



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**“ESTUDIO TÉCNICO Y DESCRIPTIVO SOBRE LA  
SEGURIDAD Y CONFORT EN UN VEHÍCULO TOYOTA PRIUS  
HÍBRIDO DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA  
EQUINOCCIAL”**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE INGENIERO AUTOMOTRIZ**

**PABLO ANDRÉS CEVALLOS MONTALVO**

**DIRECTOR: ING. DIEGO LÓPEZ**

**Quito, Octubre 2014**

© Universidad Tecnológica Equinoccial. 2014  
Reservados todos los derechos de reproducción

## DECLARACIÓN

Yo **PABLO ANDRÉS CEVALLOS MONTALVO**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Tecnológica Equinoccial puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

---

Pablo Cevallos M

C.I. 1717177909

# CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título “**Estudio técnico y descriptivo sobre la seguridad y confort en un vehículo Toyota Prius Híbrido de la Universidad Tecnológica Equinoccial**”, que, para aspirar al título de **Ingeniero Automotriz** fue desarrollado por **Pablo Andrés Cevallos Montalvo**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 18 y 25.

---

Ing. Diego López

DIRECTOR DEL TRABAJO

C.I. 1711362242

## **DEDICATORIA**

A mis padres y hermano quienes han sido mi fortaleza y un apoyo incondicional en todo este tiempo.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecimiento especial al Ing. Diego López quien orientó el desarrollo de este estudio.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

	<b>PÁGINA</b>
<b>RESUMEN</b> .....	xviii
<b>ABSTRACT</b> .....	xix
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>2. MARCO TEORICO</b> .....	3
2.1. CONCEPTOS Y DEFINICIONES .....	3
2.1.1. HISTORIA DE LOS VEHÍCULOS HÍBRIDOS.....	3
2.1.2. CONCEPTOS FUNDAMENTALES .....	8
2.1.2.1. Tecnología híbrida .....	8
2.1.2.2. Vehículo híbrido .....	9
2.1.2.2.1. Ventajas.....	10
2.1.2.2.2. Desventajas .....	11
2.1.2.3. Conceptos básicos de la electricidad .....	11
2.1.2.3.1. Circuito eléctrico .....	11
2.1.2.3.2. Tensión.....	12
2.1.2.3.3. Corriente.....	12
2.1.2.3.3.1. Corriente continua .....	13
2.1.2.3.3.2. Corriente alterna.....	13
2.1.2.3.4. Resistencia .....	14
2.1.2.3.5. Potencia.....	14
2.1.2.3.6. Onda.....	15
2.1.2.3.6.1. Elementos de una onda.....	15
2.1.2.3.6.2. Formas de ondas básicas.....	16
2.1.3. COMPONENTES ELECTRÓNICOS .....	17

2.1.3.1. Resistencia .....	17
2.1.3.2. Potenciómetro .....	18
2.1.3.3. Condensador .....	19
2.1.3.4. Transistor .....	20
2.1.3.5. Bobina.....	21
2.1.3.6. Relé .....	21
2.1.3.7. Diodo .....	22
2.1.3.8. Sensores presentes en la seguridad y el confort.....	23
2.1.3.8.1. Sensor de temperatura .....	23
2.1.3.8.2. Sensor inductivo .....	24
2.1.3.8.3. Sensor de efecto Hall.....	25
2.1.3.8.4. Sensor de presión piezoeléctrico .....	26
2.1.4. UNIDAD DE CONTROL ELECTRÓNICA (ECU) .....	28
2.1.4.1. Procesamiento de señales .....	29
2.1.4.2. Elementos de la ECU .....	30
2.2. ANÁLISIS DESCRIPTIVO .....	31
2.2.1. CONDUCCIÓN EN CONDICIONES ADVERSAS .....	31
2.2.2. SEGURIDAD ACTIVA .....	33
2.2.2.1. Frenos.....	33
2.2.2.1.1. Anti-lock braking System (ABS) .....	35
2.2.2.1.1.1. Partes y funcionamiento .....	36
2.2.2.1.2. Electronic brakeforce distribution (EBD).....	39
2.2.2.1.3. Brake assistance (BA) .....	40
2.2.2.2. Sistema electrónico activo de tracción (TRAC) .....	40
2.2.2.3. Sistema electrónico de estabilidad (VSC) .....	41
2.2.2.3.1. Partes y funcionamiento .....	42

2.2.2.4. Suspensión y amortiguación .....	43
2.2.2.4.1. Componentes principales y funcionamiento .....	44
2.2.2.5. Dirección .....	47
2.2.2.5.1. Partes y funcionamiento .....	47
2.2.2.5.2. Ventajas.....	48
2.2.2.6. Neumáticos .....	49
2.2.2.6.1. Partes y nomenclatura .....	50
2.2.2.7. Iluminación .....	52
2.2.3. SEGURIDAD PASIVA .....	54
2.2.3.1. Airbag (SRS) .....	54
2.2.3.1.1. Tipos de airbag .....	55
2.2.3.1.2. Componentes y funcionamiento.....	56
2.2.3.2. Cinturón de seguridad .....	58
2.2.3.3. Columna de dirección retráctil .....	60
2.2.3.4. Chasis y carrocería .....	61
2.2.3.5. Cristales .....	63
2.2.3.5.1. Tipos de vidrios.....	64
2.2.3.6. Asientos y apoyacabezas.....	65
2.2.4. CONFORT .....	67
2.2.4.1. Climatización.....	67
2.2.4.1.1. Ventilación .....	67
2.2.4.1.2. Calefacción .....	69
2.2.4.1.3. Aire acondicionado .....	70
2.2.4.2. Smart keyless system .....	75
2.2.4.3. Head up display .....	76
2.2.4.4. Touch tracer display.....	76

<b>3. METODOLOGÍA.....</b>	<b>77</b>
3.1. SENSORES QUE INTERVIENEN EN SISTEMAS DE SEGURIDAD Y CONFORT .....	81
3.1.1. SENSOR DE LA VELOCIDAD DE LA RUEDA.....	81
3.1.2. SENSOR DE IMPACTO .....	83
3.1.3. SENSOR DE DIRECCIÓN .....	85
3.1.4. SENSOR DE POSICIÓN DEL ACELERADOR.....	87
3.1.5. SENSOR DE POSICIÓN DEL FRENO.....	90
3.1.6. SENSOR YAW RATE .....	92
3.1.7. SENSORES SISTEMA SMART KEY .....	97
3.1.8. SENSOR DE DETECCIÓN DE ASIENTO.....	100
3.1.9. SENSOR DEL CINTURÓN DE SEGURIDAD.....	101
3.2. SRS AIRBAG .....	102
3.3. PRETENSOR DEL CINTURÓN DE SEGURIDAD.....	109
3.4. DIRECCIÓN ELÉCTRICA (EPS) .....	113
3.5. SISTEMA DE FRENOS.....	117
3.6. CÓDIGOS DE FALLA O DTCs.....	131
<b>4. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....</b>	<b>135</b>
4.1. ANÁLISIS DE RUTA CON SCANNER AUTOMOTRIZ .....	135
4.2. ANÁLISIS DE ILUMINACIÓN .....	141
4.3. ANÁLISIS DE FRENOS.....	141
<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>148</b>
5.1. CONCLUSIONES.....	148
5.2. RECOMENDACIONES.....	151
<b>NOMENCLATURA Y GLOSARIO .....</b>	<b>153</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>155</b>

<b>ANEXOS .....</b>	<b>160</b>
---------------------	------------

# ÍNDICE DE TABLAS

	<b>PÁGINA</b>
<b>Tabla 1.</b> Codificación de colores de la resistencia .....	18
<b>Tabla 2.</b> Codificación de colores del condensador .....	20
<b>Tabla 3.</b> Puntos de evaluación GOA, Japón, EE.UU, Europa .....	62
<b>Tabla 4.</b> Voltajes Sensor de velocidad de la rueda .....	82
<b>Tabla 5.</b> Voltajes Sensor de impacto .....	84
<b>Tabla 6.</b> Voltajes Sensor de dirección .....	85
<b>Tabla 7.</b> Voltajes Sensor APP .....	88
<b>Tabla 8.</b> Voltajes Sensor de posición del freno .....	90
<b>Tabla 9.</b> Voltajes Sensor YAW RATE .....	93
<b>Tabla 10.</b> Voltajes Sensor Smart Key .....	97
<b>Tabla 11.</b> Voltajes Sensor de asiento .....	100
<b>Tabla 12.</b> Voltajes Sensor del cinturón .....	101
<b>Tabla 13.</b> Voltajes SRS airbag.....	102
<b>Tabla 14.</b> Voltajes del pretensor .....	109
<b>Tabla 15.</b> Voltajes de los solenoides .....	125
<b>Tabla 16.</b> Voltajes del cableado del socket de la Skid control ECU .....	128
<b>Tabla 17.</b> Datos de iluminación .....	141
<b>Tabla 18.</b> Datos de frenado 1 .....	141
<b>Tabla 19.</b> Datos de frenado 2 .....	143
<b>Tabla 20.</b> Datos de frenado 3 .....	144
<b>Tabla 21.</b> Datos de frenado 4 .....	146

**Tabla 22.** Resultados de suavidad en el frenado ..... 147

# ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>PÁGINA</b>
<b>Figura 1.</b> Arnold automobile Benz Patent-Motorwagen "Velo" .....	4
<b>Figura 2.</b> Hermanos Pieper y su prototipo .....	5
<b>Figura 3.</b> Lohner-Porsche o Semper Vivus .....	6
<b>Figura 4.</b> Toyota Prius híbrido .....	8
<b>Figura 5.</b> Diferencia de cargas .....	13
<b>Figura 6.</b> Flujo de la corriente continua .....	13
<b>Figura 7.</b> Flujo de la corriente alterna.....	14
<b>Figura 8.</b> Resistencia al paso de electrones.....	14
<b>Figura 9.</b> Elementos de la onda .....	16
<b>Figura 10.</b> Onda Sinusoidal.....	16
<b>Figura 11.</b> Onda Cuadrada .....	16
<b>Figura 12.</b> Onda Triangular .....	17
<b>Figura 13.</b> Onda diente de sierra.....	17
<b>Figura 14.</b> Resistencia variable (potenciómetro rotatorio) .....	18
<b>Figura 15.</b> Tipos de transistores.....	21
<b>Figura 16.</b> Bobinas.....	21
<b>Figura 17.</b> Funcionamiento y partes del relé .....	22
<b>Figura 18.</b> Simbología de un diodo .....	23
<b>Figura 19.</b> Partes de un sensor de temperatura .....	23
<b>Figura 20.</b> Curvas características de los sensores PTC y NTC .....	24
<b>Figura 21.</b> Constitución de un sensor inductivo.....	25

<b>Figura 22.</b> Disposición de un sensor inductivo .....	25
<b>Figura 23.</b> Funcionamiento del sensor de efecto Hall.....	26
<b>Figura 24.</b> Efecto piezoeléctrico .....	27
<b>Figura 25.</b> Esquema del sensor de presión piezoeléctrico .....	27
<b>Figura 26.</b> Procesamiento de señales en la ECU .....	29
<b>Figura 27.</b> Estructura interna de la ECU.....	31
<b>Figura 28.</b> Partes del freno de disco .....	34
<b>Figura 29.</b> Circuito de frenos de disco.....	34
<b>Figura 30.</b> Esquema 4 canales 4 sensores diagonal.....	35
<b>Figura 31.</b> Partes del sistema de frenos ABS.....	36
<b>Figura 32.</b> Fase de subida ABS .....	37
<b>Figura 33.</b> Fase de mantenimiento ABS.....	38
<b>Figura 34.</b> Fase de bajada ABS .....	38
<b>Figura 35.</b> Distribución de fuerza con y sin EBD .....	39
<b>Figura 36.</b> Distancia de frenado con y sin BAS .....	40
<b>Figura 37.</b> Diferencia de tracción entre ruedas motrices .....	41
<b>Figura 38.</b> Comportamiento con y sin VSC .....	42
<b>Figura 39.</b> Esquema del circuito VSC.....	43
<b>Figura 40.</b> Resorte de suspensión helicoidal.....	44
<b>Figura 41.</b> Partes del amortiguador .....	45
<b>Figura 42.</b> Estabilizador .....	45
<b>Figura 43.</b> Barra estabilizadora .....	46
<b>Figura 44.</b> Neumático.....	46
<b>Figura 45.</b> Dirección por piñón y cremallera con asistencia eléctrica .....	48

<b>Figura 46.</b> Esfuerzos del neumático .....	49
<b>Figura 47.</b> Partes del neumático .....	51
<b>Figura 48.</b> Nomenclatura.....	52
<b>Figura 49.</b> Iluminación delantera .....	53
<b>Figura 50.</b> Iluminación trasera.....	53
<b>Figura 51.</b> Iluminación interior .....	54
<b>Figura 52.</b> Airbag frontal conductor y acompañante .....	55
<b>Figura 53.</b> Airbag lateral pasajeros .....	56
<b>Figura 54.</b> Partes del generador de gas .....	57
<b>Figura 55.</b> Tiempos de activación .....	58
<b>Figura 56.</b> Cinturón de 3 puntos.....	59
<b>Figura 57.</b> Partes y funcionamiento del cinturón .....	59
<b>Figura 58.</b> Tipos de columnas .....	60
<b>Figura 59.</b> Junta cardán .....	61
<b>Figura 60.</b> Materiales de la carrocería monocasco.....	62
<b>Figura 61.</b> Deformación programada.....	63
<b>Figura 62.</b> Fragmentos de vidrio templado.....	64
<b>Figura 63.</b> Estructura del vidrio laminado .....	65
<b>Figura 64.</b> Confort del conductor.....	65
<b>Figura 65.</b> Partes del asiento .....	66
<b>Figura 66.</b> Protección del apoyacabezas .....	67
<b>Figura 67.</b> Circulación de aire por el habitáculo .....	68
<b>Figura 68.</b> Disp. del conjunto climatizador en el panel de instrumentos .....	68
<b>Figura 69.</b> Funcionamiento y distribución de aire .....	69

<b>Figura 70.</b> Diagrama de la zona de confort .....	70
<b>Figura 71.</b> Filtro de habitáculo.....	71
<b>Figura 72.</b> Filtro deshidratante .....	71
<b>Figura 73.</b> Compresor .....	71
<b>Figura 74.</b> Condensador .....	72
<b>Figura 75.</b> Evaporador .....	72
<b>Figura 76.</b> Constitución la válvula de expansión .....	73
<b>Figura 77.</b> Refrigerante R134a.....	73
<b>Figura 78.</b> Partes y funcionamiento A/C.....	75
<b>Figura 79.</b> Smart keyless .....	75
<b>Figura 80.</b> Head up display .....	76
<b>Figura 81.</b> Volante con controles.....	76
<b>Figura 82.</b> Vehículo Toyota Prius híbrido 2010 .....	77
<b>Figura 83.</b> Frenómetro y luxómetro automotriz.....	77
<b>Figura 84.</b> Scanner automotriz G-SCAN .....	78
<b>Figura 85.</b> Scanner automotriz Techstream TOYOTA.....	78
<b>Figura 86.</b> Osciloscopio OTC automotriz.....	78
<b>Figura 87.</b> Multímetro OTC automotriz .....	79
<b>Figura 88.</b> Destornilladores .....	79
<b>Figura 89.</b> Destornilladores de precisión .....	79
<b>Figura 90.</b> Juego de rachas .....	80
<b>Figura 91.</b> Llaves de tuercas.....	80
<b>Figura 92.</b> Gata.....	80
<b>Figura 93.</b> Elevador.....	81

<b>Figura 94.</b> Señal del sensor de velocidad de la rueda .....	82
<b>Figura 95.</b> Sensor del ABS.....	82
<b>Figura 96.</b> Ubicación del sensor.....	83
<b>Figura 97.</b> Diagrama eléctrico sensor de velocidad de rueda.....	83
<b>Figura 98.</b> Sensor de presión piezoeléctrico .....	84
<b>Figura 99.</b> Ubicación del sensor.....	84
<b>Figura 100.</b> Diagrama eléctrico sensor de impacto .....	85
<b>Figura 101.</b> Señal del sensor de dirección .....	86
<b>Figura 102.</b> Sensor de dirección .....	86
<b>Figura 103.</b> Diagrama eléctrico sensor de dirección.....	87
<b>Figura 104.</b> Señal del sensor APP .....	88
<b>Figura 105.</b> Sensor APP .....	89
<b>Figura 106.</b> Diagrama eléctrico sensor de posición acelerador .....	89
<b>Figura 107.</b> Señal del sensor de posición de freno .....	91
<b>Figura 108.</b> Sensor de posición del freno.....	91
<b>Figura 109.</b> Diagrama eléctrico sensor de posición de pedal de freno .....	92
<b>Figura 110.</b> Señal del sensor YAW RATE.....	93
<b>Figura 111.</b> Sensor YAW RATE.....	93
<b>Figura 112.</b> Ubicación del sensor YAW RATE .....	94
<b>Figura 113.</b> Diagrama eléctrico sensor YAW RATE .....	94
<b>Figura 114.</b> Datos de derrape hacia la izquierda.....	95
<b>Figura 115.</b> Señales de derrape hacia la izquierda .....	96
<b>Figura 116.</b> Datos de derrape hacia la derecha .....	96
<b>Figura 117.</b> Señales de derrape hacia la derecha .....	97

<b>Figura 118.</b> Señal del sensor receptor smart key .....	98
<b>Figura 119.</b> Sensor receptor smart key .....	98
<b>Figura 120.</b> Sensor de proximidad smart key .....	99
<b>Figura 121.</b> Ubicación de los elementos del sistema smart key .....	99
<b>Figura 122.</b> Sensor de detección de asiento .....	100
<b>Figura 123.</b> Sensor del cinturón de seguridad.....	101
<b>Figura 124.</b> Diagrama eléctrico sistema de detección .....	102
<b>Figura 125.</b> Airbag frontal conductor .....	103
<b>Figura 126.</b> Airbag frontal acompañante .....	103
<b>Figura 127.</b> Airbag lateral.....	104
<b>Figura 128.</b> Airbag de cortina .....	104
<b>Figura 129.</b> Airbag de rodillas conductor.....	105
<b>Figura 130.</b> Interruptor ON/OFF airbag del acompañante .....	105
<b>Figura 131.</b> Desmontaje airbag de conductor.....	106
<b>Figura 132.</b> Opciones de diagnóstico .....	106
<b>Figura 133.</b> Opciones de diagnóstico SRS airbag .....	107
<b>Figura 134.</b> Análisis de DTCs .....	107
<b>Figura 135.</b> Códigos de fallas detectados en SRS airbag .....	107
<b>Figura 136.</b> Simulación mediante resistencia .....	108
<b>Figura 137.</b> Borrado de DTCs SRS airbag .....	108
<b>Figura 138.</b> Luz testigo SRS airbag .....	109
<b>Figura 139.</b> Diagrama eléctrico SRS airbag .....	109
<b>Figura 140.</b> Pretensor .....	110
<b>Figura 141.</b> DTCs detectados en SRS airbag .....	111

<b>Figura 142.</b> Simulación mediante resistencia .....	111
<b>Figura 143.</b> DTCs sistema SRS airbag en choque frontal .....	112
<b>Figura 144.</b> Diagrama eléctrico pretensores.....	112
<b>Figura 145.</b> Opciones de diagnóstico .....	113
<b>Figura 146.</b> Opciones de diagnóstico EPS.....	113
<b>Figura 147.</b> Funciones de ajuste .....	114
<b>Figura 148.</b> Instrucciones de rutina .....	114
<b>Figura 149.</b> Luz testigo de dirección ON .....	114
<b>Figura 150.</b> Volante centrado .....	115
<b>Figura 151.</b> Pasos para calibración EPS.....	115
<b>Figura 152.</b> Proceso de calibración .....	115
<b>Figura 153.</b> Calibración .....	116
<b>Figura 154.</b> Luz testigo de dirección OFF .....	116
<b>Figura 155.</b> Flechas guías para centrado.....	117
<b>Figura 156.</b> Proceso de desmontaje sistema limpia parabrisas.....	118
<b>Figura 157.</b> Componentes del sistema de frenos .....	118
<b>Figura 158.</b> Cilindro maestro.....	120
<b>Figura 159.</b> Depósito de líquido de frenos.....	120
<b>Figura 160.</b> Cañerías de distribución.....	121
<b>Figura 161.</b> Frenos de disco .....	121
<b>Figura 162.</b> Freno de estacionamiento.....	122
<b>Figura 163.</b> Circuito hidráulico de frenos.....	124
<b>Figura 164.</b> Sockets de solenoides .....	125
<b>Figura 165.</b> Señales de solenoides .....	126

<b>Figura 166.</b> Señales y corriente de solenoides sin accionar el freno .....	126
<b>Figura 167.</b> Señales y corriente de solenoides accionando el freno .....	127
<b>Figura 168.</b> Socket de la Skid control ECU .....	127
<b>Figura 169.</b> Señales de activación ABS, EBD, TRAC, VSC .....	129
<b>Figura 170.</b> Luz testigo del sistema VSC .....	130
<b>Figura 171.</b> Datos sin frenar.....	130
<b>Figura 172.</b> Datos frenando .....	131
<b>Figura 173.</b> DTCs 1.....	132
<b>Figura 174.</b> DTCs 2.....	132
<b>Figura 175.</b> DTCs 3.....	133
<b>Figura 176.</b> DTCs 4.....	133
<b>Figura 177.</b> DTCs 5.....	134
<b>Figura 178.</b> DTCs 6.....	134
<b>Figura 179.</b> Luz de freno encendida.....	135
<b>Figura 180.</b> Luz de freno apagada .....	135
<b>Figura 181.</b> Freno de estacionamiento sin accionar .....	136
<b>Figura 182.</b> Freno de estacionamiento accionado.....	136
<b>Figura 183.</b> Presión freno sin accionar.....	137
<b>Figura 184.</b> Presión freno accionado .....	137
<b>Figura 185.</b> Velocidad en cada rueda.....	138
<b>Figura 186.</b> Aceleración en cada rueda.....	138
<b>Figura 187.</b> Aceleración transversal y ángulo de giro .....	139
<b>Figura 188.</b> Intensidad de corriente de válvulas solenoides .....	139
<b>Figura 189.</b> Par en ruedas motrices .....	140

<b>Figura 190.</b> Porcentaje de apertura del acelerador .....	140
<b>Figura 191.</b> Prueba eje delantero .....	142
<b>Figura 192.</b> Datos eje delantero .....	142
<b>Figura 193.</b> Pruebas eje trasero .....	143
<b>Figura 194.</b> Datos eje trasero .....	144
<b>Figura 195.</b> Pruebas freno de estacionamiento .....	145
<b>Figura 196.</b> Resultados de frenado .....	145

# ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>PÁGINA</b>
<b>Anexo I</b>	
CCICEV Resultados luxómetro.....	160
<b>Anexo II</b>	
CCICEV Resultados frenómetro .....	161

## RESUMEN

La industria automotriz no escapa a la vertiginosa evolución tecnológica actual que provee mejoras en todos los ámbitos, tornando más peligrosa la conducción, es por esto que se implementa sistemas complementarios y suplementarios, motivo de este trabajo, que ayuden a una mejor reacción del automóvil ante situaciones de alto riesgo, los cuales prevendrán accidentes de tránsito. En el presente análisis, dentro de la seguridad activa se realizaron estudios del funcionamiento de los frenos de disco, de sus componentes y cómo intervienen conjuntamente con los sistemas anti bloqueo (ABS), distribución electrónica (EBD) y asistencia de frenado (BA) demostrando a su vez la eficacia que éstos poseen. Se expone el funcionamiento de cada elemento que actúa en la estabilización del vehículo, como la suspensión, amortiguación, dirección y neumáticos, los cuales colectivamente ejercen trabajos bajo los sistemas TRAC y VSC. Dentro de la seguridad pasiva se analiza concretamente todos los sistemas que ayudan a minimizar el nivel de gravedad en un accidente, como los airbags, cinturones de seguridad, columna de dirección retráctil, carrocería y vidrios de los cuales se analiza pormenores de sus materiales y resistencia. Dentro del confort se menciona puntos como la ventilación y climatización del vehículo, además de sistemas como el Smart keyless, Head up display (HUD), y Touch tracer display (TTD) que ayudan al conductor a concentrarse puntualmente en el camino. La metodología usada consistió en amplia revisión bibliográfica de los temas además de la posterior comprobación práctica y observación que se realizó en múltiples sitios especializados para el efecto utilizando equipos y herramientas automotrices adecuadas. Todos los sistemas de seguridad y confort analizados en el Toyota Prius demostraron ser efectivos y funcionan en correlación apropiada dentro de los rangos propuestos por el fabricante; el Prius es un vehículo que gracias a sus prestaciones se asemeja a un automóvil de alta gama pero que está al alcance económico del usuario promedio que busca calidad a precio razonable.

## **ABSTRACT**

The automotive industry is not an exception to the constant evolution and technological developments which provides better results on every system and upgrades to the cars, the driving is becoming more dangerous because of improved systems and as a fact vehicles become faster , which is why we think on complementary and supplementary systems, the main reason for this work , that helps to a better performance and reaction of the car on situations of high risk , which will prevent traffic accidents. In this analysis, within the active safety the main goal was to provide information of the functioning of the disc brakes, its components and how they interact with each other with anti-lock braking system (ABS), electronic braking distribution (EBD) and braking assistance (BA) systems demonstrating also the efficacy that they possess. The operation of each element acting on stabilizing the vehicle, such as suspension, steering and tires, which work collectively under the TRAC and VSC systems is presented. Within the passive safety the goal is to analyze systems that help minimize the severity in an accident, such as airbags, seat belts, retractable steering column, body and glasses, focusing on the strength materials of it. Within the comfort we provide information about the air conditioning and also systems like smart keyless, Head up display (HUD) and Touch tracer display (TTD) which helps the driver to focus on the road at all times. The methodology used consisted of extensive literature review of the topics as well as subsequent practical testing and observation I made in multiple specialized shops for the effect using proper tools and equipment . All systems analyzed in the Toyota Prius proved to be effective, they work correlated and within the ranges given by the manufacturer, the Toyota Prius is a vehicle that through its performance resembles a high-end car, but it is also affordable to the middle class segment which looks for quality at a fair price, and that is why this car is compared with the best brands in the world giving the consumer what they want.

Se crea este proyecto con la finalidad de conocer todas las prestaciones que ofrece un Toyota Prius en cuanto a seguridad activa, pasiva y confort, como objetivo principal se tiene, realizar un estudio y análisis descriptivo de todos los sistemas de seguridad y confort existentes en el Toyota Prius híbrido 2010, detallando sistemáticamente cada componente que interviene en todo el conjunto del automóvil, demostrando su función, funcionamiento, y procesos que realizan en diferentes ámbitos (electrónica, electricidad, mecánica) para así obtener una fuente de información veraz que sea muy útil a personas interesadas en este tema, principalmente usuarios, trabajadores y estudiantes.

Estos temas hoy en día son muy importantes, puesto que las reglas que rigen el mundo automotriz son cada vez más estrictas y es necesario conocer los sistemas que un auto posee y sea considerado seguro, digno de entrar al mercado y pueda rodar sin inconvenientes, tomando en cuenta su funcionalidad, operación, y principios ya que a la larga éstos sistemas son la base fundamental en el cuidado de la vida de las personas que los conducen, evitando accidentes y salvando vidas.

Además de representar temas interesantes y novedosos para discutir, como objetivos específicos tenemos, conocer brevemente la historia del automóvil híbrido y su evolución, describir los sistemas de seguridad activa y pasiva existentes en el Toyota Prius, analizar y explicar cada sistema de forma práctica para obtener un mejor entendimiento sobre su funcionamiento, crear una base informativa detallada sobre la seguridad y confort automotriz del Toyota Prius y dar a conocer todos los beneficios que este tipo de autos traen.

Los estudiantes de la carrera pueden conocer y familiarizarse con éste tipo de vehículos que cada vez van tomando mayor campo dentro del mercado ecuatoriano debido a la constante y creciente polución producida por automóviles convencionales y de esta forma practiquen y ganen experiencia.

Vemos que el presente proyecto es factible realizarlo porque va a ser financiado y realizado por estudiantes de la carrera de Ingeniería Automotriz de la Universidad Tecnológica Equinoccial, además de poseer ayuda académica de docentes capacitados para realizar los respectivos análisis de todos los sistemas envueltos dentro de este tema.

## **2.1. CONCEPTOS Y DEFINICIONES**

### **2.1.1. HISTORIA DE LOS VEHÍCULOS HÍBRIDOS**

Alrededor del siglo XX los motores eléctricos y de vapor ocupaban un porcentaje mayoritario en las carreteras, frente a ineficientes motores de combustión interna, los eléctricos eran silenciosos y económicos, gozando de gran aceptación entonces. Sin embargo, tenían un gran problema, la tecnología de las baterías eléctricas en ese entonces no satisfacía las necesidades del consumidor, su autonomía era demasiado reducida, los tiempos de recarga eran lentos y se añadía mucho peso al conjunto del vehículo, a partir de estos problemas se busca eliminar esta desventaja y fue ahí cuando nacieron los vehículos híbridos (Costas, Motorpasión. Detrás del volante, 2009).

La invención de la batería recargable consiguió eliminar el problema de las primeras pilas, que al agotarse eran inútiles. A finales de siglo los motores eléctricos movían autos, transportes urbanos y también camiones.

En 1896, los británicos Herbert John Dowsing y L. Epstein patentaron ideas sobre los híbridos en paralelo, que posteriormente fueron utilizadas en Estados Unidos para mover transporte pesado como camiones y autobuses (Costas, Motorpasión. Detrás del volante, 2009).

Entre 1896 y 1898, el Arnold fue el primer auto considerado híbrido, fabricado en Gran Bretaña, Dowsing fue el ingeniero eléctrico encargado en este proyecto haciendo que un motor generador asista al vehículo en subidas además del arranque, es así que Arnold fue el primer híbrido de la Historia (Lampton, 2009).



**Figura 1.** Arnold automobile Benz Patent-Motorwagen "Velo"  
(Wikimedia commons, 2012)

En 1898, el español Emilio de la Cuadra Albiol funda la empresa, Compañía General Española de Coches Automóviles Emilio de la Cuadra Sociedad en Comandita, en compañía con los suizos Carlos Vellino y Marc Charles Birkigt Anen donde decidió fabricar vehículos con propulsión eléctrica, teniendo una gama inicial de omnibuses y automóviles, los cuales fracasaron debido al gran peso del conjunto y la poca autonomía de las baterías llegando a un máximo de 4 a 5km de independencia. Los acumuladores eléctricos dieron problemas y no tuvo éxito su presentación comercial. Históricamente no se les ha reconocido, y sólo se fabricaron unas pocas unidades.

En 1899, los hermanos belgas Henri Pieper y Nicolás Pieper construyeron su Voiturette, un híbrido pequeño, con un motor de gasolina unido a uno eléctrico bajo el asiento, el cual a velocidad de crucero el motor eléctrico generaba electricidad para las baterías, para luego dar potencia extra al subir pendientes o acelerar. Se dedicaron a su comercialización hasta vender la empresa a Henry Pescatore (Costas, Motorpasión. Detrás del volante, 2009).



**Figura 2.** Hermanos Pieper y su prototipo  
(Costas, Motorpasión. Detrás del volante, 2009)

También en 1899 Ferdinand Porsche un empleado de Jacob Lohner & Co hizo su primer diseño de un automóvil híbrido, el cual era conocido como Lohner-Porsche o Semper Vivus. Poseía un motor eléctrico y otro de gasolina. Su diseño consistía en un motor de gasolina que giraba a velocidad constante, alimentando un generador eléctrico que cargaba unas baterías eléctricas.

La energía eléctrica se utilizaba para mover motores eléctricos en el eje delantero los cuales se encontraban dentro de las ruedas, y su excedente se almacenaba. Este es considerado el primer vehículo híbrido de producción del mundo además de ser considerado también el primer vehículo de tracción delantera con una autonomía de 64 km sólo con las baterías. No tenía conexión mecánica entre el motor de combustión interna y las ruedas, así que no necesitaba transmisión o embrague.

Se mostró por primera vez el 14 de abril de 1900 en la Exposición Mundial de París, sorprendiendo placentemente a todos los amantes y entusiastas del mundo tuerca y se fabricaron 300 unidades.

Aunque la tecnología de estos vehículos era fiable no podía competir en costos con los automóviles de gasolina, los Lohner-Porsche se dejaron de fabricar en 1906 (Álvarez, Diariomotor, 2009).



**Figura 3.** Lohner-Porsche o Semper Vivus  
(Costas, Motorpasión. Detrás del volante, 2009)

En los comienzos del siglo XX ya había miles de vehículos híbridos y eléctricos siendo fabricados, parecía que este tipo de autos iban a ser los que transportarían a la gente con la introducción del Voiturette.

En 1902, se hizo una prueba de fiabilidad para conocer qué automóvil sería el más apropiado entre híbridos, vehículos a vapor y autos de combustión.

De 1910 a 1918 todavía se usaban camiones híbridos y se ofertaban vehículos híbridos al público aunque sus velocidades eran menores (Jones, Streetdirectory, 2009).

Alrededor de 1920 los híbridos desaparecieron debido a la producción en masa y ensamblaje en línea del Ford modelo T el cual hizo que estos autos sean mucho más rápidos y fáciles de fabricar, inundando así el mercado de este tipo de vehículos y desafortunadamente los planes para híbridos no se ejecutaron porque simplemente no había espacio para el desarrollo de estos.

En 1969, General Motors comenzó a experimentar con vehículos híbridos otra vez y los próximos 30 años fueron llenos de incansables esfuerzos de científicos, inventores e ingenieros que buscaban crear un automóvil amigable con el medio ambiente.

En 1997, los fabricantes automotrices Toyota y Audi introdujeron nuevamente sus prototipos híbridos con el Prius y el A4 Duo III para ver la reacción de los clientes y así recuperar terreno en el mercado mundial con este tipo de vehículos además de impulsar a las casas automotrices a retomar la fabricación de híbridos (Jones, Streetdirectory, 2009).

Desde el año 2000 en adelante los autos híbridos fueron introducidos a nivel mundial con muy buena acogida por parte del público, siendo el Toyota Prius el vehículo más vendido con 1 millón de ventas en 2008, 2 millones en 2010 y más de 3 millones en 2013 (Green Car Congress, 2010).



**Figura 4.** Toyota Prius híbrido

## **2.1.2. CONCEPTOS FUNDAMENTALES**

### **2.1.2.1. Tecnología híbrida**

En la actualidad la gran mayoría de medios de transporte poseen motores de combustión interna, es decir que usan combustible y su encendido es por chispa o compresión.

Desde hace muchos años se viene usando el mismo principio de funcionamiento en los vehículos pero debido a la creciente problemática medioambiental es necesaria la disminución de emisiones contaminantes que los automotores actuales generan.

Se ha visto la introducción de automóviles encaminados a conseguir nuevos sistemas de propulsión que en su funcionamiento no contaminan tanto como los de combustión interna, tal es el caso de vehículos eléctricos, vehículos de hidrógeno, vehículos que usan biocombustibles, etc.

Sin embargo no podemos olvidarnos de las prestaciones que requieren, este es un gran problema a la hora de su producción en masa ya que muchas veces estos vehículos no cumplen con todos los requerimientos de los usuarios, no poseen suficiente tiempo de autonomía, no entregan la potencia adecuada, entre otras cosas.

A raíz de estas ideas y dilemas, los vehículos híbridos han ido ganando terreno poco a poco gracias a la combinación de 2 tecnologías que se complementan y hacen que el automóvil brinde excelentes prestaciones sin perderlas en otros campos.

La tecnología híbrida comprende la propulsión alternativa de un vehículo combinando dos tipos de motores, un motor de energía eléctrica suministrada por baterías y un motor de combustión interna (Pauta, 2012).

#### **2.1.2.2. Vehículo híbrido**

Un vehículo híbrido es un automóvil que utiliza dos fuentes de energía empleadas para su movimiento, una basada en un motor eléctrico y la otra en un motor térmico o de combustión interna (Pauta, 2012).

Se denomina híbrido a un automotor en el cual la energía eléctrica que lo impulsa proviene de baterías y alternativamente de un motor de combustión interna que mueve un generador. Normalmente, el motor también puede impulsar las ruedas en forma directa.

En el diseño de un automóvil híbrido, el motor de combustión interna es la fuente de energía que se utiliza como último recurso, y se dispone además de un sistema electrónico para determinar qué motor usar y cuándo hacerlo dependiendo de las exigencias requerida el momento del manejo.

Cuando el motor de combustión interna funciona, lo hace con su máxima eficiencia. Si se genera más energía de la necesaria, el motor eléctrico se usa como generador y carga las baterías del sistema. En otras situaciones,

funciona sólo el motor eléctrico, alimentándose de la energía guardada en la batería.

En algunos vehículos es posible recuperar la energía cinética desperdiciada al frenar gracias a la frenada regenerativa que permite recargar las baterías y contribuye a minimizar la energía perdida en cada frenada para posteriormente convertirla en energía eléctrica que va a ser usada para la propulsión del vehículo.

La combinación de un motor de combustión interna operando siempre a su máxima eficiencia, y la recuperación de energía en el frenado, hace que este tipo de vehículos alcancen mejor rendimiento que los vehículos convencionales (Chicón, 2009).

#### **2.1.2.2.1. Ventajas**

- Son capaces de conseguir una eficiencia doble, lo que se consigue por la supresión de la mayor parte de las pérdidas de potencia que se producen en los vehículos tradicionales.
- El sistema de frenado posee capacidad regenerativa de la potencia absorbida, lo que reduce pérdidas de eficiencia.
- Menor ruido que un vehículo convencional.
- El motor de combustión puede desactivarse dependiendo del requerimiento de manejo cuando no se necesita, disminuyendo el desgaste.
- La eficiencia en el consumo del combustible se incrementa notablemente, lo que se traduce en una reducción de las emisiones contaminantes.

Los diseñadores e ingenieros pretenden conseguir estas ventajas sin producir pérdidas sustanciales en el rendimiento del vehículo, evitando que el sistema sea completamente eléctrico ya que hoy en día estos vehículos no poseen buena autonomía (Martinez, Jeuazarru, 2010).

Por el motivo anteriormente mencionado los vehículos híbridos poseen ventajas tales como:

- Incremento de autonomía, ya que esta depende del combustible almacenado en el tanque.
- Alto y uniforme rendimiento incluso a bajas temperaturas.
- Se elimina la necesidad de recargar las baterías en fuentes externas cuando estas se agotan.
- El motor de combustión interna funciona bajo un estrecho margen de carga y velocidad, lo que incrementa su eficiencia.
- Contamina en menor porcentaje el medio ambiente.
- Sus intervalos de cambio de aceite son mucho mayores que los de un vehículo convencional por un menor uso de su motor de combustión.

#### **2.1.2.2.2. Desventajas**

- Mayor peso que un vehículo convencional, por lo tanto necesita más energía para desplazar todo el conjunto.
- Toxicidad de las baterías que requiere el motor eléctrico.
- Mayor complejidad de mantenimiento en sus sistemas.
- Mayor costo (Martinez, Jeuazarru, 2010).

#### **2.1.2.3. Conceptos básicos de la electricidad**

##### **2.1.2.3.1. Circuito eléctrico**

Es un conjunto de elementos que unidos de forma adecuada permiten una corriente entre dos puntos es decir el paso de electrones o el desplazamiento de cargas eléctricas para aprovechar la energía (Guijarro, 2008).

El circuito eléctrico se compone principalmente de tres elementos básicos que son:

**Generadores:** son elementos capaces de mantener una diferencia de voltaje entre dos puntos, además de mantenerlo eficazmente durante el funcionamiento en todo el circuito. Los componentes de un generador son un campo magnético, y un objeto que rota entre dicho campo magnético y que conduce la electricidad generada hacia un circuito (Artinaid, 2013).

**Receptores:** son elementos encargados de convertir la energía eléctrica proveniente de generadores o acumuladores en otro tipo de energía utilizable como la mecánica, lumínica, o calorífica (Guijarro, 2008).

**Conductores:** son elementos de materiales cuya resistencia al paso de corriente es muy baja y que sometidos a una diferencia de potencial eléctrico proporcionan un paso continuo de corriente eléctrica y de esta manera se conecten todos los elementos que forman el circuito (Saudin, 2009).

#### **2.1.2.3.2. Tensión**

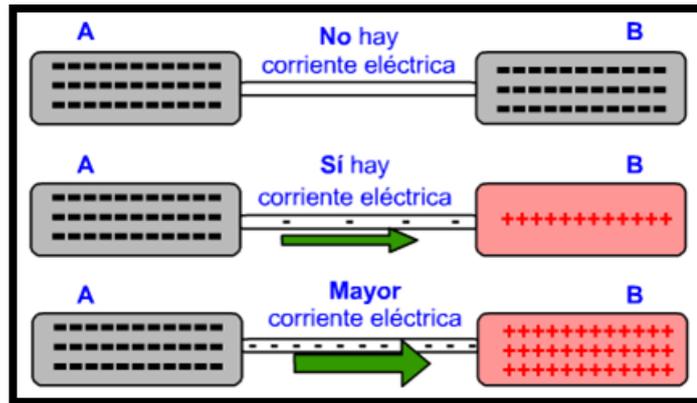
Conocida como voltaje es la presión que ejerce una fuente de energía eléctrica o fuerza electromotriz (FEM) sobre los electrones en el circuito para que exista un flujo de corriente. Su unidad de medida es el voltio (Álvarez J. A., 2012).

Se puede definir también como el trabajo por unidad de carga que ejerce un campo eléctrico sobre una partícula cargada para desplazarla entre dos puntos determinados (Bejarano, 2013).

#### **2.1.2.3.3. Corriente**

Conocida también como intensidad, es la circulación continua y ordenada de cargas o electrones a través de un conductor en un circuito cerrado, que se mueven siempre del polo negativo al polo positivo de la fuente de suministro de fuerza electromotriz (Álvarez J. A., Así funciona, 2012).

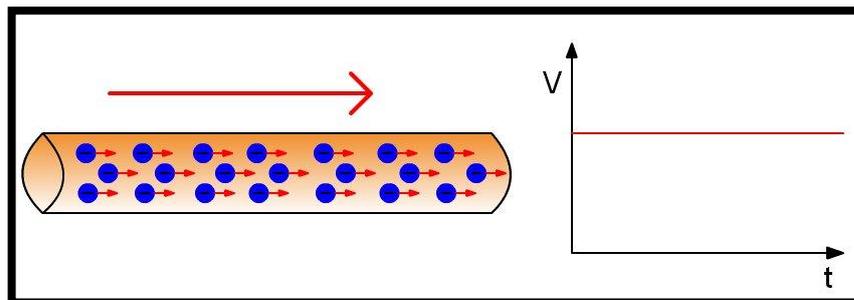
La corriente se produce cuando dos elementos entre los que hay diferencias de carga eléctrica, se ponen en contacto. Su unidad de medición es el amperio (Guijarro, Máquinas , 2010).



**Figura 5.** Diferencia de cargas  
(Guijarro, Máquinas , 2010)

### 2.1.2.3.3.1. Corriente continua

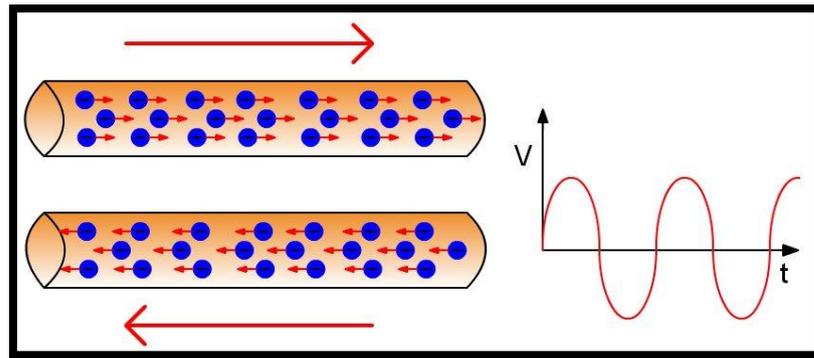
Es la corriente en donde los electrones fluyen en la misma cantidad y dirección, su polaridad es invariable y hace que fluya una corriente de amplitud relativamente constante (Valencia, 2011).



