

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ

**“MONITOREO DEL SISTEMA DE FRENOS, PARA LA OPTIMIZACIÓN
DE LOS PERIODOS DE MANTENIMIENTO, MEDIANTE LA
IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO, PARA UN
VEHÍCULO VOLKSWAGEN GOL G3”.**

**TESIS DE GRADO PREVIO A
LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO
MECÁNICO AUTOMOTRIZ**

AUTORES:

CÉSAR FELIPE CHACA CÓRDOVA
MILTON GUSTAVO PEÑAFIEL ÚRGILES

DIRECTOR:

ING. NÉSTOR RIVERA CAMPOVERDE.

CUENCA, OCTUBRE 2013

ÍNDICE.

DECLARATORIA.....	II
CERTIFICACIÓN.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
DEDICATORIA.....	VI
ÍNDICE GENERAL.....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XVII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XXII
RESUMEN.....	XXIV

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, César Felipe Chaca Córdova y Milton Gustavo Peñafiel Úrgeles, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado por ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaratoria cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Politécnica Salesiana, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Firmas:



César Felipe Chaca Córdova



Milton Gustavo Peñafiel Úrgeles

CERTIFICACIÓN

Que el siguiente trabajo de tesis: **“Monitoreo del Sistema de Frenos, para la Optimización de los Periodos de Mantenimiento, Mediante la Implementación de un Sistema Electrónico, para un Vehículo Volkswagen Gol G3”**, para la carrera de Ingeniería Mecánica Automotriz de la Universidad Politécnica Salesiana, sede Cuenca, realizado por los estudiantes César Felipe Chaca Córdova y Milton Gustavo Peñafiel Úrgeles, fue dirigida por mi persona.

Cuenca, 10 de octubre del 2013



Ing. Néstor Rivera.

AGRADECIMIENTO

A Dios que me dio la oportunidad de estudiar, y a la Universidad Politécnica Salesiana, que acido mi segundo hogar en todos estos años de estudio, en donde me ido formando día a día como buen profesional y buen Salesianos.

Como no agradecer a todos los docentes que con su paciencia y empeño supieron transmitirme todos sus conocimientos. Y en especial al Ing. Néstor Rivera por ser un gran docente y dirigir este y muchos más proyectos, compartiendo siempre sus grandes conocimientos.

Mil Gracias a todos.

César Chaca C.

AGRADECIMIENTO

Un especial agradecimiento a la Universidad Politécnica Salesiana, y a todos los docentes de la institución quienes compartieron sus conocimientos y nos ayudaron a crecer día a día profesionalmente.

Además agradecer al director de tesis, el Ing. Néstor Rivera, quien dirigió el proyecto durante el transcurso del mismo.

Por ultimo un agradecimiento a todas y cada una de las personas que compartieron con nosotros las aulas universitarias por todo apoyo y compañía durante nuestro tiempo de estudio.

Milton Peñafiel U.

DEDICATORIA.

A toda mi familia y en especial a mis Padres y mi hermana Sara, por su apoyo incondicional, por creer siempre en mí y estar en todos los momentos más difíciles de mis estudios y de mi vida.

A mi familia.

César Chaca C.

DEDICATORIA

Quisiera dedicar todo este tiempo y esfuerzo necesario para la realización de este trabajo a Dios lo más importante en mi vida, por la oportunidad que me dio para realizarme como persona y profesional.

A mis padres quienes siempre me han estado apoyando incondicionalmente en todos los aspectos de mi vida, su sacrificio y confianza, me alentaron a conseguir este éxito como profesional.

A mi compañero de tesis y su familia, a mis amigos que fueron un apoyo más durante esta etapa de estudio.

Milton Peñafiel U.

CAPÍTULO I. ESTUDIO DEL MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE FRENOS, DEL VEHÍCULO VOLKSWAGEN GOL G3.....1

1.1	SISTEMA DE FRENOS DEL VOLKSWAGEN GOL G3 1.8.....1	1
1.1.1	<i>Cilindro Principal</i>1	1
1.1.1.1	Funcionamiento.....2	2
1.1.1.2	Funcionamiento Normal.....2	2
1.1.2	Conjunto de Freno Delantero de Disco.....3	3
1.1.3	Conjunto de Freno Posterior de Tambor.....5	5
1.1.4	Cilindro del Freno (Rueda Posterior).....7	7
1.1.5	Freno de Mano.....7	7
1.1.5.1	Palanca del Freno de Mano.....10	10
1.1.5.2	Cable del Freno de Mano.....11	11
1.1.6	Servofreno.....12	12
1.2	AVERÍAS Y MANTENIMIENTO.....15	15
1.2.1	<i>Circuito Hidráulico</i>15	15
1.2.1.1	Principales Averías.....16	16
1.2.1.2	Mantenimiento.....16	16
1.2.1.2.1	Pasos a Seguir para el Purgado del Circuito.....17	17
1.2.1.4	Precauciones.....19	19
1.2.2	Conjunto del Cilindro Principal.....20	20
1.2.2.1	Principales Averías.....20	20
1.2.2.2	Mantenimiento.....20	20
1.2.2.3	Precauciones.....21	21
1.2.3	Mordaza.....21	21
1.2.3.1	Principal Avería.....21	21
1.2.3.2	Mantenimiento.....21	21
1.2.3.3	Precauciones.....23	23

