



# ESPE

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS**  
**INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA**

**DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

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

**AUTORES:**

**DIEGO FRANCISCO PACHACAMA SANGOQUIZA**  
**EDISON FERNANDO GUANGAJE CATOTA**

**TEMA:**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO DE**  
**UNA CAJA DE REGISTRO DE INFORMACIÓN EN LOS INSTANTES**  
**PREVIOS A UN ACCIDENTE DE TRÁNSITO”**

**DIRECTOR: ING. MAURICIO CRUZ**  
**CODIRECTOR: ING. SIXTO REINOSO**

**LATACUNGA, AGOSTO 2014**

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**CERTIFICACIÓN**

Se certifica que el presente proyecto titulado **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO DE UNA CAJA DE REGISTRO DE INFORMACIÓN EN LOS INSTANTES PREVIOS A UN ACCIDENTE DE TRÁNSITO”** desarrollado por **DIEGO FRANCISCO PACHACAMA SANGOQUIZA** y **EDISON FERNANDO GUANGAJE CATOTA**, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas en el reglamento de estudiantes por la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE.

Debido a que es un proyecto de excelente calidad y contenido científico que servirá para la enseñanza, aprendizaje, aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional por lo que si recomendamos su publicación.

El mencionado trabajo consta de DOS documentos empastados y DOS discos compactos el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat PDF. Autorizan a: **DIEGO FRANCISCO PACHACAMA SANGOQUIZA Y EDISON FERNANDO GUANGAJE CATOTA**, que lo entregue al ING. **JUAN CASTRO**, en su calidad de Director de la Carrera.

Latacunga, Agosto de 2014

---

Ing. Mauricio Cruz  
DIRECTOR DEL PROYECTO

---

Ing. Sixto Reinoso  
CODIRECTOR DEL PROYECTO

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE  
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Nosotros, DIEGO FRANCISCO PACHACAMA SANGOQUIZA y EDISON FERNANDO GUANGAJE CATOTA declaramos que:

El proyecto de grado denominado **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO DE UNA CAJA DE REGISTRO DE INFORMACIÓN EN LOS INSTANTES PREVIOS A UN ACCIDENTE DE TRÁNSITO”** ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

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

Latacunga, Agosto de 2014

---

Edison F. Guangaje C.  
C.I. 050324678-7

---

Diego F. Pachacama S.  
C.I. 172173097-4

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE  
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**AUTORIZACIÓN**

Nosotros, DIEGO FRANCISCO PACHACAMA SANGOQUIZA y EDISON FERNANDO GUANGAJE CATOTA declaramos que:

Autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga la publicación, en la biblioteca Virtual de la Institución el proyecto **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO DE UNA CAJA DE REGISTRO DE INFORMACIÓN EN LOS INSTANTES PREVIOS A UN ACCIDENTE DE TRÁNSITO”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Agosto del 2014

---

Edison F. Guangaje C.  
C.I. 050324678-7

---

Diego F. Pachacama S.  
C.I. 172173097-4

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**DEDICATORIA**

*Dedico este proyecto a lo más querido que tengo en la vida que es mi familia. A mi madre Mónica Pachacama y a mi padre German Peralta que han sido el pilar de mi vida, les doy gracias por darme la oportunidad del estudio que es el mejor regalo que un padre puede regalar a un hijo y por apoyarme y alentarme en cada uno de mis retos, a mis hermanas Gissela y Katherine por ser el motivo de superación en mi vida.*

*A mi novia Eli, que es mi inspiración para ser una mejor persona, por estar a mi lado en los momentos más difíciles y especiales de mi vida.*

*Diego Pachacama.*

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**DEDICATORIA**

*Durante este arduo camino en la búsqueda de la sapiencia, muchas manos me han levantado, muchas palabras han sabido encaminar mi sendero, por ello quisiera agradecer en primer lugar a Dios, a mi Abuelo que desde el cielo me envía sus bendiciones, a mis amigos, a mi padre Segundo Guangaje y a mi madre María Catota y mis hermanos Luis y Byron, que con su constante presencia han hecho posible el exitoso culmin de mi carrera.*

*Y a la mujer que siempre me poyo y estuvo a mi lado a la que fue mi luz y mi guía, a pesar de las adversidades deposito toda su confianza y no la defraude, siempre te llevare en mi corazón, para ti **FLOR**. ¡Lo logre!*

*Edison Guangaje.*

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**AGRADECIMIENTO**

*Agradezco infinitamente a Dios por darme la vida y permitirme compartirla con los maravillosos seres que me dio como mis padres, German y Mónica por sus consejos, por brindarme su confianza y hacer de mí un hombre de bien, a mis hermanas por ser parte de mi vida y un apoyo incondicional.*

*A mis amigos por enseñarme el verdadero significado de la amistad al acompañarme en cada momento lejos de mi familia, gracias por su apoyo y por estar a mi lado en el momento preciso.*

*Gracias a mis maestros, quienes supieron inculcar en mí el trabajo honesto y esforzado, por brindarme su amistad y su sabiduría en cada paso para convertirme en profesional.*

*Un agradecimiento especial hacia mi director Ing. Mauricio Cruz y codirector Ing. Sixto Reinoso quienes supieron guiarme y ayudarme en cada una de las dificultades encontradas durante la realización de este proyecto.*

*Agradezco inmensamente a mi querida ESPE en especial a mi orgullosa Facultad Ingeniería Automotriz por capacitarme y brindarme cada uno de los conocimientos que ahora tengo, los cuales pondré en práctica para llevar en alto a mi institución.*

*Diego Pachacama.*

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**AGRADECIMIENTO**

*Agradezco infinitamente a Dios por el hermoso regalo de la vida y permitirme compartirla con seres maravillosos como mis padres Segundo y María y mis hermanos Byron y Luis por sus consejos, por brindarme su confianza y hacer de mí un hombre de bien, a todos quienes de alguna manera, supieron confiar en mi capacidad, me brindaron su confianza para proseguir, a pesar de que muchas veces el camino fue duro.*

*Agradezco a los ingenieros Mauricio Cruz y Sixto Reinoso, director y codirector respectivamente por el apoyo con su experiencia y enseñanzas que direccionaron de la mejor manera la elaboración de este proyecto, a la Universidad de las Fueras Armadas ESPE, por ser la cuna que acoge todos aquellos soñadores y emprendedores, que con las enseñanzas recogidas en esas aulas, forjaremos un futuro prometedor.*

*Edison Guangaje.*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
CERTIFICACIÓN .....	ii
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD .....	iii
AUTORIZACIÓN.....	iv
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	ix
ÍNDICE DE TABLAS .....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
RESUMEN .....	xvii
ABSTRACT .....	xviii
CAPÍTULO I.....	19
DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA .....	19
1.1. ANTECEDENTES.....	19
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	19
1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA .....	2
1.4. OBJETIVOS.....	20
1.4.1. OBJETIVO GENERAL .....	20
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
1.5. HIPÓTESIS .....	20
CAPÍTULO II.....	22
TIPOS DE IMPACTOS VEHICULARES Y CARACTERÍSTICAS ESENCIALES DE CADA UNO DE ELLOS PARA EL DISEÑO .....	22
2.1. INTRODUCCIÓN .....	22
2.1.1. PRINCIPALES CAUSAS DE LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO .....	23
2.2. DEFINICIÓN DE ACCIDENTE DE TRÁNSITO.....	25
2.3. CLASIFICACIÓN GENERAL.....	8
2.3.1. ACCIDENTES SIMPLES.....	26
2.3.2. ACCIDENTES MÚLTIPLES .....	31

2.3.2.1.	Accidentes entre vehículos .....	31
2.3.2.2.	Accidentes entre vehículos y peatones.....	15
2.3.3.	ACCIDENTES DE TRÁNSITO MIXTOS .....	36
2.3.4	ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN CADENA .....	37
2.3.5.	ACCIDENTES DE TRÁNSITO OCURRIDOS EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA.....	37
2.4.	TIPOS Y CARACTERÍSTICAS DE LOS IMPACTOS VEHICULARES .....	38
2.4.1.	IMPACTO SIMPLE.....	39
2.4.2.	IMPACTOS MÚLTIPLES.....	41
2.4.2.1.	Impacto frontal múltiple .....	41
2.4.2.2.	Impacto múltiple por alcance.....	43
2.4.2.3.	Impacto lateral múltiple .....	27
2.4.2.4.	Impacto entre vehículo y peatón .....	30
	CAPÍTULO III .....	48
	DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRÓNICO DE REGISTRO DE INFORMACIÓN .....	48
3.1.	INTRODUCCIÓN .....	48
3.1.1.	CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO .....	49
3.1.2.	ESPECIFICACIONES DEL VEHÍCULO .....	50
3.2.	ANÁLISIS DE LAS SEÑALES REQUERIDAS .....	51
3.3.	PARÁMETROS A CONSIDERAR EN EL DISEÑO DEL SISTEMA .....	34
3.3.1.	REQUERIMIENTOS PARA ALMACENAR EN FORMA PERMANENTE LOS DATOS REGISTRADOS.....	54
3.4.	ESTUDIO PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL REGISTRADOR.....	55
3.4.1.	ESTRUCTURA DEL SISTEMA .....	55
3.4.2.	SEÑALES DE ACTIVACIÓN.....	56
3.5.	ESTUDIO DE LOS COMPONENTES DEL VEHÍCULO PARA LA UBICACIÓN DE LOS SENSORES .....	57
3.5.1.	SENSOR DEL CINTURÓN DE SEGURIDAD .....	58

3.5.2.	SENSOR DE VELOCIDAD .....	60	
3.5.3.	SENSOR DE ACELERACIÓN .....	62	
3.5.4.	SENSOR DE FRENADO.....	63	
3.5.5.	SENSOR DE VIDEO .....	65	
CAPÍTULO IV.....		67	
ANÁLISIS DE SISTEMAS Y ELEMENTOS ELECTRÓNICOS CUYO FUNCIONAMIENTO PERMITE SENSAR, PROCESAR Y ALMACENAR INFORMACIÓN .....			67
4.1.	INTRODUCCIÓN .....	67	
4.2.	ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES A UTILIZAR.....	68	
4.2.1.	SENSOR DE VELOCIDAD VSS .....	68	
4.2.2.	REGISTRADOR Y MEMORIA DEL SISTEMA.....	69	
CAPÍTULO V.....		78	
CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO DE REGISTRO DE INFORMACIÓN E IMPLEMENTACIÓN EN EL VEHÍCULO .....			78
5.1.	INTRODUCCIÓN .....	78	
5.2.	CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO DE REGISTRO .....	79	
5.2.1.	CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA METÁLICA .....	79	
5.2.2.	CONSTRUCCIÓN DE LOS CIRCUITOS .....	80	
5.2.3.	ELABORACIÓN DEL SOFTWARE .....	82	
5.2.4.	ARMADO DEL CIRCUITO ELECTRÓNICO EN LA CAJA .....	86	
5.3.	IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO DE REGISTRO EN EL VEHÍCULO .....	88	
5.3.1.	CONEXIÓN DEL SENSOR DE VELOCIDAD (VSS) .....	89	
5.3.2.	IMPLEMENTACIÓN SENSOR DE FRENO .....	89	
5.3.3.	IMPLEMENTACIÓN DEL SENSOR DE CINTURON DE SEGURIDAD.....	89	
5.3.4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA CAJA ELECTRÓNICA REGISTRADORA DE DATOS .....	90	
5.3.5.	UBICACIÓN DE LAS CÁMARAS EXTERNAS.....	92	
5.3.6.	UBICACIÓN CÁMARA INTERNA .....	92	

CAPÍTULO VI.....	94
PRUEBAS Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.....	94
6.1. INTRODUCCIÓN .....	94
6.2. ETAPA INICIAL DE LAS PRUEBAS .....	94
6.2.1. COMPROBACIÓN Y ANÁLISIS FINAL DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA ELECTRÓNICO DE REGISTRO. ....	99
6.3. CONCLUSIONES .....	103
6.4. RECOMENDACIONES .....	104
BIBLIOGRAFÍA .....	105
NETGRAFÍA.....	90
ANEXOS .....	110

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 2. 1	Índices de mortalidad a nivel nacional .....	23
Tabla 2. 2	Índices de mortalidad en la provincia de Pichincha .....	23
Tabla 2. 3	Distribución de accidentes de tránsito en la provincia de Pichincha en el año 2013 según la causa de accidente .....	25
Tabla 2. 4	Distribución de accidentes de tránsito el año 2013 según el tipo de accidente .....	38
Tabla 3. 1	Datos generales del vehículo.....	50
Tabla 3. 2	Relación de las variables de activación .....	57
Tabla 4. 1	Datos generales del Mainboard. ....	72
Tabla 4. 2	Datos generales de la antena Wireless .....	73
Tabla 4. 3	Datos generales de la tarjeta programable. ....	74
Tabla 5. 1	Propiedades acero A 500 .....	79
Tabla 5. 2	Tipos de señales de los sensores.....	82
Tabla 6. 1	Relación velocidad-voltaje. ....	95
Tabla 6. 2	Datos registrados en la prueba 1.....	100

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2. 1	Clasificación de los accidentes de tránsito .....	26
Figura 2. 2	Accidente por pérdida de pista .....	27
Figura 2. 3	Accidente por volcamiento longitudinal.....	28
Figura 2. 4	Accidente por volcamiento lateral .....	28
Figura 2. 5	Accidente por caída .....	29
Figura 2. 6	Accidente por incendio .....	30
Figura 2. 7	Accidente por rozamiento .....	30
Figura 2. 8	Accidente por rozamiento .....	31
Figura 2. 9	Accidente por choque .....	32
Figura 2. 10	Accidente por roce.....	32
Figura 2. 11	Accidente por impacto o embestimiento .....	33
Figura 2. 12	Accidente por caída .....	33
Figura 2. 13	Accidente por acercamiento .....	34
Figura 2. 14	Accidente por compresión o aplastamiento .....	34
Figura 2. 15	Accidente por arrastre .....	35
Figura 2. 16	Accidente por volteo .....	35
Figura 2. 17	Accidente por proyección.....	36
Figura 2. 18	Accidente de tránsito mixto.....	36
Figura 2. 19	Accidente de tránsito en cadena.....	37
Figura 2. 20	Estadísticas mensuales según el tipo de accidentes año 2012-2013.....	38
Figura 2. 21	Impacto frontal simple.....	39
Figura 2. 22	Impacto angular simple.....	40
Figura 2. 23	Impacto lateral simple .....	40
Figura 2. 24	Impacto posterior simple.....	41
Figura 2. 25	Impacto frontal múltiple longitudinal.....	42
Figura 2. 26	Impacto frontal múltiple excéntrico derecho.....	42
Figura 2. 27	Impacto frontal múltiple excéntrico izquierdo .....	42
Figura 2. 28	Impacto múltiple por alcance longitudinal .....	43
Figura 2. 29	Impacto por alcance excéntrico derecho .....	44

Figura 2. 30	Impacto lateral múltiple derecho .....	44
Figura 2. 31	Impacto lateral múltiple izquierdo .....	45
Figura 2. 32	Impacto lateral múltiple derecho perpendicular .....	45
Figura 2. 33	Impacto lateral derecho angular medio.....	46
Figura 2. 34	Impacto lateral izquierdo angular medio .....	46
Figura 2. 35	Impacto lateral izquierdo angular posterior .....	46
Figura 2. 36	Impacto entre vehículo y peatón.....	47
Figura 3. 1	Vehículo MAZDA BT 50.....	50
Figura 3. 2	Esquema de funcionamiento del sistema .....	55
Figura 3. 3	Cinturones de seguridad.....	59
Figura 3. 4	Ubicación de los elementos superiores del cinturón de seguridad en el vehículo MAZDA BT 50.....	60
Figura 3. 5	Ubicación de los elementos inferiores del cinturón de seguridad en el vehículo MAZDA BT 50.....	60
Figura 3. 6	Transmisión del movimiento desde el motor hasta las ruedas en un vehículo.....	61
Figura 3. 7	Zonas de impacto frontal de un vehículo .....	63
Figura 3. 8	Sistema de frenos del vehículo .....	64
Figura 3. 9	Componentes del sistema de frenos.....	64
Figura 4. 1	Mainboard HP dv4.....	72
Figura 4. 2	Antena Wireless AirGateway .....	73
Figura 4. 3	Tarjeta electrónica de control Arduino Uno R3 .....	74
Figura 4. 4	Dericam H216W .....	76
Figura 4. 5	Schumacher power inverter 400W.....	77
Figura 4. 6	FaceCam 320X.....	77
Figura 4. 7	Ethernet D-Link.....	77
Figura 5. 1	Caja registradora de datos.....	65
Figura 5. 2	Rectificador de onda.....	81
Figura 5. 3	Inversor de voltaje .....	82
Figura 5. 4	Esquema básico del programa .....	84
Figura 5. 5	Diagrama del menú principal .....	85
Figura 5. 6	Diagrama de comunicación externa .....	86

Figura 5. 7	Sujeción de las tarjetas mainboard y arduino R3 en la madera MDF .....	87
Figura 5. 8	Sujeción de la Antena Wireless AirGateway.....	87
Figura 5. 9	Adaptación del D-LINK Router Ethernet 8 puertos .....	88
Figura 5. 10	Ensamble completo del registrador electrónico de datos.....	88
Figura 5. 11	Sensor de velocidad VSS .....	89
Figura 5. 12	Sensor de freno .....	90
Figura 5. 13	Sensor del cinturón.....	90
Figura 5. 14	Perforación y sujeción de la caja electrónica registradora de datos.....	91
Figura 5. 15	Ubicación cámara frontal .....	92
Figura 5. 16	Ubicación cámara posterior .....	92
Figura 5. 17	Ubicación cámara interna .....	93
Figura 6. 1	Toma de voltajes del sensor VSS.....	95
Figura 6. 2	Curva de voltaje del sensor de velocidad .....	96
Figura 6. 3	Prueba del sensor del freno (Pedal suelto).....	97
Figura 6. 4	Prueba del sensor del freno (Pedal presionado).....	97
Figura 6. 5	Prueba del sensor del cinturón (desabrochado) .....	98
Figura 6. 6	Prueba del sensor del cinturón (abrochado).....	98
Figura 6. 7	Cámaras externas .....	99
Figura 6. 8	Cámara interior .....	99
Figura 6. 9	Panel de visualización de datos registrados.....	100
Figura 6. 10	Datos registrados tiempo de frenado y distancia de frenado .....	102
Figura 6. 11	Comprobación de la distancia de frenado .....	103

## RESUMEN

Los accidentes de tránsito constituyen un problema económico y social, ya que luego de que se produce deja daños materiales, pérdidas económicas y en el peor de los casos pérdidas humanas que afectan a la ciudadanía en general. La falta de planificación y control del parque automotor en la ciudad de Quito ha ocasionado un incremento considerable en los accidentes de tránsito, en los que atropellos, choques laterales angulares, choques laterales perpendiculares y estrellamientos representan el mayor porcentaje del total de accidentes producidos. El problema radica en la falta de un conocimiento claro de las causas que los ocasionaron, provocando muchas de las veces errores en las evaluaciones realizadas impidiendo tomar las acciones necesarias que ayuden en la reducción de los accidentes. Buscando una solución a este problema y con la tecnología moderna disponible se ha diseñado y construido un sistema capaz de almacenar información específica previa a un impacto vehicular. La construcción de este sistema permite dar un aporte en aspectos tanto sociales, económicos y técnicos, ya que se pueden obtener grandes beneficios por la correcta utilización de dicha información al implementar un sistema moderno con el fin de mejorar la vida y la seguridad en el transporte de la población.

**Palabras clave:** Registrador de datos, accidentes de tránsito, Software de programación gráfica LabView, distancia de frenado, impacto vehicular.

## ABSTRACT

The traffic accidents constitute an economic and social problem, since after they happened the results are: damages, economic losses and in the worst cases human deaths which affect to the citizenship in general. The lack of planning and control of the automotive park in Quito city has caused a substantial increasing in the traffic accidents, such as: violations, angular and lateral crashes, lateral and perpendicular collisions and violent colliders represent the biggest percentage in the total of produced accidents. The problem lies in the lack of a clear knowledge of the causes that induced them, causing many times mistakes in the previous evaluations which induce in taking the necessary actions to reduce traffic accidents. A competent system that is able to store specific information before the automotive impact has been designed and built with the help of the modern and available technology in order to find a solution to this problem. The construction of this system allows giving a contribution in social, economic and technical aspects, since big benefits can be gotten by the correct use of this information when implementing a modern system with the purpose of improving the life style and the security in the population's transport.

**Keywords:** Data register, traffic accident, LabVIEW graphic programming software, stopping brake distance, vehicle crash.

## **CAPÍTULO I**

### **DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA**

#### **1.1 ANTECEDENTES**

En los impactos vehiculares resulta difícil esclarecer las causas que los provocaron, esto se debe a la falta de información específica que permita conocer el accionar del vehículo en los momentos previos al accidente, esta necesidad ha originado el diseño y construcción de un sistema electrónico que registre esta información aportando con una herramienta que ayudará a tomar acciones con el fin de reducir los accidentes de tránsito en nuestro medio.

#### **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

A pesar de las nuevas leyes de tránsito y la alta tecnología empleada en el control de velocidad de los automotores, todavía se sigue suscitando accidentes de tránsito en las carreteras del Ecuador así como la falta de evidencia para determinar al culpable del accidente y los motivos por el cual sucedió dicho accidente.

