



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN MECATRÓNICA**

TEMA:

**IMPLEMENTACIÓN DE UN DISPOSITIVO DE SEGURIDAD PARA ADVERTIR
EL EXCESO DE VELOCIDAD AL CHOFER DE UN VEHÍCULO EN ZONAS DE
ALTO RIESGO DE ACCIDENTABILIDAD EN LA CIUDAD DE IBARRA**

AUTOR:

RICARDO ALEJANDRO MELO MARTÍNEZ

DIRECTOR:

ING. DAVID NARVÁEZ

Ibarra-Ecuador

2014

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del Proyecto de Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, por la cual pongo a disposición la siguiente información.

DATOS DE CONTACTO	
Cedula de Identidad:	1002271540
Apellidos y Nombres:	Melo Martínez Ricardo Alejandro
Dirección:	Los Ceibos, Río Chambo 5-51 y Río Aguarico
Email:	ricar_m@hotmail.com.ar
Teléfono Fijo:	2600721
Teléfono Móvil:	0984245407 - 0981311423

DATOS DE LA OBRA	
Título:	IMPLEMENTACIÓN DE UN DISPOSITIVO DE SEGURIDAD PARA ADVERTIR EL EXCESO DE VELOCIDAD AL CHOFER DE UN VEHÍCULO EN ZONAS DE ALTO RIESGO DE ACCIDENTABILIDAD EN LA CIUDAD DE IBARRA
Autor:	Melo Martínez Ricardo Alejandro
Fecha:	15 de Diciembre del 2014
Programa:	Pregrado
Título por el que opta:	Ingeniero en Mecatrónica
Director:	Ing. David Narváez



Nombre: Ricardo Alejandro Melo Martínez

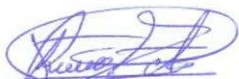
Cédula: 1002271540

Ibarra, a los 15 días del mes de Diciembre del 2014

AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, RICARDO ALEJANDRO MELO MARTÍNEZ; con cédula de identidad Nro. 100227154-0, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en forma digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la Obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior, Artículo 144.

Ibarra, a los 15 días del mes de Diciembre del 2014



Nombre: Ricardo Melo
Cédula: 1002271540



Ing. Betty Chávez
Jefe de Biblioteca



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, RICARDO ALEJANDRO MELO MARTÍNEZ; con cédula de identidad Nro. 1002271540, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, Artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o Trabajo de Grado denominado "IMPLEMENTACIÓN DE UN DISPOSITIVO DE SEGURIDAD PARA ADVERTIR EL EXCESO DE VELOCIDAD AL CHOFER DE UN VEHÍCULO EN ZONAS DE ALTO RIESGO DE ACCIDENTABILIDAD EN LA CIUDAD DE IBARRA", que ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniero en Mecatrónica en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia antes suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato impreso y digital en la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Nombre: Ricardo Alejandro Melo Martínez
Cédula: 1002271540

Ibarra, a los 15 días del mes de Diciembre del 2014

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo de grado titulado: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN DISPOSITIVO DE SEGURIDAD PARA ADVERTIR EL EXCESO DE VELOCIDAD AL CHOFER DE UN VEHÍCULO EN ZONAS DE ALTO RIESGO DE ACCIDENTABILIDAD EN LA CIUDAD DE IBARRA”**, fue desarrollado por el egresado Ricardo Alejandro Melo Martínez, bajo mi supervisión.



Ing. David Narváez

DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
APLICADAS

CONSTANCIAS

Yo, RICARDO ALEJANDRO MELO MARTÍNEZ, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Técnica del Norte, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la Normatividad Institucionalidad vigente.

En la ciudad de Ibarra, a los 15 días del mes de Diciembre del 2014

EL AUTOR:

Ricardo Alejandro Melo Martínez
C.I. 1002271540

DEDICATORIA

A mi querida Madre Beatriz Martínez que ha sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual sirvió para salir adelante en los momentos más difíciles.

A mi hermano y hermanas que siempre han estado junto a mí brindándome su apoyo, muchas veces poniéndose en el papel de padre.

Y no podían faltar mis sobrinos/as que forman parte de mi vida llenando de alegría, paz e inspiración para mejorar cada día.

AGRADECIMIENTO

Agradezco con todo mí ser a mi madre Beatriz Martínez, por su apoyo incondicional y constante que me ha brindado durante toda la carrera y mi vida, sus palabras, sus consejos siempre fueron para mejorar cada día y no decaer.

Igualmente a mi hermano y hermanas por estar siempre a mi lado ayudándome con sus consejos de seguir adelante progresando.

Total agradecimiento al Ing., Jorge Terán por su apoyo y dirección acertada, a mis queridos amigos José y Edison por su ayuda y apoyo firme en todo momento.

CONTENIDO

	PÁGS.
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.....	ii
AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD.....	iii
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DE L TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.....	iv
CERTIFICACIÓN.....	v
CONSTANCIAS.....	vi
DEDICATORIA	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
CONTENIDO.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
ÍNDICE DE TABLAS.....	xvii
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	xviii
ANEXOS.....	xix
RESUMEN.....	xx
SUMMARY.....	xxi
PRESENTACIÓN.....	xxii
CAPÍTULO 1	
INTRODUCCIÓN	1
1.1 Accidentabilidad.....	1
1.1.1 Datos OMS accidentabilidad en el Mundo y en el Ecuador.....	3
1.1.2 Análisis descriptivo de los accidentes de tránsito a nivel nacional (años: 2010-2011).....	4
1.2 Factores relevantes que influyen en accidentalidad.....	5

1.2.1 Estudio exceso de velocidad – seguridad.....	6
1.3 Zonas urbanas de alto riesgo accidentabilidad.....	8
1.3.1. Usuarios vulnerables.....	8
1.3.2. Identificación de las zonas de alto riesgo de accidentabilidad en el sector urbano de la ciudad de Ibarra.....	9
1.3.2.1 Identificación de las zonas por número de accidentes en el año 2012.....	10
1.3.2.2 Identificación de las zonas por número de accidentes en el año 2013.....	11
1.3.2.3 Descripción y composición de las zonas.....	12
1.4 Género y accidentabilidad.....	14

CAPÍTULO 2

DESARROLLO TEÓRICO	16
2.1. Instrumentación electrónica: etapas.....	16
2.1.1. Sensores.....	17
2.1.1.1. Características de los sensores.....	17
2.1.1.2. Clasificación de los sensores.....	18
2.2. Microcontrolador.....	20
2.2.1. Características.....	22
2.2.2. Familias de los microcontroladores.....	26
2.3. Sistema de posicionamiento global (GPS).....	26
2.3.1 Coordenadas Latitud y Longitud.....	26
2.3.2 Composición del sistema GPS.....	27
2.3.3 Como ubica la posición el receptor gps.....	28
2.3.4 Tipos de receptores gps.....	30
2.3.5 Control terrestre de los satélites.....	30
2.3.6 GPS diferencial.....	31
2.3.7 Resumen de las fuentes de error del sistema GPS.....	32
2.4. Sistemas de alarmas visual y audio.....	32
2.4.1. Dispositivos informativos visuales (DIV).....	32
2.4.1.1 Características generales de los DIV.....	33

2.4.1.2	Selección y ubicación de los DIV.....	34
2.4.1.3	Pantallas.....	35
2.4.2.	Dispositivos informativos sonoros (DIS).....	36
2.4.2.1	Tipos de dispositivos informativos sonoros.....	37
2.5.	Sistema de visualización y almacenamiento de datos.....	38
2.5.1	Interfaz gráfica de usuario (GUI).....	38

CAPITULO 3

DISEÑO DEL SISTEMA		41
3.1	Descripción del hardware utilizado.....	41
3.1.1	Microcontrolador PIC18f4550.....	41
3.1.2	Microcontrolador PIC16F628A.....	42
3.1.3	GPS LEA-5H.....	43
3.1.3.1	Características.....	44
3.1.4	Memoria Serial EEPROM 8Kbt (Admel 24c08).....	45
3.1.4.1	Características.....	46
3.1.5	Max 232.....	47
3.1.5.1	Puerto de conexión para la configuración de la interfaz gráfica.....	47
3.2	Desarrollo del software.....	47
3.2.1	Programación de los microcontroladores.....	48
3.2.1.1	Descripción de la herramienta de programación.....	48
3.2.1.2	Programas de los microcontroladores.....	53
3.2.2	Configuración del módulo GPS.....	54
3.2.2.1	Protocolo NMEA.....	54
3.2.2.2	Trama GPRMC.....	54
3.2.3	Configuración de las áreas de las zonas educativas.....	56
3.2.3.1	Descripción de la herramienta utilizada.....	56
3.2.3.2	Búsqueda de las coordenadas de las zonas educativas...	57
3.2.3.3	Cálculo de las áreas.....	58
3.2.4	Desarrollo de la Interfaz.....	60
3.2.4.1	Descripción de la herramienta utilizada.....	60

3.2.4.2	Diseño de la interfaz.....	64
3.2.4.3	Programa Interfaz Gráfica.....	66
3.3	Construcción del Sistema.....	66
3.3.1	Elaboración del circuito impreso.....	66
3.3.2	Montaje del sistema.....	72

CAPITULO 4

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO		73
4.1	Funcionamiento.....	73
4.1.1	Visualización de los casos del sistema.....	73
4.1.2	Manejo de la Interfaz Gráfica.....	74
4.2	Pruebas de funcionamiento por zona.....	75
4.2.1	Zona 1: Teodoro Gómez de la Torre.....	75
4.2.2	Zona 2: Mercado Amazonas.....	80
4.2.3	Zona 3: Barrio Priorato.....	82
4.2.4	Zona 4: Redondel El Policía.....	83
4.2.5	Zona 6: La Florida.....	84
4.2.6	Zona 7: Vía Urcuqui.....	87
4.2.7	Zona 8: El Olivo.....	88
4.2.8	Zona 10: Redondel Ajaví.....	89
4.2.9	Zona 11: Barrio Caranqui.....	92
4.2.10	Zona 12: Barrio La Merced.....	93
4.2.11	Zona 13: Av. Carchi.....	97
4.2.12	Zona 16: Barrio Simón Bolívar.....	98
4.2.13	Zona 17: Colegio Ibarra.....	99
4.2.14	Pruebas de transmisión de datos a la interfaz.....	100
4.3	Tiempos de respuesta.....	101
4.3.1	Tiempo de respuesta de GPS.....	101
4.3.2	Tiempo de respuesta de las alarmas.....	101
4.4	Resultados del sistema	102
4.4.1	Estabilidad y seguridad del sistema.....	102
4.4.2	Concientización del conductor.....	102

4.4.3	Aplicación del prototipo.....	102
--------------	-------------------------------	-----

CAPITULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.	Conclusiones.....	104
-------------	-------------------	-----

5.2.	Recomendaciones.....	106
-------------	----------------------	-----

	BIBLIOGRAFÍA.....	107
--	-------------------	-----

	LINCOGRAFÍA.....	108
--	------------------	-----

	ANEXOS.....	110
--	-------------	-----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Vehículos Matriculados por Uso.....	2
Figura 1.2 Accidentabilidad en el Ecuador.....	4
Figura 1.3 Accidentes de Tránsito a Nivel Nacional.....	4
Figura 1.4 Víctimas en Accidentes de Tránsito.....	5
Figura 1.5 Distancias de reacción y frenado para diferentes velocidades.....	6
Figura 1.6 Analogía entre la velocidad a la que circula un vehículo en el momento de un accidente y las consecuencias que tendría la caída de un vehículo desde una determinada altura.....	7
Figura 1.7 Comparación en porcentajes de los números de accidentes entre los años 2012 y 2013.....	10
Figura 1.8 Porcentajes de los números de accidentes por Zonas en el Sector Urbano de la Ciudad de Ibarra en el año 2012.....	11
Figura 1.9 Porcentajes de los números de accidentes por Zonas en el Sector Urbano de la Ciudad de Ibarra en el año 2013.....	12
Figura 1.10 Descripción de destreza al volante de un vehículo entre hombre y mujer.....	15
Figura 2.1 Etapas de un Sistema de Medición.....	16
Figura 2.2 Arquitectura Harvard.....	23
Figura 2.3 Clases de Microcontroladores.....	26
Figura 2.4 Latitud y Longitud.....	27
Figura 2.5 Distribución de los Satélites en el Globo Terráqueo.....	28
Figura 2.6 Ubicación de los satélites para la triangulación de datos	29
Figura 2.7 GPS Portátil.....	30
Figura 2.8 Receptor GPS de forma fija de un coche o vehículo.....	30
Figura 2.9 El GPS que se emplea en los aviones es de tipo "diferencial". En la foto se puede apreciar un monitor de cabina de pasajeros de un Airbus 340 mostrando la aproximación a la costa de Portugal, frente a Oporto, cuando se encontraba todavía volando sobre el Océano Atlántico.....	31
Figura 3.1 Esquema de pines del PIC18F4550.....	41
Figura 3.2 Esquema de pines del PIC16F628A.....	43
Figura 3.3 GPS LEA-5H.....	44
Figura 3.4 Características del GPS LEA-5H.....	45
Figura 3.5 Memoria Admel 24c08.....	46
Figura 3.6 Ejemplo de conexión full dúplex entre un PIC y una PC	47
Figura 3.7 Puerto de Configuración.....	47
Figura 3.8 Esquema de trabajo PIC C Compiler.....	49
Figura 3.9 Tabla de los caracteres ASCII.....	55
Figura 3.10 Esquema de trabajo Google Earth.....	57
Figura 3.11 Instalación de marcas para saber las coordenadas.....	58
Figura 3.12 Representación gráfica de la zona, coordenadas y punto medio.....	59
Figura 3.13 Representación gráfica de las distancias X y Y.....	60
Figura 3.14 Esquema de trabajo C#.....	61
Figura 3.15 Esquema de trabajo de la Interfaz.....	65
Figura 3.16 Real World PCB.....	66

Figura 3.17 Elementos soldados.....	67
Figura 3.18 Ubicación de los dispositivos.....	67
Figura 3.19 Diagrama Eléctrico Completo.....	68
Figura 3.20 Diagrama de conexión de la alimentación del sistema...	68
Figura 3.21 Diagrama de conexión de la entrada del sistema.....	69
Figura 3.22 Diagrama de conexión del procesador del sistema.....	70
Figura 3.23 Diagrama de conexión de las salidas del sistema.....	71
Figura 3.24 Caja de protección.....	72
Figura 3.25 Montaje final del sistema.....	72
Figura 4.1 Inicialización del sistema.....	73
Figura 4.2 Calculo de la posición del GPS.....	73
Figura 4.3 Posición y velocidad del vehículo.....	74
Figura 4.4 Velocidad mayor a 50 km/h en una zona de peligro.....	74
Figura 4.5 Velocidad menor a 50 km/h en Unidad Educativa Teodoro Gómez de la Torre.....	76
Figura 4.6 Velocidad mayor a 50 km/h en Unidad Educativa Teodoro Gómez de la Torre.....	76
Figura 4.7 Velocidad menor a 50 km/h en Unidad Educativa Salesiana Sánchez y Cifuentes.....	77
Figura 4.8 Velocidad mayor a 50 km/h en Unidad Educativa Salesiana Sánchez y Cifuentes.....	77
Figura 4.9 Velocidad menor a 50 km/h en Unidad Educativa Peñaherrera.....	78
Figura 4.10 Velocidad mayor a 50 km/h en Unidad Educativa Peñaherrera.....	78
Figura 4.11 Velocidad menor a 50 km/h en Jardín de Infantes Albertina Franco Leoro.....	79
Figura 4.12 Velocidad mayor a 50 km/h en Jardín de Infantes Albertina Franco Leoro.....	79
Figura 4.13 Velocidad menor a 50 km/h en Unidad Educativa Pedro Moncayo.....	80
Figura 4.14 Velocidad mayor a 50 km/h en Unidad Educativa Pedro Moncayo.....	80
Figura 4.15 Velocidad menor a 50 km/h en Jardín Amazonas.....	81
Figura 4.16 Velocidad mayor a 50 km/h en Jardín Amazonas.....	81
Figura 4.17 Velocidad menor a 50 km/h en Unidad Educativa Liceo Aduanero.....	82
Figura 4.18 Velocidad mayor a 50 km/h en Unidad Educativa Liceo Aduanero.....	82
Figura 4.19 Velocidad menor a 50 km/h en Colegio Universitario UTN.....	83
Figura 4.20 Velocidad mayor a 50 km/h en Colegio Universitario UTN.....	84
Figura 4.21 Velocidad menor a 50 km/h en Escuela Sagrado Corazón de Jesús “BETHLEMITAS”.....	85
Figura 4.22 Velocidad mayor a 50 km/h en Escuela Sagrado Corazón de Jesús “BETHLEMITAS”.....	85
Figura 4.23 Velocidad menor a 50 km/h en Colegio Nacional Mixto Mariano Suárez Veintimilla.....	86
Figura 4.24 Velocidad mayor a 50 km/h en Colegio Nacional Mixto	

Mariano Suárez Veintimilla.....	86
Figura 4.25 Velocidad menor a 50 km/h en Escuela de Sordos “Gobierno Provincial”.....	87
Figura 4.26 Velocidad mayor a 50 km/h en Escuela de Sordos “Gobierno Provincial”.....	87
Figura 4.27 Velocidad menor a 50 km/h en Universidad Técnica del Norte y Escuela 17 de Julio.....	88
Figura 4.28 Velocidad mayor a 50 km/h en Universidad Técnica del Norte y Escuela 17 de Julio.....	89
Figura 4.29 Velocidad menor a 50 km/h en Escuela Fe y Alegría....	90
Figura 4.30 Velocidad mayor a 50 km/h en Escuela Fe y Alegría....	90
Figura 4.31 Velocidad menor a 50 km/h en Escuela Analuisa Leoro	91
Figura 4.32 Velocidad mayor a 50 km/h en Escuela Analuisa Leoro	91
Figura 4.33 Velocidad menor a 50 km/h en Colegio Nacional Atahualpa y Escuela Nicolás Vaca.....	92
Figura 4.34 Velocidad mayor a 50 km/h en Colegio Nacional Atahualpa y Escuela Nicolás Vaca.....	92
Figura 4.35 Velocidad menor a 50 km/h en Escuela Modelo Velasco Ibarra.....	93
Figura 4.36 Velocidad mayor a 50 km/h en Escuela Modelo Velasco Ibarra.....	94
Figura 4.37 Velocidad menor a 50 km/h en Unidad Educativa Particular San Pedro Pascual.....	94
Figura 4.38 Velocidad mayor a 50 km/h en Unidad Educativa Particular San Pedro Pascual.....	95
Figura 4.39 Velocidad menor a 50 km/h en Colegio Sagrado Corazón de Jesús “BETHLEMITAS”.....	95
Figura 4.40 Velocidad mayor a 50 km/h en Colegio Sagrado Corazón de Jesús “BETHLEMITAS”.....	96
Figura 4.41 Velocidad menor a 50 km/h en Escuela 28 de Abril.....	96
Figura 4.42 Velocidad mayor a 50 km/h en Escuela 28 de Abril.....	97
Figura 4.43 Velocidad menor a 50 km/h en Escuela María Angélica Hidrovo.....	97
Figura 4.44 Velocidad mayor a 50 km/h en Escuela María Angélica Hidrovo.....	98
Figura 4.45 Velocidad menor a 50 km/h en Jardín Guiño Vásquez...	98
Figura 4.46 Velocidad mayor a 50 km/h en Jardín Guiño Vásquez...	99
Figura 4.47 Velocidad menor a 50 km/h en Colegio Nacional Ibarra	99
Figura 4.48 Velocidad mayor a 50 km/h en Colegio Nacional Ibarra	100
Figura 4.49 Muestra de datos iniciales en la interfaz.....	100
Figura 4.50 Muestra de datos finales en la interfaz.....	101

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Predicciones del Número de Víctimas Mortales de Tránsito	2
Tabla 1.2 Predicciones de Accidentalidad en el mundo.....	3
Tabla 1.3 Causas de accidentalidad.....	6
Tabla 1.4 Número de accidentes de tránsito en el sector Urbano de la Ciudad de Ibarra en el año 2012.....	10
Tabla 1.5 Número de accidentes de tránsito en el sector Urbano de la Ciudad de Ibarra en el año 2013.....	11
Tabla 1.6 Unidades Educativas que componen las zonas de alto riesgo de accidentabilidad en el sector urbano de la ciudad Ibarra....	13
Tabla 2.1 Resumen de las fuentes de error del sistema GPS.....	32
Tabla 3.1 Funciones de los pines del PIC16F628A.....	43

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Punto medio entre dos coordenadas.....	59
--	----

ANEXOS

ANEXO 1 Programa Pic 18F4550.....	109
ANEXO 2 Programa Pic 16F628.....	120
ANEXO 3 Programa Interfaz C#.....	122
ANEXO 4 Placa de control PCB Wizard (ArtWork).....	129

RESUMEN

El presente trabajo desarrolla un dispositivo que detecta y alerta a un chofer de un vehículo el exceso de velocidad en zonas de alto riesgo de accidentabilidad en el sector urbano de la ciudad de Ibarra.

El diseño consta con un GPS y un microcontrolador como partes fundamentales del sistema; el GPS se comunica con el circuito electrónico enviando datos como la posición y la velocidad, que son receptadas por el sistema para su posterior análisis. En el microcontrolador se encuentra almacenado el código que controla todo el sistema, de esta manera se analiza los datos que envía el GPS y compara con los datos almacenados en este. El software está diseñado para analizar, detectar y alertar al chofer el exceso de velocidad mediante una pantalla LCD, un led rojo y un buzzer, cada vez que se exceda el límite de velocidad se prenderá el led rojo y el buzzer de forma intermitente, además se mostrará en la pantalla LCD que se encuentra en una zona de alto riesgo de accidentabilidad y cuál es la velocidad mínima en dicha zona. La única manera de que el led y el buzzer se apaguen, es reduciendo la velocidad que se indica en la pantalla LCD.

Además el sistema constará con una memoria eeprom externa para almacenar las zonas, la fecha, la hora y la velocidad donde se excedió el límite de velocidad, con la finalidad de transmitir estos datos a la computadora mediante una comunicación USB-SERIAL.

En la computadora tendremos desarrollado una interfaz gráfica de C# para facilitar al usuario la correcta lectura de los datos y así poder hacer el mejor uso para el bien de todos.

SUMMARY

This paper develops a device that detects and alerts a driver of a vehicle on speeding at high risk zones of accidents in urban areas of Ibarra city.

The design includes a GPS and a microcontroller as fundamental parts of the system; The GPS communicates with the electronic circuit sending data as location and velocity, which ones are received by the system for further analysis. The code is stored in the microcontroller, which one controls the whole system, so the data sent by GPS are analyzed and compared with the data stored. The software is designed to scan, detect and alert the driver on speeding through a LCD screen, a red LED and buzzer, every time it exceeds the speed limit, the red LED will light and the buzzer intermittently, also it will display on the LCD screen that its location is in an area of high risk accident and what is the minimum speed in the area. The only way that the LED and the buzzer go off, is slowing speed as its indicat on the LCD.

In addition the system will consist with an external eeprom to store zones, date, time and the location wherein the speed limit was exceeded, in order to transmit the data to the computer through a USB-SERIAL

In computer we developed a C # interface graphic to give users the correct reading of the data so we can make the best use for the good of all.

PRESENTACIÓN

El trabajo que se presenta, desarrolla un sistema de seguridad que alerta el exceso de velocidad al chofer de un vehículo en una zona de alto riesgo de accidentabilidad; el cual consta de cinco capítulos.

En el capítulo se indica la accidentabilidad en nuestro país y el mundo así como los factores relevantes que influyen en esta, entre ellos el exceso de velocidad.

En el segundo capítulo refiere al marco teórico que es toda la información requerida para la elaboración de este trabajo.

Tercer y cuarto capítulo se describe el diseño de construcción y pruebas de este sistema, mismo que es la base para iniciar este proyecto.

Finalmente el quinto capítulo trata sobre todas las conclusiones y recomendaciones obtenidas durante todo el desarrollo de este trabajo.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 Accidentabilidad

Alrededor de muchos años se han realizado estudios científicos y estadísticos acerca de la accidentabilidad y como resultado se ha obtenido que son totalmente un problema de salud para la humanidad por la cantidad de heridos, discapacitados y muertos, como también es un problema en el aspecto económico por los gastos que acarrea.

Los accidentes de tránsito no solo es un problema del Ecuador sino también a nivel mundial, desde que se crearon los vehículos para transportarse han sido una de las primeras causas de muerte que hemos soportado durante muchos años sin que se tome las medidas correspondientes. Como segunda consecuencia de los accidentes de tránsito tenemos los traumatismos, lesiones y gente discapacitada originando una disminución de habilidad para afrontar la vida diaria en el perjudicado y como tercera consecuencia podemos decir que se produce una pérdida económica para el afectado, para la familia e inclusive para el gobierno, ya que tendrá que afrontar con los gastos necesarios para la recuperación del accidentado

Se han realizado muchos estudios y proyectos de investigación para saber las pérdidas económicas que dejan los accidentes de tránsito y los resultados para los gobiernos es del 1% al 3% del producto nacional bruto, además está comprobado que los más afectados son las familias ya que sufren excesivos gastos por la recuperación del paciente como también sufren pérdidas de tiempo en el trabajo para poder atenderlos.

A nivel mundial los casos muerte y traumatismos por efecto de los accidentes de tránsito han conmocionado a los gobiernos a establecer leyes, campañas y seminarios para prevenir que el número aumente, esperando resultados realmente esperanzadores para el futuro. En el Tabla 1.1 se observa el resultado de un estudio realizado por el Banco Mundial, sobre víctimas mortales del

tránsito y crecimiento económico. Se investiga que el número anual de víctimas causadas por el tránsito en los países de ingresos altos disminuya en un 27% entre 2000 y 2020. Se prevé que ascenderá en un 83% en seis regiones en las que se centralizan los países de ingresos bajos y medianos.

Predicciones del número (en miles) de víctimas mortales del tránsito, por regiones, una vez corregida la subnotificación, 1990–2020

Región ^a	Número de países	1990	2000	2010	2020	Variación (%) 2000–2020	Tasa de letalidad (defunciones/100 000 personas)	
							2000	2020
África subsahariana	46	59	80	109	144	80	12,3	14,9
América Latina y el Caribe	31	90	122	154	180	48	26,1	31,0
Asia meridional	7	87	135	212	330	144	10,2	18,9
Asia oriental y el Pacífico	15	112	188	278	337	79	10,9	16,8
Europa oriental y Asia central	9	30	32	36	38	19	19,0	21,2
Oriente Medio y África septentrional	13	41	56	73	94	68	19,2	22,3
Subtotal	121	419	613	862	1 124	83	13,3	19,0
Países de ingresos altos	35	123	110	95	80	-27	11,8	7,8
Total	156	542	723	957	1 204	67	13,0	17,4

^a Los datos se presentan con arreglo a las clasificaciones regionales del Banco Mundial.
Fuente: reproducido de la referencia 48 (con pequeñas modificaciones), con permiso de los autores.

Tabla 1.1 Predicciones del Número de Víctimas Mortales de Tránsito

Fuente: http://www.who.int/violence_injury_prevention/publications/road_traffic/world_report/summary_es.pdf

El gráfico Vehículos Matriculados por Uso 2007 2008 muestra el parque automotor en Ecuador y su crecimiento en 2008 con respecto a 2007. Para el año 2009 si continúa la tendencia aproximadamente estarán matriculados 1.03 millones de vehículos.

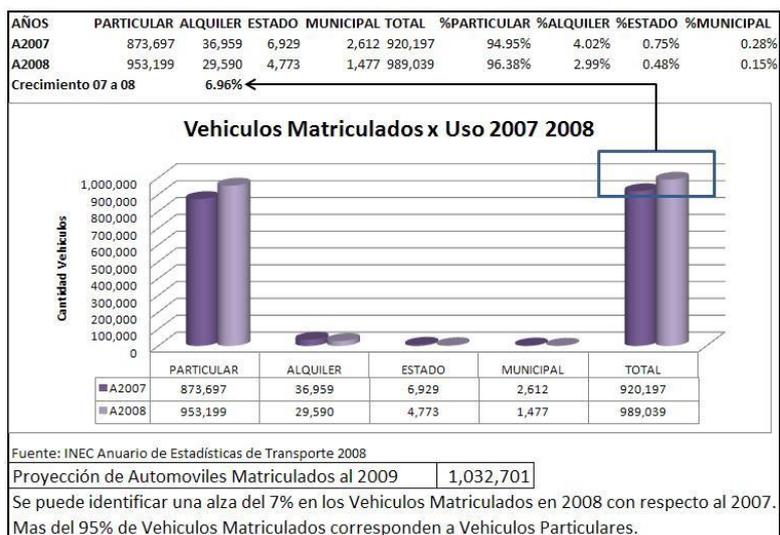


Figura 1.1 Vehículos Matriculados por Uso

Fuente: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/3512/1/04%20MEC%20030%20TESIS.pdf>

1.1.1 DATOS OMS ACCIDENTABILIDAD EN EL MUNDO Y EN EL ECUADOR

TOTAL 2004			TOTAL 2030		
NO. DE ORDEN	PRINCIPALES CAUSAS	%	NO. DE ORDEN	PRINCIPALES CAUSAS	%
1	Enfermedad isquémica del corazón	12,2	1	Enfermedad isquémica del corazón	14,2
2	Enfermedad cerebrovascular	9,7	2	Enfermedad cerebrovascular	12,1
3	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	7,0	3	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	8,6
4	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	5,1	4	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	3,8
5	Enfermedades diarreicas	3,6	5	Traumatismos por accidentes de tránsito	3,6
6	VIH/sida	3,5	6	Cánceres de la tráquea, los bronquios y el pulmón	3,4
7	Tuberculosis	2,5	7	Diabetes mellitus	3,3
8	Cánceres de la tráquea, los bronquios y el pulmón	2,3	8	Enfermedad cardíaca hipertensiva	2,1
9	Traumatismos por accidentes de tránsito	2,2	9	Cáncer del estómago	1,9
10	Prematuridad y bajo peso al nacer	2,0	10	VIH/sida	1,8
11	Infecciones neonatales y otras ^a	1,9	11	Nefritis y nefrosis	1,6
12	Diabetes mellitus	1,9	12	Lesiones autoinfligidas	1,5
13	Paludismo	1,7	13	Cáncer del hígado	1,4
14	Enfermedad cardíaca hipertensiva	1,7	14	Cáncer colorectal	1,4
15	Asfixia del nacimiento y traumatismo del nacimiento	1,5	15	Cáncer del esófago	1,3
16	Lesiones autoinfligidas	1,4	16	Violencia	1,2
17	Cáncer del estómago	1,4	17	Alzheimer y otras demencias	1,2
18	Cirrosis del hígado	1,3	18	Cirrosis del hígado	1,2
19	Nefritis y nefrosis	1,3	19	Cáncer de mama	1,1
20	Cáncer colorectal	1,1	20	Tuberculosis	1,0

Tabla 1.2 Predicciones de Accidentalidad en el mundo

Fuente: <http://www.movimet.com/2012/12/oms-informe-sobre-la-situacion-mundial-de-la-seguridad-vial/>



Figura 1.2 Accidentabilidad en el Ecuador

Fuente: http://www.elcomercio.com/pais/accidentes-redujeron_0_840515947.html

1.1.2 ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO A NIVEL NACIONAL (AÑOS: 2010-2011)

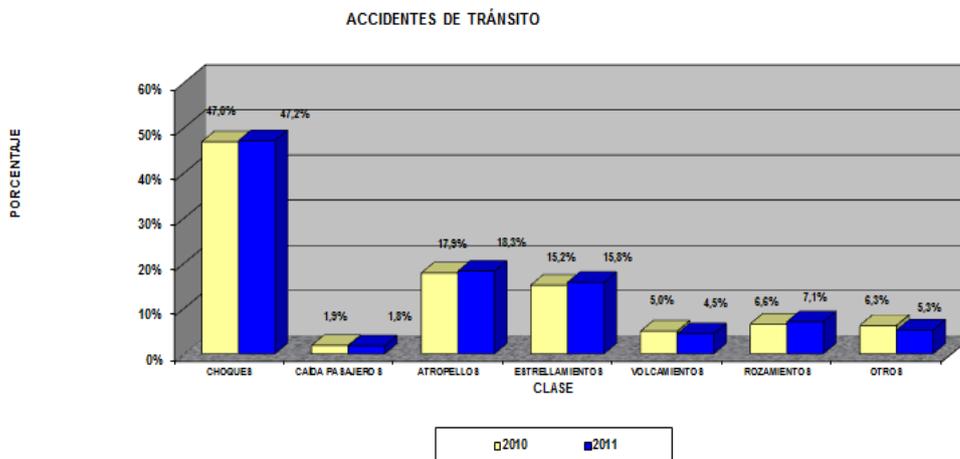


Figura 1.3 Accidentes de Tránsito a Nivel Nacional

Fuente: <http://www.ant.gob.ec/index.php/noticias/estadisticas>

Según la Clase de accidentes, los choques con el 7.2%, fue la principal causa que provocó el mayor número de accidentes; le sigue en importancia los atropellos con el 18.3%, los estrellamientos con el 15.8%. Un año atrás, en el 2010 la distribución por clase, fue en su orden: 47.0, 17.9, 15.2 respectivamente.