1.2.4	Discos y Pastillas.....	23
1.2.4.1	Principales Averías.....	23
1.2.4.2	Mantenimiento.....	24
1.2.4.3	Precauciones.....	25
1.2.5	Tambor.....	25
1.2.5.1	Principal Avería.....	25
1.2.5.2	Mantenimiento.....	26
1.2.5.3	Precauciones.....	28
1.2.6	Cilindro de Rueda.....	28
1.2.6.1	Principal Avería.....	28
1.2.6.2	Mantenimiento.....	28
1.2.6.3	Precauciones.....	29
1.2.7	Freno de Mano.....	30
1.2.7.1	Principales Avería.....	30
1.2.7.2	Mantenimiento.....	30
1.2.7.3	Precauciones.....	30
1.2.8	Servofreno.....	31
1.2.8.1	Principales Averías.....	31
1.2.8.2	Mantenimiento.....	31
1.2.9	Líquido de Freno.....	32
1.2.9.1	Principal Avería.....	32
1.2.9.2	Mantenimiento.....	32
1.3	COMPROBACIONES GENERALES DEL SISTEMA DE FRENO.....	33
1.3.1	<i>Comprobación del Funcionamiento del Servofreno.....</i>	33
1.3.1.1	Comprobación Sin Probador.....	33
1.3.1.2	Comprobación Estática.....	34
1.3.1.3	Comprobación Bajo Carga.....	35

1.3.1.3	Comprobación del Recorrido del Pedal.....	36
1.3.2	Revisiones e Inspecciones Generales.....	37
1.3.2.1	Ajuste del Interruptor de la Luz de Pare.....	37
1.3.2.2	Latiguillos (tuberías flexibles).....	38
1.3.2.3	Cañerías.....	38
1.3.2.4	Inspección de la Palanca del Freno de Estacionamiento.....	39
1.3.2.5	Inspección del Juego del Pedal de Freno.....	40
1.4	PRUEBAS DE FRENADO EN CARRETERA.....	41
CAPITULO II. ANÁLISIS DE LAS VARIABLES A MONITOREAR.....		42
2.1	<i>PRINCIPIOS DE MEDICIÓN</i>	42
2.2	SENSORES DE TIPO RESISTIVOS.....	43
2.2.1	Ventajas.....	43
2.2.2	Desventajas.....	43
2.3	VELOCIDAD Y ACELERACIÓN.....	44
2.3.1	Motor.....	44
2.4	RUEDAS Y NEUMÁTICOS.....	45
2.4.1	Presión de Inflado.....	45
2.5	DISEÑO AERODINÁMICO.....	46
2.6	TRANSMISIÓN.....	47
2.6.1	Relación de Engranajes de la Caja de Cambios.....	48
2.7	SENSOR VSS (Vehicle Speed Sensor).....	49
2.7.1	Formas de las Ondas del VSS.....	51
2.8	SENSOR DE NIVEL DE LÍQUIDO DE FRENO.....	52
2.8.1	Función.....	52
2.8.2	Estructura.....	53
2.8.3	Funcionamiento.....	53

2.9	SENSORES DE POSICIÓN DEL PEDAL DEL FRENO (Potenciómetro lineal).....	54
2.9.1	Aplicación.....	54
2.9.2	Estructura y Funcionamiento.....	54
2.9.3	Características.....	55
2.9.4	Aplicaciones.....	55
2.10	SENSOR DE POSICIÓN DEL FRENO DE MANO.....	56
2.10.1	Ubicación para el Sistema de Monitoreo.....	56
2.11	SENSOR DE PRESIÓN DE LÍQUIDO DE FRENO.....	57
2.11.1	Estructura y Funcionamiento.....	57
2.11.2	Tipos de Sensores de Alta Presión.....	59
2.12	SENSORES DE TEMPERATURA DE LOS ELEMENTOS FRENANTES.....	60
2.12.1	Magnitudes de Medición.....	60
2.12.2	Estructura y Funcionamiento.....	62
2.13	LIQUIDO DEL CIRCUITO DE FRENOS.....	63
2.13.1	Características.....	64
2.13.2	Tipos.....	66
2.13.2.1	DOT 3.....	66
2.13.2.2	DOT 4.....	66
2.13.2.3	DOT 5.....	67
2.13.2.4	DOT 5.....	68
2.13.3	Contaminación del Líquido de Freno.....	69
2.13.4	Precauciones.....	70
CAPITULO III. DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO DEL SISTEMA DE MONITOREO ELECTRÓNICO.....		71
3.1	DISEÑO.....	71
3.1.1	<i>Esquema de Conexión Para el Monitoreo del Circuito de Frenos.....</i>	<i>71</i>

3.1.2	Programación.....	72
3.1.3	Diagrama de Flujo de Datos del Sistema.....	74
3.1.4	Diseño de Base para Soporte de Potenciómetro del Pedal de Freno.....	75
3.1.5	Diseño de la Base para Soporte de Potenciómetro de Palanca del Freno de Mano	75
3.1.6	Diseño de Base para Soporte de Sensor de Presión y Temperatura del Líquido de Frenos.....	76
3.1.7	Análisis de Térmico de Elementos Frenantes.....	77
3.1.7.1	Análisis Térmico de Pastilla.....	78
3.1.7.2	Análisis de Térmico de Zapata.....	78
3.1.8	Diseño de Bases de Soporte para Sensores de Temperatura (NTC).....	79
3.1.8.1	Base para las Pastillas.....	79
3.1.8.2	Base para las Zapatas.....	80
3.1.9	Diseño de Interruptor para Medir el Desgaste de Pastilla y Zapata.....	80
3.1.9.1	Diseño para Monitorear el Desgaste en las Pastillas.....	81
3.1.9.2	Diseño para Monitorear el Desgaste en las Zapatas.....	82
3.2	CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE.....	82
3.2.1	<i>Potenciómetro de la Palanca del Freno de Mano</i>	82
3.2.2	Potenciómetro del Pedal de Freno.....	86
3.2.3	Obtención de la Señal del Sensor VSS. (Vehicle Speed Sensor).....	88
3.2.4	Montaje de Sensores de Temperatura en Pastillas y Zapatas de Frenado.....	89
3.2.4.1	Montaje de Sensor en Zapatas.....	90
3.2.4.2	Montaje de Sensor en Pastillas.....	92
3.2.5	Desgaste de Pastillas y Zapatas.....	95
3.2.5.1	Instalación de Contacto en Pastilla.....	96