**Figura 6.** Flujo de la corriente continua  
(Mischa, 2011)

### 2.1.2.3.3.2. Corriente alterna

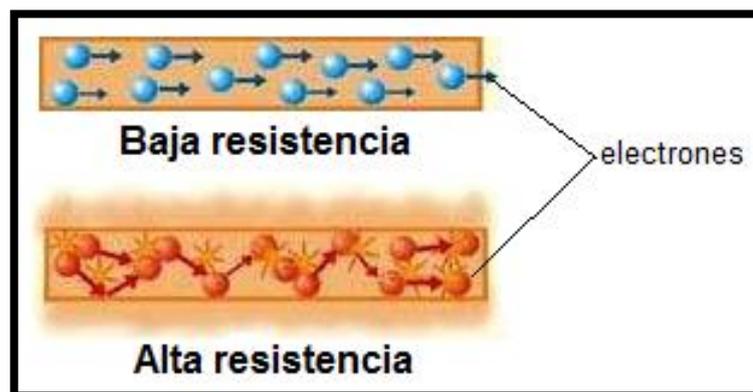
Es la corriente que circula con un cambio constante de polaridad por cada ciclo de tiempo, es decir que durante un tiempo determinado un polo es positivo y el otro negativo y al momento siguiente sus polaridades se invierten (Álvarez J. A., Así funciona, 2012).



**Figura 7.** Flujo de la corriente alterna  
(Mischa, 2011)

#### 2.1.2.3.4. Resistencia

Es la oposición al paso de la corriente o de los electrones que fluyen por el circuito eléctrico, la resistencia de un conductor es directamente proporcional a su longitud e inversamente proporcional a su sección además de variar respecto a la temperatura. Su unidad de medición es el ohmio (Bejarano, 2013) (Guijarro, Máquinas, 2008).



**Figura 8.** Resistencia al paso de electrones  
(Así funciona, 2012)

#### 2.1.2.3.5. Potencia

La energía es la capacidad que tiene un mecanismo eléctrico para realizar un trabajo a través de transformaciones, la energía se mide en Joule (J).

La potencia eléctrica es la velocidad a la que se consume la energía, la potencia se mide en Joule/segundo (J/s) lo cual equivale a 1 Watt (W) (García, 2012).

#### **2.1.2.3.6. Onda**

Es el proceso mediante el cual un movimiento se propaga con una velocidad finita de un punto a otro (Villasuso, 2010).

##### **2.1.2.3.6.1. Elementos de una onda**

Los elementos de una onda son:

**Cresta:** es el punto máximo de elongación o amplitud de la onda.

**Valle:** es el punto máximo de elongación contrario a la cresta.

**Nodo:** es el punto donde la onda cruza la línea de equilibrio.

**Ciclo:** es una oscilación completa de ida y vuelta.

**Periodo (T):** es el tiempo que se demora la onda en ir desde un punto máximo de amplitud hacia el siguiente, es decir un ciclo completo.

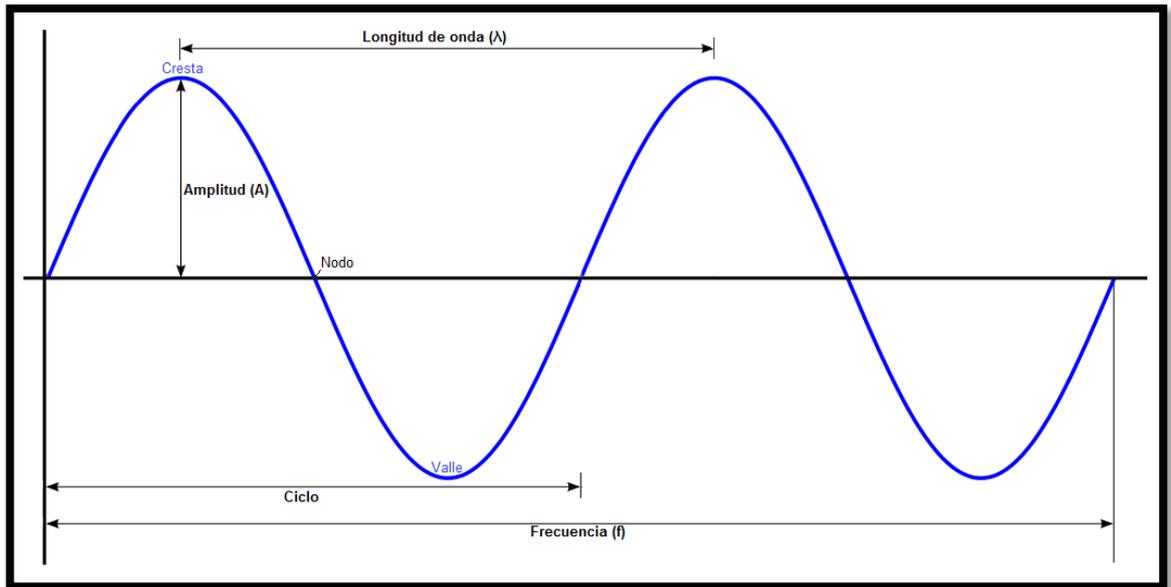
**Amplitud (A):** es la distancia vertical entre la cresta y el punto medio de la onda.

**Frecuencia (f):** es el número de ciclos que se repiten en un intervalo de tiempo determinado.

**Longitud de onda ( $\lambda$ ):** es la distancia que recorre la onda en un periodo completo, es decir la distancia comprendida entre dos crestas o valles consecutivos.

**Elongación (x):** es la distancia que hay perpendicularmente entre un punto de la onda y la línea de equilibrio.

**Velocidad de propagación (v):** es el cociente de la longitud de onda y su periodo (Instituto Nueva Colombia, 2012).

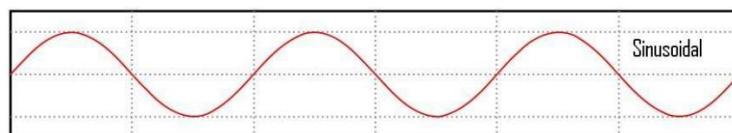


**Figura 9.** Elementos de la onda

### 2.1.2.3.6.2. Formas de ondas básicas

En un sistema electrónico tenemos señales las cuales según su comportamiento en el tiempo nos proporcionan información sobre el circuito (Espinosa, 2010).

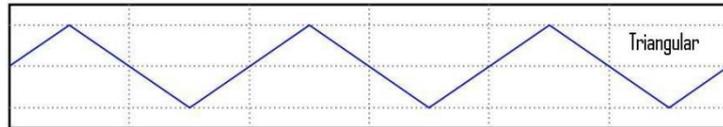
Las formas de onda más comunes son:



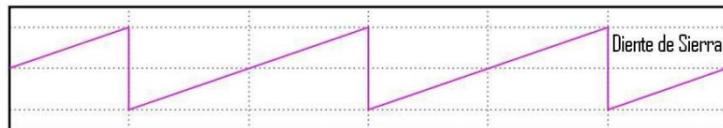
**Figura 10.** Onda Sinusoidal (Kaux, 2008)



**Figura 11.** Onda Cuadrada (Kaux, 2008)



**Figura 12.** Onda Triangular  
(Kaux, 2008)



**Figura 13.** Onda diente de sierra  
(Kaux, 2008)

### 2.1.3. COMPONENTES ELECTRÓNICOS

Se denominan componentes electrónicos a los dispositivos que forman parte de un circuito electrónico, generalmente se encapsulan en un material cerámico, metálico o plástico.

#### 2.1.3.1. Resistencia

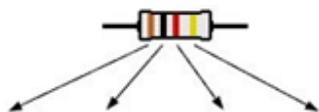
Son elementos cuya misión es dificultar u oponerse en cierto grado al paso de corriente eléctrica, su característica principal es su resistencia óhmica y la potencia máxima que pueden disipar dependiendo principalmente de la construcción física del elemento, teniendo así tres tipos de materiales los cuales son usados para su fabricación (Borges, 2010).

**Conductores:** son elementos los cuales presentan una mínima oposición al paso de corriente a través de ellos.

**Semiconductores:** son elementos o compuestos que dependiendo de ciertas condiciones pueden llegar a comportarse como conductores y cuando estas no se dan se comportan como aislantes.

**Aislantes:** son elementos los cuales no permiten el paso de corriente eléctrica a través de ellos (López, 2010).

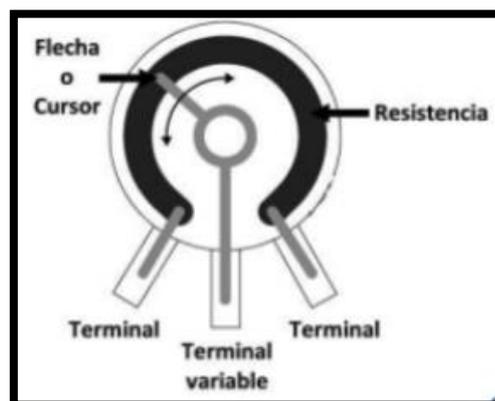
**Tabla 1.** Codificación de colores de la resistencia  
(Palazzesi, 2008)



Colores	Banda 1	Banda 2	Multiplicador	Tolerancia
Negro		0	1	
Marrón	1	1	$\times 10$	$\pm 1\%$
Rojo	2	2	$\times 100$	$\pm 2\%$
Naranja	3	3	$\times 1000$	
Amarillo	4	4	$\times 10^4$	
Verde	5	5	$\times 10^5$	$\pm 0.5\%$
Azul	6	6	$\times 10^6$	
Violeta	7	7	$\times 10^7$	
Gris	8	8	$\times 10^8$	
Blanco	9	9	$\times 10^9$	
Oro			$\times 10^{-1}$	$\pm 5\%$
Plata			$\times 10^{-2}$	$\pm 10\%$
Sin color				$\pm 20\%$

### 2.1.3.2. Potenciómetro

Son elementos cuya misión es dificultar u oponerse en cierto grado al paso de corriente eléctrica, su característica principal es que tienen la capacidad de controlar la corriente que fluye por el circuito de forma variable minimizando o maximizando el valor de resistencia óhmica dentro de un rango determinado (Molina, 2011).



**Figura 14.** Resistencia variable (potenciómetro rotatorio)  
(Hispanonic, 2013)

### 2.1.3.3. Condensador

Son dispositivos pasivos capaces de almacenar temporalmente energía en forma de campo eléctrico, están constituidos por dos láminas metálicas separadas paralelamente por un material dieléctrico (aislante) y actúan además como amortiguadores de la tensión cambiante generada por el sistema de carga (Luque, 2009).

Posee características tales como:

**Capacidad:** se mide en microfaradios ( $\mu\text{F}$ ), nanofaradios (nF), y picofaradios (pF).

**Tensión de trabajo:** es la máxima tensión que soporta el condensador.

**Tolerancia:** es el error máximo que puede existir entre la capacidad real del condensador y la indicada en su superficie.

**Polaridad:** condensadores con capacidad mayor a 1  $\mu\text{F}$  poseen polaridad, se debe aplicar la tensión tomando en cuenta el polo positivo y negativo. Condensadores con capacidad menor a 1  $\mu\text{F}$  no poseen polaridad, se puede aplicar la tensión en cualquier sentido (Tomahawk, 2005).

**Tabla 2.** Codificación de colores del condensador  
(Tomahawk, 2005)



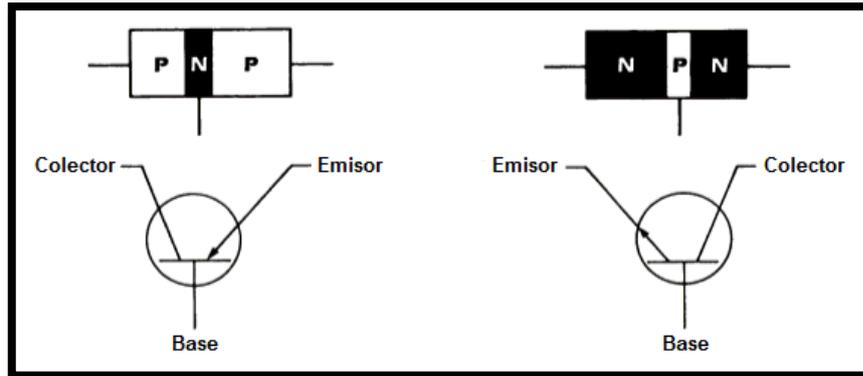
Colores	Banda 1	Banda 2	Multiplicador	Tolerancia		Tensión de trabajo
				(C>10pF)	(C<10pF)	
Negro		0	1	± 20%	± 1pF	
Marrón	1	1	x 10	± 1%	± 0.1pF	100 V
Rojo	2	2	x 100	± 2%	± 0.25pF	250 V
Naranja	3	3	x 1000			
Amarillo	4	4	x 10 <sup>4</sup>			400 V
Verde	5	5	x 10 <sup>5</sup>	± 5%	± 0.5pF	
Azul	6	6	x 10 <sup>6</sup>			630 V
Violeta	7	7				
Gris	8	8				
Blanco	9	9		± 10%	± 1pF	

#### 2.1.3.4. Transistor

Es un dispositivo semiconductor que significa resistencia de transferencia, el cual cumple funciones de amplificador, oscilador, conmutador o rectificador, se componen principalmente de materiales como el silicio o el germanio con pequeñas cantidades de materias extrañas incrustadas en ellos teniendo como resultado un exceso o carencia de electrones libres (Borges, 2010).

Están constituidos por tres terminales: colector, base y emisor. Mediante la regulación de la señal en una de ellas es posible controlar el paso de corriente eléctrica entre dos terminales.

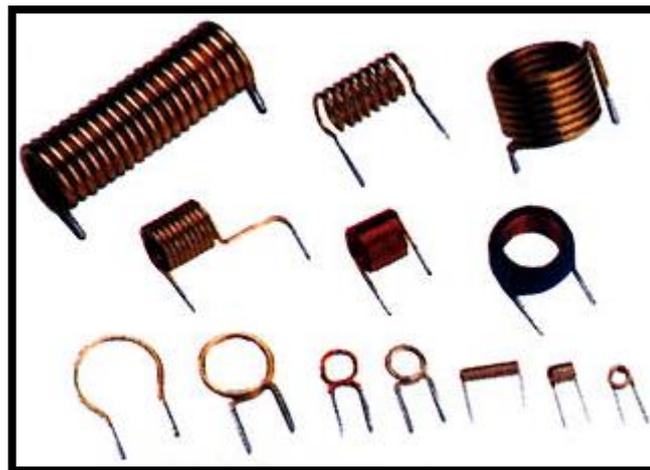
Existen dos tipos de transistores: el PNP en el cual el emisor está hecho de materiales tipo P (capta electrones), la base tipo N (cede electrones) y el colector de tipo P (capta electrones), mientras que en el transistor NPN el emisor está hecho de materiales tipo N, la base tipo P y el colector tipo N (Toyota Motor U.S.A, 2010).



**Figura 15.** Tipos de transistores  
(Toyota Motor U.S.A, 2010)

### 2.1.3.5. Bobina

Es un componente pasivo de dos terminales que puede almacenar y liberar energía. Consiste en espiras de alambre conductor enrollados sobre un núcleo de material ferro-magnético, que generan un flujo magnético cuando se hace fluir corriente eléctrica por ella (Cedeño, 2006) (Borges, 2010).

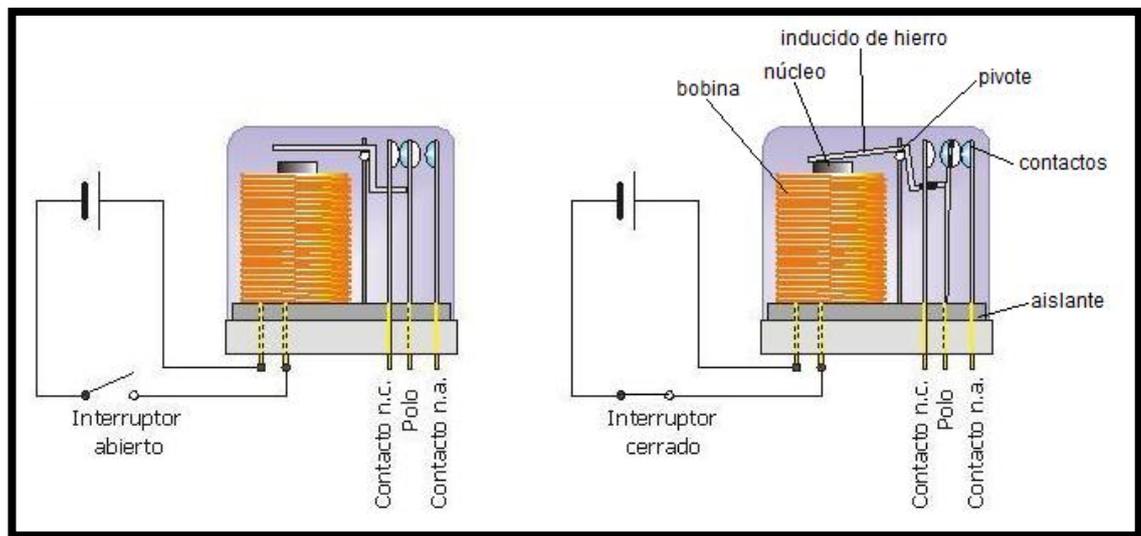


**Figura 16.** Bobinas  
(Asterion, 2009)

### 2.1.3.6. Relé

Es técnicamente un dispositivo conmutador que consta de dos circuitos diferentes: un electroimán y unos contactos conmutadores mecánicos que son impulsados por el electroimán.

Cuando la corriente atraviesa la bobina, produce un campo magnético que magnetiza un núcleo de hierro, éste atrae al inducido que fuerza a los contactos a tocarse y cuando la corriente se desconecta vuelven a separarse gracias a un resorte de extensión calibrado para mantener la posición inicial normalmente abierto (NA) o normalmente cerrado (NC) (Cedeño, 2006).

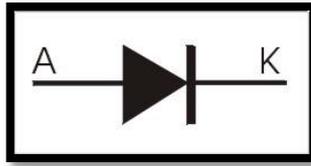


**Figura 17.** Funcionamiento y partes del relé  
(Cursa, 2009)

### 2.1.3.7. Diodo

Es un componente electrónico semiconductor que permite el paso de corriente eléctrica en un solo sentido (ánodo a cátodo) mientras lo impide en el sentido contrario (Jimenez, 2009).

Un diodo dependiendo de su conexión puede poseer polarización directa o inversa, de tal forma que cuando conectamos el ánodo al polo positivo y el cátodo al negativo el diodo conduce la corriente con una caída de 0.7V llamándola así polarización directa, mientras lo contrario sucede si conectamos el ánodo al polo negativo y el cátodo al positivo, el diodo no conduce corriente y toda la tensión recae sobre la batería (Cedeño, 2006).



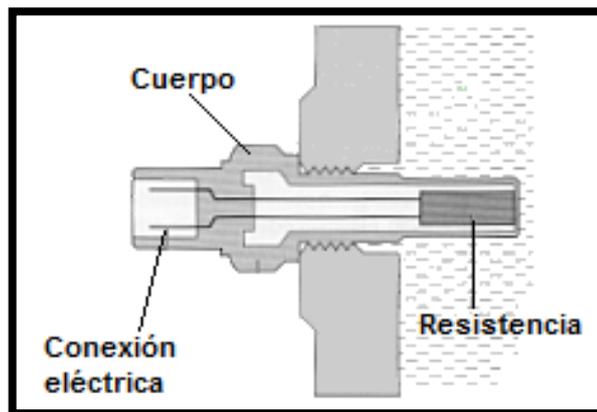
**Figura 18.** Simbología de un diodo

### **2.1.3.8. Sensores presentes en la seguridad y el confort**

Los sensores son dispositivos capaces de detectar y transformar magnitudes físicas o químicas (generalmente no eléctricas) en señales eléctricas. Estas señales son enviadas a la ECU que realizará el procesado de toda esta información y establecerá los valores adecuados que tendrán que tener los actuadores para que el sistema funcione correctamente (Bosch, Manual de la técnica del automóvil, 2005).

#### **2.1.3.8.1. Sensor de temperatura**

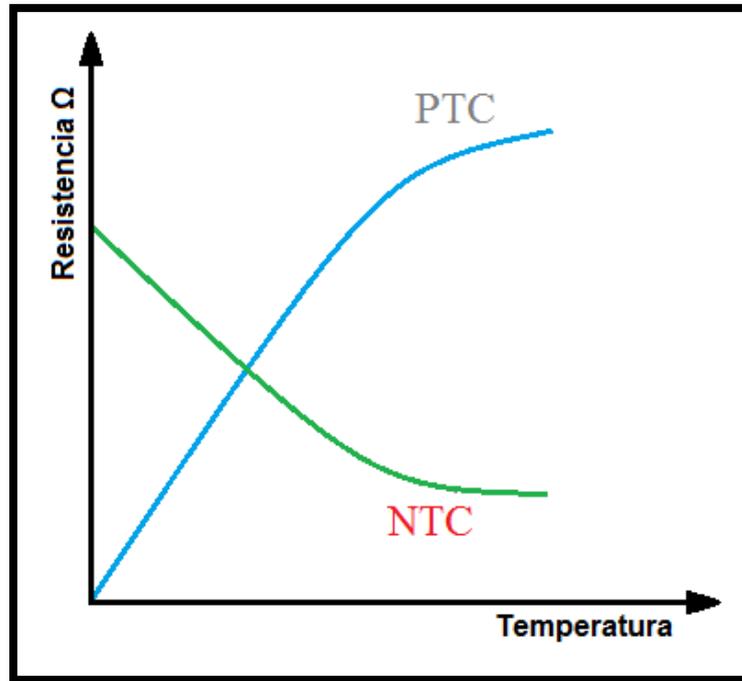
Llamados también termistores, son elementos que suministran una señal eléctrica en función de la temperatura a la que están sometidos. Están basados en el funcionamiento de una resistencia variable la cual varía su resistencia dependiendo de la temperatura (Marin, 2011).



**Figura 19.** Partes de un sensor de temperatura  
(Megane, Aficionados a la mecánica, 2011)

Existen sensores de tipo PTC (coeficiente de temperatura positivo) y NTC (coeficiente de temperatura negativo). En los PTC al aumentar la temperatura, aumenta la resistencia mientras que en los NTC al aumentar la

temperatura, disminuye la resistencia (Megane, Aficionados a la mecánica, 2012).

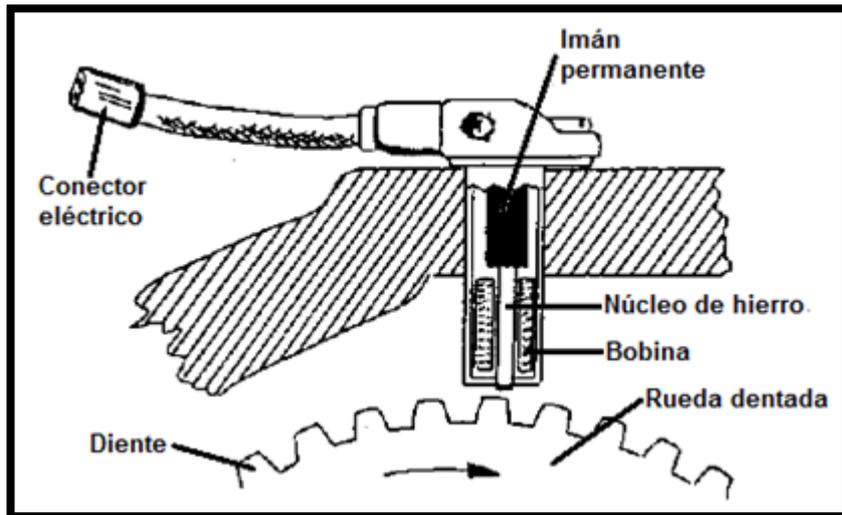


**Figura 20.** Curvas características de los sensores PTC y NTC (Blogspot, 2012)

#### 2.1.3.8.2. Sensor inductivo

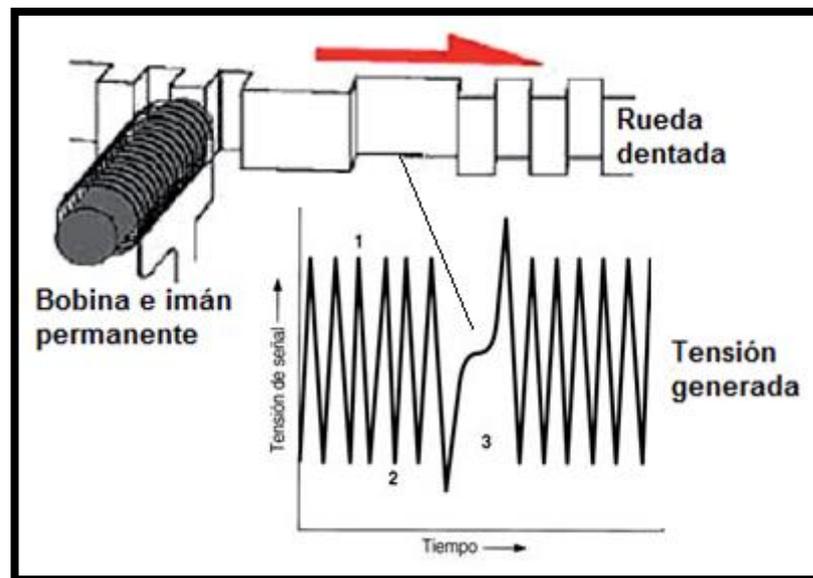
Son interruptores electrónicos los cuales trabajan sin contacto, proporcionando una señal ON/OFF. Los sensores inductivos detectan la presencia de metales generando un campo magnético cambiante de alta frecuencia mediante una bobina (Donayre, 2010).

Este sensor consta de una bobina, un imán permanente y una rueda dentada, el campo magnético del imán es alterado por el paso de los dientes de la rueda, cuando frente al imán hay un diente el flujo magnético es máximo mientras que cuando hay un hueco el flujo es mínimo (UPS, 2010).



**Figura 21.** Constitución de un sensor inductivo  
(Club Vectra, 2011)

En la rueda dentada generalmente existe un espacio hueco de dos dientes para reconocer posiciones (UPS, 2010).



**Figura 22.** Disposición de un sensor inductivo  
(Autocity, 2002)

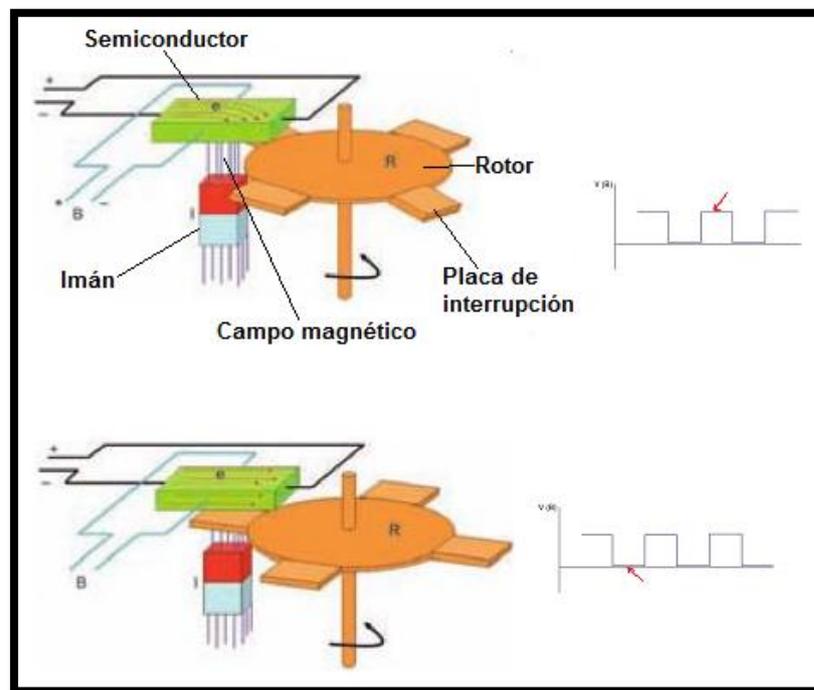
### 2.1.3.8.3. Sensor de efecto Hall

Un sensor de efecto Hall es un dispositivo que detecta la presencia de un campo magnético. Cuando la corriente pasa a través del conductor o

semiconductor y este se encuentra perpendicular al flujo de corriente (Bosch, Manual de la técnica del automóvil, 2005).

El sensor consta de un semiconductor, un imán que incide en el semiconductor y una corriente eléctrica perpendicular al campo, cuando se tiene una interrupción alternativa del campo magnético se genera una señal de onda cuadrada.

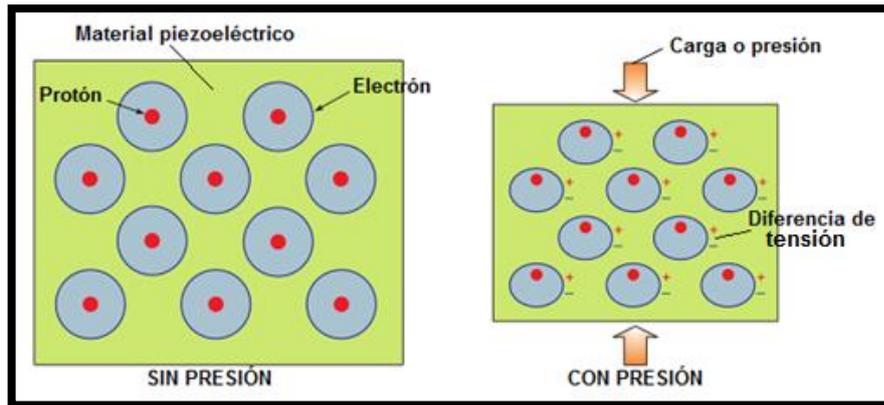
El cableado de este sensor consta de tres conductores, uno de ellos alimentación de la central (5V o 12V), otro es masa y el tercero es el que emite la señal (UPS, 2010).



**Figura 23.** Funcionamiento del sensor de efecto Hall  
(Marin, 2011)

#### **2.1.3.8.4. Sensor de presión piezoeléctrico**

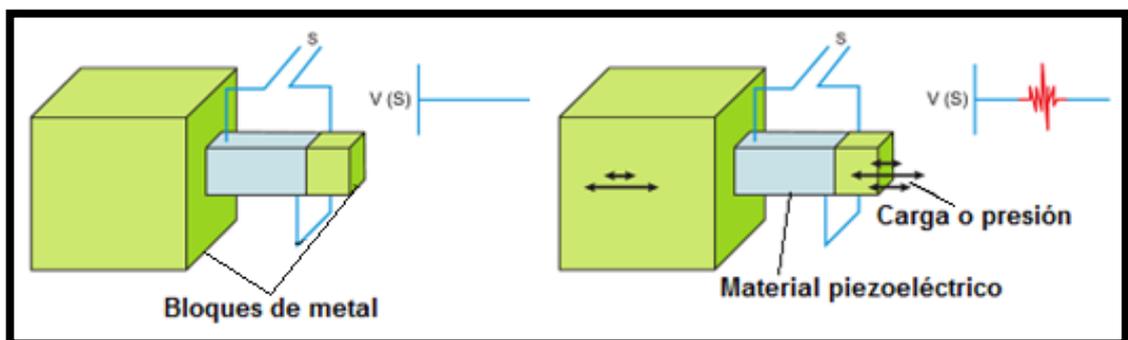
Un sensor de presión es un elemento que produce o modifica una señal eléctrica en función de la presión a la que se halla sometido (Marin, 2011).



**Figura 24.** Efecto piezoeléctrico  
(Marin, 2011)

Este sensor se encuentra formado por una placa la cual internamente posee cristales de cuarzo sensibles a la deformación mecánica, estos cristales poseen una disposición atómica que al sufrir una presión se produce un cambio en su estructura y las cargas eléctricas (protones y electrones) se desplazan en sentidos opuestos originando un desequilibrio y lo cual provoca una diferencia de tensión (UPS, 2010).

Cuando los materiales piezoeléctricos no están sometidos a ningún tipo de presión adoptan una estructura cristalina concreta en la cual sus cargas eléctricas se encuentran distribuidas alrededor de un centro de gravedad común y no presentan diferencias de tensión (Marin, 2011).



**Figura 25.** Esquema del sensor de presión piezoeléctrico  
(Marin, 2011)

Una vez realizada la función de los sensores, éstos emitirán su información a la ECU, la cual realizará los cálculos y comparaciones necesarias para establecer y corregir los parámetros del sistema (Marin, 2011).

Es entonces que los actuadores reciben una señal eléctrica y en función del valor recibido, transforman las señales eléctricas de salida de la ECU en procesos mecánicos que pueden ser: permitir o no el paso de fluidos (electroválvulas), permitir el paso de fluidos en cierto porcentaje dependiendo de la información obtenida de la ECU (reguladores de caudal) y normalizar la presión existente en el sistema para una óptima funcionalidad (reguladores de presión) (Bosch, Manual de la técnica del automóvil, 2005).

#### **2.1.4. UNIDAD DE CONTROL ELECTRÓNICA (ECU)**

La unidad de control está constituida por un conjunto de elementos electrónicos dispuestos en placas de circuito impreso alojadas en una placa de aluminio provista con aletas de refrigeración.

La ECU tiene almacenados valores predefinidos a partir de un campo característico para cada situación de funcionamiento.

Durante el funcionamiento las magnitudes de referencia y regulación registradas por los sensores son traducidas por la unidad de control y comparadas con los valores predefinidos para así obtener las señales necesarias para la activación de los actuadores (UPS, 2010).

Las señales de entrada pueden ser analógicas, digitales o en forma de pulsos. El respectivo procesamiento de estas señales de entrada se lleva a cabo después del correspondiente filtrado, amplificado y su debida conversión analógico/digital.

La estructura de una ECU puede subdividirse en: la elaboración de las señales de entrada, su procesamiento lógico en un microordenador y la preparación de los niveles de lógica o de potencia como señales de regulación o control (Bosch, Manual de la técnica del automóvil, 2005).

### 2.1.4.1. Procesamiento de señales

#### ***Preparación de las señales***

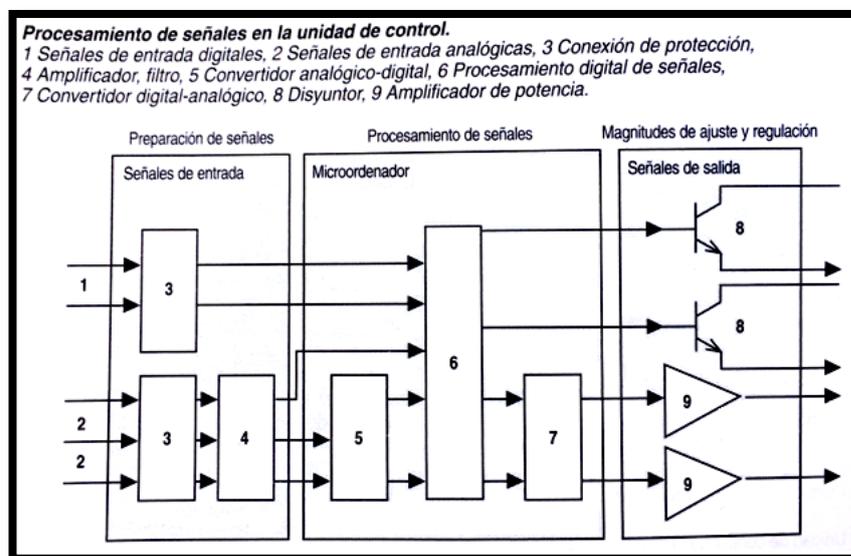
La señal útil se libera por filtrado de las señales de interferencia combinadas y se adapta a la tensión de entrada del microordenador por amplificación.

#### ***Procesamiento de las señales***

El procesamiento de las señales es digital, las señales rápidas y periódicamente recurrentes con respecto al tiempo real se procesan en los módulos de hardware dimensionados especialmente para la función en cuestión. Los resultados se transmiten en registros a la unidad central para su procesamiento.

#### ***Magnitudes de ajuste y regulación***

Estas facilitan los niveles lógicos o de potencia necesarios en el bloque de salida para cada uno de los actuadores, por medio de interruptores y amplificadores de potencia se elevan las señales de salida del microordenador al nivel necesario para el elemento de regulación en cuestión (Bosch, Manual de la técnica del automóvil, 2005).

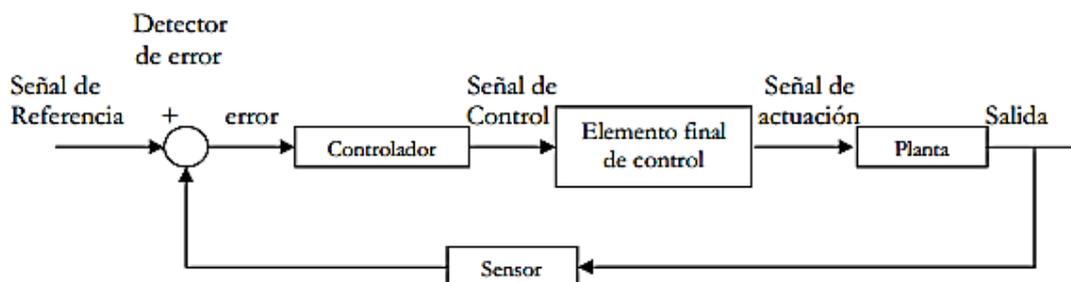


**Figura 26.** Procesamiento de señales en la ECU (Bosch, Manual de la técnica del automóvil, 2005)

## Sistema de control Lazo cerrado

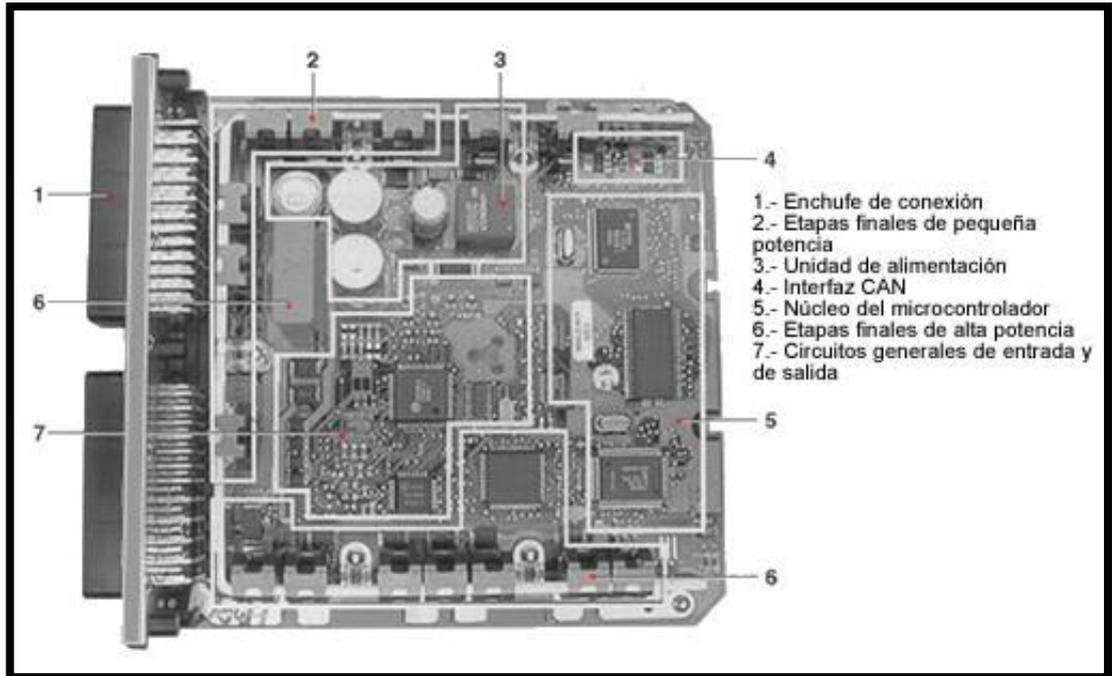
Denominado también control retroalimentado, es un mecanismo mediante el cual los sistemas mantienen equilibrio usando la diferencia entre dos señales, la cual se utiliza como entrada a un controlador que corrige la desviación entre la salida y la entrada. El detector de error compara la señal obtenida a través de la retroalimentación formada por un sensor y la entrada de referencia, cualquier diferencia entre esas dos señales constituye una señal de error. El controlador recibe la señal de error y modifica la salida obligando a reducir el error, el controlador realiza esta acción una y otra vez hasta que el error disminuya hasta su valor mínimo.

La acción de control se calcula en función del error medido entre la variable controlada y la consigna deseada.



### 2.1.4.2. Elementos de la ECU

- Microprocesador principal que controla el sistema.
- Microprocesador de vigilancia que mantiene la seguridad en caso de fallas del microprocesador principal.
- Memoria viva que contiene temporalmente las variables del sistema.
- Memoria muerta que contiene el programa y los datos de aplicación.
- Memoria no volátil que permite registrar los códigos de falla.
- Interfaces que permiten generar las señales de control y convertir las señales de entrada (UPS, 2010).



**Figura 27.** Estructura interna de la ECU  
(Tubomax, 2013)

## 2.2. ANÁLISIS DESCRIPTIVO

### 2.2.1. CONDUCCIÓN EN CONDICIONES ADVERSAS

Las diferentes condiciones climatológicas o ambientales adversas, hacen que la conducción sea más difícil y peligrosa. Los factores climatológicos más importantes a tener en cuenta son: la lluvia, la niebla, el viento y el sol.

#### **Lluvia:**

La lluvia disminuye la adherencia de los neumáticos al piso aumentando así la distancia necesaria para frenar, además dificulta la visibilidad. Es importante revisar la presión de inflado y la profundidad del labrado, así como el estado de las plumas limpia parabrisas.

Los frenos mojados también pueden perder eficacia, sobre todo al pasar por zonas con grandes acumulaciones de agua, para secar el sistema de frenos se realizan pulsaciones cortas y repetidas al pedal.

**Niebla:**

La niebla reduce en un gran porcentaje la visibilidad. Al circular con niebla debemos encender nuestras luces, reducir la velocidad hasta adaptarla a nuestro campo de visión, utilizar las marcas horizontales de la calle como guías, y mantener el habitáculo bien ventilado para evitar que se empañen los vidrios.

**Viento:**

El viento dependiendo de su fuerza puede sacudir el vehículo llegando incluso a modificar su trayectoria, especialmente al salir de un túnel o al rebasar a un camión.

Al circular por una zona con viento comprobaremos la dirección del viento observando la vegetación u otros elementos del entorno de la vía. El viento lateral es el que más puede afectar la estabilidad del vehículo es por eso que debemos reducir la velocidad, sujetar el volante con firmeza para mantener la trayectoria deseada, estar alertas de obstáculos en la calle y para evitar la entrada de polvo o algún objeto inesperado en el habitáculo debemos cerrar las ventanas.

**Sol:**

Al conducir es importante que la temperatura del interior del vehículo sea la adecuada. Una temperatura excesiva puede fatigar al conductor. Es recomendable utilizar el aire acondicionado o el climatizador del vehículo, procurando que la temperatura interior sea confortable para sus pasajeros.

En el caso de conducir con una temperatura elevada, es aconsejable beber agua para evitar una deshidratación. Debemos protegernos de los rayos solares con el uso de gafas oscuras y parasoles para evitar deslumbramientos o fatiga ocular (Manual de conducción en condiciones adversas, 2008).

## **2.2.2. SEGURIDAD ACTIVA**

La seguridad activa del vehículo también denominada seguridad primaria tiene como finalidad evitar que se produzca un accidente actuando antes de que ocurra mediante los sistemas que necesitan la intervención inmediata del conductor.

### **2.2.2.1. Frenos**

El sistema de frenos es uno de los más importantes del vehículo y se compone de un conjunto de elementos cuya misión es disminuir la velocidad a la que se encuentre desplazándose el vehículo o llevarlo al estado de reposo completo a voluntad del conductor.