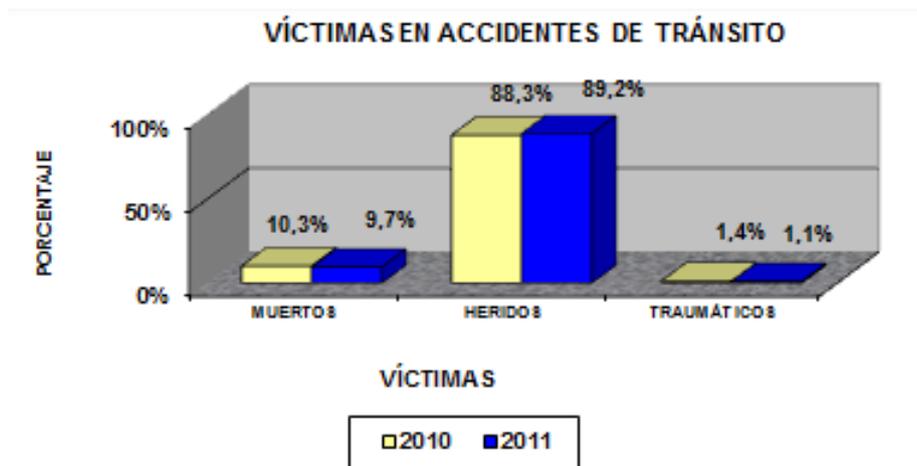


Figura 1.4 Víctimas en Accidentes de Tránsito
Fuente: <http://www.ant.gob.ec/index.php/noticias/estadisticas>

Los accidentes de tránsito, produjeron 21.221 víctimas en el año 2011, de las cuales el 9.7%, fallecieron, el 89.2%, quedaron heridos y el 1.1% quedaron con traumatismos. Un año atrás, en el 2010, la distribución fue en su orden: 10.3, 88.3 y 1.4% respectivamente.

1.2 FACTORES RELEVANTES QUE INFLUYEN EN ACCIDENTABILIDAD

Sin lugar a dudas el factor más importante en el sistema de tránsito y transporte es el conductor, por esta razón las capacidades de los conductores deben estar por encima de las exigencias que le imponen las vías y los vehículos. El chofer influye en la seguridad de acuerdo a su comportamiento o reacción ante situaciones adversas del tránsito, un conductor debe ser experimentado, sus condiciones para manejar un vehículo dependen de su estado físico y psíquico como también de una correcta formación para estar siempre atento al mantenimiento del vehículo.

Dentro del factor humano también tenemos la inexperiencia del conductor que puede llegar hacer un peligro potencial si la persona no posee como

suficiente conocimiento del vehículo que conduce, un inadecuado control de los mandos e inseguridad al inicio de manejar, que no le permite anticiparse a los imprevistos que pueden surgir. Por tal razón la tabla 1.3 nos resume las principales causas que generan los accidentes de tránsito

<i>Causas</i>	<i>% del total de accidentes</i>
Por infracciones al Código	50
Por velocidad excesiva	25
Por alcoholemia	12
Estado físico del conductor	8
Estado de la vía o del vehículo	5

Tabla 1.3 Causas de accidentalidad

Fuente: <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/6321/7/06.pdf>

1.2.1 ESTUDIO EXCESO DE VELOCIDAD - SEGURIDAD

Los trabajos de investigación han concluido claramente la relación entre velocidad y accidentalidad: el número de muertos por accidente con exceso de velocidad se establece en un 50 por 100 y el de heridos graves, en un 60 por 100. La velocidad, según algunos estudios es un elemento que está relacionado en el 30% de los accidentes mortales y en el 18% de los accidentes en general.

La velocidad influye de cuatro maneras en la ocurrencia de accidentes del tránsito: **(Peñalva, 2003)**

- Aumenta la distancia recorrida por el vehículo desde el momento en que el conductor detecta una emergencia hasta que reacciona.
- Aumenta la distancia necesaria para detener el vehículo desde que se reacciona ante una emergencia.



Figura 1.5 Distancias de reacción y frenado para diferentes velocidades

Fuente: <http://www.stcolombia.com/portal/forum.php>

- La severidad del accidente aumenta exponencialmente con la velocidad de impacto. A 50 Km/h. el riesgo de sufrir lesiones graves para un pasajero del asiento delantero, es tres veces mayor que a 30 Km/h. A 65 Km/h. el riesgo es cinco veces mayor que a 30 Km/h.
- En colisiones a alta velocidad se reduce la efectividad de dispositivos de seguridad, como por ejemplo, bolsas de aire o air bags.

En la siguiente figura, se describe la comparación entre la velocidad a la que circula un automóvil en el momento de un accidente.

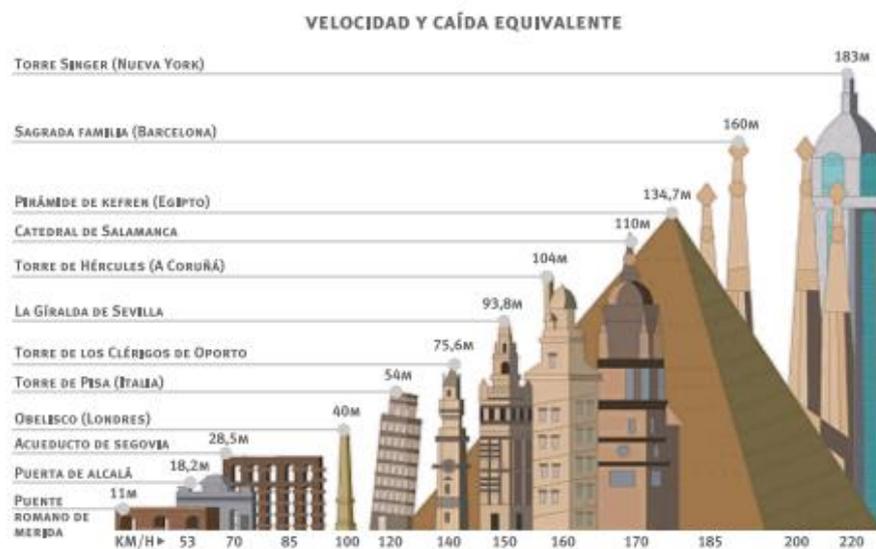


Figura 1.6 Analogía entre la velocidad a la que circula un vehículo en el momento de un accidente y las consecuencias que tendría la caída de un vehículo desde una determinada altura.

Fuente: <http://www.iipp.es/taseval/velocidad/vel1.pdf>

Los vehículos y pasajeros que circulan por una vía tienen energía cinética, la que aumenta con la velocidad y se disipa en una colisión. Cuanto mayor sea la energía que deba ser disipada, mayor es la posibilidad de lesiones graves y muerte. La climatología también cobra especial importancia. Cuando es adversa, la adherencia de los neumáticos a la calzada se reduce radicalmente y eso hace más difícil el control del vehículo. Y a mayor velocidad, menor adherencia. Por eso, los investigadores aseguran que con lluvia o hielo los conductores deberían reducir su velocidad entre un 30 y un 60 por 100 sobre la señalizada para moverse en los mismos márgenes de seguridad de una carretera seca, cosa poco frecuente, según los expertos, porque los conductores desconocen cuáles son dichos márgenes y su importancia. **(Peñalva, 2003)**

1.3 ZONAS URBANAS DE ALTO RIESGO DE ACCIDENTABILIDAD

Una zona de alto riesgo de accidentabilidad, es una zona vulnerable a sufrir constantemente accidentes de tránsito, por lo tanto podemos concluir que dichas zonas están relacionadas directamente con vidas humanas. Las vidas humanas en dichas zonas son vulnerables ya que están expuestos a un mayor peligro dentro del sistema de tránsito y consecuentemente son más propensos a sufrir lesiones graves, o incluso perder la vida en accidentes viales.

1.3.1 Usuarios vulnerables

Se denominan así al grupo de personas que circulan por de las calles y que están expuestos a un mayor riesgo de sufrir un accidente de tránsito, estas personas se identifican por no tener una protección en su cuerpo. Es importante establecer que cuando se trate de usuarios vulnerables, se debe hacer solamente refiriéndose a sus características específicas como modo de transporte.

Tomando en cuenta su forma de trasladarse y su capacidad de afrontar las situaciones propias del tránsito, se encuentran los siguientes grupos especiales de usuarios vulnerables que son tratados como ***peatones y ciclistas***.

- **Niños.-** Son altamente vulnerables ya que no poseen con la habilidad suficiente o experiencia para enfrentar con el tráfico. Se encuentran en alto riesgo en las situaciones en que el tránsito es muy peligroso o se mueve rápidamente, cuando las condiciones de visibilidad son limitadas o cuando los conductores están concentrados en los vehículos y olvidan la presencia de peatones o ciclistas.
- **Ancianos.-** Este grupo es el más vulnerable de todos ya que se encuentran en total riesgo y en todo momento por que demuestran una disminución gradual en su habilidad para enfrentar con las situaciones del tránsito y por lo mismo están sujetos a un mayor riesgo de verse involucrados en accidentes; físicamente son los más frágiles y tienden a exponerse menos reduciendo su movilidad.
- **Minusválidos.-** Este grupo se refiere a las personas que utilizan ciertas ayudas para desplazarse como muletas, bastones, sillas de ruedas, etc.). Al igual que los ancianos, los minusválidos están sujetos a mayor riesgo en

circunstancias de tráfico complejas o en ciertos sitios donde la infraestructura no está adaptada para su circulación.

- **Otros grupos especiales.-** Se conoce a estos de grupos como peatones, porque se desplazan o trasladan por medio de patines, bicicletas, patinetas u otros aparatos con ruedas. Este tipo de movilización provee una forma más rápida de trasladarse en el camino, pero demanda un cierto grado de destreza por parte de los usuarios, que generalmente se trata de jóvenes que realizan maniobras a velocidades altas y no respetan las normas de seguridad lo que conlleva a generar situaciones de alto riesgo para los demás peatones.

1.3.2 Identificación de las zonas de alto riesgo de accidentabilidad en el sector urbano de la ciudad de Ibarra

El Ecuador se ubica en el segundo lugar en mortalidad por accidentes de tránsito en América Latina, según el Reporte del Estado Global sobre la seguridad de las vías de la Organización Mundial de la Salud (OMS), publicado este año y elaborado con información de 2010. El país adquiere, según la entidad, 28 muertes por cada 100.000 habitantes, una tasa mayor a la media general, que es de 18. Sólo es superado por Venezuela, que presenta 37,2 fallecimientos por esa causa por cada 100.000 habitantes.

Sin embargo, Guillermo Abad director de Justicia Vial, en el diario La Hora “aseguró que la tasa ha aumentado en los últimos años, porque se registran más accidentes, por lo que la media del país estaría entre 32,4 muertes, cuando en la región sería ahora de 23”. **(LA HORA, 2013)**

La ciudad de Ibarra no está lejos de esta siniestra realidad ya que la Agencia Nacional de Tránsito de Imbabura (ANT), registro en el año 2012 un total de 2047 accidentes de tránsito y en el 2013 registro un total de 1852 accidentes de tránsito.

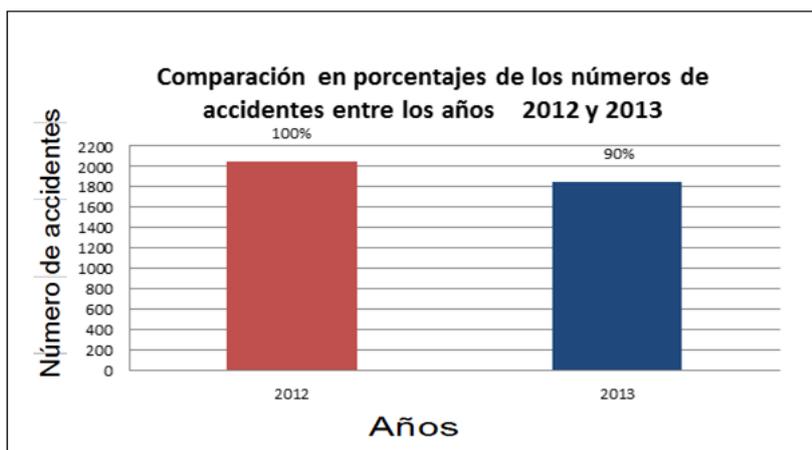


Figura 1.7 Comparación en porcentajes de los números de accidentes entre los años 2012 y 2013
Fuente: Elaboración propia

1.3.2.1 Identificación de las zonas por número de accidentes en el año 2012

Zona	Nombre de la Zona	Ene	Feb	Mar	Abr	MaY	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
Zona 1	Colegio Teodoro Gomez de la Torre	18	4	1	11	35	16	49	40	37	2	3	29	245
Zona 2	Mercado Amazonas	11	4	3	23	25	33	48	25	35		6	110	323
Zona 3	Barrio Piorato	3	1	1	2		3	1		3				14
Zona 4	Redondel La Policía	4			7	4	21	24	7	14		3	18	102
Zona 5	La Esperanza	4	1		6	3	7		4					25
Zona 6	La Florida	13	4	3	12	25	12	14	15	14		2	10	124
Zona 7	Vía Urcuqui	19			11	1	9	17	13	20	2	1	6	99
Zona 8	El Olivo	9	8	8	2	15	21	29	26	17		5	23	163
Zona 9	Redondel La Madre	2	1		2	2	2	13	19	16			5	62
Zona 10	Redondel Ajaví	2			1	3	1	18	6	15		1	2	49
Zona 11	Barrio Caranqui	2	1	4		5	1	2	5		2			22
Zona 12	Barrio La Merced	2	5	6	4	8	6	8	9	10	2	3	13	76
Zona 13	Avenida Carchi	2	1			3	2		3	3				14
Zona 14	Avenida Rivadeneira		1	1	2	5	12	8	4	8	3	1	15	60
Zona 15	Panamericana Norte Gasolinera La Dolorosa		2	1	4	3	3	2	17			5	2	39
Zona 16	Barrio Simon Bolivar		1				3	9	25		2		17	57
Zona 17	Colegio Nacional Ibarra	5	9	3	10	10	27	21	20	30	2	4	15	156
Zona 18	Otras Direcciones	10	11	7	11	34	38	57	70	75	24	15	65	417
TOTAL		106	54	38	108	181	217	320	308	297	39	49	330	2047

Tabla 1.4 Número de accidentes de tránsito en el sector Urbano de la Ciudad de Ibarra en el año 2012
Fuente: Agencia Nacional de Transito

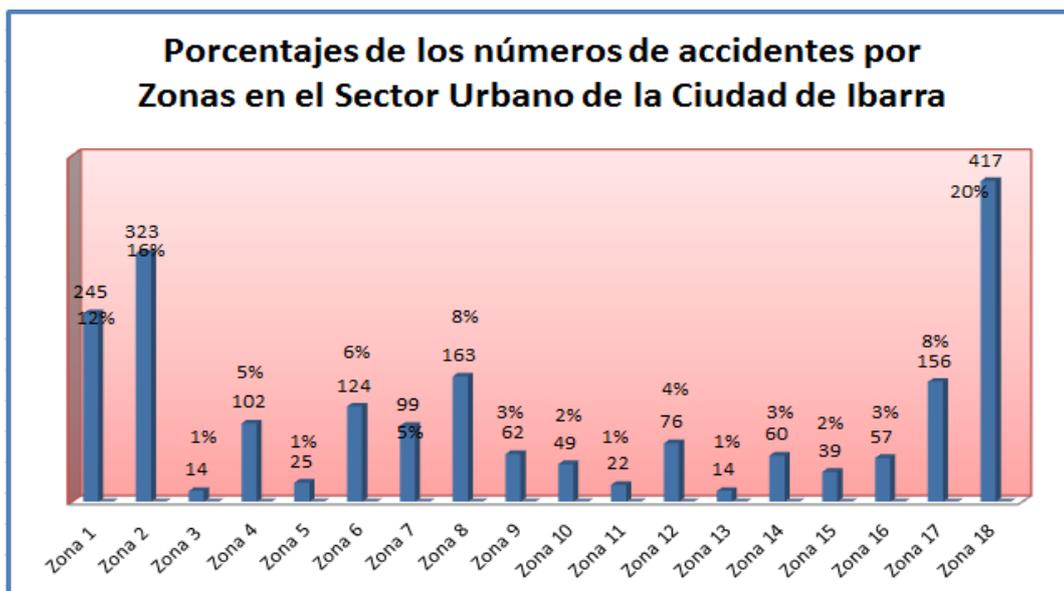


Figura 1.8 Porcentajes de los números de accidentes por Zonas en el Sector Urbano de la Ciudad de Ibarra en el año 2012

Fuente: Elaboración propia

1.3.2.2 Identificación de las zonas por número de accidentes en el año 2013

Zona	Nombre de la Zona	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	ciemb	TOTAL
Zona 1	Colegio Teodoro Gómez de la Torre	41	20	8	14	6	7	26	28	2	2		9	163
Zona 2	Mercado Amazonas	71	37	28	36	1	19	33	38	1	2	1	42	309
Zona 3	Barrio Piorato	2		7				4		1			1	15
Zona 4	Redondel La Policía	11	16	4	11		8	11	8		4	1	15	89
Zona 5	La Eperanza		1		2			1	1				3	8
Zona 6	La Florida	12	20	7	7	6	8	8		1	3	8	4	84
Zona 7	Vía Urququi	26	6	14	3	2	3	5	12	2	3	3	3	82
Zona 8	El Olivo	21	26	7	4	9	10	19	28	4	7	3	13	151
Zona 9	Redondel La Madre	30	2	4	3	1	1	1	1	1				44
Zona 10	Redondel Ajaví	1	2			1	2							6
Zona 11	Barrio Caranqui	10	3	5	2		3	2	2		1			28
Zona 12	Barrio La Merced	20	7	5	15	3	6	6	6	3	1	2	3	77
Zona 13	Avenida Carchi	4	1		1		1	2	1					10
Zona 14	Avenida Rivadeneira	20	6	4	9	1	7	6	6	1	3			63
Zona 15	Panamericana Norte Gasolinera La Dolorosa			4		2	3		4		1		1	15
Zona 16	Barrio Simon Bolivar	22	6		12	2	9	1	8		2	2	9	73
Zona 17	Colegio Nacional Ibarra	37	9	9	9	4	15	11	12	2	3	2	18	131
Zona 18	Otras Direcciones	115	55	46	45	17	30	46	49	11	17	13	60	504
TOTAL		443	217	152	173	55	132	182	204	29	49	35	181	1852

Tabla 1.5 Número de accidentes de tránsito en el sector Urbano de la Ciudad de Ibarra en el año 2013

Fuente: Agencia Nacional de Transito

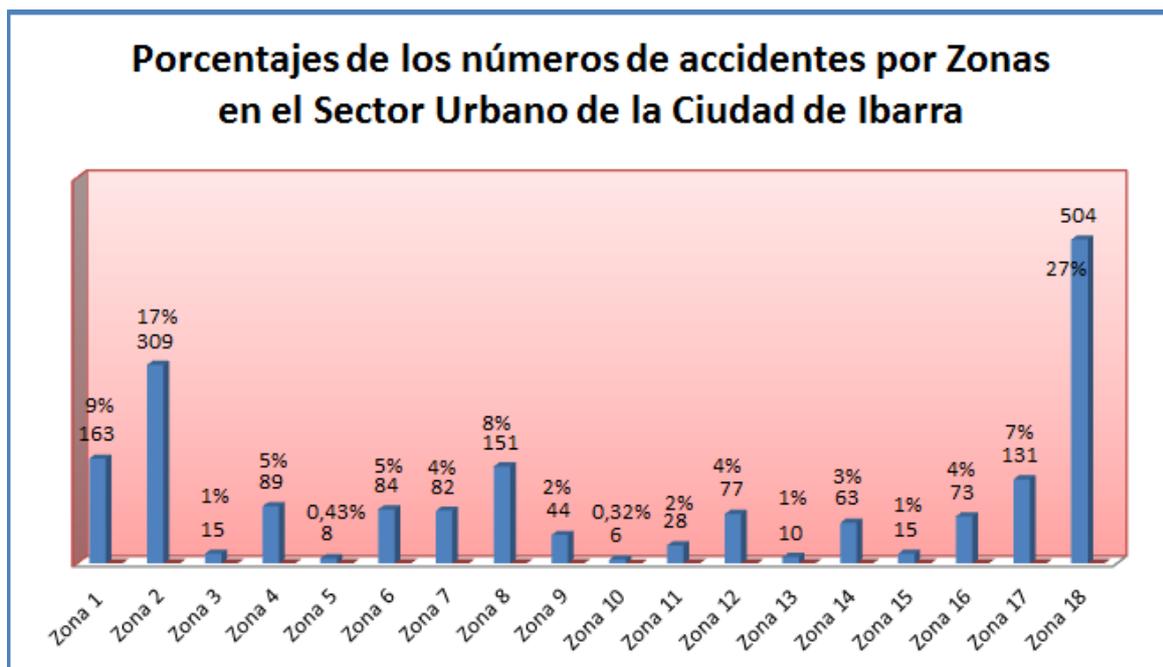


Figura 1.9 Porcentajes de los números de accidentes por Zonas en el Sector Urbano de la Ciudad de Ibarra en el año 2013
Fuente: Elaboración propia

1.3.2.3 Descripción y composición de las zonas

Este proyecto tiene como finalidad advertir al conductor el exceso de velocidad en una zona de alto riesgo de accidentabilidad, por tal razón hemos definido las zonas más vulnerables en el sector urbano de la ciudad de Ibarra enfocados a **Instituciones Educativas**.

De las 18 zonas vulnerables de accidentes de tránsito que posee la ciudad de Ibarra, hemos escogido las zonas en las cuales se encuentran relacionadas directamente con **Instituciones Educativas**.

UNIDADES EDUCATIVAS QUE FORMAN PARTE DE LAS ZONAS		
Zonas	Nombre	Instituciones Educativas
Zona 1	Colegio Teodoro Gómez de la Torre	Colegio Teodoro Gómez de la Torre
		Colegio Salesiano Sánchez y Cifuentes
		Colegio Peñaherrera
		Jardín de Infantes Albertina Franco Leoro
Zona 2	Mercado Amazonas	Escuela Pedro Moncayo
		Jardín Amazonas
Zona 3	Barrio Priorato	Unidad Educativa Liceo Aduanero
Zona 4	Redondel El Policía	Colegio Universitario UTN
Zona 5	La Esperanza	Zona Rural
Zona 6	La Florida	Escuela Sagrado Corazón de Jesús "BETHLEMITAS"
		Colegio Nacional Mixto Mariano Suárez Veintimilla
Zona 7	Vía Urcucqui	Escuela de Sordos "Gobierno Provincial"
zona 8	El Olivo	Universidad Técnica del Norte
		Escuela 17 de Julio
Zona 9	Redondel La Madre	No existen Unidades Educativas alrededor de esta Zona
Zona 10	Redondel Ajaví	Escuela Fe y Alegría
		Escuela Analuisa Leoro
Zona 11	Barrio Caranqui	Colegio Nacional Atahualpa
		Escuela Nicolás Vacas
Zona 12	Barrio La Merced	Escuela Modelo Velasco Ibarra
		Unidad Educativa Particular San Pedro Pascual
		Escuela 28 de Abril
		Colegio Sagrado Corazón de Jesús "BETHLEMITAS"
Zona 13	Av. Carchi	Escuela María Angélica Hidrovo
Zona 14	Av. Rivadeneira	No existen Unidades Educativas alrededor de esta Zona
Zona 15	Gasolinera La Dolorosa	No existen Unidades Educativas alrededor de esta Zona
Zona 16	Barrio Simón Bolívar	Jardín Gudiño Vásquez
Zona 17	Colegio Ibarra	Colegio Nacional Ibarra
Zona 18	Otras Direcciones	

Tabla 1.6 Unidades Educativas que componen las zonas de alto riesgo de accidentabilidad en el sector urbano de la ciudad Ibarra.

Fuente: Elaboración Propia

1.4 Género y accidentabilidad

Conducir cualquier tipo de vehículo es hacer desempeñar de manera adecuada y correcta, ya sea sin motor (bicicleta) o con motor (automóvil). Conductor es la persona habilitada y capacitada, técnica y teóricamente para manejar un vehículo. Un conductor debe acatar todas las normas que se apliquen en el momento y lugar de la conducción.

Una investigación realizada por la asociación "Luchemos por la vida" en Buenos Aires, Argentina, reveló que las mujeres son mejores conductoras que los hombres. La investigación confirmó que efectivamente las mujeres no solamente conducen de forma más segura que los hombres, sino que además son más precavidas en cuanto al uso del cinturón de seguridad y respetan más las señales de tránsito. Se comprobó que el 89% de las mujeres usan el cinturón de seguridad, a diferencia de los hombres que suman sólo un 61%. Los resultados también arrojaron que el 17% de las mujeres se pasan un semáforo en rojo, a diferencia de los hombres que corresponden a un 83%. De igual forma, en cuanto a accidentes de tránsito las mujeres están más libradas, una de cada 15,000 conductoras provoca un accidente mortal, mientras un hombre de cada 3,000 hace lo mismo. **(Álvarez, 2013)**

Es decir que, por cada accidente mortal de una mujer, el hombre ha tenido ya 5 accidentes. De igual forma, las mujeres participan y provocan accidentes, pero de menor gravedad. Según el estudio, las causas más frecuentes en las mujeres suelen ser por errores de maniobras de giro, descuidos en cruces y la reversa, pero manejan más lento, son más prudentes y conducen autos de menos potencia, siendo estas las razones por las que producen menos accidentes. Mientras que en los hombres, sobrepasos inadecuados, exceso de velocidad y conducir en estado de embriaguez, son las principales negligencias a la hora de conducir. **(Álvarez, 2013)**

En Estados Unidos, los estudios realizados confirman que los conductores hombres participaron en no menos de 6.1 millones de accidentes de tránsito, en comparación con las damas con 4.4 millones. Aunque el número de choferes hombres acusados de negligencia es tres veces más que el de las mujeres

retenidas por el mismo inconveniente, alrededor del 80% de los accidentes de tránsito, mortales o graves son causados por los caballeros.

En la siguiente figura mostramos un análisis que se realizó durante dos años a más de 30 mujeres de entre 20 y 40 años comparándolas luego con 30 hombres de la misma franja etaria. La respuesta de este análisis es lo que le contamos a continuación: **(Brambati, 2014)**

MUJERES	HOMBRES
<p>La mayoría de las mujeres evaluadas manifestaron una menor habilidad respecto al hombre en el manejo técnico del automóvil: coordinación de brazos y piernas en el slalom de baja y alta velocidad, al igual que en el slalom marcha atrás con el uso de los espejos retrovisores.</p>	<p>Consiguen mayor precisión en pruebas de habilidad motora y en el correcto recorrido de una ruta.</p>
<p>Poseen menor nivel de concentración hacia el manejo, ya que son más dispersas que los hombres ante las distracciones, como por ejemplo: el uso del celular, la radio, o diversas conversaciones con otros integrantes dentro del vehículo.</p>	<p>La concentración al volante por parte de los hombres es más evidente que en las mujeres.</p>
<p>En las pruebas de simulación notamos que solamente un 10% de las mujeres superó la velocidad de consigna. En cambio, el 40% de los hombres incrementó las velocidades máximas exigidas, a pesar de las recomendaciones previas a cada práctica donde se explicó que las mismas no debían ser superadas.</p>	<p>El hombre es más competitivo y agresivo, y esto genera uno de los factores más contraproducentes a la hora de una conducción segura.</p>
<p>Las mujeres tienen más en cuenta parámetros propios, son más ordenadas y respetuosas de las señales de tránsito.</p>	<p>Experimentan un exceso de confianza en la conducción sumado a la cotidianeidad con que desarrollan velocidades superiores a las recomendadas convirtiéndolos en los protagonistas indudables de los accidentes.</p>
<p>Son menos propensas a poner en riesgo a terceros.</p>	<p>Actúan de acuerdo con las circunstancias y son menos respetuosos de las señales de tránsito.</p>
	<p>De acuerdo a nuestros relevamientos de accidentes y demás investigaciones, el consumo de alcohol en los hombres es mayor al de las mujeres.</p>

Figura 1.10 Descripción de destreza al volante de un vehículo entre hombre y mujer

Fuente: https://www.cesvi.com.ar/revistas/r44/anda_lavar.pdf

En la vida cotidiana a pesar que las mujeres poseen menos habilidad para conducir un vehículo que los hombres, están menos expuestas a sufrir un accidente de tránsito ya que el género femenino son más prudentes al volante y como conclusión esto genera que ellas tienen menos riesgo de causar o sufrir un accidente.

CAPÍTULO 2

DESARROLLO TEÓRICO

2.1 INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA: ETAPAS

La Instrumentación electrónica es la parte de la electrónica, principalmente analógica, que se encarga del diseño y manejo de los aparatos electrónicos y eléctricos, sobre todo para su uso en mediciones. La instrumentación electrónica se aplica en el censado y procesamiento de la información proveniente de variables físicas y químicas, a partir de las cuales realiza el monitoreo y control de procesos, empleando dispositivos y tecnologías electrónicas. Un elemento imprescindible para la toma de medidas es el sensor.

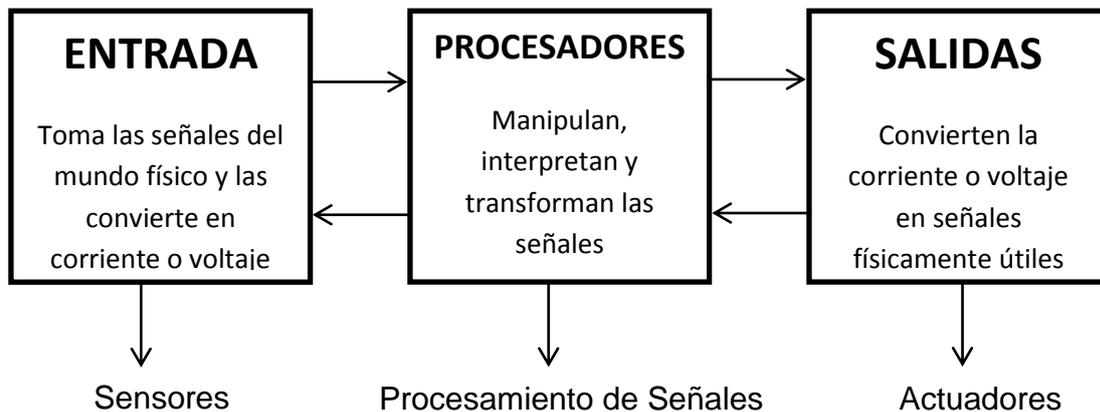


Figura 2.1 Etapas de un Sistema de Medición

Fuente: Elaboración propia

En la figura 2.1 podemos ver en forma general las etapas de un sistema de medición electrónica. A continuación explicaremos en qué consiste cada etapa.

- **Entrada.** Consiste en sensores o transductores electrónicos o mecánicos que toman las señales (en forma de temperatura, presión etc.) del mundo físico y las convierte en señales de corriente o voltaje.
- **Procesadores.** Consiste en artefactos electrónicos conectados juntos para manipular, interpretar y transformar las señales de voltaje y corriente provenientes de los transductores.

- **Salida.** Son actuadores u otros dispositivos (también transductores) que convierten las señales de corriente y voltaje en señales físicamente útiles.

Básicamente son tres etapas: La primera (transductor), la segunda (circuito procesador) y la tercera (circuito actuador). Siempre estas tres etapas son la base de un buen desarrollo electrónico de medición sin importar cual variable será medida.

2.1.1 SENSORES

Es un dispositivo del sistema que se encuentra en contacto directo con la magnitud que se quiere evaluar. El sensor recibe la magnitud física y se la hace llegar al transductor. El transductor es un componente del sistema que toma el valor de la magnitud medida por el sensor y la traduce o la adapta a un valor de otra magnitud más operativa y que va ser el que utilice el sistema. Es decir, convierte el valor de una magnitud física no interpretable por el sistema, a otro valor en otra magnitud que si es interpretable. **(Gutierrez, 2013)**

2.1.1.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS SENSORES

- **Exactitud.** Quiere decir a la obtención un valor medido que se acerque más al valor real, mientras el rango sea menor, más exacto será.
- **Precisión.** Se llama precisión a la capacidad de obtener el mismo valor en diferentes mediciones.
- **Rango de funcionamiento.** El rango se refiere a que debe ser exacto, preciso y tener un buen rango de funcionamiento.
- **Velocidad de respuesta.** La velocidad de respuesta es una condición muy importante ya que de ella depende la calidad del sensor, debe ser inmediato la respuesta ante un cambio de la variable.
- **Calibración.** La calibración es esencial en un sensor para obtener un buen funcionamiento y deber ser rápida, fiable y sobre todo no debe hacerse muy a menudo.
- **Fiabilidad.** Se denomina así al sensor que posee un correcto funcionamiento sin tener fallos frecuentes.