3.2.5.2	Instalación de Contacto en Zapata.....	97
3.2.6	Base para el Sensor de Presión y Temperatura del Líquido de Freno.....	98
3.2.6.1	Instalación de Sensor Presión.....	98
3.2.6.2	Instalación de Sensor de Temperatura de Líquido de Freno.....	99
3.2.7	Indicador de Nivel de la Cantidad de Líquido de Freno.....	101
3.3	DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRÓNICA.....	101
3.3.1	<i>Diseño de la Tarjeta de Datos</i>	101
3.3.2	Ubicación del Circuito y las Instalaciones en el Vehículo.....	103
3.3.4	Construcción del Circuito de Monitoreo.....	104
3.3.4.1	Construcción del Circuito en el Protoboard.....	104
3.4	IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO AL VEHÍCULO.....	106
3.4.3	<i>Funcionamiento</i>	107
3.4.3.1	Cuando se Encuentra con Tarjeta SD.....	107
3.4.3.2	Cuando se Encuentra Sin Tarjeta SD.....	108
3.4.3.3	Cuando se Encuentra con Tarjeta SD Nueva o Formateada.....	109
3.4.3.4	Registra de un Dato.....	111
3.4.3.5	Cuando Presenta una Avería en el Sistema.....	112
3.5	VISUALIZACIÓN DE DATOS.....	113
3.5.1	<i>Visualización de Datos Normal</i>	113
3.5.2	Visualización de Datos Cuando se Presentan Averías.....	114
3.6	DISEÑO DEL PROGRAMA DE ANÁLISIS DE DATOS.....	114
3.6.1	<i>Estructura del Programa</i>	114
3.6.2	Visualización de la Ventana de Dialogo del Programa.....	116

4.1	ENERGÍA CINÉTICA PRODUCIDA POR EL VEHÍCULO.....	118
4.2	FUERZA DE FRENADO EN FUNCIÓN DE LA ADHERENCIA.....	120
4.3	CONSECUENCIAS DEL FRENADO.....	124
4.4	FUERZA DE MANDO EN LOS FRENOS.....	125
4.5	FUERZA DE ROZAMIENTO.....	127
4.5.1	Fuerza de Rozamiento para los Tambores de Freno.....	128
4.5.1.1	Coeficiente de Acoplamiento.....	128
4.5.2	Fuerza de Rozamiento para los Discos de Freno.....	129
4.6	CARGA SUPERFICIAL O PRESIÓN DE CONTACTO DE LOS ELEMENTOS FRENANTES (ZAPATAS Y PASTILLAS).....	131
4.6.1	En los Tambores de Freno.....	132
4.7	FUERZAS DE FRENADO TOTALES APLICADAS A LOS NEUMÁTICOS POR LOS ELEMENTOS FRENANTES.....	135
4.7.1	Para los Tambores.....	136
4.7.2	Para los Discos.....	137
4.8	EFICIENCIA DEL FRENADO Y DECELERACIÓN.....	139
4.9	REPARTO DE LAS FUERZAS DE FRENADO.....	143
4.10	LOCALIZACIÓN DEL CENTRO DE GRAVEDAD.....	144
4.11	CÁLCULO DEL PESO TRANSFERIDO AL EJE DELANTERO.....	146
4.12	REPARTO DE CARGAS EN EL VEHÍCULO.....	147
4.12.1	Motor Delantero y Propulsión Posterior.....	147
4.12.2	Motor y Tracción Delantera.....	147
4.12.3	Motor y Propulsión Posterior.....	148
4.13	CARGAS DINÁMICAS FINALES PRODUCIDAS POR EL REPARTO DE CARGAS Y EL PESO TRANSFERIDO EN EL MOMENTO DEL FRENADO EN LOS EJES.....	148
4.13.1	En el Eje Delantero.....	148
4.13.2	En el Eje Posterior.....	149

4.14 ANÁLISIS DE LAS CURVAS DE EQUIADHERENCIA (MODIFICACIÓN DEL REPARTO DE LAS FUERZAS DE FRENADO).....	149
4.15 FUERZA DE FRENADO SOBRE LAS RUEDAS.....	154
4.15.1 En el Eje delantero.....	154
4.15.2 En el Eje posterior.....	154
4.16 DISTANCIA DE PARADA.....	156
4.16.1 Cálculo de la Distancia de Parada.....	156
4.16.2 Cálculo Abreviado de la Distancia de Parada.....	157
4.17 TIEMPOS Y ESPACIOS O DISTANCIAS TOTALES DE FRENADO.....	160
4.17.1 Tiempo Teórico de Frenado.....	160
4.17.2 Espacio Total de Frenado.....	161
4.17.3 Tiempo Real de Parada.....	163
4.18 OBTENCIÓN DE LA ECUACIÓN DE DESGASTE.....	165
4.18.1 Ajuste de Curvas.....	166
4.18.2 Distribución Normal.....	167
4.18.3 Regresión Polinomial.....	167
4.18.3.1 Frenado.....	169
4.18.3.2 Frenado 2.....	169
4.18.3.3 Ajuste Frenado.....	170
4.18.3.4 Frenado Final.....	170
4.19 DESGASTE TOTAL DE ELEMENTOS FRENANTES CALCULADO POR EL SISTEMA.....	171
4.19.1 Desgaste en Conducción Normal.....	171
4.19.2 Desgaste en Conducción Deportiva.....	173
4.19.3 Verificación del Desgastes.....	174
4.19.3.1 Errores Sistemáticos.....	175
4.19.3.2 Del Instrumento de Medición.....	175