Los accidentes de tránsito constituyen un problema económico y social, ya que luego de que se produce deja daños materiales, pérdidas económicas y en el peor de los casos pérdidas humanas que afectan a la ciudadanía en general.

La falta de planificación y control del parque automotor en la ciudad de Quito ha ocasionado un incremento considerable en los accidentes de tránsito, en los que atropellos, choques laterales angulares, choques laterales perpendiculares y estrellamientos representan el mayor porcentaje del total de accidentes producidos.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

En los accidentes vehiculares resulta difícil esclarecer las causas que los provocaron, esto se debe a la falta de información específica que permita conocer el accionar del vehículo en los momentos previos al accidente, esta necesidad ha originado el diseño y construcción de un sistema electrónico que registre esta información aportando con una herramienta que ayudará a tomar acciones con el fin de reducir los accidentes de tránsito en nuestro medio.

Con la tecnología moderna disponible, resulta factible e interesante implementar un sistema electrónico de registro de información de datos en los instantes previos a un accidente vehicular.

El diseño y construcción del sistema se basa: en conocimientos, habilidades, capacidades, destrezas y aptitudes, vinculadas a nuestra carrera profesional. Para ello, se aplica conocimientos adquiridos en el área de Autotrónica.

### **1.4 OBJETIVOS**

#### **1.4.1 OBJETIVO GENERAL**

- Diseñar e implementar un sistema electrónico de registro de información en los instantes previos a un accidente de tránsito.

#### **1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Llevar un registro de información sobre: velocidad del vehículo, grabación de videos externa e internamente, tiempo de frenado, distancia de frenado y la utilización del cinturón de seguridad.

- Adecuar los componentes que conforman los sensores del sistema electrónico de registro de datos.
- Seleccionar los elementos electrónicos adecuados; concebir su funcionamiento con la ayuda de diagramas de bloque y de flujo.
- Aplicar el módulo en un vehículo y probarlo para condiciones concretas de trabajo.

## **1.5 HIPÓTESIS**

La implementación de un registrador de información en los instantes previos a un accidente de tránsito mediante la lectura de parámetros de los respectivos sensores que son de gran ayuda (sensor de freno, sensor de cinturón de seguridad, sensor VSS, etc.), además de evidencia registrada por videos internos y externos del auto, permitirá la recopilación de información para determinar las posibles causas de un accidente de tránsito.

## **CAPÍTULO II**

### **TIPOS DE IMPACTOS VEHICULARES Y CARACTERÍSTICAS ESENCIALES DE CADA UNO DE ELLOS PARA EL DISEÑO**

#### **2.1 INTRODUCCIÓN**

A lo largo de todo el proyecto se estará abordando temas relacionados con los impactos vehiculares, por lo tanto es imprescindible el conocimiento de conceptos fundamentales que nos ayudarán a comprender y destacar las características más importantes tanto antes como en el momento del percance.

En primer lugar se especifica el concepto de accidente de tránsito ya que engloba a todos los aspectos relacionados con un impacto vehicular. Como definición general se tiene que el tránsito es la circulación de personas y vehículos a motor por calles, carreteras, etc., la interrupción del equilibrio entre los elementos que lo conforman (hombre, vía y vehículo), se define como un accidente de tránsito, el mismo que puede ser un hecho involuntario o suscitado por negligencia, descuido, inobservancia de las normas de tránsito vigentes, desperfectos mecánicos del vehículo (previsibles o fortuitos), etc.

El análisis de las estadísticas vitales tanto a nivel nacional como local, permite constatar que los accidentes de tránsito provocan un alto porcentaje de mortalidad, situándose entre las 10 primeras causas de muerte tal como se puede observar en la tabla 2.1 y 2.2.

**Tabla 2. 1 Índices de mortalidad a nivel nacional**

		TOTAL		
POBLACIÓN ESTIMADA 2012		15.520.973		
TOTAL DE DEFUNCIONES		63.511		
TASA DE MORTALIDAD GENERAL(x 10000) )hab.)		40,9		
N°	CAUSAS DE MUERTE	Número	%	Tasa
1	Enfermedades hipertensivas	5.365	8,45	34,6
2	Diabetes Mellitus	4.630	7,29	29,8
3	Influenza y neumonía	3.607	5,1	23,2
4	Enfermedades cerebrovasculares	3.290	5,18	21,2
5	Accidentes de Transporte Terrestre	3.176	5,00	20,4
6	Cirrosis y otras enfermedades del hígado	2.161	3,40	13,9
7	Enfermedades isquémicas del corazón	2.068	3,25	13,3
8	Insuficiencia cardíaca, complicaciones y enfermedades	1.826	2,88	11,7
9	Enfermedades del sistema urinario	1.742	2,74	11,2
10	Neoplasia maligna del estómago	1.719	2,71	11,0

**Fuente:** Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC).

**Tabla 2. 2 Índices de mortalidad en la provincia de Pichincha**

		TOTAL		
POBLACIÓN ESTIMADA 2012		2576287		
TOTAL DE DEFUNCIONES		3.029		
TASA DE MORTALIDAD GENERAL		46.3		
N°	CAUSAS DE MUERTE	Número	%	Tasa
1	Enfermedades Isquémicas del Corazón	199	6,6	30,4
2	Influenza y Neumonía	178	5,9	27,2
3	Cirrosis y Otras Enfermedades del Hígado	167	5,5	25,5
4	Diabetes Mellitus	134	4,4	20,5
5	Insuficiencia Cardíaca, Complicaciones y Enfermedades	128	4,2	19,6
6	Enfermedades Hipertensivas	115	3,8	17,6
7	Accidentes de Transporte Terrestre	113	3,7	17,3
8	Enfermedades Cerebro vasculares	107	3,5	16,3
9	Ciertas Afecciones Originadas en el Periodo Prenatal	57	1,9	8,7
10	Agresiones (Homicidios)	36	1,2	5,5

**Fuente:** Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC).

### 2.1.1 PRINCIPALES CAUSAS DE LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO

Los accidentes de tránsito involucran diferentes causas que hacen que sea difícil obtener una clasificación que abarque todas las posibilidades, por esta razón se las ha englobado en dos causas principales que producen el suceso.

## 1. Causa basal

Son una consecuencia directa de la confusión que existe en relación con la distinción entre causalidad natural y causalidad normativa. La causa basal es un concepto técnico que no puede responder a los problemas normativos de imputación sino a los problemas de causalidad material<sup>1</sup>, por ejemplo la invasión de vía, el irrespeto a las señales de tránsito, exceso de velocidad en curvas, inobservancia de las condiciones de tránsito, entre otras.

## 2. Causa concurrente

Son aquellas circunstancias que por sí mismas no producen el accidente, pero coadyuvan a su materialización<sup>2</sup>, por ejemplo la conducción bajo efecto del alcohol o sustancias psicotrópicas, condiciones físicas (cansancio) o mentales del conductor o peatón, entre otras.

La presencia de animales u obstáculos en la vía es una causa concurrente del accidente, atribuyéndose hipotéticamente que la causa basal es una maniobra evasiva del conductor la que desencadenó en el percance (invasión de vía y choque, salida de la vía y estrellamiento, etc.).

El gran número de causas existentes e involucradas en la producción de un accidente de tránsito y el desconocimiento de las características de las mismas (velocidad, dirección, etc.), en la mayoría de casos es el principal inconveniente para el esclarecimiento del accidente, suscitándose así errores durante la evaluación del mismo.

---

<sup>1</sup> El concepto de causa basal en materia de responsabilidad extracontractual por accidentes de tránsito  
<http://www.slideshare.net/IgnacioRojasB/el-concepto-de-causa-basal-en-los-accidentes-de-trnsito-ignacio-rojas-barrientos>

<sup>2</sup> Ecuador con nueva tipología de accidentes  
<http://www.ecuador-vial.com/wp-content/uploads/2012/11/ECUADOR-CON-NUEVA-TIPOLOG%C3%8DA-DE-ACCIDENTES-DE-TR%C3%81NSITO.pdf>

Las principales causas registradas por la U.I.A.T. (Unidad de Investigación de Accidentes de Tránsito) de la provincia de Pichincha ocurridos en el año 2013 se muestran en la tabla 2.3.

**Tabla 2. 3 Distribución de accidentes de tránsito en la provincia de Pichincha en el año 2013 según la causa de accidente**

CAUSAS PROBABLES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	TOT	%
<b>Casos fortuitos</b>	30	24	24	23	21	35	30	38	38	<b>263</b>	<b>1,36</b>
<b>Causas en proceso de investigación</b>	66	127	135	114	147	2 05	208	192	173	<b>1.367</b>	<b>7,07</b>
<b>Daños mecánicos</b>	28	31	29	36	24	3 4	35	46	31	<b>294</b>	<b>1,52</b>
<b>Embraguez</b>	187	168	167	169	188	176	144	163	176	<b>1.538</b>	<b>7,96</b>
<b>Exceso de velocidad</b>	217	142	146	188	144	141	139	147	164	<b>1.428</b>	<b>7,39</b>
<b>Impericia/Imprudencia del conductor</b>	1.165	1.126	1.013	1.076	1.036	1.085	1.048	1.139	1.168	<b>9.856</b>	<b>50,99</b>
<b>Imprudencia de los involucrados No conductores</b>	124	145	198	133	173	180	171	214	165	<b>1.503</b>	<b>7,78</b>
<b>Invasión de carril</b>	37	37	37	35	27	38	27	31	50	<b>319</b>	<b>1,65</b>
<b>Mal estacionado</b>	2	3	1	2	2	1	1	4	2	<b>18</b>	<b>0,09</b>
<b>No respetar las señales de tránsito</b>	171	137	107	199	182	151	172	179	177	<b>1.475</b>	<b>7,63</b>
<b>Otras causas</b>	23	29	225	99	30	21	18	31	151	<b>627</b>	<b>3,24</b>
<b>Pasar semáforo en rojo</b>	18	23	79	---	96	139	13	156	---	<b>642</b>	<b>3,32</b>
<b>TOTAL</b>	<b>2.068</b>	<b>1.992</b>	<b>2.161</b>	<b>2.074</b>	<b>2.070</b>	<b>2.206</b>	<b>2.124</b>	<b>2.340</b>	<b>2.295</b>	<b>19.330</b>	<b>100</b>
<b>%</b>	<b>10,70</b>	<b>10,31</b>	<b>11,18</b>	<b>10,73</b>	<b>10,71</b>	<b>11,41</b>	<b>10,99</b>	<b>12,11</b>	<b>11,87</b>	<b>100,00</b>	

**Fuente:** Unidad de Investigación de Accidentes de Tránsito (U.I.A.T).

## 2.2 DEFINICIÓN DE ACCIDENTE DE TRÁNSITO

Es todo suceso eventual, fortuito, involuntario, que necesariamente debe ocurrir en vías o lugares públicos o privados abiertos al tránsito vehicular y peatonal, y que ocasiona personas muertas, lesionados, heridos y daños materiales en vehículos, vías o infraestructura, con la participación de los usuarios de la vía (vehículo, vía y/o entorno)<sup>3</sup>.

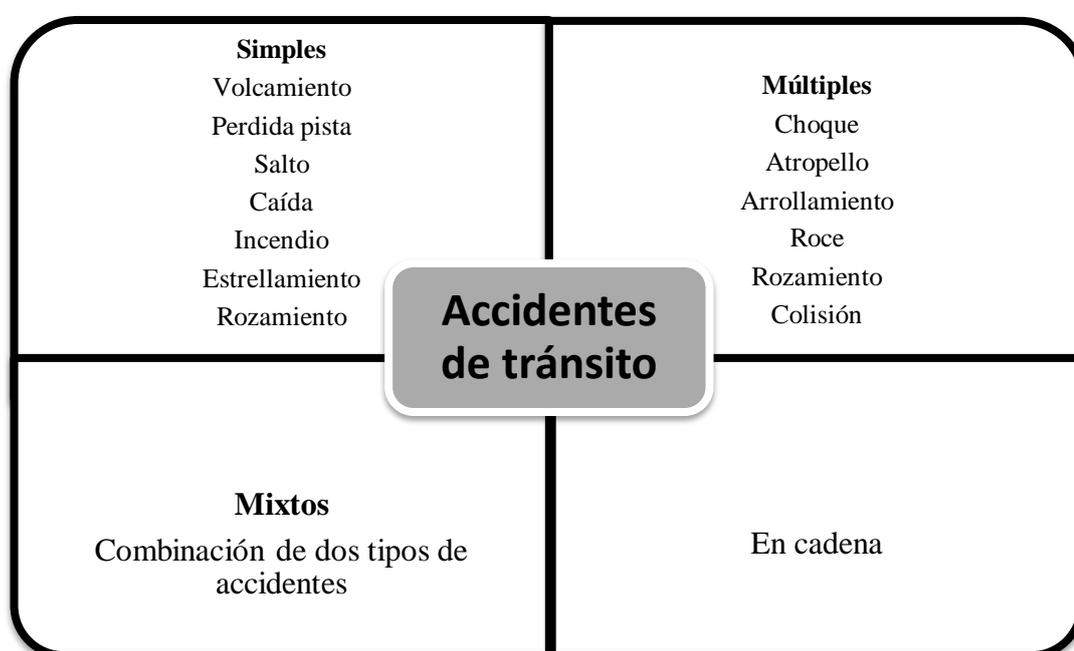
Por lo tanto, el accidente es un incidente no intencional en el que se produce lesión o muerte de las personas involucradas o daños a la propiedad; el sitio del suceso es una vía abierta al tránsito público y en el cual está comprometido, al menos, un vehículo a motor.

## 2.3 CLASIFICACIÓN GENERAL

<sup>3</sup> Ecuador con nueva tipología de accidentes  
<http://www.ecuador-vial.com/wp-content/uploads/2012/11/ECUADOR-CON-NUEVA-TIPOLOG%C3%8DA-DE-ACCIDENTES-DE-TR%C3%81NSITO.pdf>

Los accidentes de tránsito pueden clasificarse considerando diferentes aspectos que dependen ya sea del número de vehículos que intervienen en el accidente, de sus características, de su significación estadística, o por la gravedad que el caso reviste para las personas. Esta última no tiene una real importancia desde el punto de vista técnico porque la gravedad es solo una consecuencia.

En el presente estudio se utilizará la siguiente clasificación:



**Fuente:** Procedimientos en accidentes de tránsito

**Figura 2. 1 Clasificación de los accidentes de tránsito**

### 2.3.1 ACCIDENTES SIMPLES

Son aquellos en los que participa un solo vehículo en movimiento, sobre una vía de circulación<sup>4</sup>; en este tipo de accidentes existe una relación directa o indirecta del elemento humano con el percance.

<sup>4</sup> Accidentes de tránsito  
<http://www.cal.org.pe/pdf/diplomados/rnt02.pdf>

### a. Pérdida de pista

Se aplica al caso en que el vehículo abandona la calzada por la que transita con o sin la voluntad de su conductor. El despiste es simple cuando no ocurre nada más que lo señalado pero el despiste puede ser el origen de otro accidente de mayor entidad.



**Fuente:** Accidentes de tránsito

**Figura 2. 2 Accidente por pérdida de pista**

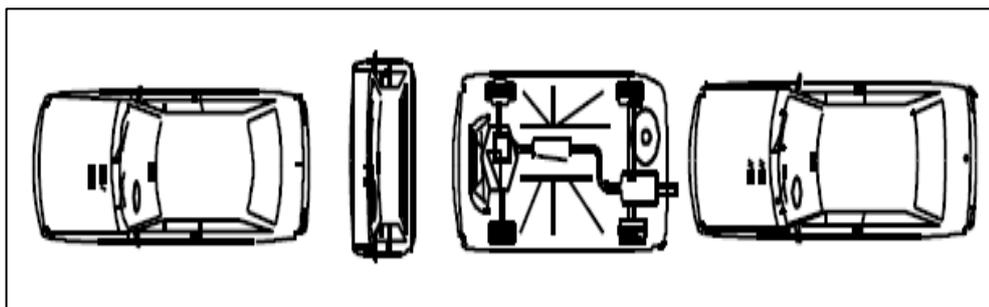
### b. Volcamiento

Es el accidente a consecuencia del cual la posición del vehículo se invierte o éste cae lateralmente<sup>5</sup>, al volcamiento se lo divide en:

**Volcamiento longitudinal:** es cuando un vehículo que se encuentre en movimiento realiza un giro sobre su eje de equilibrio transversal, generalmente este volcamiento es hacia delante y también puede ser hacia atrás; y estos pueden ser descritos como: 1/4, 2/4, 3/4 o un ciclo completo (4/4).

---

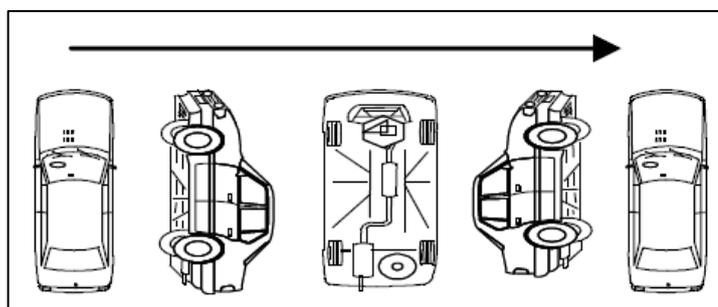
<sup>5</sup> Ecuador con nueva tipología de accidentes  
<http://www.ecuador-vial.com/wp-content/uploads/2012/11/ECUADOR-CON-NUEVA-TIPOLOG%C3%8DA-DE-ACCIDENTES-DE-TR%C3%81NSITO.pdf>



**Fuente:** Ecuador con nueva tipología de accidentes

**Figura 2. 3 Accidente por volcamiento longitudinal**

**Volcamiento lateral:** es cuando el vehículo en movimiento realiza el giro por su costado o lateral; se le denomina lateral derecho cuando el proceso de volcamiento empieza por el lateral derecho del vehículo, es decir por la parte derecha del conductor y lateral izquierdo cuando el proceso de volcamiento inicia por el lateral izquierdo del vehículo, es decir por el lado izquierdo del conductor.



**Fuente:** Ecuador con nueva tipología de accidentes

**Figura 2. 4 Accidente por volcamiento lateral**

**c. Salto**

Es la pérdida momentánea del contacto de las ruedas del vehículo con la superficie de la calzada, precipitándose a un plano inferior pero cayendo en la posición de rodaje, puede ser:

**Salto parcial:** cuando no todas las llantas del vehículo pierdan contacto con la calzada.

**Salto total:** cuando todas las llantas pierden contacto con la calzada.

#### d. Caída

Es la pérdida de equilibrio del vehículo que produce su descenso violento.



**Fuente:** Región Norte

**Figura 2. 5 Accidente por caída**

#### e. Incendio

Se le considera como accidente de tránsito cuando el vehículo se encuentra en movimiento y la causa de incendio es producto de una falla mecánica; las causas más comunes para el incendio de un vehículo (total o parcial) se deben exclusivamente a:

- Falla en el tiempo de explosión que motiva la expulsión de gasolina no combustionada.
- Rotura de la tubería de la gasolina.
- Corto circuito del sistema eléctrico dentro de la cabina.
- Imprudencia del conductor que motive la inflamación en alguna parte o sistema del vehículo.



**Fuente:** Accidentes de tránsito  
**Figura 2. 6 Accidente por incendio**

#### **f. Estrellamiento**

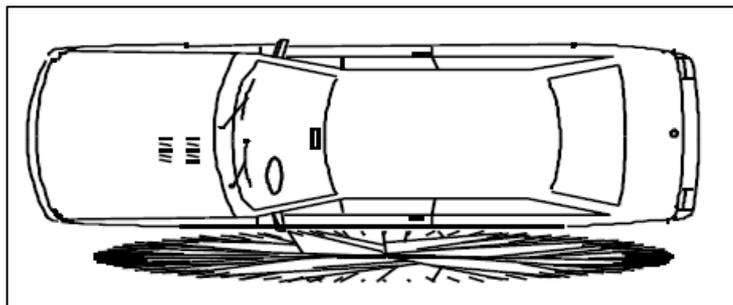
Es el encuentro violento de un vehículo contra un obstáculo inmóvil de la vía o cercano a ella, puede ser incluso otro vehículo con la condición que no se encuentra en movimiento.



**Fuente:** Clases de accidentes de tránsito  
**Figura 2. 7 Accidente por rozamiento**

#### **g. Rozamiento**

Es el roce violento de la parte lateral del vehículo contra un obstáculo fijo pudiendo ser este otro vehículo, generalmente los daños que ocurren comprometen únicamente la pintura o capa anticorrosivo y en ocasiones levemente la plancha metálica.



**Fuente:** Ecuador con nueva tipología de accidentes

**Figura 2. 8 Accidente por rozamiento**

### **2.3.2 ACCIDENTES MÚLTIPLES**

Son aquellos en el que intervienen por lo menos dos vehículos en movimiento, o un vehículo en movimiento y un peatón<sup>6</sup> es decir los accidentes múltiples pueden subdividirse en dos grandes grupos; los que ocurren, entre vehículos y peatones, y los que suponen el embestimiento de un vehículo a otro, estando ambos en movimiento.

#### **2.3.2.1 Accidentes entre vehículos**

##### **a. Choque**

Se designa a los accidentes que se producen entre dos vehículos en movimiento cuando sus trayectorias se encuentran. En esta familia de accidentes la condición suficiente y necesaria es el movimiento en que deben encontrarse los vehículos.