2.1.1.2 CLASIFICACIÓN DE LOS SENSORES

Los sensores de interés para la manufactura se pueden clasificar como sigue:
(Jesús, 2010)

- **Sensores mecánicos.-** Para medir cantidades como la posición, forma, velocidad, fuerza, torque, presión, vibración, deformación y masa.
- **Sensores eléctricos.-** Para medir voltaje, corriente, carga y conductividad.
- **Sensores magnéticos.-** Para medir campo, flujo y permeabilidad magnética.
- **Sensores térmicos.-** Para medir temperatura, flujo, conductividad y calor específico.
- **Otros.-** Existen otros como acústicos, ultrasónicos, químicos, ópticos, de radiación, láser y de fibra óptica.

Si se clasifica de acuerdo a su aplicación, podemos decir que un sensor está formado por materiales metálicos, no metálicos, orgánicos o inorgánicos, y por fluidos, gases, plasmas o semiconductores, al hacer uso de estas características especiales, los sensores convierten la cantidad o propiedad medida en una salida analógica o digital.

1.- Según el principio de funcionamiento (Jesús, 2010)

- **Sensores pasivos.-** Son aquellos que generan señales representativas de las magnitudes por intermedio de una fuente auxiliar. Ejemplo: sensores de parámetros variables (de resistencia variable, de capacidad variable, de inductancia variable).
- **Sensores activos.-** Generan señales representativas de las magnitudes que se va a medir en forma autónoma, sin necesidad de requerir de alguna alimentación, por ejemplo: sensores piezoeléctricos, fotovoltaicos, termoeléctricos, electroquímicos y magnetoeléctricos.

2.- Según el tipo de señal eléctrica que provee (Jesús, 2010)

- **Digitales.** Estos sensores proporcionan una señal codificada en pulsos o sistemas BCD, binario etc.

- **Análogos.** Estos sensores proporcionan un valor de voltaje o corriente, donde la señal más común utilizada en aplicaciones industriales es un circuito de corriente de 2 hilos y 4 – 20 mA.
- **Temporales.**

3.- Según el rango de valores que proporcionan (Jesús, 2010)

a) Medición de temperatura

- Pirómetro óptico
- Pirómetro de variación
- Termistor
- Termopar

b) Medición de esfuerzos y deformaciones

c) Medición de movimiento

- Distancias grandes
 - Radar
 - Láser
 - Ultrasonido
- Distancias pequeñas
 - Métodos ópticos
 - Métodos inductivos
 - Métodos resistivos y capacitivos
- Posición angular o lineal
 - Codificadores incrementales
 - Codificadores absolutos
 - Transductores capacitivos

d) Sensores de presencia o proximidad

- Inductivos
- Capacitivos
- Fotoeléctricos
- De efecto Hall Radiación
- Infrarrojos

e) Sistemas de visión artificial

- Cámaras CCD

f) Sensores de humedad y punto de rocío

- Humedad en aire y gases
- Humedad en sólidos
- Punto de rocío

g) Sensores de caudal

- De sólidos, líquidos o gases
- Presión diferencial
- Medidores magnéticos
- Medidores por fuerza de Coriolis¹
- Medidores de área variable
- Medidores de desplazamiento positivo

h) Sensores de nivel

- De líquidos y sólidos

i) Sensores de presión

j) Sensores de fuerza y par

- Calibrador de tensión
- De array táctil

k) Sensores de intensidad lumínica

l) Sensores de aceleración

m) Sensores de de velocidad lineal o angular

n) Sensores táctiles

- Matriz piezoeléctrica, óptica o capacitiva
- Matriz de contactos

2.2 MICROCONTROLADOR

Antes de que se creara el microcontrolador el ser humano ya realizaba estudios y proyectos de sistemas digitales para la construcción de prototipos, pero en aquel tiempo los sistemas construidos resultaban extremadamente grandes, excesiva cantidad de conexiones que conllevaba a muchos errores, pero a inicios de 1971 se crea el microcontrolador con la finalidad de reducir los tamaños de los

¹ **Fuerza de Coriolis:** Efecto que se observa en un sistema de referencia en rotación cuando un cuerpo se encuentra en movimiento respecto de dicho sistema de referencia. **Fuente:** Wikipedia, Efecto Coriolis, [http://es.wikipedia.org/wiki/Efecto_Coriolis]

sistemas, realizar nuevos diseños más compactos sin tantos errores y generando más confianza al diseñador.

El microcontrolador verdaderamente consiste en un sencillo pero completo computador contenido en el corazón (chip) de un circuito integrado. Un microcontrolador es un circuito integrado de alta escala de integración que incorpora la mayor parte de los elementos que configuran un controlador. Entre los microprocesadores más populares tenemos el popular Z-80 y el 8085. Los creadores de equipos electrónicos ahora tenían equipos que podían realizar mayor cantidad de tareas en menos tiempo y su tamaño se redujo considerablemente; sin embargo, después de cierto tiempo aparece una nueva tecnología llamada microcontrolador que simplifica aún más el diseño electrónico. **(Verbel, 2007)**

Los componentes principales de un microcontrolador son:

- Procesador o UCP (Unidad Central de Proceso).
- Memoria RAM para Contener los datos.
- Memoria para el programa tipo ROM/PROM/EPROM.
- Líneas de E/S para comunicarse con el exterior.
- Diversos módulos para el control de periféricos (temporizadores, Puertas Serie y Paralelo, CAD: Conversores Analógico/Digital, CDA: Conversores Digital/Analógico, etc.).
- Generador de impulsos de reloj que sincronizan el funcionamiento de todo el sistema.

Cada fabricante oferta numerosas versiones de una arquitectura básica de microcontrolador. En algunas amplía las capacidades de las memorias, en otras incorpora nuevos recursos, en otras reduce las prestaciones al mínimo para aplicaciones muy simples, etc. La labor del diseñador es encontrar el modelo mínimo que satisfaga todos los requerimientos de su aplicación. De esta forma, minimizará el coste, el hardware y el software.

Los principales recursos específicos que incorporan los microcontroladores son:

- Temporizadores o "Timers".
- Perro guardián o "Watchdog".
- Protección ante fallo de alimentación o "Brownout²".
- Estado de reposo o de bajo consumo.
- Conversor A/D.
- Conversor D/A.
- Comparador analógico.
- Modulador de anchura de impulsos o PWM.
- Puertas de E/S digitales.
- Puertas de comunicación.

2.2.1 CARACTERÍSTICAS

Al estar todos los microcontroladores integrados en un chip, su estructura fundamental y sus características básicas son muy parecidas. Todos deben disponer de los bloques esenciales Procesador, memoria de datos y de instrucciones, líneas de E/S, oscilador de reloj y módulos controladores de periféricos. Sin embargo, cada fabricante intenta enfatizar los recursos más idóneos para las aplicaciones a las que se destinan preferentemente. (Verbel, 2007)

A continuación se describe las características más importantes de los microcontroladores:

- **Arquitectura básica.-** Los primeros microcontroladores fueron construidos con la arquitectura Von Neumann, pero en la actualidad la mayoría poseen la arquitectura Harvard. La arquitectura de Von Neumann se especializa por poseer una sola memoria principal donde se guardan los datos e instrucciones de forma indistinta. Para acceder a esta memoria se lo hace mediante de un sistema de buses que contiene direcciones, datos y control. A diferencia de la arquitectura Harvard que tiene dos memorias

² **Brownout:** descenso de la tensión en una fuente de alimentación eléctrica, llamada así debido a que típicamente causa luces para atenuar. **Fuente:** Tomado de Wikipedia, Brownout [<http://en.wikipedia.org/wiki/Brownout>]

autónomas, una para solo instrucciones y la otra sólo datos. Las contienen de sus sistemas de buses de acceso.



Figura 2.2 Arquitectura Harvard

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos12/microco/microco.shtml>

- **El procesador o UCP.-** Es la parte fundamental del microcontrolador y como principal característica es controlar el hardware como software. Su trabajo es direccionar la memoria de instrucciones, recoger el código OP de la instrucción en curso, su decodificación y la ejecución de la operación que implica la instrucción, así como la búsqueda de los operandos y el almacenamiento del resultado. El UCP tiene tres orientaciones en cuanto a la arquitectura y funcionalidad de los procesadores actuales.

CISC: La mayoría de procesadores utilizados en los microcontroladores están basados en la tecnología CISC. Se componen de más de 80 instrucciones máquina en su repertorio, muchas de ellas son muy sofisticadas y potentes, requiriendo algunos ciclos para su ejecución. La mayor ventaja de los procesadores CISC es que brindan al programador instrucciones complejas que actúan como macros.

RISC: Las fábricas de microcontroladores y computadores en sí, están implementando la tecnología RISC. Estos procesadores contienen mucho menos instrucciones máquina y las instrucciones son simples y, generalmente, se ejecutan en un ciclo. Debido a su velocidad y simplicidad de las instrucciones se puede optimizar el hardware y software en el procesador.

SISC: En los microcontroladores reservados para aplicaciones muy específicas, el juego de instrucciones, además de ser mínimo, es "específico", es decir, las instrucciones se acoplan a las necesidades de la aplicación. Esta ideología se ha administrado con el nombre de SISC (Computadores de Juego de Instrucciones Específico).

- **Memoria.-** En los microcontroladores la memoria de instrucciones y datos está integrada en el propio chip. Una parte debe ser no volátil, tipo ROM, y se destina a contener el programa de instrucciones que gobierna la aplicación. Otra parte de memoria será tipo RAM, volátil, y se destina a guardar las variables y los datos. La RAM en estos dispositivos es de poca capacidad pues sólo debe contener las variables y los cambios de información que se produzcan en el transcurso del programa. Por otra parte, como sólo existe un programa activo, no se requiere guardar una copia del mismo en la RAM pues se ejecuta directamente desde la ROM. Según el tipo de memoria ROM que dispongan los microcontroladores, la aplicación y utilización de los mismos es diferente. **(Verbel, 2007)**

Se describe las cinco versiones de memoria no volátil que se pueden encontrar en los microcontroladores del mercado:

- **ROM con Máscara.-** Es una memoria de solo lectura y es no volátil y su código de graba al instante de la fabricación del chip.
- **OTP.-** El microcontrolador contiene una memoria no volátil de sólo lectura y se puede programable una sola vez por el usuario. OTP (One Time Programmable).
- **EPROM.-** Los microcontroladores que contienen de una memoria EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory) pueden borrar y grabar algunas veces. La grabación es como de los OTP, con un grabador gobernado desde un PC.

- **EEPROM.-** Son memorias de sólo lectura, programables y borrables eléctricamente EEPROM (Electrical Erasable Programmable Read Only Memory). Tanto la programación como el borrado, se realizan eléctricamente desde el propio grabador y bajo el control programado de un PC. Es muy cómoda y rápida la operación de grabado y la de borrado. No disponen de ventana de cristal en la superficie. Los microcontroladores dotados de memoria EEPROM una vez instalados en el circuito, pueden grabarse y borrarse cuantas veces se quiera sin ser retirados de dicho circuito. Para ello se usan "grabadores en circuito" que confieren una gran flexibilidad y rapidez a la hora de realizar modificaciones en el programa de trabajo. El número de veces que puede grabarse y borrarse una memoria EEPROM es finito, por lo que no es recomendable una reprogramación continúa. Son muy idóneos para la enseñanza y la Ingeniería de diseño.

- **FLASH.-** Es una memoria no volátil, de bajo consumo, que se puede escribir y borrar. Funciona como una ROM y una RAM pero consume menos y es más pequeña

- **Puertos de entrada y salida.-** Son los pines o patitas que contiene un microcontrolador y se les denomina entrada y salida que sirven para comunicarse el computador interno con los periféricos exteriores. Según los controladores de periféricos que posea cada modelo de microcontrolador, las líneas de E/S se destinan a proporcionar el soporte a las señales de entrada, salida y control.

- **Reloj principal.-** Es un oscilador que genera una onda cuadrada de alta frecuencia, que configura los impulsos de reloj utilizados en la sincronización de todas las operaciones del sistema. Generalmente, el circuito de reloj está incorporado en el microcontrolador y sólo se necesitan unos pocos componentes exteriores para seleccionar y estabilizar la frecuencia de trabajo.

2.2.2 FAMILIAS DE LOS MICROCONTROLADORES

Empresa	8 bits	16 bits	32 bits
Atmel	AVR (mega y tiny), 89Sxxxx familia similar 8051		SAM7 (ARM7TDMI), SAM3 (ARM Cortex-M3), SAM9 (ARM926), AVR32
Freescall (antes Motorola)	68HC05, 68HC08, 68HC11, HCS08	68HC12, 68HCS12, 68HCSX12, 68HC16	683xx, PowerPC, ColdFire
Holtek	HT8		
Intel	MCS-48 (familia 8048) MCS51 (familia 8051) 8xC251	MCS96, MXS296	x
National Semiconductor	COP8	x	x
Microchip	Familia 10f2xx Familia 12Cxx Familia 12Fxx, 16Cxx y 16Fxx 18Cxx y 18Fxx	PIC24F, PIC24H y dsPIC30FXX, dsPIC33F con motor dsp integrado	PIC32
NXP Semiconductors (antes Philips)	80C51	XA	Cortex-M3, Cortex-M0, ARM7, ARM9
Renesas (antes Hitachi, Mitsubishi y NEC)	78K, H8	H8S, 78K0R, R8C, R32C/M32C/M16C	RX, V850, SuperH, SH-Mobile, H8SX
STMicroelectronics	ST 62, ST 7		STM32 (ARM7)
Texas Instruments	TMS370	MSP430	C2000, Cortex-M3 (ARM), TMS570 (ARM)
Zilog	Z8, Z86E02		

Figura 2.3 Clases de Microcontroladores
Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Microcontrolador>

2.3 SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS)

Desde que el hombre empezó a descubrir nuevos rumbos lejos de su territorio, le nació la idea de poder orientarse para no perderse y así poder regresar a su casa. Los primeros hombres utilizaron tácticas como regar piedras o hacer marcas en los árboles para tener una guía, en cambio los navegantes se guiaban por la zona costera para no perder rumbo, pero los primeros en utilizar las técnicas constantes como un sistemas de navegación fueron los fenicios quienes usaron el sol como guía en la mañana y por la noche la Estrella Polar en el cielo. Lo importante es establecer siempre un sistema adecuado que nos permita saber la posición en cualquier punto del espacio.

2.3.1 COORDENADAS LATITUD Y LONGITUD

Es necesario establecer las coordenadas para poder localizar un punto sobre la faz de la tierra, gracias a las coordenadas llamadas latitud y longitud nosotros podemos encontrar una persona, vehículo, edificio, calle etc. La latitud es la distancia angular que parte desde la línea ecuatorial hacia los polos norte y sur, la medida de la latitud se expresa en medidas angulares y poseen un rango de 0° hasta 90° si es polo norte y de 0° hasta -90° si es polo sur.



Figura 2.4 Latitud y Longitud

Fuente: http://www.asifunciona.com/electronica/af_gps/af_gps_3.htm

La longitud es la distancia angular que parte de un meridiano base como el meridiano de Greenwich y su rango va desde 0° a 180° si se refiere al lado occidental y de 0° a -180° si se refiere al lado oriental.

Tanto las líneas longitud como las de latitud, además de dividirse en grados, se subdividen también en minutos y segundos. Por tanto podemos localizar un punto situado exactamente en las coordenadas 40° de latitud norte y 3° de longitud este y si nos desplazamos unos kilómetros, el punto de localización podría ser $38^{\circ} 40' 20''$ (38 grados, 40 minutos, 20 segundos) de latitud norte y $3^{\circ} 30' 59''$ (3 grados, 30 minutos, 59 segundos) de longitud este. Si la medida anterior se repitiera en el hemisferio opuesto, por ejemplo en los 40° de latitud sur y 3° de longitud oeste, ésta sería una ubicación completamente distinta y muy alejada de la primera. (García, 2012)

2.3.2 COMPOSICIÓN DEL SISTEMA GPS

El sistema GPS se compone de tres elementos principales: los satélites, los receptores y el control terrestre, este sistema se compone de 24 satélites distribuidos en seis órbitas polares diferentes, situadas a 2169 kilómetros (11000 millas) de distancia de la Tierra. Cada satélite la circunvala dos veces cada 24 horas. Por encima del horizonte siempre están “visibles” para los receptores GPS

por lo menos 4 satélites, de forma tal que puedan operar correctamente desde cualquier punto de la Tierra donde se encuentren situados. **(García, 2012)**



Figura 2.5 Distribución de los Satélites en el Globo Terráqueo
Fuente: http://www.asifunciona.com/electronica/af_gps/af_gps_8.htm

Para mayor estabilidad y seguridad del receptor GPS siempre van a estar como mínimo ocho satélites para generar mayor exactitud. Las principales características de estos son:

- Miden 5m y pesan 860kg
- Su energía proviene del sol gracias a sus paneles solares
- Contienen un transmisor de señales codificadas de alta frecuencia.
- Un sistema de computación
- Reloj atómico

2.3.3 COMO UBICA LA POSICIÓN EL RECEPTOR GPS

Para poder triangular la posición exacta el GPS necesita como mínimo de tres satélites, pero eso no es un inconveniente ya que el receptor encuentra como mínimo ocho satélites. Para establecer el lugar exacto de la órbita donde deben encontrarse los satélites en un momento dado, el receptor posee en su memoria un almanaque electrónico que contiene esos datos.

Todos los GPS como los de vehículo, educativos, de mano necesitan de un campo visual amplio, necesitan abarcar el campo visual de los satélites. En general estos dispositivos no funcionan bajo techo ni dentro de túneles, por tal

motivo estos receptores deben localizarse en un sitio donde abarquen un campo visual y pueda comunicarse con los satélites.



Figura 2.6 Ubicación de los satélites para la triangulación de datos
Fuente: http://www.asifunciona.com/electronica/af_gps/af_gps_11.htm

Primero: lo principal es detectar al primer satélite para poder generar una esfera virtual, es decir, que se verifique que la distancia entre el satélite y el receptor es la misma. Éste último asume entonces que se encuentra situado en un punto cualquiera de la superficie de la esfera, que aún no puede precisar.

Segundo: encontrado la distancia del segundo satélite, se forma la otra esfera virtual. La esfera anteriormente establecida se superpone a esta otra y se crea un anillo imaginario que pasa por los dos puntos donde se interceptan ambas esferas. En ese instante ya el receptor reconoce que sólo se puede encontrar situado en uno de ellos.

Tercero: el receptor calcula la distancia a un tercer satélite y se genera una tercera esfera virtual. Esa esfera se corta con un extremo del anillo anteriormente creado en un punto en el espacio y con el otro extremo en la superficie de la Tierra. El receptor discrimina como ubicación el punto situado en el espacio utilizando sus recursos matemáticos de posicionamiento y toma como posición correcta el punto situado en la Tierra.

Cuarto: una vez que el GPS realizó los tres anteriores pasos, este ya puede mostrar en su pantalla las coordenadas correspondientes de latitud y longitud.

2.3.4 TIPOS DE RECEPTORES GPS

La principal característica de los receptores GPS es detectar, decodificar y procesar las señales que almacenan de los satélites para establecer el punto donde se localizan situados y existen de dos tipos: portátiles y fijos. Los portátiles pueden ser tan pequeños como algunos teléfonos celulares o móviles. Los fijos son los que se colocan en vehículos, embarcaciones, aviones, trenes, submarinos o cualquier otro tipo de vehículo.



Figura 2.7 GPS Portátil

Fuente: http://www.asifunciona.com/electronica/af_gps/af_gps_9.htm

2.3.5 CONTROL TERRESTRE DE LOS SATÉLITES

Existen estaciones que controlan y monitorean los satélites y sirven para rastrear las señales de trayectoria y las corrigen con la finalidad de brindar mayor exactitud en el funcionamiento del sistema. Como por ejemplo las que corrigen las distorsiones que provoca la ionosfera en la recepción de las señales y los ligeros cambios que introducen en las órbitas la atracción de la luna y el sol.



Figura 2.8 Receptor GPS de forma fija de un coche o vehículo

Fuente: http://www.asifunciona.com/electronica/af_gps/af_gps_9.htm

2.3.6 GPS DIFERENCIAL

Lo más importante del GPS Diferencial es que proporciona una mayor exactitud en el sistema. Ese ejemplar de receptor, además de tomar y procesar la información de los satélites, recibe y procesa, simultáneamente, otra información adicional procedente de una estación terrestre situada en un lugar cercano y reconocido por el receptor. Esta información complementaria permite corregir las inexactitudes que se puedan introducir en las señales que el receptor recibe de los satélites. En este caso, la estación terrestre transmite al receptor GPS los ajustes que son necesarios realizar en todo momento, éste los contrasta con su propia información y realiza las correcciones mostrando en su pantalla los datos correctos con una gran exactitud. **(García, 2012)**



Figura 2.9 El GPS que se emplea en los aviones es de tipo "diferencial". En la foto se puede apreciar un monitor de cabina de pasajeros de un Airbus 340 mostrando la aproximación a la costa de Portugal, frente a Oporto, cuando se encontraba todavía volando sobre el Océano Atlántico

Fuente: http://www.asifunciona.com/electronica/af_gps/af_gps_13.htm

Una de las principales aplicaciones de este GPS diferencial es realizar maniobras de aterrizaje de un avión, ya que se necesita de una precisión exacta en la ejecución de los procesos de vuelo.

2.3.7 RESUMEN DE LAS FUENTES DE ERROR DEL SISTEMA GPS

Resumen de las fuentes de error del sistema GPS Errores típicos, en Metros (Por cada satélite)			
Fuentes de Error	GPS Actual Desde 2/5/2000	GPS Standard Hasta 2/5/2000	GPS Diferencial
Reloj del Satélite	1.5	1.5	0
Errores Orbitales	2.5	2.5	0
Ionosfera	5.0	5.0	0.4
Troposfera	0.5	0.5	0.2
Ruido en el Receptor	0.3	0.3	0.3
Disponibilidad Selectiva	0	30	0
Exactitud Promedio de la Posición			
Horizontal	15	50	1.3
Vertical	24	78	2.0
3-D	28	93	2.8

Tabla 2.1 Fuentes de error del sistema GPS

Fuente: http://gutovnik.com/como_func_sist_gps.htm

2.4 SISTEMAS DE ALARMAS VISUAL Y AUDIO

Las alarmas se crearon con la finalidad de brindar seguridad de forma indirecta, es decir, no se puede evitar el daño que consigue pero si se puede alertar a las personas de un posible calamidad o peor aún una catástrofe.

La función principal de la alarma es dar señal o aviso para advertir sobre la proximidad de un peligro. El aviso de alarma comunica a la comunidad en general o a una entidad específica (los bomberos, la policía, etc.) que se deben seguir ciertas instrucciones de emergencia ante la existencia de una amenaza.

2.4.1 DISPOSITIVOS INFORMATIVOS VISUALES (DIV)

La información visual es muy rica, pero si no está bien seleccionado el canal, diseñada la información, seleccionado el dispositivo adecuado y bien ubicado, el ambiente no es favorable o nosotros no estamos preparados para la recepción no nos enteraremos de nada, o nos pondremos engañar muy fácilmente porque “la vista engaña” aunque lo hayamos visto “con nuestros

propios ojos”. Su elección debe efectuarse teniendo en cuenta que la información debe ser la necesaria y suficiente, sin excesos ni defectos.

Alarmas: Las alarmas visuales pueden ser lámparas de diversas formas y tamaños que emiten luces de colores (rojo, naranja), generalmente parpadeantes; pueden incluirse símbolos, flechas y letreros, pero siempre muy simples y muy fáciles de interpretar. Su mensaje es de emergencia, crisis y peligro y, por lo tanto para ser rápidamente y bien interpretado debe poseer un significado muy sencillo y claro, libre de cualquier ambigüedad que pueda dar lugar a dudas. Una señal de alarma debe poseer un significado único y la reacción de las personas ante su recepción también debe ser única

2.4.1.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS DIV

Las principales características generales de los DIV se pueden resumir como sigue:

- Su precisión debe ser la necesaria y suficiente
- Deben ser lo más simple posibles
- La lectura de los números debe ser siempre en posición vertical y en el caso de los contadores con varios dígitos siempre deben estar ordenados horizontalmente.
- La distancia de la punta del indicador al número, o a la división, debe ser la mínima posible, evitando siempre el enmascaramiento
- Siempre que se pueda se deben sustituir los números por zonas identificadas por colores o por letras.
- A veces resulta muy útil combinar estas lecturas con dispositivos sonoros de advertencia previa
- Las dimensiones de las letras y números se deben adecuar a la distancia de visión y a la agudeza visual de los destinatarios
- En códigos alfanuméricos las combinaciones que se pueden efectuar con los números y las letras son prácticamente infinitas. Se utilizan para valoraciones, descripciones e identificaciones, y el contraste debe ser superior al 75-80%. En ocasiones puede ser útil su combinación con

colores, luces y sonidos para acentuar su capacidad de información cualitativa.

- El conjunto de colores incluidos tonos, matices, textura, etc., son prácticamente ilimitados. Se recomienda, sin embargo, utilizar los colores normalizados para la seguridad e higiene en el trabajo, y si se puede simplificar: rojo, amarillo, verde, azul, blanco, y negro. Se aconseja su utilización en indicadores cualitativos y para tareas de emergencia y búsqueda.
- Aunque se pueden emplear diez colores diferentes en las luces, se recomienda limitar su utilización a cuatro: rojo, verde, “amarillo” y blanco de flash. Se utilizan en displays cualitativos, como apoyo a los cuantitativos y en señales de alarma
- Respecto a las formas geométricas, aunque se ha comprobado que se pueden utilizar hasta veinte, se recomienda utilizar: triángulo, círculo, estrella, rombo, y semicírculo. Se utilizan en representaciones simbólicas: identificación. Si se quieren figuras descriptivas se recomienda que sean: definidas, cerradas, simples y unificadas
- Su agrupamiento, la secuencia de lectura y la correspondencia espacial con los procesos a controlar debe ser planificada para que los operarios tengan que realizar el mínimo de operaciones e inferencias.

2.4.1.2 SELECCIÓN Y UBICACIÓN DE LOS DIV

Los dispositivos visuales requieren de una atención especial a la hora de ser ubicados, ya que deben situarse dentro del campo visual de la persona y tener en cuenta los desplazamientos a que esta pueda estar obligada por su actividad en el puesto.

Para la ubicación de los DIV es preciso considerar algunos requerimientos **(Mondelo, 1999)**:

- Tipo de DIV a ubicar
- Su importancia
- Frecuencia y uso
- Densidad y características de otros DIVs existentes en el puesto

- Carga visual del operario
- Características personales del operario
- Posible agrupamiento con otros DIVs según su función, o según sus controles correspondientes.
- Dimensiones y geometría del puesto de trabajo
- Carga de trabajo mental
- Carga de trabajo físico
- Movilidad del usuario en el puesto
- Nivel de atención y concentración de la persona en su tarea
- Ambientes visual y acústico existentes
- Posibles interferencias con los puestos de trabajo vecinos.

2.4.1.3 PANTALLAS

Existen recomendaciones exhaustivas para el uso de pantallas de ordenador personal y monitores, pero de todas formas rescatamos de la bibliografía al uso las siguientes:

- El borde superior de la pantalla debe coincidir con la altura de los ojos del operador y este no debe estar a menos de 50-60 cms de distancia de ella.
- Las pantallas y demás elementos del puesto deben poderse inclinar vertical y horizontalmente con las fuentes de luz para evitar deslumbramiento por las reflexiones que dificultan la lectura de la pantalla, teclado, papeles, etc., ya que provocan molestias, demoras y errores de la interpretación o comprensión de la información. Estas reflexiones se producen tanto por la luz del sistema de iluminación artificial del local como por la luz natural que entra por las ventanas. Los deslumbramientos por luz natural directos o por reflexión se evitan no situándonos ni de frente ni de espaldas a ventanas o utilizando cortinas regulables según la hora del día; debemos recordar que los efectos de la luz diurna varían durante el día por el desplazamiento del sol.
- Es imprescindible que el operador pueda controlar la luminosidad y el contraste de la pantalla
- El local debe estar siempre iluminado

- El tamaño de los caracteres debe estar entre 3,5 y 4,5 mm.
- La mejor relación de contrastes compatible con la mayoría de los documentos impresos en papel, está en los caracteres negros con fondo blanco, aunque algunos especialistas recomiendan caracteres amarillos con fondo marrón-ámbar.

Otros aspectos a considerar al instalar pantallas, sobre todo de computadora, son los campos eléctrico y magnético, cuyos efectos sobre las personas aún no están del todo claros. Aunque no parecen peligrosos, es conveniente mantener una distancia de visión (ojos-pantalla) al menos de 50-60 cm y mayores aun (180-200 cm) entre las partes posteriores y laterales del monitor y las personas más cercanas si no estamos seguros del blindaje. A partir del uso de las pantallas LCD este riesgo desaparece.

2.4.2 DISPOSITIVOS INFORMATIVOS SONOROS (DIS)

Las alarmas sonoras están construidas para ser instaladas en cualquier espacio sea rígido o móvil con el objetivo de alertar a todo el personal involucrado, como ejemplo podemos citar que las alarmas sonoras las encontramos en casas, escuelas, edificios, hospitales, ambulancias etc.

El sonido es la transmisión de las ondas mecánicas producidas por una fuente sonora (cuerdas vocales, timbre, motor, tambor, cuerda de piano, sirena, trino de aves, ladridos) a través de las vibraciones de las moléculas de un medio (aire, agua, vidrio, ladrillo, madera)

El sonido se caracteriza por su frecuencia y su presión sonora. Las vibraciones mecánicas audibles poseen una frecuencia desde aproximadamente los 16 Hz (bajas frecuencias) hasta los 16.000 Hz (altas frecuencias). Fuera de este rango de frecuencias el sonido es inaudible y pasa a denominarse infrasonido y ultrasonido respectivamente. El ruido de fondo provoca en el operador distintas molestias, como son fatiga temprana, pérdida de la concentración y errores. Aunque no existe unanimidad de criterios, consideramos que para tareas de gran concentración en general (y esto es válido para todo tipo de tareas con carga mental importante y no sólo con ordenador) el ruido no debe

rebasar los 60 dB(a), mientras que para las de menos concentración este límite pudiera extenderse hasta un máximo entre 65 y 70 dB(A). El criterio ISO, para este tipo de tareas, con ruidos de fondo constantes, propone que para el espectro audible el máximo no debe sobrepasar los 40 dB, mientras que para el ultrasonido el máximo lo sitúa en los 80 dB (recordemos que las pantallas de computador emiten ultrasonidos de 15 – 16 kHz).

2.4.2.1 TIPOS DE DISPOSITIVOS INFORMATIVOS SONOROS

Los dispositivos informativos sonoros pueden ser timbres, campanas, chicharras, sirenas, etc., y el lenguaje hablado. Cuando son señales de alarma que transmiten la información urgente de forma rápida y clara, se manejan con un bit de información (sí-no) sin otras alternativas. Su significado debe ser conocido, al menos, por todos los operarios del lugar de trabajo. Acostumbra a estar relacionados con alarmas visuales para llamar más la atención por redundancia.

Las señales audibles de peligro son tratadas por la norma UNE EN 457. Está especialmente pensada para aquellos lugares en que existe un alto nivel de ruido ambiente, y pretendemos llamar la atención del operario de forma fiable sobre un peligro. Normalmente, se recomiendan unos niveles sonoros ponderados (A) superiores en 15 dB al ruido ambiente, cuando el lugar supera los 65 dB.

La sirena, el timbre y la campana, pueden ser alarmas, pero no siempre. La diferencia fundamental entre las alarmas e indicadores estriba en que éstos no llevan añadido el componente de urgencia, el resto de las características es el mismo. La información audible se puede resumir de la siguiente forma:

- Es temporal
- No requiere de una posición fija del trabajador
- Resiste más la fatiga
- Llama más la atención
- Sólo se utiliza para alarmas o indicativos de un máximo de dos o tres situaciones con excepción de lenguaje hablado, que se utiliza para impartir instrucciones, etc.

- Se puede utilizar en combinación con dispositivos visuales.
- Su nivel de presión sonora debe estar 10 dB por encima del ruido de fondo.

2.5 SISTEMA DE VISUALIZACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE DATOS

Se creará un sistema capaz de visualizar y almacenar datos con la finalidad de transmitir a una computadora mediante un interfaz entre el sistema y la PC, de esta forma crearemos una **base de datos** segura, que es una herramienta necesaria para recopilar y organizar información. Actualmente, y debido al desarrollo tecnológico de campos como la informática y la electrónica, la mayoría de las bases de datos están en formato digital (electrónico), y por ende se ha desarrollado y se ofrece un amplio rango de soluciones al problema del almacenamiento de datos.

Existen programas llamados sistemas gestores de bases de datos, abreviado DBMS, que permiten almacenar y posteriormente acceder a los datos de forma rápida y estructurada. Las aplicaciones más usuales son para la gestión de empresas e instituciones públicas y también son ampliamente utilizadas en entornos científicos con el objeto de almacenar la información experimental.