4.20 PLAN DE MANTENIMIENTO RECOMENDADO POR EL FABRICANTE VS. SISTEMA DE MONITOREO.....	176
CAPITULO V. ANÁLISIS DE LOS COSTOS Y BENEFICIOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO.....	178
5.1 COSTOS.....	179
5.1.1 <i>Análisis de Costos</i>	179
5.1.1.1 Materiales Directos.....	179
5.1.1.2 Mano de Obra Directa.....	180
5.1.1.3 Gastos Indirectos de Fabricación.....	180
5.1.3 Costos de Mano de Obra Directa.....	181
5.1.3.1 Gastos Indirectos de Fabricación.....	182
5.1.4 Total de Costos del Sistema Implementado.....	183
5.2 ANÁLISIS DE BENEFICIOS DEL SISTEMA.....	184
5.2.1 <i>Beneficios Intangibles</i>	185
5.2.2 Análisis de Beneficios Tangibles.....	185
5.2.3 Análisis de Beneficios Intangibles.....	188
5.3 ANÁLISIS COSTO BENEFICIO.....	189
5.3.1 <i>Determinación del Costo-Beneficio</i>	189
CONCLUSIONES:.....	191
RECOMENDACIONES:.....	195
BIBLIOGRAFÍA:.....	197
ANEXOS.....	200

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1.1. Esquema del Circuito de Frenos.....	1
Figura 1.2. Cilindro Principal.....	2
Figura 1.3. Funcionamiento Normal.....	3
Figura 1.4. Conjunto de Freno Delantero de Disco.....	4
Figura 1.5. Pinza de Freno.....	5
Figura 1.6. Conjunto de Freno Posterior de Tambor.....	6
Figura 1.7. Cilindro de la Ruedas Posteriores.....	7
Figura 1.8. Principales Elementos del Freno de Mano.....	7
Figura 1.9. Funcionamiento del Freno de Mano.	9
Figura 1.10. Elementos Secundarios del Freno de Mano.....	9
Figura 1.11. Palanca del Freno de Mano con sus Respective Elementos.....	10
Figura 1.12. Elementos Secundarios del Freno de Mano.....	11
Figura 1.13. Elementos del Servofreno.....	12
Figura 1.14. Funcionamiento del Servofreno.....	13
Figura 1.15. Accionamiento Parcial del Servofreno.....	14
Figura 1.16. Accionamiento del Servofreno.....	14
Figura 1.17. Despiece del Servofreno.....	17
Figura 1.18. Purgado del Sistema de Frenos, Paso 2.....	17
Figura 1.19. Purgado del Sistema de Frenos, Paso 3.....	18
Figura 1.20. Purgado del Sistema de Frenos, Paso 4.....	18
Figura 1.21. Purgado del Sistema de Frenos, Paso 6.....	19
Figura 1.22. Purgado del Sistema de Frenos, Paso 8.....	19
Figura 1.23. Inspección del Servofreno sin Probador, Paso 3.....	33
Figura 1.24. Inspección del Servofreno sin Probador, Paso 4.....	34
Figura 1.25. Comprobación estática del Servofreno, Paso 1.....	34
Figura 1.26. Comprobación Estática del Servofreno, Paso 2.....	35
Figura 1.27. Comprobación Bajo Carga del Servofreno, Paso 1.....	35
Figura 1.28. Comprobación Bajo Carga del Servofreno, Paso 2.....	36
Figura 1.29. Comprobación del Recorrido del Pedal de Freno.....	36

Figura 1.30. Ajuste del Interruptor de la Luz de Pare.....	37
Figura 1.31. Aspecto real de un Latiguillo en el Sistema de Frenos.....	38
Figura 1.32. Sujeción de las Cañerías de Acero de un Sistema de Frenos.....	39
Figura 1.33. Inspección de la Palanca del Freno de Mano.....	40
Figura 1.34. Juego del Pedal del Freno.....	41

CAPÍTULO II

Figura 2.1. Volkswagen Gol G3.....	46
Figura 2.2. Elementos de la transmisión.....	47
Figura 2.3. Posición Real del VSS en la Caja de Cambios.....	50
Figura 2.4. Sensor de Velocidad de Tipo Magnético Permanente.....	50
Figura 2.5. Sensor Hall con Interface de Corriente Bifilar.....	51
Figura 2.6. Señal de un Sensor de Velocidad Tipo Inductivo.....	51
Figura 2.7. Señal de un Sensor de Velocidad de Tipo Hall u Óptico.....	52
Figura 2.8. Vista Superior del Sensor de Nivel de Líquido de Freno.....	52
Figura 2.9. Elementos del Sensor de Nivel.....	53
Figura 2.10. Potenciómetro Lineal.....	54
Figura 2.11. Palanca del Freno de Mano.....	56
Figura 2.12. Ubicación del potenciómetro para la palanca del freno de mano.....	57
Figura 2.13. Constitución de un Sensor de Alta Presión.....	58
Figura 2.14. Señal de un Sensor de Alta Presión.....	58
Figura 2.15. Curva característica de un sensor de alta presión.....	59
Figura 2.16. Divisor de Tensión.....	61
Figura 2.17. Diversos Sensores NTC.....	62
Figura 2.18. Tipos de Líquidos de Freno.....	63
Figura 2.19. Punto de Ebullición de los Líquidos Según el Porcentaje de Agua.....	65
Figura 2.20. Disminución del Punto de Ebullición Según los Meses de Uso.....	69