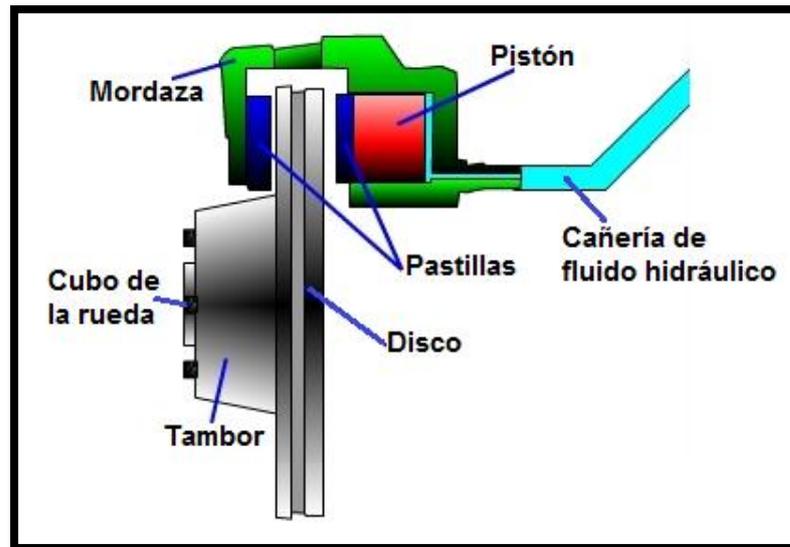
El Toyota Prius cuenta con frenos de disco en las cuatro ruedas, equipado con sistemas ABS, EBD y BA además de frenado regenerativo.

El sistema de frenos de disco es un conjunto basado en un circuito hidráulico el cual aplica con una fuerza proporcional a la ejercida por el conductor sobre el pedal de freno, un forro de material antideslizante llamado pastilla contra el disco de material metálico que gira solidariamente con la rueda; de ésta manera gracias al rozamiento entre las pastillas y el disco se transforma energía cinética en calor que se disipa y a la vez genera un retardo en la banda de rodadura del neumático sobre el suelo, opuesto a las fuerzas de inercia (Parera, 2000).

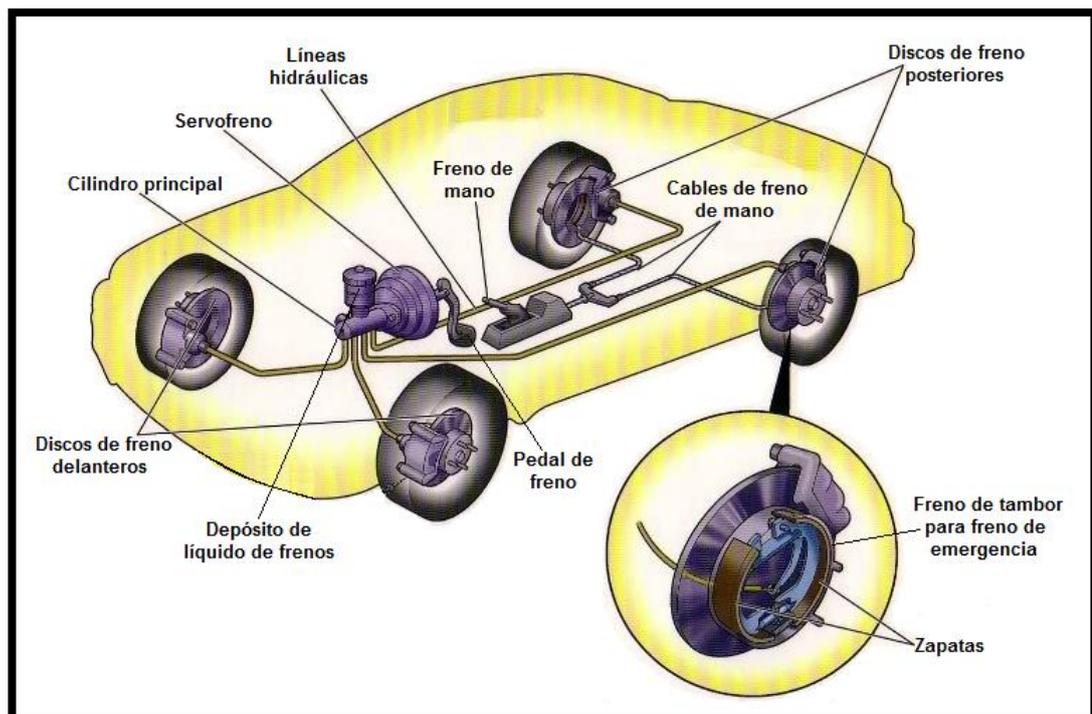
En la frenada regenerativa el dispositivo que realiza la reducción de velocidad es un generador eléctrico (MG2) funcionando en sentido inverso y que va acoplado a la transmisión de forma que cuando se quita el pie del acelerador la inercia propia del vehículo hace que MG2 genere electricidad la cual es utilizada para cargar la batería de alto voltaje y así aumentar la autonomía del vehículo.

La palanca de cambios posee la selectiva B, la cual hace que el MG2 cargue de forma más rápida la batería de alto voltaje, volviendo más efectiva la

frenada regenerativa y aumentando un 30% la generación de electricidad. Esta opción nos ayuda de mejor manera en pendientes pronunciadas largas.



**Figura 28.** Partes del freno de disco  
(Indubal, 2011)

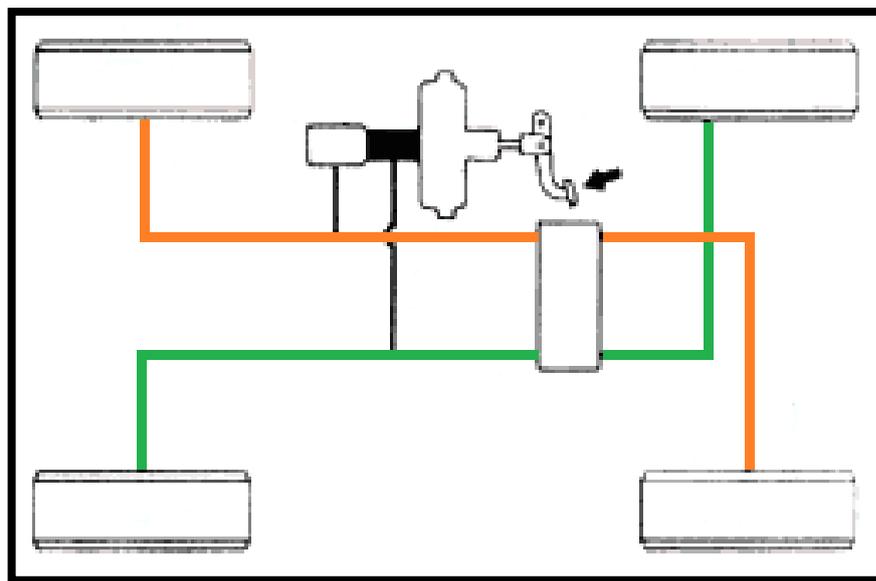


**Figura 29.** Circuito de frenos de disco  
(Miford, 2007)

### 2.2.2.1.1. Anti-lock braking System (ABS)

Conocido como anti-lock braking system o sistema de frenos antibloqueo, es el sistema que mediante procesadores incorpora un control electrónico para modificar o regular la presión ejercida desde la bomba de frenos sobre los pistones de las ruedas en función de las condiciones en que se desarrolla cada acción de frenado y así obtener una mejor maniobrabilidad y estabilidad en marcha evitando que las ruedas se bloqueen cuando el conductor actúa intensamente sobre el pedal de freno (Bosch, Manual de la técnica del automóvil, 2005).

El sistema ABS del Toyota Prius consiste en dos circuitos independientes de forma diagonal debido a su tracción delantera, cuatro canales con regulación por electroválvula individual en cada rueda y sensores que captan parámetros como velocidad, aceleración y desaceleración (Parera, 2000).



**Figura 30.** Esquema 4 canales 4 sensores diagonal  
(Razine, 2002)

### 2.2.2.1.1.1. Partes y funcionamiento

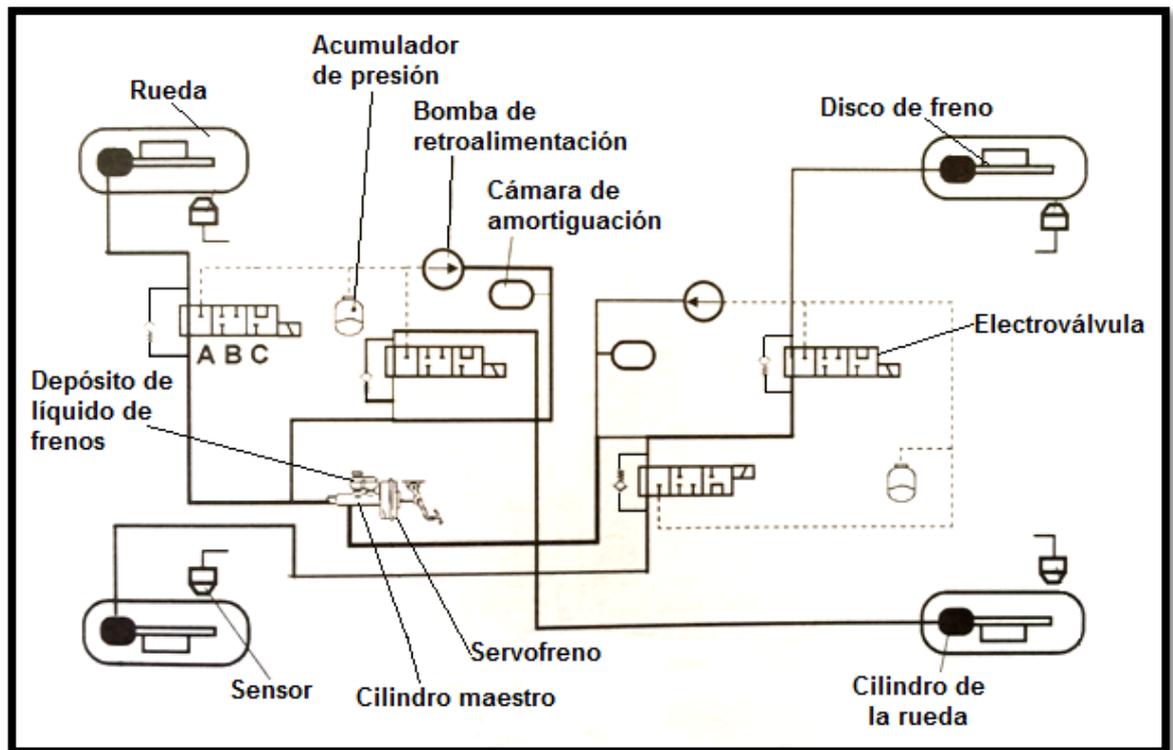


Figura 31. Partes del sistema de frenos ABS  
(Jesús Calvo Martín, 1997)

Los componentes principales de este sistema son:

**Cilindro maestro:** es un cilindro tándem o de doble efecto.

**Sensores de rueda:** se basan en el principio de inducción electromagnética con imán permanente y una rueda dentada, la frecuencia de la corriente dependerá de la velocidad de la rueda y proporcionará la medida exacta de la velocidad.

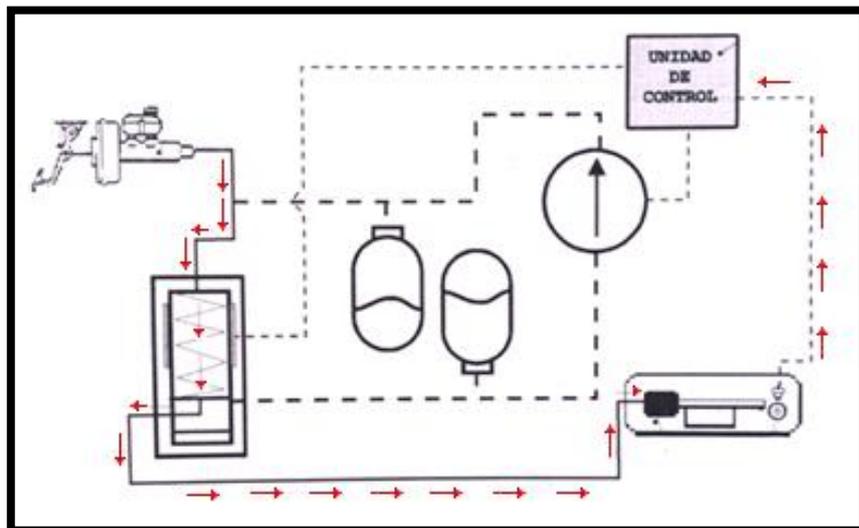
**Unidad de control electrónica:** posee dos microprocesadores que reciben, filtran y amplifican las señales de los sensores, a partir de esto la unidad de control calcula la aceleración y desaceleración tangencial de las ruedas así como el deslizamiento y provee la corriente adecuada para cada electroválvula y así modificar la presión de frenado.

**Grupo hidráulico (Hidro-grupo):** está conectado entre el cilindro maestro y los cilindros de cada rueda y se encarga de regular la presión en cada rueda bajo la gestión electrónica de la unidad de control.

**Electroválvulas:** controlan el flujo del fluido hidráulico, consta principalmente de una bobina, un inducido, un muelle principal y secundario, válvula de entrada, salida, retención y retorno, paso al cilindro de freno y paso del cilindro principal de freno.

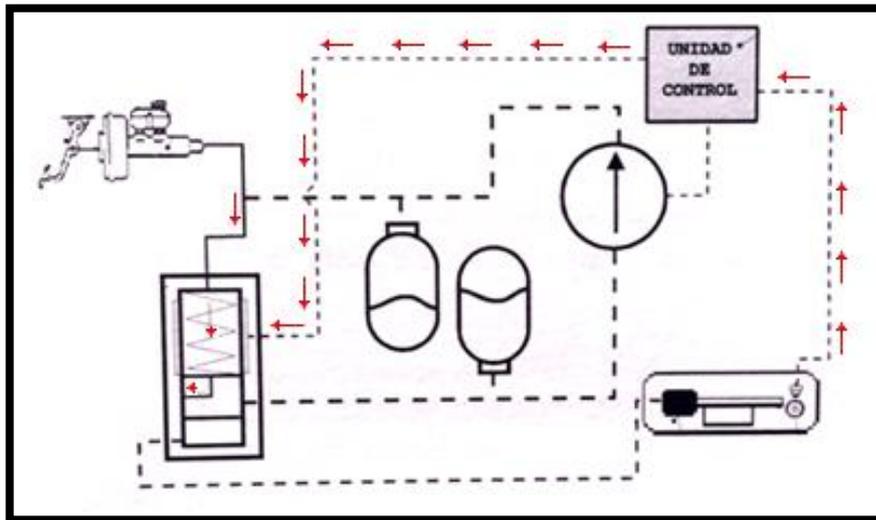
Estas electroválvulas poseen tres posiciones: fase de subida de presión, fase de mantenimiento de presión y fase de bajada de presión.

- **Fase de subida:** no existe excitación eléctrica por lo que se encuentra abierta permitiendo el paso de fluido desde el cilindro maestro hasta el cilindro de cada rueda.



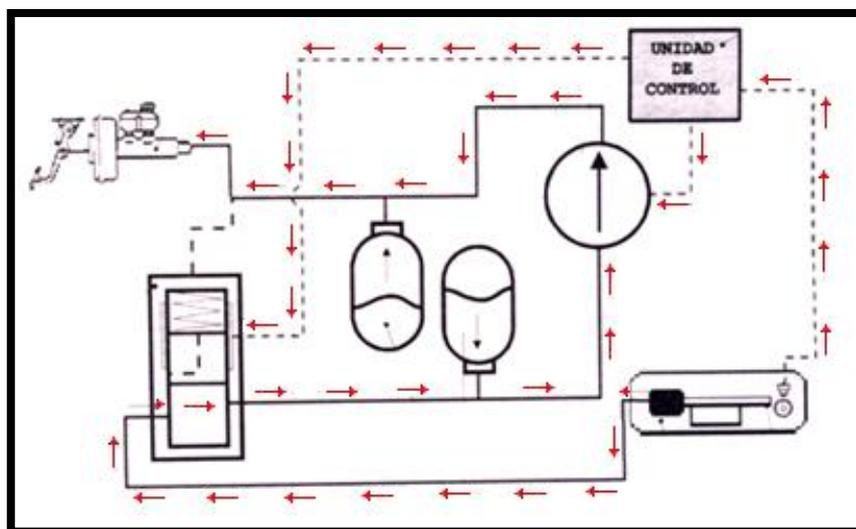
**Figura 32.** Fase de subida ABS  
(Marco, 1997)

- **Fase de mantenimiento:** la bobina de la electroválvula es excitada en un 50% para mantener la presión en el circuito.



**Figura 33.** Fase de mantenimiento ABS  
(Marco, 1997)

- **Fase de bajada:** la bobina es excitada con corriente al 100% produciendo en el inducido una fuerza mayor de desplazamiento de tal manera que la válvula de entrada permanece totalmente cerrada mientras la válvula de salida abierta, y como resultado tenemos el retorno del líquido de frenos hacia la bomba de retroalimentación y descargando el cilindro de la rueda.



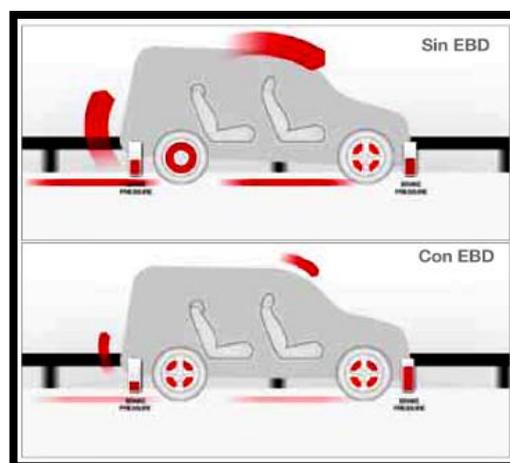
**Figura 34.** Fase de bajada ABS  
(Marco, 1997)

**Bomba de retroalimentación:** es la bomba que mientras la electroválvula se encuentra en reducción de presión, mediante un motor eléctrico se encarga de conducir el líquido de frenos desde el acumulador hidráulico hacia el cilindro maestro (Jesús Calvo Martin, 1997) (Valencia J. H., 2007).

#### 2.2.2.1.2. Electronic brakeforce distribution (EBD)

Conocido como Electronic brakeforce distribution o distribución electrónica de frenado, es un sistema que trabaja en conjunto con el ABS ya que utiliza los mismos elementos para distribuir la fuerza de frenado asegurando que cada rueda reciba una presión uniforme de acuerdo a la carga que el vehículo lleva.

Especialmente en vehículos con tracción delantera donde en el frenado todo el peso del vehículo y su inercia recaen sobre el eje delantero, el sistema EBD garantiza una óptima presión de frenado sobre las ruedas traseras ya que éstas tienden a perder adherencia porque se detienen más rápido que las delanteras, es por esto que si el frenado es enérgico la ECU percibe a través de sensores que las ruedas traseras pierden adherencia y se detienen más rápido, haciendo que el sistema reduzca la presión de frenado en el eje trasero o viceversa hasta obtener una parada segura (Davison, 2007) (Manzanares, 2008) (Solares, 2006).



**Figura 35.** Distribución de fuerza con y sin EBD (Toyota, 2010)

### 2.2.2.1.3. Brake assistance (BA)

Conocido como Brake assistance o sistema de asistencia de frenado es un sistema que mediante sensores se interpreta cuando es producida una frenada de emergencia midiendo la velocidad con la que se suelta el acelerador y se pisa el freno, además de la presión que se aplica a éste para que actúe el servofreno y así aumentar al máximo la presión ejercida por las pastillas sobre el disco y poder reducir la distancia de frenado sustancialmente.

Este sistema trabaja siempre en conjunto con los sistemas ABS y EBD (Fitsa, 2008) (Manzanares, 2008) (Solares, 2006).

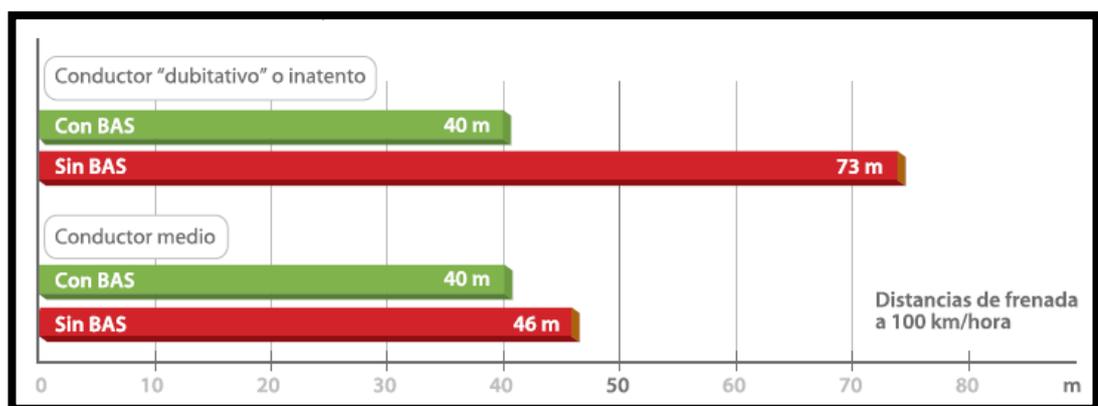


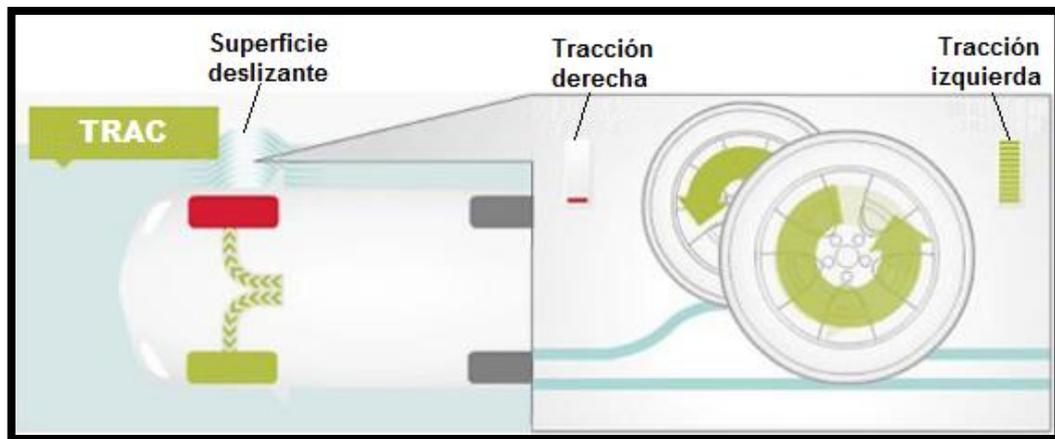
Figura 36. Distancia de frenado con y sin BAS (Fitsa, 2008)

### 2.2.2.2. Sistema electrónico activo de tracción (TRAC)

Denominado Traction active control o sistema activo de tracción consiste en sistema que controla la adherencia de las ruedas motrices de forma permanente. Trabaja en conjunto con el sistema ABS y ejerce una regulación electrónica sobre el sistema de inyección.

La unidad electrónica recibe información proveniente de los sensores del ABS los cuales indican el estado de adherencia de cada rueda motriz mediante la velocidad de éstas, de manera que si se detecta que hay deslizamiento de una rueda motriz con respecto a la otra, la unidad de

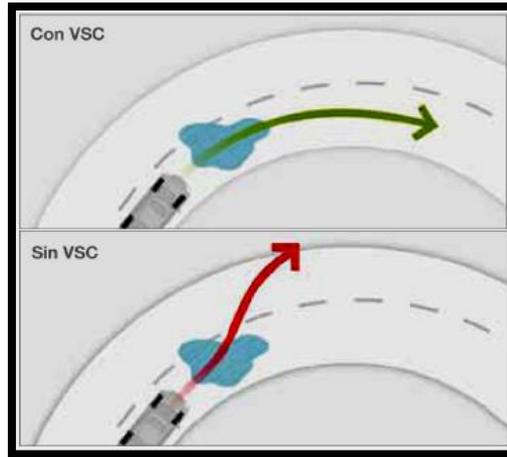
control electrónica ordena a la de inyección que disminuya o corte el número de inyecciones de combustible para actuar sobre el par motor, reduciendo las revoluciones de la rueda hasta recuperar tracción a una velocidad óptima y permitiendo a la rueda con mejor tracción recibir mayor porcentaje de torque (Jesús Calvo Martín, 1997) (Miller, 2012).



**Figura 37.** Diferencia de tracción entre ruedas motrices (Toyota, 2010)

### 2.2.2.3. Sistema electrónico de estabilidad (VSC)

Denominado Vehicle stability control o sistema de control de estabilidad es un sistema que ayuda a prevenir deslizamientos, derrapes, sobre-virajes, sub-virajes y pérdidas de tracción del vehículo reduciendo el par motor y aplicando la fuerza de frenado individualmente a las ruedas que lo necesiten. El control de estabilidad centraliza las funciones de los sistemas ABS, EBD y TRAC (Toyota, 2010).



**Figura 38.** Comportamiento con y sin VSC  
(Toyota, 2010)

### 2.2.2.3.1. Partes y funcionamiento

Este sistema consta de una unidad de control electrónico, un grupo hidráulico y un conjunto de sensores.

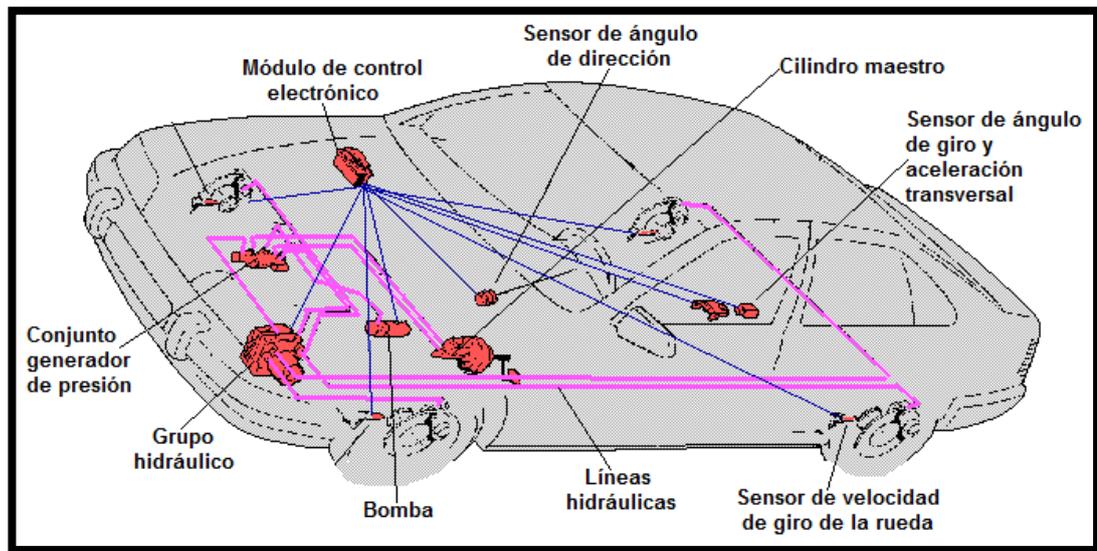
**Sensor de ángulo de dirección:** se encuentra localizado en la dirección y suministra información constante sobre el movimiento del volante.

**Sensor de velocidad de giro de la rueda:** son los mismos sensores utilizados en el sistema ABS y brindan información sobre la velocidad de la rueda, saber si está bloqueada o si patina.

**Sensor de ángulo de giro y aceleración transversal:** provee información sobre desplazamientos del vehículo alrededor de su eje vertical y desplazamientos laterales, es decir mediante este sensor conocemos si el auto está comenzando a derrapar o a desviarse de la trayectoria deseada por el conductor.

Un microprocesador controla las señales procedentes de los sensores chequeándolas 25 veces por segundo para comprobar que la dirección a través del volante es la deseada por el conductor y corresponde a la trayectoria real del vehículo. Si el vehículo se desplaza de manera distinta a la deseada, el VSC detecta ésta situación crítica y reacciona de forma

inmediata utilizando los frenos con intervenciones selectivas, además de reducir el par motor para contrarrestar la inercia del vehículo y así mantenerlo estable (Toyota, 2010) (Bosch, 2013).



**Figura 39.** Esquema del circuito VSC (AA1car, 2012)

#### 2.2.2.4. Suspensión y amortiguación

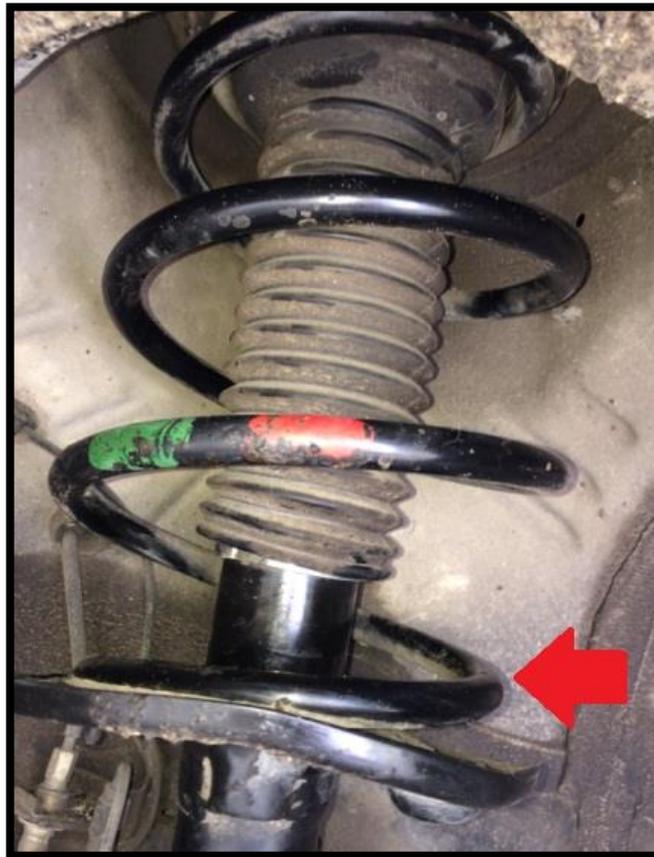
La suspensión y amortiguación afectan principalmente a las aceleraciones verticales del vehículo, éstas son determinantes a la hora del confort de los ocupantes para contrarrestar las oscilaciones provocadas en el manejo además de dar seguridad al vehículo en marcha manteniendo las ruedas sobre el piso y así otorgar la tracción necesaria continuamente (Bosch, Manual de la técnica del automóvil, 2005).

El Toyota Prius posee una suspensión delantera tipo Macpherson, mientras que en la parte posterior posee una suspensión por barra de torsión.

La suspensión comprende el conjunto de elementos mecánicos que unen los componentes de rodadura con la carrocería del vehículo (Jesús Calvo Martín, 1997).

#### 2.2.2.4.1. Componentes principales y funcionamiento

**Resortes:** retienen la energía transmitida sobre el vehículo, éstos están pretensados por la acción del peso del auto, mientras que al pasar un bache la rueda es lanzada hacia abajo debido a la acción del resorte. Los principales tipos de resortes son helicoidales, torsionales metálicos o elastómeros, laminares, neumáticos, hidráulicos y oleo neumáticos.



**Figura 40.** Resorte de suspensión helicoidal

**Amortiguadores:** disminuyen de forma progresiva la amplitud de las oscilaciones que se producen en los resortes, esto se debe a la transformación de energía ondulatoria en calor al paso de un fluido por un orificio. Los amortiguadores fundamentales son los de tipo telescópico de uno o dos tubos.

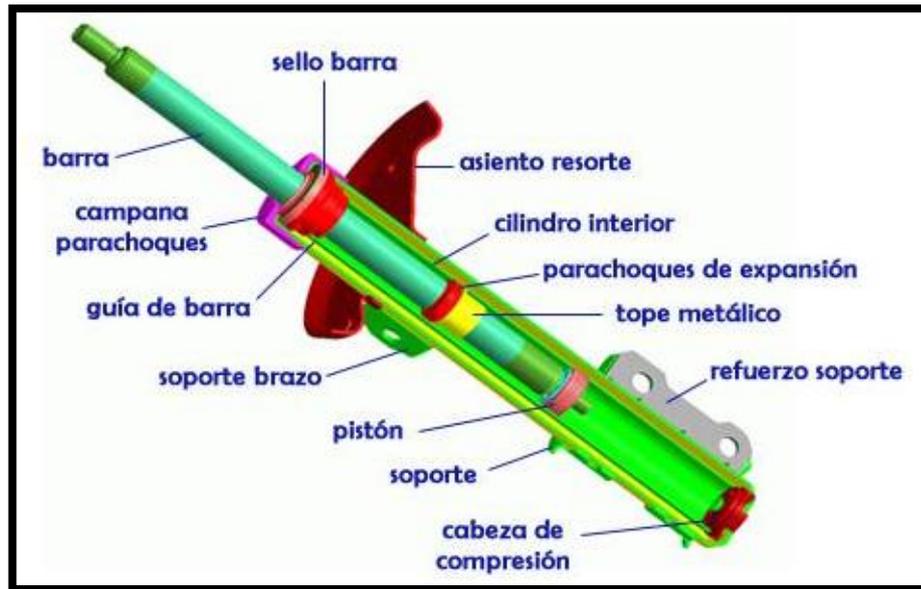


Figura 41. Partes del amortiguador  
(OLX, 2011)

**Estabilizadores:** restringen los desplazamientos longitudinales entre las ruedas y la carrocería y van anclados entre ambos mediante uniones elásticas.



Figura 42. Estabilizador

**Barra estabilizadora:** elemento que va anclado a la carrocería y que une las ruedas en un mismo tren y que tiene la función de oponerse al par de vuelco que produce la fuerza centrífuga en los virajes.



**Figura 43.** Barra estabilizadora

**Neumáticos:** ejercen el efecto elástico en oscilaciones verticales y transversales (Jesús Calvo Martín, 1997) (Bosch, Manual de la técnica del automóvil, 2005).



**Figura 44.** Neumático

### **2.2.2.5. Dirección**

La dirección es la encargada de convertir el movimiento de giro en el volante en una modificación del ángulo de orientación de las ruedas delanteras y así mantener la trayectoria requerida por el conductor (Bosch, Manual de la técnica del automóvil, 2005) (Jesús Calvo Martin, 1997).

El Toyota Prius posee una dirección de piñón y cremallera asistida eléctricamente (EPS).

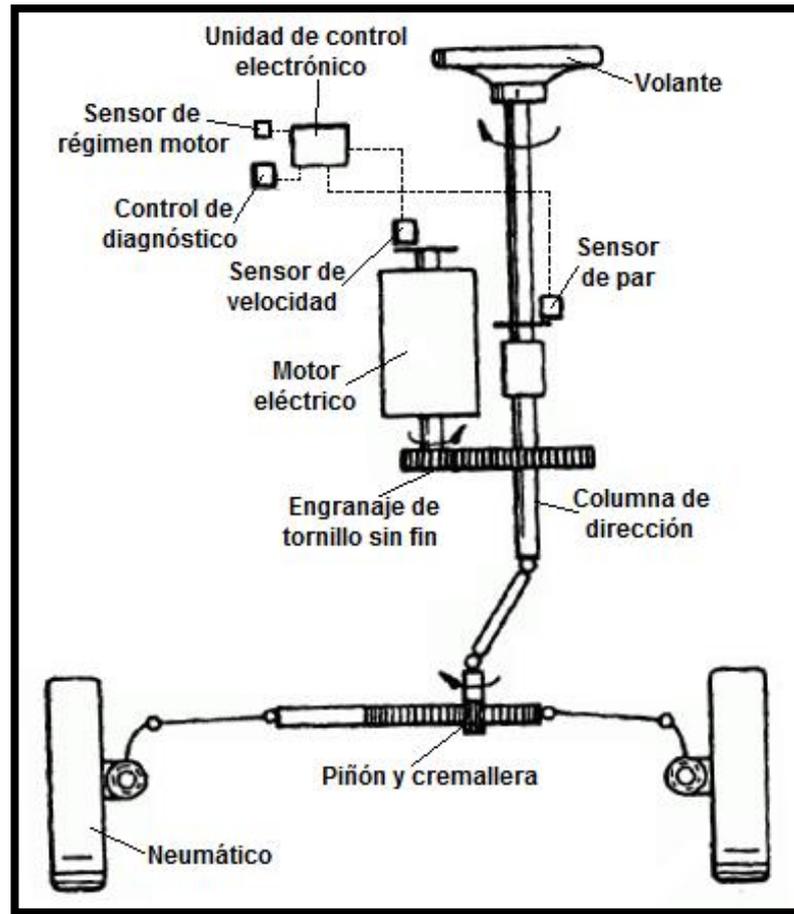
#### **2.2.2.5.1. Partes y funcionamiento**

En la figura 45 podemos observar un esquema sobre el funcionamiento y partes de éste sistema de dirección, teniendo así que al accionar el volante, la unidad de control electrónico pone en marcha un motor eléctrico el cual acciona un engranaje de tornillo sin fin sobre la columna de dirección.

El control de la unidad electrónica se realiza mediante un sensor de par y otro de velocidad. Estas variables son el par ejercido por el conductor sobre el volante y la velocidad del vehículo, además también recibe señales de régimen del motor y de diagnóstico.

La asistencia de la dirección se realiza en función de la velocidad del vehículo, teniendo así que si aumenta la velocidad la unidad de control desconecta el embrague del motor eléctrico teniendo así una dirección netamente manual.

Gracias a la gestión electrónica se puede programar cualquier tipo de asistencia variable que adopte la desmultiplicación más apropiada en cualquier situación (Jesús Calvo Martin, 1997) (Bosch, Manual de la técnica del automóvil, 2005) (Moratalaz, 2009).



**Figura 45.** Dirección por piñón y cremallera con asistencia eléctrica (Patentados, 2007)

### 2.2.2.5.2. Ventajas

Este tipo de dirección es la más utilizada hoy en día, ya que gracias a sus prestaciones, es considerada mejor que otras existentes.

- Ocupa menos espacio que un sistema hidráulico ya que este sistema cuenta sólo con un motor eléctrico colocado perpendicularmente a la columna de dirección y cabe prácticamente donde sea.
- Gracias a la gestión electrónica la dirección no tiene que ser constante, ni obedecer a una ley de decrecimiento lineal conforme aumenta la velocidad, como es el caso de la hidráulica.
- Tiene un mejor rendimiento en cuanto al consumo de combustible ya que comparada con la hidráulica, requiere una labor menos intensiva, y

además posee un menor número de partes aligerando el peso total del vehículo (Litherland, 2012).

#### 2.2.2.6. Neumáticos

El neumático es una pieza de caucho muy importante en cuanto a la estabilidad del automóvil, que forma la parte exterior de la rueda. Su función principal es adquirir un apropiado contacto contra el suelo y así transmitir potencia motriz, frenado y guía del vehículo, además de ser un elemento activo de la suspensión y actuar como un soporte de carga (Jesús Calvo Martin, 1997) (Vargas, 2003) (Marco, 1997).

En la figura 46 podemos observar los diferentes tipos de esfuerzos consecuencia de las distintas aceleraciones y desaceleraciones producidas en el manejo entre los cuales tenemos, esfuerzos longitudinales de estabilidad lateral y dirección (1 y 2), esfuerzos transversales de aceleración y frenado (3 y 4), y por último esfuerzos verticales de amortiguación y carga (5) (Jeldes, 2011).

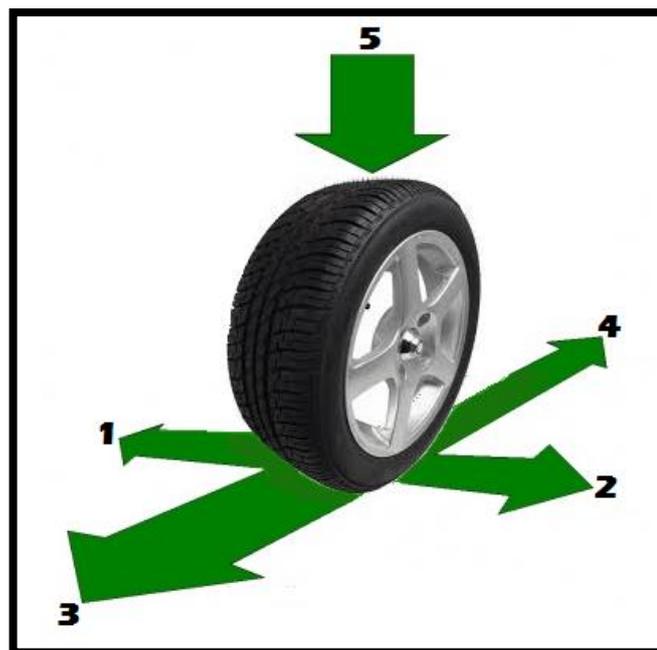


Figura 46. Esfuerzos del neumático

### 2.2.2.6.1. Partes y nomenclatura

Los neumáticos se componen principalmente de dos partes, la válvula y la cubierta.

**Válvula:** elemento por el que se infla al neumático y mantiene la presión sin dejar escapar aire.

**Cubierta:** es la parte principal del neumático y consta de las siguientes partes.

**Carcasa:** su función es dar resistencia a la cubierta soportando los esfuerzos de carga y presión de inflado. Está compuesta por capas de tela engomadas que a su vez dan impermeabilidad.

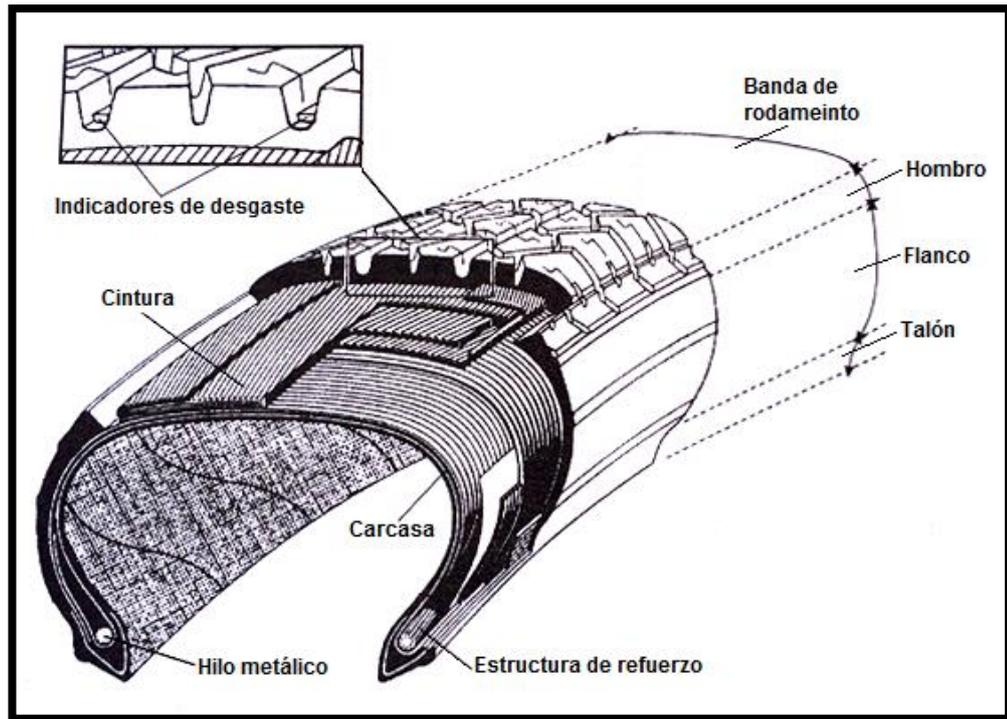
**Cintura:** su función es dar estabilidad a la cubierta soportando su carga.

**Banda de rodamiento:** es la zona de la cubierta que tiene contacto con el suelo y protege la carcasa de golpes y abrasión, está formada por un labrado el cual determina la adherencia y desalojo de agua.

**Hombro:** zona de unión entre la banda de rodamiento y el flanco de la cubierta, su función principal es evitar golpes laterales del neumático.

**Flancos:** su función es resguardar la carcasa entre el hombro y el talón para tolerar esfuerzos de flexión del neumático. Están compuestos de una mezcla de gomas con gran resistencia al envejecimiento y buena evacuación de calor.

**Talones:** su función es anclar la estructura de refuerzo en la rueda y transmitir parte de los esfuerzos de aceleración y frenado. Están compuestos por hilos metálicos que conservan el diámetro de la cubierta (Moratalaz, 2009) (Jesús Calvo Martín, 1997) (Bosch, Manual de la técnica del automóvil, 2005).



**Figura 47.** Partes del neumático  
(Vargas, 2003)

La nomenclatura del neumático nos da a conocer todas las características que éste posee en cuanto a su construcción.

Las características del neumático del Toyota Prius son 195/65 R15 91 H donde:

195 = ancho de sección (mm).

65 = perfil del neumático (mm).