La base de datos ofrece las siguientes ventajas:

- Agregar más datos a una base de datos.
- Modificar datos existentes en la base de datos.
- Eliminar información.
- Organizar y ver los datos de distintas formas.
- Compartir los datos con otros usuarios
- Impresión de los datos.

2.5.1 INTERFAZ GRÁFICA DE USUARIO (GUI)

La interfaz gráfica es el medio por el cual el hombre puede comunicarse con la computadora, por lo tanto la interfaz es la parte esencial entre dos sistemas que hablan distinto idioma. La composición de una interfaz necesita obligado de un monitor o pantalla hablando en términos informáticos, además es un sistema de

conexiones capaz de realizar funciones específicas para la comunicación, como también múltiples funciones que muestren una cara visible donde exista menús, íconos, botones, y así el usuario pueda interactuar con la máquina o sistema para una rápida adaptación y aprendizaje.

En el caso del hipertexto, la interfaz hipertextual consistiría en el diseño navegacional y el conjunto de herramientas y utilidades que permiten al usuario-lector interactuar con los contenidos. La interfaz proporcionará al usuario el conjunto de posibilidades que podrá seguir durante todo el tiempo que se relacione con el programa, detallando lo que verá , y las acciones que puede realizar, así como las respuestas que puede ofrecer el sistema. El usuario, además de entender el mensaje, ha de comprender la mecánica operativa que se le ofrece (sintaxis, órdenes, códigos, abreviaturas, iconos, etc.). Una buena interfaz requiere poco esfuerzo por parte del usuario, simplicidad y funcionalidad. **(Mañas Carbonell, 2013)**

A continuación detallaremos las características principales que una interfaz gráfica debe poseer

- Práctico de utilizar.
- Estructura fija y constante de un determinado contexto de acción.
- Su forma es de total interés y fácil identificación.
- Su diseño está elaborado por menús, barras de acciones e íconos de fácil acceso.
- La comunicación usuario-interfaz será físicas sobre elementos de código visual (íconos, botones, imágenes, mensajes de texto o sonoros, barras de desplazamiento y navegación).
- Sus funciones serán rápidas y reversibles, con efectos inmediatos.
- Presencia de herramientas de ayuda y consulta.
- Tratamiento de error bien cuidado y adecuado al nivel del usuario.

Al igual que cualquier otro tipo de documento textual o gráfico creado por un programa de ordenador, la lectura o navegación de un hipertexto se realiza a

través de la pantalla, y, en el caso de un documento web, por medio de un programa de lectura y visualización llamado navegador. El diseño del hipertexto se realiza para que el usuario vea en pantalla toda la información necesaria y para que opere e interactúe en ella a través del ratón, el teclado y las opciones del menú. Así, se insertan códigos que no están visibles si así se prefiere, pero que ofrecen la apariencia deseada para ser vistos en pantalla. Aquí la palabra clave es WYSIWYG ("*What you see is what you get*"), es decir, lo que tú ves es lo que obtienes. **(Mañas Carbonell, 2013)**

CAPÍTULO 3

DISEÑO DEL SISTEMA

3.1 DESCRIPCIÓN DEL HARDWARE UTILIZADO

El Sistema se compone de varios elementos como son de dos microcontroladores un (PIC18F4550) y un (PIC16F628A), un módulo GPS Shield For Arduino (LEA-5H), una memoria Serial EEPROM 8Kbt (Admel 24c08), un Max 232 y elementos pasivos como capacitores, resistencias y transistores que complementan el hardware. A continuación se detalla cada uno de los elementos.

3.1.1 MICROCONTROLADOR PIC18F4550

El microcontrolador es la parte fundamental del sistema, ya que en él se encuentra almacenado el software que controla todo el sistema. El microcontrolador PIC18F4550 existe en gamas de 8-bits, 16-bits y 32-bits. Dentro de la gama más simple de 8-bits se encuentra el microcontrolador PIC18F4550 el cual pertenece a la familia PIC18MCU. Sus características de memoria de programa RAM, número de entradas/salidas, número de canales analógicos y tipos de puerto de comunicación, han hecho de este PIC sea uno de de los más utilizados para diversas aplicaciones. En la figura 17 se presenta la descripción de los pines del microcontrolador PIC18F4550.

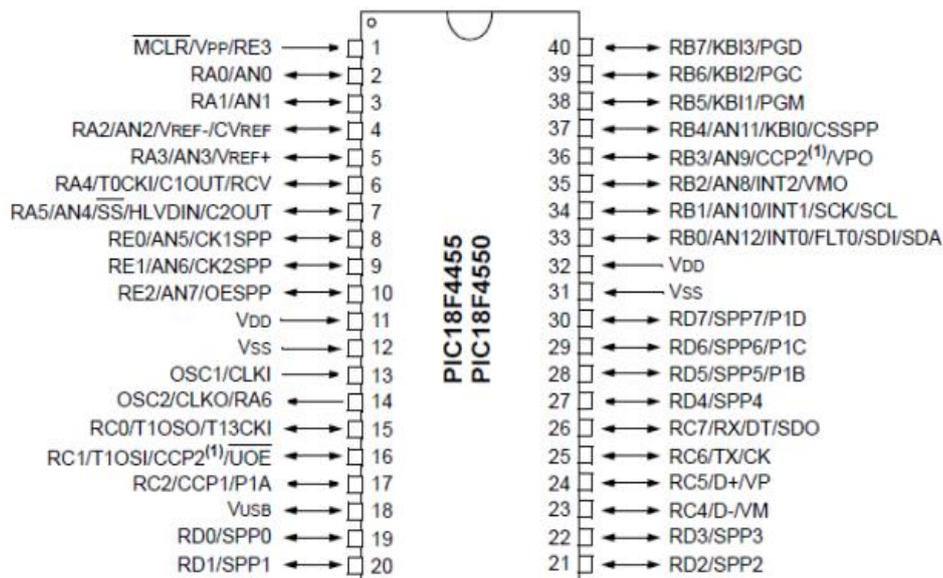


Figura 3.1 Esquema de pines del PIC18F4550

Fuente: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/39632c.pdf>

Este microcontrolador se compone de 40 pines, que cuenta con 5 puertos de Entrada/Salida, 4 temporizadores, 20 fuentes de interrupción, comunicación serial, modulo USB, 13 canales de entradas analógicas y 2 módulos PWM.

3.1.2 MICROCONTROLADOR PIC16F628A

El microcontrolador 18f4550 para la comunicación serial tiene un pin de transmisión y otro de recepción, el pin de recepción esta comunicado directamente con el módulo GPS, razón por la cual es necesario usar otro pic en este caso pic16f628a para suplir la falta de otro pin de recepción. La interfaz gráfica envía los códigos "l12z" y "b12z" para leer y borrar la eeprom respectivamente, recibe los códigos el pic 16f628a y por los pines A0 y A1 mediante comunicación paralela con los pines A3 y A4 del pic18f4550 activa la lectura o borrado de la eeprom.

Éstos microcontroladores PIC son fabricados por la empresa Microchip Technology Inc., su gran éxito se debe a la gran variedad (más de 180 modelos), gran versatilidad, gran velocidad, bajo costo, bajo consumo en potencia y gran disponibilidad de herramientas para su fácil programación, uno de los microcontroladores más populares en la actualidad es el PIC16F628A y sus variantes el PIC17F627A y el PIC16F648A, estos modelos serie A, soportan hasta 100.00 ciclos de escritura en su memoria FLASH y 1'000.000 de ciclos en su memoria EEPROM, posee otras ventajas más como el oscilador interno RC de 4 MHz, MCLR programable, mayor capacidad de corriente, programación en bajo voltaje, etc. Lo hacen al PIC16F628A como el microcontrolador ideal para proyectos, ya que al tener el oscilador interno y el MCLR (*Master Clear*) hace que sea programable, es mucho más sencillo ponerlo en funcionamiento, basta con conectar el pin 14 a Vcd y el pin 5 a tierra (0 Vcd) para que empiece a trabajar. En la figura 18 se presenta la descripción de los pines del microcontrolador PIC16F628A.

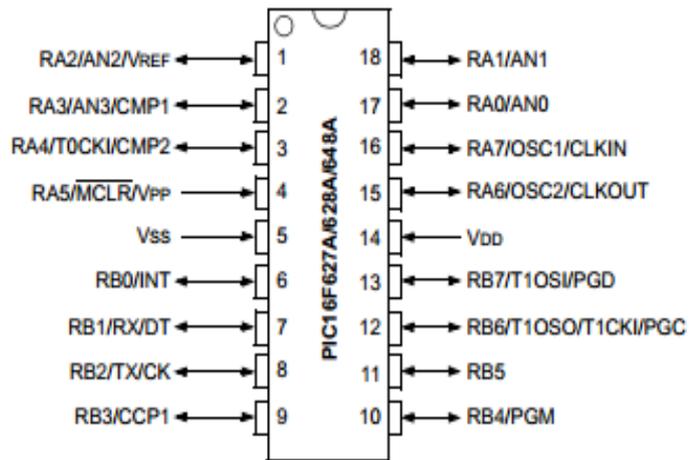


Figura 3.2 Esquema de pines del PIC16F628A

Fuente: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/40044F.pdf>

En la siguiente tabla encontramos la descripción de los pines del PIC16F628A con sus funciones especiales.

NOMBRE	PIN	DESCRIPCIÓN
RA0/AN0	17	Pin bidireccional E/S, entrada comparador análogo.
RA1/AN1	18	Pin bidireccional E/S, entrada comparador análogo.
RA2/AN2/VREF	1	Pin bidireccional E/S, entrada comp. análogo y voltaje de referencia.
RA3/AN3/CMP1	2	Pin E/S, entrada comp. análogo y salida del comparador análogo 1.
RA4/T0CKI/CMP2	3	Pin E/S, entrada reloj TIMER0 y salida del comparador análogo 2.
RA5/MCLR/VPP	4	Pin de entrada, en modo MCLR activa RESET externo.
RA6/OSC2/CLKOUT	15	Pin E/S, entrada oscilador externo, salida de ¼ de la frecuencia OSC 1.
RA7/OSC1/CLKIN	16	Pin E/S, entrada oscilador externo, entrada del reloj externo.
RB0/INT	6	Pin E/S, resistencia Pull-Up programable, entrada de interrupción ext.
RB1/RX/DT	7	Pin E/S, resist. Pull-Up, entrada dato RS232, E/S dato serial asincrónico.
RB2/TX/CK	8	Pin E/S, resist. Pull-Up, salida dato RS232, E/S señal de reloj asincrónico.
RB3/CCP1	9	Pin E/S, resist. Pull-Up, módulo CCP/PWM entrada o salida.
RB4/PGM	10	Pin E/S, resist. Pull-Up, entrada del voltaje bajo de programación.
RB5	11	Pin E/S, resistencia Pull-Up programable.
RB6/T1OSO/T1CKI	12	Pin E/S, resist. Pull-Up, salida oscilador TIMER1, entrada reloj de ICSP.
RB7/T1OSI	13	Pin E/S, resist. Pull-Up, entrada oscilador TIMER1, E/S datos de ICSP.

Tabla 3.1 Funciones de los pines del PIC16F628A

Fuente: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/40044F.pdf>

Los puertos A y B entregan un total de 200 mA cada uno, es decir 25mA cada pin. En modo sumidero pueden soportar cada uno de sus puertos 200mA cada uno, es decir 25mA cada pin.

3.1.3 GPS LEA-5H

El LEA-5H es un GPS autónomo de alto rendimiento y su módulo receptor GALILEO fue diseñado para permitir una fácil migración y sencilla desde sus LEA-4 predecesores. Cuenta con adquisición de señal débil gracias a su tecnología u-blox Kick Start, así como las opciones de conectividad flexibles. El LEA-5H viene con una función de memoria flash que permite actualizaciones de firmware y el almacenamiento de los valores de configuración específicos de una memoria RAM no volátil. El supervisor de la antena incorporada soporta antenas externas y activos, tales como u-blox ANN antena GPS de alto rendimiento. Kick Start u-blox ofrece arranque acelerado a las señales débiles, y nuestra Super Sense funciones GPSIndoor® es capaz de rastrear y adquirir señales incluso extremadamente débiles. Esto hace que el LEA-5H este adecuado para soluciones que utilizan antenas pequeñas o encubiertas.



Figura 3.3 GPS LEA-5H

Fuente: <http://www.robotshop.com/media/files/pdf/datasheet-tel0044.pdf>

3.1.3.1 CARACTERÍSTICAS

1. Fácil migración desde los módulos LEA-4H y LEA-4P.
2. Cuenta con un acelerador al inicio para las señales débiles gracias a la tecnología Kick Start.
3. Voltaje de operación: (2.7 – 3.6)V.
4. Documentación de diseño de referencia LEA-5H disponible con antena de cerámica o GeoHelix, UART y USB.
5. Frecuencia (2 Hz) de actualización de la posición.
6. La memoria incorporada del flash para las actualizaciones firmware y almacenamiento de configuración específica configuración.

7. Supervisor de la antena y la oferta.
8. Detección de corto circuito y abierto Antena y protección para antenas externas.
9. 1 UART, 1 USB and 1 DDC (I2C compliant) interface GALILEO-READY
10. 50 canales u-blox5 con más de 1 millón de correladores eficaces
11. Menos de 1 segundo Time-To-First-Fix para Hot y Empieza Asistido.
12. Super Sense GPS Indoor®: -160dBm de sensibilidad de seguimiento
13. Soporta servicios Assist Now On line y Assist Now Desconectado A-GPS; OMASUPL obediente
14. Soporta SBAS(WAAS, EGNOS, MSAS, GAGAN)
15. Temperatura de funcionamiento: -40 a 85°C
16. En cumplimiento con RoHS (sin plomo).

Series	Power	Size	Memory	Function				Antenna		Input / Output						
	Voltage range [V]	Thickness [mm]	Programmable (Flash) FW update	Power save mode	KickStart	Dead Reckoning	Raw data	Precision Timing	Antenna supply	Antenna supervisor	UART	USB	SPI	DDC (I ² C compliant)	Reset input	Configuration pin
LEA-5H	2.7 - 3.6	3	•	•	•				•	•	1	1		1	•	
LEA-5S	2.7 - 3.6	3		P	•				•	•	1	1		1	•	1
LEA-5A	2.7 - 3.6	3		P					•	•	1	1		1	•	1
LEA-5Q	2.7 - 3.6	2.4		P	•						1	1	P	1	•	3
LEA-5M	2.7 - 3.6	2.4		P							1	1		1	•	2

Figura 3.4 Características del GPS LEA-5H

Fuente: [http://www.u-blox.com/images/downloads/Product_Docs/LEA-5_Prod_Summary\(GPS.G5-MS5-07071\).pdf](http://www.u-blox.com/images/downloads/Product_Docs/LEA-5_Prod_Summary(GPS.G5-MS5-07071).pdf)

3.1.4 MEMORIA SERIAL EEPROM 8Kbt (Admel 24c08)

El AT24C01A/02/04/08/16 proporciona 1024/2048/4096/8192/16384 bits de serie eléctricamente de sólo lectura borrable y programable en la memoria (EEPROM) organizada como 128/256/512/1024/2048 palabras de 8 bits cada una. El dispositivo está optimizado para su uso en muchas aplicaciones industriales y comerciales donde su baja potencia y bajo voltaje de operación son esenciales. El AT24C01A/02/04/08/16 está disponible en ahorro de espacio

de 8 pines PDIP, 8-lead SOICJEDEC, MAP 8 derivaciones, TAP 8 derivaciones y paquetes TSSOP 8 de plomo y es accede a través de una interfaz en serie de 2 hilos. Además, toda la familia está disponible en 2.7V(2.7V a 5.5V) y 1.8V (1.8V a 5.5V) versiones.

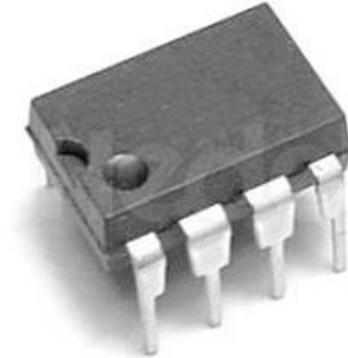


Figura 3.5 Memoria Admel 24c08

Fuente: <http://www.8051microcontrollers.com/interfacing-8051-a/serial-eprom-24C01-24C02-24C04-24C08-24C16-i2c-j-22>

3.1.4.1 CARACTERÍSTICAS

1. Bajo voltaje y voltaje estándar de Operación
 - 2.7(Vcc= 2.7V a 5.5V)
 - 1.8(Vcc= 1.8V a 5.5V)
2. Organización interna 128 x 8(1k), 256 x 8(2k), 512 x 8(4k), 1024 x 8(8k), or 2048 x 8(16k).
3. Dos cables de Interfaz Serial.
4. Schmitt Trigger, entradas filtradas para la supresión de ruido.
5. Protocolo de Transferencia de datos bidireccional.
6. Compatibilidad 100 kHz (1.8V, 2.5V, 2.7V) y 400 kHz (5V).
7. Protección contra escritura PIN para Hardware de protección de datos.
8. 8-byte page (1K, 2K), 16-byte page (4k, 8k, 16k) modo escritura.
9. Escribe los parciales de la página que están permitidos.
10. Ciclo de escritura auto temporizadas (10 ms máx.)
11. Alta fiabilidad
 - Resistencia: Un millón de ciclos de escritura
 - Retención de Datos: 100 años
12. Disponibilidad para la ampliación de dispositivos de temperatura
13. 8-lead PDIP, 8-lead JEDEC SOIC, 8 lead MAP, 8 lead TAP, y 8 lead TSSOP Paquetes.

3.1.5 MAX 232

El MAX 232 es un circuito integrado que convierte las señales serie de una Pc a señales adecuadas para su uso en TTL compatibles con los circuitos de lógica digital de un microcontrolador y viceversa. Para realizar una conexión full dúplex desde USART del PIC, se deben conectar las señales TXD, RXD y la masa GND tal como se observa en la figura 3.6.

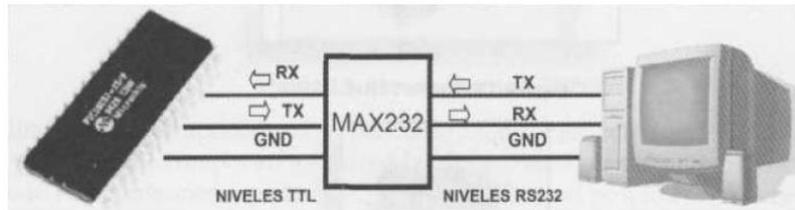


Figura 3.6 Ejemplo de conexión full dúplex entre un PIC y una PC

Fuente: <http://www.uv.mx/personal/jemedina/files/2010/07/Manual-del-Taller-Introduccion-al-Microcontrolador-PIC18F4550.pdf>

3.1.5.1 PUERTO DE CONEXIÓN PARA LA CONFIGURACIÓN DE LA INTERFAZ GRÁFICA

Se utiliza un conector DB9 macho, con el fin de obtener un puerto (COM) para la conexión al ordenador, mediante el cual se configura un parámetro de operación que es importante para la interfaz gráfica.



Figura 3.7 Puerto de Configuración

Fuente: <http://www.tiempo.com/ram/640/fabricacion-de-un-cable-de-conexion-para-comunicar-un-pc-y-una-estacion-meteorologica-wmr-928-de-oregon-scientific/>

3.2 DESARROLLO DEL SOFTWARE

El objetivo es realizar un programa que pueda alertar al chofer de un vehículo el exceso de velocidad únicamente en las zonas de alto riesgo de

accidentabilidad en el sector urbano de la ciudad de Ibarra. Cada vez que el chofer exceda el límite de velocidad automáticamente se encenderá un foco rojo y una chicharra de forma intermitente, de esta forma podemos mostrarle al chofer que se encuentra en una zona de peligro a una velocidad inadecuada.

La única forma de apagar el foco y la chicharra es reduciendo la velocidad a la indicada por la Agencia Nacional de Tránsito (ANT) que es de 50 km/h en el sector urbano. También como finalidad es realizar un sistema de visualización y almacenamiento de datos, cada vez que el chofer supere el límite de velocidad en una zona de peligro, está se guardara en una memoria eeprom externa del sistema con la finalidad de poder transmitir estos datos a una computadora.

3.2.1 PROGRAMACIÓN DE LOS MICROCONTROLADORES

3.2.1.1 DESCRIPCIÓN DE LA HERRAMIENTA DE PROGRAMACIÓN

El compilador PIC-C, denominado PCWH de la firma CCS (Custom Computer Services) utiliza un lenguaje de programación de alto nivel basado en C ANSI, que contiene las funciones y librerías necesarias para el diseño de cualquier aplicación basada en microcontroladores PIC: matemáticas, control de protocolos serie, I2C, etc. La versión PCWH admite todos los dispositivos PIC de la gama baja (12xxx), media (16xxx) y alta (18xxx), con núcleos de 12, 14 y 16 bits respectivamente. Incluye Entorno Integrado de Desarrollo (IDE) en Windows que facilita la edición y depuración de los programas así como ayuda a la configuración del dispositivo.

El Pic C Compiler fue desarrollado para cumplir con las especificaciones del lenguaje ANSI C. El compilador produce principalmente tres tipos de archivos. Archivos con extensión **.hex** que le permita el garbar el programa ejecutable en el PIC por medio del uso de un programador. E archivo con extensión **.asm** contendrá un listado en assembler del programa compilado con la información del mapeo de memoria. Estos archivos son muy útiles para el debugging de los programas y para determinar la cantidad de pasos de programa (ciclos de ejecución) tiene la aplicación. Los archivos con extensión **.pre** contienen la

información pre-procesada del programa, #defines, #includes, etc., la cual es expandida y guardada en el archivo.

En sus principales ventajas se puede mencionar:

- Está basado en el ANSI C.
- Soporte completo de las familias de los microcontroladores PIC
- Salida Assembly
- Soporta interrupciones internas y externas
- Tipos de datos de 8 y 16 bits
- Todos los operadores aritméticos
- Las variables y funciones no utilizadas son borradas
- Reutilización de ram
- Instrucciones simples

En la siguiente figura se observa el esquema de trabajo del lenguaje de programación **PIC C Compiler**.

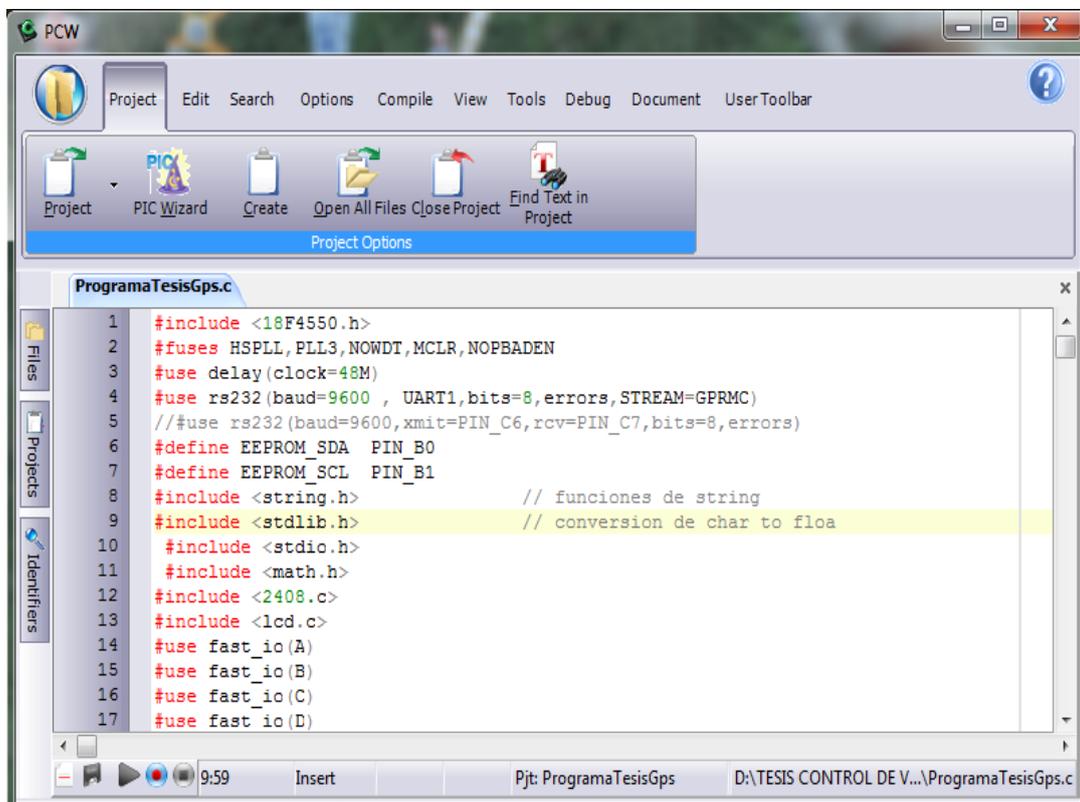
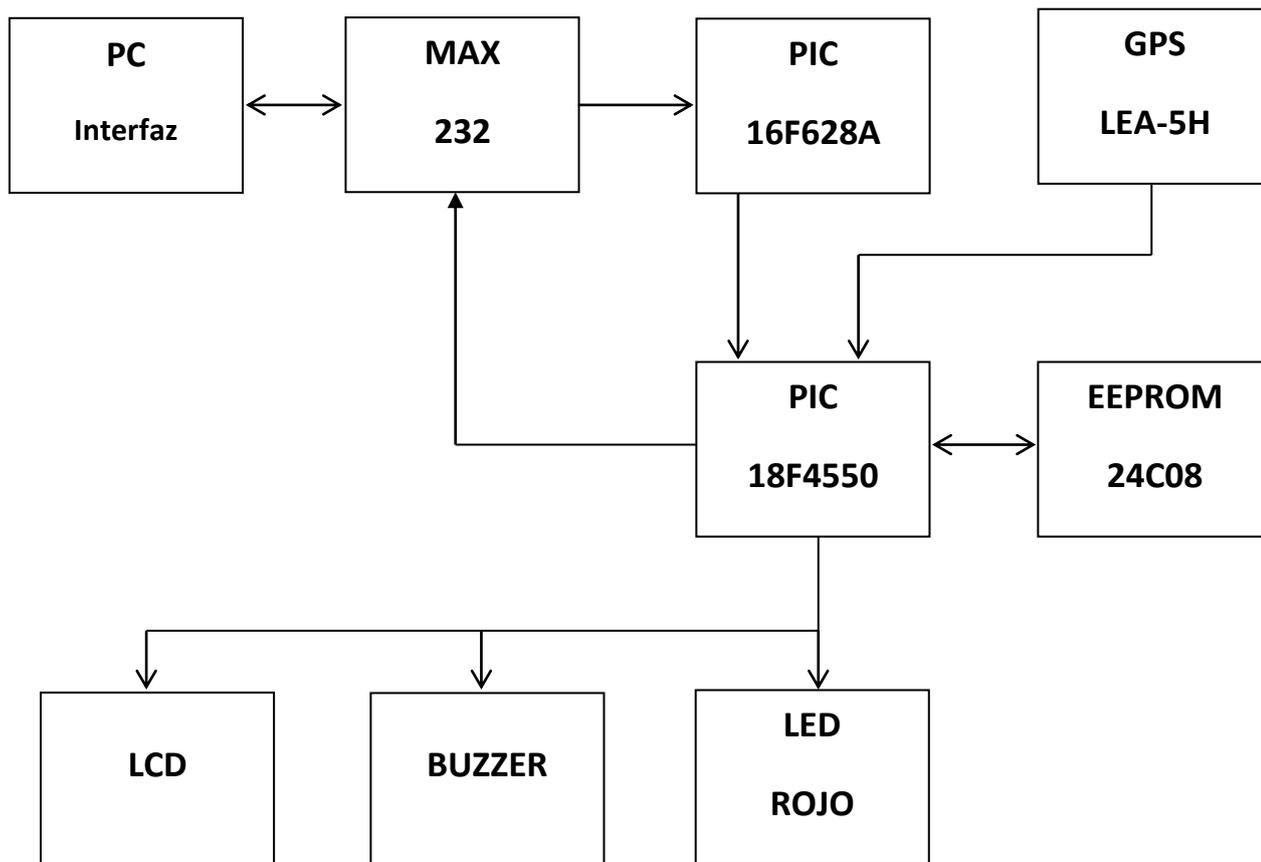


Figura 3.8 Esquema de trabajo PIC C Compiler
Fuente: Programa Propio PIC C COMPILER

Diagrama de Bloques

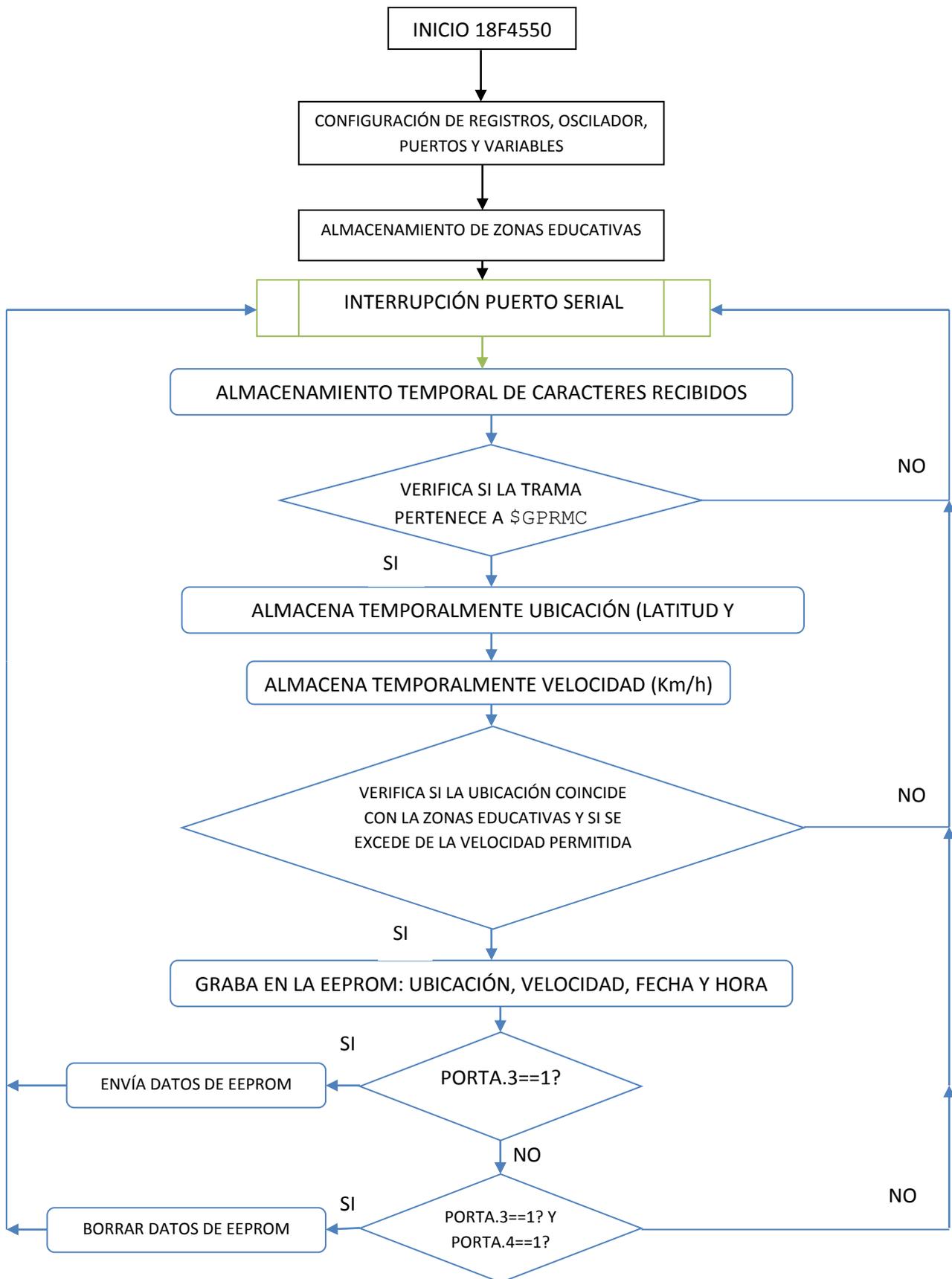


El funcionamiento del sistema empieza cuando el vehículo se enciende y el GPS inicia funcionamiento, triangula con los satélites para adquirir los datos de posición y velocidad para enviar al PIC18F4550 y así comparar con los datos guardados en el microcontrolador. El código está programado para analizar los datos recibidos por el GPS y comparar, si la velocidad es mayor a la establecida por la leyes de tránsito en una zona de alto riesgo de accidentabilidad, automáticamente se activarán el buzzer, el led-rojo y la LCD mostrando un mensaje diciendo que se encuentra en una zona de peligro y que disminuya la velocidad a la establecida, la única manera para que las alarmas se apaguen es reduciendo la velocidad a la permitida. Además cada vez que que se exceda el límite de velocidad se almacenará en la memoria eeprom en forma de dato la velocidad que supero los 50km/h, la zona, la fecha y la hora

Como segunda parte tenemos la transmisión de los datos guardados en la memoria eeprom a la computadora mediante una comunicación serial entre el sistema y la computadora.

