



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN TELECOMUNICACIONES
Y REDES

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA
ELECTRÓNICO DE SUPERVISIÓN E IDENTIFICACIÓN
VEHICULAR CON UNA COMUNICACIÓN INALÁMBRICA”**

Trabajo de titulación presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA TELECOMUNICACIONES Y
REDES**

AUTORES: GARCÍA CARRASCO CARLOS GEOVANNY

LEON FLORES JONATHAN ALBERTO

TUTOR: MSc. JOSÉ GUERRA SALAZAR

Riobamba – Ecuador

2017

@2017, Carlos Geovanny García Carrasco, Jonathan Alberto Leon Flores.

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA,
TELECOMUNICACIONES Y REDES

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO DE SUPERVISIÓN, E IDENTIFICACIÓN VEHICULAR CON UNA COMUNICACIÓN INALÁMBRICA”, de responsabilidad de Carlos Geovanny García Carrasco y Jonathan Alberto Leon Flores ha sido minuciosamente revisado por los miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, quedando autorizada su presentación.

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Ing. Washington Luna DECANO FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA	_____	_____
Ing. Franklin Moreno DIRECTOR DE ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN TELECOMUNICACIONES Y REDES	_____	_____
Ing. José Guerra DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	_____	_____
Ing. Franklin Moreno MIEMBRO DEL TRIBUNAL	_____	_____

Nosotros, Carlos Geovanny García Carrasco y Jonathan Alberto Leon Flores declaramos ser autores del presente Trabajo de Titulación:” DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO DE SUPERVISIÓN, E IDENTIFICACIÓN VEHICULAR CON UNA COMUNICACIÓN INALÁMBRICA”, que fue elaborado en su totalidad por nosotros, bajo la dirección del Ingeniero José Guerra, haciéndonos totalmente responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo de Titulación y el patrimonio de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.

Carlos Geovanny García Carrasco

Jonathan Alberto Leon Flores

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a Dios y a la Santísima Virgen del Cisne, quienes supieron guiarme siempre por el mejor camino, dándome fuerzas y sabiduría para seguir adelante pese a todos los inconvenientes y problemas hallados en el transcurso de mi vida estudiantil.

A mis amados padres, Vinicio García y Gloria Carrasco, quienes han puesto todo su esfuerzo apoyo y confianza en mí y que gracias a su amor y consejos me alentaron cada día para poder terminar mis estudios.

A mis hermanos, José Luis, Gerardo, Vinicio, pieza fundamental en mis estudios llegando a ser un ejemplo claro de superación brindándome su apoyo incondicional en cada momento y con quienes compartí toda una vida. A toda mi familia en general por siempre estar pendientes por mí. Y quiero dedicarle también Geovanna, una persona muy especial quien me brindó su apoyo en todo momento.

Carlos

Esta tesis se la dedico primeramente a Dios y la Virgen del Cisne por poderme guiar por el camino del bien, brindándome fuerzas y sapiencia para seguir adelante.

A mis padres Luis Leon y Ana Flores, les dedico todo mi esfuerzo por el apoyo incondicional, consejos y amor que me han entregado para culminar esta carrera universitaria.

A mis sobrinos Jahir y Bianca, y a mis ahijadas Danna y Sofía por ser mi motivación de lucha constante en momentos duros, siendo esto muestra de que con esfuerzo y constancia todo es posible.

Jonathan

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a la Santísima Virgen, por permitirme culminar esta etapa de mi vida. De manera muy especial a mis amados padres quienes con su enseñanza y ejemplo han hecho de mí una persona de bien, gracias padres por todo el gran sacrificio y amor brindado. Agradecer a mis hermanos, quienes han sido mis segundos padres y mejores amigos, el apoyo de ellos ha sido esencial para alcanzar este logro. A mi novia agradecer por todo el apoyo brindado. A cada uno de los integrantes de mi familia, ya que siempre han estado pendientes de mi vida estudiantil.

Con una expresión de gratitud para el Ing. José Guerra e Ing. Franklin Moreno quienes con nobleza y entusiasmo pusieron su esfuerzo dedicación para guiarme con sus conocimientos, experiencia, paciencia y motivación logrando en mí que llegue a terminar con éxito el trabajo de titulación. A mi compañero Jonathan ya que juntos hemos puesto todo nuestro empeño y dedicación para culminar este trabajo.

Como no agradecer a mis profesores quienes aportaron con un granito de arena durante toda mi carrera profesional para culminar con éxito, por ello es para mí un verdadero placer utilizar este espacio para ser justo y consecuente, expresándoles mi más sincero agradecimiento.

Carlos

Agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera universitaria, por ser la fortaleza en momentos de debilidad y entregarme las fuerzas necesarias para culminar con bien esta etapa de mi vida.

A mis padres Luis y Ana por confiar en mí a cada momento, por los valores que me han inculcado siendo un gran ejemplo de vida a seguir.

A mi tía Amada Leon a quien agradezco por ser esa persona amiga que nunca dejó de creer en mí y fue un pilar importante con su sincera personalidad siendo esas ganas de continuar y no desistir ante momentos difíciles con su ejemplo de lucha de vida continua.

A mis hermanos Fernando y Luis por ser parte importante de mi vida siendo el apoyo incondicional brindándome sus experiencias de vida como ejemplos a seguir.

Jonathan

TABLA DE CONTENIDO

PORTADA.....	I
DERECHO DE AUTOR.....	II
CERTIFICACIÓN.....	III
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	IV
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTO	VI
TABLA DE CONTENIDO	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
RESUMEN	XIV
SUMMARY	XV
INTRODUCCIÓN	1
1. MARCO TEÓRICO	3
1.1 Robo y Asalto de Vehículos.....	3
<i>1.1.2 Información de Robos al nivel mundial.....</i>	<i>3</i>
<i>1.1.2 Información de Robos de Vehículos al nivel Nacional</i>	<i>4</i>
<i>1.1.3 Modo operandi de los robos</i>	<i>4</i>
<i>1.1.4 Técnicas de identificación vehicular</i>	<i>5</i>
<i>1.1.5 Sistema de identificación vehicular</i>	<i>5</i>
<i>1.1.5.1 Identificación del número de motor.....</i>	<i>5</i>
<i>1.1.5.2 Identificación del número de Chasis</i>	<i>6</i>
<i>1.1.5.3 Placa identificadora del Vehículo</i>	<i>7</i>
1.2 Monóxido de Carbono	8
<i>1.2.1 Actuación del Monóxido de Carbono en las personas</i>	<i>9</i>
1.3 Alcohol Etílico	9
<i>1.3.2 Consecuencias de conducir en estado etílico</i>	<i>10</i>
<i>1.3.3 Acciones para disminuir el número de Accidentes a causa del Alcohol</i>	<i>11</i>
1.4 Temperatura ambiente soportable por el ser humano	13
<i>1.4.1 Influencia de Altas Temperatura para Conducir</i>	<i>13</i>
1.5 Telemetría.....	14
<i>1.5.1 Composición de sistemas telemétricos</i>	<i>14</i>
<i>1.5.2 Seguridad de la Información Transmitida.....</i>	<i>15</i>
1.6 Redes de Comunicación Inalámbrica	16
<i>1.6.2 Bluetooth</i>	<i>17</i>
<i>1.6.2.1 Transferencia de Trama de Datos</i>	<i>18</i>

1.7 Telefonía Celular	18
<i>1.7.1 Funcionamientos de los Sistemas Celulares</i>	19
<i>1.7.3 Cobertura de un Sistema Celular</i>	19
CAPÍTULO II	20
2. DISEÑO DEL <i>HARDWARE</i> Y <i>SOFTWARE</i> DEL SISTEMA ELECTRÓNICO DE SUPERVISIÓN, E IDENTIFICACIÓN VEHICULAR CON COMUNICACIÓN INALÁMBRICA	20
2.1 Hardware del módulo SESIV	20
<i>2.1.1 Requerimientos para el diseño del SESIV</i>	20
<i>2.1.2 Concepción de la Arquitectura general del SESIV.</i>	21
<i>2.1.3 Diseño de la arquitectura del módulo del SESIV</i>	22
<i>2.1.4 Descripción de los dispositivos que conforman el módulo SESIV.</i>	23
<i>2.1.4.1 Bloque de procesamiento en el módulo SESIV</i>	23
<i>2.1.4.2 Bloque de Almacenamiento en el módulo del SESIV</i>	24
<i>2.1.4.3 Bloque de Sensores en el módulo del SESIV</i>	25
<i>2.1.4.4 Bloque de Comunicación en el módulo del SESIV</i>	28
<i>2.1.4.5 Bloque de Visualización en el módulo SESIV</i>	29
<i>2.1.4.6 Bloque de Alimentación del módulo SESIV</i>	30
2.2 Software del Módulo SESIV	32
<i>2.2.1 Requerimientos del software para el módulo SESIV</i>	32
<i>2.2.2 Descripción del software de desarrollo.</i>	33
<i>2.2.2.1 Software IDE de Arduino</i>	33
<i>2.2.2.2 Herramienta de Software App Inventor 2</i>	33
<i>2.2.3 Software desarrollado para el SESIV</i>	34
<i>2.2.3.1. Diagrama de Flujo del software para el módulo SESIV</i>	34
<i>2.2.3.2 Funciones que forman parte del programa del módulo SESIV</i>	36
<i>2.2.3.3 Bibliotecas que forman parte del programa del módulo SESIV</i>	37
2.2.4 Software desarrollado para la Aplicación en Android	38
CAPÍTULO III	41
3. VALIDACIÓN DEL PROTOTIPO SESIV	41
3.1 Caracterización del Módulo SESIV	41
3.2 Caracterización de las medidas aplicadas para el Módulo SESIV	41
<i>3.2.1 Caracterización de las medidas obtenidas de temperatura ambiente</i>	43
<i>3.2.2 Caracterización de las medidas obtenidas de velocidad del vehículo</i>	45
<i>3.2.3 Caracterización de las medidas obtenidas del alcohol en el conductor</i>	45
<i>3.2.4 Caracterización de las medidas obtenidas del sensor de posicionamiento</i>	47
3.3 Repetitividad de los valores medidos por el Módulo SESIV	49

3.4 Caracterización de las comunicaciones del módulo de SESIV	51
3.4.1 Pruebas de comunicación a través de la conexión GSM	51
3.4.2 Pruebas de comunicación a través de la conexión a Bluetooth	51
3.5 Caracterización de Ejecución de las alertas programadas.....	55
3.5.1 Alertas de Alcohol	55
3.5.2 Alertas de CO.....	55
3.5.3 Alertas de Temperatura	56
3.6 Funcionamiento del SESIV	57
3.7 Análisis económico de la implementación del SESIV	58
CONCLUSIONES.....	59
RECOMENDACIONES	60
GLOSARIO	61
BIBLIOGRAFÍA.....	62
ANEXOS.....	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Marcas y Modelos de los Vehículos más Robados en el Mundo.....	3
Tabla 2-1: Denuncias de Vehículos Robados durante 2012 a 2015.....	4
Tabla 3-1: Letra inicial de las placas en los vehículos del Ecuador.....	7
Tabla 4-1: Segunda letra y color de las placas vehiculares en el Ecuador.....	8
Tabla 5-1: Accidentes de tránsito a causa del Alcohol por año; Error! Marcador no definido. 10	
Tabla 6-1: Cifras de Accidentes de tránsito mensual bajo influencias del Alcohol.....	11
Tabla 7-1: Sanciones por conducir bajo efectos de Alcohol.....	13
Tabla 1-2: Valores máximos y mínimos aceptables para una persona.....	25
Tabla 1-3: Mediciones realizadas con el sensor de temperatura DHT-11 del SESIV.....	44
Tabla 2-3: Mediciones realizadas con el sensor de velocidad del SESIV.....	45
Tabla 3-3: Mediciones realizadas con el sensor de Alcohol del SESIV.....	46
Tabla 4-3: Mediciones realizadas con el sensor de Posicionamiento del SESIV.....	48
Tabla 5-3: Repetitividad de las mediciones de los sensores del SESIV.....	50
Tabla 6-3: Análisis económicos del SESIV.....	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Vehículo desmantelado luego de ser robado	5
Figura 2-1: Número de motor de un Suzuki Forsa 1	6
Figura 3-1: Número de la serie del chasis de un Suzuki Forsa 1	6
Figura 4-1: Estructura de la serie VIN en el estándar ISO 3779.....	7
Figura 5-1: Fotografía de las placas de un Suzuki Forsa 1	7
Figura 6-1: Contaminación de CO en el mundo.....	8
Figura 7-1: Efectos del CO en las personas	9
Figura 8-1: Equipos utilizados por la ANT y Policía Nacional	12
Figura 9-1: Agencia Nacional de Transito del Ecuador realizando prueba de Alcoholemia	12
Figura 10-1: Molestias al conducir con temperaturas altas al interior del vehículo.....	14
Figura 11-1: Elemento de un sistema Telemétrico	15
Figura 12-1: Host y Controlador de Bluetooth.....	17
Figura 13-1: Formato de la Trama Bluetooth.....	18
Figura 14-1: Composición de un Sistema Celular.....	19
Figura 1-2: Arquitectura General del SESIV	21
Figura 2-2: Diagrama en Bloques del módulo SESIV	22
Figura 3-2: Placa Arduino Mega 2560.....	24
Figura 4-2: Sensor de Ubicación Ublox NEO 6M	25
Figura 5-2: Sensor de Temperatura DHT 11	26
Figura 6-2: Sensor de Alcohol MQ-3.....	27
Figura 7-2: Sensor de Gas CO MQ-7.....	27
Figura 8-2: Bluetooth HC-06.....	28
Figura 9-2: Tarjeta GSM Mini Core SIM-900	29
Figura 10-2: Pantalla de Cristal Líquido 16x2	30
Figura 11-2: Batería Seca.....	31
Figura 12-2: Esquema del módulo SESIV	32
Figura 13-2: Diagrama de Flujo del Modulo SESIV	394
Figura 14-2: Línea de Código para Emparejamiento por Bluetooth.....	38
Figura 15-2: Pantalla de Registro de la Aplicación Android.....	39
Figura 16-2: Pantalla de Ingreso de Datos Característicos del Vehículo.....	39
Figura 17-2: Pantalla de Visualización de Datos del Vehículo	40
Figura 1-3: Fotografía del prototipo del Módulo SESIV.....	42
Figura 2-3: Vehículo utilizado para el recorrido	42
Figura 3-3: Interior del Vehículo y equipos utilizados	43

Figura 4-3: Valor de temperatura dado por termómetro del Grand Vitara	44
Figura 5-3: Manipulación del Alcotest 7510.....	47
Figura 6-3: Medicion realizada con el Alcotest 7510.....	47
Figura 7-3: Envío y Recepción de la petición de información	51
Figura 8-3: Ingreso de clave para el emparejamiento.....	52
Figura 9-3: Tarjeta Mac personalizada con placa del vehículo	52
Figura 10-3: Fotografía del prototipo del Módulo SESIV	53
Figura 11-3: Pantalla cuando no se ha ingresado ninguna información	53
Figura 12-3: Escritura de la información ingresada a la memoria EEPROM.....	54
Figura 13-3: Botón de visualización de la información personalizada	54
Figura 14-3: Recepción de Alerta por exceso de Alcohol	55
Figura 15-3: Recepción de Alerta por exceso de CO	56
Figura 16-3: Recepción de Alerta por exceso de Temperatura.....	57
Figura 17-3: Funcionamiento del Módulo SESIV	58

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A.	DATASHEET DE LOS DISPOSITIVOS UTILIZADOS.....	69
ANEXO B.	CÓDIGO DE LA PLATAFORMA IDE DE ARDUINO.....	91
ANEXO C.	DIAGRAMAS DE BLOQUES DE LA APLICACIÓN EN APP-INVENTOR 2.....	97

RESUMEN

Se diseñó e implementó un Sistema Electrónico de Supervisión e Identificación Vehicular con Comunicación Inalámbrica, para concebir electrónicamente los datos característicos del automotor, supervisar y alertar al usuario de cambios en el ambiente interno del automotor como: Monóxido de carbono (CO), temperatura y alcohol. Por método comparativo y análisis característico se eligieron los sensores y las placas para su desarrollo. Se dividió al módulo en bloques de: alimentación, sensores, visualización, procesamiento, almacenamiento y comunicación. Para la implementación se utilizó la plataforma Arduino suministrando al sistema 5 voltios corriente continua. Para el bloque de alimentación su fuente principal fue la batería propia del vehículo además constó de una batería interna brindando redundancia eléctrica, para el bloque de sensores se empleó sensores de Alcohol, Monóxido de Carbono, Temperatura y Posicionamiento. Para visualización se implementó una Pantalla de Cristal Líquido (LCD), el bloque procesamiento constó de una tarjeta Arduino Mega 2560. Para el bloque de almacenamiento se utilizó la Memoria de Lectura Eléctricamente Borrable y Programable (EEPROM) del Arduino, el bloque de comunicación incorporó un tarjeta de transmisión Bluetooth y Sistema Global Móvil (GSM). Se almacenó la información personalizada del vehículo en la memoria EEPROM visualizándola cuando se haga la petición vía Bluetooth. Los valores ambientales de la cabina del automotor obtenidos por los sensores se observaron a través de la pantalla LCD o por el bloque de comunicación previo una solicitud vía Bluetooth o GSM, generando alertas al usuario mediante un mensaje de texto. En las pruebas de comunicación se determinó que el Bluetooth se comunica a una distancia de 5 metros y se empareja colocando como clave los cuatro últimos dígitos de la placa del vehículo. En GSM se recibe mensajes únicamente si se encuentra dentro del área de cobertura de la telefónica correspondiente. Para futuros dispositivos se recomienda hacer uso de una base de datos para un seguimiento de los vehículos que tengan incorporado el dispositivo.

Palabras Claves: <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>, <TELECOMUNICACIONES>, <SUPERVISIÓN E IDENTIFICACIÓN VEHICULAR>, <ARDUINO (SOFTWARE - HARDWARE)>, <BLUETOOTH (TECNOLOGÍA)>, <TELEFONÍA CELULAR>, <MONÓXIDO DE CARBONO>, <TELEMETRÍA>

SUMMARY

An Electronic System for vehicle supervision and identification with Wireless Communication was designed and implemented in order to understand the characteristic data of the auto motive, supervise, and alert the users about changes in the internal environment of the automobile. The sensor and plates were chosen through the comparative method and characteristic analysis. The module was divided into the following blocks: supplies, sensors, display, processing, storage, and communication. For the implementation the Arduino platform was used, it provided 5 volts of direct current to the system. For the supply block the main source was the vehicle battery and also an internal battery for electrical redundancy. For the sensor block Alcohol, Carbon Monoxide, Temperature, and Positioning were handled. For visualizing a Liquid Cristal Display (LCD) was implemented; the processing block had an Arduino Mega 2560 Card. For the storage block an Electrically Erasable and Programmable Reading Memory (EEPROM) of Arduino was used. The communication block added a Bluetooth transmission card and a Global Mobile System (GMS). The vehicle personalized information was storage in the EEPROM memory which could be visualized through Bluetooth. The environmental values of the car cabin obtained by sensors were observed through LCD screen or the communication block by sending a request via Bluetooth or GMS, thus generating alerts to the users through a text message. In the communication tests it was determined that the Bluetooth communicates to a distance of 5 meters and it matches only if is within the range are of the telephone. For future devices it is recommended to use a date base for tracking the vehicles which have this device incorporated.

Key words < TECHNOLOGY AND ENGINEERING SCIENCE>, <TELECOMMUNICATION>, <AUTOMOTIVE SUPERVISION AND IDENTIFICATION>, <ARDUINO (SOFTWARE-HARDWARE)> <BLUETOOTH (TECHNOLOGY)>, < CELL PHONE>, < CARBON MONOXIDE>, < TELEMETRY>

INTRODUCCIÓN

En Ecuador el plagio de vehículos es una actividad reprensible que está vinculada con la delincuencia organizada y el terrorismo, acción que se especializa en el cambio total o partes del automotor las mismas que son muy cotizadas en el mercado negro. Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC (2016), durante el 2015 se reconocieron 5.760 denuncias de robos de vehículos. De acuerdo con el Ministerio del Interior (2014), en el 2013 la Policía Judicial del Guayas recuperó 1.043 vehículos que presentaban impedimentos legales para la circulación. Un total de 134 de ellos presentaron sus series de motor, chasis y placa de identificación adulteradas, acción conocida como la clonación de automotores.