CAPITULO III

Figura 3.1. Diseño del Esquema de Distribución del Sistema de Monitoreo.....	72
Figura 3.2. Diagrama de Flujo de Datos.....	74
Figura 3.3. Soporte Base para Pedal de Freno.....	75
Figura 3.4. Soporte Base para Freno de Mano.....	76

Figura 3.5. Soporte Base para Sensor de Presión y Temperatura de líquido de Freno.....	77
Figura 3.6. Análisis Térmico para Pastilla.....	78
Figura 3.7. Análisis Térmico para Zapata.....	78
Figura 3.8. Soporte Base para NTC en Pastilla.....	79
Figura 3.9. Soporte Base para NTC en Zapata.....	80
Figura 3.10. Fuerza de Presión en las Pastillas.....	81
Figura 3.11. Diseño para Desgaste en Pastilla.....	82
Figura 3.12. Distribución de Cargas en las Zapatas.....	83
Figura 3.13. Diseño para Desgaste en Zapata.....	83
Figura 3.14. Base del Freno de Mano en Vehículo.....	84
Figura 3.15. Posición del Freno de Mano.....	85
Figura 3.16. Mensaje de Alerta de Alarma Freno de Mano.....	85
Figura 3.17. Base del Potenciómetro del Pedal de Freno.....	86
Figura 3.18. Toma de Datos de la Fuerza Ejercida en el Pedal y Mensaje de Información Grabada.....	87
Figura 3.19. Desplazamiento del Pedal vs. Voltaje.....	88
Figura 3.20. Cable de Conexión del Sensor VSS.....	89
Figura 3.21. Visualización en el Display de la Velocidad y Hora.....	89
Figura 3.22. Ensamblaje de NTC para Facilitar su Montaje.....	90
Figura 3.23. Soporte Tuerca de NTC en Zapata.....	90
Figura 3.24. Adquisición de Datos de Temperatura en Zapatas.....	91
Figura 3.25. Temperatura de Zapatas vs. Resistencia de NTC.....	91
Figura 3.26. Soporte Placa para NTC Montadas en el Vehículo.....	92
Figura 3.27. Toma de Datos de Temperatura de las Pastillas.....	93
Figura 3.28. Temperatura de Pastillas vs. Resistencia.....	94
Figura 3.29. Alarma de Alta Temperatura en las Zapatas o Pastillas.....	95
Figura 3.30. Adaptación de Dispositivo de Aviso de Desgaste en Pastilla.....	96
Figura 3.31. Adaptación de Dispositivo de Aviso de Desgaste en Zapata.....	97
Figura 3.32. Activación de Alarmas de Desgaste en Pastilla o Zapata.....	97
Figura 3.33. Base Soporte de Sensor de Presión y Temperatura.....	98
Figura 3.34. Visualización de la Presión y Temperatura en el Sistema.....	98
Figura 3.35. Montaje del Sensor de Temperatura del Líquido de Freno.....	99

Figura 3.36. Pruebas para la Adquisición del Sensor de Temperatura del Líquido de Freno.....	100
Figura 3.37. Valores de Resistencia vs. Temperatura.....	100
Figura 3.38. Instalaciones de Contactos en Tapa del Depósito de Líquido de Frenos.....	101
Figura 3.39. Diseño de elementos de la Tarjeta.....	102
Figura 3.40. Dimensiones de los Elementos del Circuito de Control.....	102
Figura 3.41. Ubicación del Circuito de Control y sus Instalaciones en el Vehículo.....	103
Figura 3.42. Codificación de Colores de los Circuitos del Vehículo.....	104
Figura 3.43. Ensamblaje del Circuito en un Protoboard.....	105
Figura 3.44. Partes Principales del Circuito ya Ensamblado.....	105
Figura 3.45. Adaptación del Circuito en la Tapa del Vehículo.....	106
Figura 3.46. Instalación y Montaje Final del Circuito en el Vehículo.....	106
Figura 3.47. Funcionamiento del Sistema con Tarjeta SD.....	107
Figura 3.48. Funcionamiento del Sistema con Tarjeta SD.....	107
Figura 3.49. Funcionamiento del Sistema con Tarjeta SD.....	108
Figura 3.50. Funcionamiento del Sistema sin Tarjeta SD.....	108
Figura 3.51. Funcionamiento del Sistema sin Tarjeta SD.....	109
Figura 3.52. Funcionamiento del Sistema sin Tarjeta SD.....	109
Figura 3.53. Funcionamiento del Sistema con Tarjeta SD nueva o Formateada.....	110
Figura 3.54. Funcionamiento del Sistema con Tarjeta SD nueva o Formateada.....	110
Figura 3.55. Funcionamiento del Sistema con Tarjeta SD nueva o Formateada.....	110
Figura 3.56. Funcionamiento del Sistema con Tarjeta SD nueva o Formateada.....	111
Figura 3.57. Funcionamiento del Sistema con Tarjeta SD nueva o Formateada.....	111
Figura 3.58. Funcionamiento del Sistema Cuando se Registra un Dato.....	112
Figura 3.59. Funcionamiento del Sistema Cuando se Presenta una Avería.....	112
Figura 3.60. Formato de Presentación de Datos en Excel de la Tarjeta SD.....	113
Figura 3.61. Formato de Presentación de Datos en Excel con Alarmas Activadas en Tarjeta SD.....	114
Figura 3.62. Diagrama de Boques para la Ejecución del Programa.....	115
Figura 3.63. Diseño Final del Programa para Graficar.....	116