---

<sup>6</sup> **Accidentes de tránsito**  
<http://transito-accidentesdetransito.blogspot.com/2012/03/definicion.html>

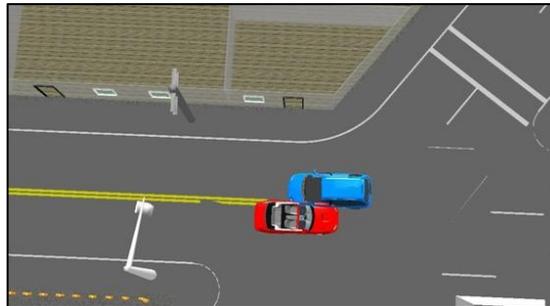


**Fuente:** Accidentes de tránsito

**Figura 2. 9 Accidente por choque**

### **b. Roce**

Es la fricción de las partes laterales de la carrocería de dos vehículos en movimiento, determinando daños materiales superficiales<sup>7</sup>, los daños que ocurren comprometen únicamente la pintura o capa anticorrosiva y en ocasiones levemente la plancha metálica.



**Fuente:** Clases de accidentes de tránsito

**Figura 2. 10 Accidente por roce**

### **2.3.2.2 Accidentes entre vehículos y peatones**

Los accidentes múltiples entre vehículo y peatón varían según la forma en que se ocasionan; entre ellos se encuentran:

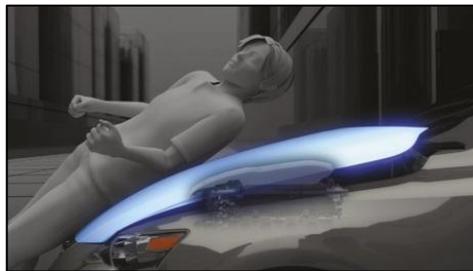
---

<sup>7</sup> Ecuador con nueva tipología de accidentes  
<http://www.ecuador-vial.com/wp-content/uploads/2012/11/ECUADOR-CON-NUEVA-TIPOLOG%C3%8DA-DE-ACCIDENTES-DE-TR%C3%81NSITO.pdf>

### a. Atropello

Nombre que se ha dado generalmente al accidente producido entre estos dos elementos, sin embargo se entiende, que se distinguen de otros ocasionados entre los mismos elementos por la evolución normal que tienen las siguientes fases:

**Impacto o Embestimiento:** Es la primera aplicación de fuerza de un vehículo sobre el peatón<sup>8</sup>, que ha sido definido como el instante en el que viene aplicada la primera acción traumática del vehículo contra la persona.



**Fuente:** Motor 3 punto 0

**Figura 2. 11 Accidente por impacto o embestimiento**

**Caída:** Es la pérdida de equilibrio del pasajero que produce su descenso violento desde el estribo o del interior del vehículo hacia la calzada<sup>9</sup>.



**Fuente:** Ecuador con nueva tipología de accidentes

**Figura 2. 12 Accidente por caída**

---

<sup>8</sup> SED VIAL.-Seguridad y Educación Vial

<https://es-es.facebook.com/EducacionPeatonalUacm/posts/713143715378101>

<sup>9</sup> Ecuador con nueva tipología de accidentes

<http://www.ecuador-vial.com/wp-content/uploads/2012/11/ECUADOR-CON-NUEVA-TIPOLOG%C3%8DA-DE-ACCIDENTES-DE-TR%C3%81NSITO.pdf>

**Acercamiento:** Es cuando el vehículo alcanzando el cuerpo del caído entra en íntimo contacto con él, por así decir, si apartarlo o sobrepasarlo<sup>10</sup>.



**Fuente:** Accidentes de tránsito arrastramientos y aplastamientos

**Figura 2. 13 Accidente por acercamiento**

**Compresión o Aplastamiento:** Es el hecho de pasar por lo menos una rueda por encima del cuerpo caído. En ocasiones el aplastamiento se produce por las partes bajas del vehículo sin que alguna de las ruedas haya producido la compresión.



**Fuente:** Accidentes de tránsito arrastramientos y aplastamientos

**Figura 2. 14 Accidente por compresión o aplastamiento**

**Arrastre:** Antes o después del sobrepaso, la víctima puede ser arrastrada durante un trayecto más o menos largo, al haberse enganchado la ropa en cualquier parte saliente de la zona baja del vehículo.



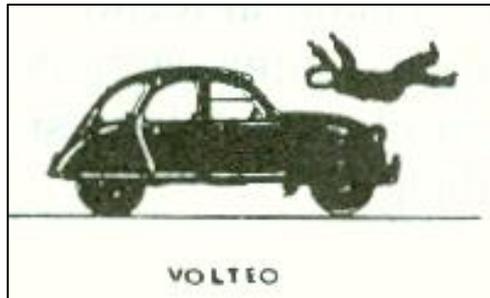
<sup>10</sup> Accidentes de tránsito arrastramientos y aplastamientos  
<http://transito-accidentesdetransito.blogspot.com/>

**Fuente:** Accidentes de tránsito arrastramientos y aplastamientos

### **Figura 2. 15 Accidente por arrastre**

#### **a. Volteo**

Este tipo de accidente se diferencia del atropello en que no existe una caída hacia delante del peatón, considerando el sentido de la dirección del móvil, sino que por efecto de la velocidad, acciones evasivas u otras circunstancias el peatón es levantado por el impacto cayendo sobre el capot, parabrisas, techo o al suelo por la parte de atrás del vehículo; también se distinguen fases en su producción.



**Fuente:** Accidentes de tránsito arrastramientos y aplastamientos

### **Figura 2. 16 Accidente por volteo**

#### **b. Proyección**

Término que se usa como diferenciador de una forma de atropello cuando a raíz del embestimiento el cuerpo del peatón es lanzado fuera del radio de acción del vehículo.



**Fuente:** Investigación de accidentes de tránsito

**Figura 2. 17 Accidente por proyección**

### 2.3.3 ACCIDENTES DE TRÁNSITO MIXTOS

Son aquellos donde se combina un accidente de tránsito simple con un accidente múltiple o viceversa<sup>11</sup>. Por ejemplo, cuando un vehículo está circulando impacta a un peatón y luego, producto de este primer accidente, el conductor realiza una maniobra brusca de viraje perdiendo el control físico del vehículo y estrellándose contra un poste de alumbrado público.

Se trata de un accidente de tránsito mixto ya que en primer lugar se produjo un accidente de tipo atropello (accidente múltiple con la participación de un peatón y un vehículo) y luego un accidente simple (participación de un conductor del móvil que impacta a un elemento fijo).



**Fuente:** Accidentes de tránsito

**Figura 2. 18 Accidente de tránsito mixto**

---

<sup>11</sup> Accidentes de tránsito  
<http://www.cal.org.pe/pdf/diplomados/rnt02.pdf>

### 2.3.4 ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN CADENA

Los accidentes pueden ser a su vez causa de nuevos accidentes, o bien seguir uno a otro sin que exista una relación entre el anterior y el posterior. Esto es lo que se llama accidentes en cadena. Estos accidentes suelen suceder con frecuencia en las autopistas y vías de gran intensidad de tráfico, en las que al ocurrir un accidente a un vehículo, los que le siguen no tienen tiempo ni espacio para frenar o desviarse<sup>12</sup>. El ejemplo más práctico de accidentes de tránsito en cadena se conoce como colisión y se caracteriza por:

- La participación de dos o más vehículos que se encuentran en movimiento en un mismo sentido de circulación.
- El último vehículo impacta por alcance al vehículo que lo antecede y éste a su vez al vehículo que antecede, produciéndose un accidente de tránsito en cadena.



**Fuente:** Accidentes de tránsito

**Figura 2. 19 Accidente de tránsito en cadena**

### 2.3.5. ACCIDENTES DE TRÁNSITO OCURRIDOS EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA

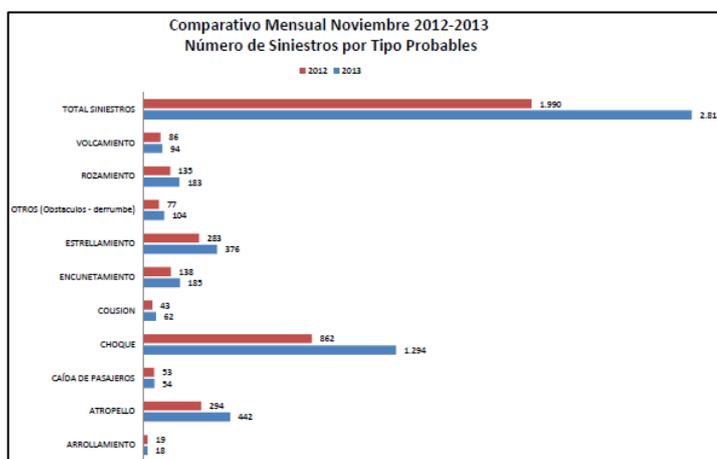
---

<sup>12</sup> Accidentes de tránsito  
<http://www.buenastareas.com/ensayos/Accidentes-De-Trnsito/3624732.html>

**Tabla 2. 4 Distribución de accidentes de tránsito el año 2013 según el tipo de accidente**

TIPO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO	SEP.	OCT.	NO	TOTAL A NOV-2013	%
ARROLLAMIENTO	23	19	19	17	15	17	16	15	9	22	18	190	0,77
ATROPELLO	312	311	359	296	338	393	353	363	345	403	442	3.915	15,81
CAÍDA DE PASAJEROS	36	40	41	49	35	53	39	50	52	52	54	501	2.02
CHOQUE	904	893	962	952	958	1.004	953	1.035	1.032	1.222	1.294	11.209	45.27
COLISIÓN	41	51	39	47	43	41	47	47	45	55	62	518	2.09
ENCUNETAMIENTO	110	115	113	123	107	118	115	130	105	149	185	1.370	5.53
ESTRELLAMIENTO	347	274	337	275	287	298	297	325	329	348	376	3.493	14.11
OTROS(OBSTÁCULOS-DERRUMBE)	45	97	94	81	69	84	73	117	113	110	104	987	3.99
ROZAMIENTO	147	123	111	152	137	130	142	151	181	182	183	1.639	6.62
VOLCAMIENTO	103	69	86	82	81	68	89	107	84	74	94	937	3.78
TOTAL	2.068	1.992	2.161	2.074	2.070	2.206	2.124	2.340	2.295	2.617	2.812	24.759	100
%	8.35	8.05	8.73	8.73	8.36	8.91	8.58	9.45	9.27	10.57	11.36	100.00	

**Fuente:** Unidad de Investigación de Accidentes de Tránsito (U.I.A.T).



**Fuente:** Unidad de Investigación de Accidentes de Tránsito (U.I.A.T)

**Figura 2. 20 Estadísticas mensuales según el tipo de accidentes año 2012-2013**

## 2.4 TIPOS Y CARACTERÍSTICAS DE LOS IMPACTOS VEHICULARES

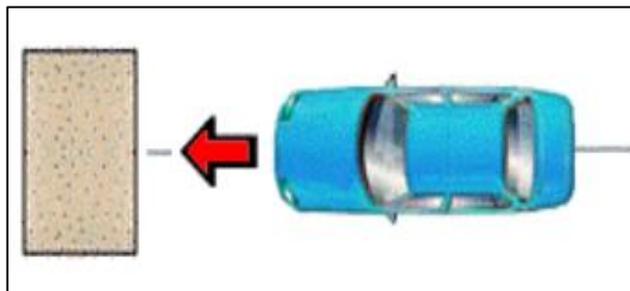
Existen diferentes tipos de accidentes de tránsito en los que se encuentra implícito el contacto violento ya sea entre dos vehículos en movimiento, entre un vehículo y un peatón, etc., por lo que se designará como impactos vehiculares a los accidentes de tránsito descritos a partir de este punto; dicha designación y clasificación servirá específicamente para las consideraciones previas a la realización de este proyecto. A continuación se describe el concepto y las características de cada uno de ellos.

### 2.4.1 IMPACTO SIMPLE

Son aquellos en los que participa un solo vehículo en movimiento, sobre una vía de circulación<sup>13</sup>, se define como el impacto violento de un vehículo en movimiento contra algún objeto fijo, pudiendo ser dicho objeto un vehículo estacionado. Su clasificación depende de las características con las que se producen:

#### a. Impacto frontal simple

Cuando el vehículo se impacta por su parte anterior o frontal.



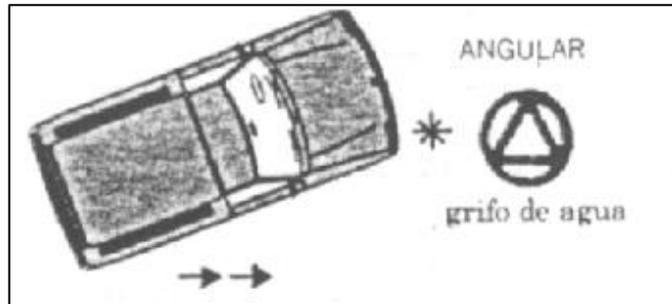
Fuente: Seguridad en automoción

Figura 2. 21 Impacto frontal simple

#### b. Impacto angular simple

<sup>13</sup> Accidentes de tránsito  
<http://www.cal.org.pe/pdf/diplomados/rnt02.pdf>

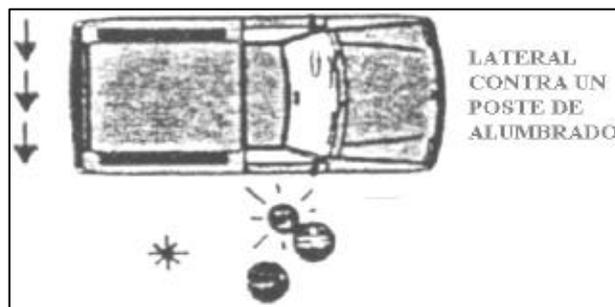
Cuando el vehículo que se encuentre en movimiento se impacta contra un objeto fijo por cualquiera de sus vértices, sean estos anteriores o posteriores.



**Fuente:** Procedimientos en accidentes de tránsito  
**Figura 2. 22 Impacto angular simple**

#### c. Impacto lateral simple

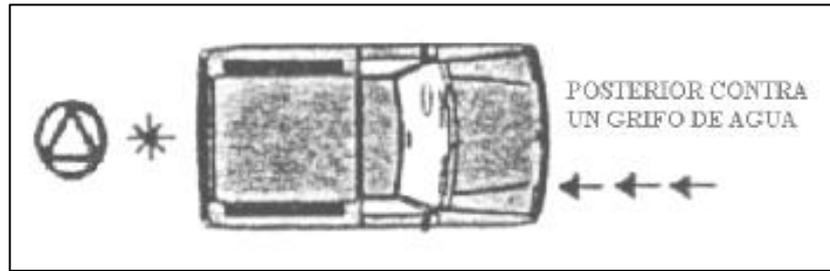
Cuando un vehículo en movimiento se impacta contra un elemento fijo con cualquiera de sus lados, sean estos derechos o izquierdos.



**Fuente:** Procedimientos en accidentes de tránsito  
**Figura 2. 23 Impacto lateral simple**

#### d. Impacto posterior simple

Cuando un vehículo en movimiento se impacta contra un elemento con su parte posterior.



**Fuente:** Procedimientos en accidentes de tránsito

**Figura 2. 24 Impacto posterior simple**

## 2.4.2 IMPACTOS MÚLTIPLES

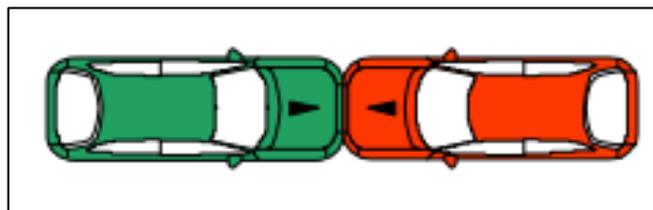
Son aquellos en los que intervienen dos o más vehículos, o un vehículo y un peatón<sup>14</sup>; su clasificación depende de las características con las que se producen teniendo entonces los siguientes impactos múltiples:

### 2.4.2.1 Impacto frontal múltiple

Cuando los vehículos participantes se impactan con las partes anteriores; se subdividen en:

#### a. Impacto frontal múltiple longitudinal

Impacto frontal de dos vehículos, cuyos ejes longitudinales coinciden al momento del impacto<sup>15</sup>, es decir, las partes medias frontales de ambos vehículos están alineadas al momento del impacto y de esta forma, los ejes longitudinales de los vehículos coinciden.



<sup>14</sup> **Accidentes de tránsito arrastamientos y aplastamientos**  
<http://transito-accidentesdetransito.blogspot.com>

<sup>15</sup> **Ecuador con nueva tipología de accidentes**  
<http://www.ecuador-vial.com/wp-content/uploads/2012/11/ECUADOR-CON-NUEVA-TIPOLOG%C3%8DA-DE-ACCIDENTES-DE-TR%C3%81NSITO.pdf>

Fuente: Seguridad en automoción

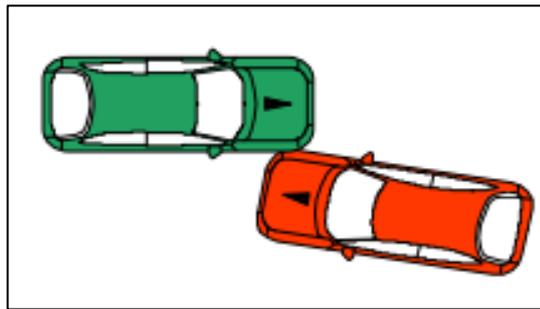
## Figura 2. 25 Impacto frontal múltiple longitudinal

### b. Impacto frontal múltiple excéntrico

Impacto frontal de dos vehículos, cuyos ejes longitudinales al momento del impacto no coinciden entre sí. El choque frontal excéntrico a la vez se subdivide en:

#### Impacto frontal múltiple excéntrico derecho

Cuando las partes frontales derechas de ambos vehículos se impactan entre sí:

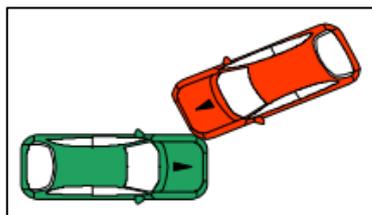


Fuente: Seguridad en automoción

## Figura 2. 26 Impacto frontal múltiple excéntrico derecho

#### Impacto frontal múltiple excéntrico izquierdo

Cuando las partes frontales izquierdas de los vehículos entran en contacto.



Fuente: Seguridad en automoción

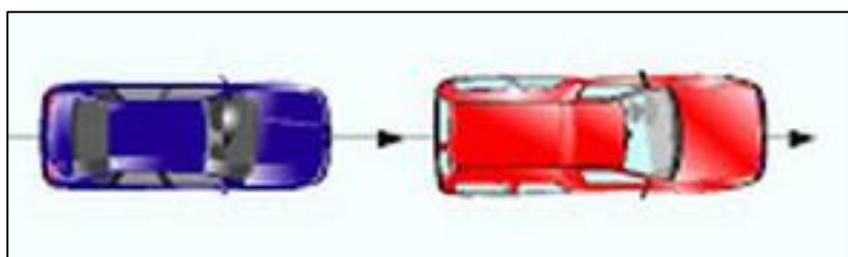
## Figura 2. 27 Impacto frontal múltiple excéntrico izquierdo

### 2.4.2.2 Impacto múltiple por alcance

Cuando un vehículo circula a mayor velocidad que otro que le precede, puede llegar a su altura y chocar contra él, produciéndose un alcance<sup>16</sup>. El vehículo que transita por detrás impacta con su parte frontal a la parte posterior del que circula por delante. Por la forma en que se producen este tipo de choques se subdividen en:

#### a. Impacto múltiple por alcance longitudinal

Cuando los ejes longitudinales de ambos vehículos al momento del impacto coinciden en línea recta.



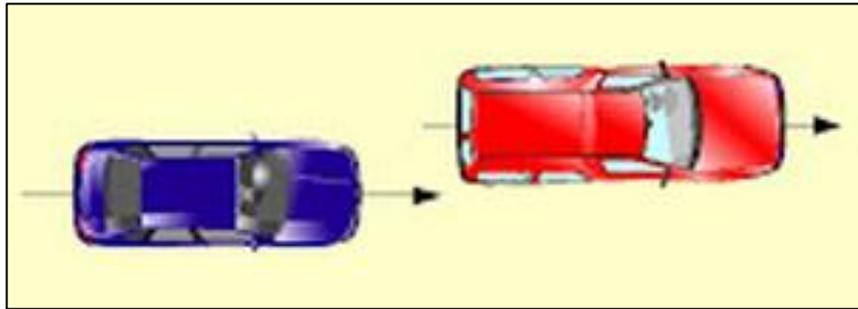
Fuente: Accidentes de tráfico

**Figura 2. 28 Impacto múltiple por alcance longitudinal**

#### b. Impacto múltiple por alcance excéntrico

Cuando los ejes longitudinales de ambos vehículos impactados no coinciden; estos a su vez se pueden subdividir en impacto por alcance excéntrico derecho cuando el vehículo que antecede en la circulación recibe el impacto en su parte posterior derecha e impacto por alcance excéntrico izquierdo cuando el vehículo que antecede en la circulación recibe el impacto en su parte posterior izquierda.