Por otro lado, el descuido de algunos propietarios en cuanto al mantenimiento de sus vehículos, ocasiona que el sistema de gases generados por el automotor ingrese sin ningún control a la cabina, esto pone en riesgo al conductor y ocupantes. La Organización Mundial de la Salud considera que si el ser humano está expuesto a niveles de contaminación de CO superiores a 300 ppm, puede llegar a ser muy peligroso, causando desmayos o muerte, sin presentar síntomas. (Cluster Salud La Industria de la Vida, Contaminación Ambiental mata cada año a 4.3 millones de personas en todo el mundo, 2016)

Estudios realizados muestra que el 17% de los accidentes de tránsito se debe a las excesivas temperaturas en la cabina de un vehículo. Prevensis empresa española especializada en el estudio del comportamiento de los conductores, realizó una investigación determinando que el exceso de temperatura dentro del automotor puede ser perjudicial para el conductor, disminuye las capacidades motrices humanas. (Preventionworld, El 17% de los accidentes de tráfico pueden ser debidos al calor, 2006)

En el país según la Agencia Nacional de Tránsito ANT (2017), en el año 2016 se registraron 30.269 accidentes de tránsito de los cuales 2.096 fueron por causas de presencia de alcohol en conductores. En el Código Integral Penal se incluye tres escalas para juzgar a los conductores bajo efectos del alcohol, los valores van desde los (0,3 a 0,8) g/l, (0,81 a 1,2) g/l y 1,21 g/l en adelante. Las sanciones son rebajas de puntos en la licencia de conducir, sanciones económicas y privación de la libertad. (Código Orgánico Integral Penal, 2014, p.141)

Los sistemas inteligentes de supervisión vehicular en marcas como: BMW, Audi, Mercedes Benz, de gamma alta están ligados a redes externas de comunicación en el que cada vehículo se abastece de ello y que se incluyen parámetros de: seguridad, contaminación e identificación. Ecuador el

parque automotor en su mayoría no cuenta con estos servicios debido al alto costo de adquisición de automotores de estas marcas, por lo que se constituye un problema a solucionar. En la actualidad existen dispositivos y equipos electrónicos capaces de realizar supervisión e identificación de variables físicas del vehículo basado en sistemas compuestos por transductores o interfaces para cumplir sus funciones por las cuales están diseñados, con la desventaja principal que su operatividad es de forma individual, y no permiten al usuario tener un control total sobre el estado del vehículo

Por tal motivo se diseñó e implementó un sistema electrónico de supervisión e identificación vehicular con comunicación inalámbrica que permita vigilar las condiciones internas del vehículo, generar electrónicamente la información de los datos característicos del automotor así como supervisar y alertar cambios en el ambiente interno del coche, se plantea como objetivo el Diseñar e implementar un sistema electrónico de supervisión e identificación vehicular con comunicación inalámbrica y como objetivos específicos.

- Estudiar y seleccionar el tipo de comunicación inalámbrica adecuada a los requerimientos del sistema.
- Analizar los dispositivos y elementos de procesamiento para la comunicación inalámbrica acorde a los requerimientos del diseño.
- Diseñar e implementar el módulo del sistema electrónico de supervisión e identificación.
- Evaluar el funcionamiento y el sistema en conjunto con el módulo implementado.

Por la problemática de seguridad y salud identificada, se realiza de forma unificada el control de estos parámetros en el presente proyecto, que mediante tecnología inalámbrica y con ayuda de varios dispositivos se puede obtener información de estos parámetros conjuntamente con la ubicación y velocidad. Valores que mediante la red celular, con mensaje de texto podrán ser notificados a un número previamente establecido.

La memoria descriptiva del trabajo investigativo consta de tres capítulos, conclusiones y recomendaciones. El primer capítulo aborda generalidades bibliográficas, el segundo capítulo incorpora el diseño del *hardware* y *software* de la implementación de un sistema electrónico y el tercer capítulo se hace referencia a los resultados obtenidos en las pruebas, concluyendo con el análisis económico del prototipo.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se tiene como finalidad una revisión bibliográfica de los temas relacionados con robos de vehículos en el Ecuador y el mundo, modo operandi de este delito, contaminación ambiental de CO y efectos nocivos para la salud, la presencia de Alcohol y la influencia en accidentes de tránsito, los problemas y efectos de conducir con temperaturas altas, comunicaciones inalámbricas y aplicación de la telemetría

1.1 Robo y Asalto de Vehículos

Es una actividad ilícita en la que se tiene por propósito la sustracción de un automotor sin la presencia de su propietario. Caso similar es el asalto a un vehículo, el cual consiste en la sustracción del bien mediante la intimidación a la víctima. En 2013 la Policía Judicial del Guayas recuperó 1.043 vehículos que presentaban impedimentos legales para circular. De estos al menos 2 (0,19%), tenían alteraciones en su placa de identificación y 132 (12.66%) tenían sus series de motor y chasis adulteradas. (Diario el Comercio, Mafias usan datos de carros chocados para comercializar vehículos robados, 2015).

1.1.2 Información de Robos al nivel mundial

La Interpol indica que en el año 2014 el número de robos de vehículos llegó a 6'800.000, haciendo pública una lista de los cinco países con mayor número de denuncias por robos de automotores, encabezando la nómina está Estados Unidos, seguido de México, Italia, Brasil y Francia. Esta información es recopilada de 128 países de los 162 países que integran la base de datos de la institución. (Interpol 2017, Connecting Police for a server World). En la tabla 1-1 se puede observar las marcas y modelos de los 5 vehículos más robados en todo el mundo durante el 2014.

Tabla 1-1: Marcas y Modelos de los Vehículos más Robados en el Mundo

PUESTO	PAÍS	MARCA	MODELO	Nº ROBOS
1	USA	HONDA	ACCORD	58.000
2	USA	HONDA	CIVIC	47.000
3	USA	FORD	PICK UP	26.000
4	MÉXICO	NISSAN	TSURU	11.286
5	TAILANDIA	TOYOTA	HILLUX	10.136

Realizado por: Carlos García & Jonathan Leon, 2017

Fuente: (Autos y Mas, Los Vehículos más robados en el Mundo, 2015)

1.1.2 Información de Robos de Vehículos al nivel Nacional

Información recopilada del Compendio Estadístico del 2015 entregados por el INEC (2016), en coordinación con el Ministerio de Interior, en Ecuador se registran 5.760 robos de vehículos, notándose una disminución del 10% en este delito equivalente a 701 denuncias menos que en el año 2014 al nivel nacional. Siendo la provincia del Guayas el sector con mayores cifras de esta actividad, perpetuándose 1.998 denuncias de robo durante el 2015, superando a Pichincha con 34 sustracciones.

En la tabla 2-1 se puede apreciar la recopilación de números de denuncias por robos de vehículos en cuatro años consecutivos (2012 - 2013 – 2014 - 2015), se detalla el número de hurtos efectuados en las dos provincias con los índices más altos de este delito, cada cantidad se encuentra referenciado con el valores de delitos totales en el país por año. (INEC, 2012; INEC, 2013; INEC, 2014; INEC, 2015).

Tabla 2-1: Denuncias de vehículos robados durante 2012 a 2015

PROVINCIAS	2012		2013		2014		2015	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
GUAYAS	2059	33,00%	2504	33,37%	2112	32,69%	1998	34,69%
PICHINCHA	1862	29,84%	2028	27,03%	2085	32,27%	1964	34,10%
RESTO DE PROVINCIAS	2318	37,15%	2971	39,60%	2264	35,04%	1798	31,22%
TOTAL DE ROBOS PAÍS	6239	100,00%	7503	100,00%	6461	100,00%	5760	100,00%

Realizado por: Carlos García & Jonathan Leon, 2017

Fuente: (INEC, 2012; INEC, 2013; INEC, 2014; INEC, 2015)

1.1.3 Modo operandi de los robos

Según la Policía Nacional, en un proceso de robo se toma menos de cinco minutos el abrir y encender un vehículo. (Ecuavisa, Cinco minutos para robar un Vehículo, 2105). En la figura 1-1 se puede apreciar un vehículo desmantelado luego de ser robado para vender las partes claves en el mercado negro.

Un método utilizado para clonar automotores es que los antisociales acuden a remates y adquieren vehículos siniestrados, de donde les interesa la documentación legal del mismo y la principal condición para obtenerlos es que coincidan características en modelo y marca con los vehículos robados que se encuentran en su poder, luego utilizan piezas y partes claves de los automotores sustraídos como chasis, ejes, compactos, y demás para ser reemplazados en los carros rematados. (Diario el Comercio, Mafias usan datos de carros chocados para comercializar vehículos robados, 2015)



Figura 1-1: Vehículo desmantelado luego de ser robado

Fuente: (Ministerio del Interior, Desarticulación de bandas que desmantelan Vehículos)

1.1.4 Técnicas de identificación vehicular

Son procedimientos realizados por el personal Revisión Técnica Vehicular de cada municipio de las ciudades del Ecuador, donde se realiza un examen minucioso de los números de chasis, motor, placas, correlación de los números en etiquetas adheridas en los parabrisas, descartando así las posibilidades de alteraciones en los sistemas de identificación y la procedencia de cada automotor. La revisiones de las zonas de marcaje consisten en la comparación minuciosa de cada estampado comprobándose la profundidad, su alineamiento y el espacio entre cada caracter (Quimbiulco, 2013, p.62)

1.1.5 Sistema de identificación vehicular

Son designaciones alfanuméricas, grabadas en el motor, chasis y carrocería del automotor al momento de su fabricación, siendo un conjunto de grafías codificadas por lo que, dos vehículos no pueden tener la misma identificación alfanumérica, estas marcas se asemejan a las huellas digitales, o el estudio del ADN de una persona. (Quimbiulco, 2013, pp. 62-65)

1.1.5.1 Identificación del número de motor

Son números que están impresos en el motor y que son ubicadas por la casa fabricante o ensambladora de donde la exactitud de la ubicación física de esta serie alfanumérica depende de la marca y modelo del motor. En la figura 2-1 se puede observar la foto de un motor con su respectivo número.



Figura 2-1: Número de motor de un Suzuki Forsa 1
Fuente: Realizado por: Carlos G., García C & Jonathan A., Leon F

1.1.5.2 Identificación del número de Chasis

Es la enumeración alfanumérica asignada a la estructura metálica del vehículo, conocido internacionalmente como VIN (*Vehicle Identification Number por su sigla en inglés*) y considerando como el elemento más importante de identificación. (Guía Automotriz, Que es el número VIN, 2017). En la figura 3-1 se puede apreciar el identificador de número de chasis que se encuentra tallado en el vehículo.



Figura 3-1: Número de la serie del chasis de un Suzuki Forsa 1
Fuente: Realizado por: Carlos G., García C & Jonathan A., Leon F

El código VIN existe desde 1954, hasta finales de 1980 constaba de una serie numérica proporcional a número de estructuras que se fabricaban, en 1981 el sistema optó por el estándar ISO 3779 que consta de 17 caracteres alfanuméricos. Brinda información como: año y lugar de fabricación, empresa que lo fabricó, modelo de motor y transmisión del automotor. (Guía Automotriz, Que es el número VIN, 2017). En la figura 4-1 se puede apreciar cómo se estructura el código VIN, en el que WMI, VDS y VIS que son los nemónicos de: Identificador Mundial del Fabricante, Sección de Descripción del Vehículo y Sección de Identificador de Vehículo respectivamente.

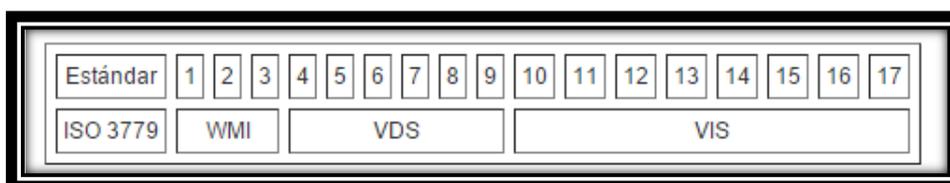


Figura 4-1: Estructura de la serie VIN en el estándar ISO 3779

Fuente: (Guía Automotriz, Que es el número VIN, 2017)

1.1.5.3 Placa identificadora del Vehículo

Son láminas metálicas que están incorporadas al vehículo en la parte delantera y trasera, que se caracterizan por tener en la parte superior la palabra Ecuador en letras mayúsculas, a la vez una franja de color identificativo, y en la parte central la combinación de tres letras seguidas de cuatro números que pueden ir desde 0001 hasta 9999. En la figura 5-1 se puede observar las placas delantera y trasera un vehículo, a la izquierda y derecha respectivamente. (ANT, Resolución no 049-dir-2012-ant reglamento para la elaboración, entrega y control de placas de identificación vehicular, 2013)



Figura 5-1: Fotografía de las placas de un automóvil

Realizado por: Carlos G., García C & Jonathan A., Leon F

En la tabla 3-1 se aprecia cómo se asigna la primera letra de las placas de acuerdo a la provincia.

Tabla 3-1: Letra inicial de las placas en los vehículos del Ecuador

PROVINCIA	INICIAL	PROVINCIA	INICIAL	PROVINCIA	INICIAL
AZUAY	A	SUCUMBÍOS	K	PASTAZA	S
BOLÍVAR	B	LOJA	L	TUNGURAHUA	T
CARCHI	C	MANABÍ	M	CAÑAR	U
ESMERALDAS	E	NAPO	N	MORONA S.	V
GUAYAS	G	EL ORO	O	GALÁPAGOS	W
CHIMBORAZO	H	PICHINCHA	P	COTOPAXI	X
IMBABURA	I	ORELLANA	Q	STA. ELENA	Y
STO. DGO.	J	LOS RÍOS	R	ZAMORA CH.	Z

Realizado por: Carlos García & Jonathan Leon, 2017

Fuente: (ANT, Resolución no 049-dir-2012-ant reglamento para la elaboración, entrega y control de placas de identificación vehicular, 2013)

En la tabla 4-1 se puede observar la combinación de la segunda letra de las placas con el color respectivo de la franja superior de acuerdo al tipo de uso del vehículo.

Tabla 4-1: Segunda letra y color de las placas vehiculares en el Ecuador

TIPO DE USO	SEGUNDA LETRA	COLOR
COMERCIAL	A – U – Z	NARANJA
GUBERNAMENTALES	E	AMARILLO
OFICIAL	X	AMARILLO
GOBIERNOS AUTÓNOMOS	M	VERDE
PARTICULAR	CUALQUIERA MENOS LAS ANTERIORES	BLANCO
DIPLOMÁTICO	CC (CUERPO CONSULAR)	AZUL
	CD (CUERPO DIPLOMÁTICO)	
	OI (ORGANISMO INTERNACIONAL)	
	AT (ASISTENCIA TÉCNICA)	
INTERNACIÓN TEMPORAL	IT	ROJO

Realizado por: Carlos García & Jonathan Leon, 2017

Fuente: (ANT, Resolución no 049-dir-2012-ant reglamento para la elaboración, entrega y control de placas de identificación vehicular, 2013)

1.2 Monóxido de Carbono

Es un gas incoloro, inodoro y no es irritante para las vías respiratorias. Es capaz de atravesar los alvéolos pulmonares y que en función al nivel de concentración en el aire y del tiempo de exposición, puede impulsar efectos nocivos para la salud, causando la muerte en pocos minutos o secuelas irreversibles. Al ser una sustancia tóxica, cuando esta ingresa al cuerpo humano a través de las vías respiratorias es altamente peligroso por ende puede causar desmayos sin necesidad de sentir síntomas de molestias e incomodidad. Es generado cuando entra en combustión un material rico en carbono en el que las cantidades de oxígeno sean casi nulas, esta combustión no se completa en su totalidad generándose así el Monóxido de Carbono, por ejemplo: la quema de un cigarrillo, smoke de vehículos, etc. como se aprecia en la figura 6-1. (Metrogas-Monoxido, p.1).



Figura 6-1: Contaminación de CO en el mundo

Realizado por: Carlos G., García C & Jonathan A., Leon F

1.2.1 Actuación del Monóxido de Carbono en las personas

Una vez ingerido viaja hasta los pulmones mezclándose maliciosamente con la hemoglobina de la sangre, por lo cual no puede transportarse oxígeno a las células, dependiendo de la concentración, tiempo de exposición y actividad de la persona puede provocarse dos tipos de intoxicación:

- **Intoxicación Aguda:** es provocada por altas niveles de concentración de CO, es mortal y no produce síntomas de advertencia significativa.
- **Intoxicación Crónica:** los niveles de concentración son menores, se presentan síntomas de sueño, dolor de cabeza, náuseas, zumbido de los oídos, impotencia muscular. (CSO, 2009, pp.9-8)

En la figura 7-1 se observa cómo puede actuar el CO en las personas, dependiendo de los valores de concentración y tiempo de exposición.

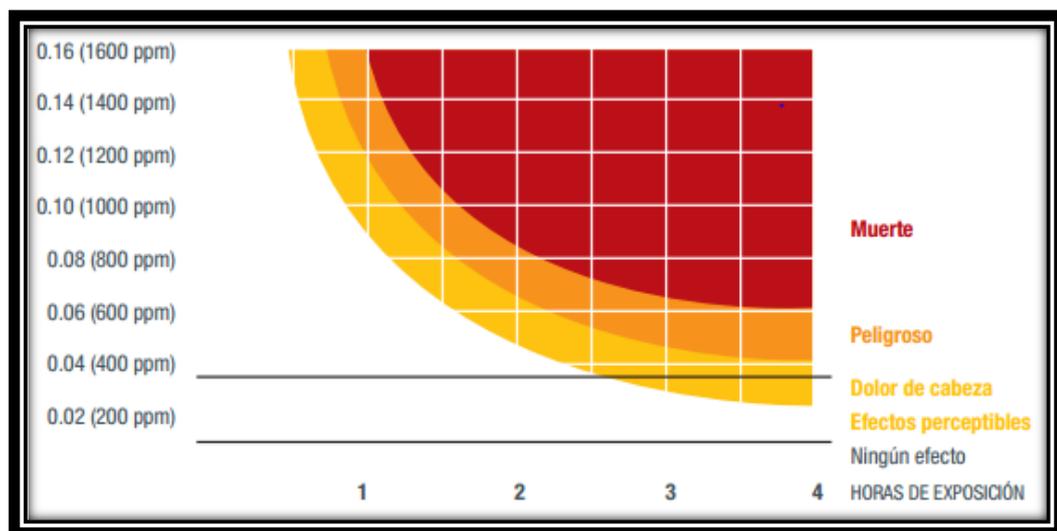


Figura 7-1: Efectos del CO en las personas

Fuente: (Metrogas, p. 3)

1.3 Alcohol Eílico

De acuerdo con Farke y Anderson (2017, pp. 333-340), como Estruch (2007, pp. 1-2) consideran que la ingesta abundante de alcohol puede alterar el sistema nervioso y el funcionamiento cerebral. Pero consumido en dosis moderadas y constantes tiene efectos beneficiosos para la salud con la digestión, evitar ataques cardíacos. El alcohol es una droga depresora del sistema nervioso central,

al igual que drogas similares como: heroína y los tranquilizantes. Entre los efectos negativos para la salud se destacan los siguientes.

- Desinhibe a la persona y lo hace cometer conductas antisociales.
- Padecer Cirrosis hepáticas en menos de 20 años al ingerir más de siete litros de cualquier licor al año.
- Varices esofágicas con terribles sangramientos.
- Inhibe la hormona antidiurética y causa la sensación de orinar constantemente.
- Destruye sus glóbulos rojos, plaquetas causando anemias.
- Aumenta la presión arterial.
- Pequeñas cantidades incitan la actividad sexual, siendo el rendimiento inversamente proporcional a la cantidad de alcohol consumida.

1.3.2 Consecuencias de conducir en estado etílico

De acuerdo con el INEC, en el año 2013 se produjeron 2.251 accidentes de tránsito por motivos del alcohol, siendo esta cantidad un 7,99% del total de accidentes efectuados en todo el país. (INEC, 2014, p.97). Según la ANT (Siniestros por causa probables a nivel nacional Enero a Diciembre, 2015), de los 38.658 accidentes que se reportaron en las vías del país en el 2014, un 6,31% ocurrió por la embriaguez del conductor representándose una cantidad de 2.438 siniestros. Estadísticas demuestran que durante el 2015, el número de accidentes de tránsito totales en Ecuador fue de 35.706, de los cuales un total de 2.400 tuvieron relación directa con la ingesta de alcohol. (ANT, Siniestros por causa probables a nivel nacional a Diciembre, 2016)

En el 2016 para la ANT, conducir bajos los efectos de alcohol se convirtió en la quinta causa para los accidentes de tránsito, aunque se tuvo una disminución notoria, siendo esta cantidad 2.906 siniestros con presencia de alcohol en sus conductores de un total de 30.269. (ANT, Siniestros por causa probables a nivel Nacional a Diciembre 2016, 2017). En la tabla 5-1 se puede visualizar cifras de accidentes de tránsito obtenidas de la página oficial de la ANT, a cada año se le hizo la comparación con el total de accidentes por año.