R = Código de construcción radial.

15 = Diámetro interior del neumático (pulgadas).

91 = Índice de carga máxima (615Kg).

H = Código de velocidad máxima (210Km/h) (Moratalaz, 2009).



Figura 48. Nomenclatura

### 2.2.2.7. Iluminación

Existe la iluminación delantera, trasera e interior del vehículo.

La función primordial de la iluminación delantera es la de alumbrar eficazmente el camino para evitar obstáculos y el tráfico además de advertir nuestra presencia a conductores en sentido contrario y transeúntes. Las direccionales permiten conocer la intención del conductor por cambiar de dirección o de estar en una situación peligrosa.

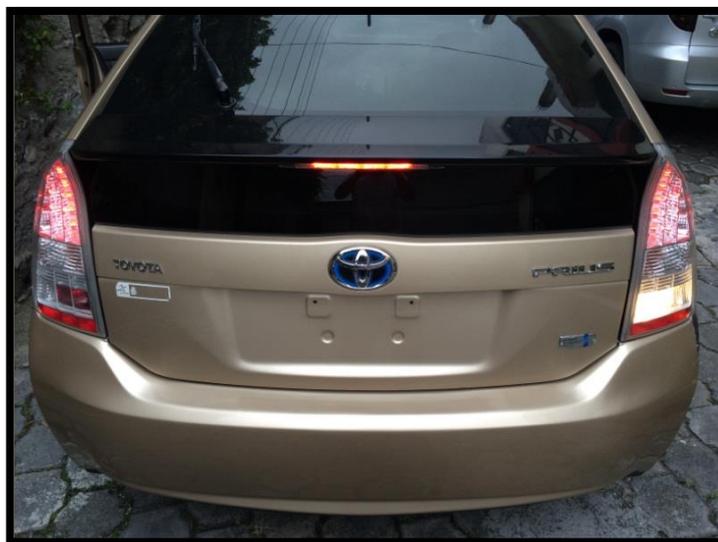
Los faros y luces de la parte delantera del vehículo son: faros de luz de cruce (bajas), faros de luz de carretera (altas), faros antiniebla (neblineros), intermitentes (direccionales) y luces de circulación diurna (DRL) (Bosch, Manual de la técnica del automóvil, 2005).



**Figura 49.** Iluminación delantera

La función principal de la iluminación trasera es la de advertir nuestra presencia a conductores detrás nuestro además de dar a conocer nuestras intenciones de manejo. Las luces de retroceso permiten iluminar el camino mientras lo hacemos además de alertar sobre la maniobra.

Las luces de la parte posterior del vehículo son: luces de circulación en la noche, luces de freno, luz de freno central (tercer stop), luces de circulación diurna (DRL), intermitentes (direccionales), luces de marcha atrás y luz de la placa (Bosch, Manual de la técnica del automóvil, 2005).



**Figura 50.** Iluminación trasera

Al interior del vehículo o habitáculo tenemos luces de salón, y luces para los espejos de los parasoles.



**Figura 51.** Iluminación interior

### **2.2.3. SEGURIDAD PASIVA**

La seguridad pasiva del vehículo también denominada seguridad secundaria tiene como finalidad evitar posibles lesiones a los ocupantes del vehículo en caso de producirse un accidente, es decir consiste en sistemas, diseños y elementos auxiliares que protegen la integridad del pasajero.

#### **2.2.3.1. Airbag (SRS)**

Conocido como sistema de retención suplementaria o bolsas de aire, es un dispositivo que complementa el uso del cinturón de seguridad, y su objetivo es evitar que la cabeza del conductor golpee contra el parabrisas, ventanas laterales o el volante de dirección cuando ocurre un accidente.

Este sistema de seguridad pasiva básicamente interpone entre el conductor y acompañantes una bolsa flexible que los protege de golpear diferentes partes dentro del habitáculo (Parera, Sistemas de seguridad y confort en vehículos automóviles, 2000).

### 2.2.3.1.1. Tipos de airbag

**Airbag frontal:** tienen la función de proteger al conductor y acompañante de lesiones de cabeza y tórax en caso de colisión. Estas bolsas tienen diferentes formas y capacidades de llenado según el tipo de vehículo. El airbag del conductor se localiza en el centro del volante y su volumen varía entre 35 y 60 litros, el airbag del acompañante está situado en el tablero de instrumentos en la parte superior de la guantera y su volumen varía entre 65 y 170 litros debido a la mayor distancia comparado con el del conductor (Bosch, Manual de la técnica del automóvil, 2005).



**Figura 52.** Airbag frontal conductor y acompañante  
(Auto eléctrica G, 2013)

**Airbag lateral:** son conocidos como airbags de ventana o cortinas inflables, tienen la función de proteger al conductor y pasajeros de lesiones en caso de una colisión lateral además de retenerlos con suavidad. Estos airbags se despliegan a lo largo del borde del techo, la puerta o desde el respaldo del asiento (Bosch, Manual de la técnica del automóvil, 2005).

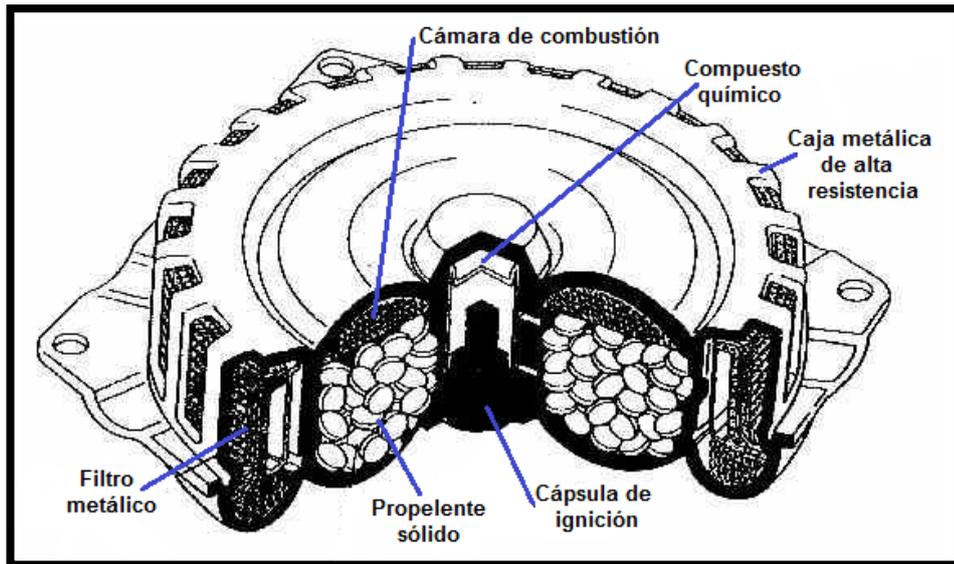


**Figura 53.** Airbag lateral pasajeros  
(Autotec, 2011)

#### **2.2.3.1.2. Componentes y funcionamiento**

**Bolsa de aire:** es una bolsa de tejido sintético como poliamida o nylon, muy resistente y con unos pequeños agujeros que dejan escapar el nitrógeno resultante de la reacción química.

**Generador de gas:** es un dispositivo explosivo que contiene un propelente sólido encerrado en una cámara de combustión sellada en acero de alta tensión. En el centro del generador va colocada una cápsula de ignición con su propia carga que en caso de accidente recibe un impulso eléctrico que la hace detonar y cuya combustión en conjunto produce nitrógeno para llenar la bolsa.



**Figura 54.** Partes del generador de gas  
(ProAutomotive, 2012)

**Unidad de contacto:** es un elemento cuya misión es asegurar el contacto entre los circuitos electrónicos y la cápsula de ignición del generador de gas, permitiendo que el cable detonador se enrolle o desenrolle siguiendo los giros del volante.

**Unidad de control:** controla el funcionamiento de todo el sistema teniendo en cuenta las señales recibidas por los sensores.

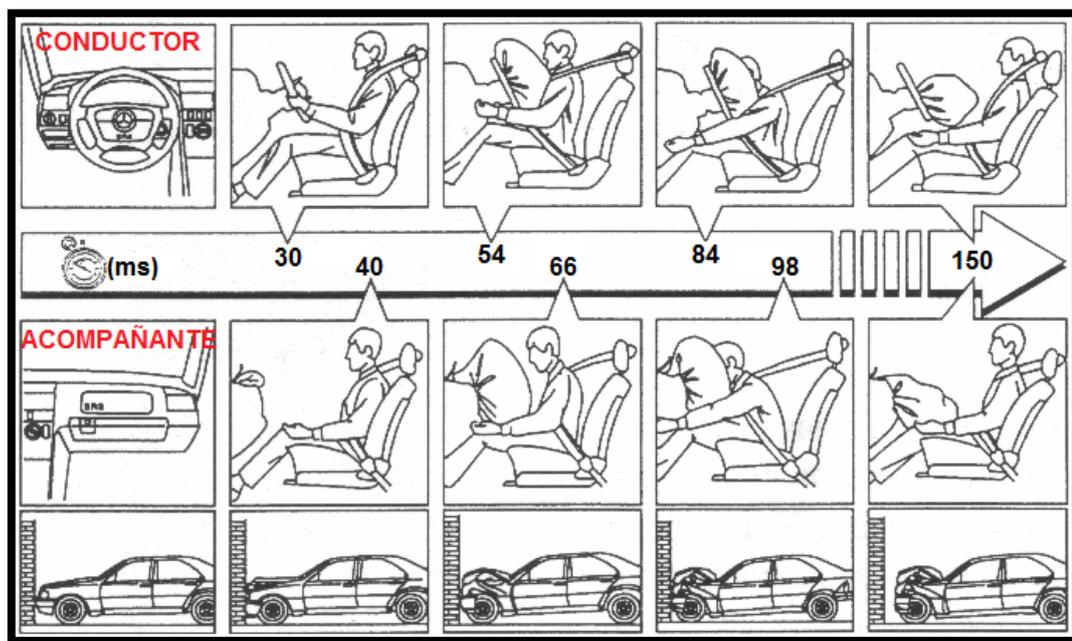
**Sensor de choque:** es un sensor micro-mecánico de silicio que determina la magnitud de desaceleración producida cuando hay una colisión.

**Almacenador de energía:** está formado por varios condensadores conectados en paralelo para abastecer el sistema en caso de fallo eléctrico del vehículo debido al accidente.

**Microprocesador:** evalúa las señales provenientes de los sensores y las compara con valores predeterminados (M. A. Gonzalez, 2007).

Para que el airbag se dispare el vehículo debe moverse a una velocidad superior a los 30 Km/h.

Después de la colisión, la unidad de control transmite la orden de activación, exactamente a los 30ms empieza a salir la bolsa protectora, a los 60ms la bolsa se despliega y el conductor incide en ella, a los 90ms el conductor está totalmente sumergido en ella y a su vez comienza a desalojar el gas para amortiguar el golpe, a los 150ms el conductor ya ha retornado a su posición inicial y la bolsa se encuentra desinflada. El airbag del acompañante tiene un retraso de 10 a 14ms debido a la distancia (Jesús Calvo Martin, 1997) (Alonso, 2008) (M. A. Gonzalez, 2007).

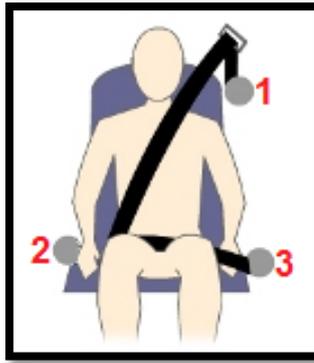


**Figura 55.** Tiempos de activación  
(Jesús Calvo Martin, 1997)

### 2.2.3.2. Cinturón de seguridad

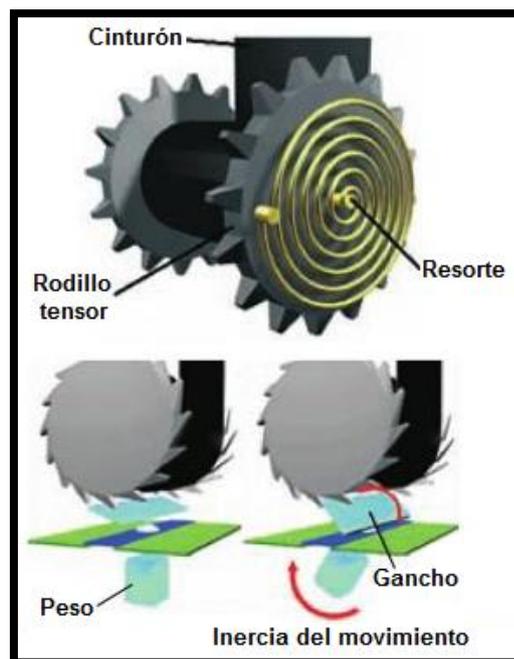
El cinturón de seguridad es el elemento de seguridad más importante del vehículo, tiene la misión de retener en el asiento a los pasajeros cuando éste colisiona contra un obstáculo.

El Toyota Prius cuenta con cinturones de seguridad de tres puntos con activación mecánica.



**Figura 56.** Cinturón de 3 puntos  
(Mladinic, 2012)

La activación del cinturón de seguridad se debe a la velocidad del dispositivo centrífugo de la bobina de rotación, este dispositivo consta de un pequeño gancho o elemento de bloqueo con un peso montado en la parte central de la bobina de rotación. Si el movimiento que se realiza sobre la bobina es lento, el gancho simplemente no atranca debido a un resorte que absorbe energía de giro y lo mantiene en su lugar; pero si el movimiento es agresivo, la acción del resorte queda anulada y el gancho bloqueará el rodillo tensor, impidiendo la salida de la cinta (Óscar Barrera Doblado, 2012).

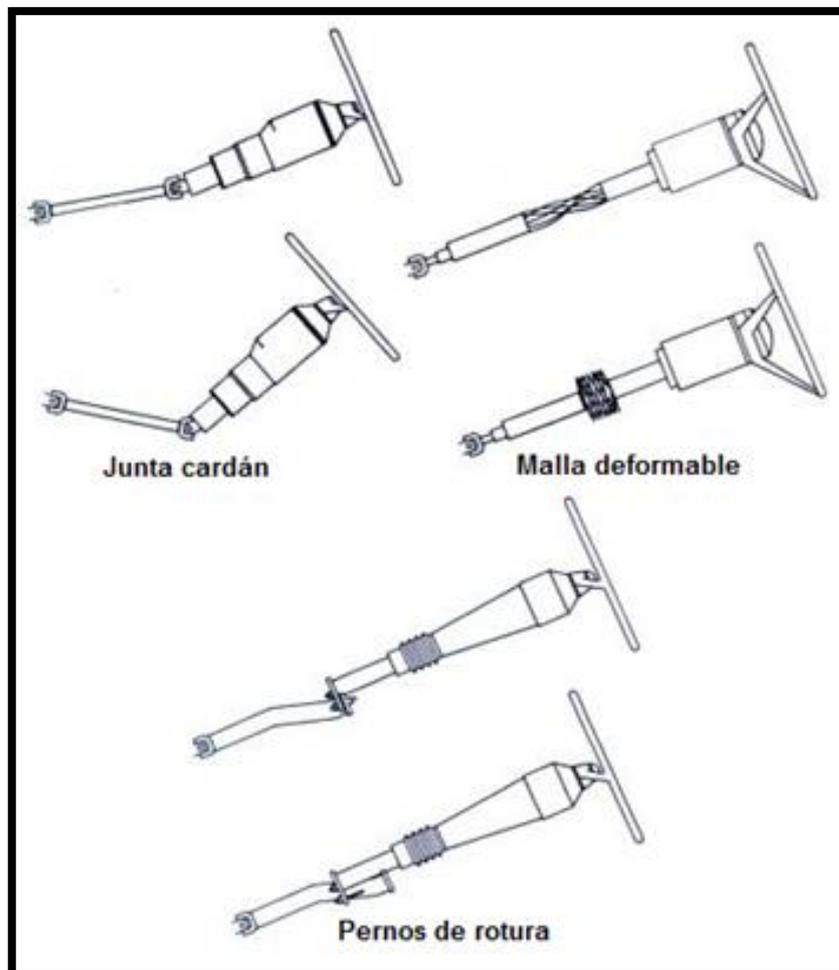


**Figura 57.** Partes y funcionamiento del cinturón  
(Óscar Barrera Doblado, 2012)

### 2.2.3.3. Columna de dirección retráctil

La columna de dirección está formada por dos mitades que van unidas por la interposición de diferentes tipos de juntas sin perjudicar la rigidez del eje, éstas juntas permiten que el eje acorte su longitud en caso de colisión de manera que un impacto con el tórax sea menos violento.

Los sistemas de juntas más usuales son: las juntas cardán, la malla deformable y los pernos de rotura (Parera, Sistemas de seguridad y confort en vehículos automóviles, 2000).



**Figura 58.** Tipos de columnas  
(Parera, Sistemas de seguridad y confort en vehículos automóviles, 2000)

El Toyota Prius viene fabricado con una columna retráctil tipo junta cardán.



**Figura 59.** Junta cardán

#### **2.2.3.4. Chasis y carrocería**

El chasis constituye en el vehículo un armazón que tiene por misión fijar los diferentes componentes que forman el automóvil, como la dirección, frenos, suspensión, motor, transmisión y carrocería, permitiendo así la relación entre ellos.

Debido a los esfuerzos soportados por el vehículo en marcha cotidiana, el chasis está sometido a continuas deformaciones por lo que sus principales características son la resistencia a la flexión, indeformabilidad, resistencia a la torsión y capacidad de carga (T. G. Morales, 2011) (Jesús Calvo Martin, 1997).

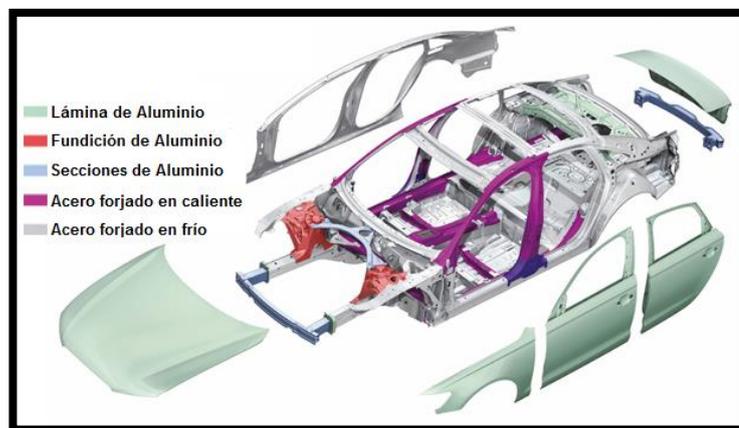
La carrocería del Toyota Prius es de tipo monocasco GOA (Global Outstanding Assessment) que combina la tecnología CAB (Collision absorb body) y HSC (High Strengthen Cabin) (Toyota Motor Company, 2011).

**Tabla 3.** Puntos de evaluación GOA, Japón, EE.UU, Europa  
(Toyota Motor Company, 2011)

<b>GOA SOBREPASA NORMAS DE SEGURIDAD DE JAPON, EE.UU. Y EUROPA</b>		<b>GOA</b>	<b>JAPON</b>	<b>EE.UU.</b>	<b>EUROPA</b>
<b>CHOQUE FRONTAL</b>		DEFORMACIÓN CARROCERÍA	●	●	●
		DERRAME DE COMBUSTIBLE	●	●	●
		DEFORMACIÓN DE CABINA	●	—	—
		DEFORMACIÓN CARROCERÍA	●	—	—
		DERRAME DE COMBUSTIBLE	●	—	—
		DEFORMACIÓN DE CABINA	●	—	—
<b>CHOQUE LATERAL</b>		DEFORMACIÓN CARROCERÍA	●	●	●
		DERRAME DE COMBUSTIBLE	●	●	●
		DEFORMACIÓN DE CABINA	●	—	—
<b>CHOQUE POSTERIOR</b>		DERRAME DE COMBUSTIBLE	●	●	●
		DERRAME DE COMBUSTIBLE	●	—	—
		DEFORMACIÓN DE CABINA	●	—	—
<b>VOLCAMIENTO</b>		DEFORMACIÓN DE CABINA	●	—	●

● PUNTOS EVALUADOS — SIN EVALUAR

Este tipo de carrocería está formada por una estructura de gran rigidez y de menor peso total en conjunto la cual ayuda a absorber el impacto de un choque en la parte frontal y posterior del vehículo evitando que el habitáculo, parte primordial donde se encuentran los ocupantes, sufra una deformación excesiva y así se pueda impedir daños y lesiones de gravedad a los pasajeros conservando un espacio de supervivencia interior (Toyota, 2008).



**Figura 60.** Materiales de la carrocería monocasco  
(Audi, 2011)

Los parachoques, capot y amortiguadores de impacto son diseñados con geometría de deformación programada, teniendo como resultado menor rigidez que el habitáculo para lograr que en el choque absorban la mayor parte de la energía de impacto y el golpe no se transfiera hacia los ocupantes del vehículo (T. G. Morales, 2011).



**Figura 61.** Deformación programada  
(Bólido, 2010)

#### **2.2.3.5. Cristales**

Los cristales que se utilizan en los vehículos son fabricados de vidrio de silicato. Sus principales componentes químicos tienen una proporción de 70 a 72% de ácido silícico ( $\text{SiO}_2$ ), aproximadamente el 14% de óxido sódico ( $\text{Na}_2\text{O}$ ), y cerca del 10% de óxido de calcio ( $\text{CaO}$ ). A la mezcla se añade un 5% de otros óxidos como de magnesio y aluminio para mejorar las propiedades químicas y físicas del vidrio (Bosch, Manual de la técnica del automóvil, 2005).

### 2.2.3.5.1. Tipos de vidrios

**Vidrio de seguridad templado:** posee una capacidad de carga mecánica y térmica mayor que el vidrio laminado, durante su fabricación se somete a un proceso térmico de enfriamiento brusco que genera en la superficie del vidrio una gran tensión de compresión, haciendo que si se rompe éste se deshace en pequeños fragmentos.

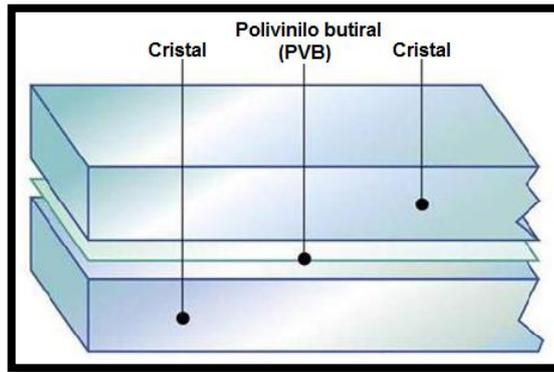
Este tipo de vidrio se utiliza preferentemente en los cristales de ventanas laterales, traseras, techo y su grosor oscila entre 3 y 5mm (Alonso, 2008) (Bosch, Manual de la técnica del automóvil, 2005).



**Figura 62.** Fragmentos de vidrio templado  
(Vidrio perfil, 2013)

**Vidrio de seguridad laminado:** está compuesto por dos láminas de cristal pegadas a una lámina intermedia de polivinilo butiral que es elástico y resistente a la rotura. Si el vidrio es impactado se producen fracturas pero los cristales quedan adheridos a la lámina intermedia.

Este tipo de vidrio se utiliza preferentemente en los cristales delanteros conocidos como parabrisas y a veces en el techo. Su grosor oscila entre 4,5 y 5,6mm (Alonso, 2008).



**Figura 63.** Estructura del vidrio laminado  
(PMateriales, 2013)

### 2.2.3.6. Asientos y apoyacabezas

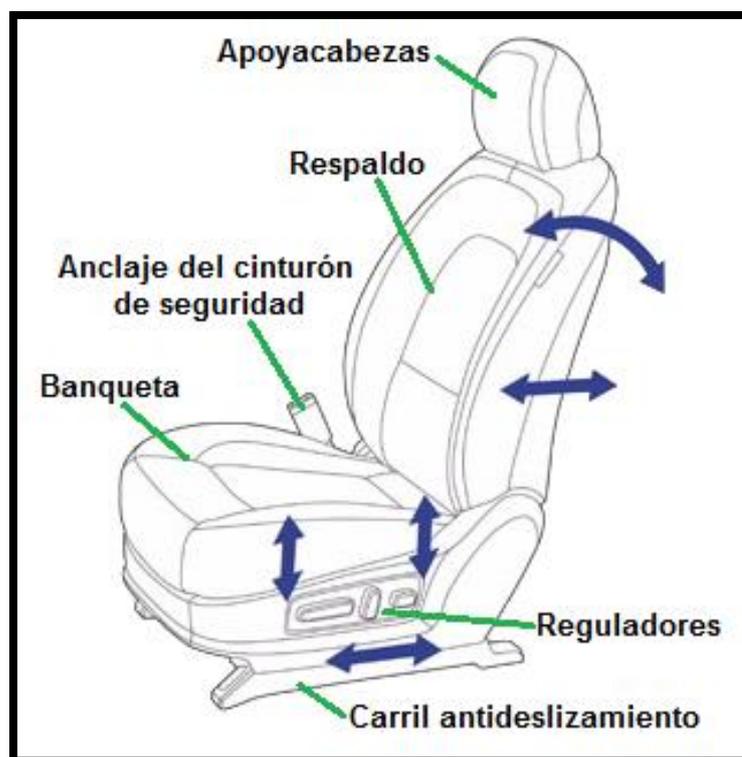
Los asientos en el automóvil son elementos esenciales, están diseñados para mantener a los pasajeros en una postura cómoda y segura durante el funcionamiento del vehículo.

En combinación con el cinturón de seguridad proporciona estabilidad al conductor para que en curvas, baches, aceleraciones o frenadas permanezca siempre en una posición fija y estable. El confort en los asientos es sinónimo de bienestar y comodidad, reduce la fatiga además de evitar la pérdida de atención y concentración (Salvador, 2007).



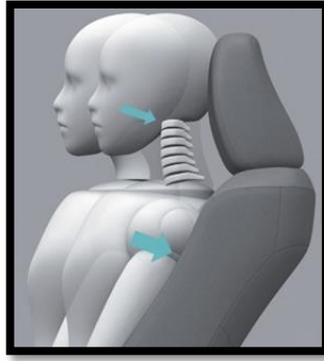
**Figura 64.** Confort del conductor  
(Mortó, 2007)

La estructura de los asientos en un vehículo, pueden ser de aluminio o acero. Tanto la banqueta como el respaldo se adaptan perfectamente al contorno del cuerpo siguiendo criterios ergonómicos. El tapizado es incombustible y el acolchado está fabricado en gomaespuma que garantiza un buen soporte y sujeción del pasajero cuando actúa sobre él una fuerza centrífuga. Disponen además de carriles antideslizamiento con regulación de distancia, mecanismos modificadores de altura de banqueta e inclinación en varios ángulos del respaldo y parrillas de ventilación que admiten la escapatoria de humedad (Jesús Calvo Martín, 1997) (Parera, Sistemas de seguridad y confort en vehículos automóviles, 2000).



**Figura 65.** Partes del asiento  
(Hyundai, 2012)

El apoyacabezas es un dispositivo fundamental que forma parte del asiento, cuya finalidad es limitar el desplazamiento de la cabeza del pasajero hacia atrás, con relación al tronco, de forma que en caso de accidente se reduzca el riesgo de lesiones en las vértebras cervicales por el denominado latigazo cervical (Salvador, 2007).



**Figura 66.** Protección del apoyacabezas  
(Toyota, 2010)

## **2.2.4. CONFORT**

El confort es aquello que nos produce bienestar y comodidad, es por esto que en el vehículo gozamos de sistemas que básicamente nos ayudan a sentirnos de ésta manera, además de hacer nuestra vida más sencilla y divertida al mismo tiempo.

### **2.2.4.1. Climatización**

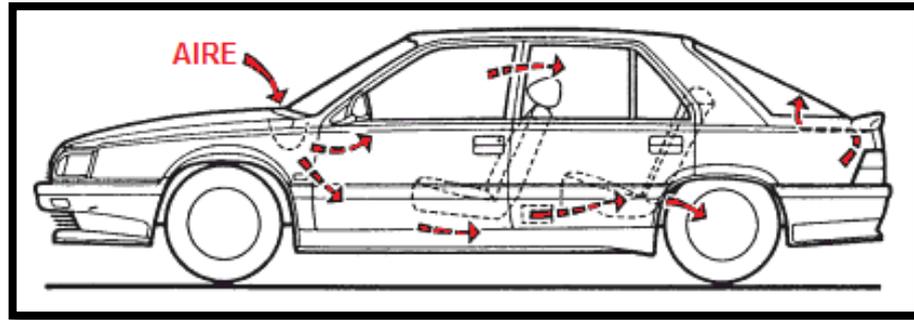
La climatización se basa en un conjunto de elementos que esencialmente sirven para dar confort a los pasajeros dentro del vehículo, gracias a sistemas de aire acondicionado, calefacción y ventilación, de ésta manera se controla el grado de temperatura al interior del habitáculo además de ayudar a renovar cíclicamente el aire respirado con aire fresco.

#### **2.2.4.1.1. Ventilación**

En el interior del vehículo, el aire necesita ser renovado constantemente para mantener un ambiente agradable y así asegurar suficiente oxígeno para respirar.

La carrocería entonces está diseñada de tal manera que el aire pueda ingresar y salir con facilidad por la propia velocidad del vehículo a través de unas aberturas entre el capó y el parabrisas además de otras en la parte

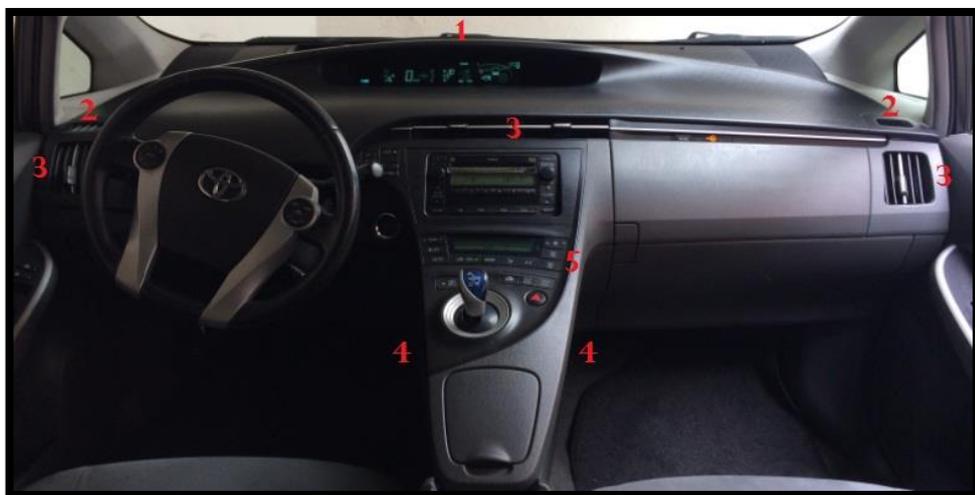
trasera cerca del maletero, paso de rueda y bajo los asientos (M. A. Gonzalez, 2007).



**Figura 67.** Circulación de aire por el habitáculo  
(Alonso, 2008)

Para la circulación del aire dentro del habitáculo se dispone de un conjunto climatizador acoplado al panel de instrumentos que desvía la corriente de aire según la preferencia del pasajero.

En la figura 68 podemos observar el conjunto climatizador que consta de: bocas de salida de aire hacia el parabrisas (1), bocas de salida de aire hacia las ventanas laterales (2), bocas de salida con rejillas direccionables (3), bocas de salida de aire hacia los pies (4) y un mando de control (5) que regula caudal, temperatura y modos de salida del aire (Alonso, 2008).

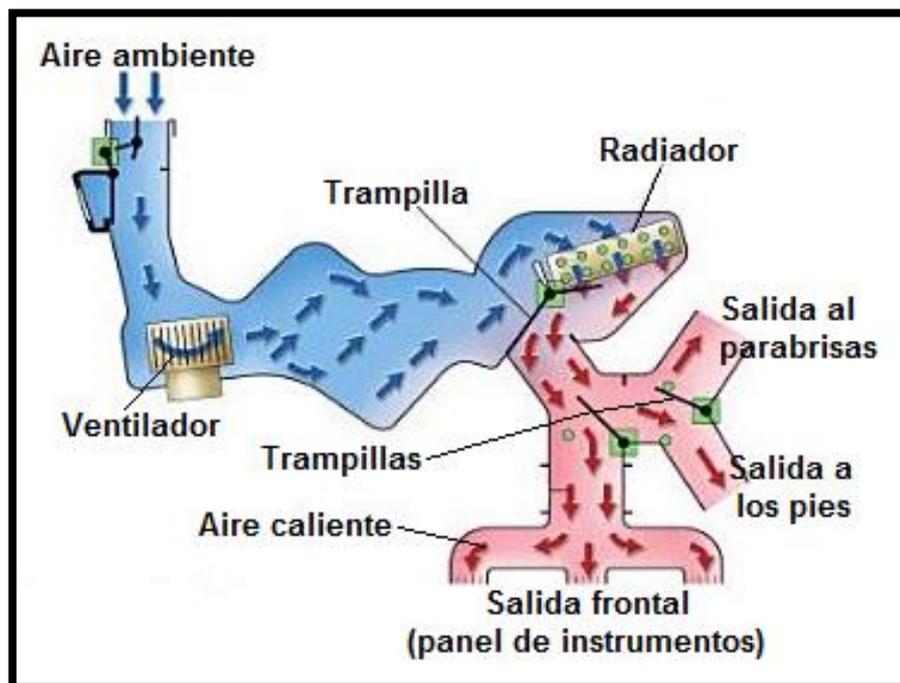


**Figura 68.** Disposición del conjunto climatizador en el panel de instrumentos

### 2.2.4.1.2. Calefacción

La calefacción consiste en un proceso en el cual el aire exterior es calentado a través de un radiador que incrementa su temperatura mediante una serie de resistencias calefactoras de tipo cerámico CTP montadas en paralelo, de tal manera que la potencia eléctrica es transformada en calorífica. Al pasar el aire por este radiador se calienta e ingresa al habitáculo mediante una serie de trampillas controladas electrónicamente para variar y mezclar aire ambiente con aire caliente hasta tener la temperatura deseada por el pasajero.

El conjunto de calefacción consta de: un conjunto climatizador formado por un cuerpo o carcasa de plástico en cuyo interior lleva conductos de paso, un radiador de calefacción, trampillas de mezcla, trampillas de reparto y paso, ventilador y una caja de resistencias o un reóstato para variar la velocidad de giro del ventilador (M. A. Gonzalez, 2007).



**Figura 69.** Funcionamiento y distribución de aire  
(M. A. Gonzalez, 2007)

### 2.2.4.1.3. Aire acondicionado

La finalidad del aire acondicionado es la de disminuir y controlar la temperatura, la humedad y pureza del aire, creando así un ambiente confortable para los ocupantes del vehículo.

La temperatura idónea para el confort es de 20°C a 24°C, y la humedad relativa entre el 40% y 70% (Alonso, 2008).

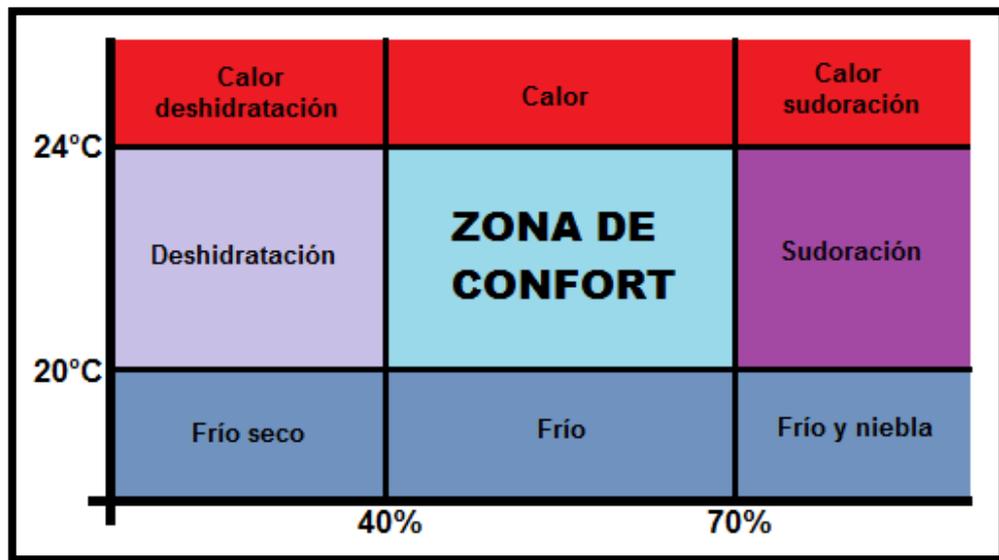


Figura 70. Diagrama de la zona de confort

La función del aire acondicionado es la de producir frío, entonces el sistema denominado de ciclo continuo, consiste en poner un fluido en circulación y someterlo a condensaciones y vaporizaciones las cuales producen intercambio de calor para lograr una temperatura agradable en el interior del habitáculo.

Las partes que componen este sistema son:

**Filtro de habitáculo:** retiene agentes contaminantes para impedir su paso al habitáculo.



**Figura 71.** Filtro de habitáculo

**Filtro deshidratante:** es un depósito de fluido refrigerante en estado líquido que contiene desecante que sirve para retener agua (humedad) que puede circular por el sistema.



**Figura 72.** Filtro deshidratante

**Compresor:** máquina que aspira el fluido refrigerante procedente del evaporador para incrementar su presión y temperatura a su salida.



**Figura 73.** Compresor

**Condensador:** se encarga de evacuar el calor absorbido por el fluido frigorífico durante las fases de evaporación y compresión.



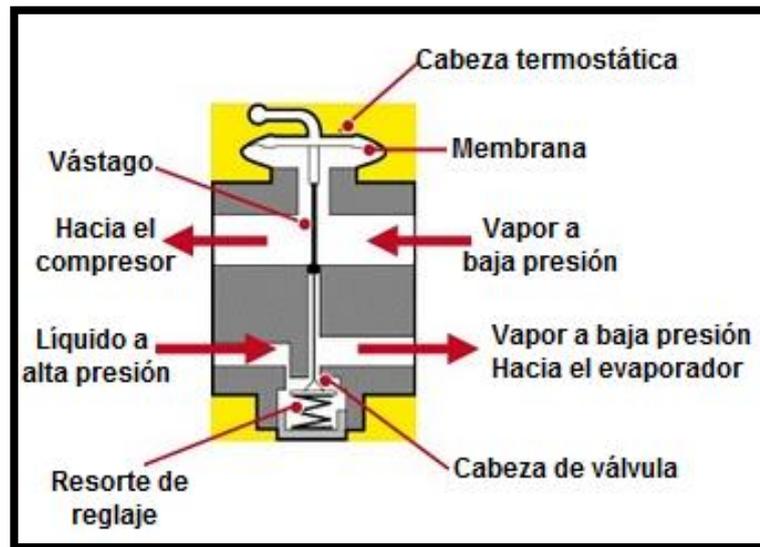
**Figura 74.** Condensador

**Evaporador:** es un intercambiador térmico que tiene la función de enfriar y deshumidificar el aire que lo atraviesa.



**Figura 75.** Evaporador

**Válvula de expansión:** asegura el suministro adecuado de refrigerante al evaporador siempre manteniendo un recalentamiento específico a la salida del evaporador.



**Figura 76.** Constitución la válvula de expansión  
(Manuales, 2011)

**Refrigerante:** El R134a es un refrigerante respetuoso con el medio ambiente, no daña la capa de ozono, es seguro de usar, no explosivo, no tóxico, no irritante y no corrosivo, no tiene ningún olor extraño, su pureza es superior a 99.9% y su humedad es menor al 0.001%, por lo que el sistema de refrigeración estará libre de corrosión (Alonso, 2008).



**Figura 77.** Refrigerante R134a  
(Cool Mate, 2013)

El principio de funcionamiento consta de los siguientes pasos:

**Compresión:** El fluido en estado gaseoso es aspirado por el compresor a baja presión y temperatura (3bar, 5°C), y sale comprimido a alta presión y temperatura (20bar, 110°C).

**Condensación:** El fluido en estado gaseoso entra en el condensador a alta presión y temperatura, aquí comienza la cesión de calor del fluido al aire que atraviesa el intercambiador, produciéndose la condensación del fluido y saliendo del condensador en estado líquido a una presión de 19bar y una temperatura de 60°C.

**Filtrado y desecado:** El fluido en estado líquido pasa por un filtro deshidratante que absorbe la humedad que pueda contener el fluido además de un filtro de impurezas.

**Expansión:** El fluido en estado líquido a 19bar y 60°C penetra en la válvula de expansión termostática, produciéndose una caída brusca de presión y temperatura, de manera que el fluido sale en estado difásico a una presión de 3bar y una temperatura de 0°C.

**Evaporación:** El fluido en estado difásico penetra en el evaporador donde comienza el intercambio de calor con el aire exterior que ingresa al habitáculo. El fluido necesita absorber calor del aire que atraviesa el evaporador para evaporarse y a su vez la humedad presente en el aire se condensa y se acumula en una bandeja bajo el intercambiador, para después ser evacuada por un desagüe al exterior.

Una vez evaporado el fluido, éste pasa de nuevo al compresor y el ciclo comienza nuevamente (M. A. Gonzalez, 2007).

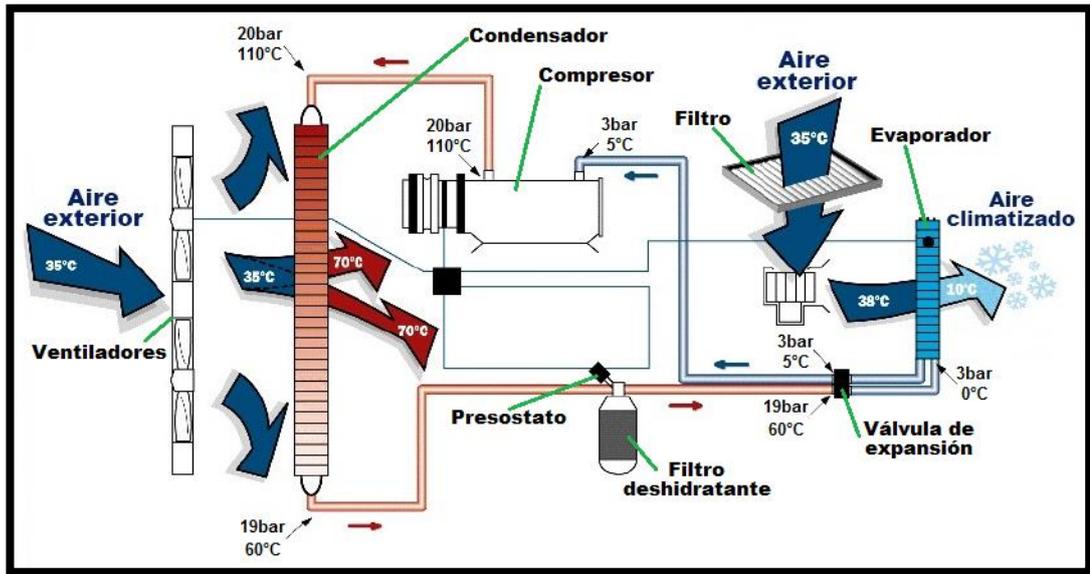


Figura 78. Partes y funcionamiento A/C  
(Manuales, 2011)

#### 2.2.4.2. Smart keyless system

El Toyota Prius cuenta con un sistema inteligente de apertura de puertas y encendido que permite al conductor abrir y cerrar los seguros de las puertas sin necesidad de manipular la llave, de igual manera el encendido se realiza simplemente presionando el botón POWER del panel de instrumentos, para el encendido del vehículo se necesita una proximidad cercana del control de mando con el automóvil.



Figura 79. Smart keyless

### 2.2.4.3. Head up display

El Prius incorpora un visor (HUD) head up display, que proyecta información importante en la base del parabrisas, de este modo el conductor puede consultar información precisa sin necesidad de quitar la vista de la ruta de manejo.



Figura 80. Head up display

### 2.2.4.4. Touch tracer display

Es un sistema que incorpora controles en el volante, permitiendo al conductor controlar diversos sistemas sin necesidad de quitar la mirada de la ruta ni apartar las manos del volante.