Diagrama de Flujo

- Pic 18f4550



Paso 1. Configuración del PIC18F4550

Registros,
Oscilador,
Puertos,
Variables

Paso 2. Se almacenan las instituciones educativas que encuentran cerca de las zonas de alto riesgo de accidentabilidad.

Paso 3. Se crea una interrupción serial para advertir siempre que se exceda el límite de velocidad.

Paso 4. Se almacenan temporalmente los caracteres recibidos.

Paso 5. Se verifica si pertenece la \$GPRMC

Si es **SI** continúa

Si es **NO** regresa al paso 3

Paso 6. Se almacena temporalmente los datos:

Longitud y Latitud
Velocidad km/h

Paso 7. Compara la posición y velocidad

Si es **SI** continúa

Si es **NO** regresa al paso 3

Paso 8. Se graba en la memoria eeprom la velocidad, la zona y la fecha

Paso 9. Se envía PORTA.3==1?

Si es **SI** se envían los datos de la eeprom

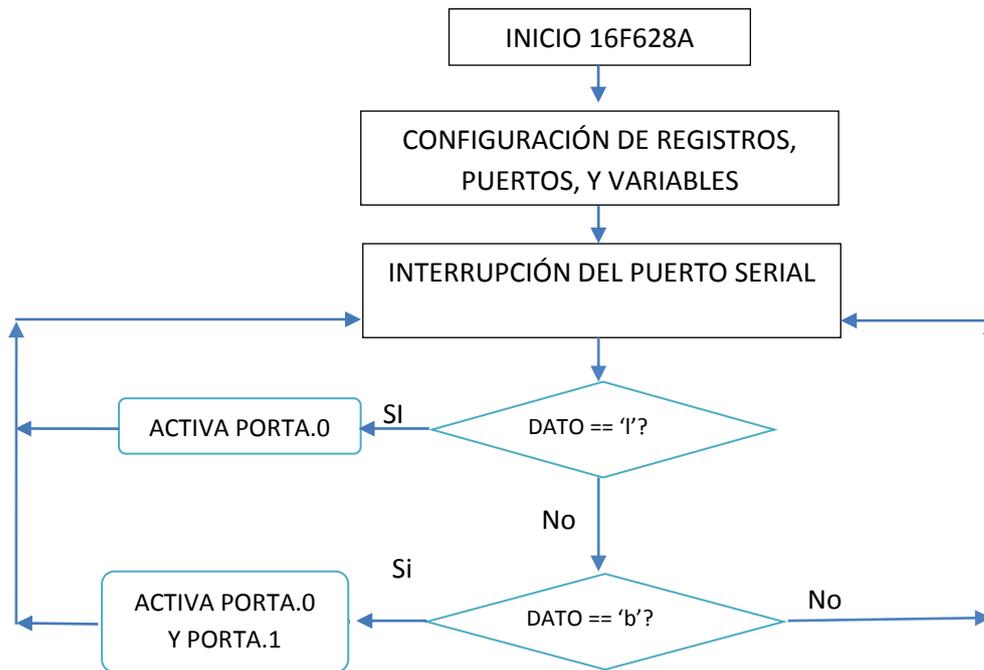
Si es **NO** continua

Paso 10. Se envía PORTA.3==1? Y PORTA.4==1?

Si es **SI** se borran los datos de la eeprom

Si es **NO** se regresa al paso 3

- **Pic 16F628A**



Paso 1. Configuración del PIC16F628A

Registros,
Oscilador,
Puertos,
Variables

Paso 2. Se crea una interrupción serial para transmitir los datos almacenados

Paso 3. Se envía DATO == 'l'?

Activamos PORTA.0

Paso 4. Se envía DATO == 'b'?

Activamos PORTA.0 y PORTA.1

3.2.1.2 PROGRAMAS DE LOS MICROCONTROLADORES

Está desarrollado en base a los diagramas de flujo anteriores y se utiliza la herramienta de programación PIC C Compiler. El código completo se presenta en el ANEXO 1 y ANEXO 2 respectivamente.

3.2.2 CONFIGURACIÓN DEL MÓDULO GPS

3.2.2.1 PROTOCOLO NMEA

Se trata de un protocolo definido y controlado por la organización estadounidense National Marine Electronics Association y es un protocolo a través del cual la mayoría de los receptores GPS y otros instrumentos de navegación y/o marítimos se pueden comunicar entre sí y otros sistemas como controladores, PC's, etc. Lo destacable es que la información que se transfiere en este protocolo desde, por ejemplo un GPS hasta un PC, consta de varias **tramas**. En el caso concreto del receptor GPS LEA – 5H objeto del presente documento, cada vez que se actualiza dicho receptor (a cada segundo), transmite siete tramas del protocolo NMEA:

- Trama GPGGA: Sistema de Posicionamiento Global.
- Trama GPGLL: Posición Geográfica latitud/longitud y tiempo.
- Trama GPGSA: GPS DOP y satélites activos.
- Trama GPGSV: Los satélites GPS a la vista.
- Trama GPRMC: Tránsito específica mínima recomendada.
- Trama GPVTG: Velocidad sobre el terreno.
- Trama GPZDA: Fecha y Hora

De ellas, la que nos interesa y vamos a emplear en este proyecto es la trama GPRMC.

3.2.2.2 Trama GPRMC

Comienza siempre con los caracteres "\$GPRMC," y consta a su vez de 12 campos que se separan entre sí mediante "," como se detalla a continuación:

\$GPRMC, 1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,* C

1. Hora UTC (Tiempo Universal Coordinado) en formato: hhmmss.ss
2. Estado de los datos: A=Activo, V=Nulo
3. Latitud en formato: ggmm.ssss
4. Orientación en latitud: N(norte) o S(sur)

5. Longitud en formato: ggmm.ssss
 6. Orientación en longitud: E(este) o W(oeste)
 7. Velocidad en nudos: xxx.x
 8. Calidad de seguimiento en grados: xxx.x
 9. Fecha UTC en formato: ddmmaa
- A. Variación magnética en grados
 - B. Orientación de la variación E(este) o W(oeste)
 - C. Checksum: *xx

En el protocolo NMEA todos los bytes transferidos son caracteres ASCII. La comunicación se realiza a 4800 baudios, 8 bits de datos, sin paridad y 1 bit de stop. Todas las tramas comienzan con los caracteres \$GP y finalizan mediante un retorno de carro (0x0d) y avance de línea (0x0A).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	NUL	SOH	STX	ETX	EOT	ENQ	ACK	BEL	BS	HT	LF	VT	FF	CR	SO	SI
1	DLE	DC1	DC2	DC3	DC4	NAK	SYN	ETB	CAN	EM	SUB	ESC	FS	GS	RS	US
2	SPC	!	"	#	\$	%		'	()	*	+	,	-	.	/
3	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	:	;	<	=	>	?
4	@	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
5	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	[\]	^	_
6	`	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
7	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z	{		}	~	DEL
8	€		,	f	„	...	†	‡	^	‰	Š	<	Œ		Ž	
9		\	'	”	”	•	—	—	~	™	š	>	œ		ž	ÿ

Figura 3.9 Tabla de los caracteres ASCII

Fuente: Programa microC compiler for PIC "View Ascii Chart"

3.2.3 CONFIGURACIÓN DE LAS ÁREAS DE LAS ZONAS EDUCATIVAS

3.2.3.1 DESCRIPCIÓN DE LA HERRAMIENTA UTILIZADA

Google Earth es un programa informático diseñado para indicar la esfera virtual, con la cual podemos acceder a la visualización de todos los mapas geográficos, territorios y de diferentes dimensiones lineales. El mapa de Google Earth contiene imágenes obtenidas por Imagen satelital, fotografía aérea, información geográfica proveniente de modelos de datos SIG de todo el mundo y modelos creados por ordenador. Además es un programa que podemos encontrar de forma gratuita y está disponible para varios sistemas operativos.

A continuación detallaremos algunas características:

- Google Earth permite introducir el nombre de un hotel, colegio o calle y obtener la dirección exacta.
- También se puede visualizar imágenes vía satélite del planeta.
- Brinda características 3D como dar volumen a valles o montañas y en algunas ciudades incluso se han modelado los edificios.
- La forma de guiarse en la pantalla es fácil e intuitiva, con cuadros de mando sencillos y manejables.
- Es posible compartir enlaces con otros usuarios, medir distancias geográficas, ver altura de montañas y cambiar la vista horizontal como en vertical.
- Google Earth dispone de conexión con GPS, alineación de datos desde el fichero y bases de datos en sus versiones de pago.
- También tiene un simulador de vuelo de Google Earth bastante real con el que se puede sobrevolar cualquier lugar del planeta.

En la figura 3.10 se puede observar la pantalla inicial del programa Google Earth, que se compone de muchas herramientas listas para utilizar.

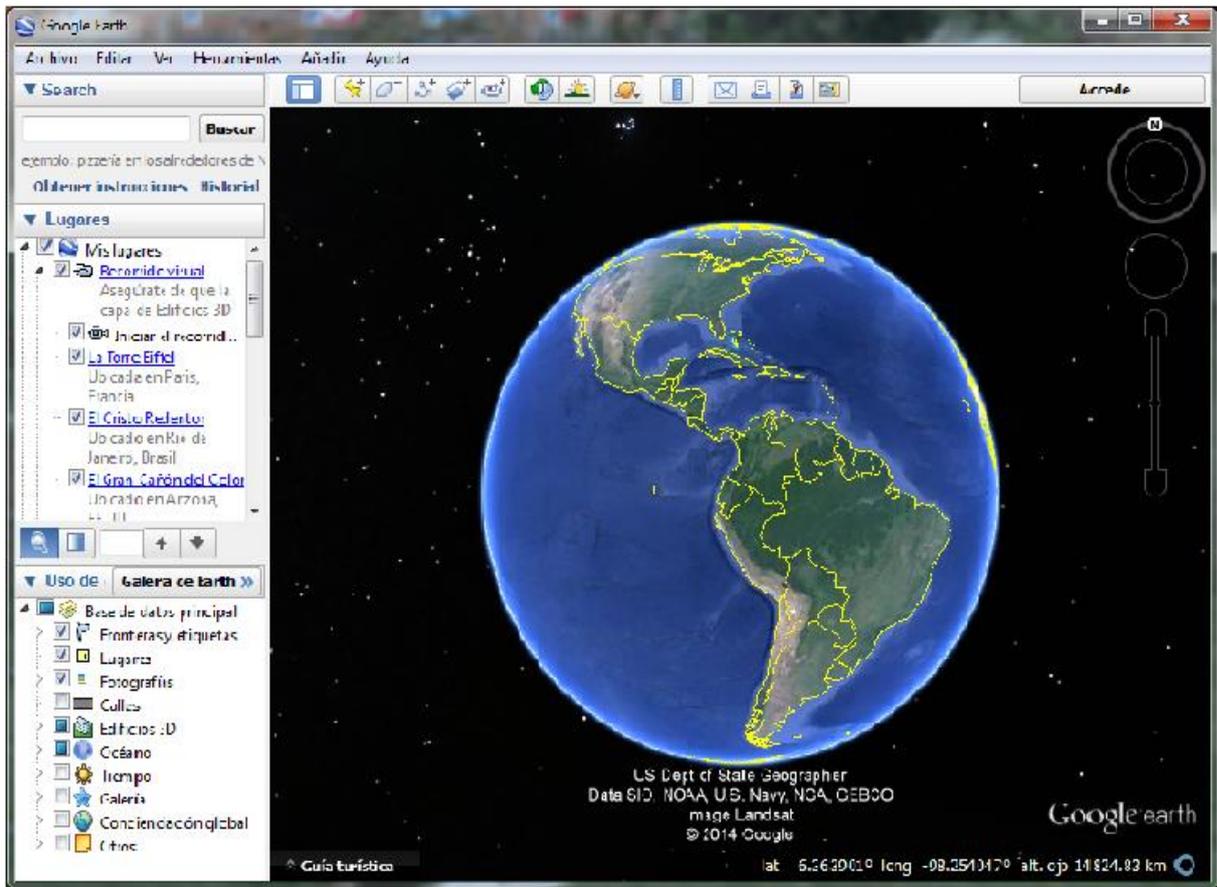


Figura 3.10 Esquema de trabajo Google Earth

Fuente: Programa propio Google Earth

3.2.3.2 BÚSQUEDA DE LAS COORDENADAS DE LAS ZONAS EDUCATIVAS

Para poder encontrar las coordenadas de un punto en la faz de la tierra es importante saber utilizar las herramientas que Google Earth nos brinda para facilitar el trabajo de búsqueda. Como se indicó anteriormente para encontrar las zonas educativas en el mapa, simplemente nosotros ingresamos el nombre de la Institución Educativa, una vez localizado la zona procedemos a instalar cuatro marcas, en cada punto cardinal norte, sur, este y oeste respectivamente.

Cada coordenada está compuesta por dos valores longitud y latitud representadas en grados como se muestra en la siguiente figura.

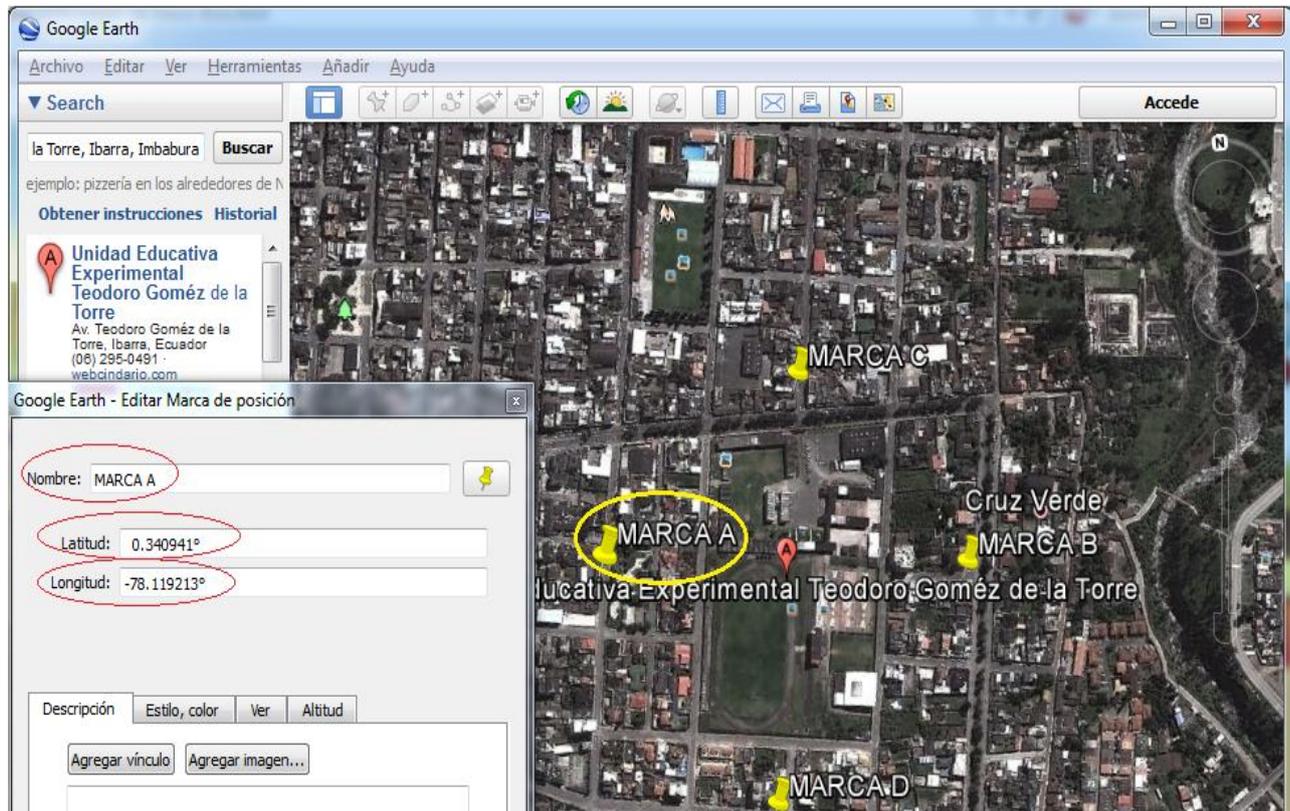


Figura 3.11 Instalación de marcas para saber las coordenadas

Fuente: Programa propio Google Earth

Como se puede observar en la figura 3.11 hemos instalado cuatro marcas alrededor de la zona educativa que están representadas con una elipse color amarilla e inmediatamente en la parte izquierda de la imagen podemos ver una ventana donde nos indican el nombre de la marca, la latitud y la longitud que están representadas por las elipses color rojas.

3.2.3.3 CÁLCULO DE LAS ÁREAS

Una vez adquiridos los valores de las coordenadas procedemos a calcular tanto el punto medio de las zonas como las distancias entre el punto medio y las coordenadas, ya que estos valores son de suma importancia para el proyecto, estos valores son los que serán ingresados al código que se encuentra almacenado en el microcontrolador 18F4550.

- **Cálculo del punto medio:**

- Longitud Punto medio = $(\text{Coordenada A} + \text{Coordenada B})$

- Latitud Punto medio = $\frac{(\text{Coordenada C} + \text{Coordenada D})}{2}$

Ecuación 1 Punto medio entre dos coordenadas

Fuente: Geometría Analítica

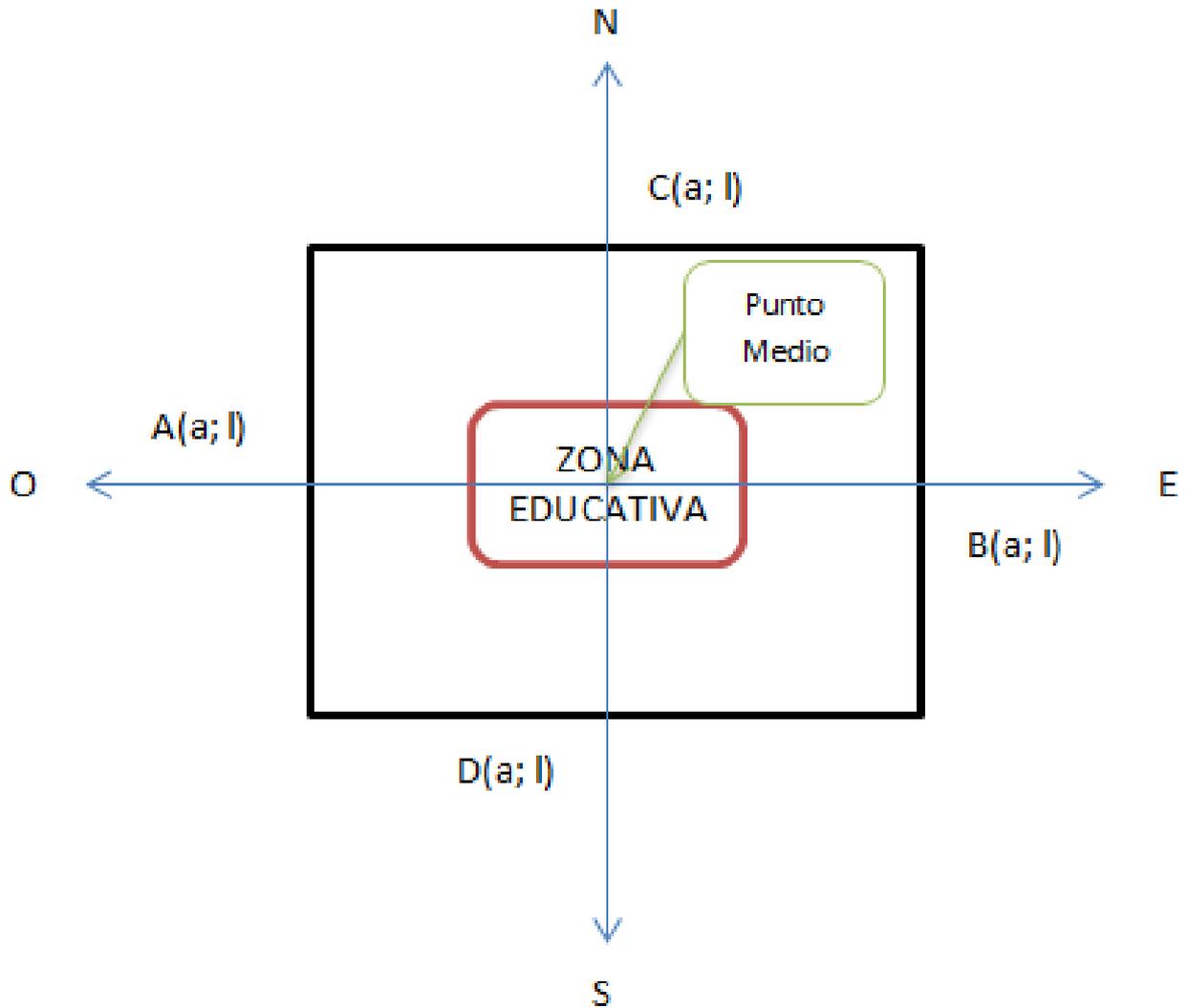


Figura 3.12 Representación gráfica de la zona, coordenadas y punto medio

Fuente: Elaboración propia

- **Cálculo de las distancias entre el punto medio y las coordenadas:**
 - Longitud distancia X= Coordenada A – Longitud Punto medio
 - Latitud distancia Y = Coordenada D – Latitud Punto medio

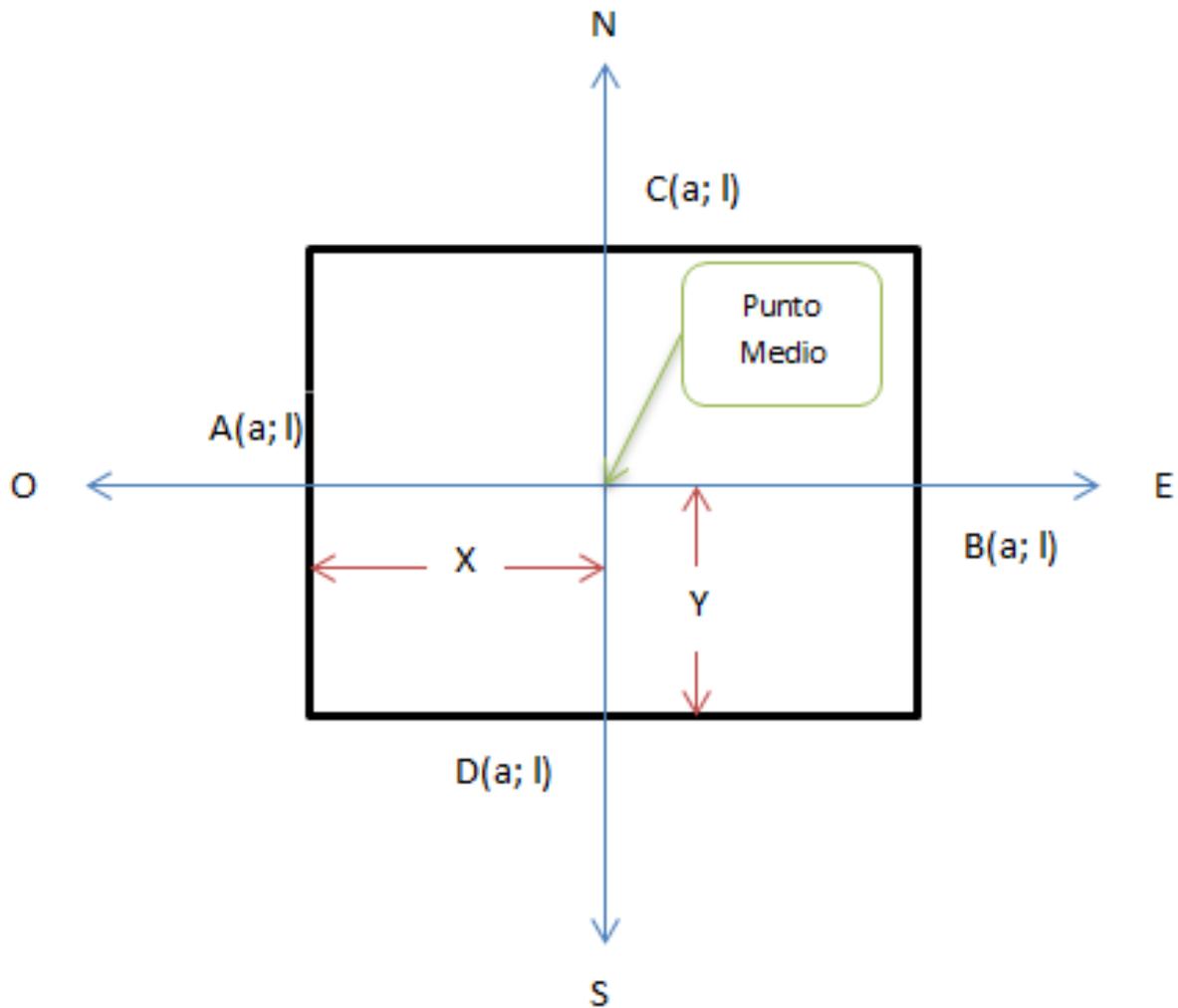


Figura 3.13 Representación gráfica de las distancias X y Y
Fuente: Elaboración propia

3.2.4 DESARROLLO DE LA INTERFAZ

3.2.4.1 DESCRIPCIÓN DE LA HERRAMIENTA UTILIZADA

C# es un lenguaje orientado a objetos y con seguridad de características que permite a los creadores compilar diversas aplicaciones compactas y seguras que se ejecutan en .NET Framework. Con C# se puede crear aplicaciones de Windows, servicios Web XML, componentes distribuidos, aplicaciones cliente-servidor, aplicaciones de base de datos, y mucho más. C# proporciona un editor de código avanzado, cómodos diseñadores de interfaz de usuario, depurador integrado y cuantiosas herramientas más para facilitar el desarrollo de aplicaciones basadas en el lenguaje C# y .NET Framework.

Entre sus principales ventajas podemos mencionar:

- El compilador de C#, para convertir el código fuente de C# en un programa ejecutable.
- El explorador de soluciones, para ver y administrar archivos de proyecto y configuraciones.
- El editor de código, para escribir código fuente.
- El diseñador de proyectos, para configurar opciones del compilador, rutas de implementación, recursos, etc.
- La vista de clases, para navegar por el código fuente según los tipos, no los archivos
- El depurador de visual estudio, para probar el programa.
- El cuadro de herramientas y el diseñador, para desarrollar interfaces de usuario con el mouse
- La ventana propiedades, para configurar propiedades y eventos en los controles de la interfaz de usuario.

En la siguiente figura podemos observar el esquema de trabajo del programa C#

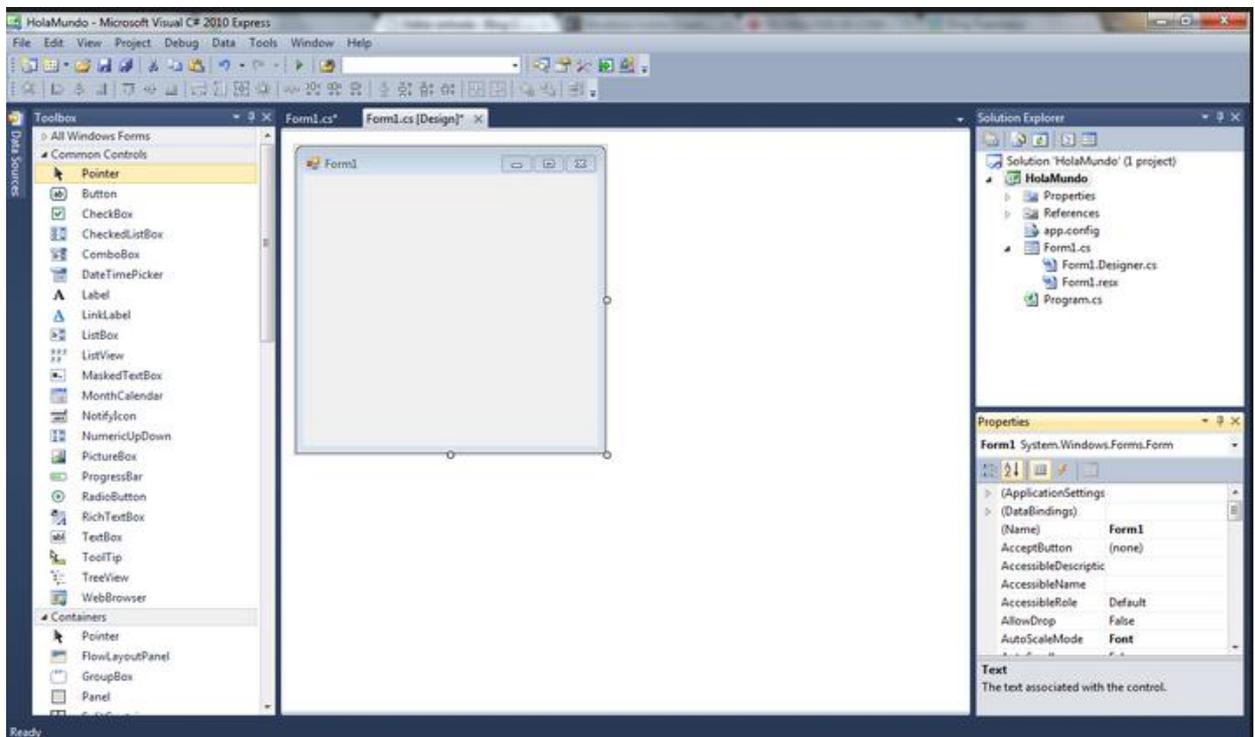
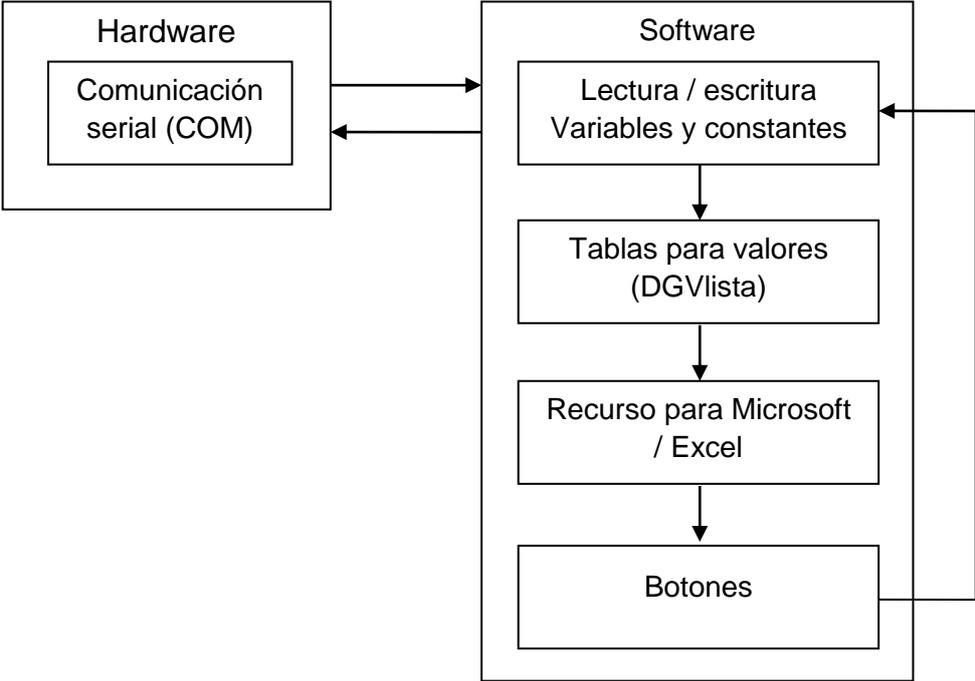


Figura 3.14 Esquema de trabajo C#
Fuente: Programa propio C#

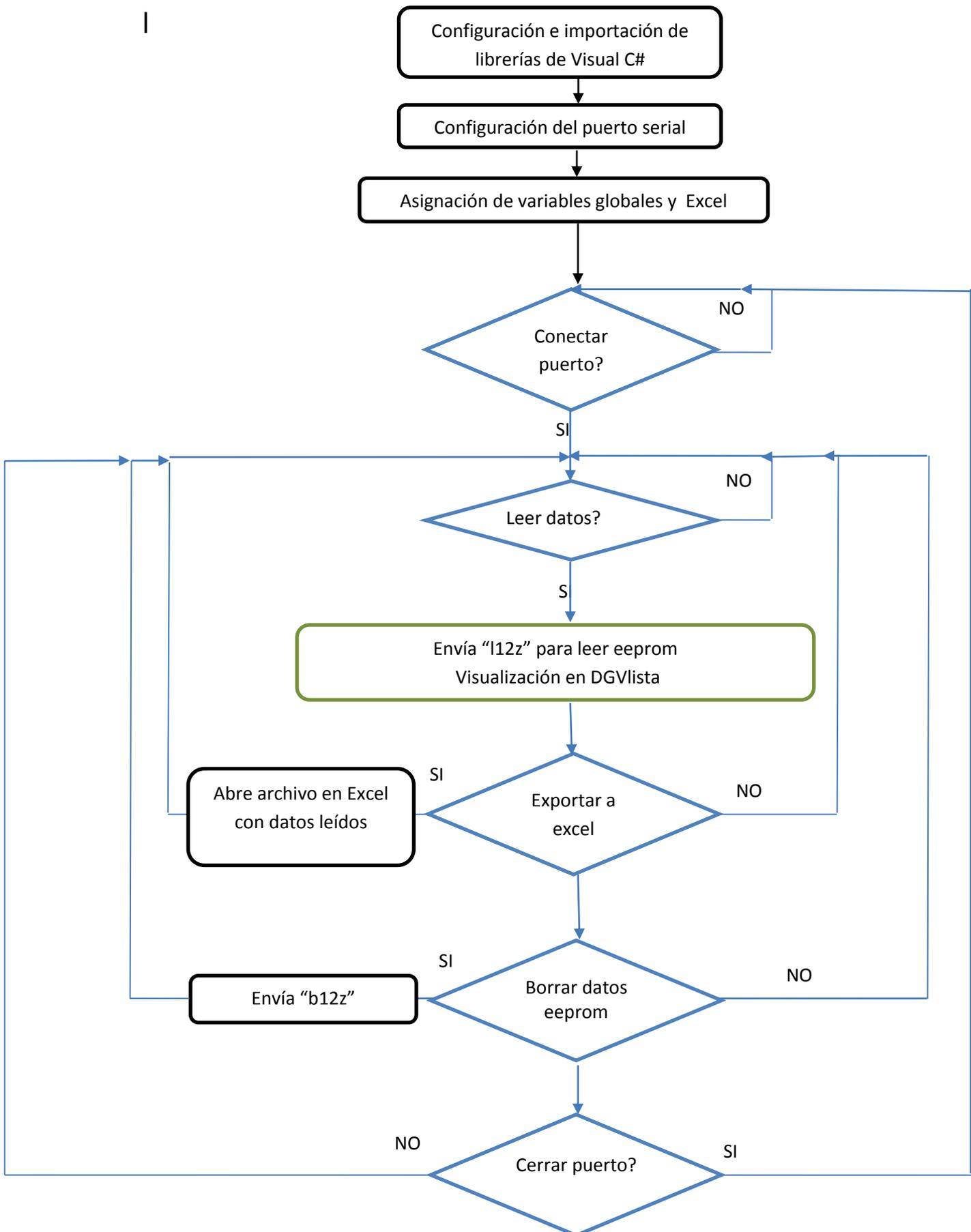
Diagrama de Bloques



El funcionamiento inicia con la configuración del puerto “COM” de la computadora para la comunicación serial, ya en la interfaz está configurada las variables necesarias para la lectura y escritura de los datos en la cual encontramos una lista donde se podrá ver los datos que se guardó, también están los botones con su respectivo funcionamiento para leer, guardar y borrar datos.