Tabla 5-1: Accidentes de tránsito a causa del Alcohol por año

AÑO	SUMA AÑO	TOTAL ACCIDENTES	%
2013	2251	28169	7,99%
2014	2438	38658	6,31%
2015	2400	35706	6,72%
2016	2096	30269	6,92%

Realizado por: Carlos García & Jonathan Leon, 2017
Fuente: (INEC, 2014; ANT, 2015; ANT, 2016; ANT, 2017)

En la tabla 6-1 se muestra de forma detalla el número de accidentes por conducir bajo los efectos del alcohol, durante cada mes en los cuatro últimos años, notándose una disminución en el 2015 y 2016.

Tabla 6-1: Cifras de Accidentes de tránsito mensual bajo influencias del Alcohol

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2013	187	168	167	169	188	176	144	163	176	176	179	358
2014	192	199	239	197	245	223	223	188	150	196	175	211
2015	188	160	166	209	231	195	213	219	177	194	216	232
2016	188	179	137	169	181	169	201	141	162	167	171	231

Realizado por: Carlos García & Jonathan Leon, 2017

Fuente: (INEC, 2014; ANT, 2015; ANT, 2016; ANT, 2017)

1.3.3 Acciones para disminuir el número de Accidentes a causa del Alcohol

En la actualidad la ANT y la Policía Nacional realizan múltiples operativos en todo el país, de preferencia en la noche y madrugada para realizar pruebas de alcoholemia a conductores que circulan a estas horas, con la finalidad de evitar lamentables consecuencias. Para ello la institución se ha dotado de equipos altamente sofisticados capaces de medir con precisión el nivel de alcohol en la sangre de las personas al volante.

La ANT mantiene alcoholímetros de pared en las terminales terrestres de las ciudades, los cuales funcionan con la huella dactilar de cada conductor y a la vez ellos deben soplar la boquilla, para que la máquina determine si la persona se encuentra bajo los efectos del alcohol, generando un ticket y autorizando la salida del turno dentro de la estación terrestre. (Diario La Hora, Esperan espacio para ubicar alcoholímetros, 2012)

La Policía Nacional al igual que la ANT emplean el equipo Alcotest 7510 para realizar la medición de nivel de alcohol a los conductores, esta consiste en que la persona sopla por la boquilla y el instrumento detecte si ha ingerido alcohol visualizándose por la pantalla que incorpora el mismo. (Drager et al., 2008 pp. 13-17).

En la figura 8-1 se puede observar a la izquierda el Alcolímetro de ANT empleado en terminales terrestres y a la derecha el equipo móvil Alcotest 7510 empleado por la policía.



Figura 8-1: Equipos utilizados por la ANT y Policía Nacional

Fuente: (Diario La Hora, Esperan espacio para ubicar alcoholímetros, 2012; Carlos García & Jonathan Leon, 2017)

En la figura 9-1 se puede observar a miembros de la Agencia Nacional de Tránsito (ANT), realizando controles de alcoholemia a los conductores.



Figura 9-1: Agencia Nacional de Tránsito del Ecuador realizando prueba de Alcoholemia

Fuente: (Diario el Comercio, 52 juicios cada día por manejar en estado etílico, 2015)

El Código Integral Penal COIP en el 2014, incluye tres escalas para juzgar a los conductores ebrios.

- Si el nivel de alcohol en la sangre es de 0,3 a 0,8 g/l es motivo de una multa económica de un salario básico, pérdida de 5 puntos a la licencia más 5 días de prisión.

- Si el nivel es mayor de 0,81 hasta 1,2 g/l la sanción es de dos salarios básicos 10 puntos a la licencia y 15 días de cárcel.
- Si el conductor presenta de 1,21 g/l en adelante, el cual equivalente a tomarse más de 24 cervezas, hecho que castiga con 3 salarios básicos de multa, suspensión de 60 días a la licencia y 30 días en prisión. (Código Orgánico Integral Penal, 2014, p.141)

En la tabla 7-1 se puede ver un resumen las sanciones Creadas por el COIP, de acuerdo al nivel de alcohol en la sangre que posean los conductores.

Tabla 7-1: Sanciones por conducir bajo efectos de Alcohol

ALCOHOL EN LA SANGRE	REDUCCIÓN DE PUNTOS	SANCIÓN ECONÓMICA	DÍAS DE PRISIÓN
(0 - 0,29) g/l	0 ptos	0	0
(0,30 - 0,80) g/l	- 5 ptos	1 Salario Básico	5
(80,81 - 1,2) g/l	- 10 ptos	2 Salarios Básicos	15
1,2 g/l en adelante	Suspensión por 60 días	3 Salarios Básicos	30

Realizado por: Carlos García & Jonathan Leon, 2017

Fuente: Código Orgánico Integral Penal, 2014, p.141

1.4 Temperatura ambiente soportable por el ser humano

El cuerpo humano resiste de forma normal los descensos de temperatura hasta los 14°C, acción contrario sucede con los ascensos de la misma. Una disminución significativa de temperatura provoca un enlentecimiento de las funciones celulares, acciones que pueden sobrellevarse. (Supervivenciareal, Límites del cuerpo humano, 2014). Mientras que una exposición a temperaturas mayores a 43°C por más de 1 hora, pueden provocar la muerte por desnaturalización de proteínas acción en la que las proteínas dejan de tener su forma original y pierden su función provocándose desmayos, síntomas de cansancio, atrofia muscular hasta llegar a la muerte. (MedTempus, Los límites extremos del cuerpo humano, 2010)

1.4.1 Influencia de Altas Temperatura para Conducir

Según Prevensis (2006), los excesos de temperatura afectan negativamente las capacidades humanas al conducir, fueron las conclusiones a las que llegó tras realizar investigaciones sobre el tema, el 17% de los accidentes de tránsito se debe a las excesivas temperaturas en la cabina de un automotor. Confirmándose que la temperatura ideal para la conducción se sitúa en el rango de 18 – 24°C, el 17% de los accidentes de tránsito se debe a las excesivas temperaturas en la cabina de un automotor.

A una temperatura de 24°C se pierde la capacidad de ver el 3% de señales y objetos en la carretera, aumentándose estas dificultades de forma proporcional al aumento de temperatura, siendo así que a 30°C los fallos de visión aumentan en un 20%. Conducir con temperaturas superiores a los 35°C, conlleva efectos similares a una alcoholemia de 0,5 g/l, viéndose afectado los sentidos de visión, audición y la agilidad motriz. (Preventionworld, El 17% de los accidentes de tráfico pueden ser debidos al calor, 2006). En la figura 10-1 se muestra los efectos causado por conducir con temperatura ambientales elevadas al interior del vehículo, reflejándose una pérdida de las capacidades motrices.



Figura 10-1: Molestias al conducir con temperaturas altas al interior del vehículo

Fuente: (Glorieta de Gaviño. Calor y volante, peligro constante, 2012)

1.5 Telemetría

Es una de las áreas de la ingeniería orientada a la medición de cualquier variables física, utiliza interfaces electrónicas que conectadas a través de alguna línea de transmisión ya sea un medio guiado o no guiado permiten enviar la información a un centro de gestión. (Quintero, 2006, p.2)

1.5.1 Composición de sistemas telemétricos

Consiste de un transductor como un dispositivo de entrada, un medio de transmisión en forma de líneas de cable u ondas de radio, dispositivos de procesamiento de señales, y dispositivos de grabación o visualización de datos.

Transductor es capaz convertir magnitudes físicas como la temperatura, presión, velocidad, posición geoespacial, vibraciones en una señal eléctrica correspondiente, para ser transmitidas a distancias equidistantes.

Unidad Terminal prepara las señales obtenidos por el transductor de manera que ser transmitidos como una señal codificada utilizando un tipo de medio de transmisión.

Medios de Transmisión son las vías que pueden ser utilizadas para la comunicación de los datos, las cuales pueden ser de forma guiadas y no guiadas.

Receptor es capaz de decodificar las señales recibidas, procesar la información y visualizarla para así proceder con el análisis y almacenamiento de las mismas, de acuerdo a los fines necesarios. (Saccani, Arquitectura de Sistemas Telemétricos, 2014).

En la figura 11-1 se puede observar los elementos que conforman un sistema de telemetría.

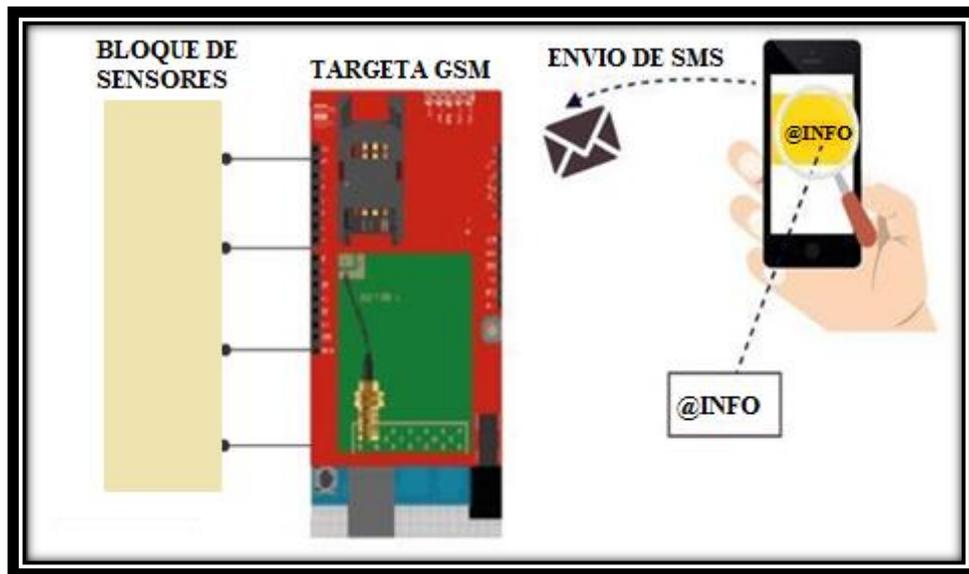


Figura 11-1: Elemento de un sistema Telemétrico
Realizado por: Carlos G., García C & Jonathan A., Leon F

1.5.2 Seguridad de la Información Transmitida

Se vuelve indispensable el poder plantear seguridades para la información al momento de realizar el envío y recepción de la misma, razón por la cual se deben considerar los parámetros como la integridad, disponibilidad y confidencialidad de la información.

- **Integridad de la Información:** se refiere a la utilización de métodos para que la misma no pueda ser alterada o modificada por medios externos no autorizados.
- **Disponibilidad de la Información:** hace referencia a que la información sea utilizada en el momento que se desee y que se encuentre siempre al alcance de los usuarios, mediante el uso de estructuras físicas y tecnológicas para el acceso.
- **Confidencialidad de la Información:** hace mención a la garantía de que la información que sea recibida por un individuo que hace uso del sistema de telemetría, sea protegida para evitar ser divulgada sin consentimiento del individuo.

1.6 Redes de Comunicación Inalámbrica

Permiten la interacción entre dispositivos sin usar medios guiados o cables, los datos se transportan a través de las ondas electromagnéticas dispersas por el aire. Teniendo como principales ventajas evitar el uso todo lo relacionado con conexiones físicas, bajo costo de implementación y reducido consumo de energía. (Flores et al, 2015, p.3)

Por su distancia de cobertura se pueden clasificar en:

Redes Personales: también conocidas como las PAN's por su nemónico, se caracterizan porque su cobertura es corta, abarca un rango de (1-15) metros. Su estándar de trabajo es el IEEE 802.15 por lo que son utilizadas para la intercomunicación de dispositivos móviles como: PAD's, celulares, PC's portátiles.

Redes de Telefonía Móvil: comprenden áreas de coberturas más grandes, su rango de cobertura es de (1 - 200) Kilómetros, se caracterizan por ser redes interconectadas con forma hexagonales.

Redes Satelitales: tienen zonas de coberturas mucho más extensas comprendidas en un rango de (700 - 3600) Kilómetros, donde sus satélites se encuentran circulando en orbitas alrededor del planeta. (Redesadsi, woedpress .Clasificación de las redes)

Por sus frecuencias de operación se clasifican en:

Ondas de Radio: son radiación electromagnética que se caracterizan por tener una longitud de onda mayor que la de luz visible, sus frecuencias de trabajo van desde los 300 Hertz hasta los 3000 Megahertz, es por ello que sus longitudes de ondas oscilan de unos cuantos milímetros y pueden llegar a ser tan extensas que alcanzan cientos de kilómetros. (Vélez, Redes inalámbricas tipo características)

Ondas Microondas: son radiaciones que se operan a frecuencias de 300 Megahertz hasta los 20 Gigahertz, estas frecuencias altas son susceptibles a interferencias por condiciones atmosféricas. (Lemus, Redes inalámbricas cableadas y satélites)

Ondas Infrarrojas: operan en el rango de frecuencias de la banda Industriales Científicas y Medicinales (ISM) que tiene un rango de frecuencia de (1 – 6) Gigahertz, su uso es de licencia abierta, operan con velocidades de transmisión 10 Kbps en el caso de Identificación por Radio

Frecuencia (RFID), 54 Mbps para el caso de Wiess Fidelity (Wi-Fi) y 24 Mbps en el caso de Bluetooth (BT). (Aponte et al., Sistema Inalámbricas en Sistemas Distribuidos características)

1.6.2 Bluetooth

Es una tecnología de comunicación inalámbrica que trabaja en la banda de las ISM, en el que se pueden comunicar dispositivos móviles en un alcance máximo de 15 metros sin necesidad de línea de vista, transmitiendo así de manera íntegra voz y datos. Se puede dividir en dos componentes: el host y el controlador Bluetooth (o módulo radio). La Interfaz de Control de Host (HCI) proporciona una interfaz estándar entre el host y el controlador Bluetooth. En la figura 12-1 se puede observar la división entre el host y el controlador de Bluetooth.

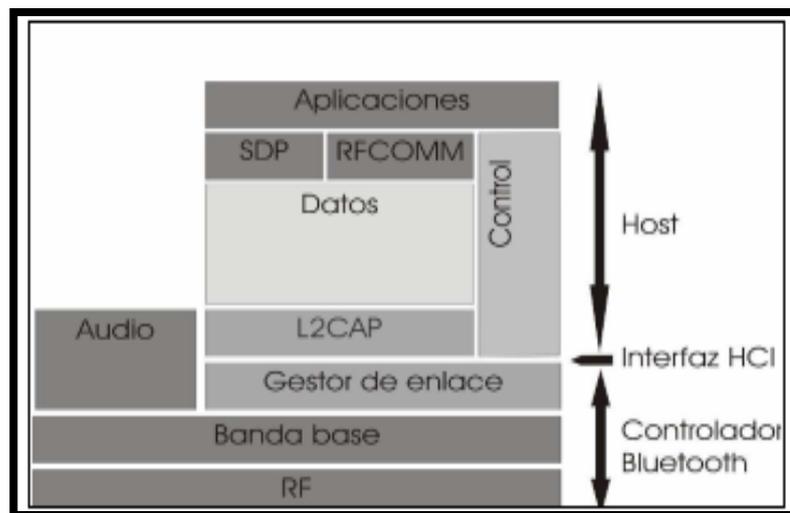


Figura 12-1: Host y Controlador de Bluetooth

Fuente: (Hernández et al., 2002: pp. 6-9)

Host: permite el enlace físico entre unidades dentro de la piconet. A este nivel se utilizan procedimientos de averiguación y de localización para sincronizarse. Además, de estas funciones, el nivel de banda base se encarga de cuestiones referentes al control de errores y de flujo. Existen dos tipos de enlaces físicos Sincrónico Orientado a la Conexión (SCO) y Asíncrono sin Conexión (ACL). (Hernández et al., 2002: pp. 6-9)

Módulo radio o controlador de Bluetooth: define las necesidades de los dispositivos, se basa en la división de espectro ensanchado, utilizando 79 saltos de frecuencia en cada MHz, comenzando en 2,400 GHz hasta 2,480 GHz. Utiliza una banda de guarda entre cada salto, con el fin de las transmisiones fuera de banda. (Hernández et al., 2002: p. 8)

1.6.2.1 Transferencia de Trama de Datos

Las tramas comienzan con un código de acceso, el cual identifica al maestro de cada piconet y cuyo propósito es que los esclavos que se encuentren en el rango de alcance de dos maestros sepan que tráfico está destinado a ellos. Para cada ranura existe una separación de tiempo de 250 microsegundos a fin de poder estabilizar el envío de tramas. Continuando con un encabezado de 54 bits que contiene campos comunes de la subcapa MAC. Y por último está el campo de datos, el que llega hasta 2744 bits para una transmisión de cinco ranuras. Para una sola ranura de tiempo, el formato es el mismo excepto que el campo de datos es de 240 bits. (Gómez. 2002: pp. 176-178)

En la figura 13-1 se puede observar el formato de una trama Bluetooth.

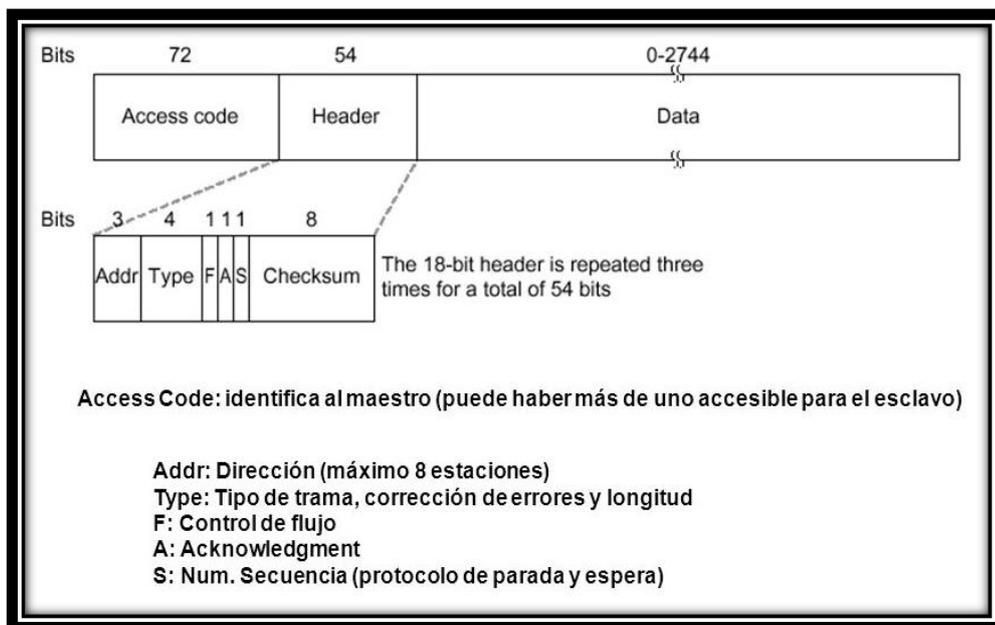


Figura 13-1: Formato de la Trama Bluetooth

Fuente: (Gómez. 2002: p. 177)

En el encabezado, el campo Dirección identifica a cuál de los ocho dispositivos está destinada la trama, el campo Tipo indica el tipo de trama el que puede ser ACL, SCO, el tipo de corrección de errores que se utiliza en el campo de datos y cuantas ranuras de longitud tiene la trama.

1.7 Telefonía Celular

Consiste en transmitir un flujo de bits o dígitos binarios desde un dispositivo móvil celular hacia otro dispositivo receptor móvil transportando voz y datos, sin que la separación geográfica entre ambos dispositivos sea un impedimento.

1.7.1 Funcionamientos de los Sistemas Celulares

La señal de la voz se convierte en un flujo de bits, o dígitos binarios, tomándose 8000 muestras/segundo de la señal y que cada muestra se convierta en un número binario de ocho dígitos. En el receptor, el flujo de bits se reconvierte en la señal sonora original, interpretándose cada dígito binario como un 1 o 0. La inexistencia de situaciones intermedias reduce el riesgo de errores de transmisión. La multiplicidad de trayectos provocar un efecto llamado dispersión del tiempo de tránsito, por lo que los datos quedan difuminados en el tiempo. (López et al., 2002: pp. 10-12)

1.7.3 Cobertura de un Sistema Celular

Un sistema celular se forma al dividir el territorio en células generalmente hexagonales de mayor o menor tamaño, atendidas por una estación de radio restringiéndose su zona de cobertura, gracias al alcance limitado de expansión de las ondas de radio, el espectro de frecuencias puede volver a ser reutilizado en cada nueva célula, evitando interferencias entre células próximas. (Aragonito, 2003, p.6). Para ofrecer el servicio en una determinada región hay que instalar un número de estaciones bases distribuidas estratégicamente. Cuando un móvil se desplaza entre dos estaciones, se sintoniza con aquella de la que recibe una mejor señal, cada estación contiene con sus adyacentes estableciendo su área de influencia, quedando el territorio fragmentado en un conjunto de zonas de cobertura o celdas. En la figura 14-1 se observa como está conformado un Sistema Celular.