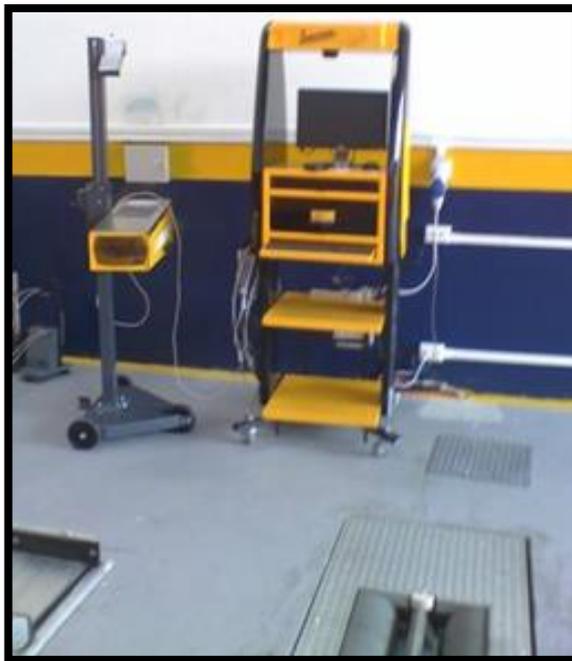
Figura 81. Volante con controles

## **Materiales**

Los materiales utilizados en la realización práctica de este estudio se detallan a continuación:



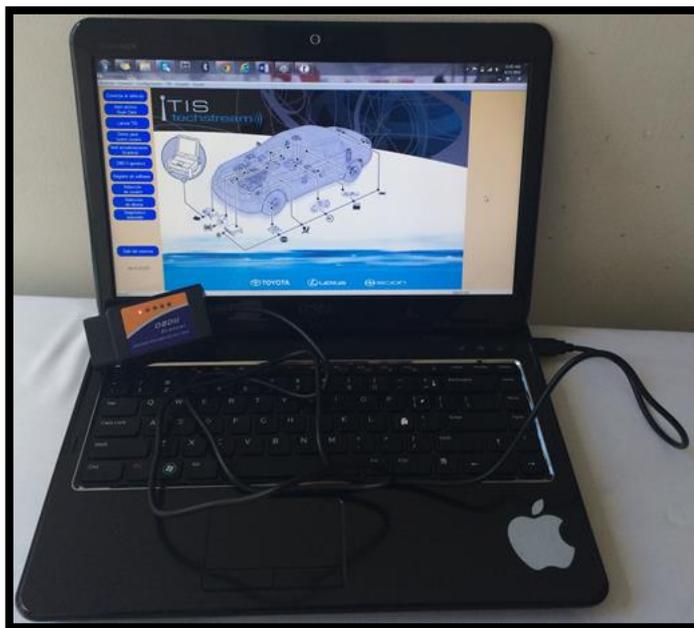
**Figura 82.** Vehículo Toyota Prius híbrido 2010



**Figura 83.** Frenómetro y luxómetro automatiz



**Figura 84.** Scanner automotriz G-SCAN



**Figura 85.** Scanner automotriz Techstream TOYOTA



**Figura 86.** Osciloscopio OTC automotriz



**Figura 87.** Multímetro OTC automatiz



**Figura 88.** Destornilladores



**Figura 89.** Destornilladores de precisión



**Figura 90.** Juego de rachas



**Figura 91.** Llaves de tuercas



**Figura 92.** Gata



**Figura 93.** Elevador

### **3.1. SENSORES QUE INTERVIENEN EN SISTEMAS DE SEGURIDAD Y CONFORT**

Dentro de este capítulo se habla sobre cada sensor que interviene en los sistemas de seguridad y confort existentes en el Toyota Prius, como características principales tenemos el tipo de sensor, el número de cables existentes, voltajes, señales y ubicación.

#### **3.1.1. SENSOR DE LA VELOCIDAD DE LA RUEDA**

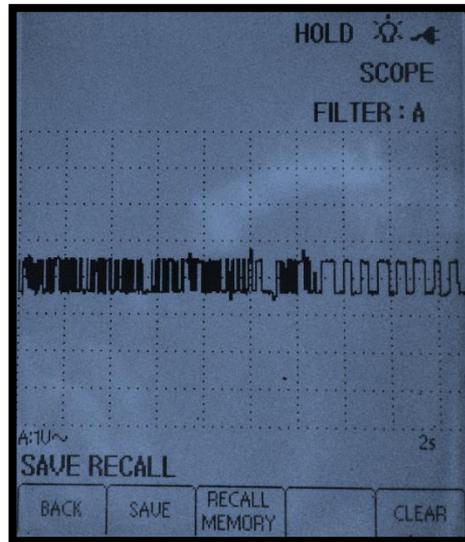
Este sensor es de efecto Hall el cual mediante un campo magnético y una rueda dentada se obtiene información sobre la velocidad a la que gira la rueda. Las señales que se obtienen de este sensor son ondas cuadradas que van desde un voltaje mínimo hasta un voltaje máximo y varían su frecuencia mientras varía la velocidad de la rueda.

Estado del vehículo: encendido.

Mediante un multímetro y un osciloscopio determinamos el voltaje de cada cable, además de la señal que emite el sensor obteniendo los siguientes resultados.

**Tabla 4.** Voltajes Sensor de velocidad de la rueda

# CABLES	COLOR	FUNCIÓN	VOLTAJE
2 Cables	Blanco	Alimentación	12V
	Negro	Señal	0.6V



**Figura 94.** Señal del sensor de velocidad de la rueda

En la figura 94 observamos la señal de onda cuadrada proveniente del sensor de velocidad, a la izquierda del gráfico la frecuencia es mayor cuando la rueda gira a mayor velocidad y a la derecha la frecuencia disminuye a menor velocidad.

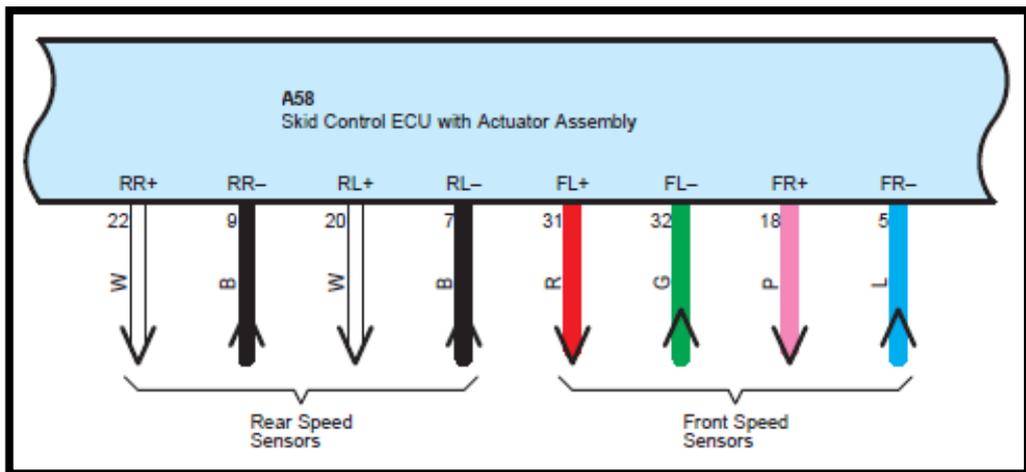


**Figura 95.** Sensor del ABS

Estos sensores se ubican en cada rueda del vehículo y van atornillados a la estructura de rodamiento donde internamente posee una rueda dentada.



**Figura 96.** Ubicación del sensor



**Figura 97.** Diagrama eléctrico sensor de velocidad de rueda  
(Toyota Motor Corp., 2010)

### 3.1.2. SENSOR DE IMPACTO

Este sensor es de tipo presión piezo-eléctrico el cual mediante cuatro piezo-resistencias que forman un puente Wheastone montadas sobre una plaqueta, forman un conjunto que dependiendo de la aceleración o desaceleración alteran las resistencias produciendo una señal de tensión que si sobrepasa los valores dados por la ECM activa los airbags y los pretensores.

Estado del vehículo: encendido.

Mediante un multímetro y un osciloscopio determinamos el voltaje de cada cable, además de la señal que emite el sensor obteniendo los siguientes resultados.

**Tabla 5.** Voltajes Sensor de impacto

# CABLES	COLOR	FUNCIÓN	VOLTAJE
2 Cables	Blanco	Alimentación	12V
	Negro	Señal	3.8V

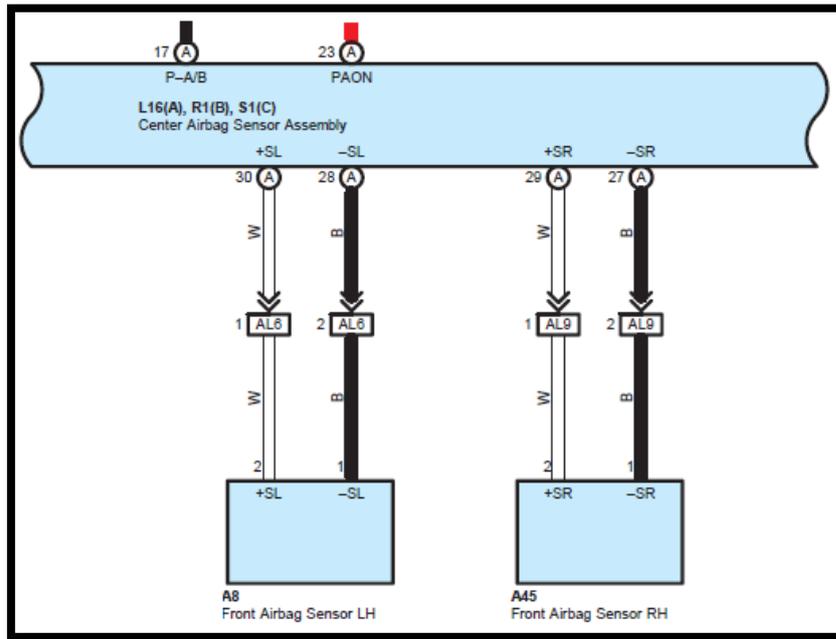


**Figura 98.** Sensor de presión piezoeléctrico

Estos sensores se ubican en la parte frontal a la izquierda y derecha del vehículo para impactos frontales, además se localizan también a cada lado del vehículo cerca del pretensor y van atornillados a la estructura metálica.



**Figura 99.** Ubicación del sensor



**Figura 100.** Diagrama eléctrico sensor de impacto  
(Toyota Motor Corp., 2010)

### 3.1.3. SENSOR DE DIRECCIÓN

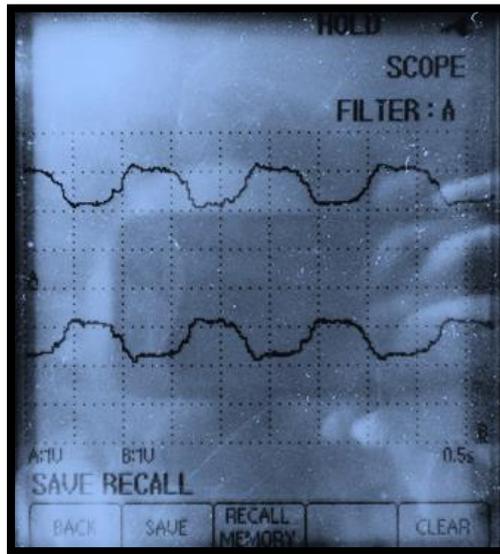
Este sensor es de tipo magnetorresistivo el cual mediante una resistencia alterada bajo la influencia de un campo magnético varía la tensión y dependiendo del torque aplicado al volante se activa el motor eléctrico para asistir al giro cuando sea necesario.

Estado del vehículo: encendido.

Mediante un multímetro y un osciloscopio determinamos el voltaje de cada cable, además de la señal que emite el sensor obteniendo los siguientes resultados.

**Tabla 6.** Voltajes Sensor de dirección

# CABLES	COLOR	FUNCIÓN	VOLTAJE		
			Sin giro	Girando IZQ	Girando DER
4 Cables	Amarillo	Señal 1	2.3V	3.6V	1.3V
	Negro	Masa	1mV		
	Blanco	Señal 2	2.3V	1.6V	3.7V
	Rojo	Alimentación	4.7V		



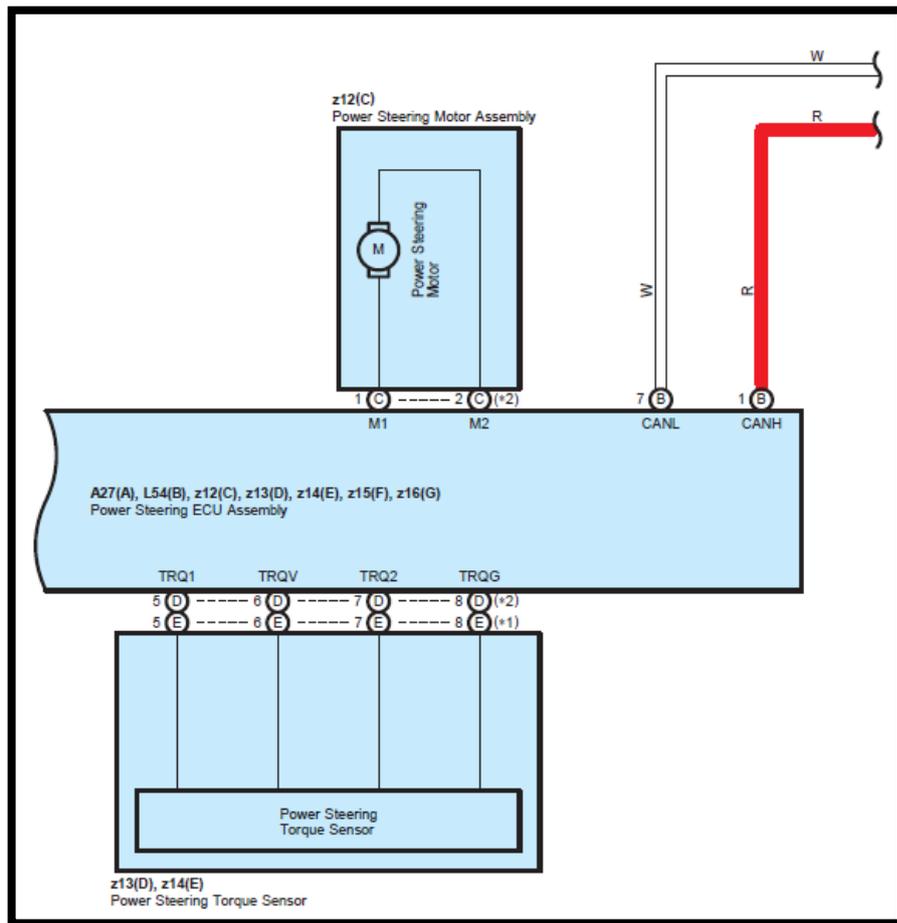
**Figura 101.** Señal del sensor de dirección

En la figura 101 podemos observar las ondas sinusoidales generadas por el sensor de dirección, en el canal A vemos que girando el volante a la izquierda la onda sube de 2.3V a 3.6V mientras que en el canal B la onda baja de 2.3V a 1.6V, girando el volante a la derecha en el canal A la onda baja de 2.3V a 1.3V y en el canal B sube de 2.3V a 3.7V.



**Figura 102.** Sensor de dirección

El sensor se ubica en la columna de dirección al interior del habitáculo, formando parte de todo el conjunto de engranes y motor eléctrico de la dirección eléctrica.



**Figura 103.** Diagrama eléctrico sensor de dirección (Toyota Motor Corp., 2010)

### 3.1.4. SENSOR DE POSICIÓN DEL ACELERADOR

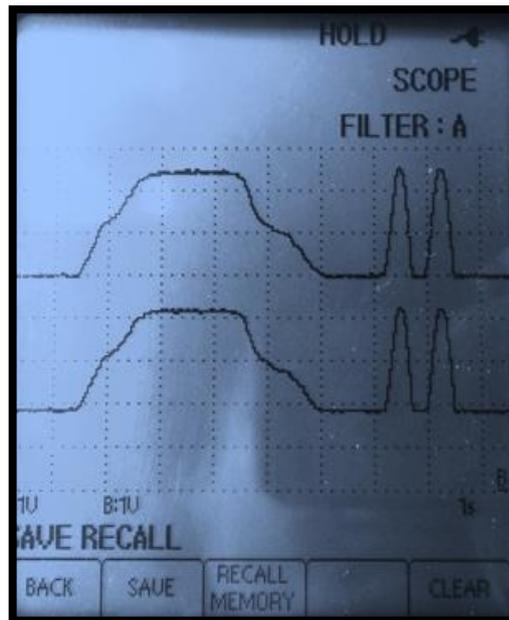
Este sensor es de tipo potenciómetro (resistencia variable) que mide el porcentaje de cierre y apertura según la posición del acelerador, son dos sensores TPS que trabajan al mismo tiempo en caso de que cualquiera de ellos falle.

Estado del vehículo: en contacto.

Mediante un multímetro y un osciloscopio determinamos el voltaje de cada cable, además de la señal que emite el sensor obteniendo los siguientes resultados.

**Tabla 7.** Voltajes Sensor APP

# CABLES	TPS	COLOR	FUNCIÓN	VOLTAJE	
				Desacelerado	Acelerado a fondo
6 Cables	TPS 1	Azul	Señal	0.8V	3.3V
		Negro	Masa	6mV	
		Amarillo	Alimentación	4.9V	
	TPS 2	Blanco	Señal	1.5V	4V
		Rojo	Masa	6mV	
		Verde	Alimentación	4.9V	



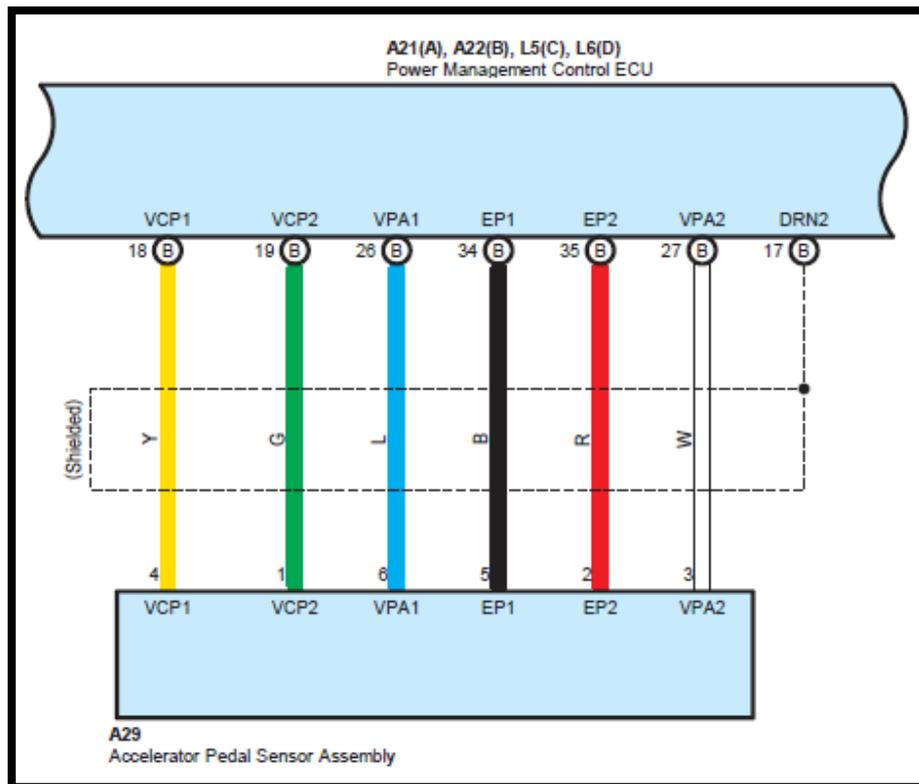
**Figura 104.** Señal del sensor APP

En la figura 104 podemos observar la señal emitida por el sensor, en el canal A tenemos la señal del TPS 1 la cual va de 0.8V con 0% de recorrido a 3.3V con el pedal acelerado a fondo con 100% de recorrido, en el canal B tenemos la señal del TPS 2 la cual va de 1.5V con 0% de recorrido hasta 4V con el 100% de recorrido.



**Figura 105.** Sensor APP

Este sensor va ubicado en el pedal del acelerador.



**Figura 106.** Diagrama eléctrico sensor de posición acelerador (Toyota Motor Corp., 2010)

### 3.1.5. SENSOR DE POSICIÓN DEL FRENO

Este sensor es de tipo potenciómetro (resistencia variable) que mide el porcentaje de recorrido del pedal de freno según la presión aplicada a este.

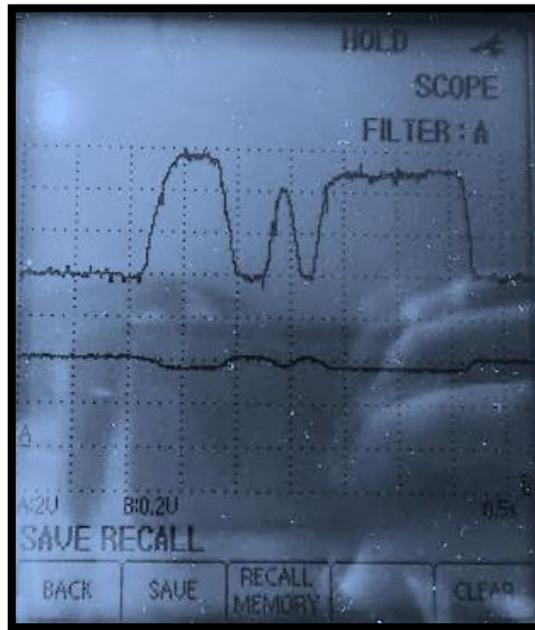
Estado del vehículo: encendido.

Mediante un multímetro y un osciloscopio determinamos el voltaje de cada cable, además de la señal que emite el sensor obteniendo los siguientes resultados.

**Tabla 8.** Voltajes Sensor de posición del freno

# CABLES	COLOR	FUNCIÓN	VOLTAJE	
			Sin pisar	Pisado a fondo
4 Cables	Blanco	Masa	8.4mV	
	Verde	Señal 1	3.9V	3.2V
	Negro	Alimentación	5V	
	Rojo	Señal 2	1V	1.7V

En la figura 107 podemos observar la señal emitida por el sensor, en el canal A tenemos la señal 2 la cual va de 1V con 0% de recorrido a 1.7V con el pedal de freno presionado a fondo, en el canal B tenemos la señal 1 la cual va de 3.9 V con 0% de recorrido hasta 3.2V con el pedal de freno presionado a fondo.

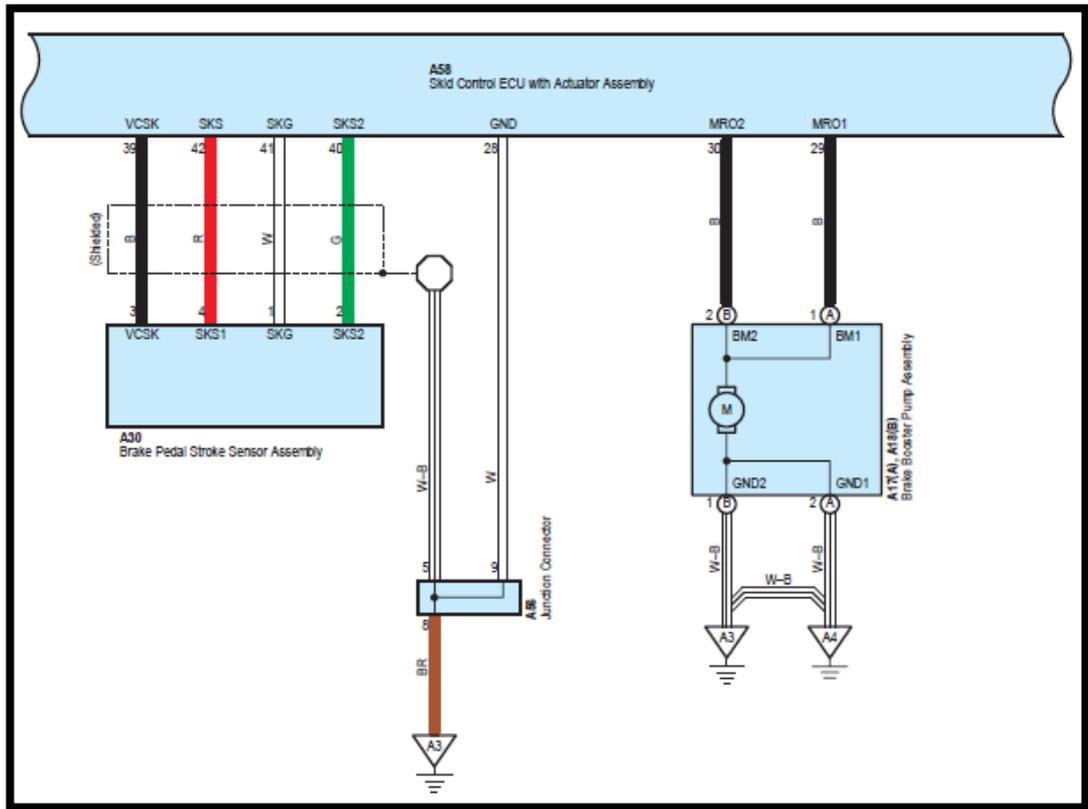


**Figura 107.** Señal del sensor de posición de freno

En la figura 108 podemos observar que este sensor se encuentra ubicado en el conjunto del pedal de freno.



**Figura 108.** Sensor de posición del freno



**Figura 109.** Diagrama eléctrico sensor de posición de pedal de freno (Toyota Motor Corp., 2010)

### 3.1.6. SENSOR YAW RATE

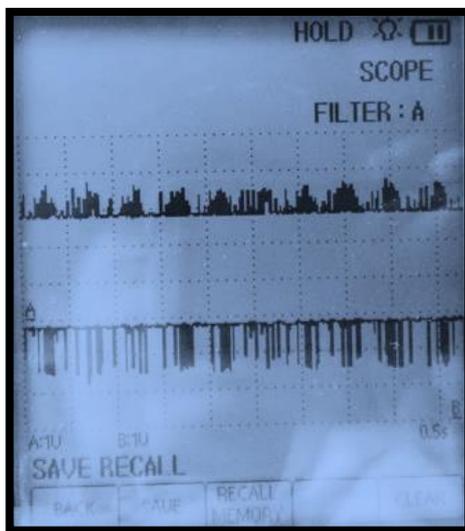
Este sensor es de tipo piezoeléctrico, básicamente es un dispositivo giroscópico que mide la velocidad angular alrededor del eje vertical del vehículo, el ángulo entre la dirección del automóvil (dirección de las ruedas) y el movimiento real que éste toma (side slip angle).

Estado del vehículo: encendido.

Mediante un multímetro y un osciloscopio determinamos el voltaje de cada cable, además de la señal que emite el sensor obteniendo los siguientes resultados.

**Tabla 9.** Voltajes Sensor YAW RATE

# CABLES	COLOR	FUNCIÓN	VOLTAJE
4 Cables	Blanco	Masa	23.5mV
	Azul	Señal 1	2.3V
	Amarillo	Señal 2	2.6V
	Negro	Alimentación	14.6V



**Figura 110.** Señal del sensor YAW RATE

En la figura 110 podemos observar la señal emitida por el sensor, en el canal A tenemos la señal 1 de 2.3V y en el canal B tenemos la señal 2 de 2.6V.



**Figura 111.** Sensor YAW RATE

El sensor yaw rate se ubica al interior del habitáculo, debajo de la consola de la palanca de cambios en la parte central atornillado a la estructura.

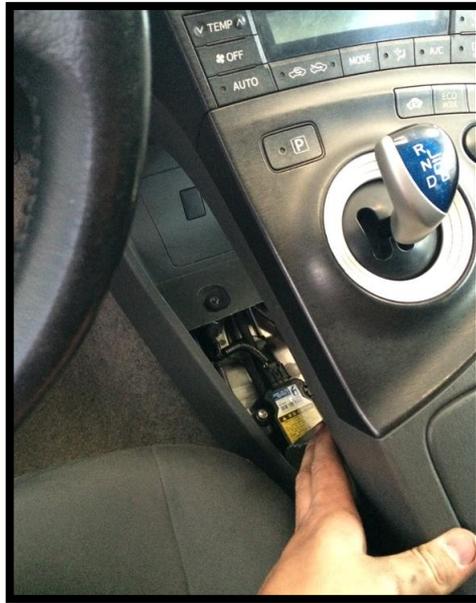


Figura 112. Ubicación del sensor YAW RATE

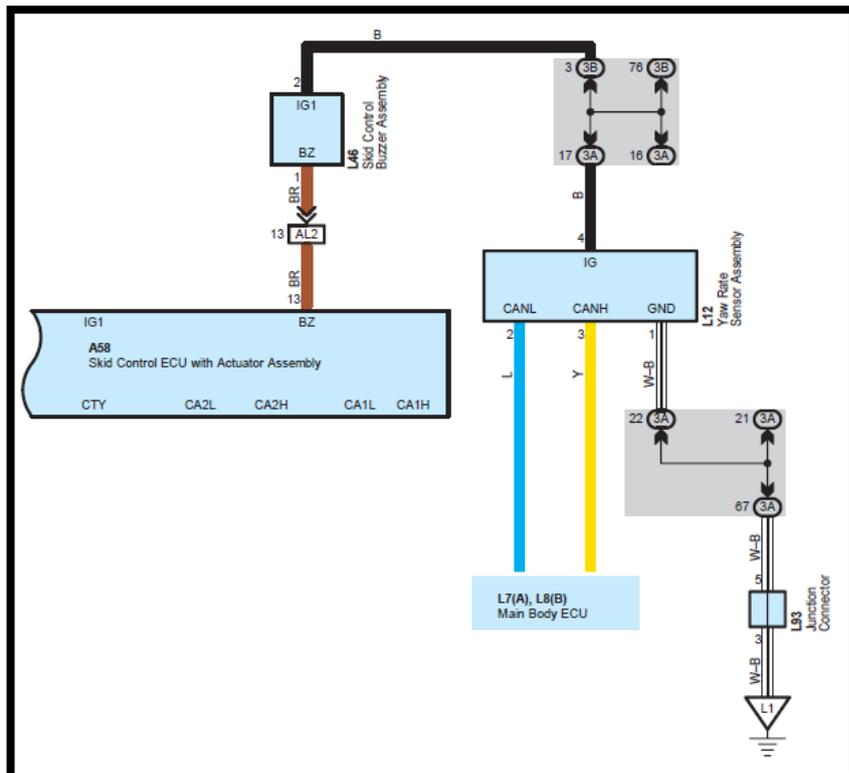


Figura 113. Diagrama eléctrico sensor YAW RATE  
(Toyota Motor Corp., 2010)

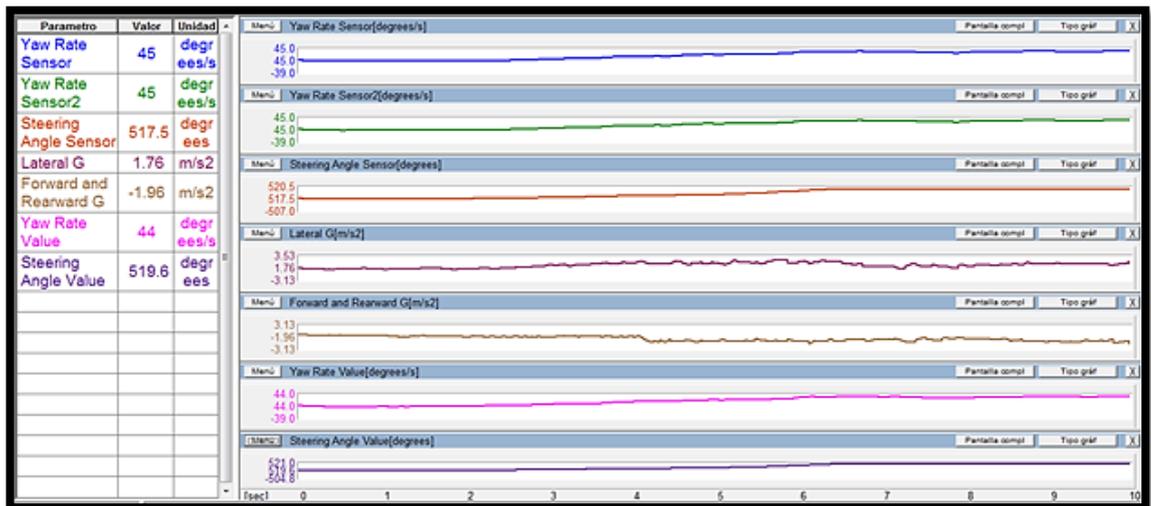
Sometiendo al Prius a una prueba de manejo se obtuvieron los siguientes resultados:

Los datos de la figura 114 corresponden a un viraje hacia la izquierda, podemos observar que los valores del sensor yaw rate son positivos, el ángulo del volante a tope que se obtuvo derrapando hacia la izquierda fue de 459 grados, la rueda delantera derecha tuvo una velocidad de 11Km/h y una aceleración de 1.56m/s<sup>2</sup>, la delantera izquierda una velocidad de 14Km/h y una aceleración de 17.25m/s<sup>2</sup>, la trasera derecha una velocidad de 10Km/h y una aceleración de -1.56m/s<sup>2</sup>, mientras que la rueda trasera izquierda tuvo una velocidad de 5Km/h y una aceleración de 4.7m/s<sup>2</sup>.

Parametro	Valor	Unidad
Yaw Rate Sensor	35	degre es/s
Yaw Rate Sensor2	35	degre es/s
Steering Angle Sensor	459.0	degre es
Lateral G	1.76	m/s2
Forward and Rearward G	-0.58	m/s2
Yaw Rate Value	34	degre es/s
Steering Angle Value	460.6	degre es
FR Wheel Speed	11	km/h
FR Wheel Acceleration	1.56	m/s2
FL Wheel Speed	14	km/h
FL Wheel Acceleration	17.25	m/s2
RR Wheel Speed	10	km/h
RR Wheel Acceleration	-1.56	m/s2
RL Wheel Speed	5	km/h
RL Wheel Acceleration	4.70	m/s2

**Figura 114.** Datos de derrape hacia la izquierda

En la figura 115 se observan las señales emitidas por el sensor, donde al derrapar a la izquierda vemos claramente los grados y las aceleraciones a las que se encuentra sometido el vehículo en esos instantes.



**Figura 115.** Señales de derrape hacia la izquierda

Los datos de la figura 116 corresponden a un viraje a la derecha, podemos observar que los valores del sensor yaw rate son negativos, el ángulo del volante a tope que se obtuvo derrapando hacia la derecha fue de -508.5 grados, la rueda delantera derecha tuvo una velocidad de 6Km/h y una aceleración de -3.13m/s<sup>2</sup>, la delantera izquierda una velocidad de 8Km/h y una aceleración de 0m/s<sup>2</sup>, la trasera derecha una velocidad de 5Km/h y una aceleración de 3.13m/s<sup>2</sup>, mientras que la rueda trasera izquierda tuvo una velocidad de 7Km/h y una aceleración de -1.56m/s<sup>2</sup>.

Parametro	Valor	Unidad
Yaw Rate Sensor	-25	degr ees/s
Yaw Rate Sensor2	-25	degr ees/s
Steering Angle Sensor	-508.5	degr es
Lateral G	-0.78	m/s <sup>2</sup>
Forward and Rearward G	-1.17	m/s <sup>2</sup>
Yaw Rate Value	-26	degr ees/s
Steering Angle Value	-507.4	degr es
FR Wheel Speed	6	km/h
FR Wheel Acceleration	-3.13	m/s <sup>2</sup>
FL Wheel Speed	8	km/h
FL Wheel Acceleration	0.00	m/s <sup>2</sup>
RR Wheel Speed	5	km/h
RR Wheel Acceleration	3.13	m/s <sup>2</sup>
RL Wheel Speed	7	km/h
RL Wheel Acceleration	-1.56	m/s <sup>2</sup>

**Figura 116.** Datos de derrape hacia la derecha

En la figura 117 observamos las señales emitidas al derrapar a la derecha además de los grados y las aceleraciones a las que se encuentra sometido el vehículo en esos instantes.

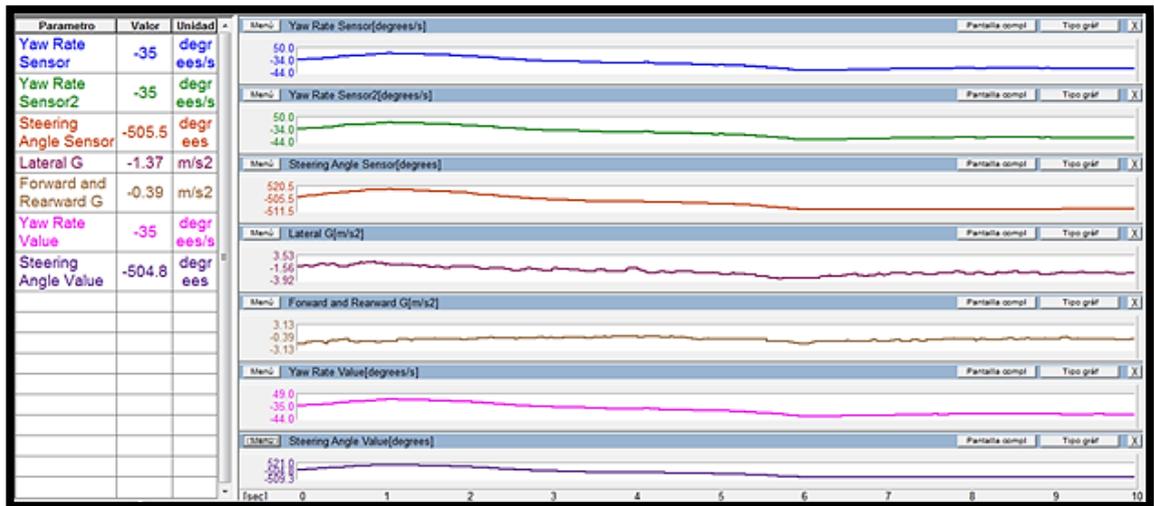


Figura 117. Señales de derrape hacia la derecha

### 3.1.7. SENSORES SISTEMA SMART KEY

Este sensor es un receptor wireless que trabaja en una banda de 134.2kHz, básicamente acoge el código de identificación del auto el cual es proporcionado por la llave, y permiten o deniegan el acceso para la apertura o bloqueo remoto de seguros en las puertas.

Estado del vehículo: apagado.

Mediante un multímetro y un osciloscopio determinamos el voltaje de cada cable, además de la señal que emite el sensor obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 10. Voltajes Sensor Smart Key

# CABLES	COLOR	FUNCIÓN	VOLTAJE	
			Botón sin presionar	Botón presionado
4 Cables	Blanco/Negro	Masa	16.6mV	0mV
	Morado	Alimentación	10.9V	
	Gris	Señal 1	10.8V	5.7V
	Verde	Señal 2	0.7V	4.9V

En la figura 118 podemos observar la señal emitida por el sensor, en el canal A tenemos la señal 1 que cuando se presiona el botón para abrir o cerrar las cerraduras la señal emitida es una onda en descenso lineal que va de 10.8V a 5.7V mientras que en el canal B tenemos la señal 2 emitiendo una onda en aumento lineal que va de 0.7V a 4.9V.

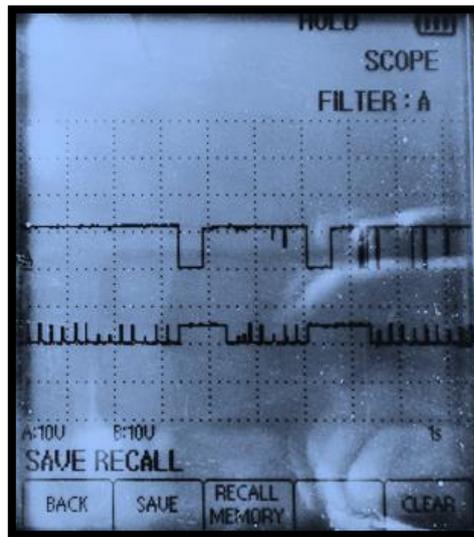


Figura 118. Señal del sensor receptor smart key



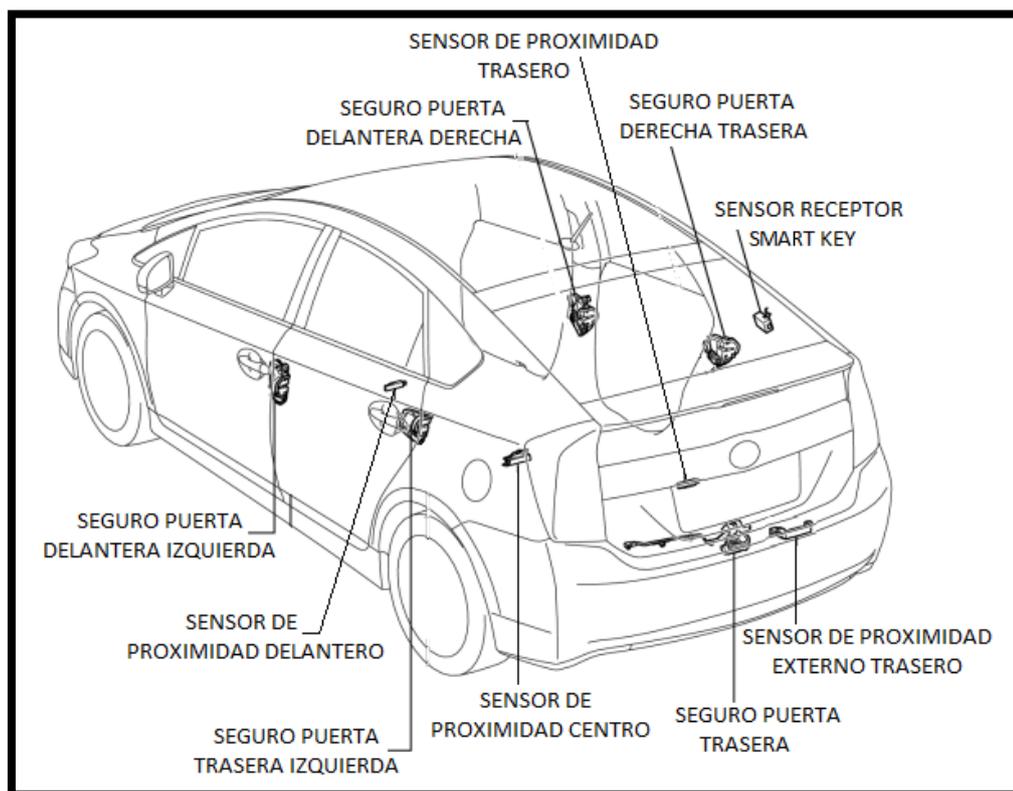
Figura 119. Sensor receptor smart key

Este sensor está ubicado en la parte posterior del vehículo en el parante trasero del parabrisas, al interior del habitáculo detrás de las molduras interiores.



**Figura 120.** Sensor de proximidad smart key

Conjuntamente con el sensor receptor trabaja el sensor de proximidad que se encarga de percibir si la llave está cerca del vehículo dentro de las áreas permitidas para que funcione.



**Figura 121.** Ubicación de los elementos del sistema smart key

### 3.1.8. SENSOR DE DETECCIÓN DE ASIENTO

Este sensor consta de elementos resistivos que en función de la presión existente, al aumentar la carga se disminuye la resistencia eléctrica y viceversa. Mediante este sensor se detecta si el asiento del acompañante está siendo utilizado, para activar el airbag y recordar al pasajero que use el cinturón de seguridad.

Estado del vehículo: encendido.

Mediante un multímetro determinamos el voltaje de cada cable, obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 11. Voltajes Sensor de asiento

# CABLES	COLOR	FUNCIÓN	VOLTAJE	
			Sin ocupar	Ocupado
2 Cables	Negro	Masa	11mV	13.3mV
	Amarillo	Alimentación	12.8V	124mV



Figura 122. Sensor de detección de asiento

Este sensor se encuentra incorporado en el cojín del asiento y forma parte internamente de toda la estructura donde reposa el ocupante.

### 3.1.9. SENSOR DEL CINTURÓN DE SEGURIDAD

Este sensor es básicamente un switch ON/OFF el cual primeramente si el sensor de detección de asiento sensa que se encuentra una persona ocupándolo, inmediatamente activa señales sonoras además de señales visibles en el panel de instrumentos hasta que el ocupante abroche su cinturón, cuando el cinturón está desabrochado el circuito se encuentra cerrado activando las señales y cuando se encuentra abrochado simplemente el circuito se abre, es decir las señales no se activan.