Diagrama de Flujo Interfaz

I



Paso 1. Configuración e importación de librerías de Visual C# para la interfaz gráfica.

Paso 2. Configuración del puerto

Paso 3. Asignamos variables globales y de Excel

Paso 4. Activamos el botón conectar puerto

Si es **SI** continúa
Si es **NO** regresa

Paso 5. Activamos el botón leer datos

Si es **SI** continúa
Si es **NO** regresa

Paso 6. Se envía "112z" para leer eeprom Visualización en DGVlista que son los datos de la hora, fecha, zona y velocidad.

Paso 7. Activamos el botón Exportar a Excel

Si es **SI** abre archivo en Excel con datos leídos
Si es **NO** regresa al paso 5

Paso 8. Activamos borrar datos eeprom

Si es **SI** enviamos código de seguridad "b12z"
Si es **NO** regresa al paso 5

Paso 9. Activamos cerrar puerto

Si es **SI** regresa al paso 2
Si es **NO** regresa al paso 5

3.2.4.2 DISEÑO DE LA INTERFAZ

Para el diseño de la interfaz se ha utilizado un esquema bastante sencillo con la finalidad de una fácil comprensión y una rápida adaptación al funcionamiento de la interfaz y del sistema en conjunto.

En la siguiente figura podemos observar el esquema de trabajo de la interfaz y sus componentes:



Figura 3.15 Esquema de trabajo de la Interfaz
Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la figura 3.15, la interfaz gráfica está compuesta básicamente por lo necesario que son una **lista** y **botones** que detallamos a continuación:

- **Lista.-** Es una opción que nos brinda el programa para poder abarcar algunos datos de forma organizada y por separado, como se visualiza en la interfaz de la figura 3.15 en la lista tenemos cinco opciones que son:
 - **Datos:** Se visualiza el número de datos obtenidos.
 - **Fecha:** Se visualiza la fecha en la que ocurrió la infracción.
 - **Hora:** Se visualiza la hora en la que ocurrió la infracción.
 - **Zona:** Se visualiza el nombre de la zona en la que ocurrió la infracción.
 - **Velocidad:** Se visualiza que excedió el límite de velocidad permitida por la Ley de Tránsito en el sector urbano de la ciudad.

- **Botones.-** Es otra de las opciones que nos ofrece el programa para poder fijar un orden y así crear un vínculo entre un botón y su funcionamiento establecido por el usuario, a continuación detallaremos las características de los botones que se encuentran en la Interfaz.
 - **Abrir Puerto.-** Es esencial para empezar la comunicación entre el sistema y la computadora.

- **Leer Datos.-** Simplemente al presionar este botón inmediatamente se visualizará todos los datos que se encuentra en el sistema.
- **Exportar.-** La función de este botón es guardar los datos.
- **Borrar Datos.-** Con este botón automáticamente borramos todos los datos.

3.2.4.3 PROGRAMA INTERFAZ GRAFICA

Está desarrollado en base al diagrama de flujo anterior y se utilizó la herramienta de programación C#. El código completo se presenta en el ANEXO 3.

3.3 CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA

La construcción del prototipo abarcará la elaboración del circuito impreso, diagramas esquemáticos y circuitales con su debida descripción.

3.3.1 Elaboración del circuito impreso

- *Diagramas esquemático*

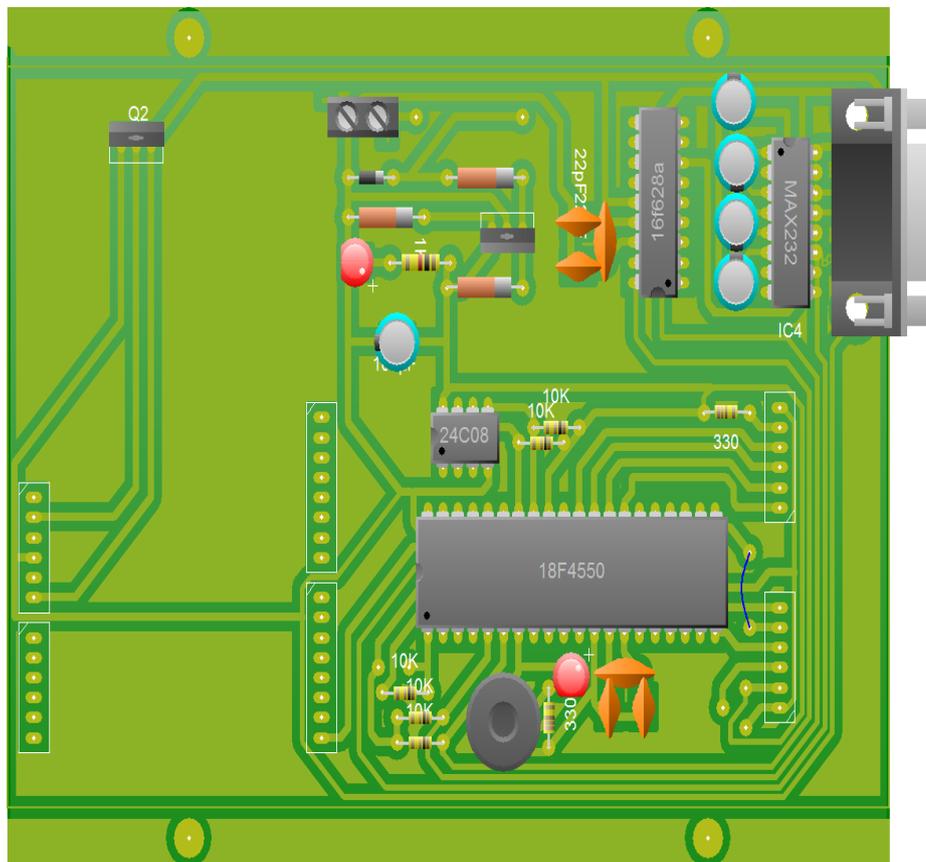


Figura 3.16 Real World PCB
Fuente: Elaboración propia

En la placa presentada en la Figura 3.16 se muestra la placa que constituye todo el sistema, se encuentra los microcontroladores, la circuitería para alimentación, los circuitos para la conexión al GPS, los conectores para la LCD, los leds, la chicharra, la memoria eeprom, el max232 y el DB9 para la conexión USB- Serial.

- **Diagramas Circuetales**

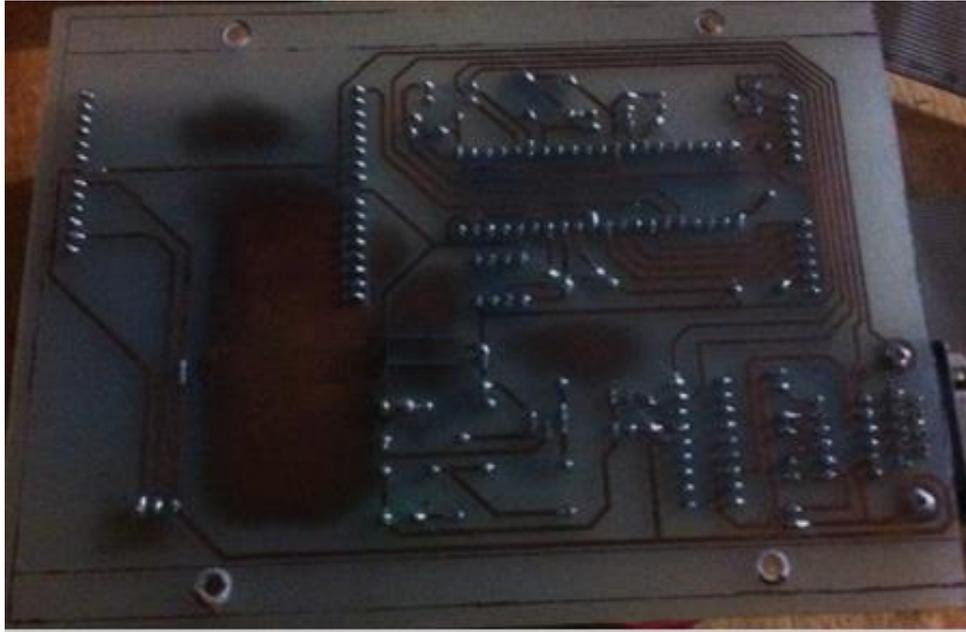


Figura 3.17 Elementos soldados
Fuente: Elaboración propia

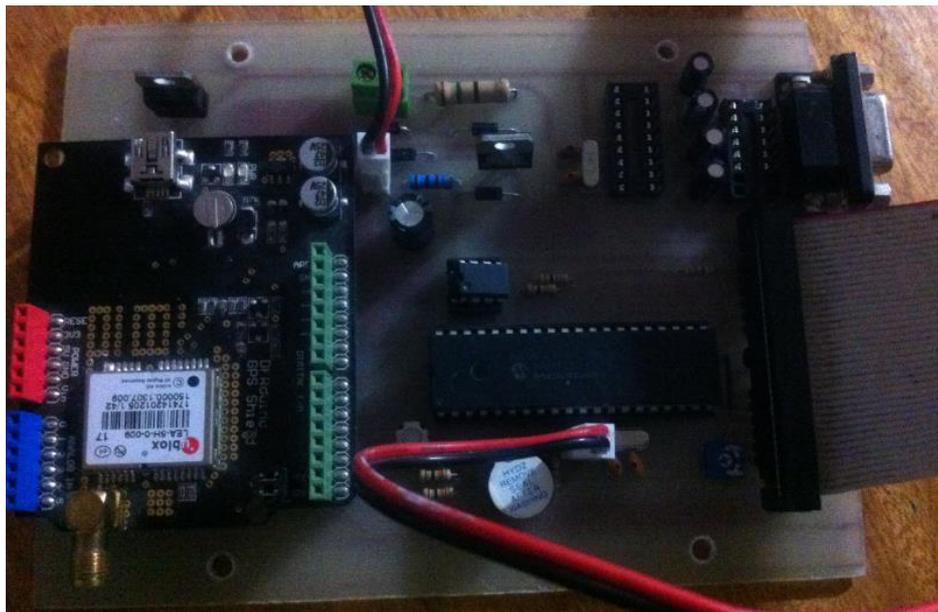


Figura 3.18 Ubicación de los dispositivos
Fuente: Elaboración propia

- **Diagrama Eléctrico**

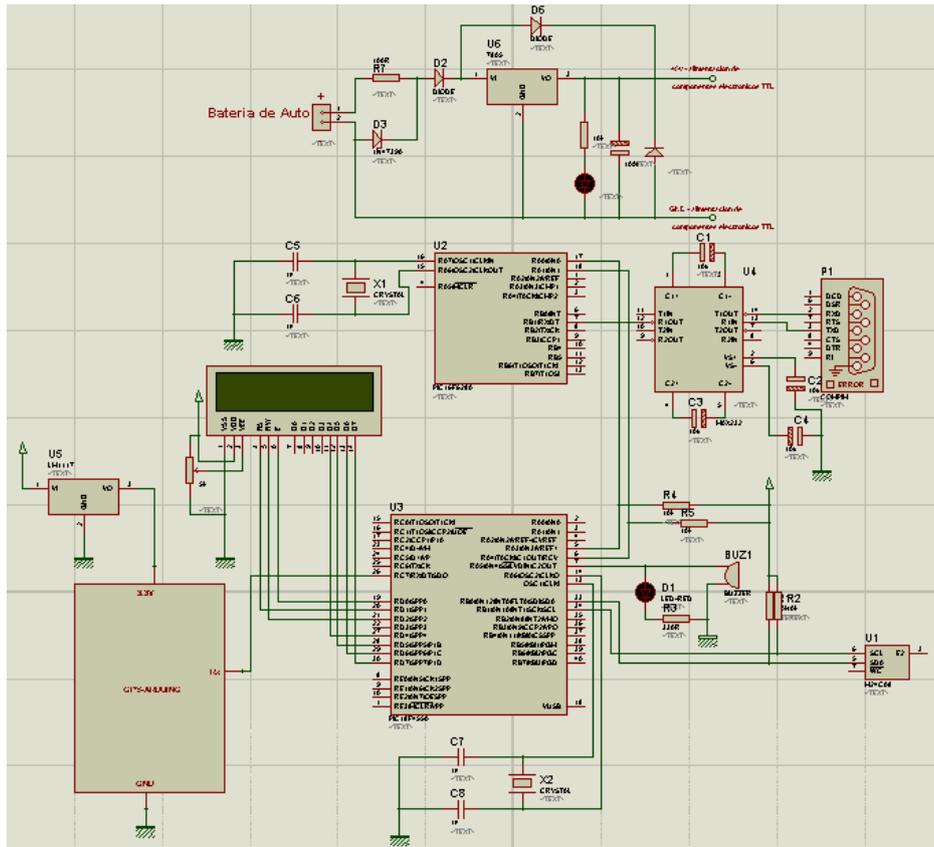


Figura 3.19 Diagrama Eléctrico Completo
Fuente: Elaboración propia

En la figura 3.19 se observa el diagrama eléctrico completo del prototipo, el cual se divide principalmente en cuatro esquemas de conexión que son:

1. Alimentación del sistema

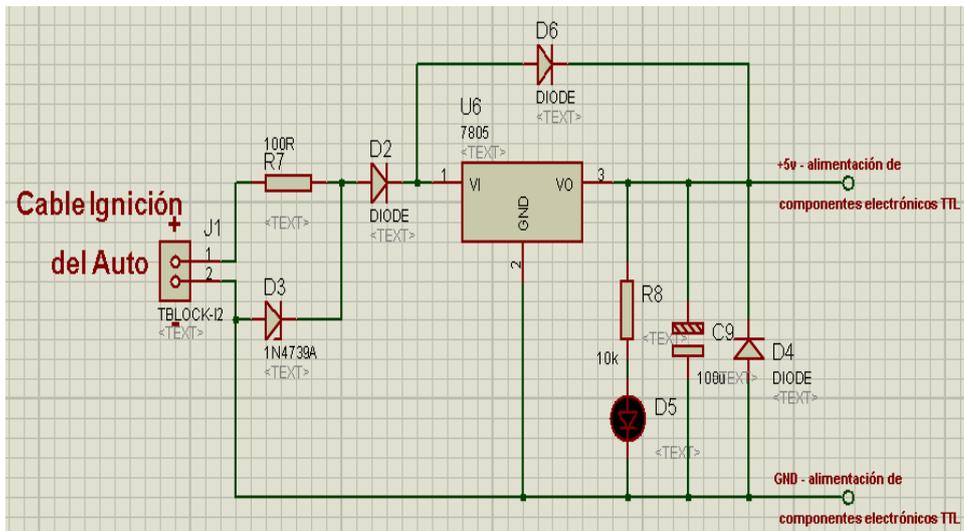


Figura 3.20 Diagrama de conexión de la alimentación del sistema
Fuente: Elaboración propia

Lista de Componentes	
R7	100Ω
R8	10KΩ
C9	100μF
D2	Común
D3	1N4739A
D4	Común
D5	LED-RED
D6	Común
U6	LM7805
J1	12V

Como se observa en la figura 3.20 la alimentación del sistema está conectada directamente al cable de ignición del auto el cual proporciona 12V; por lo que se construyó un regulador de voltaje para obtener 5V voltios a la salida y así alimentar al prototipo.

Como principal dispositivo se utilizó un LM7805 para obtener una tensión de salida de 5 voltios acompañado de resistencias y diodos para crear un control de corriente estable, un capacitor para eliminar los picos de voltaje y un led color verde para indicar el prendido/apagado del sistema.

2. Entrada del sistema

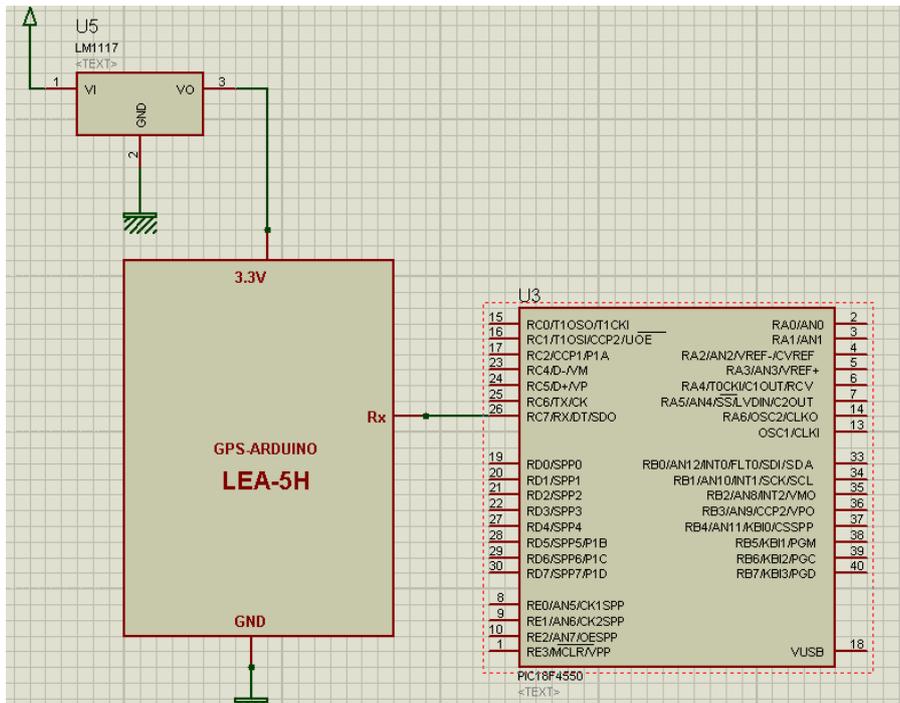


Figura 3.21 Diagrama de conexión de la entrada del sistema
Fuente: Elaboración propia

Lista de Componentes	
U3	PIC18F4550
U5	LM1117
GPS	LEA-5H

Como se observa en la figura 3.21 como entrada tenemos la señal del GPS, el cual está conectado principalmente con el PIC18F4550 mediante una comunicación serial, además contamos con un regulador de voltaje LM1117 para obtener 3.3 voltios que necesita el GPS LEA-5H.

3. Procesamiento del sistema

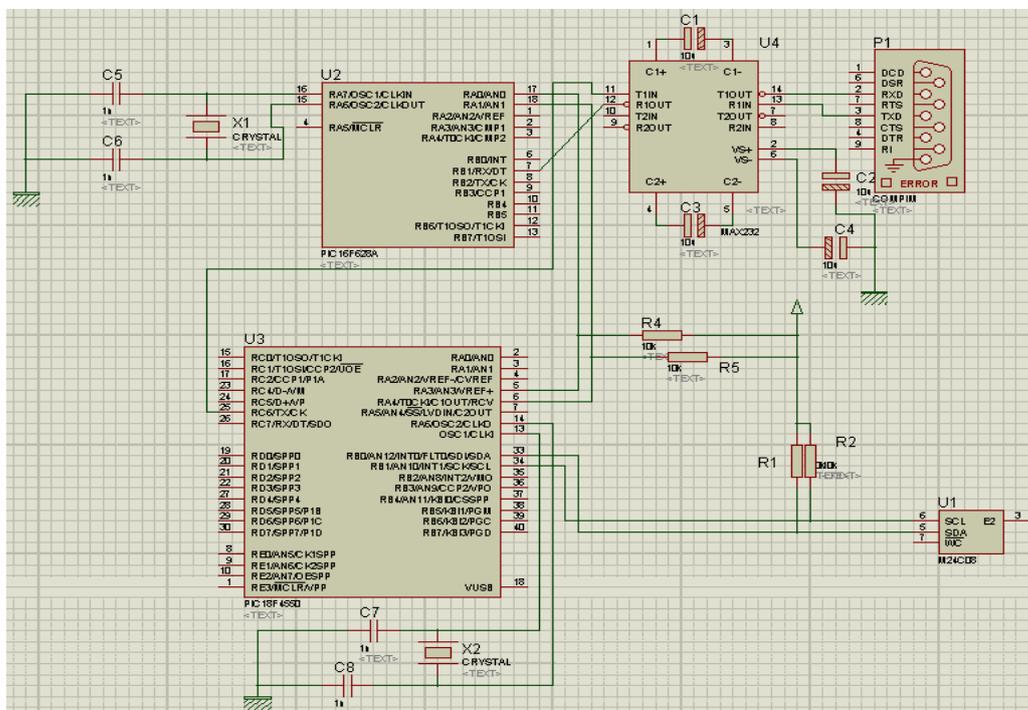


Figura 3.22 Diagrama de conexión del procesador del sistema

Fuente: Elaboración propia

Lista de Componentes	
R1	10KΩ
R2	10KΩ
R4	10KΩ
R5	10KΩ
C1	10μF
C2	10μF
C3	10μF
C4	10μF

C5	1nF
C6	1nF
C7	1nF
C8	1nF
X1	1MHz
X2	1MHz
U1	M24C08
U2	PIC16F628A
U3	PIC18F4550
U4	MAX232
P1	COMPIN

Como se observa en la figura 3.22 la conexión del PIC18F4550 es el principal dispositivo en el sistema de procesamiento del prototipo, se encuentra configurado con un cristal 1MHz, también se puede ver la conexión en paralelo con el PIC16F628A configurada con una conexión de resistencias pull-up, además se observa la conexión serial con el MAX 232 configurado con los cuatro capacitores para la transmisión y recepción de las señales y al final tenemos en el diagrama de procesamiento la conexión con la memoria eeprom (M24C08) que también se encuentra conectada con sistema de resistencias pull-up y donde se almacenan los datos de sistema para su posterior transmisión.

4. Salidas de sistema

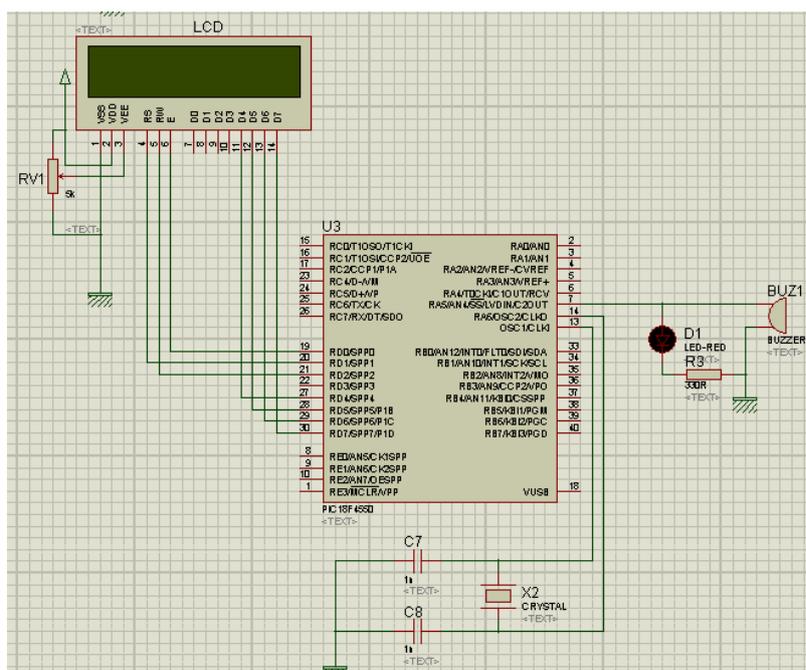


Figura 3.23 Diagrama de conexión de las salidas del sistema
Fuente: Elaboración propia

Lista de Componentes	
R9	300Ω
RV1	5KΩ
D1	LED-RED
BUZ1	BUZZER
LCD	LM016L

Como se observa en la figura 3.23 es el diagrama de conexiones de las salidas que tiene el sistema como son la LCD que se encuentra en una conexión a cuatro bits, también observamos la conexión del led y el buzzer con su respectiva resistencia.

3.3.2 Montaje del Sistema

Es importante que los dispositivos se encuentren protegidos por una caja para el montaje final, todo esto se lo realiza por la seguridad del sistema y su correcto funcionamiento. Las dimensiones de la caja son 13 cm de ancho, 8 cm de alto y 16 cm de profundidad.



Figura 3.24 Caja de protección
Fuente: Elaboración propia



Figura 3.25 Montaje final del sistema
Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 4

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

4.1 FUNCIONAMIENTO

El sistema está conectado directamente al cable de ignición del vehículo, esto permitirá que nuestro sistema funcione únicamente cuando el carro sea encendido y de igual manera se apagará cuando el carro se apague.

4.1.1 VISUALIZACIÓN DE LOS CASOS DEL SISTEMA

- **Caso 1**

El primer caso es la visualización en la pantalla LCD de la palabra **“BIENVENIDO”**, esta aparecerá cuando se encienda el vehículo y por ende se encenderá el sistema.



Figura 4.1 Inicialización del sistema
Fuente: Elaboración propia

- **Caso 2**

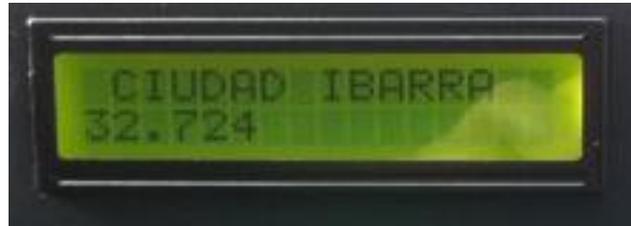
El segundo caso es la visualización en la pantalla LCD de la frase **“Fuera de línea Conectando...”**, esto significa el tiempo que demora el GPS en reconocer los satélites y conectarse con ellos para poder calcular su posición actual.



Figura 4.2 Calculo de la posición del GPS
Fuente: Elaboración propia

- **Caso 3**

El tercer caso es la visualización en la pantalla LCD de la frase **“Ciudad Ibarra”** y también se visualizará la velocidad del vehículo a la que está andando, esto significa que el carro no se encuentra en una zona de peligro.



*Figura 4.3 Posición y velocidad del vehículo
Fuente: Elaboración propia*

- **Caso 4**

El cuarto caso es la visualización en la pantalla LCD de la frase **“Zona - Peligro”** en la primera línea y en la segunda línea **“Reduzca a 50 km/h”**, esto significa que se encuentra en una zona de peligro de accidente y con velocidad mayor a 50 km/h.



*Figura 4.4 Velocidad mayor a 50 km/h en una zona de peligro
Fuente: Elaboración propia*

4.1.2 MANEJO DE LA INTERFAZ GRÁFICA

Como se describió anteriormente la interfaz y sus componentes, ahora se describirá el proceso a seguir sobre el correcto funcionamiento de la interfaz y estos son:

Paso 1.- Para poder transportar los datos del sistema a la computadora es esencial conectar la computadora con el sistema mediante un cable USB-SERIAL.

Paso 2.- Una vez conectados el sistema y la computadora hacemos click en el botón **Abrir Puerto** de la Interfaz Gráfica con la finalidad de configurar el sistema

de comunicación, es decir, habilitar el “**com o puerto**” de la computadora a la Interfaz Gráfica, una vez configurado el “**com o puerto**” el botón **Abrir Puerto** automáticamente se transformara en botón **Cerrar Puerto**.

Paso 3.- Una vez establecido el puerto de comunicación procedemos a hacer click sobre el botón **Leer Datos** para transportar todos los datos guardados en el sistema a las **Lista** de la Interfaz Gráfica

Paso 4.- Una vez visualizados los datos en nuestra **Lista** de la Interfaz Gráfica procedemos a hacer click en el botón **Exportar** para guardar los datos y poder almacenarlos de una forma segura.

Paso 5.- Por último damos click en el botón **Borrar Datos** para limpiar y vaciar la memoria eeprom.

4.2 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO POR ZONA

Para realizar las pruebas por cada zona es preciso pasar por cada institución educativa a dos velocidades distintas que son a menos de 50km/h en la que no pasa nada y mayor de 50km/h en la que se enciende el led rojo, también el buzzer y el mensaje en la LCD, a continuación se presentan dos fotografías por cada unidad educativa que son:

4.2.1 Zona 1: Teodoro Gómez de la Torre

A la zona Teodoro Gómez de la Torre la conforman las unidades educativas: Teodoro Gómez de la Torre, Sánchez y Cifuentes, Peñaherrera y Jardín de Infantes Albertina Franco Leoro en las cuales se ha podido detectar según las estadísticas que en los años 2012-2013 hay un total de 408 accidentes de tránsito, concluyendo que es la segunda zona más peligrosa de la ciudad de Ibarra de acuerdo a las estadísticas mencionas en capítulo I, a continuación se describirá las unidades educativas que conforman esta zona:

- **Unidad Educativa Teodoro Gómez de la Torre**



Figura 4.5 Velocidad menor a 50km/h en Unidad Educativa Teodoro Gómez de la Torre
Fuente: Elaboración propia



Figura 4.6 Velocidad mayor a 50km/h en Unidad Educativa Teodoro Gómez de la Torre
Fuente: Elaboración propia

La Unidad Educativa Teodoro Gómez de la Torre se encuentra ubicada en la Av. Teodoro Gómez de la Torre entre las calles Sucre y Salinas, esta unidad educativa es parte de una de las zonas más peligrosas de la ciudad de Ibarra ya que existe mayor cantidad de estudiantes y circulación vehicular; como se puede evidenciar en la **figura 4.5** el vehículo se encuentra a una velocidad menor a 50km/h por lo que las alarmas del dispositivo no se encienden a diferencia de la **figura 4.6** en la que se puede observar que las alarmas del dispositivo se activan ya que el vehículo superó el límite de velocidad de 50km/h.

- **Unidad Educativa Salesiana Sánchez y Cifuentes**



Figura 4.7 Velocidad menor a 50km/h en Unidad Educativa Salesiana Sánchez y Cifuentes
Fuente: Elaboración propia



Figura 4.8 Velocidad mayor a 50km/h en Unidad Educativa Salesiana Sánchez y Cifuentes
Fuente: Elaboración propia

La Unidad Educativa Salesiano Sánchez y Cifuentes se encuentra ubicada en las calles Sucre y Obispo Mosquera, esta unidad se encuentra ubicada en uno de los sectores más comerciales de la ciudad de Ibarra, también forma parte de las unidades más numerosas de la ciudad; la **figura 4.7** indica que el vehículo circula a una velocidad menor a 50km/h y la **figura 4.8** indica que vehículo excedió los límites de velocidad establecidos.