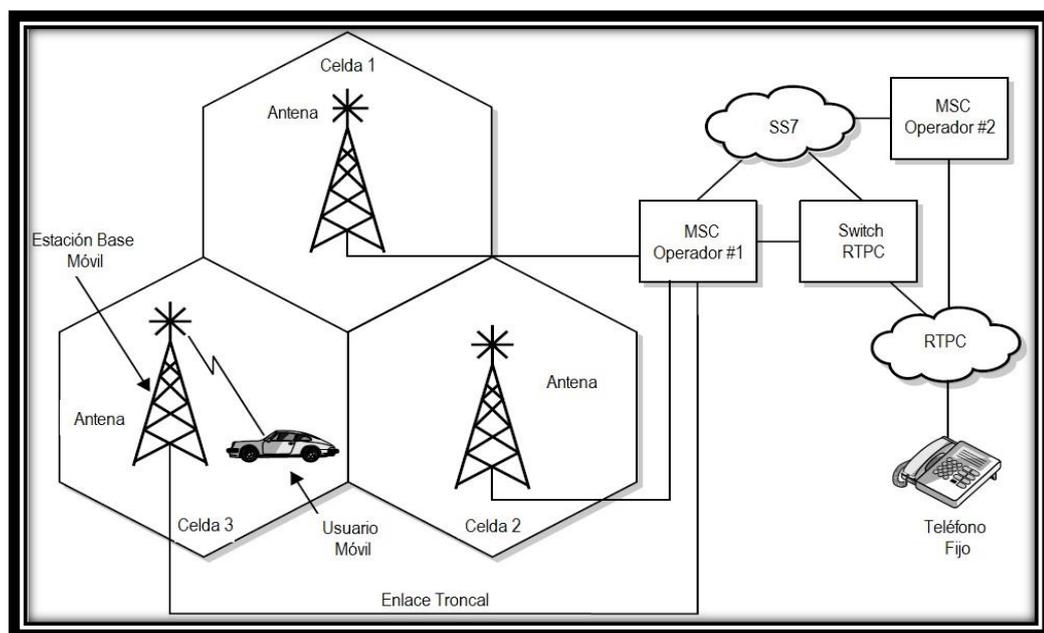


Figura 14-1: Composición de un Sistema Celular
Fuente: (Aragonito, 2003, p.6)

CAPÍTULO II

2. DISEÑO DEL *HARDWARE* Y *SOFTWARE* DEL SISTEMA ELECTRÓNICO DE SUPERVISIÓN, E IDENTIFICACIÓN VEHICULAR CON COMUNICACIÓN INALÁMBRICA

En este capítulo se muestra el diseño del *hardware* y *software* del sistema electrónico de supervisión e identificación vehicular (SESIV). Se detalla todos los parámetros a cumplir por parte del SESIV, se demuestra la elección de cada uno de los sensores y demás dispositivos que lo constituyen, se plasma un esquema en bloques haciendo referencia a los módulos del mismo. Por último se muestra el sistema diseñado en un esquema general.

2.1 *Hardware* del módulo SESIV

Aquí se hace referencia a los requerimientos para el diseño, la concepción de la arquitectura, el diseño de la arquitectura, la descripción de los dispositivos y el esquema de conexión del módulo en la parte *hardware*.

2.1.1 *Requerimientos para el diseño del SESIV*

De acuerdo a un análisis previo realizado en el capítulo anterior se determinó que las exigencias encontradas en el diseño de SESIV son:

- Tener un sistema de supervisión e identificación de fácil instalación, con un costo accesible a la economía del país.
- Implementar una herramienta que ayude a identificar las características propias del vehículo como son: color, número de placa, serie de motor y chasis.
- Efectuar un instrumento capaz de supervisar la temperatura interna del vehículo.
- Generar un elemento que vigile la ubicación y velocidad del vehículo.
- Realizar un artefacto que supervise los niveles de alcohol en el interior de la cabina.
- Implementar una herramienta que inspeccione gases contaminantes como el Monóxido de Carbono (CO).
- Enviar información hacia un receptor, de parámetros como: ubicación, temperatura, alcohol, velocidad y CO.

- Emitir mensajes de alerta cuando se sobrepasen los límites permitidos de: temperatura, alcohol y CO.

2.1.2 Concepción de la Arquitectura general del SESIV.

La arquitectura que se plantea para el SESIV, se da a conocer en la figura 1-2, en el cual se aprecia un módulo transmisor que está formado por un conjunto de bloques que se irán detallando más adelante. Trabaja con comunicación inalámbrica Bluetooth y GSM.

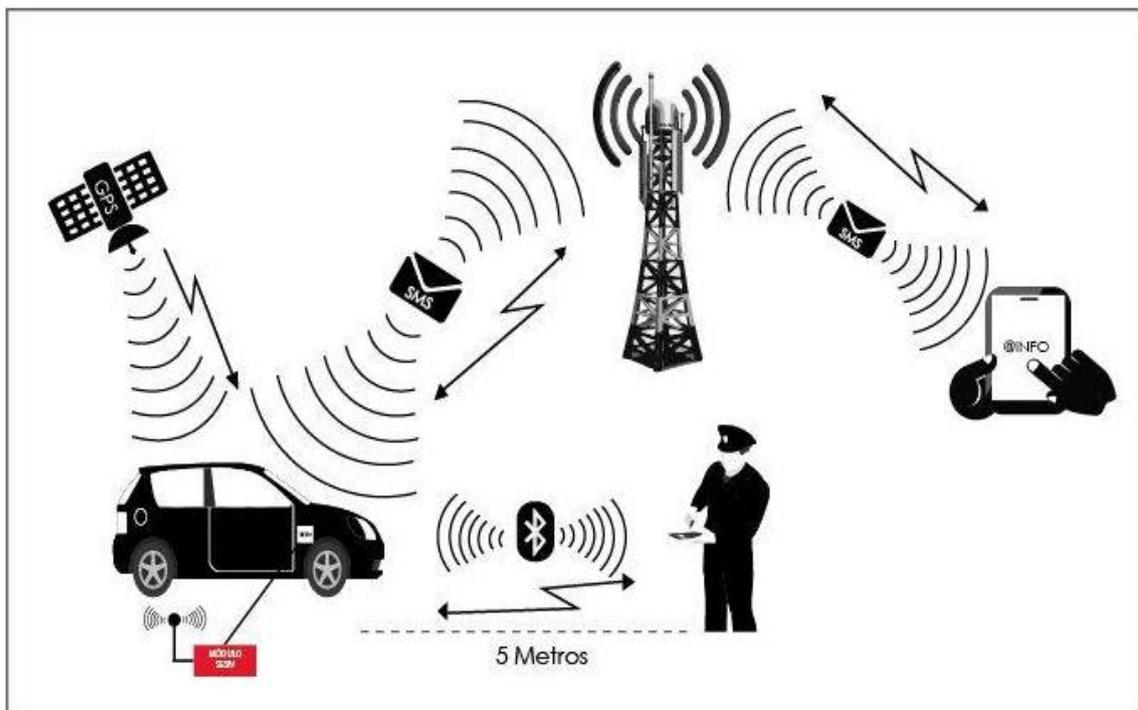


Figura 1-2: Arquitectura General del SESIV
Realizado por: Carlos G., García C & Jonathan A., Leon F

La función del módulo es la de recibir y transmitir datos o señales que permita la comunicación entre los distintos bloques, así como dar respuesta a cierta petición que realice el usuario. Por medio de varios procesos permite visualizar todos los datos característicos del vehículo. Se comunica con tecnología Bluetooth y GSM estos dos medios de comunicación inalámbrica se encargan de realizar tanto la transmisión como recepción de datos. En el módulo se procesa la información proporcionada por los diferentes sensores para ser transmitida por el bloque de comunicación. Además de recibir las señales de los sensores, el módulo guarda información en la memoria interna, la misma que permite llevar un control del ingreso de datos y cualquier alteración que sufra el dispositivo. Cabe recalcar que dicha variación se la puede realizar por medio de una aplicación la cual se explicará más adelante.

El SESIV se encarga de enviar una alerta al usuario, cuando se genera valores fuera del rango normal. Esta alerta le servirá para llevar un control sobre el estado tanto del vehículo como del conductor en el caso de estar conduciendo en estado de embriagues. La alerta que se envía al usuario será mediante un mensaje de texto por una red GSM a un número de teléfono móvil previamente ingresado.

2.1.3 Diseño de la arquitectura del módulo del SESIV

Luego de repasar de una forma general la concepción de la arquitectura del SESIV se da a conocer el esquema de la arquitectura de cada uno de los bloques que conforman el módulo de Supervisión e Identificación. Está formado por los bloques de: comunicación, procesamiento, sensores, almacenamiento, visualización y alimentación. En la figura 2-2 se muestra el diagrama en Bloques del módulo SESIV, en el cual se detalla la interconexión que milita entre los siete unidades que lo conforma.

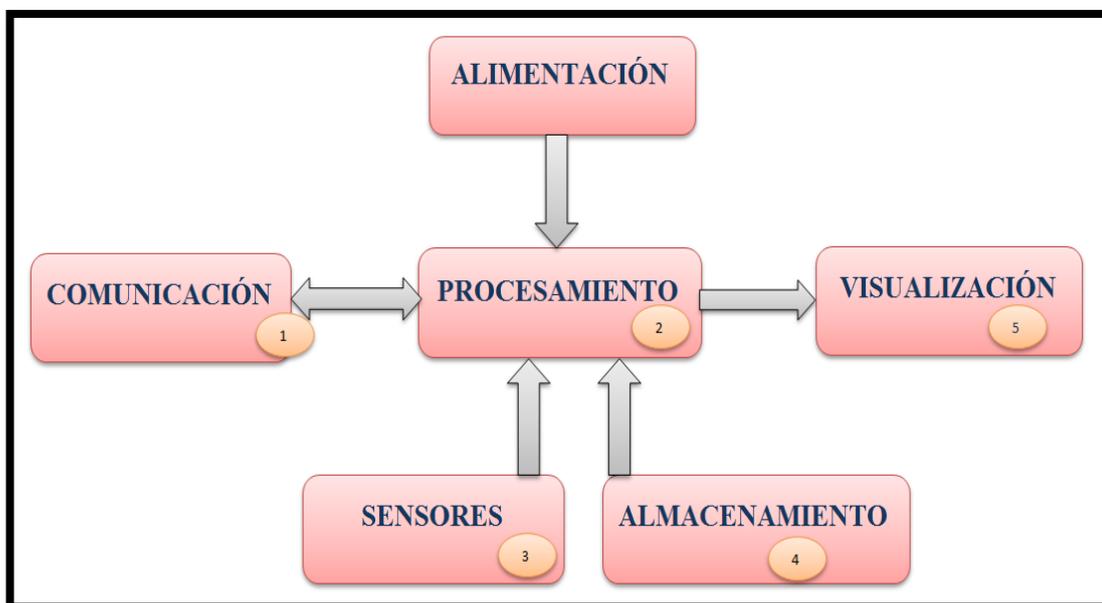


Figura 2-2: Diagrama en Bloques del módulo SESIV

Realizado por: Carlos G., García C & Jonathan A., Leon F

El bloque de Comunicación, se encarga tanto de recibir como enviar información hacia el bloque de Procesamiento, esta se transmite por medio de tecnología inalámbrica, en este caso Bluetooth además de contar dentro de este conjunto con tecnología GSM para realizar las peticiones de alerta.

El bloque de Procesamiento se comunica con los bloques de: comunicación, sensores, almacenamiento, visualización y alimentación. Este bloque recibe la información y la procesa

para luego enviarla hacia el bloque de Visualización, es importante en el diseño del módulo ya que es el canal donde se encuentran todos los elementos que conforman el SESIV.

El bloque de Sensores está formado por distintos tipos de sensores como son: de ubicación, temperatura, alcohol, velocidad y gases (CO), se encarga de realizar la medición de los valores para los cuales están programados, una vez detectada la señal se enviaran la información hacia el bloque de Procesamiento.

El bloque de almacenamiento es el encargado de guardar información previamente insertada en una memoria, en este caso los datos característicos del vehículo como: el color, número de placa, serie de motor y chasis.

El bloque de Visualización es el llamado a mostrar en una pantalla todo lo enviado desde el bloque de Procesamiento.

Por último el bloque de Alimentación, todos los anteriores dependen básicamente de este. Se ejecuta mediante adaptadores de voltaje DC que van desde los 7 hasta los 12 (voltios). Se conecta a la placa Arduino que constituye el bloque de Procesamiento, este entrega 3,3 y 5 (voltios) que sirven para alimentar a los distintos dispositivos que van conectados a él.

2.1.4 Descripción de los dispositivos que conforman el módulo SESIV.

Aquí se da a conocer las principales características de los dispositivos electrónicos que conforman el módulo del SESIV. Sus hojas técnicas se encuentran al final del documento.

2.1.4.1 Bloque de procesamiento en el módulo SESIV

Existen muchas ofertas al tratarse de elementos de procesamiento para el SESIV, las mismas que se basan principalmente en la utilización de microcontroladores que se encuentran de manera aislada o acompañadas de placas para ya ser utilizadas. La función principal de estas es la de facilitar las aplicaciones electrónicas. Una de las placas de desarrollo que más se destaca es la de Arduino, es una de las pioneras en plataforma de código abierto y de fácil uso. Actualmente existen diferentes tipos de placas de Arduino entre estas la de ARDUINO MEGA 2560. Una ventaja de Arduino se basa en que aplicaciones e información sobre esta se encuentran en la web. (Comohacer.eu, Análisis comparativo de las placas Arduino, 2014)

Arduino MEGA 2560

En la Figura 3-2 se aprecia el Arduino MEGA, es una placa que se basa en el Microcontrolador Atmega 2560. Tiene 54 terminales digitales de entrada y salida, de estos 14 pueden ser usados como terminales PWM. Cuentan con 16 entradas analógicas, con un oscilador de cristal de 16 MHz. Permite la conexión por medio de un puerto USB o un conector DC de 7 a 12 V. Cuenta con una cabecera ICSP, la placa posee un botón de reinicio y una toma de corriente y consumo de corriente de 70mA. (Comohacer.eu, Análisis comparativo de las placas Arduino, 2014).

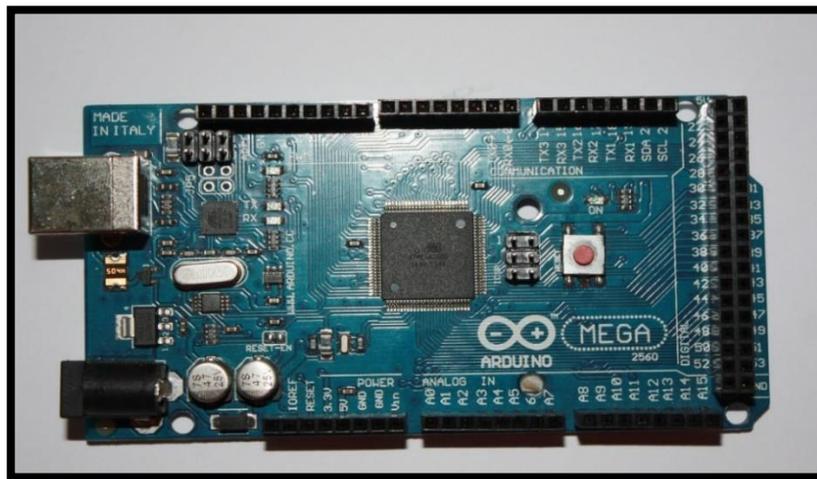


Figura 3-2: Placa Arduino Mega 2560
Realizado por: Carlos G., García C & Jonathan A., Leon F

2.1.4.2 Bloque de Almacenamiento en el módulo del SESIV

Está compuesto por la memoria EEPROM la misma que se aloja dentro de la placa de Arduino mencionado en el bloque anterior. A continuación, se detalla la memoria EEPROM.

Memoria EEPROM

Permite guardar información que puede ser borrada o modificada de acuerdo a las necesidades del sistema. Trabaja a alta velocidad y con un consumo bajo de energía. Tiene una función de programación de páginas de 32 bytes lo cual hace que la escritura sea más rápida.

Características principales de la memoria EEPROM.

- Trabaja con un voltaje de 1.8V a 5.5V.
- Tiene una frecuencia de reloj de 400 kHz.
- Retención de datos de hasta 10 años.

- Tiene un rango de temperatura de: -40 a +85 °C.
- Posee una interfaz serial de dos hilos. (Ordenadores y portátiles, Ordenadores y Portátiles, 2014)

2.1.4.3 Bloque de Sensores en el módulo del SESIV

Cuenta con dispositivos capaces de suministrar los cambios de variables físicas y químicas dentro del vehículo. Estos dispositivos se los puede llamar sensores inteligentes ya que realizan funciones de procesamiento, comunicación y detección de señales todo en un solo conjunto. (Custodio, 1999, p.46). Luego de hacer un estudio minucioso y destacando las características de sensores de: ubicación, temperatura, alcohol, velocidad y gases tóxicos (CO), se escogieron los que se ajustan a las necesidades del módulo del SISEV. Para esto se realizó entrevistas a profesionales de la materia, con lo que se determinó los niveles máximos y mínimos que son aceptables en una persona, los que se detallan en la tabla 1-2.

Tabla 1-2: Valores máximos y mínimos aceptables para una persona.

SENSOR	V. MÍNIMO	V. MÁXIMO
Temperatura	5°C	43°
Alcohol	0.3gr	2.5gr
Gases tóxicos (CO)	10ppm	300ppm

Realizado por: Carlos García & Jonathan Leon, 2017

Sensor de ubicación Ublox NEO-6M

El receptor es flexible y de bajo costo, ofrece varias opciones de conectividad. Su arquitectura compacta y sus diferentes elecciones de alimentación y memoria son factores que potencian este módulo NEO-6M haciendo de él un dispositivo ideal para móviles con baterías. En la figura 4-2 se puede apreciar al sensor Ublox NEO 6M desde la vista superior.

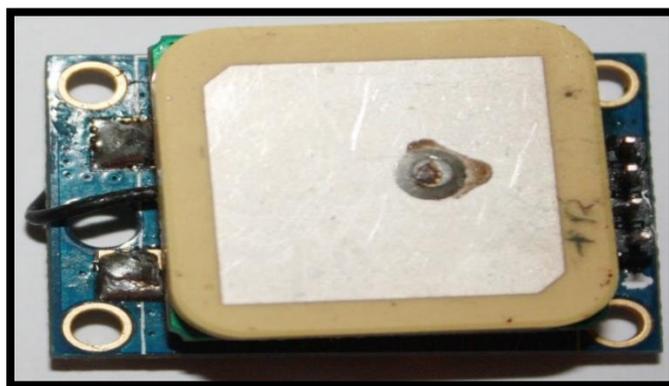


Figura 4-2: Sensor de Ubicación Ublox NEO 6M

Realizado por: Carlos G., García C & Jonathan A., Leon

Características principales del sensor de ubicación Ublox NEO 6M:

- Receptor GPS Ublox NEO-6M.
- El voltaje de alimentación comprende entre: 3V y 5V.
- Voltaje en terminales de comunicación: 3.3 volts.
- Tiene comunicación asíncrona.
- Compatibilidad para la mayoría de librerías para GPS.
- Consumo de energía 70 mA (Cruz, 2013, p.29)

Sensor de Temperatura DHT11.

Es un sensor que abona fiabilidad y estabilidad a largo plazo gracias a que mantiene una señal de salida digital calibrada. El sensor tiene un mecanismo de medición de modo resistivo con un coeficiente de temperatura negativo, el mismo que garantiza una respuesta rápida, la cual responde al rango de 6s a 30s, aparte de esto mantiene una efectividad a un costo reducido. El sensor se muestra en la Figura 5-2. (Cruz, 2013, p.29).

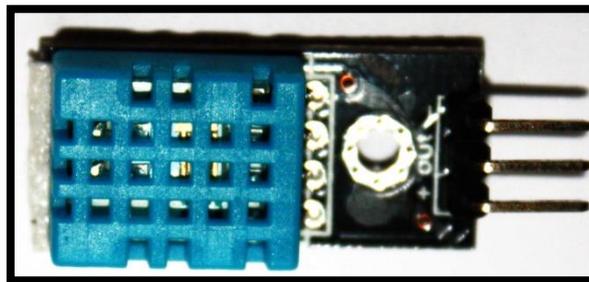


Figura 5-2: Sensor de Temperatura DHT 11
Realizado por: Carlos G., García C & Jonathan A., Leon

Características principales del sensor DHT11:

- Su alimentación está en el rango de 3 a 5 V.
- Mide la temperatura entre: 0 a 50 °C.
- Precisión de temperatura varia de: ± 2.0 °C.
- Consumo reducido de energía 30 μ A (Cruz y Becerra, 2013, p.29).