Estado del vehículo: encendido.

Mediante un multímetro determinamos el voltaje de cada cable, obteniendo los siguientes resultados.

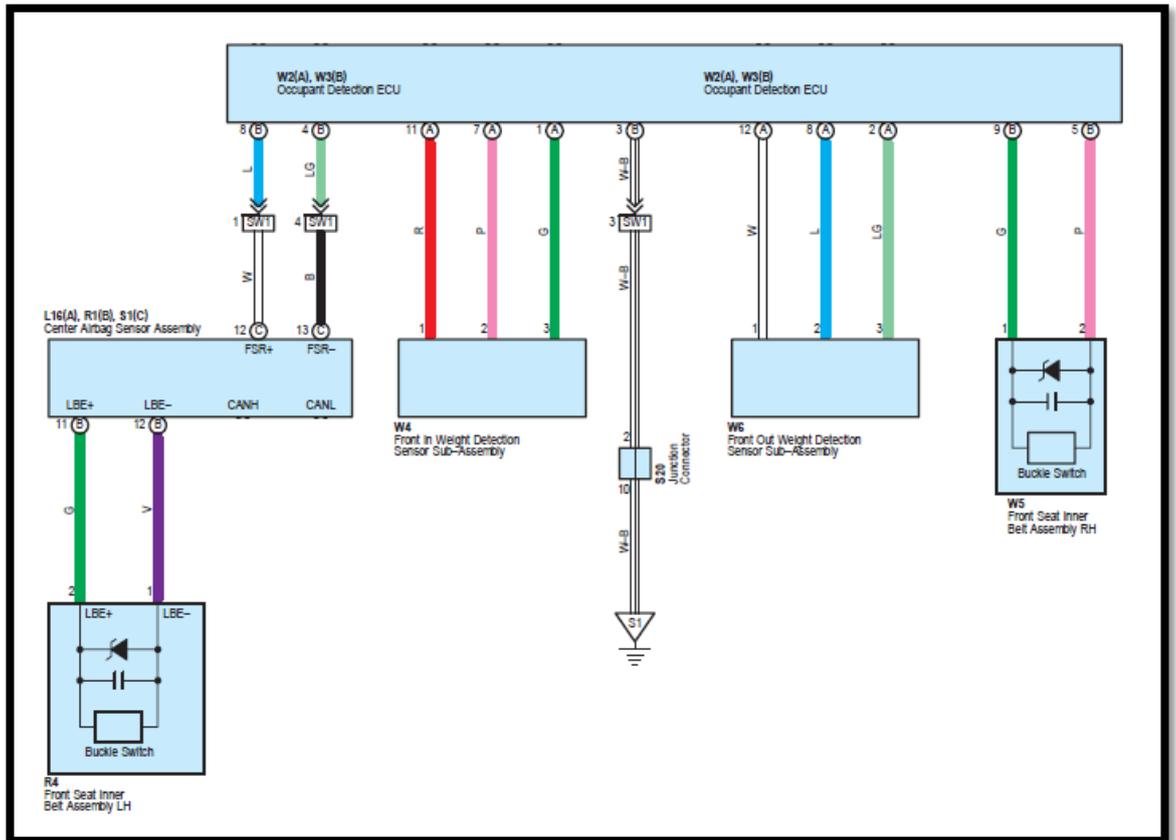
**Tabla 12.** Voltajes Sensor del cinturón

# CABLES	COLOR	FUNCIÓN	VOLTAJE	
			Sin abrochar	Abrochado
2 Cables	Negro 1	Masa	11.7mV	10.3mV
	Negro 2	Alimentación	12.3mV	13.2V



**Figura 123.** Sensor del cinturón de seguridad

Este sensor se encuentra incorporado en el dispositivo de anclaje del cinturón.



**Figura 124.** Diagrama eléctrico sistema de detección  
(Toyota Motor Corp., 2010)

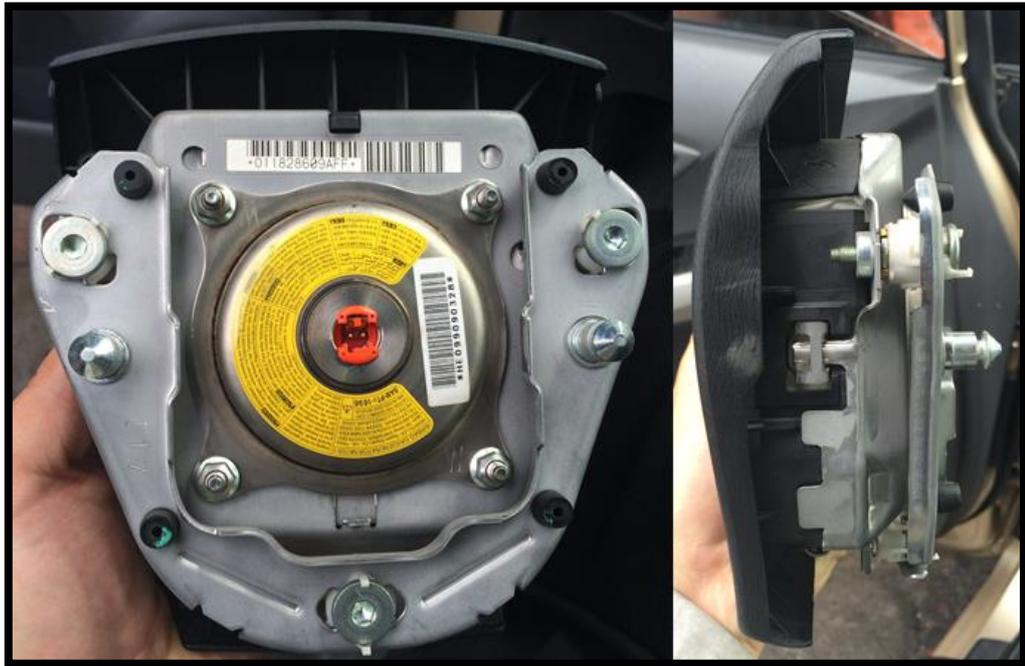
### 3.2. SRS AIRBAG

Hacia las bolsas de aire ingresan dos cables:

**Tabla 13.** Voltajes SRS airbag

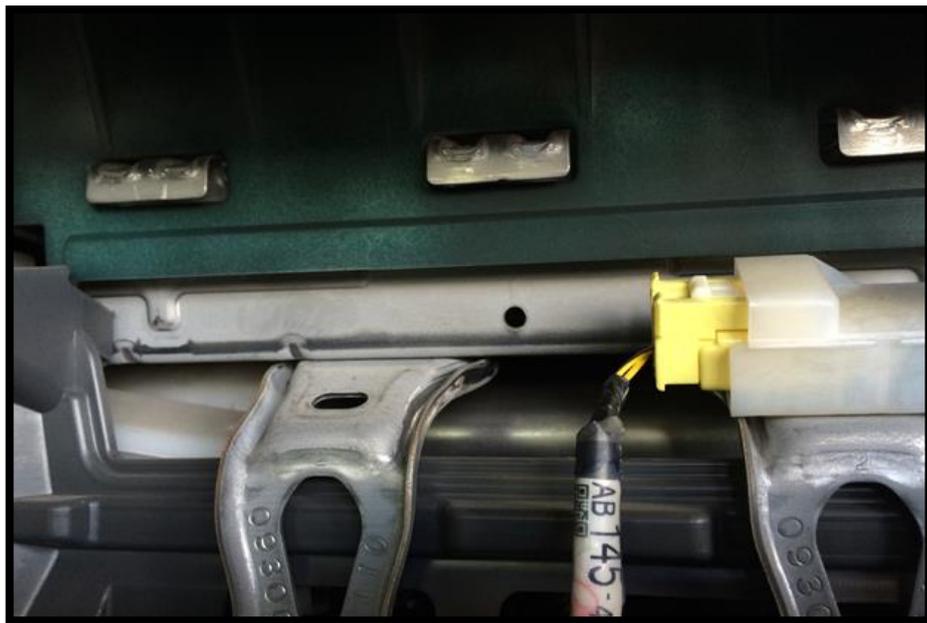
# CABLES	COLOR	VOLTAJE
2 Cables	Amarillo	4.1V
	Amarillo/Negro	4.1V

El Toyota Prius posee 7 airbags distribuidos estratégicamente dentro de todo el habitáculo para minimizar en mayor porcentaje posibles lesiones en un accidente.



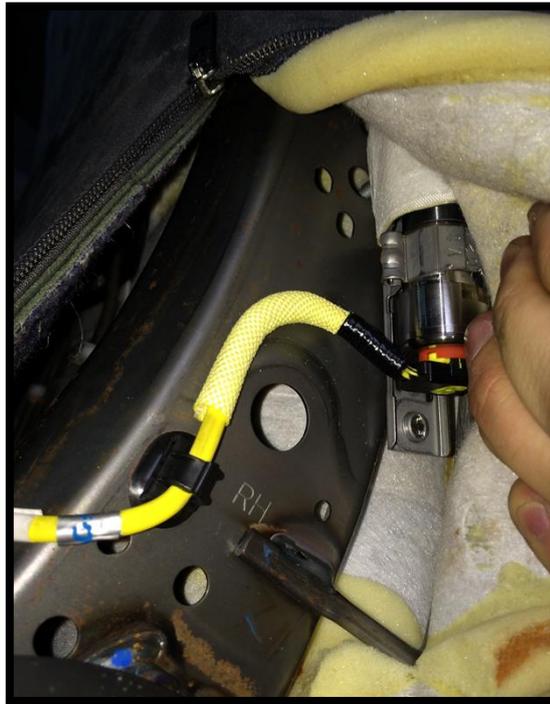
**Figura 125.** Airbag frontal conductor

Este airbag está ubicado en el volante, en conjunto con el pito.



**Figura 126.** Airbag frontal acompañante

Este airbag se encuentra en el panel frontal al lado derecho al frente del asiento del acompañante.



**Figura 127.** Airbag lateral

Este airbag se encuentra al costado de cada asiento en el interior del acolchonamiento y forros.



**Figura 128.** Airbag de cortina

Este airbag se encuentra al interior de las molduras superiores de todo el costado, sobre todas las ventanas laterales.



**Figura 129.** Airbag de rodillas conductor

Este airbag se encuentra debajo del volante justo al frente de las rodillas del conductor.



**Figura 130.** Interruptor ON/OFF airbag del acompañante

El sistema SRS posee un interruptor ON/OFF el cual está ubicado a un costado afuera de la guantera y permite al usuario conectar o desconectar el airbag frontal del acompañante en caso de llevar a un niño en este asiento.

En el caso de haber explotado algún airbag por causa de un impacto, hay una manera de convencer a la computadora que no existe tal detonación, de manera que podemos borrar códigos de falla y luz testigo del airbag sin volver a colocar nuevas bolsas o por lo menos hasta instalar las nuevas bolsas.

A continuación se da a conocer el procedimiento que se debe seguir para conseguir este efecto.

- 1) Desconectar el terminal negativo de la batería de 12V y esperamos unos 2 minutos para manipular el sistema.
- 2) Desmontar y desconectar el o los airbags explotados.



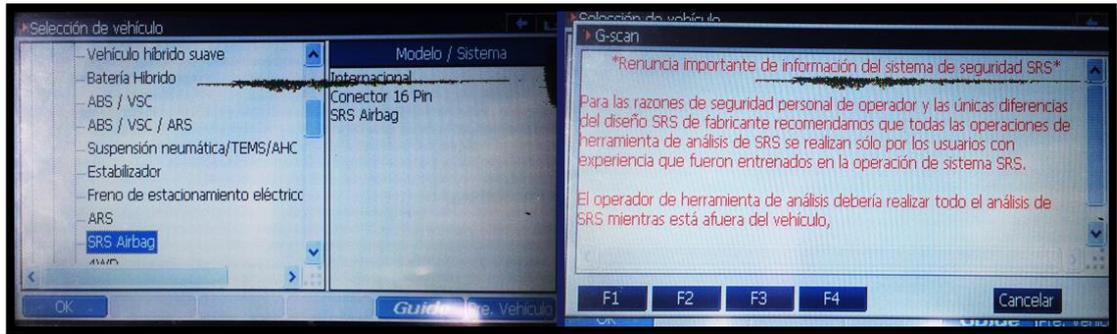
**Figura 131.** Desmontaje airbag de conductor

- 3) Conectar nuevamente el terminal negativo de la batería de 12V.
- 4) Con el vehículo encendido, conectar el scanner, entrar a diagnóstico y escoger el tipo de vehículo que vamos a diagnosticar.



**Figura 132.** Opciones de diagnóstico

- 5) Entrar al Sistema SRS airbag y seguir los pasos descritos como precaución.



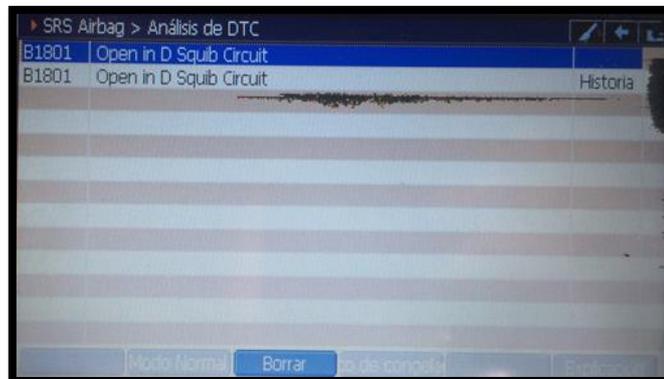
**Figura 133.** Opciones de diagnóstico SRS airbag

- 6) Analizar códigos de falla o DTCs.



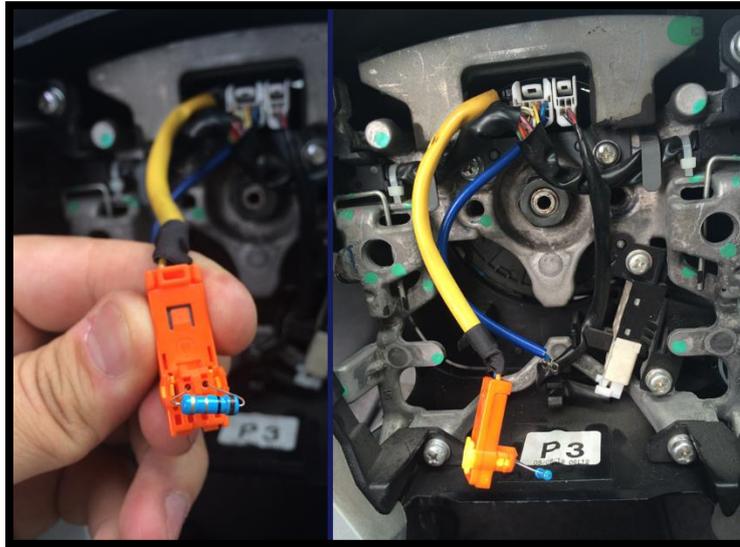
**Figura 134.** Análisis de DTCs

En este caso se encontró el código B1801 que corresponde al airbag del conductor.



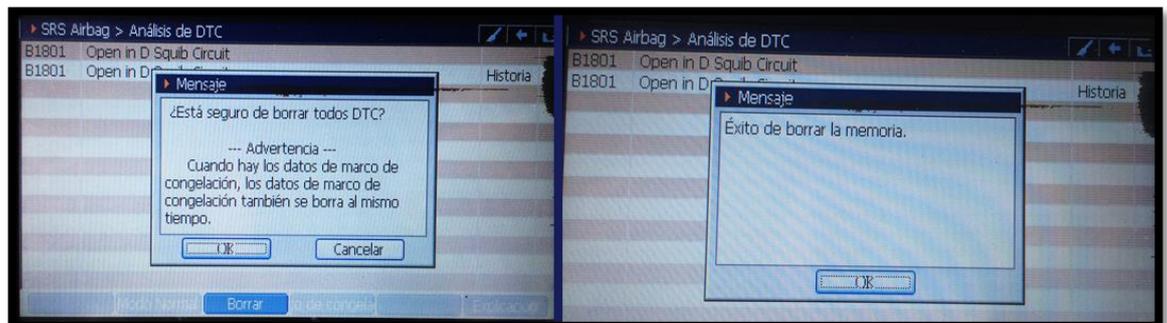
**Figura 135.** Códigos de fallas detectados en SRS airbag

7) Colocar una Resistencia de  $1\Omega$  en el conector del airbag.



**Figura 136.** Simulación mediante resistencia

8) Borrar los DTCs existentes.



**Figura 137.** Borrado de DTCs SRS airbag

Cuando uno o más airbags han explotado o existe algún problema en el sistema se enciende la luz testigo del airbag, realizando todo el proceso antes mencionado logramos borrar códigos de falla y apagar la luz testigo.

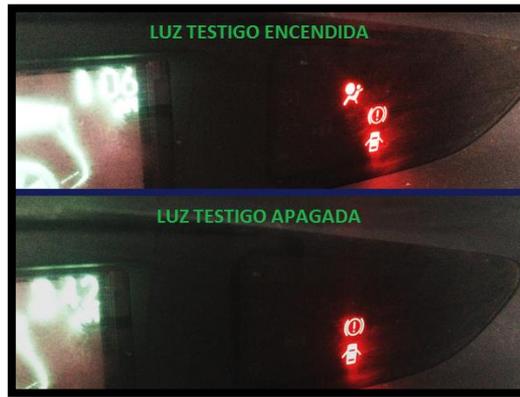


Figura 138. Luz testigo SRS airbag

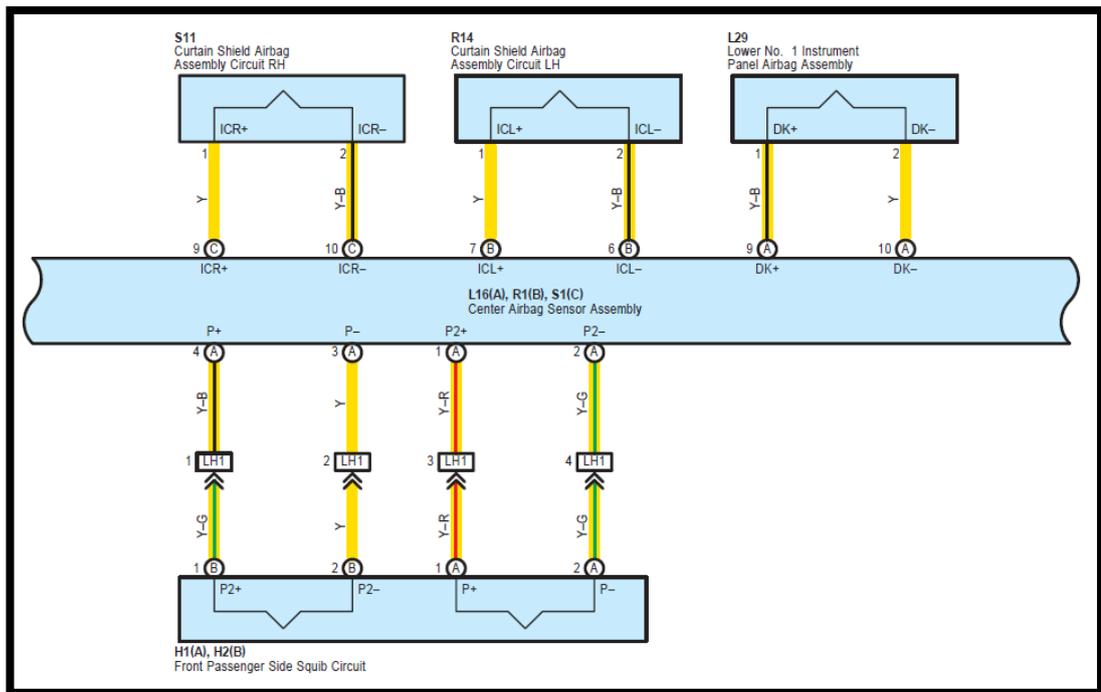


Figura 139. Diagrama eléctrico SRS airbag  
(Toyota Motor Corp., 2010)

### 3.3. PRETENSOR DEL CINTURÓN DE SEGURIDAD

Hacia el pretensor ingresan dos cables:

Tabla 14. Voltajes del pretensor

# CABLES	COLOR	VOLTAJE
2 Cables	Amarillo	4.1V
	Amarillo/Negro	4.1V

El Toyota Prius posee pretensores en los cinturones de seguridad delanteros, los cuales al momento de un impacto los tensionan para que el ocupante no recorra más distancia de la debida provocando un choque inadecuado o peligroso con los airbags.



**Figura 140.** Pretensor

Los pretensores son dispositivos de detonación con carga explosiva al igual que los airbags con la diferencia que en vez de inflar una bolsa de aire, éstos hacen que se retraiga la correa sujetándola en sentido inverso a la inercia del vehículo al ocupante.

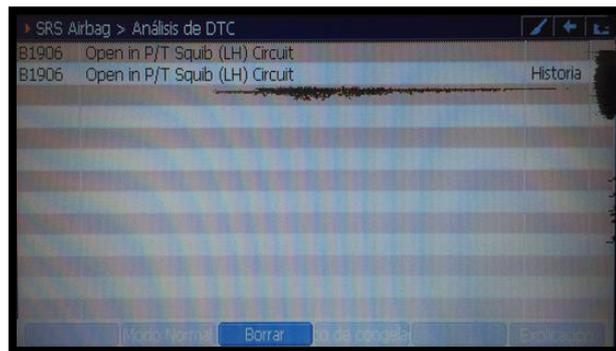
En el caso de haberse accionado algún pretensor por causa de un impacto, similar que los airbags hay una manera de convencer a la computadora que no existe tal detonación, de modo que podemos borrar códigos de falla y luz testigo del sistema SRS airbag hasta repararlo.

El procedimiento es exactamente igual al anteriormente mencionado con los airbags y consiste en:

- 1) Desconectar el terminal negativo de la batería de 12V y esperamos unos 2 minutos para manipular el sistema.

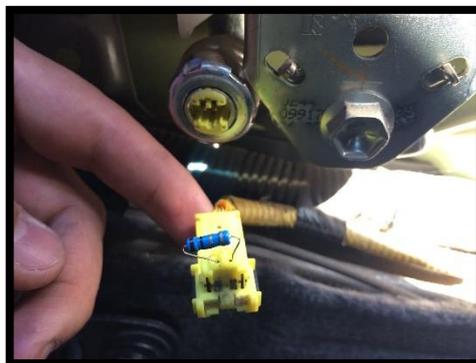
- 2) Desconectar los pretensores accionados.
- 3) Conectar nuevamente el terminal negativo de la batería de 12V.
- 4) Con el vehículo encendido, conectar el scanner, entrar a diagnosis y escoger el tipo de vehículo que vamos a diagnosticar.
- 5) Entrar al Sistema SRS airbag y seguir los pasos descritos como precaución.
- 6) Analizar códigos de falla o DTCs.

En este caso se encontró el código B1906 que corresponde al pretensor del cinturón del conductor.



**Figura 141.** DTCs detectados en SRS airbag

- 7) Colocar una resistencia de 1Ω en el conector del pretensor.



**Figura 142.** Simulación mediante resistencia

- 8) Borrar los DTCs existentes.

De esta manera logramos convencer a la computadora y pretender que todo el circuito está conectado y funcionando correctamente.

A un Prius impactado frontalmente, mediante un scanner netamente para vehículos Toyota, se logró recopilar los siguientes DTCs en donde: B1660 indica que el airbag del acompañante se encuentra activo, B1801 indica detonación del airbag del conductor, B1806 indica detonación del airbag del acompañante, B1861 indica detonación del airbag de rodillas del conductor, B1901 indica detonación en el pretensor del cinturón del acompañante y B1906 indica detonación en el pretensor del cinturón del conductor.

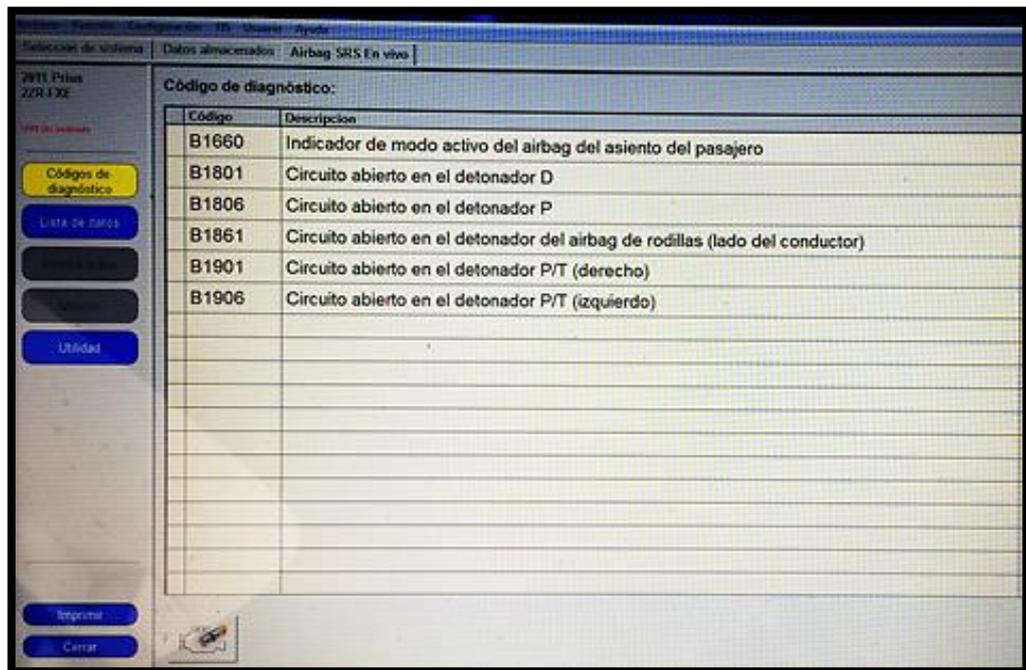


Figura 143. DTCs sistema SRS airbag en choque frontal

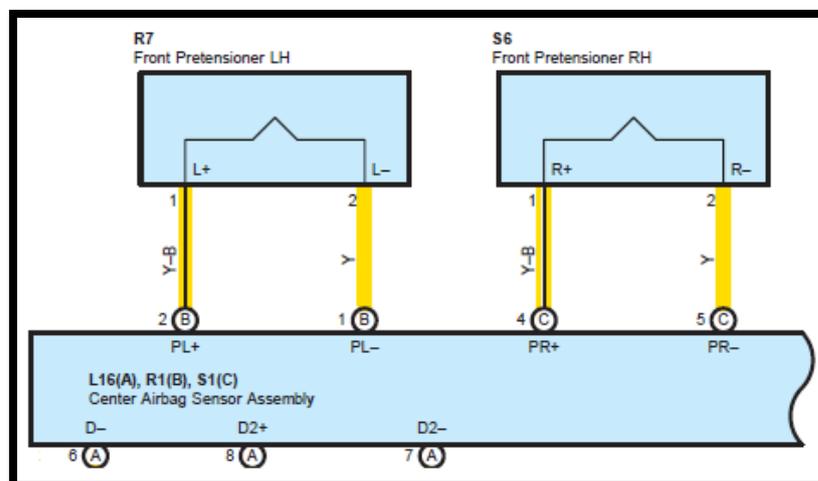


Figura 144. Diagrama eléctrico pretensores (Toyota Motor Corp., 2010)

### 3.4. DIRECCIÓN ELÉCTRICA (EPS)

En el caso de sentir la dirección desalineada, es decir que cuando conducimos en línea recta el automóvil y hala hacia la izquierda o a la derecha, o cuando cambiamos sus componentes, la manera de alinear éste tipo de vehículos con esta particular dirección consiste en el siguiente proceso:

- 1) Asegurarse que el vehículo se encuentra en una superficie plana y sin obstrucciones.
- 2) Con el vehículo encendido, conectar el scanner, entrar a diagnóstico y escoger el tipo de vehículo que vamos a diagnosticar.



Figura 145. Opciones de diagnóstico

- 3) Entrar al Sistema EPS (servodirección electrónica).

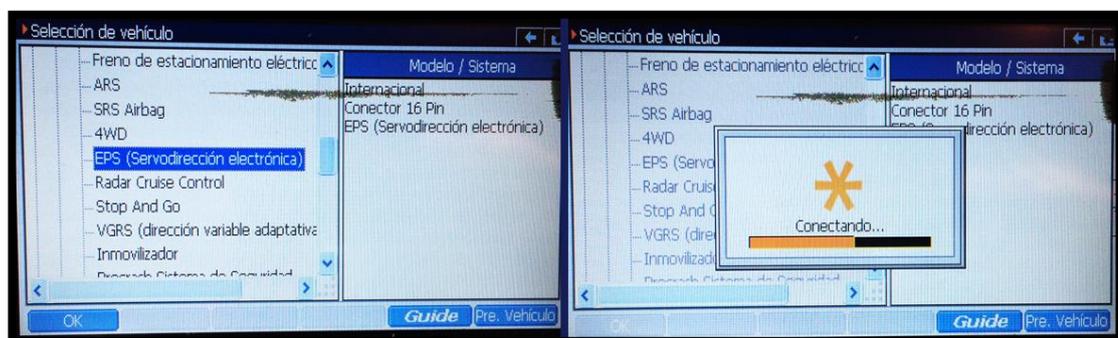
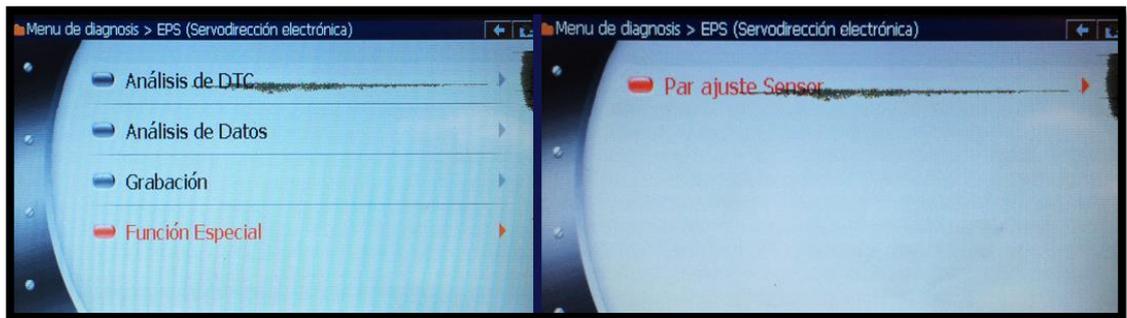


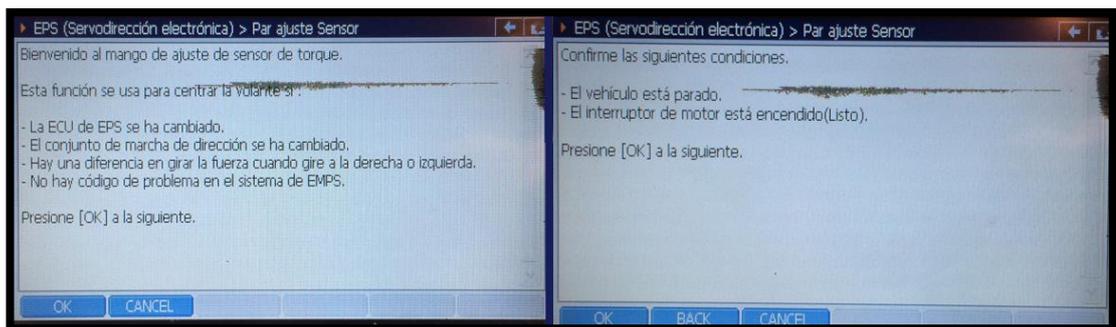
Figura 146. Opciones de diagnóstico EPS

- 4) Entrar en función especial, seguido de par ajuste sensor.



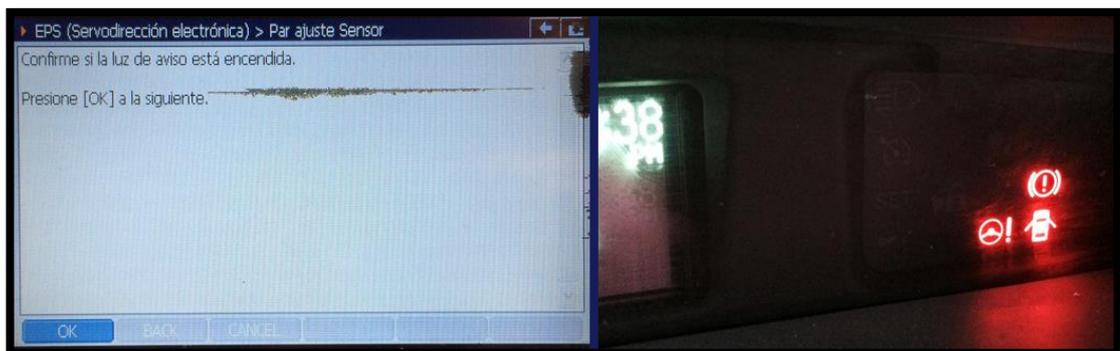
**Figura 147.** Funciones de ajuste

- 5) Seguir las instrucciones descritas en el scanner y cerciorarse que el vehículo se encuentra en posición P de la palanca de cambios y completamente parado.



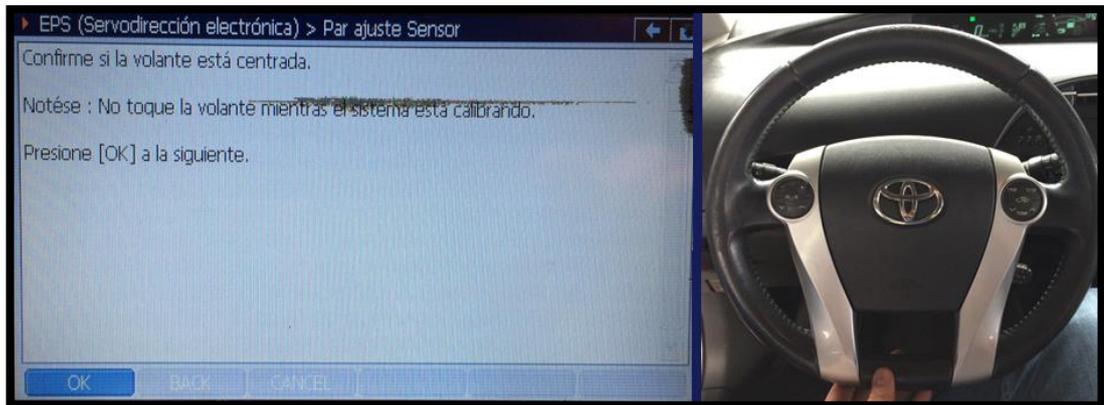
**Figura 148.** Instrucciones de rutina

- 6) Confirmar si la luz testigo de la dirección está encendida.



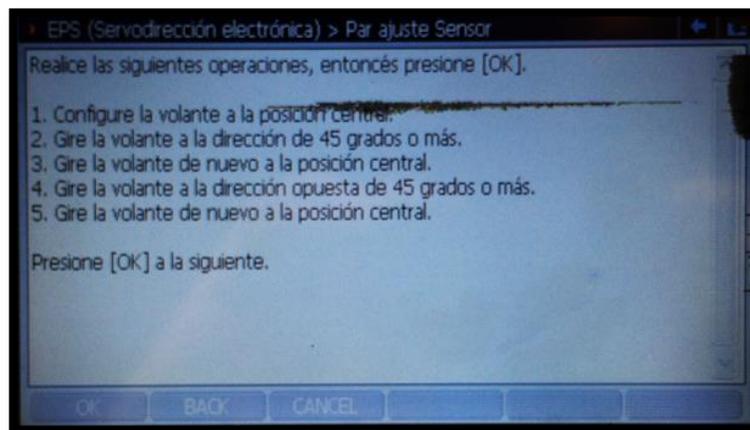
**Figura 149.** Luz testigo de dirección ON

7) Confirmar si el volante se encuentra centrado, si no lo está colocarlo.



**Figura 150.** Volante centrado

8) Realizar las siguientes instrucciones requeridas.

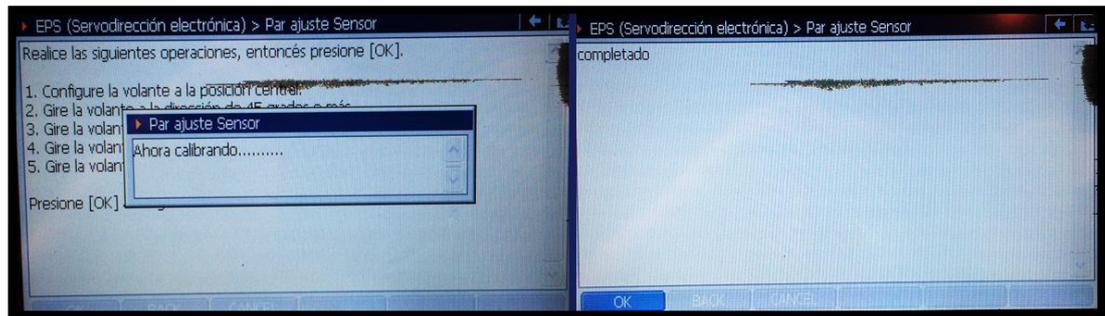


**Figura 151.** Pasos para calibración EPS



**Figura 152.** Proceso de calibración

9) Esperar a que el sensor se calibre.



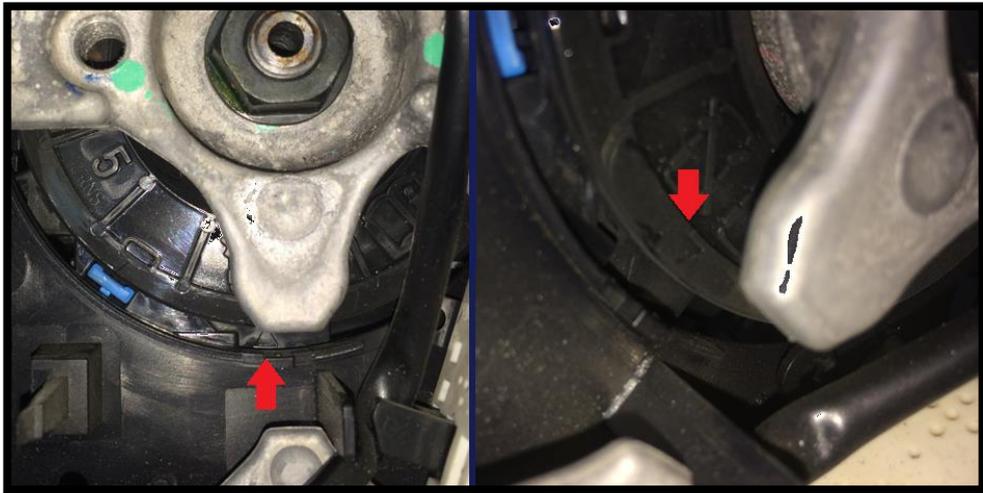
**Figura 153.** Calibración

10) Confirmar que la luz testigo de la dirección se ha apagado.



**Figura 154.** Luz testigo de dirección OFF

Completado todo este proceso, la dirección se encuentra calibrada y alineada, pero para un resultado aún más preciso se debe sacar el airbag frontal del conductor ya que en el anillo retractor de cable del volante existen señales que ayudan a un centrado perfecto. Al realizar el proceso de calibración cuando se pide girar el volante, al regresarlo a la posición central las 2 flechas deben coincidir.



**Figura 155.** Flechas guías para centrado

### **3.5. SISTEMA DE FRENOS**

Todo el conjunto que controla el sistema de frenos y está formado por la Skid control ECU, un grupo hidráulico, el acumulador, un motor de la bomba, una bomba de freno, un simulador de carrera y el depósito del líquido hidráulico de frenos, se ubican en la parte posterior del compartimiento del motor, debajo de los limpia parabrisas.

Para llegar a este conjunto se debe en primer lugar desmontar las plumas limpia parabrisas, luego debemos retirar la rejilla cobertora de plástico, después se debe desconectar el socket del motor de las plumas y sacar todos los pernos de 10mm distribuidos por toda la placa del conjunto para finalmente retirarla jalándola hacia la parte delantera.

En la siguiente figura se puede observar todo el procedimiento anteriormente mencionado.



Figura 156. Proceso de desmontaje sistema limpia parabrisas

**Partes del sistema de frenos del TOYOTA PRIUS:**

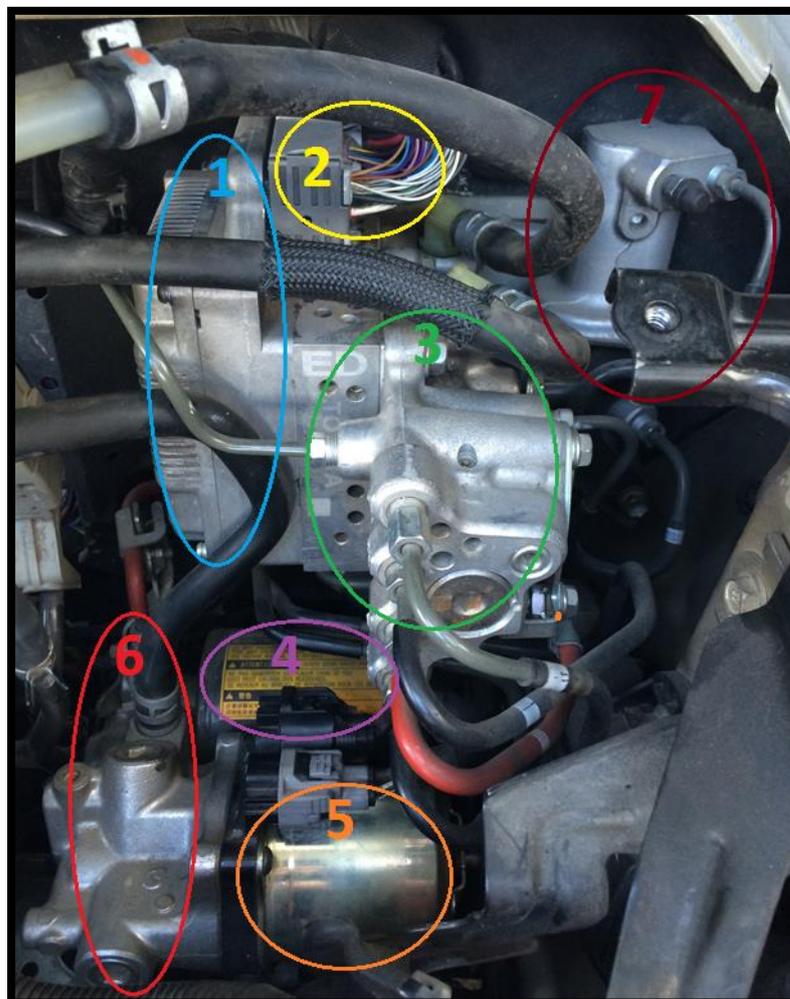


Figura 157. Componentes del sistema de frenos

- 1) Skid control ECU (Computadora de control anti derrape).  
Es la que se encarga de recibir las señales generadas por los distintos sensores y calcular la respuesta adecuada para los actuadores que en este caso son las válvulas solenoides.
- 2) Socket de conexión de la ECU.  
Es el conector principal a donde la ECU recibe toda la información requerida para actuar.
- 3) Conjunto hidráulico o hidro-grupo.  
Este es el conjunto de válvulas solenoides que son capaces de regular el paso y a la vez ajustar la presión del líquido hidráulico de frenos en cada rueda bajo la gestión de la ECU.
- 4) Acumulador.  
Es un depósito que se encarga de acumular líquido hidráulico de frenos a presión generada por la bomba.
- 5) Motor de la bomba.  
Es el encargado de accionar la bomba de freno para llevar el líquido hidráulico de frenos a la presión requerida según el frenado del conductor.
- 6) Bomba de freno.  
Es la encargada de generar la presión en el circuito y distribuir el líquido hidráulico de frenos por las diferentes cañerías hasta las ruedas.
- 7) Simulador de carrera.  
Es el encargado de generar una sensación suave y ligera en el pedal de freno según el esfuerzo aplicado por el conductor cuando los frenos son accionados.
- 8) Cilindro maestro.  
Es el encargado de generar presión de acuerdo al esfuerzo generado en el pedal de freno.



**Figura 158.** Cilindro maestro

9) Depósito de líquido hidráulico de frenos.