CAPÍTULO VI

Figura 4.1. Energía Cinética Producida por el Vehículo.....	119
Figura 4.2. Fuerzas que Intervienen en el Frenado.....	120
Figura 4.3. Peso del Vehículo.....	121
Figura 4.4. Fuerza de Frenado en Hormigón.....	122
Figura 4.5. Fuerza de Frenado en Asfalto Grueso.....	122
Figura 4.6. Fuerza de Frenado en Asfalto Normal.....	123
Figura 4.7. Fuerza de Frenado en Barro y Hielo.....	123
Figura 4.8. Actuación de la Fuerza de Frenado: A, giro; B, bloqueo.....	124
Figura 4.9. Fuerza de Mando en los Frenos.....	126
Figura 4.10: Coeficientes de Frenado en Función del Coeficiente de Fricción y de la Velocidad.....	126
Figura 4.11. Fuerza de Rozamiento en Tambores y Discos.....	130
Figura 4.12. Características de los Frenos de Tambor para una Mayor Fuerza de Rozamiento.....	131
Figura 4.13. Dimensiones de los Frenos de Tambor.....	131
Figura 4.14: Características del Frenos del Disco.....	132
Figura 4.15: Dimensiones del Freno de Disco.....	132
Figura 4.16. Presión de Contacto en los en Pastillas y Zapatas.....	134
Figura 4.17. Fuerza de Rozamiento en los Frenos: A, Frenos de Tambor; B, Frenos de Disco.....	135
Figura 4.18. Dimensiones Tomadas en Discos y Pastillas.....	135
Figura 4.19. Fuerzas de Frenado Aplicadas por los Elementos Frenantes (Pastillas y Zapatas).....	138
Figura 4.20. Deceleración en Función de la Fuerza Aplicada a los Frenos.....	140
Figura 4.21. Eficiencia del Sistema de Frenos.....	141
Figura 4.22. Fuerza de Frenado en Ruedas Delanteras.....	142
Figura 4.23. Fuerza de Frenado en Ruedas Posteriores.....	142
Figura 4.24. Fuerza y Peso Transferido en el Momento del Frenado.....	144
Figura 4.25. Batalla del Vehículo.....	145
Figura 4.26. Peso del Vehículo en el Eje Delantero y Posterior Respectivamente.....	145
Figura 4.27. Localización del Centro de Gravedad del Vehículo.....	146

Figura 4.28. Reparto de Cargas para Motor Delantero y Propulsión Posterior.....	147
Figura 4.29. Reparto de Cargas para Motor y Propulsión Delantera.....	147
Figura 4.30. Reparto de Cargas para Motor y Propulsión Posterior.....	148
Figura 4.31. Curvas de Isoadherencia, Equiadherencia e Isodeceleración de un Vehículo de Dos Ejes.....	150
Figura 4.32. Diagrama de Frenado de un Vehículo de dos Ejes.....	151
Figura 4.33. Diagrama de Frenado de un Vehículo de dos Ejes.....	152
Figura 4.34. Cargas Dinámicas Finales en los Ejes.....	153
Figura 4.35. Fuerzas Totales de Frenado Sobre las Ruedas Delanteras y Posteriores.....	155
Figura 4.36. Distancias de Parada para una Eficiencia del 65%.....	158
Figura 4.37. Distancia de Parada en Función de la Fuerza de la Velocidad y la Eficiencia.....	159
Figura 4.38. Distancias totales Recorridas en el Frenado a Distintas Velocidades.....	162
Figura 4.39. Tiempos Reales de Frenado a Distintas Velocidades.....	164
Figura 4.40. Obtención del Dato de Espesor de Pastillas.....	165
Figura 4.41. Obtención del Dato de Espesor de Zapata.....	165
Figura 4.42. Histograma de una Distribución Normal.....	167
Figura 4.43. Datos de Frenado Dispersos con Temperatura al Cuadrado.....	169
Figura 4.44. Datos de Frenado Dispersos con Velocidad al Cuadrado.....	169
Figura 4.45. Ajuste de Datos de Frenado.....	170
Figura 4.46. Obtención de la Ecuación Final de Frenado.....	170
Figura 4.47. Desgaste en Conducción Normal.....	171
Figura 4.48. Desgaste en Conducción Deportiva.....	173
Figura 4.49. Verificación de Medidas.....	175
Figura 4.50. Plan de Mantenimiento Preventivo para el Sistema de Frenos Recomendado por el Fabricante.....	176

CAPÍTULO V

Figura 5.1. Determinación de los Costos Totales del Proyecto Terminado.....	183
Figura 5.2. Ahorro del Proyecto por Chequeos.....	186

Figura 5.3. Ahorro del Proyecto por Accidentes de Tránsito.....	188
Figura 5.4. Relación Costo Beneficio del Proyecto.....	190