<sup>16</sup> Accidentes de tránsito arrastramientos y aplastamientos  
<http://transito-accidentesdetransito.blogspot.com/>



Fuente: Accidentes de tráfico

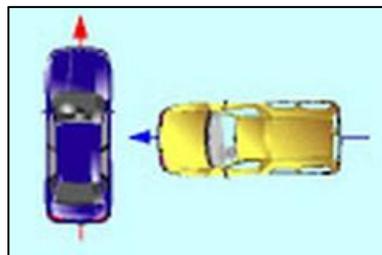
**Figura 2. 29 Impacto por alcance excéntrico derecho**

### 2.4.2.3 Impacto lateral múltiple

Se produce cuando un vehículo golpea contra la pared lateral de otro que está en marcha<sup>17</sup>. Por el lado afectado del vehículo que recibe el impacto, se clasifican en derecho e izquierdo. Dependiendo de la posición del eje longitudinal que sigue el vehículo impactante se clasifican a su vez en perpendicular y angular.

#### a. Impacto lateral múltiple derecho

Cuando la parte frontal del vehículo impactante choca contra la parte lateral derecha del vehículo que recibe el impacto.



Fuente: Accidentes de tráfico

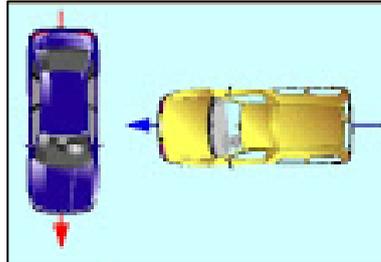
**Figura 2. 30 Impacto lateral múltiple derecho**

#### b. Impacto lateral múltiple izquierdo

---

<sup>17</sup> Accidentes de tráfico  
<http://pantha-rei.blogspot.com/2007/02/colisiones.html>

Cuando la parte frontal del vehículo impactante choca contra la parte lateral izquierda del vehículo que recibe el impacto.

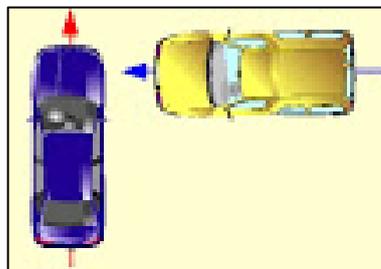


**Fuente:** Accidentes de tráfico

**Figura 2. 31 Impacto lateral múltiple izquierdo**

**c. Impacto lateral múltiple derecho o izquierdo perpendicular**

Cuando el eje longitudinal del vehículo impactante coincide perpendicularmente con el eje longitudinal del vehículo impactado, es decir, entre ambos ejes longitudinales se forma una "T" o un ángulo recto.



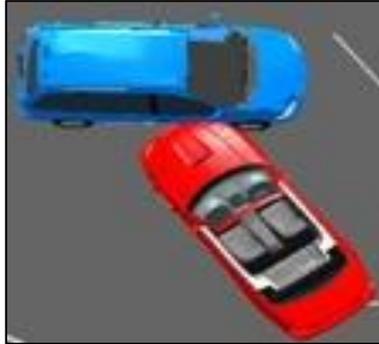
**Fuente:** Accidentes de tráfico

**Figura 2. 32 Impacto lateral múltiple derecho perpendicular**

Dependiendo del sitio donde ocurrió el impacto, para una ubicación más precisa se utilizará el tercio anterior, tercio medio o tercio posterior.

**d. Impacto lateral múltiple angular**

Cuando el eje longitudinal del vehículo impactante y el eje longitudinal del impactado forman un ángulo menor o mayor a 90°.



**Fuente:** Clases de accidentes de tránsito

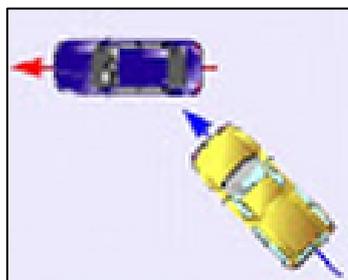
**Figura 2. 33 Impacto lateral derecho angular medio**

Se utiliza la denominación izquierdo o derecho dependiendo del lado afectado en el vehículo que recibió el impacto; para una ubicación más precisa se determinará el sitio del impacto (anterior, medio o posterior).



**Fuente:** Clases de accidentes de tránsito

**Figura 2. 34 Impacto lateral izquierdo angular medio**



**Fuente:** Accidentes de tráfico

**Figura 2. 35 Impacto lateral izquierdo angular posterior**

La mayoría de los puntos de impacto ocurren entre 70 a 115° con respecto al punto habitual de choque, que está ubicado justo delante del ocupante frontal y el vehículo que golpea viniendo desde el frente a 65°. A igualdad de velocidad de impacto por el vehículo incidente, las lesiones son más graves que en el choque frontal, al estar más próximo el cuerpo del conductor al automóvil incidente o a las estructuras internas del vehículo.

Estos tipos de impacto se ocasionan ya que el conductor no tiene control de los vehículos que circulan en sentido contrario o en el mismo sentido cuando se producen los rebasamientos.

#### **2.4.2.4. Impacto entre vehículo y peatón**

Es aquel accidente donde un peatón es impactado por un vehículo en movimiento<sup>18</sup>, este tipo de impacto se caracteriza por que el vehículo le impacta o enviste al peatón. Distinto tipo de accidente ocurre cuando el peatón impacta al vehículo lo cual se conoce como encontronazo.



**Fuente:** Clases de accidentes de tránsito

**Figura 2. 36 Impacto entre vehículo y peatón**

---

<sup>18</sup> **Clases de accidentes de tránsito**  
<http://clasesdeaccidentesdetransito.wikispaces.com/>

## **CAPÍTULO III**

### **DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRÓNICO DE REGISTRO DE INFORMACIÓN**

#### **3.1 INTRODUCCIÓN**

El diseño es una parte fundamental en el avance tecnológico y está presente en todos los proyectos científicos, industriales, arquitectónicos, eléctricos, mecánicos, etc., la existencia de varios aspectos relacionados con cada una de estas áreas hace que no sea posible generalizar para todas el concepto de diseño, debiendo esta adaptarse a la necesidad, por ejemplo, en el diseño de los automóviles se consideran varios aspectos que se relacionan entre sí, como su apariencia externa o estética, los componentes mecánicos internos que lo conforman (motor, caja, corona, etc.), las condiciones en las que va a circular (nieve, barro, asfalto, etc.), el confort, la seguridad y muchas otras condiciones que garantizarán que el vehículo trabaje de acuerdo a la necesidad o para lo que fue construido.

Diseñar requiere principalmente consideraciones funcionales y estéticas. Esto necesita de numerosas fases de investigación, análisis, ajustes y adaptaciones previas a la producción definitiva del objeto. Además comprende multitud de disciplinas y oficios dependiendo del objeto a diseñar y de la participación en el proceso de una o varias personas.

Delinear, trazar o planear como acción o como trabajo; concebir, inventar o idear son en una forma general las definiciones más aplicables de diseño, para nuestro proyecto sin lugar a duda estamos interesados en el concepto de diseño de ingeniería ya que es el que mejor se adapta a nuestros requerimientos.

El diseño de ingeniería se define como el proceso de aplicar las diversas técnicas y los principios científicos con el objeto de definir un dispositivo, un proceso o un sistema con suficiente detalle para permitir su realización.

### **3.1.1 CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO**

En este punto se realizó un estudio de las diferentes consideraciones que son indispensables para el diseño funcional y físico del sistema.

- El sistema está diseñado específicamente para los impactos que produzca el vehículo mientras se encuentre encendido y a una velocidad determinada, debido a que directa o indirectamente puede ser causante de un impacto al dejarlo estacionado en un sitio prohibido, al rodar apagado en una pendiente por la falta de precauciones, etc..
- No se consideraron los roces y golpes leves de objetos contra el vehículo ya que en el proyecto no están definidos como impactos vehiculares.
- La distancia del vehículo con respecto a un determinado objeto o persona en los instantes previos a un impacto no será registrada por las siguientes razones:
  - a) Se registran datos fundamentales que permiten conocer las maniobras del conductor segundos antes del impacto, consiguiendo de esta manera calcular el valor de la distancia mediante la aplicación de fórmulas matemáticas.
  - b) Es eficaz como señal de activación cuando es mínima ya que no se puede realizar maniobra alguna para evitar el impacto.
- Las tarjetas electrónicas a construirse dependerán específicamente de las características del vehículo a utilizar.
- El impacto entre un vehículo y un peatón se considera cuando una de las partes frontales más salientes del vehículo impacta violentamente contra una persona.

### 3.1.2. ESPECIFICACIONES DEL VEHÍCULO

El sistema electrónico de registro de información fue instalado en un vehículo MAZDA BT 50 2.0 que posee las siguientes especificaciones:



**Fuente:** Grupo de investigación

**Figura 3. 1 Vehículo MAZDA BT 50**

**Tabla 3. 1 Datos generales del vehículo**

<b>Marca</b>	<b>Mazda</b>
<b>Modelo</b>	BT 50 CD 4x2 STD. GAS 2.2
<b>Año de fabricación</b>	2009
<b>Cilindrada</b>	2200 cc
<b>Motor</b>	F2855650
<b>Placa</b>	PBJ-2912
<b>Color</b>	Rojo
<b>Capacidad de pasajeros</b>	5
<i>Continúa →</i>	
<b>Medidas</b>	
<b>Longitud total</b>	5169 mm
<b>Anchura total</b>	1715 mm
<b>Altura total</b>	1632 mm
<b>Distancia entre ejes</b>	2985 mm
<b>Transmisión</b>	5 velocidades
<b>Dirección</b>	Caja tornillo sin fin y bolas recirculantes, asistencia hidráulica HPS. Sensible a la

---

	velocidad del motor.
<b>Frenos</b>	Hidráulicos, frenos de disco delanteros y de tambor traseros con servofreno. Freno de estacionamiento de expansión interna mecánica sobre las ruedas traseras.

**Fuente:** Ficha técnica Mazda BT-50

### 3.2 ANÁLISIS DE LAS SEÑALES REQUERIDAS

Se entiende por magnitud física toda aquella propiedad de los sistemas físicos susceptible de ser medida o estimada por un observador o aparato de medida y por tanto, expresada mediante un número (o conjunto de ellos) y una unidad de medida, con la cual se pueden establecer relaciones cuantitativas.<sup>19</sup>

Las señales de registro y activación del sistema deben de estar sujetas a medición para que puedan ser manejadas por medio de sensores, es así que la velocidad, distancia de frenado, tiempo de frenado, impacto y audio poseen esta propiedad por lo que pueden ser manipuladas por sistemas eléctricos, electrónicos y mecánicos.

### 3.3 PARÁMETROS A CONSIDERAR EN EL DISEÑO DEL SISTEMA

En el presente estudio se tomó en cuenta la influencia que tienen diferentes variables en el comportamiento dinámico del vehículo como son las trayectorias, la aceleración, la velocidad, etc., presentes durante la conducción y en el momento del impacto; por lo que a continuación se detallan las variables fundamentales consideradas para el diseño del sistema.

#### a. Impacto

---

<sup>19</sup> Física I y II – Magnitudes  
<http://cienciasnaturales-fisica.blogspot.com/2007/03/fisica-magnitudes.html>

El término impacto hace referencia a aquel momento en que un objeto o materia choca de manera violenta y fuerte contra otro objeto o materia. El impacto siempre supone algún tipo de alteración en las características de ese elemento aunque esto puede ser sólo en una porción de tal objeto dependiendo de dónde golpee y dónde se genere el impacto. Esto es así debido a que el golpe generado por el choque o impacto siempre es muy dañino y fuerte<sup>20</sup>, es obvio por lo que hemos venido señalando que es una consideración fundamental para nuestro proyecto; en un vehículo sus efectos depende ciertamente de varios factores relacionados ya sea con el tipo de impacto, la velocidad, la dirección, el cuerpo con el que se produce, etc.; por lo que es imprescindible contar con una señal que nos indique exactamente que se ha producido un impacto.

## **b. Velocidad**

La velocidad de un cuerpo es igual a la distancia recorrida en la unidad de tiempo, y se expresa en m/s. también pueden usarse otras combinaciones de unidades de distancia y tiempo, tales como km/h.<sup>21</sup> La presencia de esta magnitud es indispensable para que el vehículo cumpla con su función y se encuentra implícita en todas las maniobras que realiza el conductor en la vía, el control de la misma se consigue a través de los dispositivos de alimentación de combustible, sistema de frenos, transmisión del vehículo y condiciones externas.

## **c. Aceleración**

Es la magnitud física que se define como el cambio de velocidad del mismo por unidad de tiempo y su unidad de medida es el m/s<sup>2</sup>.<sup>22</sup> En un vehículo es susceptible al control por parte del conductor a través de los diferentes sistemas (frenos, transmisión, etc.).

---

<sup>20</sup> **Definición de impacto**

<http://www.definicionabc.com/general/impacto.php>

<sup>21</sup> Dr. Marcelo Alonso/Dr. Onofre Rojo. FÍSICA Mecánica y termodinámica. Ed. Addison-Wesley Iberoamericana. Pág. 35.

<sup>22</sup> Dr. Marcelo Alonso/Dr. Onofre Rojo. FÍSICA Mecánica y termodinámica. Ed. Addison-Wesley Iberoamericana. Pág. 39.

#### **d. Inercia**

En física, la inercia es la propiedad que tienen los cuerpos de permanecer en su estado de reposo o movimiento, mientras la fuerza sea igual a cero, o la resistencia que opone la materia a modificar su estado de reposo o movimiento. Como consecuencia, un cuerpo conserva su estado de reposo o movimiento rectilíneo uniforme si no hay una fuerza actuando sobre él<sup>23</sup>. La variación de la velocidad y aceleración en el desplazamiento del vehículo origina la presencia de inercia que es la tendencia de un cuerpo a mantener su estado original, y estará presente siempre que el vehículo esté en movimiento como es el caso de las variables anteriores. Bajo este principio se dan uso a los cinturones de seguridad de un vehículo por citar un ejemplo de este fenómeno.

#### **e. Distancia**

Es el espacio o intervalo de lugar o de tiempo que media entre dos cosas o sucesos<sup>24</sup>, la influencia de esta variable es total en la conducción y al producirse un impacto su valor de referencia desde el vehículo hasta un objeto se ve reducido rápidamente hasta perderse por completo.

#### **f. Dirección y sentido de circulación**

Es el rumbo que sigue un vehículo cuando se encuentra en movimiento, el sentido de las ruedas delanteras obligan al vehículo a tomar una dirección de marcha determinada. Por lo tanto, del estado de la dirección dependerá en gran manera la seguridad de circulación del vehículo, es una variable que puede ser controlada por el conductor mediante los dispositivos implementados para este fin.

---

<sup>23</sup> **Inercia**

<http://es.wikipedia.org/wiki/Inercia>

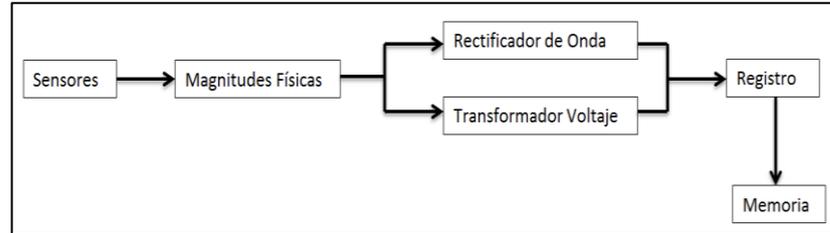
<sup>24</sup> Microsoft Encarta 2008. Microsoft Corporation.

### **3.3.1 REQUERIMIENTOS PARA ALMACENAR EN FORMA PERMANENTE LOS DATOS REGISTRADOS**

La velocidad de la señal de registro permanente debe ser extremadamente elevada ya que un impacto vehicular ocurre en fracciones de segundo, un ejemplo real utilizado en los vehículos modernos es el sistema de seguridad pasiva Airbag el mismo que al presentarse un impacto se activa en un tiempo no mayor a 120 milésimas de segundo, lo que nos da una idea clara de los requerimientos tanto para almacenar permanentemente los datos que provienen desde los sensores de registro como de la capacidad de respuesta que tengan los sensores de activación al presentarse situaciones típicas de un impacto. También se deben considerar otros factores relacionados con las vibraciones, temperatura, y otros que generan disturbios influyendo en la eficiencia del registro de datos; estos requerimientos se cumplirán en base a pruebas y regulaciones de los diferentes componentes a utilizar.

### 3.4 ESTUDIO PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL REGISTRADOR

#### 3.4.1 ESTRUCTURA DEL SISTEMA



**Fuente:** Grupo de investigación

**Figura 3. 2 Esquema de funcionamiento del sistema**

##### a. Funcionamiento

Las señales de entrada del sistema electrónico de registro de información están constituidas por la señal de velocidad, posición del pedal del freno, audio y video, las mismas que son registradas continuamente por los sensores y enviadas al registrador electrónico que almacena los datos por un tiempo determinado en la memoria; en el momento que se presenta el impacto se genera una señal de activación que sirva para almacenar permanentemente la información obtenida.

El sistema está constituido por dos memorias que funcionan en forma secuencial, un ciclo de información se almacena en la memoria 1 y el siguiente en la memoria 2, cuando se genera un tercer ciclo, los nuevos datos se almacenan en la memoria 1 reemplazando a los anteriores y manteniendo los que fueron almacenados en la memoria 2, de igual manera sucede al presentarse un cuarto ciclo los datos de la segunda memoria son reemplazados y se mantienen los almacenados en la primera, de esta manera el proceso de registro continúa sucesivamente. Con esto se garantiza que no se pierda la información obtenida a lo largo de un tiempo determinado.

### 3.4.2 SEÑALES DE ACTIVACIÓN

No todas las variables establecidas en el estudio de los parámetros para el diseño son consideradas como señales de activación del sistema, en vista que algunas no presentan características específicas o relevantes en el momento de un impacto, por lo que, se hace necesario determinar el tipo, la cantidad y la relación que debe existir entre las variables más significativas. A continuación se enumeran y describen las variables a utilizar.

- ✓ Velocidad
- ✓ Posición del pedal de freno
- ✓ Video exterior e interior del vehículo

#### a. La velocidad como señal de activación

El sensor de velocidad VSS del vehículo proporciona una señal de corriente alterna al E.C.M la cual es interpretada como la velocidad del vehículo. Al aumentar la velocidad del vehículo la frecuencia y el voltaje aumentan, entonces el E.C.M convierte ese voltaje en km/h, el cual usa para sus cálculos<sup>25</sup>.

#### b. La posición del pedal del freno como señal de activación

Un interruptor de luz de freno funciona a través de dos cables, llamados cables de potencia de entrada y salida. Cuando un conductor presiona el pedal de freno, un dispositivo de émbolo contacta una placa de metal, la cual completa un circuito eléctrico en el interruptor a través de los dos cables. El interruptor entonces activa las luces de freno<sup>26</sup> y en nuestro sistema envía una señal para tomar el tiempo en el que el vehículo se detiene y así contribuir con un dato importante para el cálculo de la distancia de frenado.

---

<sup>25</sup> **Sensor VSS**

<http://expoypracticass2bmmarturo.blogspot.com/2012/06/sensor-vss-sensor-de-velocidad-el-auto.html>

<sup>26</sup> **Que es un interruptor de luz de freno**

[http://www.ehowenespanol.com/interruptor-luz-freno-hechos\\_89867/](http://www.ehowenespanol.com/interruptor-luz-freno-hechos_89867/)

### c. Video como señal de activación

Esta es la fase más importante de la investigación y reconstrucción de un accidente, en ella se basaran los estudios posteriores sobre los mismos así como la formulación y verificación de las hipótesis que se realicen.

Por ello, para la adecuada reconstrucción del accidente, se requiere una amplia toma de datos, tal es el caso de grabaciones de videos tanto interna como externa al vehículo para tener la evidencia correcta del motivo del accidente.

### d. Relación de variables para variables de activación

En el momento de un impacto pueden presentarse una o todas las condiciones para la activación del sistema, por lo tanto debe existir una relación de variables que no permita asegurar el comportamiento correcto del sistema.

**Tabla 3. 2 Relación de las variables de activación**

SEÑAL DE CADA SENSOR	ACTIVACIÓN	
	SI	NO
Impacto + Distancia + velocidad	X	
Impacto + velocidad	X	
Distancia + velocidad	X	
Impacto + distancia		X
Impacto		X
Distancia		X
Velocidad		X
Video	X	

Fuente: Grupo de investigación

## 3.5 ESTUDIO DE LOS COMPONENTES DEL VEHÍCULO PARA LA UBICACIÓN DE LOS SENSORES

Las magnitudes físicas necesarias para el almacenamiento y activación del sistema electrónico de registro de información se encuentran presentes en los diferentes conjuntos y sistemas que constituyen el vehículo, teniendo así varias opciones para la ubicación de los sensores; por ejemplo, la

velocidad puede ser registrada a lo largo de todo el sistema de transmisión, la trayectoria a través de los diferentes elementos que constituyen el sistema de dirección, etc.

Por lo expuesto en el párrafo anterior, en esta sección del capítulo se describirá en forma concreta los componentes originales y alternos que constituyen actualmente el vehículo y se realizó un análisis de la ubicación que van a tener los sensores dentro de los diferentes sistemas a considerar.

### **3.5.1 SENSOR DEL CINTURÓN DE SEGURIDAD**

En accidentes donde sucediera choque frontal de baja gravedad y en frenados súbitos, los pasajeros/conductor que estuviesen llevando los cinturones de seguridad son sujetos al asiento a través de los dispositivos automáticos del cinturón de seguridad.