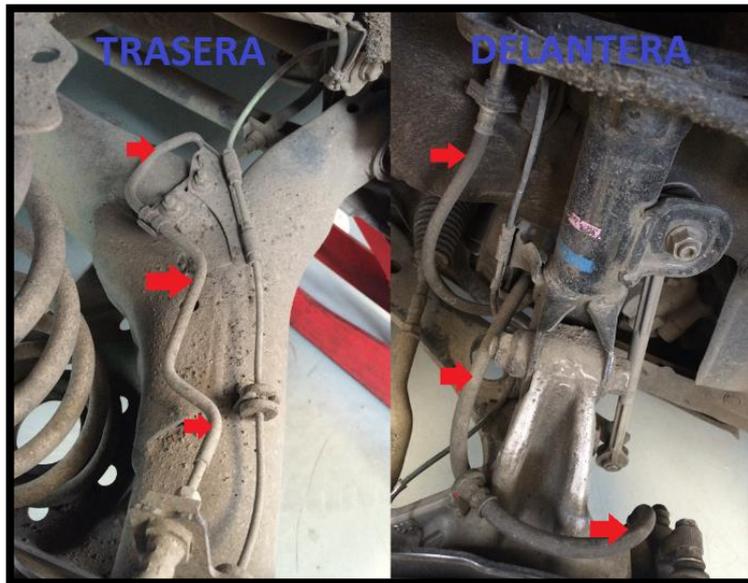
Es un dispositivo de almacenamiento donde reposa líquido hidráulico de frenos.



**Figura 159.** Depósito de líquido de frenos

10) Cañerías de distribución.

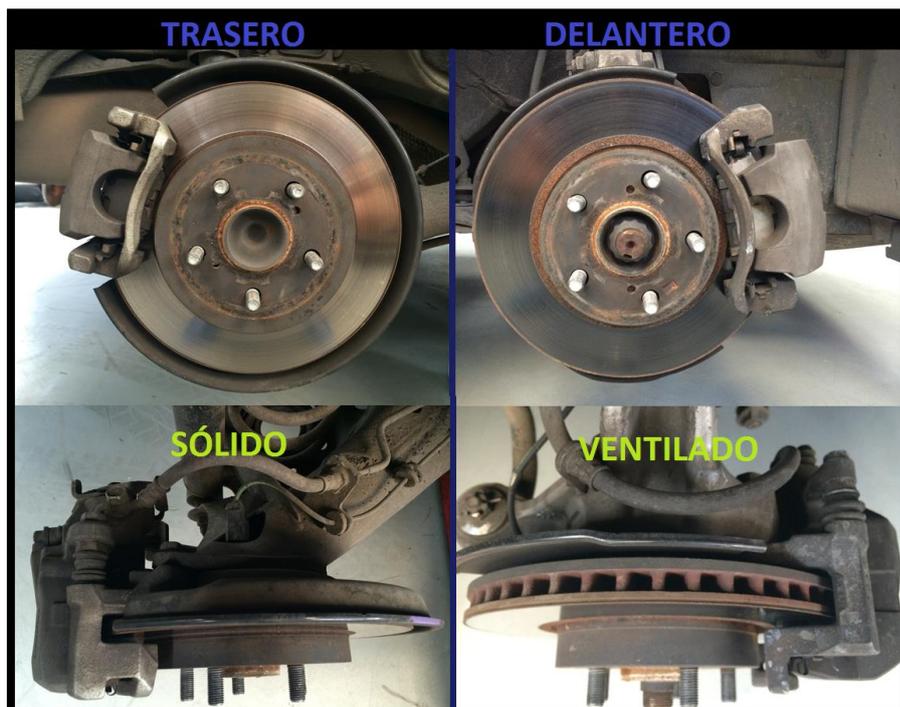
Son conductos rígidos de metal o flexibles de caucho resistentes a la temperatura y presión por donde circula y se distribuye el líquido hidráulico de frenos.



**Figura 160.** Cañerías de distribución

11) Disco y mordaza.

Consiste en un conjunto que incorpora discos de metal (sólidos o ventilados) y pastillas de freno, las cuales se sitúan en la mordaza y mediante un pistón son empujadas contra el disco haciendo que se reduzca la velocidad del mismo.



**Figura 161.** Frenos de disco

## 12) Sensores.

Son los encargados de percibir información y enviarla a la ECU para que sea comparada con referencias y ésta pueda tomar decisiones acerca del tipo de frenado requerido.

Los sensores que intervienen en el sistema de frenos controlados electrónicamente son:

- Sensores de velocidad de las ruedas.
- Sensor de carrera del pedal de freno.
- Sensor Yaw rate de aceleración lateral y transversal.
- Sensor de ángulo del volante.
- Sensor de presión del acumulador.
- Sensores de presión del cilindro maestro.
- Sensores de presión de los cilindros de las mordazas.

## 13) Freno de estacionamiento.

Es un dispositivo que consiste en un conjunto de freno de tambor accionado por zapatas que se accionan mecánicamente y sirve para dejar el vehículo en reposo absoluto.



**Figura 162.** Freno de estacionamiento

### ***Funcionamiento hidráulico:***

Cuando el auto está encendido, las válvulas de asilamiento del cilindro maestro están cerradas, la válvula solenoide del sensor de carrera está abierta y las válvulas solenoides lineares SLRRL y SLRRR están cerradas.

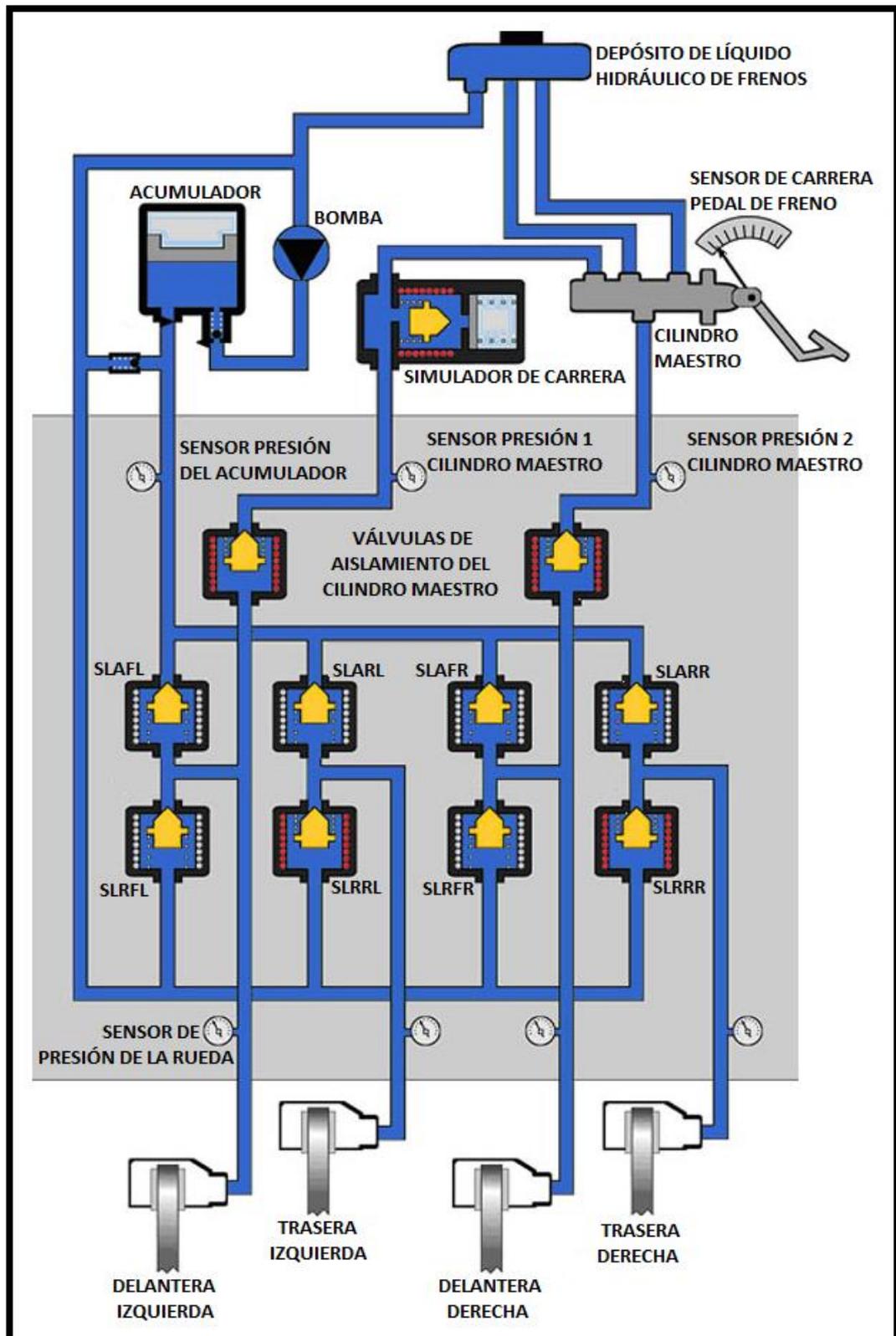
Cuando el conductor pisa el pedal de freno, la ECU de control antiderrape recibe información desde el sensor de carrera del freno acerca de la velocidad y posición y desde los sensores de presión 1 y 2 del cilindro maestro. El pistón del simulador de carrera se mueve bajo presión para dar la sensibilidad y suavidad al frenado. Toda la información es evaluada por la ECU para decidir a mejor estrategia de frenado.

La aplicación hidráulica del freno es lograda controlando las válvulas solenoides lineares SLAFL, SLARL, SLAFR, SLARR de admisión y las válvulas solenoides lineares SLRFL, SLRRL, SLRFR, SLRRR de escape. Estas válvulas son controladas mediante modulación por ancho de pulso (PWM). Cuando las válvulas de admisión se abren la presión se dirige hacia las ruedas y cuando las válvulas de escape se abren la presión se dirige en retorno al cilindro maestro.

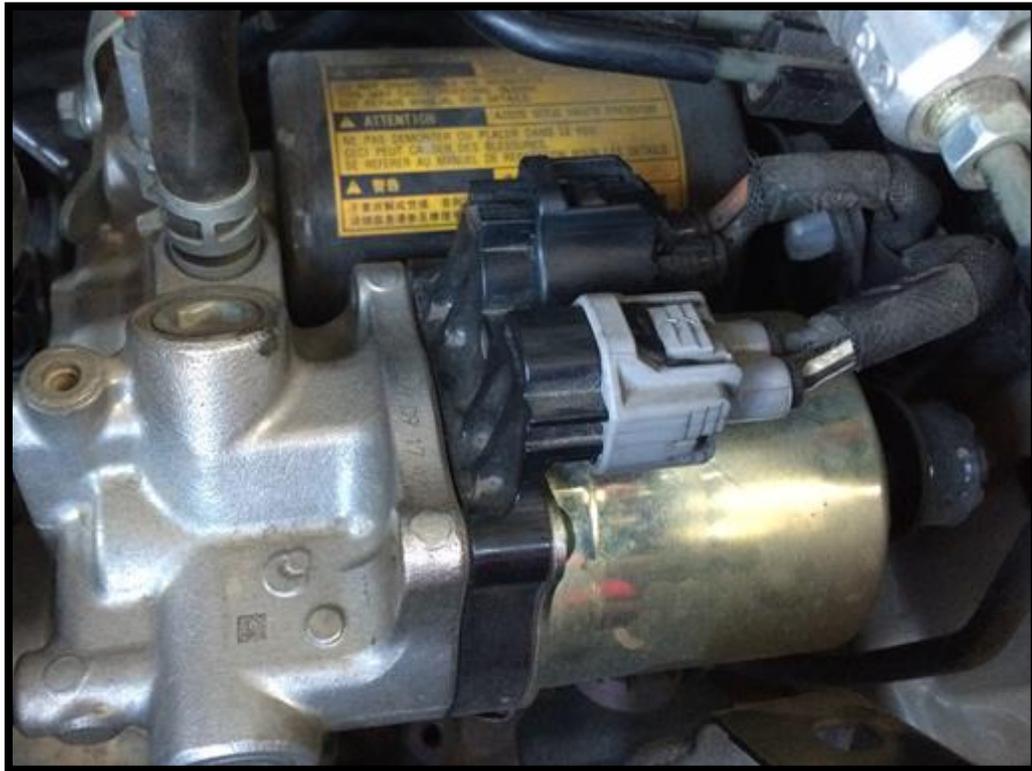
La presión en las mordazas y la velocidad en las ruedas están monitoreadas por sensores que envían información a la ECU y es comparada con referencias, teniendo así un tipo de frenado único dependiendo de la situación y demanda del conductor (Pro Motor mechanic, 2004).

Cabe recalcar que las iniciales SLA (solenoid linear apply) son válvulas solenoides lineares de admisión y SLR (solenoid linear release) son válvulas solenoides lineares de escape.

En la figura 163 podemos observar el circuito hidráulico conformado por todas las partes que intervienen en el accionamiento del sistema de frenos del Toyota Prius.



**Figura 163.** Circuito hidráulico de frenos  
(Pro Motor mechanic, 2004)



**Figura 164.** Sockets de solenoides

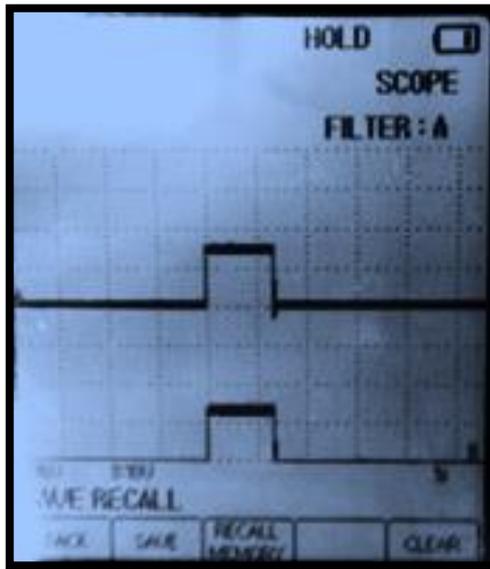
Estado del vehículo: encendido.

Mediante un multímetro y un osciloscopio determinamos el voltaje de cada cable, además de la señal que emiten los solenoides cuando hay frenado y se obtuvieron los siguientes resultados.

Posee 2 sockets:

**Tabla 15.** Voltajes de los solenoides

# CABLES	COLOR SOCKET	COLOR CABLE	FUNCIÓN	VOLTAJE	
				Sin pisar	Pisado
4 Cables	Gris	Negro	Alimentación/Señal	0.3mV	14.9V
		Blanco/Negro	Masa	0.3mV	54.8mV
	Negro	Negro	Alimentación/Señal	0.3mV	14.9V
		Rojo	Masa	0.3mV	64.3mV



**Figura 165.** Señales de solenoides

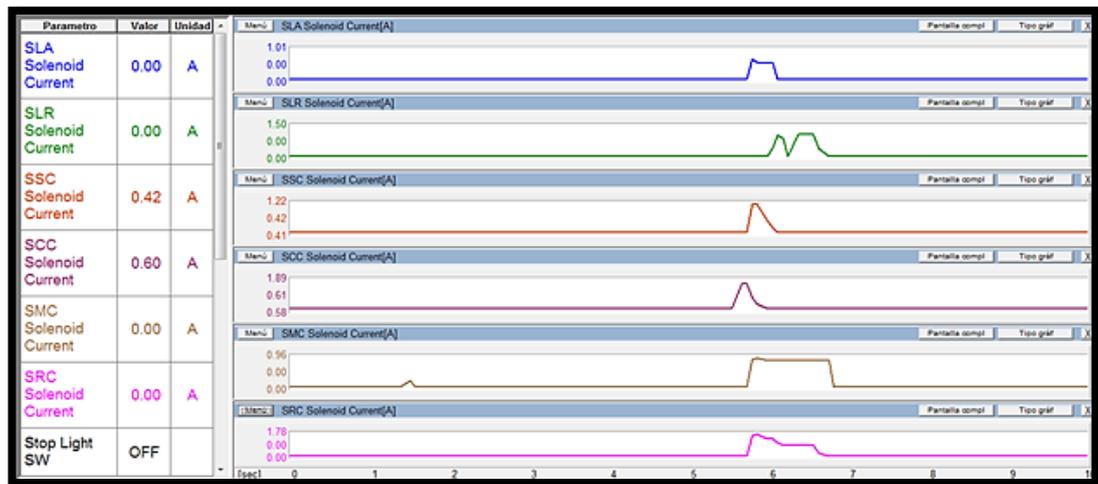
Mediante el programa Techstream, software de diagnóstico netamente para vehículos Toyota, se procedió a tomar las señales generadas por los solenoides.

En la figura 166 tenemos las señales y corriente de cada solenoide cuando no existe acción sobre el freno, teniendo así 0A en los solenoides a excepción del solenoide conmutador SSC y SCC que permanecen a 0.42A y 0.60A respectivamente.



**Figura 166.** Señales y corriente de solenoides sin accionar el freno

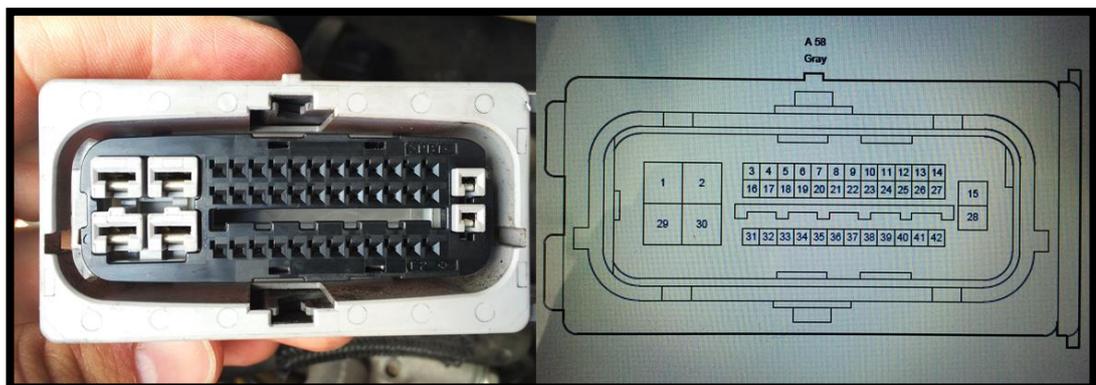
En la figura 167 tenemos las señales y corriente de cada solenoide cuando se encuentra accionado el freno, teniendo así que el solenoide SLA pasa de 0A a 0.6A, SLR de 0A a 1.2A, SSC de 0.42A a 1.22A, SCC de 0.60A a 1.80A, SMC de 0A a 0.90A y SRC de 0A a 1.70A, todas estos cambios de corriente en un rango de entre 0s a 1.2s.



**Figura 167.** Señales y corriente de solenoides accionando el freno

Mediante un multímetro determinamos el voltaje de cada cable del socket que ingresa a la skid control ECU obteniendo los siguientes datos.

Estado del vehículo: encendido.



**Figura 168.** Socket de la Skid control ECU

**Tabla 16.** Voltajes del cableado del socket de la Skid control ECU

Número terminal	Color cable	Auto encendido socket desconectado	
		Sin pisar	Pisado
1	Negro	14.57V	14.57V
2	Rojo	14.57V	14.57V
3	Amarillo	14.6V	14.49V
4	Negro	0.3V	0.2V
5	Azul	80mV	0,3V
6	Piel	0.2V	14.45V
7	Negro	19.7mV	0.5V
8	N/A	-	-
9	Negro	0.3V	0.41V
10	Celeste	14.16V	14.41V
11	Morado	7.49V	7.83V
12	Piel	14.56V	14.55V
13	Café	14.24V	14.1V
14	Blanco	14.55V	14.59V
15	Negro	14.54V	14.54V
16	Negro	14.6V	14.57V
17	N/A	-	-
18	Rosado	0.4V	0.3V
19	Morado	14.12V	14.16V
20	Blanco	0.3V	0.3V
21	Piel	3.8mV	14.54V
22	Blanco/negro	0mV	0.3mV
23	Blanco/negro	0mV	0.3mV
24	Blanco/negro	0mV	0.3mV
25	Blanco/negro	0mV	0.3mV
26	Blanco/negro	0mV	0.3mV
27	Blanco/negro	0mV	0.3mV
28	Blanco	4.1mV	4.1mV
29	Negro	0.3mV	0.3mV
30	Negro	0.3mV	0.3mV
31	Rojo	0.2V	0.4V
32	Verde	0.4V	0.4V
33	Azul	0.2mV	14.54V
34	Morado	2.35V	2.36V
35	Rosado	2.57V	2.57V
36	Rosado	0V	97mV

37	Verde claro	2.57V	2.57V
38	Azul	2.42V	2.42V
39	Negro	142mV	0.2V
40	Verde	0.43V	0.32V
41	Blanco	0.26V	0.29V
42	Rojo	0.3V	0.27V

Manejando sobre un campo irregular y con superficie deslizante, en la figura 169 podemos observar la activación del sistema TRAC en intervalos desde 1s hasta 2s ayudando a que no patinen las ruedas motrices, además observamos el control ABS en la rueda frontal derecha y trasera izquierda para evitar que se bloqueen en una frenada.



**Figura 169.** Señales de activación ABS, EBD, TRAC, VSC

Cuando conducimos y por algún motivo el vehículo derrapa, es cuando actúa el sistema VSC que trabaja en conjunto siempre con ABS, EBD y TRAC. Al momento que este sistema se activa en el tablero de instrumentos observamos el ícono característico de dicho sistema mientras esté en funcionamiento.



**Figura 170.** Luz testigo del sistema VSC

En la figura 171 podemos observar los datos obtenidos a 5Km/h cuando no existe esfuerzo aplicado al freno. El interruptor de la luz de freno se encuentra apagada, los solenoides se encuentran cerrados a excepción de SSC y SCC, el voltaje de la señal 1 en el sensor de carrera del freno es de 1V mientras que en la señal 2 es de 3.9V, el voltaje del sensor del acumulador es de 3.39V y el sensor del cilindro de mordaza es de 0.49V teniendo un total de 0Mpa de presión.

Parametro	Valor	Unidad
Stop Light SW	OFF	
SLA Solenoid Current	0.00	A
SLR Solenoid Current	0.00	A
SSC Solenoid Current	0.42	A
SCC Solenoid Current	0.60	A
SMC Solenoid Current	0.00	A
SRC Solenoid Current	0.00	A
Regulator Pressure Sensor Output	0.47	V
Stroke Sensor	1.00	V
Stroke Sensor2	3.90	V
Accumulator Sensor	3.39	V
Wheel Cylinder Pressure Sensor	0.49	V
Regulator Pressure Sensor Output After Filter	-0.02	Mpa
FR Wheel Speed	5	km/h
FL Wheel Speed	5	km/h
RR Wheel Speed	5	km/h
RL Wheel Speed	5	km/h

**Figura 171.** Datos sin frenar

En la figura 172 podemos observar los datos obtenidos a 80Km/h cuando se ha frenado enérgicamente. El interruptor de la luz de freno se encuentra encendida, los solenoides se encuentran abiertos, el voltaje de la señal 1 en

el sensor de carrera del freno es de 1.62V mientras que en la señal 2 es de 3.29V, el voltaje del sensor del acumulador es de 3.05V y el sensor del cilindro de mordaza es de 2.05V teniendo un total de 18.21Mpa de presión.

Parametro	Valor	Unidad
Stop Light SW	ON	
SLA Solenoid Current	0.85	A
SLR Solenoid Current	0.00	A
SSC Solenoid Current	0.42	A
SCC Solenoid Current	0.60	A
SMC Solenoid Current	0.87	A
SRC Solenoid Current	0.88	A
Regulator Pressure Sensor Output	2.21	V
Stroke Sensor	1.62	V
Stroke Sensor2	3.29	V
Accumulator Sensor	3.05	V
Wheel Cylinder Pressure Sensor	2.05	V
Regulator Pressure Sensor Output After Filter	18.21	Mpa
FR Wheel Speed	80	km/h
FL Wheel Speed	80	km/h
RR Wheel Speed	80	km/h
RL Wheel Speed	80	km/h

Figura 172. Datos frenando

### 3.6. CÓDIGOS DE FALLA O DTCs

Para automóviles OBDII (On-board diagnostics II), cuando existe algún problema en cualquier sistema del vehículo se crea un código de falla o DTC (Diagnostic trouble code) que básicamente es un código de tipo alfanumérico que representa una ruta específica de diagnóstico.

El código comienza siempre con una letra que puede variar dependiendo del lugar de falla, seguido de números que nos dan una pauta para conocer el sitio específico de falla.

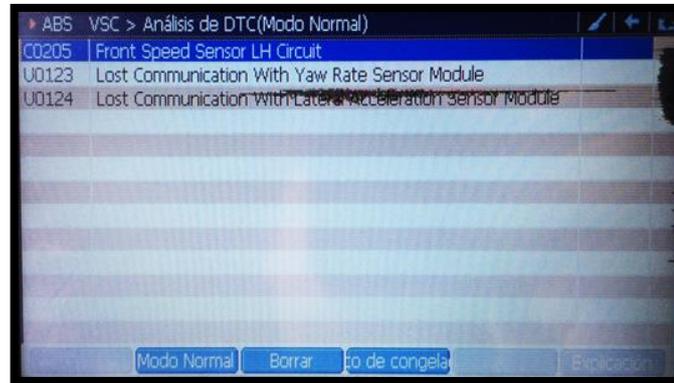
P Powertrain (Motor y transmisión)

B Body (Sistemas relacionados con la carrocería, el confort e inmovilizadores)

C Chasis (Sistemas relacionados con el chasis, ABS, airbag)

U Network (Sistemas relacionados con la transmisión de datos de un módulo a otro y redes de comunicación).

A continuación vamos a ver algunos códigos de falla que se presentan en sistemas de seguridad y confort.

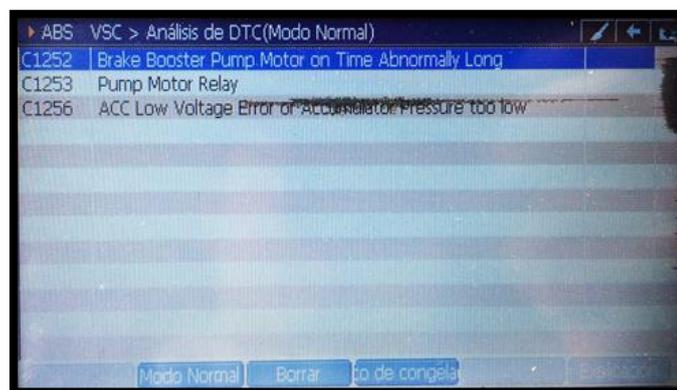


**Figura 173.** DTCs 1

**C0205** Sensor de velocidad rueda frontal izquierda.

**U0123** Pérdida de comunicación con módulo del sensor yaw rate.

**U0124** Pérdida de comunicación con módulo del sensor de aceleración lateral.

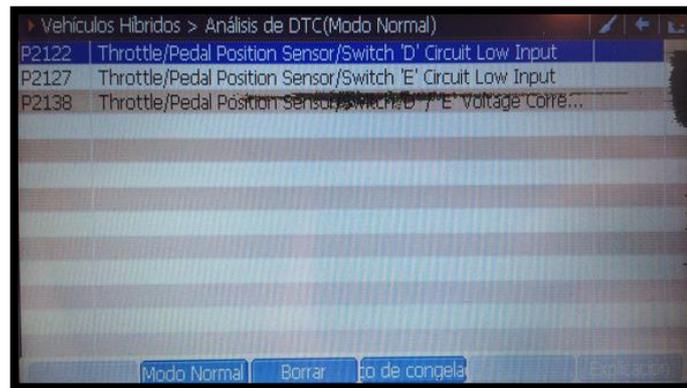


**Figura 174.** DTCs 2

**C1252** Bomba de freno.

**C1253** Relay del motor de la bomba de freno.

**C1256** Bajo voltaje y presión baja.

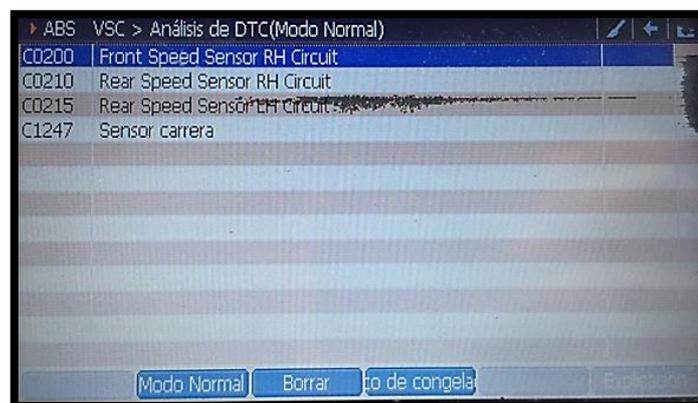


**Figura 175.** DTCs 3

**P2122** Sensor de posición del acelerador baja entrada al circuito switch D.

**P2127** Sensor de posición del acelerador baja entrada al circuito switch E.

**P2138** Sensor de posición del acelerador bajo voltaje.



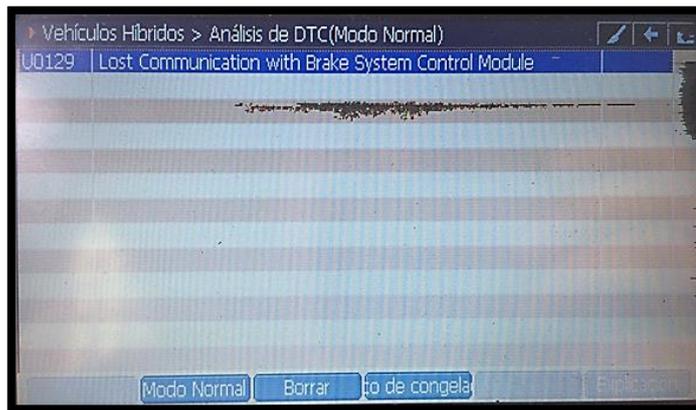
**Figura 176.** DTCs 4

**C0200** Sensor frontal derecho de velocidad de la rueda.

**C0210** Sensor trasero derecho de velocidad de la rueda.

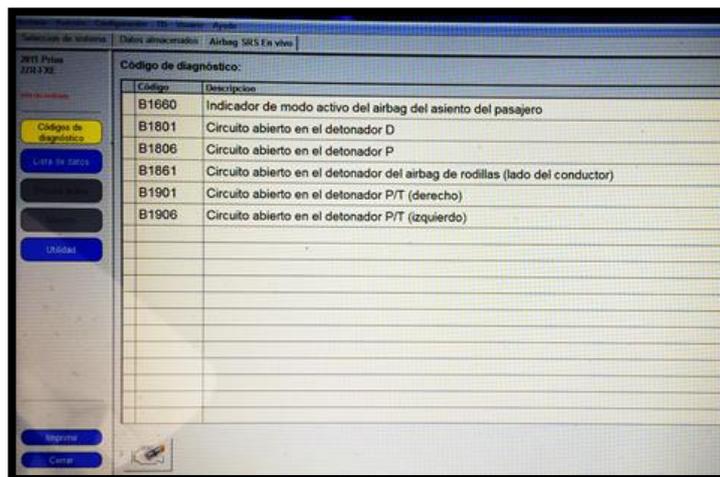
**C0215** Sensor trasero izquierdo de velocidad de la rueda.

**C1247** Sensor de carrera del freno.



**Figura 177.** DTCs 5

**U0129** Pérdida de comunicación con skid control ECU.



**Figura 178.** DTCs 6

**B1660** Indicador airbag del acompañante activo.

**B1801** Circuito abierto airbag conductor.

**B1806** Circuito abierto airbag acompañante.

**B1861** Circuito abierto airbag de rodillas conductor.

**B1901** Circuito abierto pretensor acompañante.

**B1906** Circuito abierto pretensor conductor.

## 4.1. ANÁLISIS DE RUTA CON SCANNER AUTOMOTRIZ

Los siguientes datos fueron tomados desde un scanner automotriz G-Scan, se realizó una prueba de ruta en un campo poco irregular a una velocidad promedio de 45Km/h para obtener un análisis de datos.

En la figura 179 podemos observar la señal emitida cuando se aplica el pedal de freno y se enciende la luz de freno.

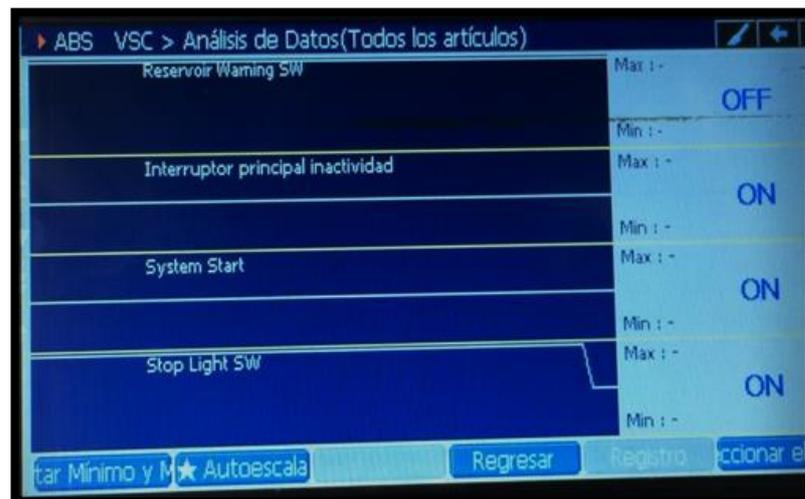


Figura 179. Luz de freno encendida

En la figura 180 podemos observar la señal emitida cuando después de haber frenado se suelta el pedal de freno y se apaga la luz de freno.

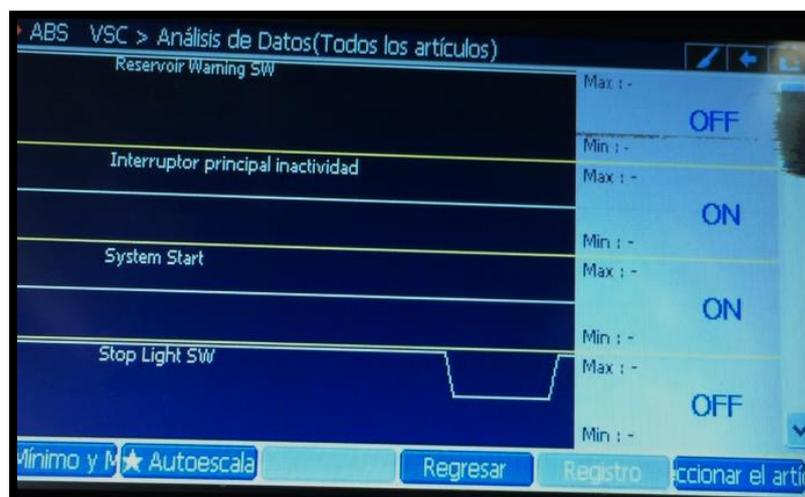
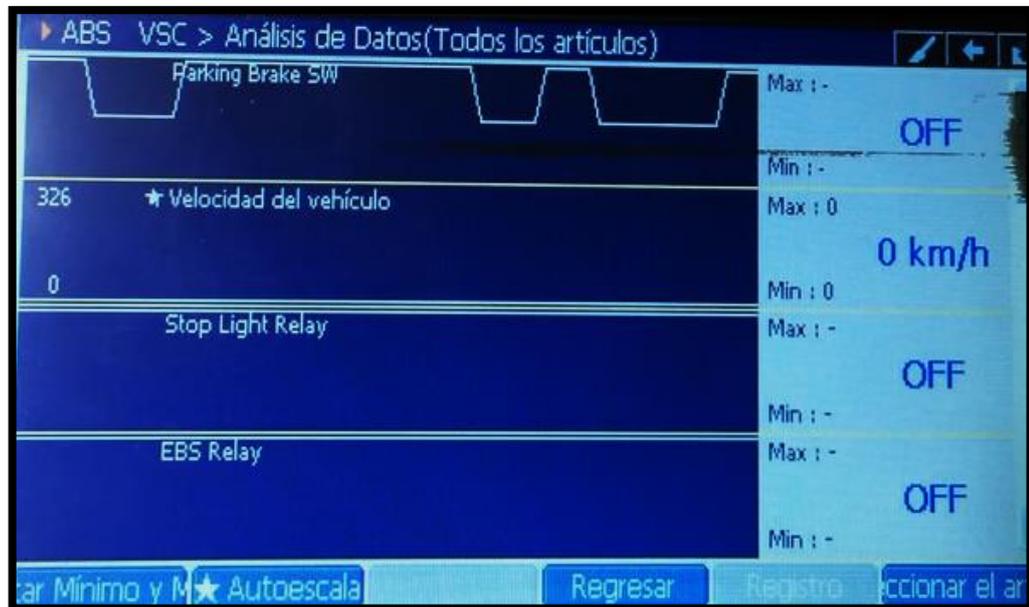


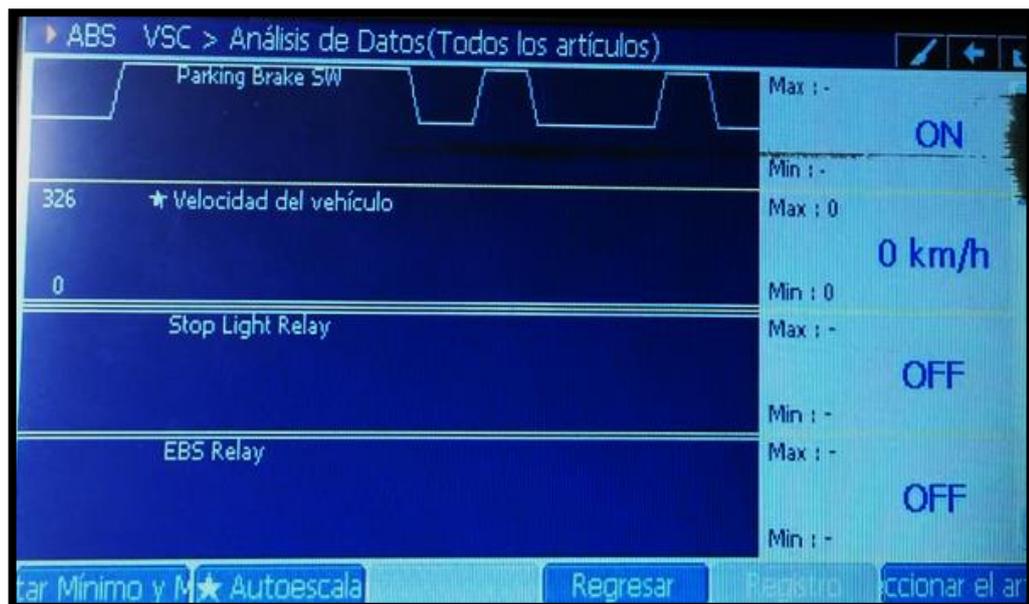
Figura 180. Luz de freno apagada

En la figura 181 podemos observar la señal emitida cuando el pedal de freno de estacionamiento no se encuentra accionado.



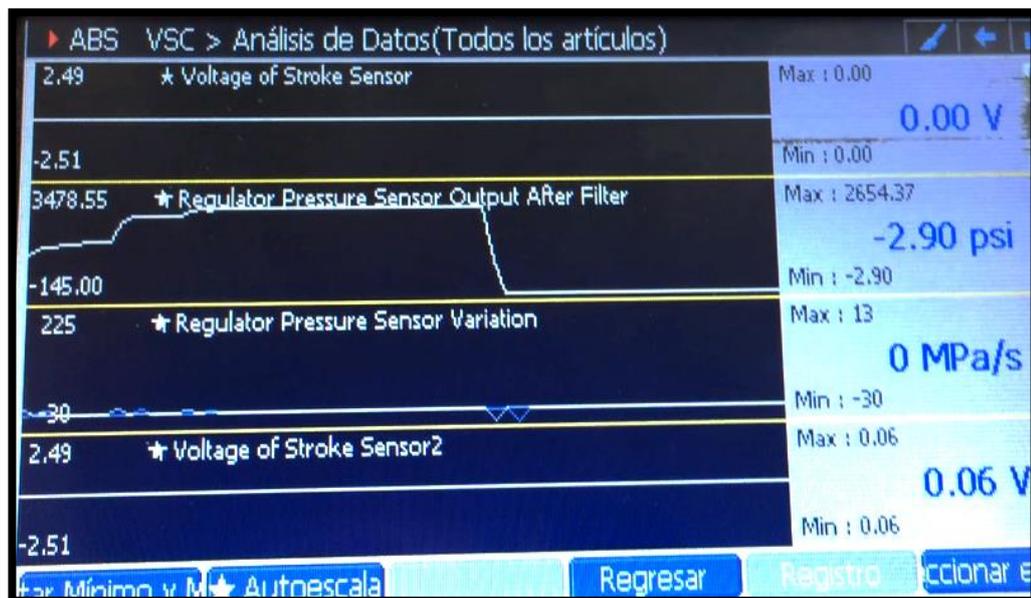
**Figura 181.** Freno de estacionamiento sin accionar

En la figura 182 podemos observar la señal emitida cuando se aplica el pedal de freno de estacionamiento.



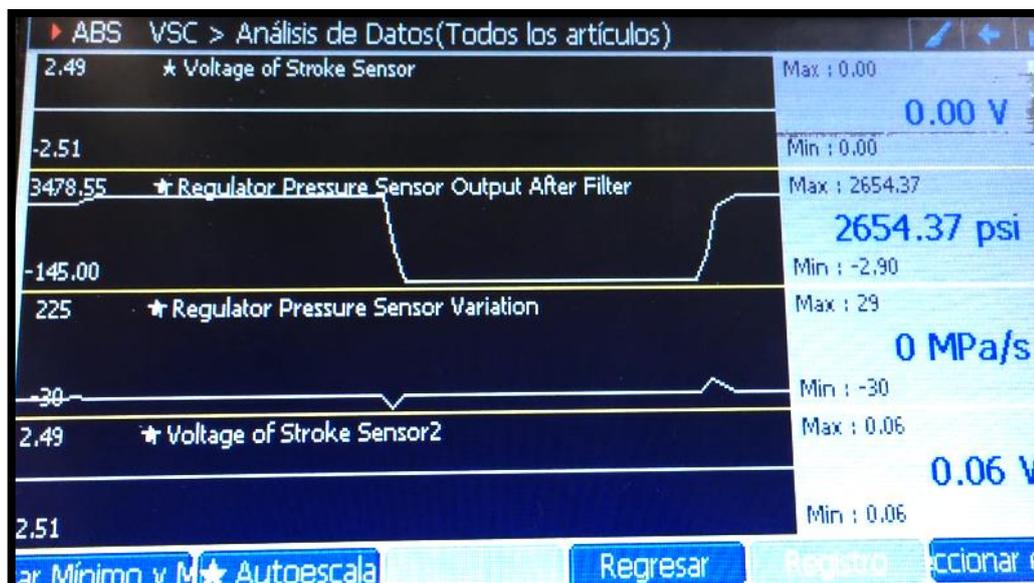
**Figura 182.** Freno de estacionamiento accionado

En la figura 183 podemos observar la señal emitida cuando no hay presión aplicada sobre el pedal de freno, teniendo -2.90psi mínima equivalente a 0psi cuando no existe fuerza alguna.



**Figura 183.** Presión freno sin accionar

En la figura 184 podemos observar la señal emitida cuando al contrario existe presión aplicada sobre el pedal de freno, obteniendo 2654.37psi máxima de presión cuando existe fuerza de frenado.



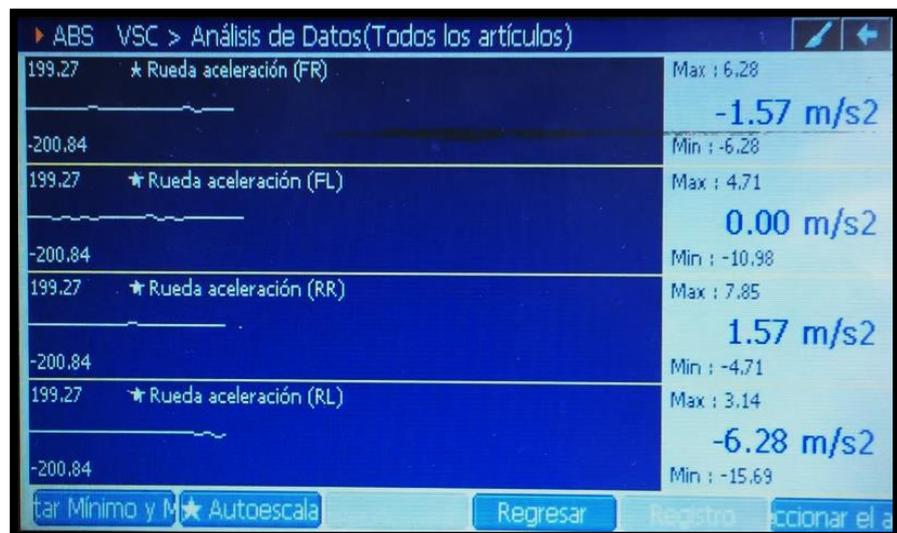
**Figura 184.** Presión freno accionado

En la figura 185 se puede observar la señal y velocidad emitida por cada rueda cuando se mantiene una velocidad moderada y constante obteniendo 36Km/h en una superficie regular.