INDICE DE TABLAS

CAPÍTULO I

Tabla 1.1. Pares de Apriete de los Elementos Principales del Circuito de Freno.....	16
Tabla 1.2. Pares de Apriete de los Elementos del Cilindro Principal.....	21
Tabla 1.3. Fijador de Pernos Recomendado.....	22
Tabla 1.4. Pares de Apriete Recomendados para la Mordaza.....	22
Tabla 1.5. Plan de Mantenimiento Recomendado por el fabricante para Discos y Pastillas.....	24
Tabla 1.6. Dimensiones de Desgaste Recomendados por el Fabricante para las Pastillas.....	24
Tabla 1.7. Plan de Mantenimiento Recomendado por el Fabricante para Tambores y Zapatas.....	26
Tabla 1.8: Dimensiones de desgaste Recomendados por el Fabricante para los Tambores.....	27
Tabla 1.9. Dimensiones de Valores de Rectificación Recomendados por el Fabricante para los Tambores.....	27
Tabla 1.10 Pares de Apriete Recomendados para los Frenos Posteriores.....	27
Tabla 1.11. Pares de Apriete Recomendados para el Cilindro de Rueda.....	29
Tabla 1.12. Pares Recomendados para el Ajuste del Servofreno.....	31
Tabla 1.13. Plan de Mantenimiento del Líquido de Freno.....	32
Tabla 1.14. Recorrido y Fuerza aplicada en el Freno de Mano, Recomendados.....	39
Tabla 1.15. Juegos Recomendados para el Pedal del Freno.....	40

CAPÍTULO II

Tabla 2.1. Características técnicas del motor.....	44
Tabla 2.2. Características de las Ruedas y Neumáticos.....	45
Tabla 2.3. Valores de las Presiones de Inflado.....	46
Tabla 2.4. Relaciones de Transmisión.....	48
Tabla 2.5. Relaciones de Engranajes de la Transmisión.....	49
Tabla 2.6. Características del Potenciómetro Lineal.....	55
Tabla 2.7. Temperaturas en el Automóvil.....	61

Tabla 2.8. Clasificación de los Líquidos de Freno de Diferentes Bases Química...	68
--	----

CAPÍTULO III

Tabla 3.1. Dimensiones de Desgaste Recomendados por el Fabricante para las Pastillas y Zapatas.....	81
---	----

CAPÍTULO VI

Tabla 4.1. Coeficientes de Adherencia del Neumático.....	120
Tabla 4.2. Tabla de Valores en Función de Varias Variables.....	121
Tabla 4.3. Coeficientes de Rozamiento de los Ferrodos o Guarniciones en Función de la Temperatura, Presión y Condiciones Ambientales.....	128
Tabla 4.4. Valores de Desgaste Tomados Experimentalmente, en Función tres Variables.....	166

CAPÍTULO V

Tabla 5.1. Costos de Materiales Directos.....	181
Tabla 5.2. Costos de Mano de Obra Directa.....	182
Tabla 5.3. Gastos Indirectos de Fabricación.....	182
Tabla 5.4. Estimación del Costo Total.....	183
Tabla 5.5. Costos de Mantenimiento del Sistema de Frenos.....	185
Tabla 5.6. Costos por Mano de Obra de Mantenimiento del Sistema de Frenos....	185
Tabla 5.7. Costos para el Estado por Accidentes de Tránsito.....	187
Tabla 5.8. Total de Beneficios Tangibles del Proyecto.....	187

CONCLUSIONES

Tabla 1. Comparación del Desgaste en Pastillas con dos Formas Diferentes de Conducción.....	192
Tabla 2. Comparación del Desgaste en Zapatas con dos Formas Diferentes de Conducción.....	193

RESUMEN

En el presente trabajo de grado, se ha diseñado, construido e implementado en un vehículo Volkswagen Gol G3 un sistema electrónico para optimizar el mantenimiento del sistema de frenos. Para lograr este objetivo hemos analizado todos los parámetros que influyen en el sistema de frenos, para posteriormente proceder a instalar sensores para monitorear dichos parámetros tales como son; temperaturas, esfuerzos en el pedal, velocidad, etc.

Sea construido una tarjeta de control que recentara todas las señales de los distintos parámetros anteriormente nombrados. Esta tarjeta se ha instalado en la parte derecha del conductor a la altura del cuadro de instrumentos del mismo; la tarjeta de control posee un display con su respectiva botonera, para cuestiones de ajuste de fecha y hora; en este display el conductor podrá observar en tiempo real la presión, temperatura, velocidad y alarmas del sistema con la fecha y hora. Este sistema es dinámico, ya que cuando se presenta alguna avería en el sistema de frenos cómo puede ser por; exceso de temperatura, bajo nivel de líquido de frenos, des calibración del freno de mano y cambio de elementos frenantes (en pastillas y zapatas), el sistema procederá a encender la luz de fondo del display junto con todos los led de la botonera en forma intermitente, para llamar la atención del conductor, para que este observe la pantalla del display en donde aparecerá la palabra “ALARMAS” indicándole de una forma abreviada del tipo de alarma que se trata, para que el conductor baje la velocidad, se detenga o lleve a un taller el vehículo.

En la parte izquierda del display se encuentra una ranura con una tarjeta SD, esta tarjeta es como una especie de caja negra, ya que extraendo dicha tarjeta y analizándola en una computadora, podemos visualizar en una hoja de cálculo de archivo de tipo Excel todos los esfuerzos en el pedal, temperaturas, presiones, etc., del sistema de frenos con fecha y hora. También podemos visualizar detalladamente todas las alarmas que se hayan activado.

Con un programa exclusivamente creado para este proyecto, podemos abrir el archivo de Excel y automáticamente, se nos graficaran todo los esfuerzos, energías cinéticas, presiones de contacto, distancias de parada, eficiencias, etc., del sistema de frenos. Todo esto es para poder observar gráficamente el comportamiento del sistema de frenos y con esto diagnosticar cuando algún mecanismo requiera mantenimiento. Dirigiéndonos hacia una de las pestañas del programa podemos ver el desgaste en valores numéricos de las pastillas y zapatas para una trayectoria dada, y por supuesto también cuanto nos queda de vida útil de dichos elementos, sin tener que desmontarlas, con esto ahorrándonos tiempo y dinero.