Los cinturones son los dispositivos de seguridad pasiva más importantes que posee el vehículo; cuando se produce un accidente minimiza las consecuencias sobre el pasajero ya que evitan que el conductor debido a la fuerza de inercia salga despedido por el parabrisas o golpee los componentes internos del vehículo (volante, tablero, asientos, etc.), a través de los años el cinturón de seguridad ha sufrido modificaciones importantes en su diseño pero manteniéndose siempre bajo el mismo principio de funcionamiento.

Luego del accionamiento de los cinturones de seguridad, los tensores de los cinturones de seguridad de los asientos delanteros son accionados, tirando los pestillos de los cinturones de seguridad hacia abajo, reduciendo o eliminando la holgura entre la cinta del cinturón y el cuerpo de los ocupantes de los asientos delanteros.

Los cinturones de seguridad que posee el vehículo son del tipo tres puntos, la correa del cinturón tiene una longitud total de 2.5m y está sujeta a dos puntos fijos sobre la carrocería, la horquilla está acoplada a una correa

de 30cm de longitud que va sujeta a la parte inferior de la carrocería (piso), cuando el conductor se coloca el cinturón de seguridad, la hebilla que se desliza a lo largo de la correa se enclava en la horquilla, de esta manera, la correa que inicia desde el anclaje del piso pasa sobre las caderas hasta la horquilla y desde esta hacia el punto fijo superior en el travesaño lateral por sobre el hombro del conductor.



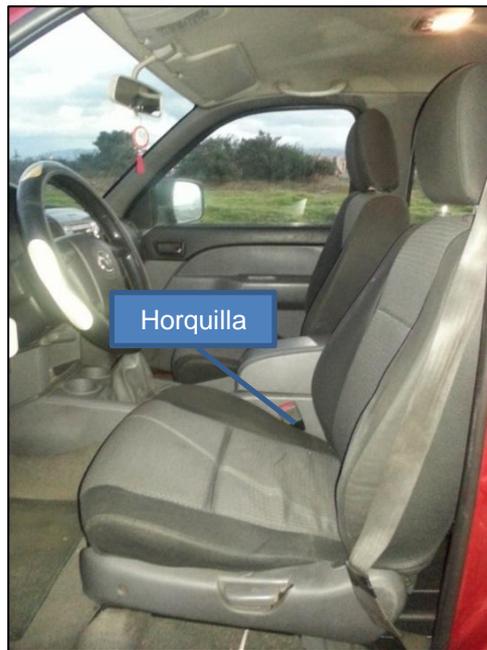
**Fuente:** Prevención vial rsagroup  
**Figura 3. 3 Cinturones de seguridad**

El anclaje entre la horquilla y la hebilla de la de la correa del cinturón de seguridad es la mejor opción para obtener una señal de registro del uso del cinturón de seguridad ya que se trata de un sistema sencillo que no posee pretensores, carretes inerciales u otros dispositivos especiales que actúen cuando se produzca un impacto como se puede apreciar en las fotografías.



Fuente: Grupo de investigación

**Figura 3. 4 Ubicación de los elementos superiores del cinturón de seguridad en el vehículo MAZDA BT 50**



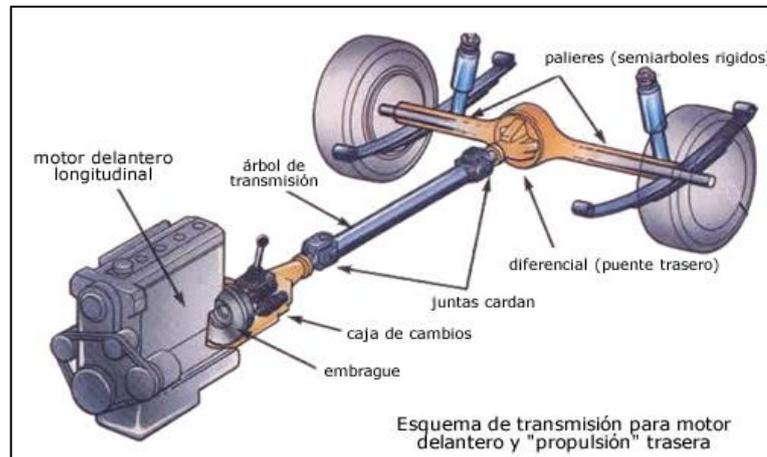
Fuente: Grupo de investigación

**Figura 3. 5 Ubicación de los elementos inferiores del cinturón de seguridad en el vehículo MAZDA BT 50**

### **3.5.2 SENSOR DE VELOCIDAD**

La velocidad producida por el motor es transferida hacia las ruedas a través del sistema de transmisión, el vehículo Mazda BT 50 está constituido por un sistema de transmisión posterior (propulsión) el mismo que consta de los siguientes elementos:

- Embrague.
- Caja de Cambios (manual).
- Árbol de propulsión (cardan).
- Diferencial.
- Ejes propulsores.
- Ruedas.



**Fuente:** Jeroitim blogspot

**Figura 3. 6 Transmisión del movimiento desde el motor hasta las ruedas en un vehículo**

La caja de cambios es un elemento mecánico que transforma el par motor y las revoluciones desarrolladas por el motor para adaptar la fuerza a las condiciones de conducción sobre el terreno. La caja de cambios no actúa sobre la potencia del motor, está permanece invariable, lo que si hace es actuar sobre el par motor, aumentando o reduciendo el mismo según las condiciones de terreno.

Las revoluciones y la potencia que en sí desarrolla un motor no pueden ser atendidas por el mismo motor en sí. En diferentes situaciones es imprescindible la actuación de la caja de cambios para aumentar o disminuir el par desarrollado por el motor<sup>27</sup>.

Este cambio de velocidad o modificación del número de revoluciones puede ser visualizado por el conductor en Km/h a través del sensor de velocidad VSS (Vehicle Speed Sensor) y se encuentra ubicado al costado trasero de la caja de transmisión, hacia atrás del interruptor de reversa, por lo que no es fácil llegar hacia él.

El sistema de transmisión es un conjunto de elementos encargados de transmitir el movimiento desde la caja de cambios a las ruedas. Está integrada por el grupo diferencial y los árboles de transmisión.<sup>28</sup>

### 3.5.3 SENSOR DE ACELERACIÓN

El conductor tiene completo control de la velocidad del vehículo gracias a los diferentes sistemas instalados en el mismo, es así que cuando un vehículo se encuentra funcionando en condiciones normales, nunca se mantiene a la misma velocidad.

Por lo tanto la aceleración (Incremento de velocidad con respecto al tiempo<sup>29</sup>) y desaceleración (Reducción de la velocidad por unidad de tiempo<sup>30</sup>) estará siempre presente durante la conducción.

En el caso de un impacto frontal el sensor de aceleración del registrador cumple similares funciones que en el airbag, envía constantemente datos hacia el sistema y proporciona la señal de activación, pero de igual manera no determina el ángulo con el que se provoca el impacto.

---

<sup>27</sup> **Para estudiantes y profesionales de la automoción**

<http://professionalautomotive.wordpress.com/2012/07/24/cajas-de-cambio-tipos-y-funcionamiento/>

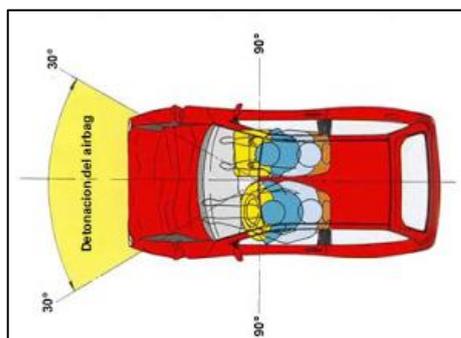
<sup>28</sup> Manual del Automóvil Reparación y Mantenimiento, Electricidad, accesorios y transmisión, edición 2001, CULTURAL, S.A Polígono industrial Arroyomolinos. Calle C, núm. 15 Móstoles. MADRID-ESPAÑA. Pág. 114

<sup>29</sup> Matemática aplicada para la técnica del automóvil GTZ

<sup>30</sup> **Desaceleración**

<http://www.mecanicavirtual.com.ar>

En el airbag el sensor de desaceleración está incorporado a la unidad de control, y su ubicación depende de las zonas de impacto, las mismas que deben encontrarse dentro de los ángulos que provocan deceleración frontal, estos ángulos y su forma de medición se muestran en la siguiente figura.

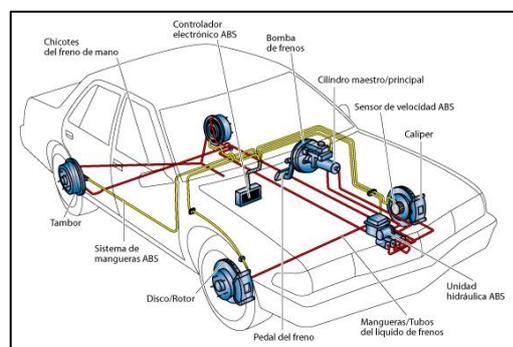


Fuente: Mecanicusaunar blogspot

Figura 3. 7 Zonas de impacto frontal de un vehículo

### 3.5.4 SENSOR DE FRENADO

La finalidad de los frenos en un automóvil es la de conseguir detener o aminorar la marcha del mismo (deceleración) en las condiciones que determine su conductor; para ello, la energía cinética que desarrolla el vehículo tiene que ser adsorbida, en su totalidad o en parte, por medio de rozamiento, es decir, transformándola en calor<sup>31</sup>. Un vehículo de turismo está constituido por dos sistemas de frenado, el principal de servicio y el auxiliar (freno de mano).



<sup>31</sup> Manual del Automóvil Reparación y Mantenimiento Suspensión, dirección, frenos, neumáticos y airbag edición 2001, CULTURAL, S.A Polígono industrial Arroyomolinos. Calle C, núm. 15 Móstoles. MADRID-ESPAÑA. Pág. 108

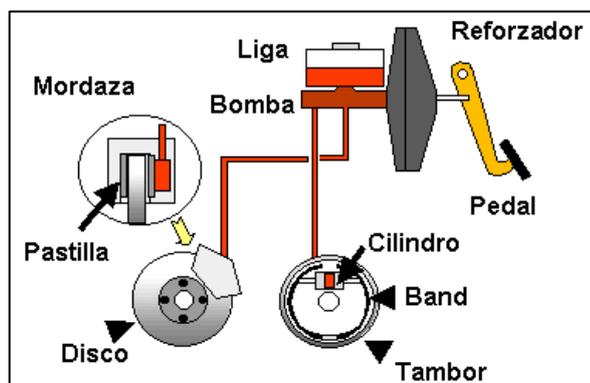
**Fuente:** Indubal wordpress

### **Figura 3. 8 Sistema de frenos del vehículo**

El vehículo a utilizar en el proyecto posee un sistema principal de frenado de tipo hidráulico y un sistema auxiliar mecánico; nos centramos en el análisis de los componentes del sistema principal ya que el control del movimiento del vehículo dependerá exclusivamente de este sistema, a excepción de situaciones extremas como lo es una avería en alguno de sus componentes, factores climáticos, etc.

A continuación se enumeran los elementos que constituyen el sistema principal de freno:

- Pedal de freno y sus articulaciones.
- Servofreno.
- Cilindro principal o bomba.
- Depósito del líquido de frenos.
- Líquido de frenos.
- Conmutador de la luz de freno.
- Cañerías para los frenos delanteros.
- Cañerías para los frenos posteriores.
- Mordazas, pastillas, discos.
- Tambor, plato, bombín zapatas y ferodo.



**Fuente:** Multiservicio automotriz3h blogspot

### **Figura 3. 9 Componentes del sistema de frenos**

Si se conoce que el conductor pisó el pedal de freno pero no pudo evitar el accidente es posible manejar otras hipótesis tales como desperfectos mecánicos o daños en algún elemento del sistema de frenos, el estado de la vía, etc., además de optimizar el uso de los datos obtenidos por el registrador es decir la velocidad del vehículo era excesiva y no se consiguió detener a tiempo el vehículo al aplicar los frenos, por citar un ejemplo.

Es por estas razones que por medio del interruptor del freno se indica la distancia de frenado en los instantes previos a un accidente de tránsito.

### **3.5.5 SENSOR DE VIDEO**

Una importante forma para ayudar a las investigaciones de posibles causas de un accidente, y de mayor importancia son las imágenes capturadas en video de los testimonios de las víctimas, con estos videos podremos ver la causa real del accidente por ejemplo el conductor se quedó dormido, está en estado etílico o situaciones similares, convirtiendo a esta característica en la más importante fuente de información que podemos obtener.

Para el registro de las imágenes producidas en el interior así como en el exterior de la cabina se utiliza 3 cámaras de video que estarán ubicadas en la parte trasera interna de la cabina, la parte frontal y posterior del vehículo.

Las cámaras de video deben ser capaces de registrar los momentos previos a una colisión interna como externamente, dichos momentos se guardan en el interior del registrador de datos.

Se ubicó cámaras en la zona frontal, posterior e interior del vehículo, la calibración se la realizó de tal manera que las imágenes registradas se eliminen en determinado tiempo.



## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS DE SISTEMAS Y ELEMENTOS ELECTRÓNICOS CUYO FUNCIONAMIENTO PERMITE SENSAR, PROCESAR Y ALMACENAR INFORMACIÓN**

#### **4.1 INTRODUCCIÓN**

La electrónica es una de las áreas especializadas de la electricidad y su aplicación se basa en los dispositivos de estado sólido que carecen de piezas mecánicas móviles, estos dispositivos pueden realizar diversas funciones como la amplificación de corriente; almacenar, recibir y analizar información; controlar aparatos eléctricos y mecánicos, resolver problemas y proporcionar respuestas mediante una acción determinada.

Además poseen características extraordinarias tales como altas velocidades de trabajo y tamaños reducidos.

Los vehículos modernos poseen diferentes sistemas de control y gracias a la electrónica funcionan con dispositivos de alta velocidad que brindan respuestas y acciones inmediatas, mejorando así la eficiencia de los motores, sistemas de seguridad, etc.

El control de comando por computadora, el airbag, los sensores de velocidad (VSS) entre otros, son ejemplos claros de la inclusión e importancia de la electrónica en la industria automotriz.

En el proyecto el uso de los componentes y sistemas electrónicos es fundamental ya que se requiere sensar, procesar, almacenar y comparar la información a una velocidad extremadamente elevada, por esto es necesario realizar una selección correcta de las memorias, el sistema de registro y los sensores a utilizar.

En el caso de los sensores hay un aspecto importante a considerar y es la transformación de las señales físicas a señales eléctricas, existen varias formas de realizar dicha transformación, para el proyecto consideraremos la utilización de transductores que son dispositivos encargados de convertir el efecto de una causa física (presión, temperatura, dilatación, etc.), en otro tipo de señal, normalmente eléctrica.

## **4.2 ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES A UTILIZAR**

En un sistema en el que se requiere la medición de algunas variables físicas, la selección apropiada del transductor es importante para obtener resultados exactos. Es así que se realizará las siguientes consideraciones:

- El tipo de señal a medir.
- El principio de funcionamiento más apropiado de los diferentes elementos a considerar.
- Las características que posee cada elemento.
- La sensibilidad.
- Rango de medición.
- Resolución. (incremento mínimo observable)
- Las condiciones de trabajo.
- Facilidad de funcionamiento
- La disponibilidad en el mercado local.
- Tipo de salida generada.

### **4.2.1 SENSOR DE VELOCIDAD VSS**

El sensor de velocidad del vehículo VSS (Vehicle Speed Sensor) es un captador magnético, se encuentra montado en el transeje donde iba el cable del velocímetro. El VSS proporciona una señal de corriente alterna al ECM la cuál es interpretada como velocidad del vehículo.

Este sensor es un generador de imán permanente montado en el transeje. Al aumentar la velocidad del vehículo la frecuencia y el voltaje aumentan, entonces el ECM convierte ese voltaje en Km/h, el cual usa para sus cálculos. Los Km/h pueden leerse con el monitor OTC. El VSS se encarga de informarle al ECM de la velocidad del vehículo para controlar el velocímetro y el odómetro, el acople del embrague convertidor de torsión (TCC) transmisiones automáticas, en algunos se utiliza como señal de referencia de velocidad para el control de cruceo y controlar el motoventilador de dos velocidades del radiador.

Tiene en su interior un imán giratorio que genera una onda senoidal de corriente alterna directamente proporcional a la velocidad del vehículo. Por cada vuelta del eje genera 8 ciclos, su resistencia debe ser de 190 a 240 Ohmios.

Con un voltímetro de corriente alterna se checa el voltaje de salida estando desconectado y poniendo a girar una de las ruedas motrices a unas 40 millas por hora. El voltaje deberá ser 3.2 voltios.<sup>32</sup>

#### **4.2.2 REGISTRADOR Y MEMORIA DEL SISTEMA**

Cada sensor del vehículo proporciona información muy valiosa para controlar los diferentes sistemas del motor así como los demás sistemas automotrices, esta información proporcionada por los diferentes sensores instalados en el vehículo nos ayuda con datos como distancia, tiempo de frenado y velocidad del vehículo.

Esta información será registrada temporalmente y comparada con diferentes parámetros almacenados en el interior de un determinado

---

<sup>32</sup> **Sistema Electrónico**

<http://ederhinojosa.blogspot.com/2012/06/sensor-vss-el-sensor-de-velocidad-del.html>

dispositivo, el mismo que al presentarse las condiciones características de un impacto permita almacenar permanentemente la información obtenida.

El diseño de nuestro registrador de datos tendrá los siguientes sistemas de registro: el software Labview, tarjeta programable Arduino R3, y mainboard; consideramos estos sistemas ya que poseemos el conocimiento previo de su funcionamiento.

#### **a. LabVIEW**

LabVIEW constituye un revolucionario sistema de programación gráfica para aplicaciones que involucren adquisición, control, análisis y presentación de datos. Las ventajas que proporciona el empleo de LabVIEW se resumen en las siguientes:

- Se reduce el tiempo de desarrollo de las aplicaciones al menos de 4 a 10 veces, ya que es muy intuitivo y fácil de aprender.
- Dota de gran flexibilidad al sistema, permitiendo cambios y actualizaciones tanto del hardware como del software.
- Da la posibilidad a los usuarios de crear soluciones completas y complejas.
- Con un único sistema de desarrollo se integran las funciones de adquisición, análisis y presentación de datos.
- El sistema está dotado de un compilador gráfico para lograr la máxima velocidad de ejecución posible.
- Tiene la posibilidad de incorporar aplicaciones escritas en otros lenguajes.

LabVIEW es un entorno de programación destinado al desarrollo de aplicaciones, similar a los sistemas de desarrollo comerciales que utilizan el lenguaje C o BASIC. Sin embargo, LabVIEW se diferencia de dichos programas en un importante aspecto: los citados lenguajes de programación se basan en líneas de texto para crear el código fuente del programa,

mientras que LabVIEW emplea la programación gráfica o lenguaje G para crear programas basados en diagramas de bloques.

Para el empleo de LabVIEW no se requiere gran experiencia en programación, ya que se emplean iconos, términos e ideas familiares a científicos e ingenieros, y se apoya sobre símbolos gráficos en lugar de lenguaje escrito para construir las aplicaciones. Por ello resulta mucho más intuitivo que el resto de lenguajes de programación convencionales.

LabVIEW posee extensas librerías de funciones y subrutinas. Además de las funciones básicas de todo lenguaje de programación, LabVIEW incluye librerías específicas para la adquisición de datos, control de instrumentación VXI, GPIB y comunicación serie, análisis presentación y guardado de datos. LabVIEW también proporciona potentes herramientas que facilitan la depuración de los programas<sup>33</sup>.

### **Ventajas de LabVIEW**

Las ventajas que proporciona el empleo de LabVIEW se resumen en las siguientes:

- Se reduce el tiempo de desarrollo de las aplicaciones al menos de 4 a 10 veces, ya que es muy intuitivo y fácil de aprender.
- Dota de gran flexibilidad al sistema, permitiendo cambios y actualizaciones tanto del hardware como del software.
- Da la posibilidad a los usuarios de crear soluciones completas y complejas.
- Con un único sistema de desarrollo se integran las funciones de adquisición, análisis y presentación de datos.
- El sistema está dotado de un compilador gráfico para lograr la máxima velocidad de ejecución posible.

---

<sup>33</sup> **Tutorial de Labview**  
[http://www.gte.us.es/ASIGN/IE\\_4T/Tutorial%20de%20Labview.pdf](http://www.gte.us.es/ASIGN/IE_4T/Tutorial%20de%20Labview.pdf)

- Tiene la posibilidad de incorporar aplicaciones escritas en otros lenguajes<sup>34</sup>.

## b. Mainboard

La mainboard es la parte principal de un computador ya que nos sirve de alojamiento de los demás componentes permitiendo que estos interactúen entre si y puedan realizar procesos. Se diseña básicamente para realizar tareas específicas vitales para el funcionamiento de la computadora.