Sensor de Alcohol MQ3

El MQ3 es el sensor que detecta la presencia de alcohol en el ambiente, este cuenta con un tiempo de respuesta rápido además de una gran sensibilidad. De acuerdo a la cantidad de alcohol que exista en el ambiente el sensor cambia su resistencia de salida. En la figura 6-2 se aprecia el sensor de alcohol. (Lara et al, 2011, p.42)



Figura 6-2: Sensor de Alcohol MQ-3
Realizado por: Carlos G., García C & Jonathan A., Leon

Características principales del sensor MQ3:

- Opera con un voltaje de 5V.
- Tamaño: aprox. 32x22x16mm
- Resistencia de carga de 200 K Ω .
- Consumo de calor: menos de 750mW.
- Consumo de energía: 140 mA. (Lara et al, 2011, p.42)

Sensor de gas Mq7

El sensor detecta la presencia del Monóxido de Carbono (CO), sabiendo que este gas es altamente tóxico que al recibir una cantidad elevada puede causar la llamada muerte dulce. La conexión de este sensor es de 5 voltios, cuenta con una salida analógica y a tierra. El MQ-7 se muestra en la figura 7-2.

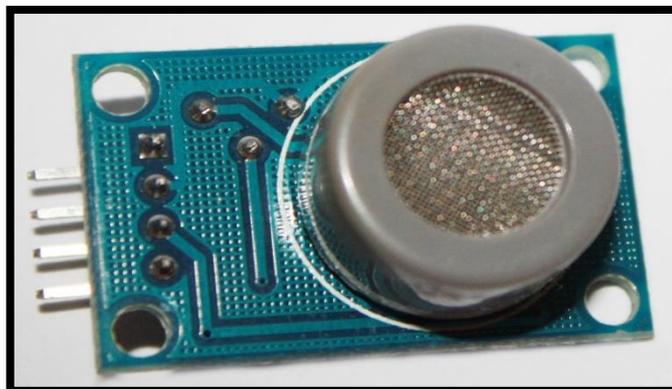


Figura 7-2: Sensor de Gas CO MQ-7
Realizado por: Carlos G., García C & Jonathan A., Leon

Características principales del sensor MQ-7:

- Su alimentación es de 5V.

- La temperatura de trabajo: -10 a 50 °C.
- Detecta fugas de humo en el rango de: 20 a 200 ppm.
- Su tamaño es de 40x20mm
- Consumo de energía: 120 mA (Chica, 2016, p.17)

2.1.4.4 Bloque de Comunicación en el módulo del SESIV

Para elegir la mejor tecnología de comunicación a utilizar en el módulo se realizó un estudio en base a las necesidades del proyecto, con lo cual se elige las tecnologías inalámbricas de *BLUETOOTH* y *GSM*, cuyos dispositivos se detalla a continuación.

Bluetooth HC-06

El objetivo de la tecnología Bluetooth es el de simplificar las comunicaciones existentes entre distintos dispositivos electrónicos, basadas en ondas de radio de corto alcance. Además de reducir la sincronización de datos entre los aparatos de comunicación.

El Bluetooth HC-06 tiene un peso de 8gr gracias a su tamaño reducido, un alcance de hasta 9.14m. En la figura 8-2 se muestra el Bluetooth HC-06. (Terceros y Ormachea, 2014, p.105-108)

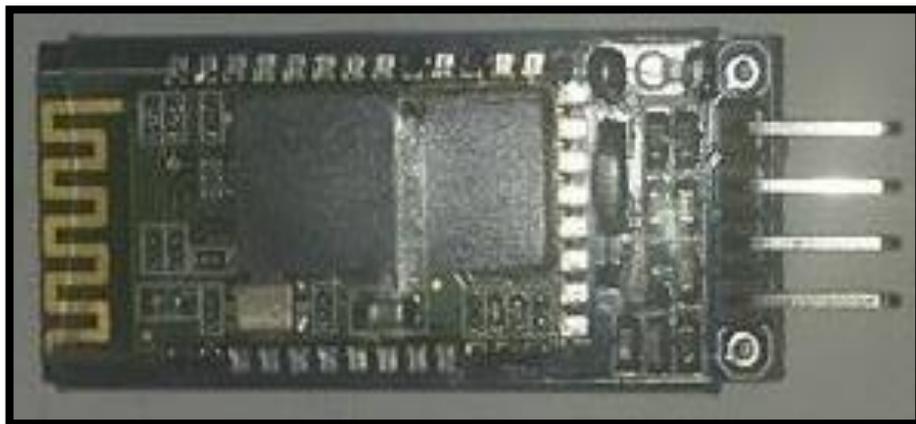


Figura 8-2: Bluetooth HC-06
Realizado por: Carlos G., García C & Jonathan A., Leon

Características principales del módulo Bluetooth HC-06.

- Compatible con el protocolo Bluetooth V2.0.
- Tiene un tamaño de (4.3 x 1.6 x 0.7) cm.
- El voltaje requerido para su alimentación es de: 3.3VDC – 6VDC.
- Consumo de energía: 40 mA. (Terceros y Ormachea, 2014, p.105-108)

Mini Core SIM 900

Es una tarjeta GPRS compacta de comunicación inalámbrica. Permite enviar mensajes de texto por medio de comandos AT y controlada por vía UART. Tiene una pila TCP/IP la misma que permite conectarse a Internet mediante GPRS. Es posible conectarla con todo tipo de Arduino con el formato MEGA. En la figura 9-2 se muestra la forma física de la tarjeta.

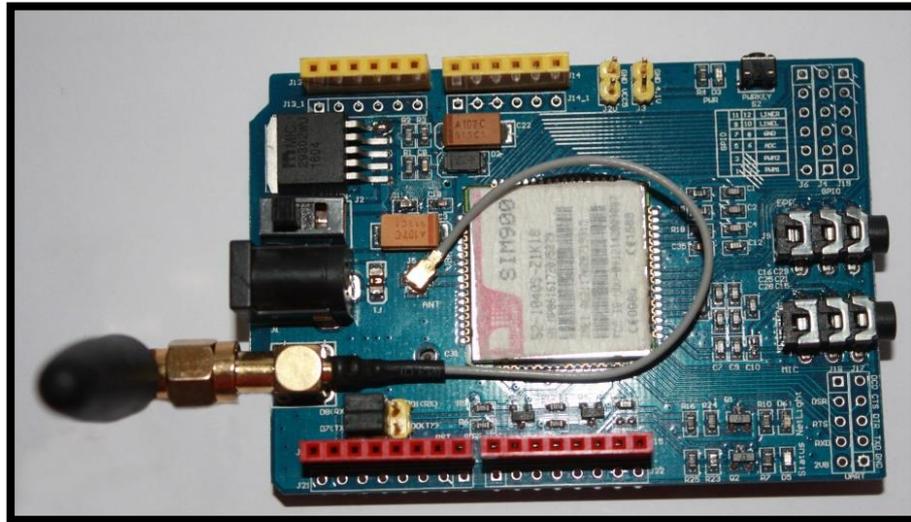


Figura 9-2: Tarjeta GSM Mini Core SIM-900
Realizado por: Carlos G., García C & Jonathan A., Leon

Características principales de la tarjeta GSM.

- Voltaje de entrada: 5V a 12V.
- Módulo cuatribanda GSM de 850 / 900 / 1800 / 1900 Mhz.
- Control mediante comandos AT.
- Tamaño (8.4 cm x 5.5 cm x 2 cm)
- Temperatura de funcionamiento normal: -20 ° C a +55 ° C.
- Bajo consumo de energía - (modo de ahorro) 70 mA. (Jiménez, 2015, p.50)

2.1.4.5 Bloque de Visualización en el módulo SESIV

Para observar los datos obtenidos en el módulo de Supervisión e Identificación se añadió una pantalla de cristal líquido (LCD), este es básicamente un dispositivo micro-controlado de visualización. Tiene dos filas de 16 caracteres donde cada carácter cuenta con una matriz de 5x7 puntos (píxeles). En la figura 10-2 se muestra la pantalla mencionada pudiéndose apreciar de una mejor manera.



Figura 10-2: Pantalla de Cristal Líquido 16x2
Realizado por: Carlos G., García C & Jonathan A., Leon

Características principales de la pantalla:

- 16 caracteres x 2 líneas
- El voltaje utilizado para su alimentación es de 2.5 V a 5.5 V
- El tamaño de cada caracter es: 5.23 x 3 mm
- Capaz de mostrar caracteres especiales, letras y números.
- Consumo reducido, del orden de 1,5 mA. (Todoelectrodo, todoelectrodo, 2013)

2.1.4.6 Bloque de Alimentación del módulo SESIV

Se alimenta directamente con la batería del vehículo por medio de adaptadores de voltaje de AC-DC estos mantienen un rango de los 7 V a los 12 V. Por seguridad del sistema se incrementa una pila seca de 6 V, la cual se activa en el momento que la batería del vehículo no esté en funcionamiento. La placa de Arduino Mega 2560 cuenta con un regulador de voltaje el mismo que garantizan la alimentación de este que va de 3.3 V a 5 V. En la figura 11-2 se observa la forma del dispositivo de alimentación.



Figura 11-2: Batería Seca
Realizado por: Carlos G., García C & Jonathan A., Leon

En la figura 12-2 se puede apreciar del diagrama esquemático del módulo SESIV, en la que se se observa los elementos que lo conforman y las conexiones de cada terminal.

- La comunicación del sensor de ubicación Ublox NEO 6M por los terminales TX y RX del GPS se realiza por los terminales 19 y 18 respectivamente.
- Al sensor de temperatura DTH-11 se une su salida de datos con el terminal 7 del Arduino. Debe ir conectado su salida GND a tierra y VCC a la alimentación de 5 V.
- Al sensor de alcohol MQ-3 se une su salida de datos (OUT) con el terminal A0 del Arduino. La salida GND debe ir conectado a tierra y VCC a la alimentación de 5 V.
- La conexión del sensor de gas MQ-7 se realiza desde su salida (OUT) hacia la entrada analógica A1 del Arduino Mega, así mismo su GND y la alimentación de 5V.
- La comunicación del Bluetooth H-06 se la realiza por medio de sus terminales TX y RX hacia los terminales de comunicación 15 y 14 del Arduino Mega respectivamente, a más de su conexión a GND y la alimentación de 5V.
- La tarjeta GSM SIM-900 se conecta con la placa de Arduino por medio de sus terminales TX y RX hacia los terminales de comunicación del Arduino 17 y 16 respectivamente, juntamente de su alimentación de 5V.
- Una vez activado el Bluetooth la comunicación por los terminales TX y RX del Bluetooth H05 (U9) se realiza respectivamente por los terminales 14 y 15 del Arduino, para actualizar el RTC-DS1307.

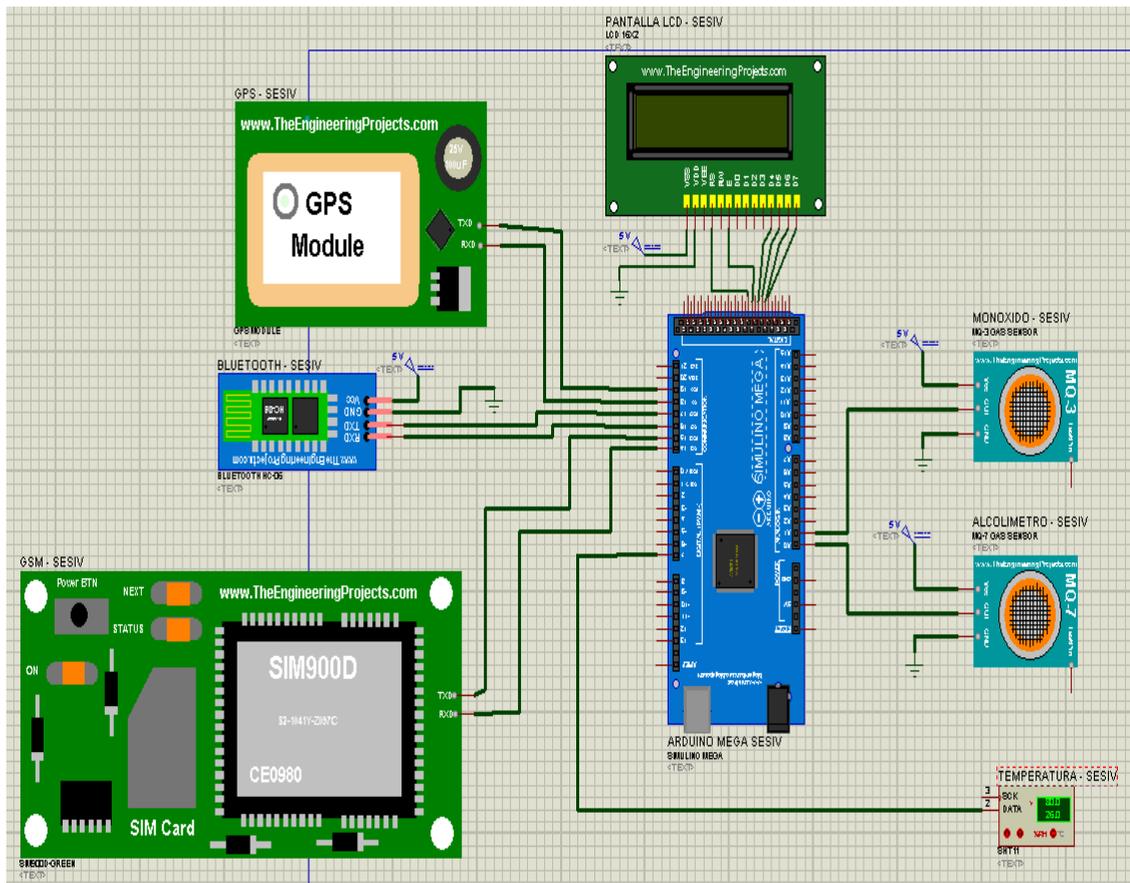


Figura 12-2: Esquema del módulo SESIV
Realizado por: Carlos G., García C & Jonathan A., Leon

2.2 Software del Módulo SESIV

En este punto se detalla el *software* del módulo SESIV, se hace referencia al requerimiento, descripción, diagrama de flujo, funciones y bibliotecas del mismo.

2.2.1 Requerimientos del *software* para el módulo SESIV

Los requerimientos a los que debe acatarse el *software* en los dos módulos del SESIV son:

- Permitir la administración en el módulo.
- Tener acceso a la memoria EEPROM para guardar información.
- Consentir la lectura de los sensores.
- Formular la cadena de transmisión.
- Determinar valores máximos y mínimos
- Generar mensajes de alerta si los valores sobrepasan los valores especificados por medio de Bluetooth y GSM.
- Visualizar información sobre las condiciones internas del vehículo y datos característicos del mismo.

- Incorporar una clave de acceso al módulo.
- Almacenar información en una memoria.
- Tener acceso a la memoria para grabar o modificar la información.

2.2.2 Descripción del software de desarrollo.

Se utilizó para el desarrollo del programa que se ejecuta los módulos y elementos que integran el SESIV un *software* implementado con el IDE de Arduino, y App Inventor 2, este último para diseñar una aplicación que correrá bajo dispositivos móviles. A continuación se detalla cada una de estas.

2.2.2.1 Software IDE de Arduino

La herramienta indicada para el desarrollo del *software* del módulo del SESIV es el entorno de desarrollo integrado de Arduino (IDE), versión 1.6.12. Donde se realiza los programas llamados sketch, que son un conjunto de instrucciones de código fuente bastante similar al lenguaje C++. En el IDE de Arduino se puede adjuntar bibliotecas, las mismas que están ligadas con el funcionamiento de algún tipo de sensor o dispositivo. (Arduino AG, Arduino Software IDE, 2017)

El IDE permite seleccionar bibliotecas a utilizar, a más de ejecutar ejemplos. Elegir el tipo de Arduino con el que se quiere trabajar, corregir errores de programación, descargar el código por medio del puerto USB, supervisar sus resultados. El sketch está formado por dos funciones elementales: el setup que es la primera función, en la cual se ejecuta por una sola vez y es en donde se efectúan las inicializaciones que el sistema lo solicite. El loop es la segunda función, la cual se puede ejecutar infinitamente y es aquí donde se encuentran las operaciones que realiza el sistema. (Arduino AG, Arduino Software IDE, 2017)

2.2.2.2 Herramienta de Software App Inventor 2

Es un lenguaje visual basado en bloques, destinado a la creación de aplicaciones móviles. Esta herramienta de *software* fue creada como parte de un programa piloto de Google, es fácil de operar y permite crear aplicaciones en Android a través de órdenes gráficas. Con esta herramienta se desarrolló un *software* que corre en un dispositivo móvil, que permite tomar información suministrada por el SESIV como son: datos característicos del vehículo y las condiciones internas del mismo, mediante comunicación por Bluetooth. (Codeweek.eu, Guía de iniciación a App Inventor, 2015)

2.2.3 Software desarrollado para el SESIV

2.2.3.1. Diagrama de Flujo del software para el módulo SESIV

En la figura 13-2 se muestra el diagrama de flujo correspondiente al módulo de Supervisión e Identificación, y se detalla cada una de las funciones que realiza.

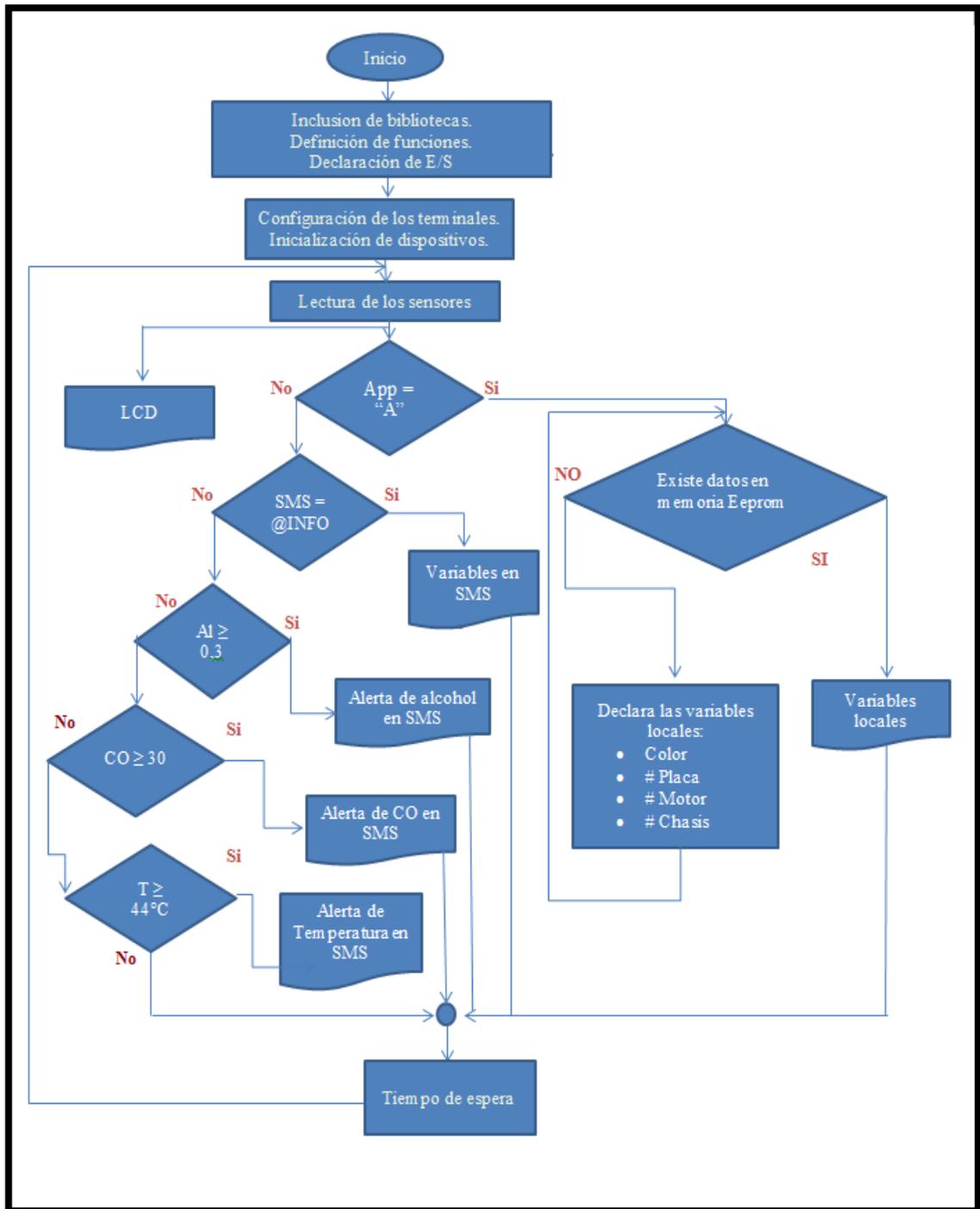


Figura 13-2: Diagrama de Flujo de Modulo SESIV
Realizado por: Carlos G., García C & Jonathan A., Leon

Diagrama de flujo bloque inicial:

- Incluir las bibliotecas con las que se va a trabajar
- Definir las funciones a utilizarse.
- Configurar los terminales
- Inicializar los sensores.