- **Unidad Educativa Peñaherrera**



Figura 4.9 Velocidad menor a 50km/h en Unidad Educativa Peñaherrera
Fuente: Elaboración propia



Figura 4.10 Velocidad mayor a 50km/h en Unidad Educativa Peñaherrera
Fuente: Elaboración propia

La Unidad Educativa Peñaherrera se encuentra ubicada en la Av. Teodoro Gómez de la Torre y Sánchez y Cifuentes, esta unidad educativa se encuentra ubicada en uno de los sectores más transitados de la ciudad de Ibarra, ya que existe la excesiva concurrencia de vehículos livianos y pesados como son los buses; en la **figura 4.9** se observa que el vehículo circula a una velocidad menor a 50km/h y en la **figura 4.10** se observa que vehículo excede los límites de velocidad establecidos.

- **Jardín de Infantes Albertina Franco Leoro**



Figura 4.11 Velocidad menor a 50km/h en Jardín de Infantes Albertina Franco Leoro
Fuente: Elaboración propia



Figura 4.12 Velocidad mayor a 50km/h en Jardín de Infantes Albertina Franco Leoro
Fuente: Elaboración propia

Este jardín de infantes se encuentra ubicado en las Avenidas Eugenio Espejo y Teodoro Gómez de la Torre, este jardín se encuentra ubicado en uno de los sectores con mayor tráfico vehicular y peatonal de la ciudad de Ibarra; en la **figura 4.11** se observa que el vehículo circula a una velocidad menor a 50km/h y en la **figura 4.12** se observa que vehículo excede los límites de velocidad establecidos.

4.2.2 Zona 2: Mercado Amazonas

A esta zona la conforman la unidad educativa Pedro Moncayo y el jardín de Infantes Amazonas en las cuales se ha podido detectar según las estadísticas que en los años 2012-2013 hay un total de 632 accidentes de tránsito, concluyendo que es la primera zona más peligrosa de la ciudad de Ibarra de acuerdo a las estadísticas mencionadas en capítulo I, a continuación se describirá las instituciones educativas que conforman esta zona:

- **Unidad Educativa Pedro Moncayo**



Figura 4.13 Velocidad menor a 50km/h en Unidad Educativa Pedro Moncayo
Fuente: Elaboración propia



Figura 4.14 Velocidad mayor a 50km/h en Unidad Educativa Pedro Moncayo
Fuente: Elaboración propia

La Unidad Educativa Pedro Moncayo está ubicada en la Av. Mariano Acosta junto al Obelisco de la ciudad de Ibarra, se encuentra en uno de los sectores con mayor influencia comercial y vehicular; en la **figura 4.13** se observa que el vehículo circula a una velocidad menor a 50km/h y en la **figura 4.14** se observa que vehículo excede los límites de velocidad establecidos.

- **Jardín de Infantes Amazonas**



Figura 4.15 Velocidad menor a 50km/h en Jardín Amazonas
Fuente: Elaboración propia



Figura 4.16 Velocidad mayor a 50km/h en Jardín Amazonas
Fuente: Elaboración propia

El jardín de infantes Amazonas se encuentra ubicado en las calles Eugenio Espejo y Obispo Mosquera, se encuentra en uno de los sectores con mayor

influencia comercial y vehicular; en la **figura 4.15** se observa que el vehículo circula a una velocidad menor a 50km/h y en la **figura 4.16** se observa que el vehículo excede los límites de velocidad establecidos

4.2.3 Zona 3: Barrio Priorato

A esta zona la conforma la unidad educativa Liceo Aduanero en la cual se ha podido detectar según las estadísticas que en los años 2012-2013 hay un total de 29 accidentes de tránsito, concluyendo que es la doceava zona más peligrosa de la ciudad de Ibarra de acuerdo a las estadísticas mencionadas en capítulo I.

Unidad Educativa Liceo Aduanero



Figura 4.17 Velocidad menor a 50km/h en Unidad Educativa Liceo Aduanero
Fuente: Elaboración propia



Figura 4.18 Velocidad mayor a 50km/h en Unidad Educativa Liceo Aduanero
Fuente: Elaboración propia

Esta Institución se encuentra ubicada en la Panamericana Norte cerca a la entrada principal de Yahuarcocha, se encuentra en uno de los sectores con mayor influencia vehicular, ya que al encontrarse en la panamericana los conductores tienden a circular a velocidades mayores a 50km/h en la **figura 4.17** se observa que el vehículo circula a una velocidad menor a 50km/h y en la **figura 4.18** se observa que vehículo excede los límites de velocidad establecidos.

4.2.4 Zona 4: Redondel El Policía

A esta zona la conforma el Colegio Universitario UTN en la cual se ha detectado según las estadísticas que en los años 2012-2013 hay un total de 191 accidentes de tránsito, por ser un sector muy transitado se ha llegado a la conclusión de que es la sexta zona más peligrosa de la ciudad de Ibarra de acuerdo a las estadísticas mencionas en capítulo I.

- **Colegio Universitario UTN**



Figura 4.19 Velocidad menor a 50km/h en Colegio Universitario UTN
Fuente: Elaboración propia



Figura 4.20 Velocidad mayor a 50km/h en Colegio Universitario UTN
Fuente: Elaboración propia

Este Colegio se encuentra ubicado en las calles Ulpiano de la Torre y Obispo Jesús Yeroví, es uno de los sectores con mayor influencia vehicular y peatonal, ya que está ubicado cerca a la panamericana norte y el estadio Olímpico Ciudad de Ibarra; en **la figura 4.19** se observa que el vehículo circula a una velocidad menor a 50km/h y en **la figura 4.20** se observa que vehículo excede los límites de velocidad establecidos.

4.2.5 Zona 6 La Florida

A esta zona la conforman la Escuela Sagrado Corazón de Jesús "BETHLEMITAS" y Colegio Nacional Mixto Mariano Suárez en la cual se han detectado según las estadísticas que en los años 2012-2013 hay un total de 208 accidentes de tránsito, concluyendo que es la quinta zona más peligrosa de la ciudad de Ibarra de acuerdo a las estadísticas mencionadas en capítulo I, a continuación se describirá las instituciones educativas que conforman esta zona:

- **Escuela Sagrado Corazón de Jesús "BETHLEMITAS"**



Figura 4.21 Velocidad menor a 50km/h en Escuela Sagrado Corazón de Jesús "BETHLEMITAS"
Fuente: Elaboración propia



Figura 4.22 Velocidad mayor a 50km/h en Escuela Sagrado Corazón de Jesús "BETHLEMITAS"
Fuente: Elaboración propia

Esta escuela se encuentra ubicada en las calles Guallupe y Ana Luisa Leoro, en uno de los sectores con mayor influencia vehicular tanto livianos como pesados, ya que está ubicada cerca a la panamericana sur; en la **figura 4.21** se observa que el vehículo circula a una velocidad menor a 50km/h y en la **figura 4.22** se observa que vehículo excede los límites de velocidad establecidos

- **Colegio Nacional Mixto Mariano Suárez Veintimilla**



Figura 4.23 Velocidad menor a 50km/h en Colegio Nacional Mixto Mariano Suárez Veintimilla
Fuente: Elaboración propia



Figura 4.24 Velocidad mayor a 50km/h en Colegio Nacional Mixto Mariano Suárez Veintimilla
Fuente: Elaboración propia

Este Colegio se encuentra ubicado en las calles Guallupe y Victoria Castello Chiriboga, en uno de los sectores con mayor influencia vehicular tanto livianos como pesados, ya que está ubicado cerca a la panamericana sur; en la **figura 4.23** se observa que el vehículo circula a una velocidad menor a 50km/h y en la **figura 4.24** se observa que vehículo excede los límites de velocidad establecidos.

4.2.6 Zona 7: Vía Urcuqui

A esta zona la conforma la Escuela de Sordos "Gobierno Provincial" en la cual se ha detectado según las estadísticas que en los años 2012-2013 hay un total de 181 accidentes de tránsito, concluyendo que es la séptima zona más peligrosa de la ciudad de Ibarra de acuerdo a las estadísticas mencionadas en capítulo I.

- **Escuela de Sordos "Gobierno Provincial"**



Figura 4.25 Velocidad menor a 50km/h en Escuela de Sordos "Gobierno Provincial"
Fuente: Elaboración propia



Figura 4.26 Velocidad mayor a 50km/h en Escuela de Sordos "Gobierno Provincial"
Fuente: Elaboración propia

Esta escuela se encuentra ubicada en la Vía Urcuqui cerca al Cementerio Jardín de Paz, en uno de los sectores con mayor influencia comercial y vehicular tanto livianos como pesados, ya que esta vía es la conexión con varios lugares turísticos de la ciudad; en la **figura 4.25** se observa que el vehículo circula a una velocidad menor a 50km/h y en la **figura 4.26** se observa que vehículo excede los límites de velocidad establecidos

4.2.7 Zona 8: El Olivo

A esta zona la conforman la Universidad Técnica del Norte y la Escuela 17 de Julio en la cual se han detectado según las estadísticas que en los años 2012-2013 hay un total de 208 accidentes de tránsito, concluyendo que es la tercera zona más peligrosa de la ciudad de Ibarra de acuerdo a las estadísticas mencionas en capítulo I, a continuación se describirá las instituciones educativas que forman parte de esta zona:

- **Universidad Técnica del Norte y Escuela 17 de Julio**



Figura 4.27 Velocidad menor a 50km/h en Universidad Técnica del Norte y Escuela 17 de Julio
Fuente: Elaboración propia



Figura 4.28 Velocidad mayor a 50km/h en Universidad Técnica del Norte y Escuela 17 de Julio
Fuente: Elaboración propia

Estas instituciones se encuentran ubicadas en la Av. 17 de Julio y General José María Córdoba, es uno de los sectores con mayor movimiento tanto comercial como vehicular de transportes livianos y pesados; en la **figura 4.27** se observa que el vehículo circula a una velocidad menor a 50km/h y en la **figura 4.28** se observa que vehículo excede los límites de velocidad establecidos.

4.2.8 Zona 10: Redondel Ajaví

A esta zona la conforman las escuelas Ana Luisa Leoro, Fe y Alegría en la cual se han detectado según las estadísticas que en los años 2012-2013 hay un total de 55 accidentes de tránsito, concluyendo que es la décima zona más peligrosa de la ciudad de Ibarra de acuerdo a las estadísticas mencionadas en capítulo I, a continuación se describirá las instituciones educativas que forman parte de esta zona:

- **Escuela Fe y Alegría**



Figura 4.29 Velocidad menor a 50km/h en Escuela Fe y Alegría
Fuente: Elaboración propia



Figura 4.30 Velocidad mayor a 50km/h en Escuela Fe y Alegría
Fuente: Elaboración propia

Esta Escuela se encuentra ubicada en la Av. Víctor Manuel Guzmán y Alfredo Gómez Jaime, es uno de los sectores con mayor movimiento vehicular de transportes livianos y pesados; en la **figura 4.29** se observa que el vehículo circula a una velocidad menor a 50km/h y en la **figura 4.30** se observa que vehículo excede los límites de velocidad establecidos.

- **Escuela Analuisa Leoro**



Figura 4.31 Velocidad menor a 50km/h en Escuela Analuisa Leoro
Fuente: Elaboración propia



Figura 4.32 Velocidad mayor a 50km/h en Escuela Analuisa Leoro
Fuente: Elaboración propia

Esta Escuela se encuentra ubicada en las Avenidas Jaime Rivadeneira y Cristóbal de Troya, es uno de los sectores con mayor movimiento comercial, ya que al frente se encuentra el Coliseo Luis Leoro Franco; en la **figura 4.31** se observa que el vehículo circula a una velocidad menor a 50km/h y en la **figura 4.32** se observa que vehículo excede los límites de velocidad establecidos.

4.2.9 Zona 11: Barrio Caranqui

A esta zona la conforman el Colegio Nacional Atahualpa y la escuela Nicolás Vaca, en esta zona se ha detectado según las estadísticas que en los años 2012-2013 hay un total de 50 accidentes de tránsito, debido a la constante afluencia de tráfico vehicular concluyendo que es la onceava zona más peligrosa de la ciudad de Ibarra de acuerdo a las estadísticas mencionadas en capítulo I, a continuación se describirá las instituciones educativas que forman parte de esta zona:

- **Colegio Nacional Atahualpa y Escuela Nicolás Vaca**



Figura 4.33 Velocidad menor a 50km/h en Colegio Nacional Atahualpa y Escuela Nicolás Vaca
Fuente: Elaboración propia



Figura 4.34 Velocidad mayor a 50km/h en Colegio Nacional Atahualpa y Escuela Nicolás Vaca
Fuente: Elaboración propia

Estas Instituciones se encuentran ubicadas en la Av. Atahualpa y Los Incas, es uno de los sectores con mayor movimiento vehicular y peatonal, ya que es un lugar turístico; en la **figura 4.33** se observa que el vehículo circula a una velocidad menor a 50km/h y en la **figura 4.34** se observa que vehículo excede los límites de velocidad establecidos

4.2.10 Zona 12: Barrio La Merced

A esta zona la conforman las Unidades Educativas: Modelo Velasco Ibarra, San Pedro Pascual, la escuela 28 de Abril y Colegio Sagrado Corazón de Jesús "BETHLEMITAS" en la cual se han detectado según las estadísticas que en los años 2012-2013 hay un total de 153 accidentes de tránsito, concluyendo que es la octava zona más peligrosa de la ciudad de Ibarra de acuerdo a las estadísticas mencionadas en capítulo I, a continuación se describirá las instituciones educativas que forman parte de esta zona:

- **Escuela Modelo Velasco Ibarra**



Figura 4.35 Velocidad menor a 50km/h en Escuela Modelo Velasco Ibarra
Fuente: Elaboración propia



Figura 4.36 Velocidad mayor a 50km/h en Escuela Modelo Velasco Ibarra
Fuente: Elaboración propia

Esta Institución se encuentra ubicada en las Calles Chica Narváez y Mejía, es uno de los sectores con mayor movimiento peatonal; en la **figura 4.35** se observa que el vehículo circula a una velocidad menor a 50km/h y en la **figura 4.36** se observa que vehículo excede los límites de velocidad establecidos.

- **Unidad Educativa Particular San Pedro Pascual**



Figura 4.37 Velocidad menor a 50km/h en Unidad Educativa Particular San Pedro Pascual
Fuente: Elaboración propia



Figura 4.38 Velocidad mayor a 50km/h en Unidad Educativa Particular San Pedro Pascual
Fuente: Elaboración propia

Esta Institución se encuentra ubicada en las Calles Chica Narváez entre Flores y Moreno, en uno de los sectores con mayor movimiento peatonal y comercial; en la **figura 4.37** se observa que el vehículo circula a una velocidad menor a 50km/h y en la **figura 4.38** se observa que vehículo excede los límites de velocidad establecidos

- **Colegio Sagrado Corazón de Jesús "BETHLEMITAS"**



Figura 4.39 Velocidad menor a 50km/h en Colegio Sagrado Corazón de Jesús "BETHLEMITAS"
Fuente: Elaboración propia



Figura 4.40 Velocidad mayor a 50km/h en Colegio Sagrado Corazón de Jesús "BETHLEMITAS"
Fuente: Elaboración propia

Esta Institución se encuentra ubicada en las Calles Sánchez y Cifuentes y Oviedo, es uno de los sectores con mayor movimiento peatonal y comercial; en la **figura 4.39** se observa que el vehículo circula a una velocidad menor a 50km/h y en la **figura 4.40** se observa que vehículo excede los límites de velocidad establecidos.

- **Escuela 28 de Abril**



Figura 4.41 Velocidad menor a 50km/h en Escuela 28 de Abril
Fuente: Elaboración propia



Figura 4.42 Velocidad mayor a 50km/h en Escuela 28 de Abril
Fuente: Elaboración propia

Esta escuela se encuentra ubicada en las Calles Rocafuerte y Oviedo, en uno de los sectores con mayor movimiento peatonal y comercial; en la **figura 4.41** se observa que el vehículo circula a una velocidad menor a 50km/h y en la **figura 4.42** se observa que vehículo excede los límites de velocidad establecidos.

4.2.11 Zona 13: Av. Carchi

A esta zona la conforma la Escuela María Angélica Hidrovo en la cual se ha detectado según las estadísticas que en los años 2012-2013 hay un total de 25 accidentes de tránsito, concluyendo que es la treceava zona más peligrosa de la ciudad de Ibarra de acuerdo a las estadísticas mencionadas en capítulo I.

- **Escuela María Angélica Hidrovo**



Figura 4.43 Velocidad menor a 50km/h en Escuela María Angélica Hidrovo
Fuente: Elaboración propia



Figura 4.44 Velocidad mayor a 50km/h en Escuela María Angélica Hidrovo
Fuente: Elaboración propia

Esta escuela se encuentra ubicada en la Av. Carchi y Rafael, en uno de los sectores con mayor movimiento vehicular especialmente de transporte pesado; en la **figura 4.43** se observa que el vehículo circula a una velocidad menor a 50km/h y en la **figura 4.44** se observa que vehículo excede los límites de velocidad establecidos.

4.2.12 Zona 16: Barrio Simón Bolívar

A esta zona la conforma El jardín Gudiño Vásquez en la cual se ha detectado según las estadísticas que en los años 2012-2013 hay un total de 130 accidentes de tránsito, concluyendo que es la novena zona más peligrosa de la ciudad de Ibarra de acuerdo a las estadísticas mencionadas en capítulo I.

- **Jardín Gudiño Vásquez**



Figura 4.45 Velocidad menor a 50km/h en Jardín Gudiño Vásquez
Fuente: Elaboración propia



Figura 4.46 Velocidad mayor a 50km/h en Jardín Gudiño Vásquez
Fuente: Elaboración propia

Este Jardín de Infantes se encuentra ubicado en la Av. Atahualpa y la calle Hernán González de Saa, en uno de los sectores con mayor movimiento vehicular especialmente de transporte pesado; en la **figura 4.45** se observa que el vehículo circula a una velocidad menor a 50km/h y en la **figura 4.46** se observa que vehículo excede los límites de velocidad establecidos.

4.2.13 Zona 17: Colegio Ibarra

A esta zona la conforma El Colegio Nacional en la cual se ha detectado según las estadísticas que en los años 2012-2013 hay un total de 287 accidentes de tránsito, concluyendo que es la cuarta zona más peligrosa de la ciudad de Ibarra de acuerdo a las estadísticas mencionadas en capítulo I.

- **Colegio Nacional Ibarra**



Figura 4.47 Velocidad menor a 50km/h en Colegio Nacional Ibarra
Fuente: Elaboración propia



Figura 4.48 Velocidad mayor a 50km/h en Colegio Nacional Ibarra
Fuente: Elaboración propia

Este Colegio se encuentra ubicado en la Av. Mariano Acosta y la calle Gabriela Mistral, es uno de los sectores con mayor movimiento vehicular especialmente de transporte pesado y movimiento comercial; en la **figura 4.47** se observa que el vehículo circula a una velocidad menor a 50km/h y en la **figura 4.48** se observa que vehículo excede los límites de velocidad establecidos.

4.2.14 Pruebas de transmisión de datos a la interfaz

SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE DATOS				
DATO	FECHA(dd/mm/aa)	HORA	ZONA	VELOCIDAD
1	19/10/2014	16:33	Colegio Teodoro Gomez de la Torre	Mayor a 50km/h
2	19/10/2014	16:35	Colegio Salesiano Sanchez y Cifuentes	Mayor a 50km/h
3	19/10/2014	16:40	Colegio Peñaherrera	Mayor a 50km/h
4	19/10/2014	16:41	Jardín de Infantes Albertina Franco Leoro	Mayor a 50km/h
5	19/10/2014	16:55	Escuela Pedro Moncayo	Mayor a 50km/h
6	19/10/2014	16:57	Jardín Amazonas	Mayor a 50km/h
7	19/10/2014	17:15	Unidad Educativa Liceo Aduanero	Mayor a 50km/h
8	19/10/2014	17:18	Colegio Universitario UTN	Mayor a 50km/h
9	19/10/2014	17:20	Escuela Sagrado Corazón "BETHLEMITAS"	Mayor a 50km/h
10	19/10/2014	17:30	Colegio Nacional MarianoVeintimilla	Mayor a 50km/h
11	19/10/2014	17:45	Escuela de Sordos "Gobierno Provincial"	Mayor a 50km/h
12	19/10/2014	18:00	Universidad Técnica del Norte	Mayor a 50km/h

564

CERRAR PUERTO LEER DATOS EXPORTAR BORRAR DATOS

Figura 4.49 Muestra de datos iniciales en la Interfaz
Fuente: Elaboración propia

DATO	FECHA(dd/mm/aa)	HORA	ZONA	VELOCIDAD
13	19/10/2014	18:00	Escuela 17 de Julio	Mayor a 50km/h
14	19/10/2014	18:15	Escuela Fe y Alegría	Mayor a 50km/h
15	19/10/2014	18:30	Colegio Nacional Atahualpa	Mayor a 50km/h
16	19/10/2014	18:31	Escuela Nicolas Vacas	Mayor a 50km/h
17	19/10/2014	18:40	Escuela Modelo Velasco Ibarra	Mayor a 50km/h
18	19/10/2014	18:44	Unidad Educativa P.San Pedro Pascual	Mayor a 50km/h
19	19/10/2014	18:50	Escuela 28 de Abril	Mayor a 50km/h
20	19/10/2014	18:55	Colegio Sagrado Carazón "BETHLEMITAS"	Mayor a 50km/h
21	19/10/2014	19:00	Escuela María Angélica Hidrovo	Mayor a 50km/h
22	19/10/2014	19:10	Jardin Gudiño Vasquez	Mayor a 50km/h
23	19/10/2014	19:30	Colegio Nacional Ibarra	Mayor a 50km/h
24	19/10/2014	19:31	SECAP	Mayor a 50km/h

564

CERRAR PUERTO LEER DATOS EXPORTAR BORRAR DATOS

Figura 4.50 Muestra de datos finales en la Interfaz
Fuente: Elaboración propia

4.3 TIEMPOS DE RESPUESTA

Para entender los tiempos de respuesta del sistema, hay que fijarnos especialmente en el funcionamiento del GPS, es decir, depende mucho de la transmisión o entrega de datos al microcontrolador.

4.3.1 Tiempo de respuesta de GPS

De acuerdo a la configuración establecida sobre el módulo GPS, el mismo comenzará a enviar datos una vez que logre la conexión con los satélites del sistema de posicionamiento global. Estos datos llegarán en forma de sentencias o tramas, como se detalló anteriormente, con una frecuencia de actualización de hasta dos veces por segundo.

4.3.2 Tiempo de respuesta de las alarmas

Como sabemos el led y la chicharra cuentan un papel importante en el sistema, ya que de ellos depende alertar al chofer el exceso de velocidad. El tiempo de respuesta se basa a la frecuencia de actualización de microcontrolador 18F4550 que es de 48MHz. El led y la chicharra se encenderá siempre y cuando el vehículo exceda el límite de velocidad en caso de encontrarse o circular en las zonas de alto riesgo de accidentes en el sector urbano de la ciudad de Ibarra. El led y la chicharra se apagará siempre y cuando el chofer baje la velocidad a la indicada en la LCD que es de menos 50km/h.

4.4 RESULTADOS DEL SISTEMA

4.4.1 Estabilidad y seguridad del sistema

Luego de haber seguido correctamente con los pasos establecidos y verificado los tiempos de respuesta se puede deducir que el sistema está apto para ser implementado en cualquier vehículo electromecánico que supere los 50km/h, obteniendo como resultado una confianza del prototipo tanto como para el chofer como para el peatón.

4.4.2 Concientización del conductor

Cualquier idea, proyecto o campaña que se realice por la ciudadanía para tratar de reducir el número de accidentes de tránsito, es con la finalidad de concientizar a todo ser humano que manejar a exceso de velocidad o bajo los efectos del alcohol puede desatar una catástrofe irreversible en la cual se vean involucradas más de dos personas. Es por tal motivo que se creó este proyecto, con el propósito de concientizar al chofer sobre el exceso de velocidad, alertándolo de tres formas diferentes como son el parpadeo del led, el pito del buzzer intermitente y por último el mensaje en la LCD.

Ahora si el chofer hace caso omiso de las advertencias que las alarmas le indican cuando se encuentre en exceso de velocidad, estas se guardarán en el sistema para su posterior y correcto uso.

La Ley de tránsito dice que el vehículo que exceda el límite velocidad en el sector urbano será sancionado con lo siguiente:

- Prisión de tres días.
- Multa de una remuneración básica unificada del trabajador en general.
- Reducción de 10 puntos en su licencia de conducir.

4.4.3 Aplicación del prototipo

El sistema puede ser aplicado en las siguientes instituciones con la finalidad de enseñar al estudiante la importancia de respetar las leyes de tránsito, especialmente sobre el límite de velocidad y estas son:

- Agencia Nacional de Tránsito
- Policía Nacional
- Sindicato de Choferes Profesionales de Imbabura
- Escuela de Conducción UTN
- ANETA
- CATI

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

1. Los microcontroladores están presentes en muchos de los dispositivos con los que interactuamos en nuestra vida diaria, y que pasan inadvertidos hasta que ponemos especial énfasis en saber cómo logran facilitar nuestra vida. Podemos encontrarlos en cualquier parte de nuestra casa, oficina o trabajo, como son los televisores, teléfonos, ascensores etc.
2. Podemos destacar de los microcontroladores de su infinita aplicación que los hace elementos ideales para solucionar cada problema que surge en el diseño de nuevos dispositivos.
3. Se demostró mediante la implementación del sistema y las pruebas realizadas que es posible la realización de un sistema que haga uso de la tecnología satelital, logrando con ello un mayor beneficio para el usuario en el aspecto económico y de confiabilidad.
4. La instalación del sistema al vehículo es muy práctico, con eso definimos que no será difícil que el sistema se instale en cada carro de la ciudad, para disminuir el número de accidentes de tránsito.
5. C# es una herramienta que permite desarrollar interfaces gráficas así como también el manejo de puertos, facilitando la interacción del usuario con la aplicación.
6. Se facilita el trabajo de transferencia, visualización y manipulación de los datos obtenidos por el sistema para el usuario gracias a la interfaz gráfica en la computadora.

7. En este trabajo se alcanzaron todos los objetivos propuestos, por tanto se concluye que el trabajo ha sido exitoso y se espera una breve contribución al desarrollo de futuros proyectos

5.2 RECOMENDACIONES

1. Para que nuestro sistema funcione de la mejor manera y se puedan sincronizar de manera más rápida los satélites es importante que la antena de nuestro equipo tenga línea de vista con la mayor área de cielo posible.
2. Es necesario implementar todo tipo de sistema electrónico o electromecánico con la finalidad de reducir el número de accidentes de tránsito en las ciudades.
3. El usuario o entidad requerida debe tener todas las herramientas necesarias para la transmisión de los datos como; el cable usb-serial, el programa C# instalado en la computadora y la interfaz gráfica.
4. El sistema debería ser instalado en todo vehículo de transporte eléctrico-mecánico terrestre como por ejemplo vehículos livianos y vehículos pesados
5. El sistema debería ser ampliado a todo el sector urbano de la ciudad de Ibarra y no solo en las zonas de alto riesgo de accidentabilidad.
6. El sistema debería ser implementado en las carreteras de todo el Ecuador para reducir el número de accidentes.

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

1. Edminister, Joseph A. y Nahvi, Mahmood. (2005). **CIRCUITOS ELÉCTRICOS**. Madrid/ McGraw-Hill/ 2005. Páginas: 467/ Inf. Descriptiva: ilustr.
2. Lázaro Blanco, Antonio y Barrado Bautista, Andrés. **PROBLEMAS DE ELECTRÓNICA DE POTENCIA**. Pearson Educación/ 2007. Páginas: 1173/ Inf. Descriptiva: ilustr.
3. Hermosa Donate, Antonio. **PRINCIPIOS DE ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA 1**. Alfaomega/ 2009. Páginas: 347/ Inf. Descriptiva: ilustr.
4. Alcalde San Miguel, Pablo. **ELECTRÓNICA GENERAL**. Madrid/ Paraninfo/ 2009. Páginas: 360/ Inf. Descriptiva: ilustr.
5. Míguez, Juan Vicente; Mur, Francisco y Castro, Manuel Alonso. **FUNDAMENTOS FÍSICOS DE LA INGENIERÍA: ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA**. McGraw-Hill/ 2009. Páginas: 397/ Inf. Descriptiva: ilustr.
6. Jácome León, y José Guillermo. **DESARROLLO DE UN SISTEMA ANTISEQUESTROS PARA MINISTROS JUECES DE LA CORTE SUPERIOR DE JUSTICIA DE IMBABURA UTILIZANDO TECNOLOGÍA GPS y GSM**. Ingeniería en Sistemas Computacionales. Naranjo, Rodrigo. Páginas: 249/ Inf. Descriptiva: ilustr.
7. Barra Zapata, Omar Enrique y Barra Zapata, Franklin. **MICROCONTROLADORES PIC con programación PBP**. Alfaomega/ 2011. Páginas: 452/ Inf. Descriptiva: ilustr.
8. Jiménez M., Robinson. (2010). **PROGRAMACIÓN DE MICROCONTROLADORES PIC: Lenguaje de alto nivel orientado a gama alta**. Bogotá/ Universidad Antonio Nariño/ 2010. Páginas: 175/ Inf. Descriptiva: ilustr.
9. Noboru Miyadaira, Alberto. **MICROCONTROLADORES PIC18. ÉRICA/** 2009. Páginas: 400/ Inf. Descriptiva: ilustr.
10. Lehmann, Stefan y Harth, Wolfram. **MICROCONTROLADORES PIC PRÁCTICAS DE PROGRAMACIÓN**. s.e./ 2008. Páginas: 307/ Inf. Descriptiva: ilustr.

11. Castaño Welgos, Juan Andrés y Robby G., John Jaime y Vargas, Gilberto. **CURSO PRÁCTICO SOBRE MICROCONTROLADORES. TEORÍA, PROGRAMACIÓN, DISEÑO, PRÁCTICAS Y PROYECTOS COMPLETOS.** Teoría. Tomo 1. Pereira/ CEKIT/ 2002. Páginas: 320/ Inf. Descriptiva: ilus.
12. Pons. **MANUAL DE NORMAS, SEÑALES Y SEGURIDAD VIAL 3.** Madrid/ Pons/ 2012. Páginas: 288/ Inf. Descriptiva: ilus.