**Tabla 4. 1 Datos generales del Mainboard.**

<b>Marca</b>	<b>HP</b>
<b>Procesador</b>	Intel(R) core (TM)2 Duo CPU T6600 @ 2.20 GHz.
<b>Memoria RAM</b>	4.00 GB
<b>Windows</b>	7 Home Premium

**Fuente:**<http://www.wni.mx>



**Fuente:** Technology ihs

**Figura 4. 1 Mainboard HP dv4**

## c. Antena Wireless

Es un router que se coloca conectado al mismo POE (alimentación a través de Ethernet) que va al CPE (Equipo Local del Cliente), para dar Wifi a los equipos interiores. Esta antena Wireless es utilizado para extraer la información guardada por medio de una conexión en red.

<sup>34</sup> Labview  
[www.ticoiescolme.org.es/presentaciones2011/Rober-LABVIEW.pptx](http://www.ticoiescolme.org.es/presentaciones2011/Rober-LABVIEW.pptx)

**Tabla 4. 2 Datos generales de la antena Wireless**

<b>Marca</b>	<b>AirGateway</b>
<b>Procesador</b>	Atheros MIPS 24KC, 400 MHz
<b>Memoria</b>	32 MB DDR1
<b>Dimensiones</b>	54 x 44 x 30 mm
<b>Antena</b>	Interna 2.4 GHz
<b>Frecuencia de Operación</b>	2.412 GHz a 2.484 GHz

**Fuente:** <http://www.wni.mx>



**Fuente:** Wni

**Figura 4. 2 Antena Wireless AirGateway**

**d. Tarjeta programable Arduino Uno R3<sup>35</sup>**

Para este proyecto se escogió la tarjeta electrónica de control Arduino R3, ya que es una plataforma de prototipos electrónica de código abierto basada en hardware y software flexibles y fáciles de usar.

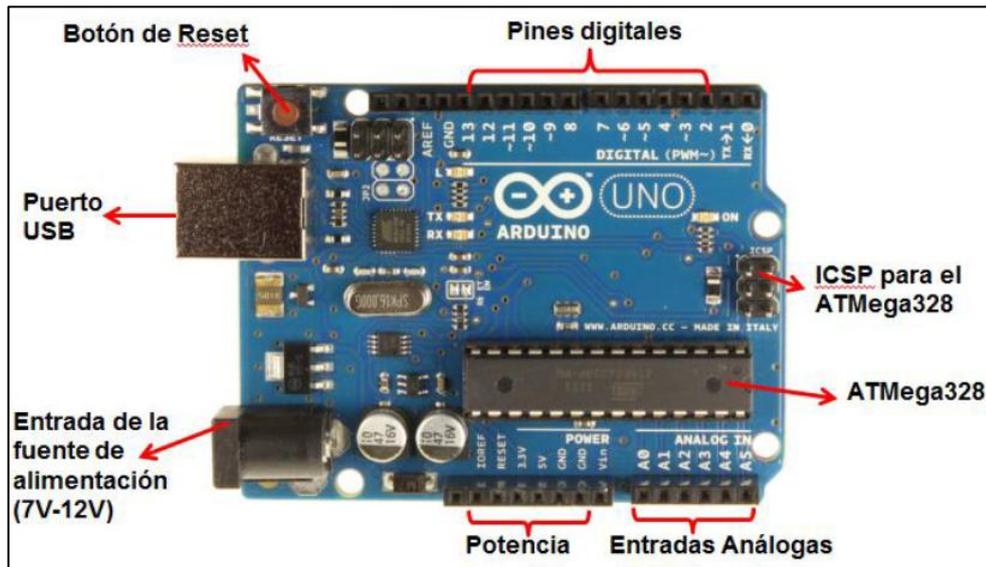
Está pensado para expertos en cualquier rama y para cualquiera interesado en crear objetos o entornos interactivos.

Arduino puede apreciar el entorno mediante la recepción de entradas desde una diversidad de sensores. Las aplicaciones de Arduino pueden ser libres o se pueden notificar con software en realización en un ordenador.

El compilador necesario para programarlo está disponible de forma gratuita en [www.arduino.cc](http://www.arduino.cc) y está disponible para diferentes sistemas operativos como son: Mac OS X, Windows y Linux.

---

<sup>35</sup> **Arduino**  
<http://arduino.cc>



Fuente: Arduino

Figura 4. 3 Tarjeta electrónica de control Arduino Uno R3

### Ventajas de utilizar una tarjeta electrónica de control Arduino Uno R3

- **Costo:** Son relativamente baratas comparadas con otras plataformas microcontroladoras que realizan una misma función.
- **Fácil de adquirirlas:** Son muy fácil de adquirirlas en la web para el país que se desee. Dichas tarjetas son compatibles entre sí para realizar un sinnúmero de aplicaciones.
- **Entorno de programación simple y clara:** El entorno de programación de Arduino es totalmente fácil de usar para todo tipo de personas según su requerimiento.
- **Código abierto y software extensible:** El software Arduino está publicado como herramientas de código abierto, disponible para extensión por programadores experimentados.

El lenguaje puede ser expandido mediante librerías C++, según sea la necesidad del usuario.

Tabla 4. 3 Datos generales de la tarjeta programable.

<b>Marca</b>	<b>Arduino Uno R3</b>
<b>Microcontrolador</b>	ATmega328
<b>Tensión de funcionamiento</b>	5V
<b>Voltaje de entrada (recomendado)</b>	7-12V
<b>Voltaje de entrada (límites)</b>	6-20V
<b>Digital I / O Pins</b>	14 (de los cuales 6 proporcionan PWM)
<b>Pines de entrada analógica</b>	6
<b>Corriente continua para las E / S Pin</b>	40 mA
<b>Corriente de la CC para Pin 3.3V</b>	50 mA
<b>Memoria Flash</b>	32 KB ( ATmega328 ) de los cuales 0,5 KB utilizado por el gestor de arranque
<b>SRAM</b>	2 KB ( ATmega328 )
<b>EEPROM</b>	1 KB ( ATmega328 )
<b>Velocidad del reloj</b>	16 MHz

**Fuente:** <http://arduino.cc>

#### **e. Cámaras IP Semi-pro DRC-H216W**

La cámara Dericam H216W (IR-cut+Megapixel+H.264+ONVIF) es una cámara IP inalámbrica. Tiene una cámara de vídeo digital de alta calidad con conexión de red y un servidor web potente que permiten transmitir vídeos de buena calidad a su ordenador de mesa desde cualquier lugar de su red local o a través de internet. La función básica de H502W es transmitir vídeo remoto en la red IP. Las imágenes se transmiten a una velocidad de 30 fps a través de la red LAN/WAN mediante el uso de hardware de tecnología de compresión H.264/MJPEG. La resolución de imagen es de 1280 x 720 (1MP píxeles). La cámara Dericam H502W se basa en el estándar TCP/IP.

Está equipada con un servidor WEB compatible con Internet Explorer. El manejo y el mantenimiento del dispositivo es más simple gracias al uso de la red para configurar y arrancar la cámara y actualizar el firmware remotamente.

Puede utilizar la Dericam H502W para vigilar áreas específicas como su casa y su oficina. A través de la red puede controlar la Dericam H502W y

gestionar las imágenes. Auto-IR-LED de iluminación para visión nocturna (hasta 8 metros).<sup>36</sup>



**Fuente:** Ipcam shop

**Figura 4. 4 Dericam H216W**

#### **f. Inversor de energía**

Este inversor es muy eficaz al momento de conectarlo desde la batería, cuenta con 400W de energía de la oleada de pico y un adaptador macho 12V. Con esta potencia del inversor Schumacher, se obtiene una gran cantidad de poder, el ventilador de alta velocidad incorporada ayuda a mantener la unidad a una temperatura adecuada.

Posee un interruptor de encendido/apagado y un indicador luminoso LED. Este convertidor de corriente de 400 vatios, se puede utilizar para ejecutar todo tipo de productos electrónicos, incluyendo teléfonos móviles, ordenadores, televisores de herramientas eléctricas, aparatos de vídeo, equipos de sonido, radios, reproductores de CD, etc.<sup>37</sup>

---

<sup>36</sup> **Dericam H216W**

<http://www.ipcam-shop.nl>

<sup>37</sup> **Schumacher power inverter 400W**

<http://www.walmart.com>



**Fuente:** Walmart

**Figura 4. 5 Schumacher power inverter 400W**

El inversor de energía cumple con la importante función de proteger los dispositivos eléctricos y electrónicos de picos de tensión ya que gestionan o administran la energía eléctrica del mainboard, antena Wireless, conectados a este, posee dos fusibles de tipo C que brindan una protección importante para todos los circuitos eléctricos y electrónicos evitando que sufran daños severamente en caso de una subida de tensión o en otro evento que cause un exceso de voltaje.

**g. Cámara web genius facecam 320x usb**

La FaceCam 320X, produce imágenes claras, es Plug & Play, por lo que puede usarla para comunicarse rápidamente con familia y amigos. El enganche universal puede usarse con su computadora, equipo portátil, Ultrabook o como soporte independiente. Es una cámara web simple y útil.<sup>38</sup>



**Fuente:** Genius net

**Figura 4. 6 FaceCam 320X**

---

<sup>38</sup> **FaceCam 320X**  
<http://www.geniusnet.com>

#### **h. Interruptor de ethernet D-Link**

Permite configurar rápidamente una red cableada en varios equipos para compartir archivos y carpetas, o conectarlo a un router para compartir una conexión a Internet.



**Fuente: D-Link**

**Figura 4. 7Ethernet D-Link**

### **CAPÍTULO V**

## **CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO DE REGISTRO DE INFORMACIÓN E IMPLEMENTACIÓN EN EL VEHÍCULO**

### **5.1 INTRODUCCIÓN**

Previo a la implementación de cada componente que va a conformar el registrador de datos los mismos que son construidos, y para este proceso nos hemos limitado a utilizar algunos elementos disponibles en el mercado local para adecuarlos al funcionamiento de un sensor y la protección de las tarjetas en caso de colisión, es decir no se van a fabricar en si los elementos sino que van a ser acoplados a sensores que se encuentran en el vehículo y desempeñan una función específica e importante.

El sistema presenta algunos requerimientos y los dispositivos deben adaptarse de tal manera que cumplan con los mismos, por ejemplo tenemos la limitación del rango y tipo de voltaje a utilizar, la funcionalidad en los

diferentes tipos de climas y la capacidad de soportar fuerzas de colisión altas (en el caso de la estructura).

El software del sistema también debe de ser elaborado de acuerdo a los requerimientos del sistema y a las características que presentan los elementos a utilizar. Y antes de su implementación final como en el caso de la tarjeta programable y el mainboard realizando pruebas de lectura y almacenamiento con lo que se puede en la marcha realizar las correcciones del caso.

## **5.2 CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO DE REGISTRO**

### **5.2.1 CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA METÁLICA**

La caja de protección del sistema requiere de estas características:

- ✓ Soportar altas temperaturas tal que el sistema se conserve en caso de un incendio.
- ✓ Gran resistencia física a los impactos.
- ✓ Gran resistencia a la corrosión.
- ✓ Resistencia a la humedad.

#### **a. Análisis del material de la estructura de la caja**

Para la construcción de la estructura de la caja se utilizó planchas de acero A 500 de un espesor de 10 mm, por las excelentes propiedades que posee y se expone en la siguiente imagen.

**Tabla 5. 1 Propiedades acero A 500**

---

Norma ASTM A-500

---

QUÍMICAS				
Grado	Carbono max.	Magnesio max.	Fosforo max.	Azufre max.
A	0,30		0,05	0,063
B	0,30		0,05	0,063
C	0,27	1,4	0,05	0,063

MECÁNICAS				
Punto de Fluencia		Resistencia a la tensión		
psi	Kg/mm2	psi	kg/mm2	
39000	27,41	45000	31,63	
46000	32,33	58000	40,78	
50000	35,15	62000	43,59	

Fuente: Contubsa

## b. Dimensiones

Las dimensiones establecidas están de acuerdo al tamaño de las tarjetas electrónicas y los componentes que están dentro de la estructura formando la caja con medidas de 32x32x60 cm.



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5. 1 Caja registradora de datos

## 5.2.2. CONSTRUCCIÓN DE LOS CIRCUITOS

### a. Construcción del circuito rectificador de onda

El sensor de velocidad (VSS) es de tipo inductivo y emite una señal de voltaje alterna de 20V, motivo por el cual se construyó un circuito rectificador de onda completa para convertir la señal de corriente alterna de entrada del sensor VSS en corriente continua de salida con un voltaje de hasta 5V que es el voltaje límite de la tarjeta programable Arduino Uno R3.

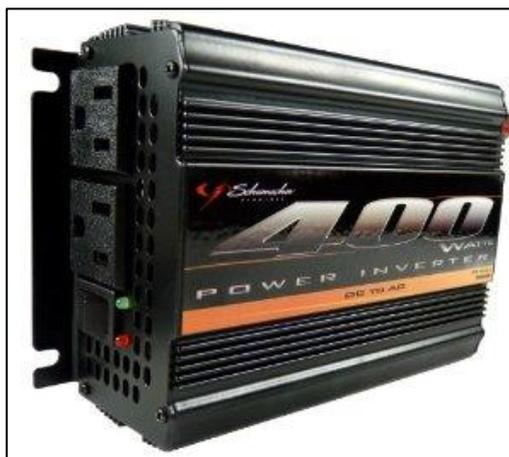


**Fuente:** Grupo de investigación

**Figura 5. 2 Rectificador de onda**

#### **b. Adaptación del transformador de voltaje**

El sistema de registro y almacenamiento de datos constituye principalmente de un mainboard de un computador portátil, motivo por el cual se usó su cargador original para alimentar el mismo, es por eso que se adapta un transformador de voltaje de 12V a 110V, por motivo de que el voltaje de la batería del vehículo no abastece la cantidad de voltaje necesario para encender el mainboard y los demás componentes de registro de datos. El mismo que está ubicado debajo del asiento del piloto.



**Fuente:** Schumacher PI 400 Instant Power Inverter

**Figura 5. 3 Inversor de voltaje**

### 5.2.3 ELABORACIÓN DEL SOFTWARE

#### a. Tarjeta programable para el registro de señales

Las señales que se generan en los sensores son llevadas hacia la tarjeta programable, el programa interno que se encuentra en el mainboard las reconoce y las registra en la memoria.

El sistema trabaja con dos tipos de señal: analógicas y digitales, las mismas que ingresan en un rango de 0 a 5V debido a los requerimientos de la tarjeta programable Arduino Uno.

Todas las señales analógicas ingresan a la tarjeta pasando primero por el circuito rectificador de onda por medio de esta se puede convertir el rango de 0 a 5V y después ingresa a los puertos de entrada de la tarjeta programable de las señales a una escala binaria de 0 a 255.

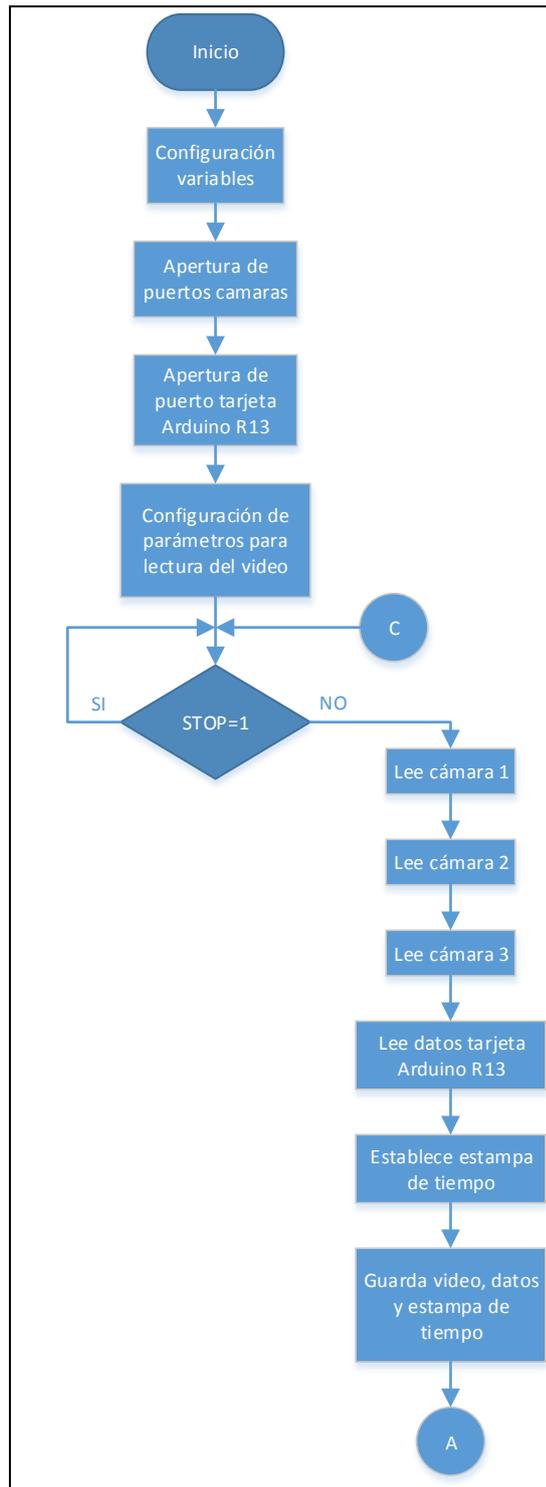
**Tabla 5. 2 Tipos de señales de los sensores**

SENSORES	
Señal analógica	Señal digital
- Velocidad	- Pedal de freno
	- Cinturón de seguridad

**Fuente:** Grupo de investigación

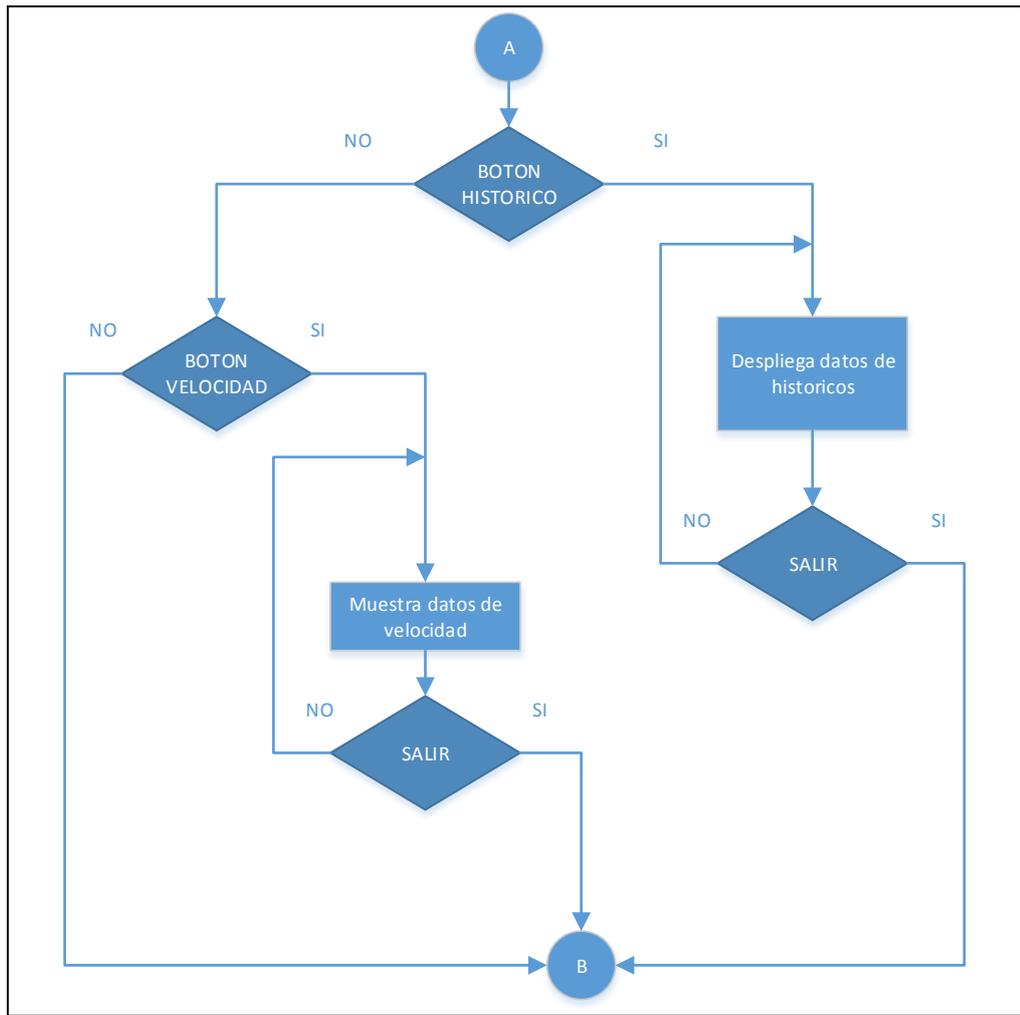
Además del registro de las señales provenientes de los sensores, se implementó el uso de dos cámaras externas ubicadas en la parte frontal y posterior del vehículo y una cámara interna que se encuentra en la cabina del mismo.