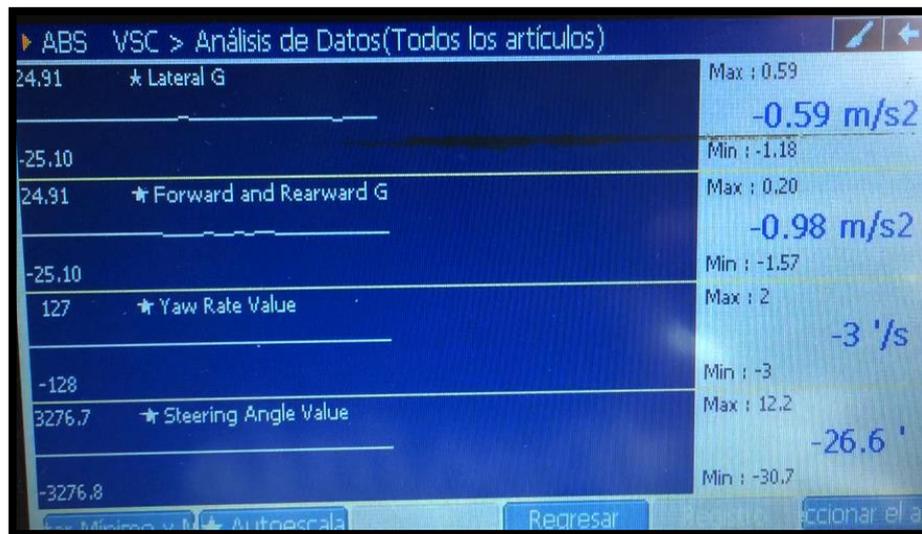
**Figura 185.** Velocidad en cada rueda

En la figura 186 se puede observar la señal y aceleración emitida por cada rueda cuando se mantiene una velocidad moderada y constante en una superficie poco irregular obteniendo  $-1.75 \text{ m/s}^2$  en la rueda frontal derecha,  $0 \text{ m/s}^2$  en la frontal izquierda,  $1.57 \text{ m/s}^2$  en la trasera derecha y  $-6.28 \text{ m/s}^2$  en la trasera izquierda, aquí podemos darnos cuenta de la distribución que se produce individualmente a cada rueda.



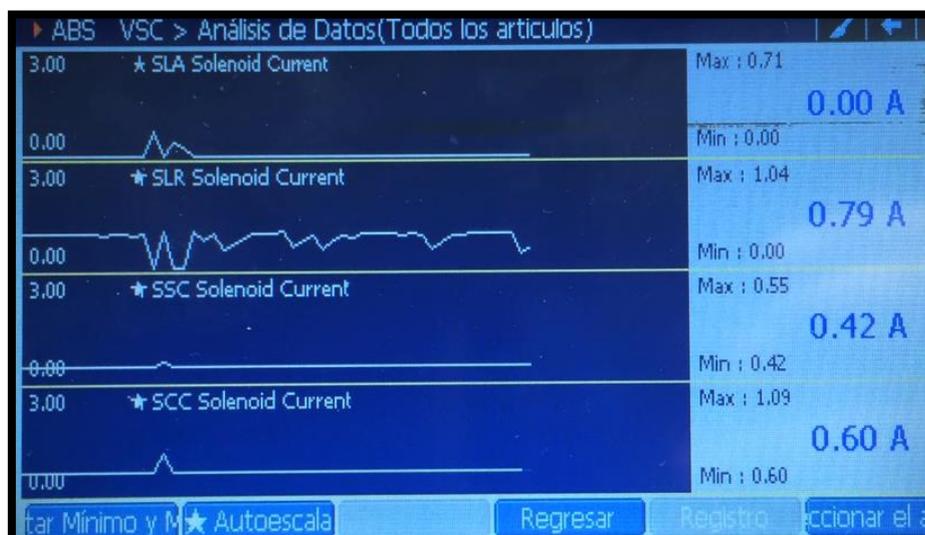
**Figura 186.** Aceleración en cada rueda

En la figura 187 se puede observar la señal y aceleraciones transversales emitidas cuando existe un deslizamiento lateral del vehículo, que en este caso fue dirigido hacia la derecha, obteniendo un ángulo de  $-26.6$  grados y aceleraciones de  $-0.59 \text{ m/s}^2$  y  $-0.98 \text{ m/s}^2$  obtenidos del sensor Yaw rate.



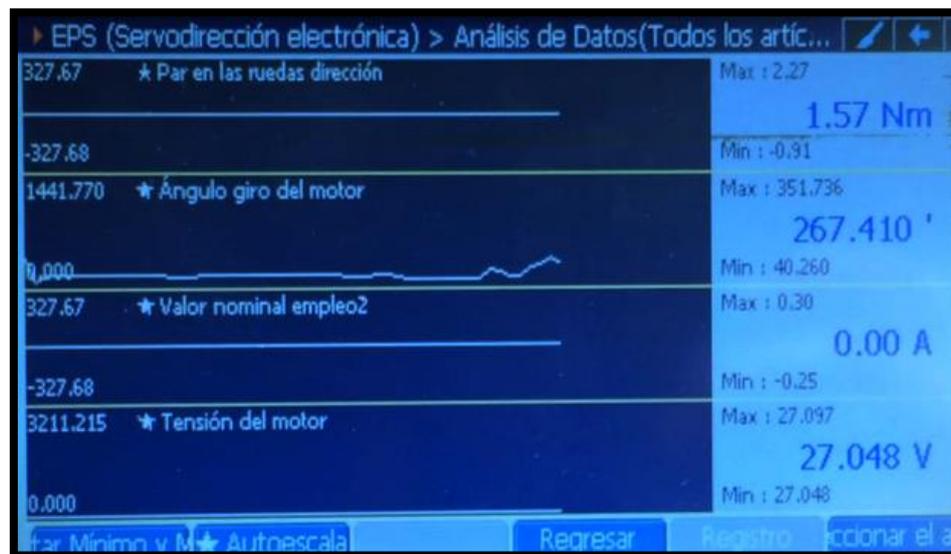
**Figura 187.** Aceleración transversal y ángulo de giro

En la figura 188 se puede observar las señales y corrientes generadas por los solenoides del sistema de frenos, cuando existe una frenada sus valores son: solenoide SLA 0A, solenoide SLR 0.79A, solenoide SSC 0.42A y solenoide SCC 0.60A.



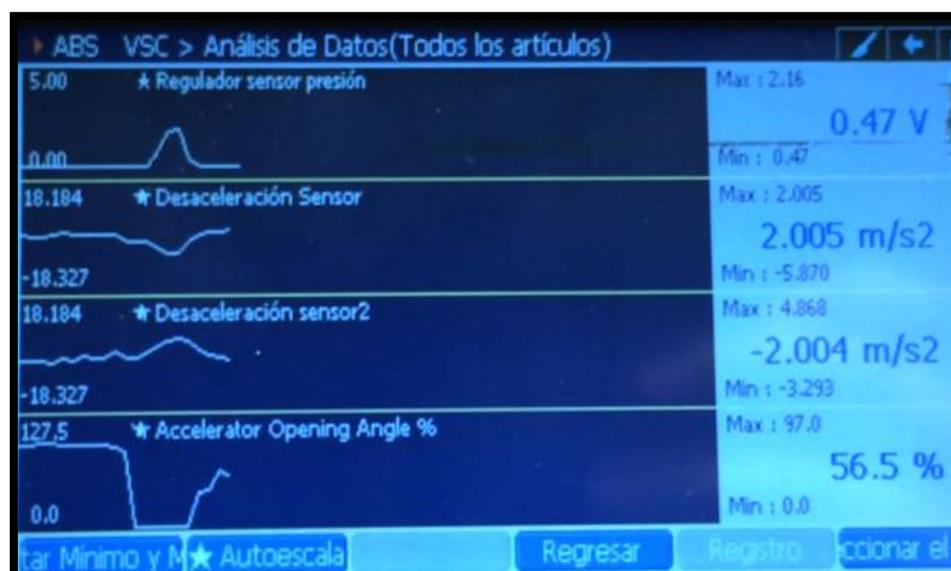
**Figura 188.** Intensidad de corriente de válvulas solenoides

En la figura 189 se puede observar la señal emitida cuando existe aceleración del vehículo obteniendo 1.57Nm de par en las ruedas motrices cuando en estado de reposo el vehículo comienza a moverse desde cero.



**Figura 189.** Par en ruedas motrices

En la figura 190 se puede observar la señal emitida por el sensor APP el cual combina dos TPS, teniendo una apertura del pedal acelerador de 56.6%.



**Figura 190.** Porcentaje de apertura del acelerador

## 4.2. ANÁLISIS DE ILUMINACIÓN

Se sometió al Prius a una prueba con luxómetro, mostrando que la iluminación del vehículo arroja los siguientes resultados:

Tabla 17. Datos de iluminación

<b>FARO IZQUIERDO</b>	
<i>Intensidad</i>	23.6 LUX
<i>Alineación horizontal</i>	0.6%
<i>Alineación vertical</i>	5.7%
<b>FARO DERECHO</b>	
<i>Intensidad</i>	17.01 LUX
<i>Alineación horizontal</i>	2.5%
<i>Alineación vertical</i>	5.9%

Todos los valores obtenidos en la prueba demuestran que la iluminación se encuentra dentro de los rangos correctos de funcionamiento y no existen problemas.

## 4.3. ANÁLISIS DE FRENOS

Se sometió al Prius a pruebas de eficacia de frenado mediante un frenómetro. En la tabla 18 se observan los resultados obtenidos de la prueba de frenado en el eje delantero, teniendo una eficacia de 93%, un peso del eje de 830Kg y una fuerza de frenado de 3.82kN en la rueda izquierda y 3.73kN en la rueda derecha.

Tabla 18. Datos de frenado 1

<b>DELANTERO</b>	
<i>Eficacia</i>	93%
<i>Peso eje delantero [Kg]</i>	830
<b>Fuerza de frenado [kN]</b>	
<i>IZQUIERDO</i>	3.82
<i>DERECHO</i>	3.73
<b>Desequilibrio de frenado</b>	
4%	

En la figura 191 se puede observar el momento en el que el vehículo fue sometido en el frenómetro, específicamente el eje delantero.



Figura 191. Prueba eje delantero

En la figura 192 podemos observar los resultados obtenidos del eje delantero al final de la prueba a la que el vehículo fue sometido en el frenómetro.

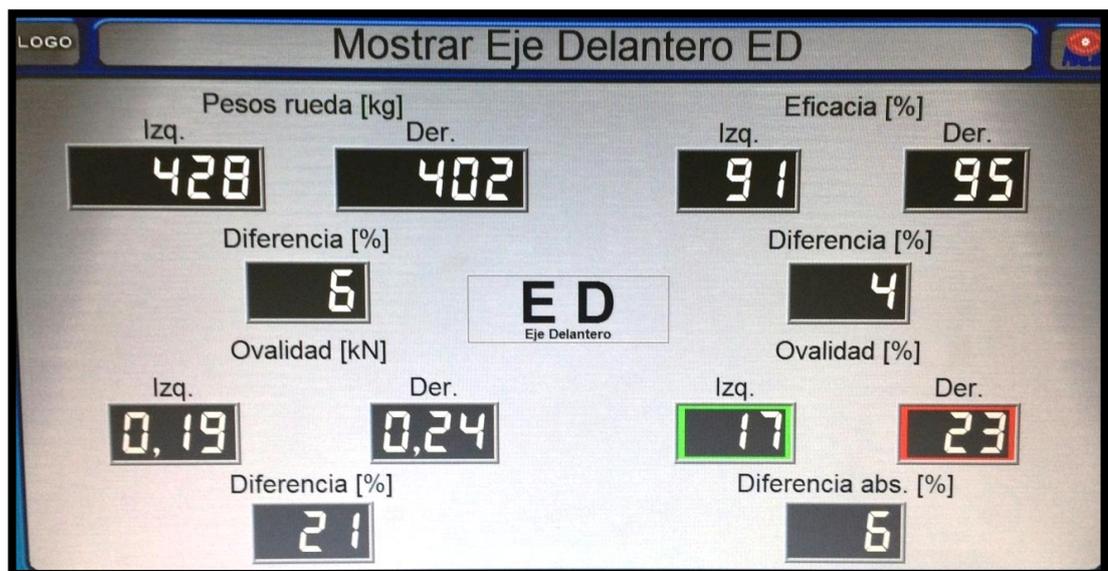


Figura 192. Datos eje delantero

En la tabla 19 podemos observar los resultados obtenidos de la prueba de frenado en el eje trasero, teniendo una eficacia de 99%, un peso del eje de 445Kg y una fuerza de frenado de 2.23kN en la rueda izquierda y 2.14kN en la rueda derecha.

Tabla 19. Datos de frenado 2

<b>TRASERO</b>	
<b>Eficacia</b>	99%
<b>Peso eje delantero [Kg]</b>	445
<b>Fuerza de frenado [kN]</b>	
<b>IZQUIERDO</b>	2.23
<b>DERECHO</b>	2.14
<b>Desequilibrio de frenado</b>	
8%	

En la figura 193 se puede observar el momento en el que el vehículo fue sometido en el frenómetro, específicamente el eje trasero.



Figura 193. Pruebas eje trasero

En la figura 194 podemos observar los resultados obtenidos del eje trasero al final de la prueba a la que el vehículo fue sometido en el frenómetro.

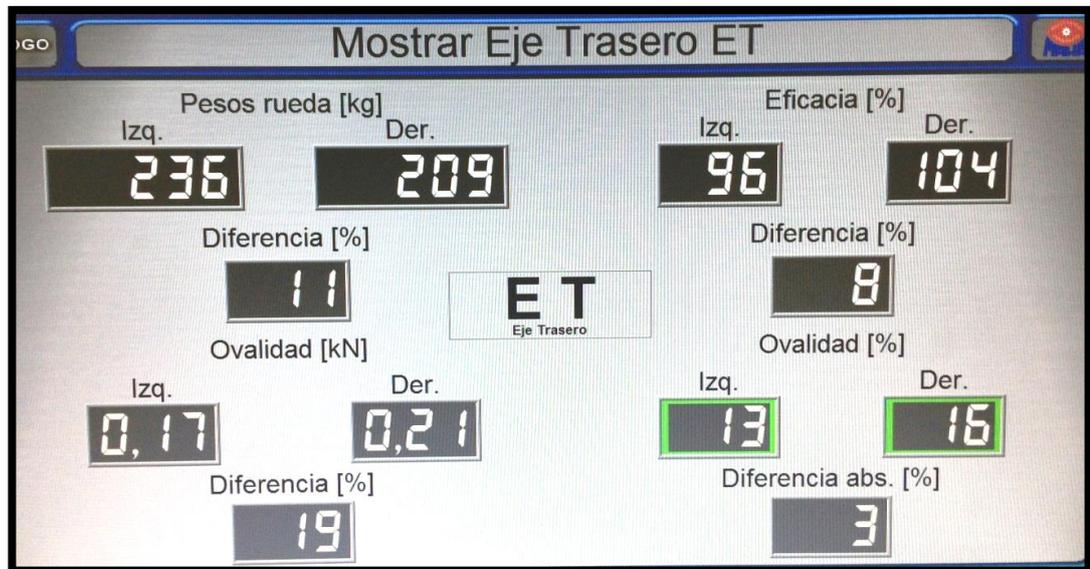


Figura 194. Datos eje trasero

En la tabla 20 podemos observar los resultados obtenidos de la prueba del freno de estacionamiento, teniendo una eficacia del 20%, un peso total del vehículo de 1275Kg y una fuerza de frenado de 1.26kN en la rueda izquierda y 1.29kN en la rueda derecha.

Tabla 20. Datos de frenado 3

<b>FRENO ESTACIONAMIENTO</b>	
<b>Eficacia</b>	20%
<b>Peso total [Kg]</b>	1275
<b>Fuerza de frenado [kN]</b>	
<b>IZQUIERDO</b>	1.26
<b>DERECHO</b>	1.29

En la figura 195 se puede observar el momento en el que el vehículo fue sometido en el frenómetro, específicamente el freno de estacionamiento.



Figura 195. Pruebas freno de estacionamiento

En la figura 196 podemos observar los resultados finales obtenidos de la prueba a la que el vehículo fue sometido en el frenómetro, teniendo un peso total de 1275Kg, una fuerza de frenado de 11.92kN en los frenos de servicio con 95% de eficacia y una fuerza de frenado de 2.55kN en el freno de estacionamiento con una eficacia de 20%.

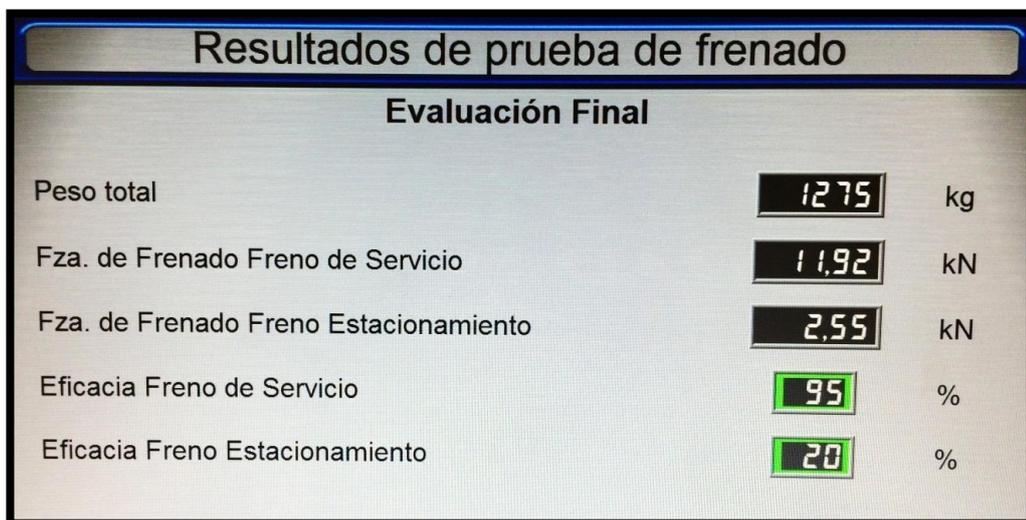


Figura 196. Resultados de frenado

Se sometió al Prius a una prueba de ruta la cual consiste en acelerar de 0Km/h a 30Km/h, 50Km/h, 70Km/h, 90Km/h y 100Km/h conectados los 2 sockets de solenoides, con 1 socket de solenoides y sin conexión de sockets de solenoides, al llegar a la velocidad indicada se frena a raya para conocer el tiempo y la distancia recorridos desde el punto máximo de velocidad hasta su reposo absoluto.

**Tabla 21.** Datos de frenado 4

<b>Conexión sockets</b>		<b>VELOCIDAD (Km/h)</b>	<b>DISTANCIA (m)</b>	<b>TIEMPO (s)</b>
<b>Socket gris</b>	<b>Socket negro</b>			
ON	ON	30	4.5	1.23
		50	10.3	1.86
		70	19.3	2.34
		90	24.8	3
		100	27.6	3.32
		<b>VELOCIDAD (Km/h)</b>	<b>DISTANCIA (m)</b>	<b>TIEMPO (s)</b>
ON	OFF	30	6.8	1.86
		50	11.7	2
		70	21	2.61
		90	27	3.35
		100	30.9	4,21
		<b>VELOCIDAD (Km/h)</b>	<b>DISTANCIA (m)</b>	<b>TIEMPO (s)</b>
OFF	OFF	30	8.4	2.51
		50	19.4	3.51
		70	44.9	6
		90	57.7	8.11
		100	64.2	10.35

De igual manera se realizó otra prueba que consistió en elevar el vehículo para que no exista tracción ni deslizamiento sobre el suelo, se desconectaron los dos sockets de los solenoides y se procedió a acelerar a velocidades de 15Km/h, 30Km/h, 60Km/h y 90Km/h, luego se fue accionando el pedal de freno 15 veces para obtener el porcentaje de suavidad desde la pisada número 1 hasta la número 15.

Mediante esta prueba se pudo constatar que al principio con una suavidad del 100% cuando los dos sockets se encuentran conectados, se pasa a 98% en la primera pisada cuando los sockets ya se encuentran desconectados, hasta llegar a un valor menos del 10% de suavidad a la 15ava pisada. Después de la 15ava pisada en adelante se pierde total suavidad en el pedal de freno.

**Tabla 22.** Resultados de suavidad en el frenado

Accionamientos pedal de freno	Velocidad del vehículo (Km/h)			
	15	30	60	90
1	98%	98%	98%	98%
2	98%	98%	97%	95%
3	97%	97%	50%	90%
4	97%	50%	40%	40%
5	92%	40%	20%	10%
6	45%	20%	10%	10%
7	40%	10%	8%	8%
8	30%	10%	8%	8%
9	10%	10%	8%	8%
10	10%	10%	7%	6%
11	10%	8%	7%	6%
12	10%	8%	7%	6%
13	10%	8%	6%	3%
14	9%	8%	6%	3%
15	9%	8%	6%	3%

## 5.1. CONCLUSIONES

- Los frenos del Toyota Prius incorporan sistemas como el anti bloqueo (ABS), distribución electrónica (EBD) y asistencia de frenado (BA) que combinados conjuntamente trabajan bajo el comando electrónico de la Skid control ECU, teniendo como resultado mayor eficacia y eficiencia en el frenado gracias a su rapidez de respuesta y suavidad en comparación con sistemas convencionales de frenado hidráulico que trabajan mediante un servofreno y la acción de vacío generado por el motor de combustión.
- Mediante las pruebas de frenómetro automotriz se puede concluir que el sistema de frenos del Toyota Prius trabaja correctamente con una eficacia promedio de 96% y una fuerza de frenado promedio de 2.98kN.
- Mediante pruebas de ruta sobre los frenos se puede concluir que con los sistemas ABS, EBD y BA trabajando se logra parar el vehículo desde una velocidad máxima de 100Km/h en una distancia de 27.6m en 3.32s, y con los sistemas desconectados el vehículo logra parar con la misma velocidad en una distancia de 64.2m en 10.35s.
- A través de una prueba sobre el pedal de freno se pudo constatar que cuando se desconecta los sockets del conjunto de la bomba el pedal de freno cae de un 100% de suavidad a un 3%, haciendo mucho más difícil el frenado.
- Se pudo constatar que los sistemas ABS, EBD, BA, VSC y TRAC trabajan conjuntamente y comparten los mismos elementos sensores.
- En base a las pruebas que se realizaron en estos sistemas se puede concluir que todos los sistemas que trabajan conjuntamente bajo el comando de la Skid control ECU trabajan dentro de los rangos y valores normales.
- No se amplía información sobre frenos regenerativos debido a que corresponde a un específico tema de tesis que va a ser tratado y profundizado por otro compañero.

- Comprobado con la prueba de ruta se pudo constatar que el sistema electrónico de tracción TRAC reduce en un 80% el patinaje y falta de adherencia de las ruedas motrices gracias a la gestión electrónica de la Skid control ECU.
- Comprobado con la prueba de ruta se pudo concluir que el sistema electrónico de estabilidad VSC reduce en gran porcentaje el sub-viraje y sobre-viraje del vehículo evitando trompos y la pérdida de la dirección del vehículo.
- Se concluye que el sistema de dirección eléctrica EPS del Toyota Prius es más eficiente que la dirección hidráulica convencional debido a la reducción de carga al motor, reducción de peso al conjunto y reducción de partes, por consiguiente una mejor respuesta y mayor precisión de viraje al ser controlada electrónicamente.
- Mediante las pruebas realizadas con luxómetro automotriz se puede concluir que la iluminación del Toyota Prius consiste en faros elipsoidales (tipo lupa) los cuales emplean una lente y focos halógenos tipo H11 para concentrar y dirigir adecuadamente el haz de luz evitando dispersiones y deslumbramientos, de esta manera permanece eficientemente alineada además de poseer una intensidad luminosa promedio de 20.3 Lux dentro del rango de calificación.
- A través de este trabajo se pudo constatar que el Toyota Prius dispone de 7 airbags distribuidos estratégicamente, 2 frontales para choques delanteros, 2 laterales para protección del torso, 2 de cortina para proteger la cabeza y el rostro y 1 de rodillas para la protección de las rodillas y fémur del conductor, los cuales representan un gran nivel de seguridad al reducir lesiones producidas por impactos desplegándose con una rapidez de apenas 150ms, obteniendo una calificación buena (GOOD) 5 estrellas de acuerdo a la Euro Ncap.
- Mediante este estudio se pudo confirmar que el Toyota Prius posee cinturones de seguridad de tres puntos con pretensores controlados electrónicamente que funcionan en conjunto con el sistema de retención suplementaria evitando a los ocupantes del vehículo desplazarse más de

lo debido en una colisión, además cada asiento tiene apoyacabezas activos los cuales al momento de una colisión trasera se mueven hacia adelante evitando que la cabeza viaje más de lo debido y provoque latigazos cervicales.

- Gracias a este estudio se puede conocer que la carrocería del Prius es de tipo monocasco GOA (Evaluación mundial sobresaliente) que combina la tecnología CAB (Carrocería de absorción de impactos) y HSC (cabina de alta resistencia) que da como resultado una cabina altamente resistente con una estructura de gran rigidez y menor peso.
- El sistema de climatización del Prius puede ser controlado según las demandas específicas del ocupante mediante un panel de comandos al interior del habitáculo, gracias a este se puede configurar la cantidad de flujo del aire, dirección del aire, temperatura del aire y pureza del aire que circula por el habitáculo, proporcionando así bienestar y confort al interior del vehículo.
- Se pudo concluir que sistemas como el Head up display (HUD) y Touch tracer display (TTD) permiten al conductor tener un mayor porcentaje de atención al camino, sin desviar la vista o quitar la manos del volante se puede visualizar datos de interés sobre el manejo y controlar ciertas funciones como la música y el aire acondicionado.
- Mediante este trabajo se ha logrado describir sistemas tales como: ABS, EBD, BA, VSC, TRAC, EPS, SRS, HUD y TTD los cuales trabajando en conjunto nos mantienen a salvo y cómodos.
- Se analizaron prácticamente todos los sistemas antes mencionados y se llegó a la conclusión que trabajan de manera constante retroalimentando información obtenida de los sensores para corregir fallas en el todo el conjunto.
- Se logró obtener una base informativa detallada, la cual se encuentra presentada en todo el desarrollo de este estudio principalmente en Marco Teórico, Metodología y Análisis de resultados.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda desconectar el terminal negativo de la batería de 12V y esperar por lo menos 90 segundos antes de manipular los elementos del sistema SRS airbag.
- Se recomienda no medir voltajes de las bolsas de aire ya que la impedancia del multímetro puede detonarlos.
- Cuando se escanea el sistema SRS airbag es recomendable hacerlo afuera del vehículo por si existe detonaciones accidentales.
- Al remover la bolsa de aire, se recomienda mantener la cara de explosión hacia abajo.
- Cuando se alinea la dirección del vehículo es recomendable hacerlo en un lugar recto y libre de obstáculos ya que este proceso se lo realiza con el scanner más no con una alineadora convencional.
- No reemplazar elementos de dirección con la batería de 12V conectada o el auto encendido ya que se puede ocasionar códigos de falla innecesarios además de poder provocar altercados mecánicos.
- Si se ha dejado caer algún sensor no colocarlo, es recomendable reemplazarlo e instalar uno nuevo.
- No provocar cortocircuitos ya que pueden dañar elementos y componentes dentro de la ECU.
- Sólo técnicos calificados y con los conocimientos necesarios deben manipular el vehículo con equipos y herramientas apropiadas para el fin, ya que este tipo de automóvil posee tecnología de punta, relativamente nueva en el país, que puede lesionar de gravedad a quien lo opere inadecuadamente debido a sus altos voltajes y complejidad de sus sistemas.
- Siempre usar equipos de protección personal específicos cuando se manipule el vehículo.
- Es recomendable que los vehículos convencionales que circulan en el mercado ecuatoriano por lo menos lleven el sistema de frenos ABS y SRS airbag.

- Para usuarios en busca de un automóvil, se recomienda la adquisición de un Prius ya que combina tecnología de punta que se asemeja a un vehículo de alta gama pero a un precio accesible.

## NOMENCLATURA Y GLOSARIO

<b>FEM</b>	Fuerza electromotriz
<b>CC</b>	Corriente continua
<b>CA</b>	Corriente alterna
<b>A</b>	Amperio
<b>V</b>	Voltio
<b><math>\Omega</math></b>	Ohmio
<b>J</b>	Joule
<b>W</b>	Watt
<b>T</b>	Periodo
<b>A</b>	Amplitud
<b>f</b>	Frecuencia
<b><math>\lambda</math></b>	Longitud de onda
<b>X</b>	Elongación
<b>V</b>	Velocidad de propagación
<b>NA</b>	Normalmente abierto
<b>NC</b>	Normalmente cerrado
<b>A</b>	Ánodo
<b>K</b>	Cátodo
<b>PTC</b>	Coeficiente positivo de temperatura
<b>NTC</b>	Coeficiente negativo de temperatura
<b>ON</b>	Encendido

<b>OFF</b>	Apagado
<b>ECU</b>	Unidad de control electrónico
<b>ABS</b>	Sistema de frenos antibloqueo
<b>EBD</b>	Distribución electrónica de frenado
<b>BA</b>	Asistencia de frenado
<b>TRAC</b>	Sistema activo de tracción
<b>VSC</b>	Sistema de control de estabilidad
<b>EPS</b>	Dirección eléctricamente asistida
<b>DRL</b>	Luces de circulación diurna
<b>SRS</b>	Sistema de retención suplementario
<b>GOA</b>	Evaluación mundial sobresaliente
<b>CAB</b>	Carrocería de absorción de impactos
<b>HSC</b>	Cabina de alta resistencia
<b>A/C</b>	Aire acondicionado
<b>HUD</b>	Visor de cabeza arriba
<b>TTD</b>	Touch tracer display

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **Libros:**

Alonso Perez José Manuel. (2007) TÉCNICAS DEL AUTOMÓVIL (EQUIPO ELÉCTRICO). Madrid: Editorial Thomson.

Alonso José Manuel. (2008) SISTEMAS DE SEGURIDAD Y CONFORTABILIDAD. Madrid: Editorial Thomson.

Bentley Robert. (2008) TOYOTA PRIUS REPAIR AND MAINTENANCE MANUAL. Massachusetts: Bentley Publishers.

Calvo Martín Jesús. (1997) MECÁNICA DEL AUTOMÓVIL. Zaragoza: Ediciones Centro Politécnico Superior Universidad de Zaragoza.

Devito Michael. (1989) PRINCIPIOS DE LA ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA. México D.F.: Ediciones Limusa S.A.

Doblado Barrera Oscar., Ros Marin Joan Antoni. (2012) SISTEMAS DE SEGURIDAD Y CONFORTABILIDAD. Madrid: Ediciones Paraninfo S.A.

Gil Hermógenes. (2002) CIRCUITOS ELÉCTRICOS EN EL AUTOMÓVIL. Barcelona: Ediciones CEAC.

Gillieri Stefano. (2002) DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS EN EL AUTOMÓVIL. Barcelona: Ediciones CEAC.

Gonzalez M. A., Mas, J. J., Vidal F. J. (2007) SISTEMAS DE SEGURIDAD Y CONFORTABILIDAD. Barcelona: Editorial Editex.

Morales T. G., Navarro J. M., Casado E. A., Jimenez J. L. (2011) ESTRUCTURAS DEL VEHÍCULO. Madrid: Ediciones Paraninfo.

Parera Martí Albert. (2000) SISTEMAS DE SEGURIDAD Y CONFORT EN VEHÍCULOS AUTOMÓVILES. Barcelona: Ediciones Boixareu.

Reeves E. A. (2004) VADEMÉCUM DE LA ELECTRICIDAD. Madrid: Editorial Reverté.

Ros Marín Joan Antoni., Barrera Oscar. (2011) SISTEMAS ELÉCTRICOS DE SEGURIDAD Y CONFORTABILIDAD. Barcelona: Ediciones Paraninfo S.A.

Varios autores. (2005) MANUAL DE LA TÉCNICA DEL AUTOMÓVIL. Plochingen: Ediciones BOSCH GmbH.

Varios autores. (2000) SISTEMAS DE SEGURIDAD Y CONFORT. Plochingen: Ediciones BOSCH GmbH.

### **Páginas Web:**

*A/C Automotriz*. (2010, septiembre). Retrieved enero 24, 2014, from <http://aireacondicionadoutomotriz.blogspot.com/2010/04/aire-acondicionado-automotriz.html>

*AA1car*. (2012). Retrieved enero 21, 2014, from [http://www.aa1car.com/library/stability\\_control.htm](http://www.aa1car.com/library/stability_control.htm)

Álvarez, J. A. (2012, marzo). *Así funciona*. Retrieved septiembre 20, 2013, from Así funciona: [http://www.asifunciona.com/electrotecnia/ke\\_voltaje/ke\\_voltaje\\_2.htm](http://www.asifunciona.com/electrotecnia/ke_voltaje/ke_voltaje_2.htm)

Álvarez, S. (2009, abril 19). *Diariomotor*. Retrieved agosto 20, 2013, from <http://www.diariomotor.com/2009/04/19/lohner-porsche-mixte-hybrid-el-primer-hibrido-de-la-historia/>

*Audi*. (2011, marzo). Retrieved enero 23, 2014, from <http://www.motorenlinea.es/articulo.php?id=1487>

*Auto eléctrica G*. (2013, marzo). Retrieved enero 22, 2014, from <http://www.autoeletricagilberto.com.br/voce-conhece-todos-os-tipos-de-airbags/>

Bejarano, E. (2013, enero). *Tecno2 Aula virtual*. Retrieved septiembre 23, 2013, from Tecno2 Aula virtual: [http://tecno2aulavirtual.blogspot.com/2013\\_04\\_01\\_archive.html](http://tecno2aulavirtual.blogspot.com/2013_04_01_archive.html)

- Blogspot*. (2012, abril). Retrieved 2013, from Blogspot:  
<http://heyyellowscarf.blogspot.com/2012/04/lab-strikes-again.html>
- Bosch, R. (2013). Retrieved enero 21, 2014, from [http://www.xn--bosch-tecnologadelautomvil-roc1p.es/es/es/driving\\_safety\\_8/driving\\_safety\\_systems\\_for\\_passenger\\_cars\\_9/active\\_safety\\_16/active\\_safety\\_2.html](http://www.xn--bosch-tecnologadelautomvil-roc1p.es/es/es/driving_safety_8/driving_safety_systems_for_passenger_cars_9/active_safety_16/active_safety_2.html)
- Bosch, R. (2014). *BOSCH*. Retrieved from BOSCH: [http://www.bosch-automotivetechology.com/es/com/component\\_com/SF\\_PC\\_AS\\_Sensors\\_SF\\_PC\\_Active-Safety\\_1731.html?compld=2569](http://www.bosch-automotivetechology.com/es/com/component_com/SF_PC_AS_Sensors_SF_PC_Active-Safety_1731.html?compld=2569)
- Cedeño, P. (2006, julio 13). *Manual de taller de tecnología eléctrica*. Retrieved octubre 15, 2013, from [http://www.iutlv.edu.ve/iutlv/materia/MANUAL%20TALLER%20IUNIDAD%20VII\\_COMPONENTES%20ELECTRONICOS%20BASICOS.pdf](http://www.iutlv.edu.ve/iutlv/materia/MANUAL%20TALLER%20IUNIDAD%20VII_COMPONENTES%20ELECTRONICOS%20BASICOS.pdf)
- Celis, E. (2011, agosto). *Automecánico*. Retrieved septiembre 4, 2013, from Automecánico: <http://www.automecanico.net/09/hibrido07.html>
- Costas, J. (2009, junio 6). *Motor pasión detrás del volante*. Retrieved from <http://www.motorpasion.com>
- Cursa*. (2009). Retrieved 2013, from Cursa:  
<http://cmapspublic2.ihmc.us/rid=1GRC9XRD0-1QR8XN7-1B4X/Funcionamiento%20del%20rel%C3%A9.jpg>
- Davison, J. (2007, marzo). Retrieved enero 21, 2014, from <http://automotrizenvideo.com/wp-content/sp-resources/forum-file-uploads/cbarquero/2013/04/HBB-ABS-EBD-ASTC-BK-2007.pdf>
- Donayre, J. (2010, octubre). *Mes Sigma*. Retrieved noviembre 5, 2013, from Mes Sigma: *Ecuador-vial*. (2011, mayo). Retrieved enero 15, 2014, from Ecuador-vial: <http://www.ecuador-vial.com/aprenda-a-leer-sus-llantas>
- Espinosa, R. D. (2010, septiembre). *Slideshare*. Retrieved octubre 2, 2013, from Slideshare: <http://www.slideshare.net/rdcardenas75/seales-y-formas-de-onda>
- Green Car Congress. (2010, octubre). *Green Car Congress*. Retrieved agosto 20, 2013, from Green Car Congress:  
<http://www.greencarcongress.com/2013/07/prius-20130703.html>
- Guijarro, L. G. (2008). *Máquinas*. Retrieved septiembre 18, 2013, from Máquinas: [http://luis.tarifasoft.com/2\\_eso/electricidad2ESO/index.html](http://luis.tarifasoft.com/2_eso/electricidad2ESO/index.html)

- Jimenez, N. M. (2009, mayo). Retrieved octubre 15, 2013, from [http://tecnologiafuentenueva.wikispaces.com/file/view/COMPONENTE S+ELECTR%C3%93NICOS+B%C3%81SICOS.pdf](http://tecnologiafuentenueva.wikispaces.com/file/view/COMPONENTE+S+ELECTR%C3%93NICOS+B%C3%81SICOS.pdf)
- Jones, T. (2009). *Street Directory*. Retrieved agosto 20, 2013, from Street Directory: [http://www.streetdirectory.com/travel\\_guide/49199/cars/the\\_history\\_of\\_hybrid\\_cars.html](http://www.streetdirectory.com/travel_guide/49199/cars/the_history_of_hybrid_cars.html)
- Juan Carlos Chicó Dominguez, N. V. (n.d.). *Los coches híbridos: Mcatronic*. Retrieved agosto 21, 2013, from Mcatronic: <http://www.mcatronic.com/Documentacion/Automoviles/VehiculosHibridos2.pdf>
- Litherland, N. (2012, junio). *eHow*. Retrieved enero 13, 2014, from eHow: [http://www.ehow.com/list\\_6897045\\_disadvantages-electric-power-steering.html](http://www.ehow.com/list_6897045_disadvantages-electric-power-steering.html)
- Manzanares, C. L. (2008, abril). Retrieved enero 21, 2014, from <http://efamoratalaz.com/recursos/Frenos.pdf?phpMyAdmin=Zwo3%2Cdm4c6TgDclqkmk2E7ASh59&phpMyAdmin=BSlf7mDgbsNKyOnhSEfrhjymo0b>
- Moratalaz, E. (2009, febrero). *ELECTROMECAÁNICA DE VEHÍCULOS. CIRCUITOS DE FLUIDOS, SUSPENSIÓN Y DIRECCIÓN*. Retrieved enero 15, 2014, from <http://efamoratalaz.com/recursos/1%C2%BAEI-Fluidos-T5.pdf>
- Parera, A. M. (2000, diciembre). *Frenos ABS en los automóviles*. Retrieved enero 17, 2014, from Frenos ABS en los automóviles: [http://www.acta.es/medios/articulos/automocion\\_y\\_transporte/009031.pdf](http://www.acta.es/medios/articulos/automocion_y_transporte/009031.pdf)
- Salvador, F. C. (2007, octubre). *Asientos: Confort y Seguridad*. Retrieved enero 23, 2014, from [http://www.mapfre.com/documentacion/publico/i18n/catalogo\\_imagenes/grupo.cmd?path=1036567](http://www.mapfre.com/documentacion/publico/i18n/catalogo_imagenes/grupo.cmd?path=1036567)
- The 3rd generation Prius*. (2009, julio 17). Retrieved septiembre 9, 2013, from The 3rd generation Prius: <http://www.prius3.com/specs/four-driving-modes>
- Toyota*. (2008). Retrieved enero 23, 2014, from <http://www.toyota.com.ec/index.php?page=483>

Toyota. (2010, julio). Retrieved enero 21, 2014, from  
<http://www.toyotapr.com/assets/pdf/Star%20Safety%20System%20PDF.pdf>

*Toyota Motor Company*. (2011). Retrieved 2014, from  
<http://157.100.45.101/vvti.php#BOOKMARK>

Toyota Motor Corporation. (2003, mayo). *Toyota*. Retrieved septiembre 4, 2013, from Toyota: <http://www.evworld.com/library/toyotahs2.pdf>

Toyota Motor U.S.A. (2010, octubre). Retrieved octubre 9, 2013, from  
<http://pdf-world.net/pdf/439184/TRANSISTORS-pdf.php>

# ANEXOS

## Anexo I CCICEV Resultados luxómetro



# CCICEV

Centro de Transferencia Tecnológica  
para la Capacitación e Investigación  
en Control de Emisiones Vehiculares

---

### RESULTADOS DE LA PRUEBA CON LUXÓMETRO

ORDENANZA METROPOLITANA No. 159

MARCA: TOYOTA  
MODELO: AA PRIUS HIBRIDO  
AÑO: 2010

PLACA: XBY0074  
FECHA: 02/05/2014  
TECNICO: ANDRÉS URVINA

Tabla1. RESULTADOS DE INSPECCION

FARO IZQUIERDO	
Intensidad	23,6 LUX
ALINEACIÓN HORIZONTAL	-0,6%
ALINEACIÓN VERTICAL	-5,7%
FARO DERECHO	
Intensidad	17,01 LUX
ALINEACIÓN HORIZONTAL	2,6%
ALINEACIÓN VERTICAL	-5,9%

---

Ing. Giovanni Pillajo  
COORDINADOR DE PROYECTO CCICEV (e)

Av. Toledo s/n v. Madrid (junto al colegio Junior College) Telf : 2902.831 / 095.027.970

www.ccicev.com



## Anexo II CCICEV Resultados frenómetro



Centro de Transferencia Tecnológica  
para la Capacitación e Investigación  
en Control de Emisiones Vehiculares

### RESULTADOS DE LA PRUEBA EN EL FRENÓMETRO

REPORTE N° 2014-021

MARCA:	TOYOTA	PLACA:	XBY0074
MODELO:	AA PRIUS HIBRIDO	FECHA:	02/05/2014
AÑO:	2010	RESPONSABLE:	ANDRÉS URVINA

DELANTERO	
EFICACIA	93%
PESO EJE DELANTERO	830
Fuerza de Frenado [kN]	
IZQUIERDO	DERECHO
3,82	3,73
DESEQUILIBRIO DE FRENADO	
4%	

Ptotal:	1275
Fuerza freno de servicio:	11,92
Fuerza freno estacionamiento:	2,55

EFICACIA FRENO SERVICIO	95%
EFIC. FRENO ESTACIONAMIENTO	20%

FRENO ESTACIONAMIENTO	
EFICACIA	20%
PESO	1275
Fuerza de Frenado [kN]	
IZQUIERDO	DERECHO
1,26	1,29

TRASERO	
EFICACIA	99%
PESO EJE TRASERO	445
Fuerza de Frenado [kN]	
IZQUIERDO	DERECHO
2,23	2,14
DESEQUILIBRIO DE FRENADO	
8%	

#### BSERVACIONES

Desequilibrio de frenado en eje posterior (8%)  
Eficacia posterior (99%)

Ing. Giovanni Pillajo  
COORDINADOR DE PROYECTOS CCICEV