Diagrama de flujo del bloque de repetición:

- Lee cada uno de los sensores q integran el módulo y se procede a imprimir estos valores en la pantalla LCD por medio de la función normal()
- El programa exige un registro en la aplicación, de ser este registro exitoso se procede a verificar la memoria EEPROM, caso contrario sigue con la siguiente fase.
- El algoritmo entrega nuevamente las variables vía SMS gracias a la función info(), esto luego de recibir una confirmación mediante la función @INFO. Caso contrario pasa al siguiente proceso.
- El algoritmo revisa si el nivel de alcohol arrojado por el sensor MQ-3 supera el límite establecido, si es así envía una alerta vía SMS por medio de la función mensaje_info_Al() Caso contrario pasa al siguiente proceso.
- El programa nuevamente realiza una lectura de los valores que proporciona en este caso el sensor de gas MQ-7 por medio de la función mensaje_info_Co() si estos valores sobrepasan el limite previamente establecido se enviará una alerta vía SMS hacia el numero móvil ya determinado, y si no sobrepasan el límite, se continúa con el siguiente proceso.
- Los valores emitidos por el sensor de temperatura DHT-11 son importados por la función. De esto el programa revisa si los valores entregados por este sensor exceden el límite establecido, entonces se enviara una alerta vía SMS por medio de la función mensaje_info_Tem(). Si los valores no pasan el límite el programa sigue su curso.
- En el caso que el registro sea exitoso el programa dará paso a la aplicación donde se revisa si existe datos ingresados en la memoria EEPROM, de ser así se imprimirá las variables locales como son: color, número de placa, motor y chasis. Si el programa no detecta datos en la memoria pasa al siguiente proceso.
- Al no encontrar datos en la memoria EEPROM el programa exige ingresar las variables locales en esta memoria.
- Por último el algoritmo mantiene un determinado tiempo de espera, una vez finalizado este, el programa se reiniciará. Y de esta forma continua el ciclo.

2.2.3.2 Funciones que forman parte del programa del módulo SESIV

A continuación se detallará las funciones que forman parte del programa del módulo de Supervisión e Identificación, además de los resultados que se obtiene al utilizar estas funciones.

- **configuración_inicial()**. Se ejecuta una sola vez dentro de la función por defecto setup(), no requiere de parámetros de entrada para su desempeño, a su vez es la función encargada de la configuración inicial para tarjeta GSM.
- **gpsa()**. Al igual que la anterior función descrita, esta también se inicializa dentro del setup(), Tampoco necesita parámetros fijo para su inicialización, es capaz de contribuir con la configuración del GPS.
- **leer_mensaje()**. Permite descongestionar la operación de leer las variables medidas por los sensores que se involucran en el módulo de supervisión, es por ello que se ejecuta dentro de la función loop().
- **info()**. Es la encargada de hacer la comparación carácter por carácter cuando se envía el comando @INFO y cuando es correcta esta comparación, llama a otra función para que haga el envío de los valores de los sensores y así obtener de forma remota los parámetros de supervisión vía GSM.
- **normal()**. Aporta la posibilidad de poder visualizar en la pantalla LCD los valores actuales de se estén procesando por los sensores de supervisión cuando no haya ningún exceso de medida en alguno de ellos. Es decir esta función está trabajando la mayoría del tiempo ya que dejaría de hacerlo el momento en que se ejecute algún alerta.
- **lcd_alc()**. Interviene en el momento que el valor de alcohol se ha supero del límite establecido, generándose una impresión en la pantalla lcd con el mensaje de detenerse.
- **lcd_co()**. Interviene en el momento que el valor de CO en el ambiente se haya supero del límite establecido, generándose una impresión en la pantalla lcd con el mensaje de detenerse para precautelar la vida.
- **lcd_tem()**. Actúa en el momento que el valor de temperatura del ambiente interno del automotor se ha supero del límite establecido, generándose una impresión en la pantalla lcd con el mensaje de detenerse para salvaguardar la integridad de los ocupantes del vehículo.
- **mensaje_info_tem()**. Mediante un SMS envía alertas cuando la temperatura ambiente del automotor sobre pase el limite considera como normal para trasladarse dentro de él, esta función opera en conjunto con las función gpsa(). Para hacer llegar al usuario la ubicación del vehículo.
- **mensaje_info_Co()**. Mediante un SMS envía alertas cuando la contaminación por CO en el automotor sobre pase el limite considera como normal para trasladarse dentro de él, esta

función opera en conjunto con las función `gpsa()`. Para hacer llegar al usuario la ubicación del vehículo.

- **`mensaje_info_alc()`**.Mediante un SMS envía alertas cuando el nivel de alcohol emanado por el conductor sobre pase el limite considera como normal para poder ejercer su función como chofer, esta función opera en conjunto con las función `gpsa()`. Para hacer llegar al usuario la ubicación del vehículo.
- **`mensaje_info()`**.Envía un SMS al usuario en el que contenga todos los valores de los sensores de supervisión.
- **`eeeprom()`**.Se encarga de grabar en la memoria EEPROM los dispositivos de procesamiento los valores de la información personalizada del automotor, lo hace de forma que esta información quede guardada y que no se puede borrar fácilmente, existe una desventaja que solo se puede hacer esto un limitado número de veces.
- **`eeeprom_clear()`**. Realiza un reseteo de la información personalizada del automotor, dejando a la memoria EEPROM en cero, lista para poder volver a ingresar los parámetros de cambio, cabe recordar que esta solo se debe usar en caso de suma necesidad ya que solo se la puede ejecutar un cierto número de veces.

2.2.3.3 Bibliotecas que forman parte del programa del módulo SESIV

Cuenta con cuatro bibliotecas, las mismas que se encuentran ligadas a los dispositivos electrónicos utilizados para la generación del SESIV estas son:

- **`SoftwareSerial.h`**.- Permite que exista comunicación entre diferentes pines digitales de la placa Arduino. (García, 2015, p.24)
- **`TinyGPS.h`** .- esta biblioteca permite obtener los valores arrojados por el módulo de GPS (Garcia, 2015, p.31)
- **`LiquidCrystal.h`**.- Permite que la placa de Arduino tenga control sobre la pantalla LCD, hay que destacar que esta biblioteca trabaja tanto con cuatro como ocho bits, en este caso usando 4 u 8 líneas de datos.
- **`DHT.h`**.- Contiene la información que respecta a la comunicación y procesamiento del sensor de temperatura DHT-11.
- **`EEPROM.h`**.- Se encargada de que la memoria no volátil entre en funcionamiento, la misma que es de gran ayuda cuando a una placa de Arduino se le interrumpe la alimentación o si no se activa el pulsador de reset. (Garcia, 2015, p.24-39)

2.2.4 Software desarrollado para la Aplicación en Android

Se desarrolló con la herramienta software App Inventor 2, esta aplicación puede ser instalada en cualquier dispositivo que cuente con el sistema operativo Android. Se destaca por ser de fácil uso y tener una interfaz gráfica amigable. Al final del documento se detalla la interfaz gráfica del programa, mostrando cada uno de los bloques utilizados para la generación del mismo.

El software que se desarrolló permite por medio de una aplicación el ingreso y visualización de los datos característicos de los vehículos, así como la visualización de los valores tomados por los sensores. En la figura 14-2 se muestra parte del código de la aplicación desarrollada en App Inventor 2.

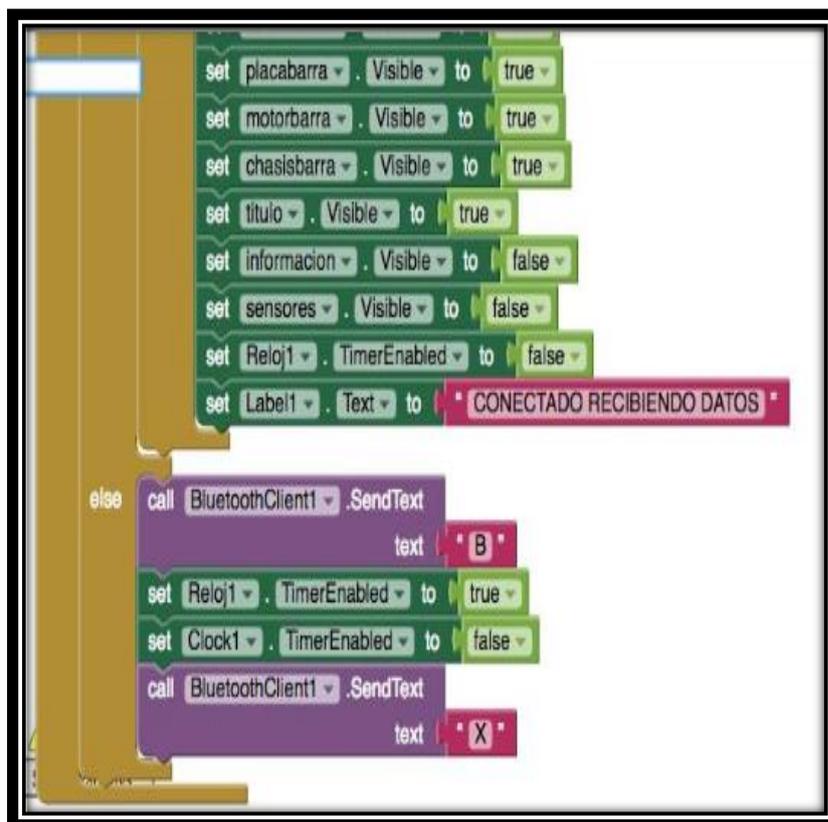


Figura 14-2: Línea de Código de emparejamiento por Bluetooth
Realizado por: Carlos G., García C & Jonathan A., Leon

Cuenta con cuatro ventanas gráficas las mismas que se muestran a continuación. En la figura 15-2 se observa la pantalla principal de la aplicación, esta es la de Registro, donde el programa solicita autenticación.



Figura 15-2: Pantalla de Registro de la Aplicación Android
Realizado por: Carlos G., García C & Jonathan A., Leon

La figura 16-2 muestra la pantalla de ingreso de datos característicos del vehículo, la misma que se da solamente si la memoria aún no se ha cargado.



Figura 16-2: Pantalla de ingreso de datos característicos del vehículo
Realizado por: Carlos G., García C & Jonathan A., Leon

La tercera pantalla es la de visualización que se aprecia en la figura 17-2 donde se muestra todos los datos enviados por el bloque de procesamiento y los datos ingresados en la pantalla anterior.



Figura 17-2: Pantalla de ingreso de datos característicos del vehículo
Realizado por: Carlos G., García C & Jonathan A., Leon

Al final del documento se detalla el código que se ejecuta en el módulo de Supervisión, el mismo que fue realizado en la aplicación de IDE de Arduino, versión 1.6.12. A continuación se especifica el diagrama de flujo de este código que permite dar a conocer las bibliotecas usadas y cada una de las funciones realizadas dentro del mismo.

CAPÍTULO III

3. VALIDACIÓN DEL PROTOTIPO SESIV

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos de integrar el *hardware* y *Software* del módulo SESIV, se realizaron pruebas de: mediciones a cada sensor y de las diferentes formas de comunicación. Dentro de las medidas realizadas se caracterizó la repetitividad de los valores obtenidos como también la generación de alertas, con la comparación de cada variable evaluada se hace posible un grado de confianza aceptable de la extracción de los datos y se presenta el análisis económico del prototipo.

3.1 Caracterización del Módulo SESIV

Para demostrar el correcto funcionamiento del módulo SESIV se realizaron pruebas de medición de cada sensor y a sus distintas formas de comunicación. Enviando de forma periódica un SMS cada quince minutos por 20 veces, desde un celular retornando como respuesta los valores calculados por los sensores de: CO, alcohol y temperatura, incluyendo su ubicación en coordenadas Grados Decimales (GD) como también la Velocidad del vehículo en caso de estar en movimiento.

3.2 Caracterización de las medidas aplicadas para el Módulo SESIV

En la figura 1-3 se muestra la fotografía del módulo SESIV implementado. En la parte superior se ubican las placas Arduino Mega 2560 y GSM Mini Core SIM 900, en la parte inferior de derecha a izquierda los sensores de: Alcohol, CO, Temperatura, GPS, módulo Bluetooth, y en la parte lateral izquierda se ubica la pantalla LCD.

Al carecer de un dispositivo que posea las mismas funciones del módulo del SESIV, se optó por realizar comparaciones de cada valor obtenida por los sensores, con equipos de características similares, con la intención de generar un grado de veracidad y seguridad en las medidas extraídas.

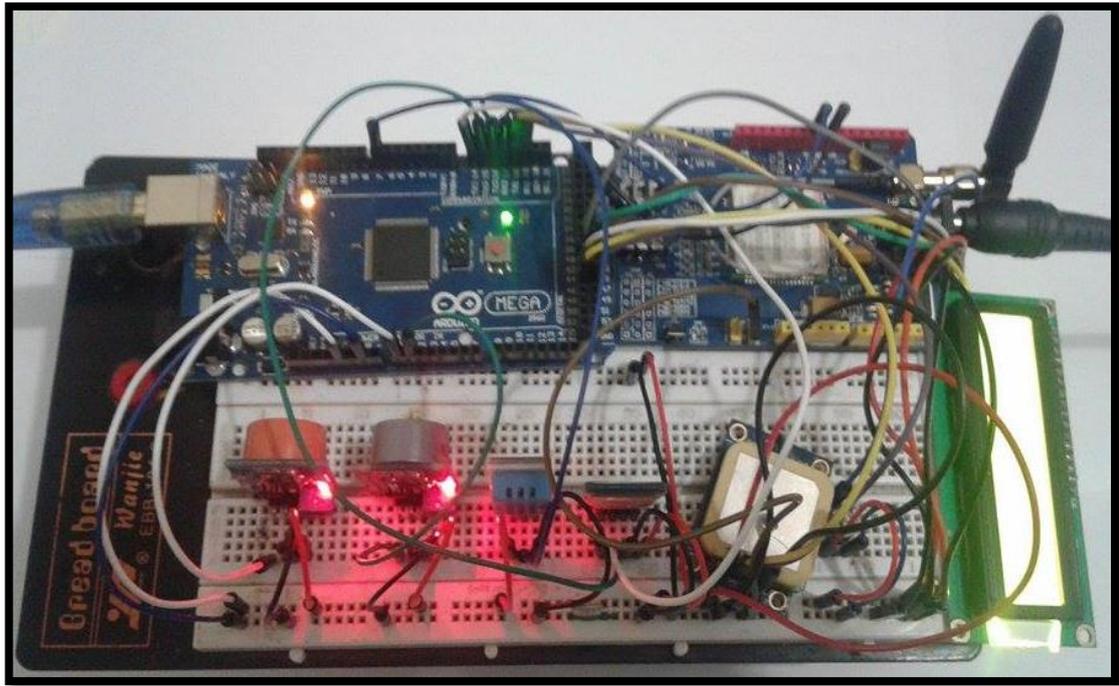


Figura 1-3: Fotografía del prototipo SESIV
Realizado por: Carlos G., García C & Jonathan A., Leon

Se realizó veinte tomas por variable, para constatar el desempeño de cada elemento del mismo, independientemente del tiempo de funcionamiento, al igual que sus formas de comunicación durante el recorrido vehicular. Para ello se empleó un automotor de marca Chevrolet, modelo Grand Vitara Z. En la figura 2-3 se puede observar el vehículo utilizado para realizar el recorrido.



Figura 2-3: Vehículo utilizado para el recorrido
Realizado por: Carlos G., García C & Jonathan A., Leon

En la figura 3-3 se aprecia el Módulo SESIV trabajando al interior del automotor, observándose los equipos utilizados para la comparación de las medidas y se constató el error que viene grabado de fábrica en cada sensor.



Figura 3-3: Interior del Vehículo y equipos utilizados
Realizado por: Carlos G., García C & Jonathan A., Leon

3.2.1 Caracterización de las medidas obtenidas de temperatura ambiente

En la tabla 1-3 se muestra los valores de temperatura obtenidos del interior del automotor, donde mediciones hechas con el sensor de temperatura del SESIV son comparados con los valores dados por el sensor de temperatura del vehículo Grand Vitara SZ, con el objetivo de referenciar su margen de error. De acuerdo al manual dado por la casa fabricante, el sensor DHT 11 consta con un error de $\pm 1,0^{\circ}\text{C}$ en mediciones de temperatura.

Se obtuvo como resultado un error de $\pm 1,0^{\circ}\text{C}$ con esto se comprueba que el sensor está dentro del margen de error permitido. Se corroboró que el sistema no incorpora error a más del que viene dado en su fabricación.

Tabla 1-3: Mediciones realizadas con el sensor de temperatura DHT-11 del SESIV

Nº	Hora	Sensor de Vitara °C	SESIV	
			Temperatura °C	Error °C
1	11:00	14	15	+1
2	11:15	14	15	+1
3	11:30	15	15	0
4	11:45	15	15	0
5	12:00	15	15	0
6	12:15	16	15	-1
7	12:30	16	16	0
8	12:45	16	16	0
9	13:00	16	16	0
10	13:15	16	16	0
11	13:30	16	17	+1
12	13:45	16	17	+1
13	14:00	17	17	0
14	14:15	17	17	0
15	14:30	17	17	0
16	14:45	17	18	+1
17	15:00	17	18	+1
18	15:15	18	19	+1
19	15:30	18	19	+1
20	15:45	18	19	+1

Realizado por: Carlos García & Jonathan Leon, 2017

En la figura 4-3 se puede apreciar el valor de la temperatura al interior del vehículo, medida que fue dada por el termómetro que viene incorporado al automotor, valor se ve acompañado por la hora en que fue recopilada.



Figura 4-3: Valor de temperatura dado por termómetro del Grand Vitara Z
Realizado por: Carlos G., García C & Jonathan A., Leon

3.2.2 Caracterización de las medidas obtenidas de velocidad del vehículo

En la tabla 2-3 se muestra los valores de velocidad obtenidos por el sensor GPS Ublox NEO-6M cabe recalcar que este sensor según su tiene una variación en exactitud de $\pm 1,0$ Km/h en cuanto respecta a espacios despejados y una variación en exactitud de en valores de hasta $\pm 2,7$ Km/h en áreas cubiertas. Las medidas obtenidas se las comparó con las del velocímetro incorporado en el vehículo Grand Vitara Z, realizando el cálculo del error que existe en el sistema.

Tabla 2-3: Mediciones realizadas con el sensor de velocidad del SESIV

N°	Hora	Velocidad de Vitara Km/h	SESIV	
			Ublox NEO-6M Km/h	Error Km/h
1	11:00	15	15.4	+0.4
2	11:15	25	24.8	-0.2
3	11:30	20	20	0
4	11:45	30	29.5	-0.5
5	12:00	40	39.5	-0.5
6	12:15	40	40	0
7	12:30	46	46	0
8	12:45	50	49.4	-0.6
9	13:00	19	19.5	+0.5
10	13:15	10	10	0
11	13:30	25	24.5	-0.5
12	13:45	30	29.5	-0.5
13	14:00	20	20	0
14	14:15	17	16.5	-0.5
15	14:30	16	16.5	+0.5
16	14:45	15	15	0
17	15:00	30	30.5	+0.5
18	15:15	35	35	0
19	15:30	20	20.5	+0.5
20	15:45	25	24.5	-0.5

Realizado por: Carlos García & Jonathan Leon, 2017

Se constató que el sistema no incorpora valores mayores a ± 1 Km/h de error al momento realizar los cálculos. De esta manera se cumple con los requerimientos en cuanto al diseño e implementación del módulo.

3.2.3 Caracterización de las medidas obtenidas del alcohol en el conductor

En la tabla 3-3 se puede apreciar los resultados de las mediciones realizadas con el sensor de Alcohol, el cual posee $\pm 0,02$ g/l de error de exactitud según el manual. Para realizar una

comparación con otro dispositivo de características similares se recurrió al dispositivo Alcotest modelo 7510 instrumento manejado por la Policía Nacional del Ecuador para detectar a personas en estado etílico.