En el siguiente flujograma se muestra el proceso de funcionamiento del programa que se encargara de sensar, procesar y registrar cada uno de los diferentes datos:

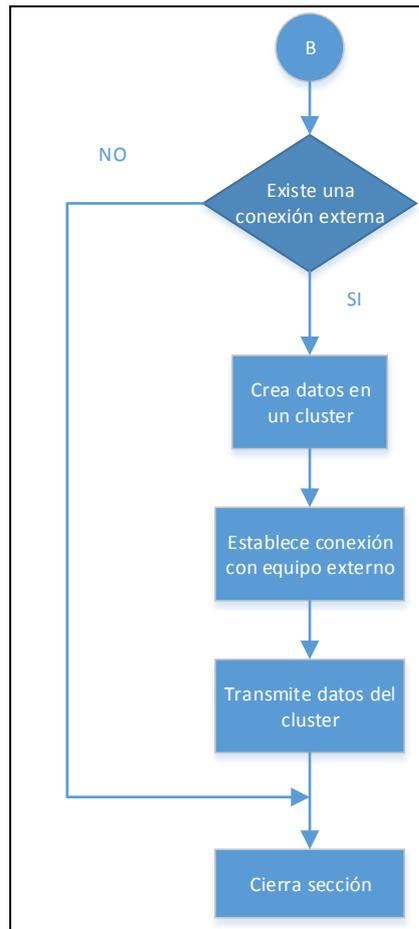


**Fuente:** Grupo de investigación

**Figura 5. 4 Esquema básico del programa**



Fuente: Grupo de investigación  
**Figura 5. 5 Diagrama del menú principal**



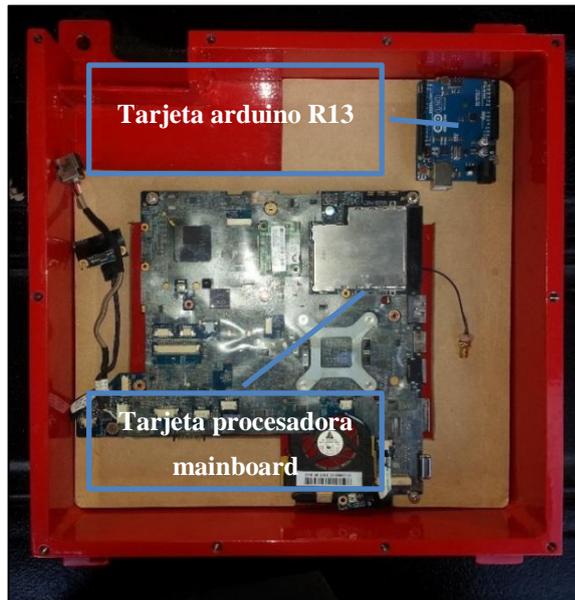
**Fuente:** Grupo de investigación

**Figura 5. 6 Diagrama de comunicación externa**

Los datos son enviados a la memoria interna del sistema del mainboard para que se guarden en forma permanente. Estos datos son reemplazados cada cierto tiempo según como ingresen a la memoria hasta que ésta se llene, cuando se ha llenado se reemplaza el dato más antiguo que tiene la memoria.

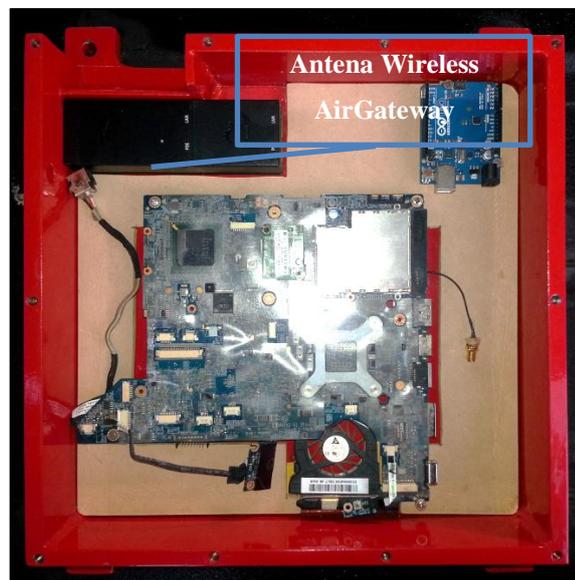
#### **5.2.4 ARMADO DEL CIRCUITO ELECTRÓNICO EN LA CAJA**

Luego de verificar el funcionamiento correcto de los circuitos realizados y para su posterior implementación los mismos deben estar sujetos firmemente en una base de un material aislante, en este caso se utilizó madera MDF que garantiza que no exista contacto con la base metálica de la caja como se puede observar en las figuras siguientes:



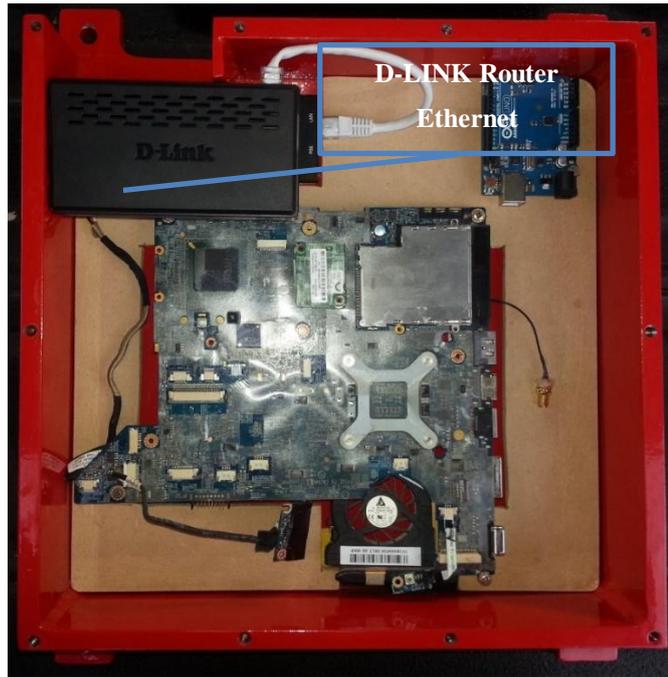
Fuente: Grupo de investigación

**Figura 5. 7 Sujeción de las tarjetas mainboard y arduino R3 en la madera MDF**



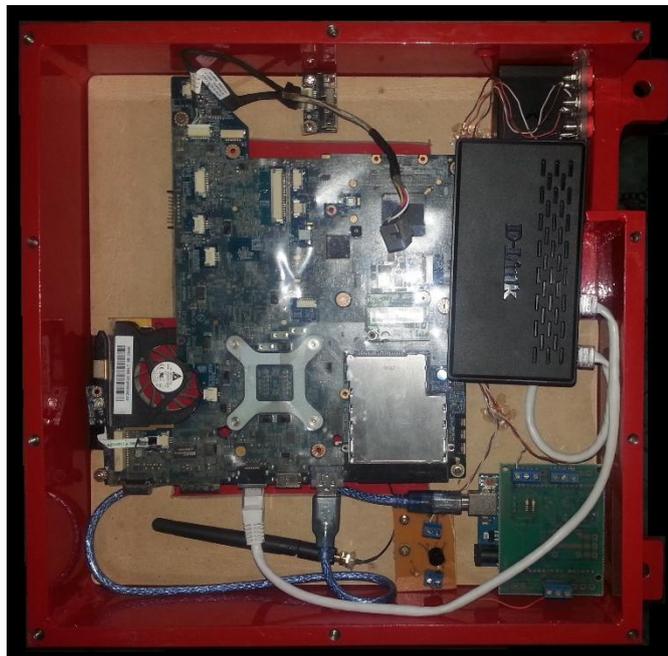
Fuente: Grupo de investigación

**Figura 5. 8 Sujeción de la antena Wireless AirGateway**



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5. 9 Adaptación del D-LINK router ethernet 8 puertos



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5. 10 Ensamble completo del registrador electrónico de datos  
5.3 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO DE REGISTRO EN  
EL VEHÍCULO

Una vez concluida la construcción, adaptación y adecuación de los elementos que constituyen el sistema de registro electrónico de datos, se procede a ubicarlos en las zonas previamente especificadas.

### 5.3.1 CONEXIÓN DEL SENSOR DE VELOCIDAD (VSS)

Ubicación sensor de velocidad (VSS): Salida de la caja de velocidades

Número de sensores: 1



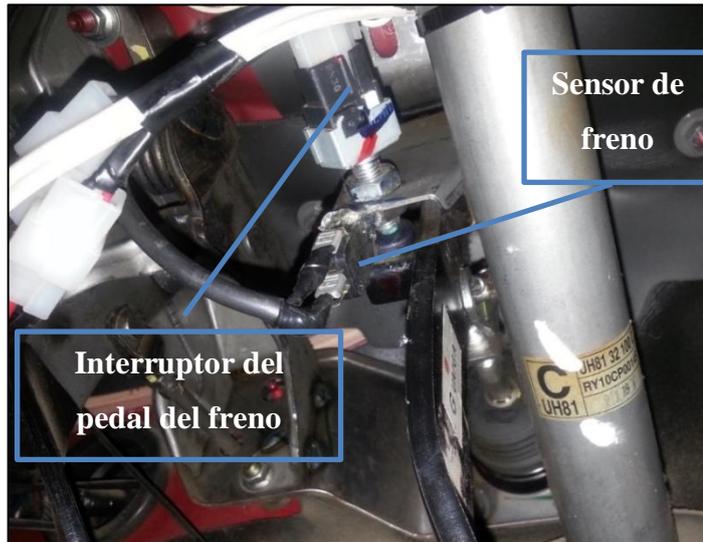
**Fuente:** Grupo de investigación

**Figura 5. 11 Sensor de velocidad VSS**

### 5.3.2 IMPLEMENTACIÓN SENSOR DE FRENO

Ubicación: Junto al interruptor del pedal del freno.

Número de sensores: 1



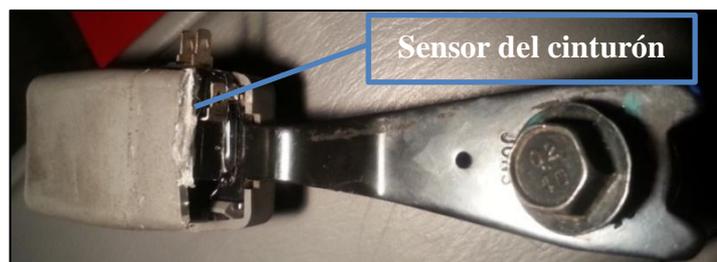
Fuente: Grupo de investigación

Figura 5. 12 Sensor de freno

### 5.3.3 IMPLEMENTACIÓN DEL SENSOR DEL CINTURÓN DE SEGURIDAD

Ubicación: Horquilla del cinturón de seguridad.

Número de sensores: 1



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5. 13 Sensor del cinturón

### 5.3.4 IMPLEMENTACIÓN DE LA CAJA ELECTRÓNICA REGISTRADORA DE DATOS

La caja electrónica registradora de datos se encuentra ubicada debajo del asiento del copiloto, es por eso que se realizó perforaciones en el piso de la cabina para sujetarla y así se mantenga firme.



**Fuente:** Grupo de investigación

**Figura 5. 14 Ubicación de la caja electrónica registradora de datos.**

### 5.3.5 UBICACIÓN DE LAS CÁMARAS EXTERNAS

La cámara frontal está ubicada en el intermedio del guardachoque por la excelente visibilidad que brinda a la misma en esta posición.



**Fuente:** Grupo de investigación

**Figura 5. 15 Ubicación cámara frontal**

La cámara posterior está ubicada a un costado del guardachoque (lado izquierdo de la placa) por la excelente visibilidad que brinda a la misma en esta posición.

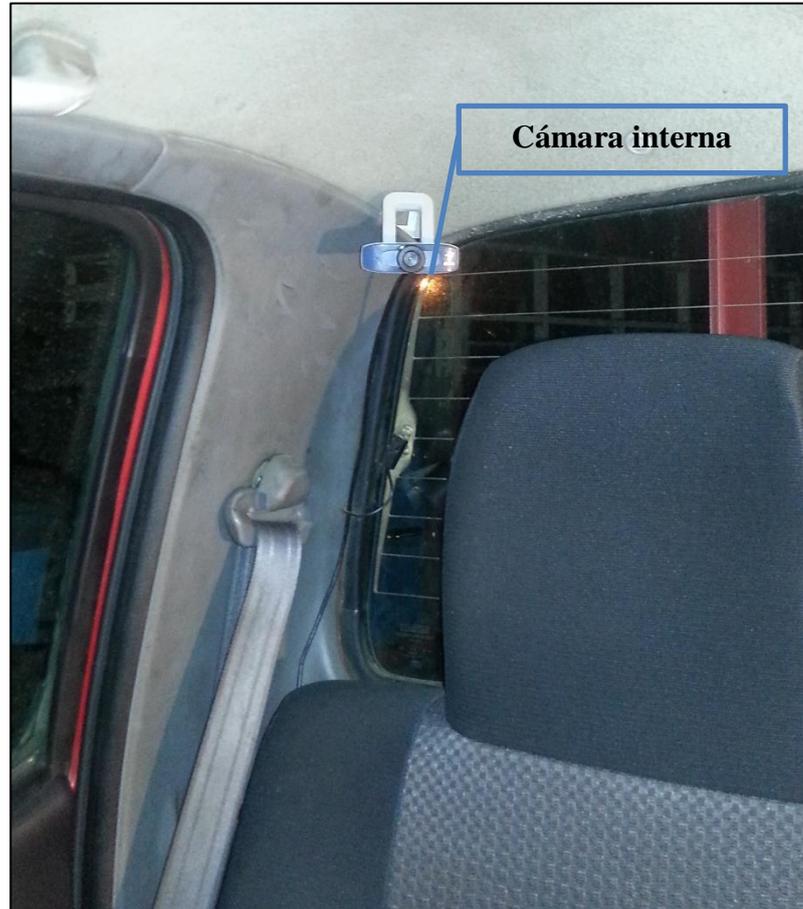


**Fuente:** Grupo de investigación

**Figura 5. 16 Ubicación cámara posterior**

### 5.3.5 UBICACIÓN CÁMARA INTERNA

La cámara interna está ubicada en la parte derecha posterior de la cabina por la excelente visibilidad de las acciones que el conductor realiza en las diferentes condiciones de manejo.



**Fuente:** Grupo de investigación  
**Figura 5. 17 Ubicación cámara interna**

## **CAPÍTULO VI**

### **PRUEBAS Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS**

#### **6.1 INTRODUCCIÓN**

Ya concluidas las fases de investigación, ajustes, conexiones y adaptaciones, es necesario conocer el comportamiento del registrador en su forma definitiva, para esto es preciso efectuar diferentes pruebas de carretera que facilitan la obtención de los datos los mismos que fueron utilizados en el análisis final.

Por tratarse de un sistema electrónico que almacena información, es importante en el momento de las pruebas, realizar comparaciones de los datos obtenidos con el funcionamiento de los diferentes dispositivos del vehículo (freno, iluminación, tablero de instrumentos, etc.), con este procedimiento además de verificar continuamente el correcto funcionamiento del sistema garantizamos la autenticidad de la información registrada.

La información almacenada en la memoria del registrador es llevada hacia la PC por medio de una comunicación wireless entre estos dos elementos, sin la necesidad de extraer el sistema del vehículo o la conexión de un tipo determinado de cable, este procedimiento organiza los datos de tal manera que su interpretación sea correcta y sencilla.

#### **6.2 ETAPA INICIAL DE LAS PRUEBAS**

La realización de la etapa inicial, tiene por finalidad conocer exactamente la relación existente entre cada una de las señales generadas por los sensores ubicados en el pedal del freno, cinturón de seguridad y sensor VSS en el vehículo, así como, cada una de las cámaras externas e interna.

##### **a. Prueba del sensor de velocidad (VSS)**

Esta prueba se la realizó en forma progresiva partiendo desde una velocidad de 0 km/h hasta alcanzar los 120 Km/h.

En la etapa de la primera prueba se trabaja mediante la medición del voltaje generado con un Multímetro y se establece la relación con la velocidad del vehículo, los resultados se muestran en la tabla 6.1.

**Tabla 6. 1 Relación velocidad-voltaje.**

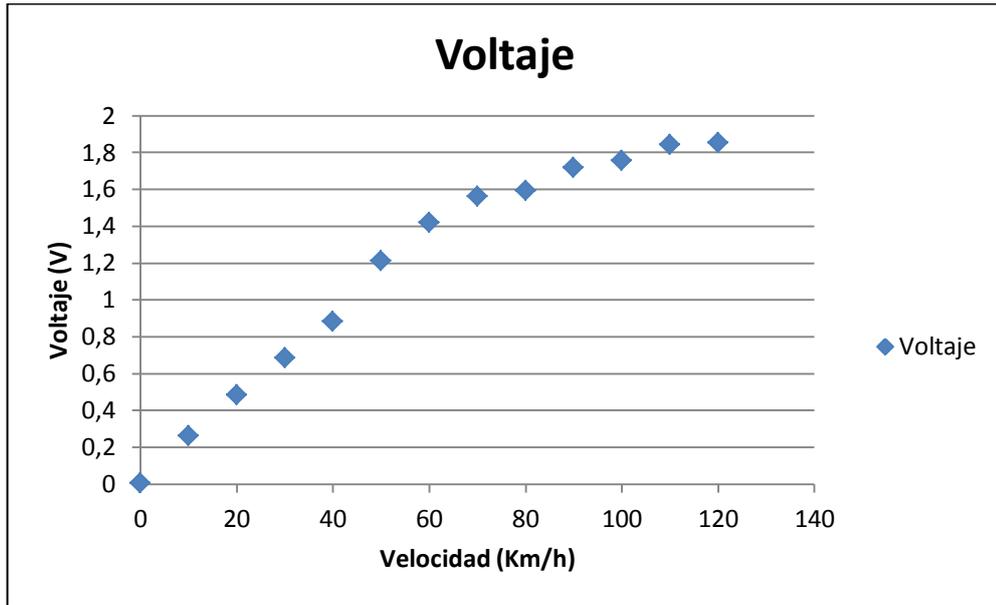
<b>SENSOR DE VELOCIDAD (VSS)</b>	
<b>Velocidad (Km/h)</b>	<b>Voltaje (Voltios)</b>
0 - 10	0,260521
11 - 20	0,484022
21 - 30	0,686515
31 - 40	0,881938
41 - 50	1,21114
51 - 60	1,42003
61 - 70	1,56212
71 - 80	1,59456
81 - 90	1,71885
91 - 100	1,75645
101 - 110	1,8431
111 - 120	1,8533

**Fuente:** Grupo de investigación



**Fuente:** Grupo de investigación

**Figura 6. 1 Toma de voltajes del sensor VSS**



Fuente: Grupo de investigación

**Figura 6. 2 Curva de voltaje del sensor de velocidad**

En la gráfica se puede observar que a medida que la velocidad aumenta también se eleva el voltaje enviado por el sensor VSS.

Podemos concluir que esta prueba es de gran importancia para encontrar una ecuación perfecta que será de gran ayuda en la programación al momento de leer las diferentes señales de voltaje del VSS y poder registrar la velocidad que tiene el vehículo.

La ecuación hallada es la siguiente:

$$38.004x^4 - 109.22x^3 + 96.32x^2 + 17.613x + 0.0018$$

#### **b. Prueba del sensor del freno**

Esta prueba se realiza mediante la medición de continuidad del sensor en las diferentes posiciones del pedal del freno suelto y presionado completamente.

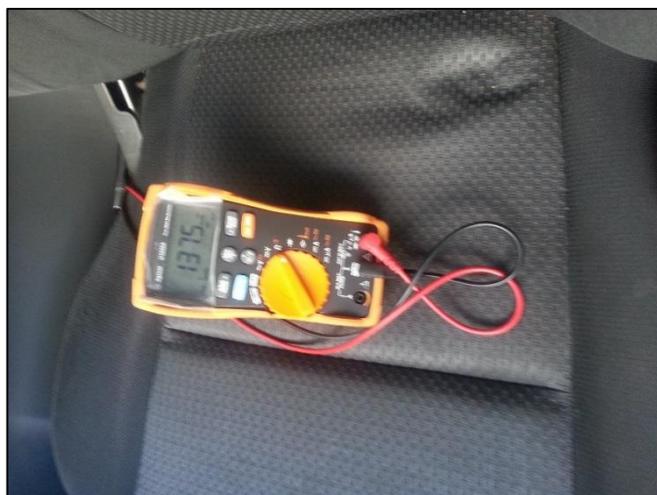
<b>POSICIÓN DEL PEDAL</b>	<b>CONTINUIDAD</b>
---------------------------	--------------------

Suelto	1375
Presionado	0 L



Fuente: Grupo de investigación

Figura 6. 3 Prueba del sensor del freno (Pedal suelto)



Fuente: Grupo de investigación

Figura 6. 4 Prueba del sensor del freno (Pedal presionado)

c. Prueba del sensor del cinturón de seguridad

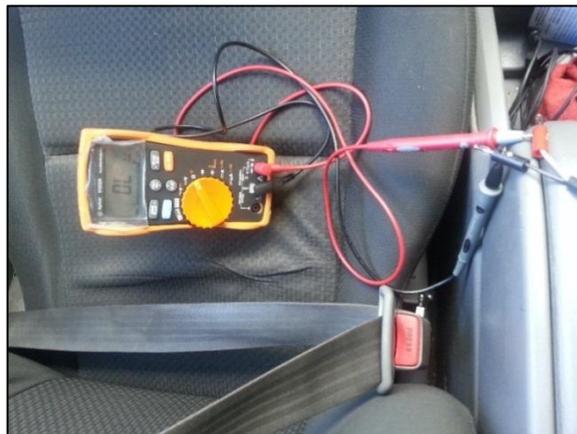
Esta prueba al igual que la anterior se realiza mediante la medición de continuidad del sensor en la posición de abrochado y desabrochado del cinturón.