LINCOGRAFÍA

1. Álvarez, M. S. (19 de Febrero de 2013). *¿QUIÉNES CONDUCEN MEJOR: LOS HOMBRES O LAS MUJERES?* Obtenido de <http://www.slideshare.net/disenografico2009/estadisticas-info-oral-editado-16633664>
2. Brambati, G. (2014). *ANDÁ A LAVAR LOS PLATOS.*
3. García, J. A. (25 de Abril de 2012). *Así funciona el GPS.* Obtenido de http://www.asifunciona.com/electronica/af_gps/af_gps_8.htm
4. García, J. A. (05 de Abril de 2012). *Así funciona el GPS.* Obtenido de http://www.asifunciona.com/electronica/af_gps/af_gps_8.htm
5. García, J. A. (25 de Abril de 2012). *Así funciona el GPS.* Obtenido de http://www.asifunciona.com/electronica/af_gps/af_gps_1.htm
6. Gutierrez, J. a. (02 de Mayo de 2013). *Sensores y Captadores.* Obtenido de <http://es.scribd.com/doc/139001194/Sensores-y-Captadores>
7. Jesús, O. E. (10 de Diciembre de 2010). *Sensores.* Obtenido de <http://thelastlabproject.blogspot.com/2010/12/clasificacion-de-los-sensores.html>
8. LA HORA. (19 de Junio de 2013). *ECUADOR ES EL SEGUNDO PAÍS EN MUERTES POR ACCIDENTES DE TRÁNSITO.*
9. Mañas Carbonell, M. (10 de 01 de 2013). Obtenido de <http://www.fundeu.es/escribirenternet/interfaz-grafica-de-usuario-gui/>
10. Mondelo, P. (20 de Enero de 1999). *Ergonomía 1 fundamentos.* Obtenido de <http://es.scribd/doc/65420792/12/Caracteristicas-generales-de-los-dispositivos-informativos-visuales-DIV>
11. Peñalva, M. Á. (Julio de 2003). *DISEÑO DE UNA CARRETERA VERSUS EL COMPORTAMIENTO DE LOS CONDUCTORES. ADELANTAMIENTO,*

VELOCIDAD Y DISTANCIA DE VISIBILIDAD. Obtenido de <http://upecommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/6321/7/06.pdf>

12. Verbel, D. (25 de Septiembre de 2007). *Microcontroladores*. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos12/microco.shtml>
13. Max 4 Technologies, Tecnología Gps. Obtenido de <http://www.max4systems.com/tecnologia.html>. Última visita: 7 de Junio del 2014
1. LINX Technologies, SR SERIES GPS RECEIVER MODULE DATA GUIDE. http://www.electronicaestudio.com/docs/RXM-GPS-SR_Data_Guide.pdf. Última visita: 7 de Junio del 2014
2. Ublox, LEA-5H, LEA-5S, LEA-5A u-blox 5 GPS/GALILEO Modules. [http://www.morninghan.com/pdf/LEA-5x_Data_Sheet\(GPS.G5-MS5-07026\).pdf](http://www.morninghan.com/pdf/LEA-5x_Data_Sheet(GPS.G5-MS5-07026).pdf). Última visita: 7 de Junio del 2014
3. Arquímedes, NMEA 0183 protocolo v0508es eficiente, <http://www.arquimedes.com.mx/guides/es/mu/NMEA%200183%20protocolo%20v0508es.pdf>. Última visita: 7 de Junio del 2014.
4. TF033, SISTEMA DE ADQUISICIÓN Y VISUALIZACIÓN DE PARÁMETROS BRINDADOS POR MÓDULO GPS. https://www.google.com.ec/?gfe_rd=cr&ei=haE0U67KDuvd8gfQpYFI#q=TF033+gps. Última visita: 7 de Junio del 2014
5. LEA – 5 module series u – blox 5 GPS and GALILEO receivers. Obtenido de http://www.dfrobot.com/image/data/TEL0044/LEA-5_Prod_Summary.pdf Última visita: 7 de Junio del 2014
6. Receptor GPS 28500. Obtenido de <http://www.msebilbao.com/notas/downloads/GPS%2028500.pdf>. Última visita: 7 de Junio del 2014
7. Los accidentes de tráfico y la magnitud del problema. Obtenido de <http://www.solomaneja.com/formacion-on-line/los-accidentes-de-trafico-y-la-magnitud-del-problema>. Última visita: 7 de Junio del 2014
8. Lesiones causados por el tránsito. Obtenido de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs358/es/>. Última visita: 7 de Junio del 2014
9. Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial, es hora de pasar a la acción. Obtenido de http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/report/web_version_es.pdf Última visita: 7 de Junio del 2014
10. Modelo conceptual para identificar factores relevantes en la seguridad de los niños en los autobuses escolares. Obtenido de <http://www.scielosp.org/pdf/rpsp/v27n6/03.pdf> Última visita: 7 de Junio del 2014

ANEXOS

ANEXO 1

PROGRAMA PIC 18F4550

//////////////////////////////////// CONFIGURACIONES //////////////////////////////////////

```
#include <18F4550.h>
#fuses HSPLL,PLL3,NOWDT,MCLR,NOPBADEN
#use delay(clock=48M)
#use rs232(baud=9600 , UART1,bits=8,errors,STREAM=GPRMC)
//#use rs232(baud=9600,xmit=PIN_C6,rcv=PIN_C7,bits=8,errors)
#define EEPROM_SDA PIN_B0
#define EEPROM_SCL PIN_B1
#include <string.h> // funciones de string
#include <stdlib.h> // conversion de char to floa
#include <stdio.h>
#include <math.h>
#include <2408.c>
#include <lcd.c>
#use fast_io(A)
#use fast_io(B)
#use fast_io(C)
#use fast_io(D)
#byte portb=0x06
#byte porta=0x05
#bit w=0x5.5
#define buzzer PIN_A5
```

***** DATOS IN - GPS *****

```
GPGLL, GPGLL, GPGSA, GPGSV, GPRMC, GPVTG, GPZDA y PSGSA
TIME VALID=A LATITUD NORTE=N LONGITUD
(hhmmss) NOVALID=V (ddmm.mmm) SUR=S (dddmm.mmm)
GPRMC--> $GPRMC,184740.00, A ,0019.99057, N ,07806.93598 E=ESTE
VELOCIDAD RESPECTO FECHA SUMA DE W=OESTE AL SUELO MILLAS
NAU/H (ddmmyy) COMPROBACIÓN
,W , 0.138 , ,191013 , , ,A*60
```

//////////////////////////////////// VARIABLES //////////////////////////////////////

```
int aux1=0,aux2=0,k=0,i=0,f=0;
char in[70];
```

```

int h_utc,tiempo[20],latitud[20],longitud[20],velocidad[10],fecha[7];
int32 tiempoi;
int hora,minutos,segundos, dia,mes,anio;
float latitudf=0, longitudfd=0, longitudff=0,longitudft=0;
int32 vel_unidad=0,vel_decena=0;
int longGPRMC=0;
float velocidadf=0;
int gglat=0;
float mmlat=0,mmlon=0;
int zona=0,auxzona=0,z=0,a=0;
int data1=0,auxe=10;
int32 e=0,le=0;
int vmax=40;
int p=0;
int alarma=0;

```

////////////////////////////////////ALMACENAMIENTO DE ZONAS //////////////////////////////////////

```

float lat_t=0.342172;           /// Latitud Teodoro Gomez
float lon_t=78.116944;         /// Longitud Teodoro Gomez
float lat_sc=0.3440815;        /// Latitud Sanchez y Cifuentes
float lon_sc=78.1187775;       /// Longitud Sanchez y Cifuentes
float lat_cp=0.343059;         /// Latitud Colegio Peñaherrera
float lon_cp=78.121731;        /// Longitud Colegio Peñaherrera
float lat_af=0.343672;         /// Latitud Jardin Albertina Franco
float lon_af=78.1246685;       /// Longitud Jardin Albertina Franco
float lat_pm=0.3482415;        /// Latitud Pedro Moncayo
float lon_pm=78.1222595;       /// Longitud Pedro Moncayo
float lat_ja=0.3458995;        /// Latitud Jardin Amazonas
float lon_ja=78.121884;        /// Longitud Jardin Amazonas
float lat_l=0.3800785;         /// Latitud Liceo Aduanero
float lon_l=78.1105455;        /// Longitud Liceo Aduanero
float lat_cu=0.3634135;        /// Latitud Colegio Universitario
float lon_cu=78.1185885;       /// Longitud Colegio Universitario
float lat_eb=0.344241;         /// Latitud Escuela Bethlemitas
float lon_eb=78.1377525;       /// Longitud Escuela Bethlemitas
float lat_cv=0.3436475;        /// Latitud Colegio Veitimilla
float lon_cv=78.137372;        /// Longitud Colegio Veitimilla
float lat_es=0.3543595;        /// Latitud Escuela de Sordos
float lon_es=78.131489;        /// Longitud Escuela de Sordos
float lat_u=0.3582845;         /// Latitud Universidad y Escuela 17 de Julio

```

```

float lon_u=78.1113725;    /// Longitud Universidad Y Escuela 17 de Julio
float lat_fa=0.3571915;   /// Latitud Fe y Alegria
float lon_fa=78.1276715;  /// Longitud Fe y Alegria
float lat_al=0.353321;    /// Latitud Ana Luisa Leoro
float lon_al=78.125061;   /// Longitud Ana Luisa Leoro
float lat_ca=0.3245615;   /// Latitud Colegio Atahualpa y Escuela Nicolas Vaca
float lon_ca=78.1223435;  /// Longitud Colegio Atahualpa y Escuela Nicolas Vaca
float lat_em=0.354606;    /// Latitud Escuela Modelo
float lon_em=78.12027;    /// Longitud Escuela Modelo
float lat_s=0.351704;     /// Latitud Colegio San Pedro Pascual
float lon_s=78.1204765;   /// Longitud Colegio San Pedro Pascual
float lat_ds=0.349879;    /// Latitud Escuela 28 de Septiembre
float lon_ds=78.117068;   /// Longitud Escuela 28 de Septiembre
float lat_cb=0.349818;    /// Latitud Colegio Bethlemitas
float lon_cb=78.1201606;  /// Longitud Colegio Bethlemitas
float lat_m=0.349818;     /// Latitud Escuela Maria Angelica Hidrobo
float lon_m=78.1201605;   /// Longitud Escuela Maria Angelica Hidrobo
float lat_jg=0.331537;    /// Latitud Jardin Gudiño
float lon_jg=78.1217235;  /// Longitud Jardin Gudiño
float lat_i=0.347397;     /// Latitud Colegio Ibarra
float lon_i=78.1261805;   /// Longitud Colegio Ibarra
float lat_se=0.346631;    /// Latitud SECAP
float lon_se=78.1283325;  /// Longitud SECAP

float lat_c=0.342480;     /// Latitud casa 0.333266°
float lon_c=78.119968;    /// Longitud casa 78.115561
void borrar_eeprom()
{
    k = ext_eeprom_ready();    ///comprobación de comunicación
    if (k==1)                  /// verifica si la comunicación está disponible
    {
        for(e=0;e<1024;e++)    /// borra la eeprom
        {write_ext_eeprom(e, 'b');
          delay_ms(1);
        }
    }
}

#int_rda                      /// Interrupción por recepción UART
void recepcion_gps(void ) {   /// Función que recibe datos del GPS y obtiene latitud y longitud
    if (kbhit () )

```

```

{
  gets(in);          // almacena la cadena de caracteres leídos por el serial, en el vector in
}
}

```

```
#INT_TBE
```

```

void envio(void ) { // Función que recibe datos del GPS y obtiene latitud y longitud
                    // $GPRMC,184736.00,A,0019.99066,N,07806.93578,W,0.036,,191013,,A*62

```

```

  if((in[1]!='$')) // Verifica primer character

```

```

{
  if((in[6]=='C')) // Verifica sexto carácter

```

```

  {
    longGPRMC=strlen(in); // cuenta el número de caracteres

```

```

    if(longGPRMC>65) // verifica si el gps ya envía toda la trama de datos

```

```

    {

```

//////////////////////////////////// MÉTODO PARA ENCONTRAR LA HORA //////////////////////////////////////

```

    h_utc = ((in[8]-48)*10) + ((in[9]-48));

```

```

    if(h_utc<5)

```

```

    { hora=19 + h_utc;

```

```

    }else

```

```

    { hora=h_utc - 5;

```

```

    }

```

```

    tiempo[1]=hora/10;

```

```

    tiempo[2]=fmod(hora,10);

```

```

    minutos=((in[10]-48)*10) + (in[11]-48);

```

```

    tiempo[3]=minutos/10;

```

```

    tiempo[4]=fmod(minutos,10);

```

```

    segundos=((in[12]-48)*10) + (in[13]-48);

```

```

    tiempo[5]=segundos/10;

```

```

    tiempo[6]=fmod(segundos,10);

```

```

    tiempoi=(1000*tiempo[1])+(100*tiempo[2])+(10*tiempo[3])+(1*tiempo[4]);

```

//////////////////////////////////// LATITUD //////////////////////////////////////

```

$GPRMC,184736.00,A,0019.99066,N,07806.93578,W,0.036,,191013,,A*62

```

```

//ggmm.mmmm --

```

```

latitud[1]=in[20]-48;

```

```

latitud[2]=in[21]-48;

```

```

latitud[3]=in[22]-48;

```

```

latitud[4]=in[23]-48;

```

```

latitud[5]=in[25]-48;
latitud[6]=in[26]-48;
latitud[7]=in[27]-48;
latitud[8]=in[28]-48;
latitud[9]=in[29]-48;
gglat=((in[20]-48)*10)+((in[21]-48)*1);
mmlat=((in[22]-48)*10)+((in[23]-48)*1)+((in[25]-48)*0.1)+((in[26]-48)*0.01)+((in[27]-48)*0.001)
      +((in[28]-48)*0.0001)+((in[29]-48)*0.00001)
mmlat=mmlat/60;
latitddf=gglat+mmlat;

```

//////////////////////////////////// LONGITUD //////////////////////////////////////

```
$GPRMC,184736.00,A,0019.99066,N,07806.93578,W,0.036,,191013,,A*62
```

```

//Gggmm.mmmm |
longitud[1] =in[33]-48;
longitud[2] =in[34]-48;
longitud[3] =in[35]-48;
longitud[4] =in[36]-48;
longitud[5] =in[37]-48;
longitud[6] =in[39]-48;
longitud[7] =in[40]-48;
longitud[8] =in[41]-48;
longitud[9] =in[42]-48;
longitud[10]=in[43]-48;

```

```

longitudfd=((100*longitud[1])+(10*longitud[2])+(1*longitud[3]));
longitudff=(10*longitud[4])+(1*longitud[5])+(0.1*longitud[6])+(0.01*longitud[7])+(0.001*longitud[8])+(
      0.0001*longitud[9])+(0.00001*longitud[10]);

```

```

longitudff=longitudff/60;
longitudft=longitudfd+longitudff;

```

//////////////////////////////////// MÉTODO PARA ENCONTRAR LA VELOCIDAD Y FECHA////////////////////////////////////

```

for(i=0;i<=80;++i)
{
  if(in[i]=='')
  { aux1=aux1+1;
    aux2=aux2+1;
  }
  if( aux1==7 )
  { k=i+1;
    aux1=i;
  }
}

```

```

else
{ if( aux2==9 )
  { f=i+1;
    aux2=i;
  }
}
}
aux1=0;
aux2=0;

```

```

velocidad[1]=in[k];
velocidad[2]=in[k+1];
velocidad[3]=in[k+2];
velocidad[4]=in[k+3];
velocidad[5]=in[k+4];

```

```

fecha[1]=in[f];
fecha[2]=in[f+1];
fecha[3]=in[f+2];
fecha[4]=in[f+3];
fecha[5]=in[f+4];
fecha[6]=in[f+5];

```

////////////////////////////////////CÁLCULO DE LA VELOCIDAD //////////////////////////////////////

```

if((velocidad[1]-48<=9)&&(velocidad[2]!='.'))
{ velocidadf=((velocidad[1]-48)*1)+((velocidad[3]-48)*0.1)+((velocidad[4]-48)*0.01)+((velocidad[5]-48)*0.001);
  velocidadf=velocidadf*1.852;
}
else
{ vel_unidad=velocidad[2]-48;
  vel_decena=velocidad[1]-48;
  velocidadf=(10*vel_decena)+(1*vel_unidad)+((velocidad[4]-48)*0.1)+((velocidad[5]-48)*0.01);
  velocidadf=velocidadf*1.852;
}

```

//////////////////////////////////// FECHA //////////////////////////////////////

```

if(hora>=19)
{ dia=(((fecha[1]-48)*10)+((fecha[2]-48)*1))-1;
}
else
{ dia=(((fecha[1]-48)*10)+((fecha[2]-48)*1));
}
mes=(((fecha[3]-48)*10)+((fecha[4]-48)*1));
anio=(((fecha[5]-48)*10)+((fecha[6]-48)*1));

```

IDENTIFICACIÓN DE LAS ZONAS

```
if((latitudf>lat_t-0.002909)&&(latitudf<lat_t+0.002909)&&(longitudft>lon_t-0.0025935) &&
(longitudft<lon_t+0.0025935)&&(velocidadf>=vmax))
{ zona=1;auxzona=1;p=1;
}
else
{
if((latitudf>lat_sc-0.0020255)&&(latitudf<lat_sc+0.0020255)&&(longitudft>lon_sc-0.0013105) &&
(longitudft<lon_sc+0.0013105)&&(velocidadf>=vmax))
{ zona=1;auxzona=1;p=1;
}
else
{
if((latitudf>lat_cp-0.001078)&&(latitudf<lat_cp+0.001078)&&(longitudft>lon_cp-0.001001) &&
(longitudft<lon_cp+0.001001)&&(velocidadf>=vmax))
{ zona=1;auxzona=1;p=1;
}
else
{
if((latitudf>lat_af-0.001861)&&(latitudf<lat_af+0.001861)&&(longitudft>lon_af-0.0018785)&&
(longitudft<lon_af+0.0018785)&&(velocidadf>=vmax))
{ zona=1;auxzona=1;p=1;
}
else
{
if((latitudf>lat_pm-0.0018385)&&(latitudf<lat_pm+0.0018385)&&(longitudft>lon_pm-0.0019805)&&
(longitudft<lon_pm+0.0019805)&&(velocidadf>=vmax))
{ zona=2;auxzona=1;p=1;
}
else
{
if((latitudf>lat_ja-0.0016975)&&(latitudf<lat_ja+0.0016975)&&(longitudft>lon_ja-0.00217)&&
(longitudft<lon_ja+0.00217)&&(velocidadf>=vmax))
{ zona=2;auxzona=1;p=1;
}
else
{
if((latitudf>lat_l-0.0028065)&&(latitudf<lat_l+0.0028065)&&(longitudft>lon_l-0.0016045)&&
(longitudft<lon_l+0.0016045)&&(velocidadf>=vmax))
{ zona=3;auxzona=1;p=1;
}
else
{
if((latitudf>lat_cu-0.0016495)&&(latitudf<lat_cu+0.0016495)&&(longitudft>lon_cu-0.0025175)&&
(longitudft<lon_cu+0.0025175)&&(velocidadf>=vmax))
{ zona=4;auxzona=1;p=1;
}
else
{
if((latitudf>lat_eb-0.000971)&&(latitudf<lat_eb+0.000971)&&(longitudft>lon_eb-0.0013845)&&
(longitudft<lon_eb+0.0013845)&&(velocidadf>=vmax))
{ zona=6;auxzona=1;p=1;
}
else
{

```

```

if((latitudf>lat_cv-0.0016025)&&(latitudf<lat_cv+0.0016025)&&(longitudft>lon_cv-0.001227)&&
(longitudft<lon_cv+0.001227)&&(velocidadf>=vmax))
{ zona=6;auxzona=1;p=1;
}
else
{
if((latitudf>lat_es-0.0010075)&&(latitudf<lat_es+0.0010075)&&(longitudft>lon_es-0.001908)&&
(longitudft<lon_es+0.001908)&&(velocidadf>=vmax))
{ zona=7;auxzona=1;p=1;
}
else
{
if((latitudf>lat_u-0.0037085)&&(latitudf<lat_u+0.0037085)&&(longitudft>lon_u-0.0018475)&&
(longitudft<lon_u+0.0018475)&&(velocidadf>=vmax))
{ zona=8;auxzona=1;p=1;
}
else
{
if((latitudf>lat_fa-0.0011485)&&(latitudf<lat_fa+0.0011485)&&(longitudft>lon_fa-0.0011675)&&
(longitudft<lon_fa+0.0011675)&&(velocidadf>=vmax))
{ zona=10;auxzona=1;p=1
}
else
{
if((latitudf>lat_al-0.00103)&&(latitudf<lat_al+0.00103)&&(longitudft>lon_al-0.001216)&&
(longitudft<lon_al+0.001216)&&(velocidadf>=vmax))
{ zona=10;auxzona=1;p=1;
}
else
{
if((latitudf>lat_ca-0.0022965)&&(latitudf<lat_ca+0.0022965)&&(longitudft>lon_ca-0.0017325)&&
(longitudft<lon_ca+0.0017325)&&(velocidadf>=vmax))
{ zona=11;auxzona=1;p=1;
}
else
{
if((latitudf>lat_em-0.001165)&&(latitudf<lat_em+0.001165)&&(longitudft>lon_em-0,001)&&
(longitudft<lon_em+0,001)&&(velocidadf>=vmax))
{ zona=12;auxzona=1;p=1;
}
else
{
if((latitudf>lat_s-0.001277)&&(latitudf<lat_s+0.001277)&&(longitudft>lon_s-0.0011015)&&
(longitudft<lon_s+0.0011015)&&(velocidadf>=vmax))
{ zona=12;auxzona=1;p=1;
}
else
{
if((latitudf>lat_ds-0.001347)&&(latitudf<lat_ds+0.001347)&&(longitudft>lon_ds-0.001399)&&
(longitudft<lon_ds+0.001399)&&(velocidadf>=vmax))
{ zona=12;auxzona=1;p=1;
}
else
{
if((latitudf>lat_cb-0.00138)&&(latitudf<lat_cb+0.00138)&&(longitudft>lon_cb-0.0015365)&&
(longitudft<lon_cb+0.0015365)&&(velocidadf>=vmax))
{ zona=12;auxzona=1;p=1;
}
else
{

```


**MÉTODO PARA ACTIVAR BUZZER, GRABAR EN LA EEPROM Y MOSTRAR MENSAJES SI
//////////////////////////////////INFRINGIÓ EL USUARIO EN LA ZONA //////////////////////////////////////**

```
switch (auxzona)
{
case 0:
output_low(buzzer); // No hay infracción
// Desactiva buzzer

lcd_gotoxy(1,1);
printf(LCD_PUTC, " CIUDAD IBARRA "); // Muestra mensaje en lcd
lcd_gotoxy(1,2);
printf(LCD_PUTC, "%2.3Lf ", velocidadf); // Muestra velocidad

break;

case 1: // Hay infracción

k = ext_eeprom_ready(); //Comprobación de comunicación

if (k==1)
{
for(e=auxe;e<auxe+1;e++) // Graba en eeprom
{
if(dia<10)
{ write_ext_eeprom(e, 0); e=e+1; write_ext_eeprom(e, dia); e=e+1;}
else {write_ext_eeprom(e, dia); e=e+1;}
if(mes<10)
{ write_ext_eeprom(e, 0); e=e+1; write_ext_eeprom(e, mes); e=e+1;}
else {write_ext_eeprom(e, mes); e=e+1;}
write_ext_eeprom(e, anio); e=e+1;

if(hora<10)
{ write_ext_eeprom(e, 0); e=e+1; write_ext_eeprom(e, hora); e=e+1;}
else{ write_ext_eeprom(e, hora); e=e+1;}
if(minutos<10)
{ write_ext_eeprom(e, 0); e=e+1; write_ext_eeprom(e, minutos); e=e+1;}
else{ write_ext_eeprom(e, minutos); e=e+1;}
if(zona<10)
{ write_ext_eeprom(e, 0); e=e+1; write_ext_eeprom(e, zona); e=e+1;}
else { write_ext_eeprom(e, zona); e=e+1;}
auxe=e;
}
}
a=1;
OUTPUT_HIGH(buzzer); delay_ms(500); // Activa buzzer
lcd_gotoxy(1,1);
printf(LCD_PUTC, "ZONA - PELIGRO"); // Muestra mensaje línea 1 LCD
lcd_gotoxy(1,2);
printf(LCD_PUTC, "REDUZCA A 40Km/H"); // Muestra mensaje línea 2 LCD
OUTPUT_low(buzzer); delay_ms(500); //apaga buzzer
}
break;
}
}
else //Si no a enlazado a satélites
```

```

{
lcd_gotoxy(1,1);
printf(LCD_PUTC, "Fuera de linea"); // Muestra mensaje línea 1 LCD
lcd_gotoxy(1,2);
printf(LCD_PUTC, "Conectando..."); // Muestra mensaje línea 2 LCD

output_low(buzzer); // Apaga buzzer
}
}
}
if((input(PIN_A3))&&(!input(PIN_A4))) // 1 - 0 // Borrar eeprom
{ output_high(buzzer);
borrar_eeprom();
output_low(buzzer);
e=10;
auxe=10;
z=10;
}
if((input(PIN_A3))&&(input(PIN_A4))) // 1 - 1 // Leer eeprom
{ output_high(buzzer);

for(le=10;le<1024;le++)
{ data1=read_ext_eeprom(le);
if(data1!='b')
{printf("%d",data1);
}
}
delay_ms(500);
output_low(buzzer);
}
}
void main()
{
set_tris_A(0b00011111); // A0, A1, A2, A3, A4 Son entradas
output_low(buzzer); // Desactibamos buzzer
setup_adc( ADC_OFF ); // Apagamos puertos ADC
init_ext_eeprom(); // Comunicación I2C encendida
lcd_init(); // LCD inicializada
lcd_gotoxy(1,1);
printf(LCD_PUTC, "%s", " BIENVENIDO"); // Muestra mensaje
delay_ms(5000);
enable_interrupts(global); // Activada interrupciones globales
enable_interrupts(int_rda); // Activamos interrupción recepción serial
enable_interrupts(INT_TBE); // Activamos interrupción transmisión serial
do{
}while(true);
}

```


ANEXO 2.

PROGRAMA PIC 16F628

```

//////////////////////////////////// CONFIGURACION //////////////////////////////////////
#include <16f628a.h>
#fuses XT, NOWDT,NOLVP,NOBROWNOUT,NOCPD,NOMCLR
#use delay (clock=4M)
#use rs232(baud=9600 ,uart1,bits=8,errors)
#use fast_io(b)
#use fast_io(a)
//#byte porta=0x05
//#byte portb=0x06
char in; // Variable para almacenar valores recibidos por serial
#int_rda // Interrupción por recepción UART
void recepcion_gps(void )
{
if (kbhit () ) // Verifica si esta lista la comunicación
{
output_high(PIN_A2);
in=getch(); // Almacena valor leído en variable in
}
switch (in)
{
case 'b':
output_high(PIN_A0); // Activa pin A0 // Conectado A0(16f628a) <-----> A3(18f4550)
delay_ms(500);
output_low(PIN_A0); // Desactiva pin A0
break;
case 'l':
output_high(PIN_A0); // Activa pin A0 // Conectado A0(16f628a) <-----> A3(18f4550)
output_high(PIN_A1); // Activa pin A1 // Conectado A1(16f628a) <-----> A4(18f4550)
delay_ms(500);
output_low(PIN_A0); // Desactiva pin A0
output_low(PIN_A1); // Desactiva pin A1
break;
}
}
void main(void)
{

```

```
int conta,i;
//set_tris_b(0x00);
set_tris_a(0b00000000);
enable_interrupts(global);
enable_interrupts(int_rda);
output_low(PIN_A0);
output_low(PIN_A1);
do
{
}while (TRUE);
}
```

ANEXO 3.

PROGRAMA INTERFAZ C#

//////////////////////////////////// LIBRERÍAS QUE SE USA EN EL CÓDIGO //////////////////////////////////////

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Windows.Forms;
using Office = Microsoft.Office.Core;
using Excel = Microsoft.Office.Interop.Excel;

namespace DeDataGridaExcel // Nombre del proyecto
{
    public partial class Form1 : Form
    {
        int x=0,y=0,a,i=0; // Inicialización de variables
        string t = "";
        string sf, sh, sz; // Cadena de string para fecha, hora, zona
        char[] f = new char[8]; // Array para fecha
        char[] h = new char[5]; // Array para hora
        char[] z = new char[2]; // Array para zona
    public Form1()
    {
        InitializeComponent(); // Inicio de elementos de plantillas
        visor.Text = "";
        this.serialPort.DataReceived += new System.IO.Ports.SerialDataReceivedEventHandler
        (this.RecibeByte); // Instrucción para recibir datos por serial
    }
    private void RecibeByte(object sender, System.IO.Ports.SerialDataReceived
    EventArgs e) // Método para recibir y actualizar datos seriales
    {
        this.Invoke(new EventHandler(ActualizarBotones));
    }
}
```

//////////////////////////////////// VARIABLES PARA ABRIR UN EXCEL //////////////////////////////////////

```
#region Variables para abrir un excel
private static object vk_missing = System.Reflection.Missing.Value;
private static object vk_visible = true;
private static object vk_false = false;
private static object vk_true = true;
private object vk_update_links = 0;
private object vk_read_only = vk_true;
private object vk_format = 1;
private object vk_password = vk_missing;
private object vk_write_res_password = vk_missing;
private object vk_ignore_read_only_recommend = vk_true;
private object vk_origin = vk_missing;
private object vk_delimiter = vk_missing;
private object vk_editable = vk_false;
private object vk_notify = vk_false;
private object vk_converter = vk_missing;
private object vk_add_to_mru = vk_false;
```

```
private object vk_local = vk_false;
private object vk_corrupt_load = vk_false;
#endregion
```

```
private void Form1_Load(object sender, EventArgs e) // SE GENERA AUTOMATICAMENTE
{
int myhour = DateTime.Now.Hour;
int myminute = DateTime.Now.Minute;
int mysecond = DateTime.Now.Second;
}
```

**MÉTODO PARA DETERMINAR EL INICIO Y LA SECUENCIA DE LAS
 //////////////////////////////////////COLUMNAS DE EXCEL////////////////////////////////////**

```
void ReporteExcel(DataGridView MiDataGrid) {
string[] letras = new string[27];
letras[0] = "A";
letras[1] = "B";
letras[2] = "C";
letras[3] = "D";
letras[4] = "E";
letras[5] = "F";
letras[6] = "G";
letras[7] = "H";
letras[8] = "I";
letras[9] = "J";
letras[10] = "K";
letras[11] = "L";
letras[12] = "L";
letras[13] = "M";
letras[14] = "N";
letras[15] = "O";
letras[16] = "P";
letras[17] = "Q";
letras[18] = "R";
letras[19] = "S";
letras[20] = "T";
letras[21] = "U";
letras[22] = "V";
letras[23] = "W";
letras[24] = "X";
letras[25] = "Y";
letras[26] = "Z";
```

```
String ruta = Application.StartupPath + @"\MiReporte.xlsx"; // Definir el nombre del archivo para
guardar los datos de Excel
```

//////////////////////////////////// INICIALIZACIÓN DE MICROSOFT EXCEL////////////////////////////////////

```
Microsoft.Office.Interop.Excel.Application excelApp = new
Microsoft.Office.Interop.Excel.Application();
Microsoft.Office.Interop.Excel.Workbook excelBook = excelApp.Workbooks.Open(ruta,
vk_update_links, vk_read_only, vk_format, vk_password,
```

```

vk_write_res_password, vk_ignore_read_only_recommend, vk_origin,
vk_delimiter, vk_editable, vk_notify, vk_converter, vk_add_to_mru,
vk_local, vk_corrupt_load); Microsoft.Office.Interop.Excel.Worksheet excelWorksheet =
(Microsoft.Office.Interop.Excel.Worksheet)excelBook.Worksheets.get_Item(1);

```

//////////////////////////////////// GENERACIÓN DE COLUMNAS////////////////////////////////////

```

for (int i = 0; i < MiDataGrid.ColumnCount; i++)
    {
        excelWorksheet.Cells[1, letras[i]] = MiDataGrid.Columns[i].HeaderText;
    }

```

//////////////////////////////////// GENERACIÓN DE FILAS////////////////////////////////////

```

int fila =1;
for (int i = 0; i < MiDataGrid.Rows.Count; i++)
    {
        fila += 1;
        for (int j = 0; j < MiDataGrid.Columns.Count; j++)
            {
                excelWorksheet.Cells[fila, letras[j]] = MiDataGrid.Rows[i].Cells[j].Value;
            }
    }
excelApp.Visible = true;
}

```

```

private void Btnexportar_Click(object sender, EventArgs e) // METODO PARA EXPORTAR UNA
DGVLISTA

```

```

    {
        ReporteExcel(Dgvlista);
    }

```

```

private void ActualizarBotones(object s, EventArgs e)
{
}

```

//////////////////////////////////// MÉTODO PARA ABRIR O CERRAR EL PUERTO SERIAL //////////////////////////////////////

```

private void Abre_puerto_Click_1(object sender, EventArgs e)
{
    if (Abre_puerto.Text == "Abrir Puerto")
    {
        serialPort.Open();
        Abre_puerto.Text = "Cerrar Puerto";
    }
    else
    {
        serialPort.Close();
        Abre_puerto.Text = "Abrir Puerto";
    }
}

```

```

private void LeerDatos_Click(object sender, EventArgs e) // Método para leer datos por serial
{
    serialPort.Write("l");
    t = this.serialPort.ReadExisting(); // Los datos leídos almacena temporalmente en la variable t
    cont.Text = Convert.ToString(t.Length);
    if (t.Length > 0)
    {

```

```

        for (a = 0; a < t.Length / 12; a++)
        {
//////// GRABA EN EL ARRAY F LA FECHA Y AUMENTA EL SEPARADOR //////////
            f[0] = Convert.ToChar(t[i]); i++;
            f[1] = Convert.ToChar(t[i]); i++;
            f[2] = Convert.ToChar('/');
            f[3] = Convert.ToChar(t[i]); i++;
            f[4] = Convert.ToChar(t[i]); i++;
            f[5] = Convert.ToChar('/');
            f[6] = Convert.ToChar(t[i]); i++;
            f[7] = Convert.ToChar(t[i]); i++;
            string sf = new string(f);

////////// GRABA EN EL ARRAY H HORA Y AUMENTA EL SEPARADOR//////////
            h[0] = Convert.ToChar(t[i]); i++;
            h[1] = Convert.ToChar(t[i]); i++;
            h[2] = Convert.ToChar(':');
            h[3] = Convert.ToChar(t[i]); i++;
            h[4] = Convert.ToChar(t[i]); i++;
            string sh = new string(h);

            // GRABA EN EL ARRAY Z LA ZONA
            z[0] = Convert.ToChar(t[i]); i++;
            z[1] = Convert.ToChar(t[i]); i++;
            string sz = new string(z);

x = x + 1;
Dgvlستا.Rows.Add(x, sf, sh, sz, "Velocidad mayor a 50km/h"); // Muestra en la celda de
observaciones

        }
        i = 0;
    }
}

private void BorrarDatos_Click(object sender, EventArgs e) // Método para borrar datos de la
eeprom
{
    serialPort.Write("b");
}
}
}

```

ANEXO 4.

PLACA DE CONTROL PCB WIZARD (ARTWORK)