El dispositivo Alcotest 7510 tiene un grado de $\pm 6\%$ de exactitud, para comprobación de su correcto funcionamiento se realizaron las pruebas, sin haber ingerido alcohol y luego de ingerir, constatándose así la veracidad funcional. (Drager et al., 2008 pp. 13-17)

Tabla 3-3: Mediciones realizadas con el sensor de Alcohol del SESIV

N°	Hora	Alcotest 7510	SESIV	
			Sensor de Alcohol MQ-3	Error g/l
1	11:00	0,00	0,01	+0,01
2	11:15	0,00	0,02	+0,02
3	11:30	0,00	0,01	+0,01
4	11:45	0,00	0,01	+0,01
5	12:00	0,00	0,00	+0,00
6	12:15	0,00	0,01	+0,01
7	12:30	0,00	0,01	+0,01
8	12:45	0,00	0,00	+0,00
9	13:00	0,00	0,01	+0,01
10	13:15	0,00	0,01	+0,01
11	13:30	0,00	0,01	+0,01
12	13:45	0,00	0,02	+0,02
13	14:00	0,00	0,00	+0,00
14	14:15	0,00	0,00	+0,00
15	14:30	0,00	0,01	+0,01
16	14:45	0,00	0,01	+0,01
17	15:00	0,00	0,00	+0,00
18	15:15	0,00	0,01	+0,01
19	15:30	0,00	0,02	+0,02
20	15:45	0,00	0,01	+0,01

Realizado por: Carlos García & Jonathan Leon, 2017

Con estos resultados se comprobó que el sistema no incorpora errores en las mediciones, y que es capaz de mantener los parámetros de error en exactitud de $\pm 0,02$ g/l correspondientes a sus características de fábrica.

La figura 5-3 muestra cuando se procede a verificar la funcionalidad de Alcotest 7510.



Figura 5-3: Manipulación del Alcotest 7510
Realizado por: Carlos G., García C & Jonathan A., Leon

En la figura 6-3 se observa al dispositivo Alcotest 7510 y su medición realizada, mostrando un valor de cero gramos de Alcohol por litro de sangre (0,00 g/l).



Figura 6-3: Medicion realizada con el Alcotest 7510
Realizado por: Carlos G., García C & Jonathan A., Leon

3.2.4 Caracterización de las medidas obtenidas del sensor de posicionamiento

En la tabla 4-3 se observa los resultados de las mediciones realizadas con el sensor de Posicionamiento del Módulo SESIV, el cual consta con una variación de exactitud en cuanto a ubicación respecta $\pm 3,0$ m al estar expuesto a espacios libres y una precisión de $\pm 6,0$ m al encontrarse en sitios no despejados como por ejemplo debajo de edificaciones, parqueaderos con cubiertas de considerable espesor.

Para efectos de mantener la misma forma de comparación referenciada a estas mediciones, se trabajó aplicación móvil Google Maps, previamente instalada en un dispositivo Smartphone Iphone 4S, aprovechando su precisión para ubicación global que este brinda.

Tabla 4-3: Mediciones realizadas con el sensor de Posicionamiento del SESIV

N°	Hora	Google Maps		SESIV		Error SESIV	
		Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud
1	11:00	-1,647575528	-78,66303378	-1,647598462	-78,663075123	-0,000022934	-0,000041342
2	11:15	-1,649033675	-78,66487219	-1,649047639	-78,664805138	-0,000013964	0,000067052
3	11:30	-1,642783245	-78,65004318	-1,642764593	-78,650097561	0,000018652	-0,000054383
4	11:45	-1,647426543	-78,66210175	-1,647498452	-78,662176451	-0,000071909	-0,000074706
5	12:00	-1,652831456	-78,65318629	-1,652852947	-78,653109581	-0,000021491	0,000076709
6	12:15	-1,651893567	-78,65997125	-1,651883641	-78,659965409	0,000009926	0,000005841
7	12:30	-1,652345943	-78,65097742	-1,652394642	-78,650965091	-0,000048699	0,000012329
8	12:45	-1,661647924	-78,65638924	-1,661684432	-78,656390134	-0,000036508	-0,000000894
9	13:00	-1,669469232	-78,65997521	-1,669455342	-78,659967096	0,000013890	0,000008114
10	13:15	-1,662775293	-78,65986145	-1,662727453	-78,659809846	0,000047840	0,000051604
11	13:30	-1,661211468	-78,66210175	-1,661278452	-78,662189573	-0,000066984	-0,000087828
12	13:45	-1,660549356	-78,66571359	-1,660585931	-78,665713495	-0,000036575	0,000000095
13	14:00	-1,660426163	-78,66598234	-1,660454934	-78,665909473	-0,000028771	0,000072867
14	14:15	-1,660014569	-78,66710175	-1,660013275	-78,667198371	0,000001293	-0,000096626
15	14:30	-1,660056826	-78,66885416	-1,660087625	-78,668890476	-0,000030799	-0,000036316
16	14:45	-1,660034159	-78,66958913	-1,660063549	-78,669509582	-0,000029390	0,000079548
17	15:00	-1,660004567	-78,67006481	-1,660060981	-78,670070853	-0,000056414	-0,000006043
18	15:15	-1,650361542	-78,67000531	-1,650387542	-78,670013726	-0,000026000	-0,000008416
19	15:30	-1,650847264	-78,67248923	-1,650842765	-78,672484058	0,000004499	0,000005172
20	15:45	-1,654292872	-78,67509261	-1,654298231	-78,675064956	-0,000005359	0,000027654

Realizado por: Carlos García & Jonathan Leon, 2017

Los resultados obtenidos demuestran de manera experimental que el sistema diseñado no posee errores adicionales, más allá del que por defecto viene incorporado por el fabricante, el cual no sobrepasa los $\pm 3,0$ m, demostración que se corroboró con los datos entregados por la aplicación Google Maps, notándose que la variación son los 4 últimos dígitos de posicionamiento en Grados decimales cumpliendo con los requerimientos en funcionalidad previstos.

3.3 Repetitividad de los valores medidos por el Módulo SESIV

Se realizaron 20 peticiones, en la que cada vez se envió un SMS en forma esporádica con la finalidad de recibir todas las variables medidas y calculadas por el módulo SESIV. Aplicando análisis estadístico con ayuda de la herramienta Microsoft Excel 2013, con el objetivo de realizar los cálculos de media, desviación estándar y el coeficiente de variación tanto decimal como porcentual. En la tabla 6-3 se muestra la extracción y agrupación general de todos los valores medidos para los fines de repetitividad. Revisando cada variable censada, se puede observar que su Coeficiente de Variación se aproxima a cero, con esto se demuestra estadísticamente que el sistema mantiene estabilidad funcional. (SlideShare, Coeficiente de Variación, 2014)

Tabla 5-3: Repetitividad de las mediciones de los sensores del SESIV

N°	Hora envío	Hora recepción	Temperatura (°C)	Velocidad (Km/h)	CO (ppm)	Alcohol (g/l)	GPS	
							Latitud	Longitud
1	14:15:00	14:15:07	16	10	10	0,01	-1,664398126	-78,65518724
2	14:15:20	14:15:25	16	10	10	0,01	-1,664398126	-78,65518724
3	14:15:40	14:15:04	16	10	10	0,01	-1,664398126	-78,65518724
4	14:16:00	14:16:04	16	11	10	0,01	-1,664398126	-78,65518724
5	14:16:20	14:16:20	16	10	15	0,01	-1,664398126	-78,65518724
6	14:16:40	14:16:40	16	10	18	0,01	-1,664398126	-78,65518724
7	14:17:00	14:17:00	16	10	17	0,01	-1,664398126	-78,65518724
8	14:17:20	14:17:20	16	10	18	0,01	-1,664398126	-78,65518724
9	14:17:40	14:17:40	16	10	17	0,01	-1,664398126	-78,65518724
10	14:18:00	14:18:00	16	10	17	0,01	-1,664398126	-78,65518724
11	14:18:20	14:18:20	16	10	16	0,01	-1,664398126	-78,65518724
12	14:18:40	14:18:40	16	10	16	0,01	-1,664398126	-78,65518724
13	14:19:00	14:19:00	16	10	14	0,01	-1,664398126	-78,65518724
14	14:19:20	14:19:20	16	10	13	0,01	-1,664398126	-78,65518724
15	14:19:40	14:19:40	17	10	10	0,01	-1,664398126	-78,65518724
16	14:20:00	14:20:00	17	10	12	0,01	-1,664398126	-78,65518724
17	14:20:20	14:20:20	17	10	12	0,01	-1,664398126	-78,65518724
18	14:20:40	14:20:40	17	10	14	0,01	-1,664398126	-78,65518724
19	14:21:00	14:21:00	17	10	10	0,01	-1,664398126	-78,65518724
20	14:21:20	14:21:20	17	10	10	0,01	-1,664398126	-78,65518724
MEDIA			16,30	10,05	13,45	0,01	-1,66	-78,66
DESV ESTANDAR			0,47	0,22	3,10	0,00	0,00	0,00
COEF VARIACION			0,0288	0,0222	0,2307	0,0000	0,0000	0,0000
COEF VARIACION %			2,88%	2,22%	23,07%	0,00%	0,00%	0,00%

Realizado por: Carlos García & Jonathan Leon, 2017

3.4 Caracterización de las comunicaciones del módulo de SESIV

Estas pruebas se realizaron con el objetivo de evaluar la integridad de los datos transmitidos por los dos tipos de comunicación inalámbricas del módulo SESIV, las mismas que son detalladas a continuación.

3.4.1 Pruebas de comunicación a través de la conexión GSM

Por medio de estas pruebas realizadas se pudo constatar la correcta comunicación entre el módulo SESIV y el usuario a través de la red GSM. De donde la persona enviando un SMS con el comando @INFO puede hacer una consulta remota de los valores censados por el modulo, retornando un mensaje de texto con las variables medidas. En la figura 7-3 se observa el envío del comando @INFO y el retorno de la información con las variables censadas en el momento de la petición por medio de SMS's.



Figura 7-3: Envío y Recepción de la petición de información
Realizado por: Carlos G., García C & Jonathan A., Leon

3.4.2 Pruebas de comunicación a través de la conexión a Bluetooth

A través de estas pruebas realizadas se pudo verificar si la comunicación entre el módulo SESIV y la aplicación AUTOINFO, con la que se puede extraer los datos supervisados y de identificación del automotor, por medio de un emparejamiento por Bluetooth. En la figura 8-3 se observa el portal de Bluetooth en el que se debe ingresar los cuatro últimos dígitos de la placa del vehículo como la clave de emparejamiento.



Figura 8-3: Ingreso de clave para el emparejamiento
Realizado por: Carlos G., García C & Jonathan A., Leon

En la figura 9-3 se muestra cuando la aplicación está abierta y desde la misma se puede escoger nuevamente la tarjeta Bluetooth seleccionando Dirección de la Tarjeta Física Mac (Mac Address), la cual está personalizada con el número de la placa del automotor al final de ella.

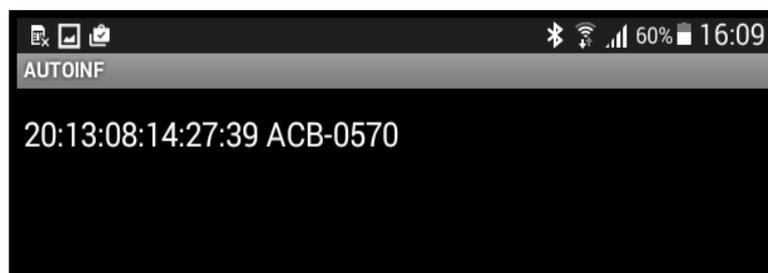


Figura 9-3: Tarjeta Mac personalizada con placa del vehículo
Realizado por: Carlos G., García C & Jonathan A., Leon

En la figura 10-3 se observa como extraer los valores supervisados por el SESIV al interior del vehículo escogiendo la opción “DATOS SENSORES”.



Figura 10-3: Fotografía del prototipo del Módulo SESIV
Realizado por: Carlos G., García C & Jonathan A., Leon

En la figura 11-3 se observa como luce la pantalla de la aplicación del SESIV cuando no se ha ingresado ninguna información personalizada del automotor.

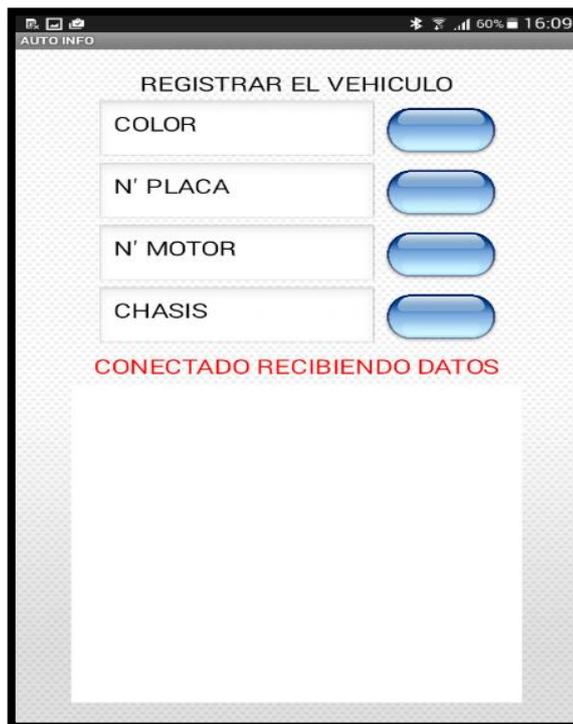


Figura 11-3: Pantalla cuando no se ha ingresado ninguna información
Realizado por: Carlos G., García C & Jonathan A., Leon

En la figura 12-3 se observa la pantalla para ingresar la información personalizada del automotor por primera vez en los campos designados, la misma que es almacenada en la memoria EEPROM del módulo, datos que no pueden ser modificados por características propia de la memoria.



Figura 12-3: Ingreso de la información a la memoria EEPROM
Realizado por: Carlos G., García C & Jonathan A., Leon

En la figura 13-3 se observa la forma de realizar la consulta de la información personalizada del automotor luego que se la haya ingresado.



Figura 13-3: Botón de visualización de la información personalizada
Realizado por: Carlos G., García C & Jonathan A., Leon

3.5 Caracterización de Ejecución de las alertas programadas

El módulo SESIV las realiza enviando un SMS, a uno o varios números que se encuentre registrados como propietarios o responsables legales del automotor. Se realizan 3 tipos de alertas, las cuales se generan cuando se hayan sobrepaso los niveles establecidos de las variables medidas por los sensores, con la finalidad de prevenir altercados físicos o legales.

3.5.1 Alertas de Alcohol

Son generadas por el módulo SESIV el momento en que el conductor posea un nivel concentración de alcohol por litro de sangre mayor o igual a 0,3g/l, este valor solo puede ser detectado cuando la persona emane aliento etílico. En la figura 14-3 se observa el SMS de alerta por exceso de Alcohol en el aliento del conductor, que le ha llegado al propietario.



Figura 14-3: Recepción de Alerta por exceso de Alcohol
Realizado por: Carlos G., García C & Jonathan A., Leon

3.5.2 Alertas de CO

Se generan en el momento que la concentración de CO al interior del automotor supere los 30 ppm, enviándose un SMS al propietario avisando lo acontecido. En la figura 15-3 se observa el

SMS de alerta por exceso de CO en el ambiente interior del vehículo, que le ha llegado al propietario.

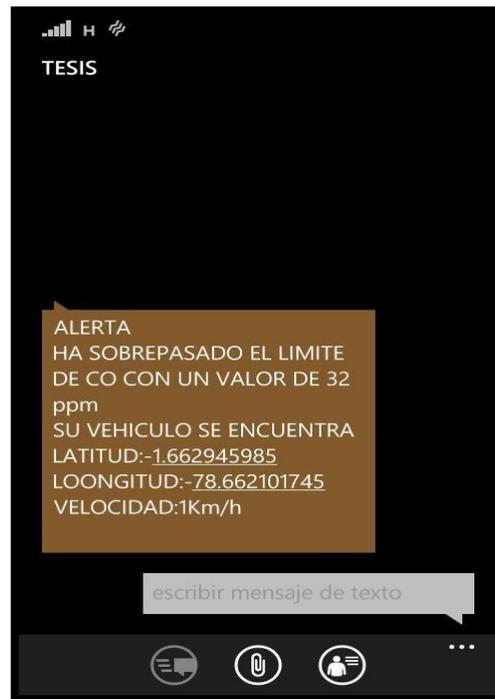


Figura 15-3: Recepción de Alerta por exceso de CO
Realizado por: Carlos G., García C & Jonathan A., Leon

Al igual que la anterior presentación, el SESIV actuado emitiendo una alerta, en la que explica que se ha sobrepasado cierto límite permitido de concentración de CO al interior del automotor y por ende se pone en riesgo la integridad de los ocupantes.

3.5.3 Alertas de Temperatura

Al haber un aumento de temperatura que pueda poner en riesgo la integridad de los ocupantes del automotor, el módulo SESIV envía un SMS al propietario advirtiéndole que se ha superado el límite que puede ser soportable por una persona. En la figura 16-3 se observa el SMS de la alerta por exceso de temperatura ambiente al interior del vehículo, que le ha llegado al propietario.

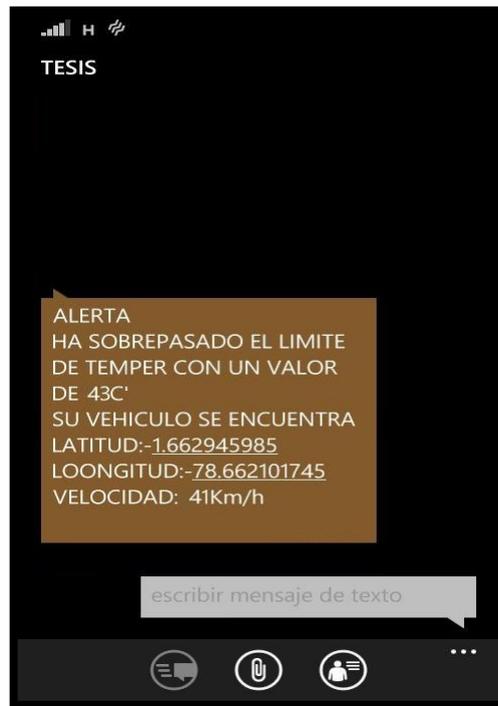


Figura 16-3: Recepción de Alerta por exceso de Temperatura
Realizado por: Carlos G., García C & Jonathan A., Leon

3.6 Funcionamiento del SESIV

Luego de las pruebas individuales realizadas a los elementos del SESIV tanto en conectividad y generación de alertas, se procede a la puesta en funcionamiento del módulo como tal. Se constató el correcto funcionamiento e integridad de los datos transmitidos. Además se pudo realizar el análisis de consumo energético del módulo SESIV en general, como también de cada elemento que lo integra.

Obteniendo como resultado que el consumo energético del SESIV es de 511,8 mA, siendo esta cantidad la suma parcial de consumo que realiza cada elemento integrado como lo detalla el manual de uso de cada uno, este es un valor que se obtuvo de medir con un multímetro colocando al selector en la función Amperímetro.

En la figura 17-3 se observa al módulo SESIV puesto en funcionamiento.



Figura 17-3: Funcionamiento del Módulo SESIV
Realizado por: Carlos G., García C & Jonathan A., Leon

3.7 Análisis económico de la implementación del SESIV

En la tabla 6-3 se muestra el estudio del análisis económico considerado en la implementación del SESIV. Cabe resaltar que todos los elementos fueron adquiridos en el país. Como resultado se obtiene que el prototipo implementado presenta un costo de **203,75** dólares que incorporado al valor de un automotor de gamma baja, su precio es relativamente menor en relación a los automotores de gamma alta que incorpora un sistema similar.