POSICIÓN	CONTINUIDAD
Desabrochado	0 L
Abrochado	03



**Fuente:** Grupo de investigación

**Figura 6. 5 Prueba del sensor del cinturón (desabrochado)**



**Fuente:** Grupo de investigación

**Figura 6.6 Prueba del sensor del cinturón (abrochado)**

**d. Prueba de las cámaras externas e interna**

Esta prueba se realizó en el trayecto de la vía Toacaso-Laso en condiciones de manejo normal, donde al revisar la memoria del sistema se pudo comprobar que los videos eran de excelente calidad y guardados en la memoria.

Para muestra se puede observar una imagen capturada del video grabado.



**Fuente:** Grupo de investigación

**Figura 6. 7 Cámaras externas**



**Fuente:** Grupo de investigación

**Figura 6. 8 Cámara interior**

### **6.2.1 COMPROBACIÓN Y ANÁLISIS FINAL DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA ELECTRÓNICO DE REGISTRO.**

La verificación final del registrador electrónico de datos se las realiza en varias condiciones normales de manejo. En este proceso además de utilizar todos los componentes que conforman el sistema electrónico de registro se requiere de una computadora portátil con el que se descargara los datos generados hacia la PC.

FECHA	VELOCIDAD	CINTURON	FRENO	OBSERVACION	F/H INICIAL	T. INICIAL	V. INICIAL	F/H FINAL	T. FINAL	V. FINAL	DIST. FRENADO
26/07/2014 10:34:10	1109,72	NO	NO	EXCESO VELOCIDAD	26/07/2014 10:02:09	0,00	580,21	26/07/2014 10:02:46	36,60	462,22	2639,77
26/07/2014 10:34:15	1120,04	NO	NO	EXCESO VELOCIDAD	26/07/2014 10:05:20	0,00	532,41	26/07/2014 10:05:24	3,40	522,90	240,10
26/07/2014 10:34:20	1130,36	NO	NO	EXCESO VELOCIDAD	26/07/2014 10:05:36	0,00	408,31	26/07/2014 10:05:37	1,20	441,32	61,78
26/07/2014 10:34:25	1140,68	NO	NO	EXCESO VELOCIDAD	26/07/2014 10:05:38	0,00	441,32	26/07/2014 10:05:38	0,20	441,32	3,26
26/07/2014 10:34:35	1151,00	NO	NO	EXCESO VELOCIDAD	26/07/2014 10:21:36	0,00	451,89	26/07/2014 10:21:37	1,20	418,09	63,48
26/07/2014 10:34:40	1161,32	NO	NO	EXCESO VELOCIDAD	26/07/2014 10:21:38	0,00	451,78	26/07/2014 10:21:39	1,00	541,61	59,97
26/07/2014 10:34:50	1171,64	NO	NO	EXCESO VELOCIDAD	26/07/2014 10:50:31	0,00	0,00	26/07/2014 10:52:31	119,60	0,00	-8,99
26/07/2014 10:35:00	1181,96	NO	NO	EXCESO VELOCIDAD	26/07/2014 10:52:32	0,00	0,00	26/07/2014 10:52:33	0,80	0,00	-9,00
26/07/2014 10:35:05	1192,28	NO	NO	EXCESO VELOCIDAD	26/07/2014 10:52:35	0,00	0,00	26/07/2014 10:52:48	13,00	0,00	-9,00
26/07/2014 10:35:10	1202,60	NO	NO	EXCESO VELOCIDAD	26/07/2014 10:52:54	0,00	0,00	26/07/2014 10:53:15	20,60	0,01	-8,98
26/07/2014 10:35:15	1212,92	NO	NO	EXCESO VELOCIDAD	26/07/2014 10:53:15	0,00	0,01	26/07/2014 10:53:23	7,60	0,00	-8,99
26/07/2014 10:35:30	1223,24	SI	NO	EXCESO VELOCIDAD	26/07/2014 10:53:24	0,00	0,00	26/07/2014 10:55:18	113,80	0,00	-8,97
26/07/2014 10:35:35	1233,56	SI	NO	EXCESO VELOCIDAD	26/07/2014 10:55:22	0,00	0,00	26/07/2014 10:55:24	1,40	0,00	-9,00
26/07/2014 10:35:40	1243,88	SI	NO	EXCESO VELOCIDAD	26/07/2014 10:55:25	0,00	0,00	26/07/2014 10:55:27	1,60	0,03	-9,00
26/07/2014 10:35:45	1254,20	SI	NO	EXCESO VELOCIDAD	26/07/2014 10:55:27	0,00	0,03	26/07/2014 10:55:29	1,40	0,00	-9,00
26/07/2014 10:35:55	1264,52	NO	NO	EXCESO VELOCIDAD	26/07/2014 10:55:30	0,00	0,00	26/07/2014 10:55:58	27,60	0,00	-8,99
26/07/2014 10:36:00	1274,84	SI	NO	EXCESO VELOCIDAD	26/07/2014 10:56:12	0,00	0,00	26/07/2014 10:56:15	2,80	0,00	-9,00
26/07/2014 10:36:05	1285,16	SI	NO	EXCESO VELOCIDAD	26/07/2014 10:56:17	0,00	0,00	26/07/2014 10:56:19	1,80	0,00	-9,00
26/07/2014 10:36:10	1295,48	SI	NO	EXCESO VELOCIDAD	26/07/2014 10:56:21	0,00	0,00	26/07/2014 10:56:25	4,00	0,01	-9,00
26/07/2014 10:36:15	1305,80	SI	NO	EXCESO VELOCIDAD	26/07/2014 10:56:28	0,00	0,00	26/07/2014 10:56:30	1,20	0,00	-9,00
26/07/2014 10:36:20	1316,12	SI	NO	EXCESO VELOCIDAD	26/07/2014 10:56:31	0,00	0,01	26/07/2014 10:56:33	1,20	0,00	-9,00
26/07/2014 10:36:25	1326,44	SI	NO	EXCESO VELOCIDAD	26/07/2014 10:56:39	0,00	0,00	26/07/2014 10:56:41	1,20	0,00	-9,00
26/07/2014 10:36:30	1336,76	SI	NO	EXCESO VELOCIDAD	26/07/2014 10:56:44	0,00	0,00	26/07/2014 10:56:45	0,80	0,00	-9,00
26/07/2014 10:36:35	1347,08	SI	NO	EXCESO VELOCIDAD	26/07/2014 10:57:11	0,00	0,00	26/07/2014 10:57:12	1,00	0,02	-9,00
					26/07/2014 10:57:13	0,00	0,02	26/07/2014 10:57:14	0,40	0,00	-9,00
					26/07/2014 10:57:15	0,00	0,00	26/07/2014 10:57:15	0,40	0,00	-9,00

Fuente: Grupo de investigación

Figura 6. 9 Panel de visualización de datos registrados

a. Prueba 1: Registro de velocidad, uso del cinturón y freno

La prueba se realizó con el vehículo en condiciones de manejo normal, obteniendo de esta manera los siguientes resultados:

Tabla 6. 2 Datos registrados en la prueba 1

FECHA	VELOCIDAD Km/h	CINTURÓN	FRENO	OBSERVACIÓN
19/07/2014 10:33:40	0,75	SI	NO	
19/07/2014 10:34:05	0,72	SI	NO	

19/07/2014 10:36:00	1,18	SI	SI	
19/07/2014 10:36:10	1,35	SI	SI	
19/07/2014 10:36:15	1,25	SI	SI	
19/07/2014 10:36:25	1,17	SI	SI	
19/07/2014 10:36:30	1,43	SI	SI	
19/07/2014 11:03:15	90,26	SI	NO	
19/07/2014 11:03:20	111,22	SI	NO	EXCESO VELOCIDAD
19/07/2014 11:03:25	125,55	SI	NO	EXCESO VELOCIDAD
19/07/2014 11:03:30	135,87	SI	NO	EXCESO VELOCIDAD
19/07/2014 11:03:35	123,47	SI	NO	EXCESO VELOCIDAD
19/07/2014 11:03:40	69,70	SI	NO	
19/07/2014 11:03:45	117,60	SI	NO	EXCESO VELOCIDAD
19/07/2014 11:03:50	86,35	SI	NO	
19/07/2014 11:03:55	69,28	SI	SI	
19/07/2014 11:04:00	8,22	SI	NO	
19/07/2014 11:04:10	10,51	SI	NO	

**Fuente:** Grupo de investigación

En el momento que se produce el impacto a través de los sensores, se genera una línea de datos diferente a los que están siendo almacenados, la finalidad de la misma es dar a conocer la fecha, hora, velocidad, uso del cinturón y accionamiento del freno.

En la tabla 6.2 se puede observar que a la velocidad de 90.26 Km/h el conductor llevaba puesto el cinturón de seguridad y no utilizó el freno, adicionalmente a la velocidad de 125 Km/h nos muestra una observación indicando que el conductor excede la velocidad permitida para el tipo de vehículo en el cual se implementó el proyecto.

Posteriormente se realizó otra prueba en donde se mostrara el tiempo de accionamiento del freno (tiempo de frenado), al igual que la distancia que tarda el vehículo en detenerse durante el tiempo de accionamiento del pedal del freno (Distancia de frenado).

#### **b. Prueba 2: Registro de tiempo de frenado y distancia de frenado**

F/H INICIAL	T. INICIAL	V. INICIAL	F/H FINAL	T. FINAL	V. FINAL	DIST. FRENADO	
05/08/2014 12:30:22	0,00	29,62	05/08/2014 12:30:26	3,80	13,24	2,31	
05/08/2014 12:30:33	0,00	8,98	05/08/2014 12:30:36	3,00	0,38	0,00	
05/08/2014 12:30:59	0,00	4,75	05/08/2014 12:31:01	1,40	2,98	0,00	
05/08/2014 12:31:23	0,00	25,24	05/08/2014 12:31:39	16,00	0,00	19,04	
05/08/2014 12:32:01	0,00	2,73	05/08/2014 12:32:07	6,40	0,01	0,00	
05/08/2014 12:32:17	0,00	2,26	05/08/2014 12:32:20	2,60	0,55	0,00	
05/08/2014 12:32:21	0,00	0,39	05/08/2014 12:32:24	2,60	0,81	0,00	
05/08/2014 12:32:28	0,00	1,72	05/08/2014 12:32:40	11,40	0,00	0,00	
05/08/2014 12:32:41	0,00	0,00	05/08/2014 12:32:46	5,20	0,00	0,00	
05/08/2014 12:32:48	0,00	0,00	05/08/2014 12:32:54	6,00	0,00	0,00	
05/08/2014 12:33:00	0,00	3,68	05/08/2014 12:33:04	3,80	0,05	0,00	
05/08/2014 12:33:06	0,00	1,18	05/08/2014 12:33:09	2,00	1,52	0,00	
05/08/2014 12:33:11	0,00	2,32	05/08/2014 12:33:12	1,40	3,14	0,00	
05/08/2014 12:33:14	0,00	2,11	05/08/2014 12:34:01	46,60	0,00	0,00	
05/08/2014 12:34:15	0,00	3,59	05/08/2014 12:34:21	5,20	0,00	0,00	
05/08/2014 12:34:26	0,00	2,47	05/08/2014 12:34:54	28,00	0,00	0,00	
05/08/2014 12:35:09	0,00	6,84	05/08/2014 12:35:13	3,60	0,17	0,00	
05/08/2014 12:35:16	0,00	1,43	05/08/2014 12:35:51	34,40	0,00	0,00	
05/08/2014 12:36:01	0,00	15,78	05/08/2014 12:36:08	7,20	7,30	2,54	
05/08/2014 12:36:33	0,00	15,62	05/08/2014 12:36:51	18,00	0,00	10,52	
05/08/2014 12:36:55	0,00	4,82	05/08/2014 12:36:57	2,00	0,79	0,00	
05/08/2014 12:36:59	0,00	0,19	05/08/2014 12:37:02	2,60	0,20	0,00	
05/08/2014 12:37:15	0,00	22,04	05/08/2014 12:37:18	2,20	17,30	0,00	
05/08/2014 12:37:35	0,00	19,99	05/08/2014 12:37:40	5,40	1,26	0,00	
05/08/2014 12:37:42	0,00	0,00	05/08/2014 12:37:52	10,20	0,00	0,00	

Fuente: Grupo de investigación

**Figura 6. 10 Datos registrados tiempo de frenado y distancia de frenado**

En esta prueba se genera una línea de datos diferente a los que están siendo almacenados en la prueba 1, la finalidad de la misma es dar a conocer la fecha, hora, velocidad inicial, velocidad final, tiempo de frenado y distancia de frenado.

En la figura 6.10 se puede observar que se registró la velocidad inicial de 29.62 Km/h y la velocidad final de 13.24 Km/h y el conductor presiono el freno durante un tiempo de 3,80 segundos obteniendo un valor de distancia de frenado igual a 2,31 metros.

Para comprobar la distancia de frenado que registro la caja electrónica, se tomó como punto de referencia un cono de tráfico donde se presionó el pedal de freno, para después realizar la medición con un metro y comparar

la medida registrada con la comprobada, obteniendo un valor de distancia de frenado a una velocidad de 29.62 Km/h de 2.31 m.



**Fuente:** Grupo de investigación

**Figura 6. 11 Comprobación de la distancia de frenado**

### **6.3 CONCLUSIONES**

- Con la ayuda del software LabVIEW se diseñó el programa, el cual se encargara de llevar los registros de información.
- En el vehículo Mazda BT-50 se adecuó un sensor de frenado (Interruptor fin de carrera), cinturón de seguridad (Interruptor fin de carrera) y cámaras de video externas (Dericam H216W) y una cámara interna (Genius Facecam 320x usb) para él envió de señales al registrador de información.

- Después de haber efectuado varios parámetros de funcionamiento de cada uno de los sensores y cámaras, se constató que la caja registradora de información recibe correctamente cada señal enviada por los componentes antes mencionados.
- Se seleccionó los componentes eléctricos y electrónicos adecuados, y que cumplen la función de enviar señales a la tarjeta Arduino R3 para identificarlas y registrarlas en la memoria del mainboard para el respectivo análisis.
- Realizadas las pruebas de cada uno de los componentes electrónicos y verificando su correcta adecuación, se procedió con la implementación del registrador de datos en el vehículo, realizando la evaluación correspondiente del sistema en condiciones normales de trabajo obteniendo resultados satisfactorios y un excelente registro de datos.

#### **6.4 RECOMENDACIONES**

- Siempre se debe de tener en cuenta las condiciones para las cuales el sistema va a funcionar, por motivo que existen diferentes tipos de sensores de velocidad y varían según las marcas de los vehículos.
- Al momento de realizar las conexiones tener mucho cuidado ya que cualquier pequeño cortocircuito podría afectar seriamente al ECU.
- Proponemos que este sistema sea implementado en los vehículos de transporte público con el fin de disminuir los impactos vehiculares mediante el correcto análisis de la información obtenida.

- Para la correcta utilización del sistema es recomendable leer el manual de usuario ya que en él se encuentran las instrucciones necesarias para su utilización.
- Antes de realizar la instalación de los componentes eléctricos y electrónicos se debe comprobar su correcto funcionamiento, para evitar tener problemas a futuro.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Marcelo, Alonso. Onofre, Rojo. FÍSICA Mecánica y termodinámica. Wilmington, Delaware, E.U.A. Addison-Wesley Iberoamericana.
- Marcelo, Alonso. Onofre, Rojo. FÍSICA Mecánica y termodinámica. Wilmington, Delaware, E.U.A.. Addison-Wesley Iberoamericana.
- Manual del Automóvil Reparación y Mantenimiento Suspensión, dirección, frenos, neumáticos y airbag edición 2001, CULTURAL, S.A Polígono industrial Arroyomolinos. Calle C, núm. 15 Móstoles. MADRID-ESPAÑA.
- Manual del Automóvil Reparación y Mantenimiento, Electricidad, accesorios y transmisión, edición 2001, CULTURAL, S.A Polígono

industrial Arroyomolinos. Calle C, núm. 15 Móstoles. MADRID-  
ESPAÑA.

- Matemática aplicada para la técnica del automóvil GTZ

## **NETGRAFÍA**

- **El concepto de causa basal en materia de responsabilidad extracontractual por accidentes de tránsito**

[http://www.slideshare.net/IgnacioRojasB/el-concepto-de-causa-basal-en-los-accidentes-de-trnsito-ignacio-rojas-barrientos:](http://www.slideshare.net/IgnacioRojasB/el-concepto-de-causa-basal-en-los-accidentes-de-trnsito-ignacio-rojas-barrientos) [Citado el 20/02/2013]

- **Ecuador con nueva tipología de accidentes**

<http://www.ecuador-vial.com/wp-content/uploads/2012/11/ECUADOR-CON-NUEVA-TIPOLOG%C3%8DA-DE-ACCIDENTES-DE-TR%C3%81NSITO.pdf> [Citado el 20/02/2013]

- **Accidentes de transito**

[http://www.cal.org.pe/pdf/diplomados/rnt02.pdf:](http://www.cal.org.pe/pdf/diplomados/rnt02.pdf) [Citado el 22/02/2013]

- **Accidentes de transito**

<http://transito-accidentesdetransito.blogspot.com/2012/03/definicion.html>:  
[Citado el 22/02/2013]

- **SED VIAL.-Seguridad y EDucación Vial**

<https://es-es.facebook.com/EducacionPeatonalUacm/posts>: [Citado el  
22/02/2013]

- **Accidentes de tránsito arrastramientos y aplastamientos**

<http://transito-accidentesdetransito.blogspot.com/2012/03/definicion.html>:  
[Citado el 25/02/2013]

- **Accidentes de transito**

[http://www.buenastareas.com/ensayos/Accidentes-De-  
Transito/3624732.html](http://www.buenastareas.com/ensayos/Accidentes-De-Transito/3624732.html): [Citado el 25/02/2013]

- **Accidentes de trafico**

<http://pantha-rei.blogspot.com/2007/02/colisiones.html>: [Citado el  
25/02/2013]

- **Clases de accidentes de tránsito**

<http://clasesdeaccidentesdetransito.wikispaces.com>: [Citado el 25/02/2013]

- **Física I y II – Magnitudes**

<http://cienciasnaturales-fisica.blogspot.com/2007/03/fsica-magnitudes.html>:  
[Citado el 02/03/2013]

- **Definición de impacto**

<http://www.definicionabc.com/general/impacto.php>: [Citado el 02/03/2013]

- **Inercia**

<http://es.wikipedia.org/wiki/Inercia>: [Citado el 02/03/2013]

- **Distancia**

Microsoft Encarta 2008. Microsoft Corporation: [Citado el 02/03/2013]

- **Sensor VSS**

<http://expoypracticass2bmmarturo.blogspot.com/2012/06/sensor-vss-sensor-de-velocidad-el-auto.html>: [Citado el 15/03/2013]

- **Que es un interruptor de luz de freno**

[http://www.ehowenespanol.com/interruptor-luz-freno-hechos\\_89867](http://www.ehowenespanol.com/interruptor-luz-freno-hechos_89867): [Citado el 15/03/2013]

- **Para estudiantes y profesionales de la automoción**

<http://professionalautomotive.wordpress.com/2012/07/24/cajas-de-cambio-tipos-y-funcionamiento>: [Citado el 16/03/2013]

- **Desaceleración**

<http://www.mecanicavirtual.com.ar>: [Citado el 18/03/2013]

- **Sistema Electrónico**

<http://ederhinojosa.blogspot.com/2012/06/sensor-vss-el-sensor-de-velocidad-del.html>: [Citado el 20/03/2013]

- **Tutorial de Labview**

[http://www.gte.us.es/ASIGN/IE\\_4T/Tutorial%20de%20Labview.pdf](http://www.gte.us.es/ASIGN/IE_4T/Tutorial%20de%20Labview.pdf): [Citado el 04/04/2013]

- **Labview**

[www.ticoiescolme.org.es/presentaciones2011/Rober-LABVIEW.pptx](http://www.ticoiescolme.org.es/presentaciones2011/Rober-LABVIEW.pptx): [Citado el 04/04/2013]

- **Arduino**

<http://arduino.cc>: [Citado el 01/02/2014]

- **Dericam H216W**

<http://www.ipcam-shop.nl>: [Citado el 03/05/2014]

- **Schumacher power inverter 400W**

<http://www.walmart.com>: [Citado el 15/03/2014]

- **FaceCam 320X**

<http://www.geniusnet.com>: [Citado el 18/04/2014]

**ANEXOS**

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

- **A.- PROGRAMACIÓN DE LA TARJETA ARDUINO UNO R3 CON EL SOFTWARE LabVIEW Y DEMÁS COMPLEMENTOS.**
- **B.- MANUAL DE USUARIO/ADMINISTRADOR.**
- **C.- TABLAS ESTADÍSTICAS AGENCIA NACIONAL DE TRÁNSITO (A.N.T.).**
- **D.- FICHA TÉCNICA MAZDA BT 50.**
- **E.- ARTÍCULO CIENTÍFICO DEL PROYECTO.**

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE  
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**CERTIFICACIÓN**

**Latacunga, Agosto de 2014**

---

**Ing. Mauricio Cruz  
DIRECTOR**

---

**Ing. Sixto Reinoso  
CODIRECTOR**

---

**Ing. Juan Castro Clavijo  
DIRECTOR DE CARRERA  
INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

---

**Dr. Freddy Jaramillo Checa  
SECRETARIO ACADÉMICO  
UNIDAD DE ADMISIÓN Y REGISTRO**