Tabla 6-3: Análisis económicos del SESIV

SESIV				
ETAPA	COMPONENTES	CANTIDAD	COSTO (\$)	TOTAL COSTO (\$)
Procesamiento	Tarjeta Arduino Mega 2560	1	57,00	57,00
Visualización	LCD 16x2	1	14,00	14,00
TX y RX	Tarjeta GSM Sim 900	1	60,00	60,00
	Tarjeta Bluetooth HC-06	1	15,00	15,00
Sensores	GPS Neo-6M	1	30,00	30,00
	MQ-3	1	8,00	8,00
	MQ-7	1	8,00	8,00
	DHT-11	1	10,00	10,00
Conexiones	Cables (Macho-Hembra)	30	0,05	1,50
	Resistencias	5	0,05	0,25
COSTO TOTAL DEL SESIV				203,75

Realizado por: Carlos G., García C & Jonathan A., Leon, 2017

CONCLUSIONES

1. Se desarrolló un sistema electrónico capaz de supervisar e identificar vehículos por medio de comunicación inalámbrica Bluetooth y GSM, el sistema informa y alerta las condiciones ambientales del vehículo y los números de serie que identifica al automotor.
2. El equipo implementado permite medir el grado de alcohol presente en el conductor con un valor de ± 0.2 g/l, es comparable con equipos comerciales similares y cumple con los requerimientos planteados para el sistema.
3. El prototipo implementado calcular la velocidad de desplazamiento con un grado de error no mayor a ± 1 Km/h, valor que cumple con las expectativas previstas para el sistema.
4. El equipo permite tomar datos de temperatura del interior del vehículo con un error de $\pm 2,0^{\circ}\text{C}$, lo que hace un dispositivo muy confiable y adecuado a los requerimientos previstos.
5. En las pruebas de comunicación realizadas se determinó que el Bluetooth se comunica a una distancia de cinco metros con otros dispositivos, mientras que con GSM se comunica mediante mensajes y su alcance depende del área de cobertura de la red celular disponible.
6. Del análisis económico se concluye que el prototipo d Sistema Electrónico de Supervisión e Identificación Vehicular tiene un costo de 203,75 dólares, valor que se puede disminuir al entrar el producción y el que se considera accesible para el mercado nacional y cumple con uno de los objetivos planteados en esta investigación.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar estudios, basados en esta investigación, que permitan miniaturizar el dispositivo implementado.
2. Es importante se realice investigaciones que permitan generar una mayor autonomía del dispositivo a las fuente de alimentación del vehículo, para garantizar independencia y funcionalidad del sistema.
3. Se recomienda que la información suministrada por el prototipo implementado pueda ser compartida en Web, de tal forma que sirva para estadísticas y como datos que ayuden a generar estudios para mejorar la calidad de vida de las personas y su seguridad.
4. Se puede estudiar la posibilidad de incorporar al SESIV una cámara de video, que sirva como elemento de supervisión e identificar a las personas y su estado dentro del vehículo. Sistema esencial que puede ser incorporado en automotores que prestan servicio público.

GLOSARIO

CO	Monóxido de Carbono (Carbon Monoxide)
BT	Bluetooth
TX	Transmisor (Transmitter)
RX	Receptor (Receiver)
RFID	Identificación por Radio Frecuencia (Radio Frequency Identification)
SMS	Servicio de Mensajes Cortos (Short Message Service)
GSM	Sistema Global de Comunicaciones Móviles (Global System for Mobile)
Wi-Fi	Fidelidad Inalámbrica (Wireless Fidelity)
IDE	Entorno de Desarrollo Integrado (Integrated Development Environment)
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (Ecuador)
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización (Ecuador)
ANT	Agencia Nacional de Tránsito (Ecuador)
VIN	Número de Identificación Vehicular
SESIV	Sistema Electrónico de Supervisión e Identificación Vehicular
GPS	Sistema de Posicionamiento Global (Global Positioning System)
LCD	Pantalla de Cristal Líquido (Liquid Crystal Display)
IMS	Industriales Científicas y Medicinales (Industrial Scientific Medicinal)
WMI	Identificador Mundial del Fabricante (Manufacturer's Global Identifier)
VDS	Sección de Descripción del Vehículo (Vehicle Description Section)
VCC	Voltaje de Corriente Continua (Voltage Continue Corrient)
GND	Tierra o Masa (Ground)
VIS	Sección de Identificador de Vehículo respectivamente (Vehicle Identification Section respectively)
EEPROM	Memoria Solamente de Lectura Eléctricamente Borrable y Programable (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory)

BIBLIOGRAFÍA

- ❖ **AGENCIA NACIONAL DE TRANSITO.** *Resolución no 049-dir-2012-ant reglamento para la elaboración, entrega y control de placas de identificación vehicular* [en línea], 2013, pp.1-4. Quito-Ecuador [Consulta: 15 de Enero 2017]. Disponible en: <http://www.ant.gob.ec/index.php/transito-7/resoluciones-2012/file/248-2012-resolucin-n-049-dir-2012-ant-reglamento-para-placas>
- ❖ **AGENCIA NACIONAL DE TRANSITO del Ecuador 2014.** *Siniestros por causa probables a nivel nacional Enero a Diciembre* [en línea]. 2015. [Consulta: 21 septiembre 2016]. Disponible en: <http://www.ant.gob.ec/index.php/descargable/file/2680-siniestros-diciembre-2014>
- ❖ **AGENCIA NACIONAL DE TRANSITO del Ecuador 2015.** *Siniestros por causa probables a nivel nacional Enero a Diciembre* [en línea]. 2016 [Consulta: 20 septiembre 2016]. Disponible en: <http://www.ant.gob.ec/index.php/descargable/file/3368-siniestros-diciembre-2015>
- ❖ **AGENCIA NACIONAL DE TRANSITO del Ecuador 2016.** *Siniestros por causa probables a nivel nacional Enero a Diciembre* [en línea]. 2017 [Consulta: 16 enero 2017]. Disponible en: <http://www.ant.gob.ec/index.php/descargable/file/3905-siniestros-diciembre-2016>
- ❖ **ALBARADO, Luis.** *El 17% de los accidentes de tráfico pueden ser debidos al calor* [en línea]. 2006. [Consulta: 14 diciembre 2016]. Disponible en: <https://prevention-world.com/actualidad/articulos/17-accidentes-trafico-pueden-ser-debidos-al-calor/>
- ❖ **ALIEN TEK.** *Datasheet Ublox-Neo-6M.* China. 10 de septiembre de 2013.
- ❖ **APONTE, José et al.,** *Sistema Inalámbricas en Sistemas Distribuidos características* [blog]. [Consulta: 14 diciembre 2016]. Disponible en: <http://sistemasinalambricos.blogspot.com/>
- ❖ **ARDUINO Genuino.** *Arduino Software (IDE)* [en línea]. 2014. [Consulta: 20 Diciembre de 2016]. Disponible en: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Environment>.
- ❖ **ARDUINO Genuino.** *Arduino programming notebook* [en línea]. Evans, Brian W, 2007. Disponible en: http://playground.arduino.cc/uploads/Main/arduino_notebook_v1-1.pdf.
- ❖ **ARDUINO Genuino.** *Libraries* [en línea]. 2014. [Consulta: 20 Diciembre 2016]. Disponible en: <https://www.arduino.cc/en/Reference/Libraries>.

- ❖ **CALLEJAS PIÑEROS, John Fredy.; MARTINEZ OROZCO, Fabio Fernando.** *Sistema de monitoreo para motocicletas con tecnología Arduino y Android.* 2016.

- ❖ **ECUAVISA.** *Cinco minutos bastarían para robar un vehículo según la Policía* [en línea]. Carrera Luisa [Consulta: 20 febrero 2017]. Disponible en: <http://www.ecuavisa.com/articulo/noticias/nacional/115528-cinco-minutos-bastarian-robar-vehiculo-segun-policia>

- ❖ **CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN INFORMÁTICA PARA LA INGENIERÍA.** *Sensores inteligentes e instrumentación digital* [en línea]. 2015. [Consulta: 19 Diciembre 2016]. Disponible en: <http://www.investigacion.frc.utn.edu.ar/sensores/Tutorial/TECNO7.pdf>.

- ❖ **CHICA GALLEGO, Daniel Eduardo.** *Intelligent house v 1.0.* 2016.

- ❖ **Codeweek.eu.** *Guía de iniciación a APP INVENTOR* [en línea]. 2015. Disponible en: <http://codeweek.eu/resources/spain/guia-iniciacion-app-inventor.pdf>

- ❖ **CÓDIGO ORGÁNICO INTEGRAL PENAL del Ecuador.** Publicado en el R.O. N°180: 10 de Febrero de 2014, Graficas Ayerve C. A. Quito – Ecuador, 2014.

- ❖ **COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS DE MINAS DE ARAGÓN.** 2ª ed. Nueva York: Aragonito, 2003, p 6.

- ❖ **Comohacer.eu.** *Análisis comparativo de las placas Arduino (oficiales y compatibles)* [en línea]. 2014. Disponible en: <http://comohacer.eu/analisis-comparativo-placas-arduino-oficiales-compatibles/>

- ❖ **CORREA HARO, Julia Paulina.** Estudio de los aspectos técnicos a considerarse para la implementación de redes de una nueva generación next generation networks (NGN) orientada a la telefonía móvil [En línea] (tesis). Escuela Politécnica Nacional. Ecuador. 2008. pp. 2-10. [Consulta: 2017-01-13]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/838/1/CD-1243.pdf>

- ❖ **CRUZ MORENO, Julio César.** Posicionamiento automático de un móvil detector de variables ambientales. 2013.

- ❖ **CSO.** *Guía para la prevención de riesgos laborales es espacios* [en línea], 2009, p.8 Consulta: 16 de Enero 2017]. Disponible en: <https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uac>

[t=8&ved=0ahUKEwix0665pdLSAhWBXiYKHV4PDK8QFggYMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.cso.go.cr%2Fdocumentos%2Fmanuales_guias%2Fguias%2Fseguridad_en_espacios_confinados.doc&usg=AFQjCNGLESxQ6wpAt9uSH0VGc5OePqgTmg&sig2=TXFGuNV5Mb_uTaj-s2gieg](http://www.cso.go.cr/documentos/manuales_guias/guias_seguridad_en_espacios_confinados.doc)

- ❖ **CUSTODIO RUÍZ, Angel Augusto.** “Sensores Inteligentes”. *La revolución tecnológica de la instrumentación*, (1999) [en línea]. Disponible en: <http://www.raco.cat/index.php/Buran/article/viewFile/178815/240291>.
- ❖ **DIARIO EL COMERCIO.** *52 Juicios cada día por manejar en estado étlico* [en línea]. Ecuador, 2015. [Consulta: 14 noviembre 2016]. Disponible en: <http://www.elcomercio.com/actualidad/juicios-conductores-estadoetlico-accidentes-coip.html>
- ❖ **DRAGER SAFETY, AG; & Co KGaA.** Manual Alcotest 7510. 3rd ed. Alemania, 2008 pp.7-17
- ❖ **DUEÑAS LAITAS, Antonio, et al.** *Bases para el manejo clínico de la intoxicación por humo de incendios. Emergencias* [en línea] 2013, pp.384-394. España [Consulta: 16 de Enero 2017]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/47703363_Bases_para_el_manejo_clinico_de_la_intoxicacion_por_humo_de_incendios
- ❖ **EL DIARIO.** *Nuevo modus operandis de los "roba carros"* [en línea]. 2014. [Consulta: 20 febrero 2017]. Disponible en: <http://www.eldiario.ec/noticias-manabi-ecuador/202309-nuevo-modus-operandis-de-los-roba-carros/>
- ❖ **ENARGAS: Monóxido de Carbono** [en línea]. [Consulta: 13 diciembre 2016]. Disponible en: <http://www.enargas.gov.ar/Novedades/Monoxido.php>
- ❖ **ETRUCH, R.** *Efectos del alcohol en la fisiología humana* [en línea] 2002, pp.43-58 Barcelona. [Consulta: 16 diciembre 2016]. Disponible en: <http://adicciones.es/index.php/adicciones/article/view/519/514>
- ❖ **FARKE, Walter & PETER, Anderson.** *Consumo concentrado de alcohol en Europa Binge Drinking in Europe* [en línea], 2007, pp.333-340 Barcelona. [Consulta: 16 diciembre 2016]. Disponible en: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.523.8136&rep=rep1&type=pdf>
- ❖ **FERNANDEZ, S. J.** *Diferentes efectos de alcohol según el sexo* [en línea], 2007, pp.27-32 Barcelona. [Consulta: 16 diciembre 2016]. Disponible en: <http://www.jano.es/ficheros/sumarios/1/0/1636/27/1v0n1636a13098326pdf001.pdf>

- ❖ **FLORES, Tony; et al.** “*Conexión de Buses de Datos Vehiculares usando Tecnología Inalámbrica*” (Conference Paper). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 2015. pp. 2-6. [En línea]. [Consulta: 2017-01-05]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/272491392_Conexion_de_Buses_de_Datos_Vehiculares_usando_Tecnologia_Inalambrica

- ❖ **GARCÍA MELGAR, Víctor Manuel.** Desarrollo de un sistema sensorial de la calidad del aire con Arduino. 2015

- ❖ **GÓMEZ MORMÓN, Feliz.** Integración de tarjetas Criptográficas en Dispositivos Móviles J2ME [En línea] (tesis). Universidad de Murcia. 2006. pp. 176-178. [Consulta: 2017-01-17]. Disponible en: <http://ants.inf.um.es/~felixgm/docencia/j2me/resources/ApendicesBibliografia.pdf>

- ❖ **GUIA AUTOMOTRIZ.** *Qué es el número VIN* [en línea]. [Consulta: 15 diciembre 2016]. Disponible en: http://www.guiaautomotrizcr.com/Articulos/numero_VIN.php

- ❖ **Hernández, Alberto; et al.** “*Bluetooth y HomeRF*”. Bluetooth [en línea], 2002, pp. 8-10. [Consulta: 2017-01-23]. Disponible en: https://www.mhe.es/cf/ciclos_informatica/844819974X/archivos/unidad5_recurso1.pdf

- ❖ **INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN.** *Neumáticos. Definiciones y clasificaciones*, Registro Oficial No. 61 [en línea], 2012, pp. Quito- Ecuador [Consulta: 06 de Enero 2017]. Disponible en: <http://www.ant.gob.ec/index.php/servicios/normas-y-reglamentos-inen/identificacion/file/175-norma-tecnica-ecuatoriana-nte-inen-2-096-1996>

- ❖ **INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS Y CENSOS del Ecuador 2012.** Compendio Estadístico [en línea]. 2014. [Consulta: 20 septiembre 2016]. Disponible en: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/inec-presenta-resumen-estadistico-2012/>

- ❖ **INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS Y CENSOS del Ecuador 2013.** *Anuario de Estadísticas de Transporte 2013* [en línea]. Quito 2014, pp. 48-97. [Consulta: 15 diciembre 2016]. Disponible en: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/EstadisticasEconomicas/Estadistica%20de%20Transporte/Publicaciones/Anuario_de_Estad_de_Transporte_2013.pdf

- ❖ **INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS Y CENSOS del Ecuador 2014.** *Compendio Estadístico* [en línea]. 2015. [Consulta: 20 septiembre 2016]. Disponible en: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Compendio/Compendio-2014/COMPENDIO_ESTADISTICO_2014.pdf

- ❖ **INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS Y CENSOS del Ecuador 2015.** *Compendio Estadístico* [en línea]. 2016. [Consulta: 20 septiembre 2016]. Disponible en: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Compendio/Compendio-2015/Compendio.pdf>

- ❖ **JIMÉNEZ TENORIO, Cristian Roberto.** Construcción de un ordenador electrónico vehicular con sistema de seguridad y GPS utilizando Raspberry PI y hardware libre. 2015.

- ❖ **KUSHNER, David.** *The Making of Arduino* [En línea]. 2011. Disponible en: <http://spectrum.ieee.org/geek-life/hands-on/the-making-of-arduino>.

- ❖ **LA HORA.** *Esperan espacios para ubicar alcoholímetros* [en línea]. Ecuador ,2012. [Consulta: 14 noviembre 2016]. Disponible en: [http://lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1101377023/-1/Esperan espacio para ubicar alcohol%C3%ADmetros.html#.WMTSRm81_IV](http://lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1101377023/-1/Esperan%20espacio%20para%20ubicar%20alcohol%C3%ADmetros.html#.WMTSRm81_IV)

- ❖ **LARA MENDOZA, Ruben & MENDOZA POLANCO, Jovany & SANCHEZ GONZALEZ, Omar.** Sistema de encendido de un automovil con alcoholimetro y comunicacion gsm. 2012 (Tesis) (Doctoral)

- ❖ **LEMUS, Jorge.** *Redes inalámbricas, cableadas y satelitales* [blog]. [Consulta: 14 diciembre 2016]. Disponible en: <http://edwin-jorgelemus.blogspot.com/2011/06/rdes-inalambricas-cableadas-y.html>

- ❖ **LÓPEZ, Fernando; et al.** Trasmision y redes de datos. 2002, pp. 10-15

- ❖ **MAPFRE.** *Conducción con Altas Temperaturas* [en línea]. CESVI. [Consulta: 20 diciembre 2016]. Disponible en: <https://www.mapfre.com.ar/seguros-ar/sobre-mapfre-argentina/novedades/autos/conduccion-altas-temperaturas.jsp>

- ❖ **MARTINEZ, Armando & RÁBANO GUTIÉRREZ.** *Efectos del alcohol etílico sobre sistemas nervioso* [en línea], 2002, pp.63-76 Barcelona. [Consulta: 16 diciembre 2016]. Disponible en: <http://patologia.es/volumen35/vol35-num1/pdf%20patologia%2035-1/35-1-06.pdf>

- ❖ **MedTempus.** *Los límites extremos del cuerpo humano* [blog]. [Consulta: 14 diciembre 2016]. Disponible en: <http://medtempus.com/archives/los-limites-extremos-del-cuerpo-humano/>

- ❖ **METROGAS.** *El monóxido de carbono de carbón mata* [en línea]. [Consulta: 15 septiembre 2016]. Disponible en: <http://www.metrogas.com.ar/consejosmonoxido/pdf/monoxido.pdf>

- ❖ **ORDOÑEZ, Gabriel.** *Principios Básicos de Telemetría* [Blog]. [Consulta: 26 de diciembre 2016]. Disponible en: http://www.oocities.org/gabrielordonez_ve/Sistemas_de_comunicacion.htm

- ❖ **PARDO FANLO, Sara.** *Study of light propagation in liquid crystal overlaying vertical cavity surface emitting laser.* 2011.

- ❖ **PÉREZ, Fidel et al.** *Sistema de Telemetría y Radio Control para PLC* [en línea], pp. 1-2. [Consulta: 23 diciembre 2016]. Disponible en: https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/5584/2009_sistema_de_telemetria_y_radio_control_para_plc_4tics.pdf

- ❖ **QUINTERO HERRERA, Luis.** *Telemetría y telegestión en procesos industriales mediante canales inalámbricos Wi Fi utilizando instrumentación virtual y dispositivos PDA. Desarrollo de Grandes Aplicaciones de Red. III Jornadas* [en línea], 2006, pp. 120-121 España. [Consulta: 16 diciembre 2016]. Disponible en: <http://www.dtic.ua.es/grupoM/recursos/articulos/JDARE-06-J.pdf>

- ❖ **RADIO COMUNICACIONES.** *Telemetría – aplicaciones de medida a distancia* [en línea]. [Consulta: 15 de Diciembre 2016]. Disponible en: <http://www.radiocomunicaciones.net/radio/telemetria/>

- ❖ **REDESADSI, Woedpress.** *Clasificación de las redes* [blog]. [Consulta: 15 diciembre 2015]. Disponible en: <https://redesadsi.wordpress.com/clasificacion-de-las-redes/>

- ❖ **SACCANI, Andrés.** *Arquitectura de Sistemas Telemétricos* [En línea] (tesis). Universidad Nacional de la Plata. 2014. Pp. 5-9 [Consulta: 18 diciembre 2016]. Disponible en: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/47644/Documento_completo.pdf?sequence=1

- ❖ **SUPERMOTOR** *Calor: Enemigo de la Conducción* [en línea], **BRAVO, V.** 2006. [Consulta: 20 diciembre 2016]. Disponible en: <http://www.supermotor.com/revista/actualidad/268401/calor:--enemigo-conduccion.html>

- ❖ **SUPERVIVENCIAREAL.** *Límites del cuerpo humano* [blog]. [Consulta: 17 diciembre 2016]. Disponible en: <https://supervivenciareal.wordpress.com/2014/07/01/limites-del-cuerpo-humano/>

- ❖ **TERCEROS, Iván & ORMACHEA, Omar.** *Control Inalámbrico de un Sistema Libs Portátil Basado En Tecnología Bluetooth.* Revista Investigación & Desarrollo, 2014, vol. 2, no 14.

- ❖ **Todoelectrodo.** [En línea]. 2013. Disponible en: <http://todoelectrodo.blogspot.com/2013/02/lcd-16x2.html>

- ❖ **VÉLEZ ARANGO, Karen.** *Redes inalámbricas tipo características* [blog].]. [Consulta: 14 diciembre 2015]. Disponible en: <http://redesinalambricas28.blogspot.com/>

- ❖ **WHITE, A.** *Alcohol una amenaza para el desarrollo neuropsicológico de los adolescentes,* 2007, pp.6-8. Madrid [Consulta: 13 de Enero 2017]. Disponible en: <http://cmapspublic3.ihmc.us/rid=1NJV77Q20-25G6SC7-19HK/Alcohol.pdf>

- ❖ **YIM, Myung-Jin & PAIK, Kyung-Wook.** Design and understanding of anisotropic conductive films (ACFs) for LCD packaging. En *Polymeric Electronics Packaging*, 1997. Proceedings., The First IEEE International Symposium on. IEEE, 1997. p. 233-242.