MONITOREO DEL SISTEMA DE FRENOS, PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS PERIODOS DE MANTENIMIENTO, MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO, PARA UN VEHÍCULO VOLKSWAGEN GOL G3.

En el presente trabajo de grado, se ha diseñado, construido e implementado en un vehículo Volkswagen Gol G3 un sistema electrónico para optimizar el mantenimiento del sistema de frenos, debido a que no todas las personas conducen de la misma manera, y esto se traduce en un desgaste que puede estar fuera de las consideraciones de mantenimiento especificadas por el fabricante. Para lograr este objetivo sea analizado todos los parámetros que influyen en el funcionamiento del sistema de frenos; para posteriormente proceder a instalar sensores para monitorear dichos parámetros tales como son; temperaturas, fuerza ejercida en el pedal, velocidad, etc.

Toda la información receptada por el sistema de monitoreo es enviada hacia una tarjeta SD. Para poder realizar este objetivo en primera instancia nos hemos planteado un diagrama de flujo de datos del sistema de frenos, el mismo que representa el funcionamiento definitivo de todo el sistema electrónico. Empezando desde el momento que se encienda el sistema electrónico, se inicializa la tarjeta SD CARD, si la tarjeta esta lista, es decir existe y está en su posición correcta, se ejecuta la creación de carpeta con su respectivo archivo para poder ser guardado toda la información del monitoreo, en caso de que ya exista carpeta y archivo en la tarjeta, el sistema obviará este paso. Cuando la SD CARD no esté lista se mandará a ejecutar un mensaje de error, al no haber podido encontrar la tarjeta. Y se envía a presentar en el display hora y fecha hasta que se corrija dicho error. En esta opción de error se puede realizar el ajuste de la hora y la fecha, y con solo pulsar una opción de la botonera, se puede cambiar de pantalla a otra que nos indique la temperatura y la presión del líquido del sistema de frenos.

Para la captura de los datos del sistema, se tendrá siempre información continua de la posición del pedal de freno. Se dará una demora al sistema para descartar variaciones de presión del pedal que pudieran ser falsas y solamente producidas por las vibraciones, posteriormente el sistema confirmara que el pedal esta libre (es soltado por el conductor) para capturar los valores de cada sensor y luego transformar dichos valores

en parámetros legibles, para poder guardarlos en la SD y posteriormente poder ser leídos y analizados por una computadora.

Ya conociendo con claridad el funcionamiento del sistema electrónico, se procede a la instalación de los diferentes tipos de sensores tales como: sensor de presión de líquido de freno, sensores de temperatura del tipo NTC, potenciómetros en el pedal y palanca de frenos, sensor de temperatura de líquido de frenos, contactos de alerta en pastillas, zapatas y en el nivel del líquido. Para la adaptación de todos estos sensores, sea estudiado y analizado sus parámetros de funcionamiento, así como también sea construido bases para su correcto acoplamiento en el vehículo.

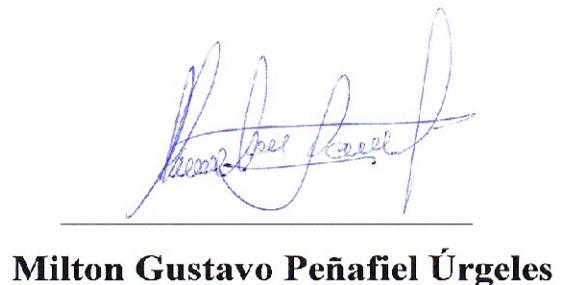
Luego de ya haber realizado la instalación de todos los sensores y alarmas de alerta, se procedió a la construcción del circuito electrónico. Este circuito fue construido considerando el espacio físico donde sería instalada y sobre respetando el diagrama de flujo de datos que nos planteamos desde el inicio del proyecto, para lograr esta meta se ha considerado instalar en la entrada de las señales de la tarjeta, condensadores y diodos de tipo zener, para filtrar las señales de los sensores y regularlas, con esto conseguir transformarlas las señales en magnitudes lógicas que puedan ser procesadas por el microchip. Todo este sistema electrónico sea instalado en la parte derecha del conductor a la altura del cuadro de instrumentos del mismo; la tarjeta de control del sistema electrónico, posee un display con su respectiva botonera, para cuestiones de ajuste de fecha y hora; en este display el conductor podrá observar en tiempo real la presión, temperatura, velocidad y alarmas del sistema con la fecha y hora. Este sistema es dinámico, ya que cuando se presenta alguna avería en el sistema de frenos cómo puede ser por; exceso de temperatura, bajo nivel de líquido de frenos, des calibración del freno de mano y cambio de elementos frenantes (en pastillas y zapatas), el sistema procederá a encender la luz de fondo del display junto con todos los led de la botonera en forma intermitente, para llamar la atención del conductor, para que este observe la pantalla del display en donde aparecerá la palabra “ALARMAS” indicándole de una forma abreviada del tipo de alarma que se trata, para que el conductor baje la velocidad, se detenga o lleve a un taller el vehículo.

En la parte izquierda del display se encuentra una ranura con la tarjeta SD, esta tarjeta es como una especie de caja negra, ya que extrayendo dicha tarjeta y analizándola en una computadora, podemos visualizar en una hoja de cálculo de archivo de tipo Excel con fecha y hora, todos los esfuerzos producidos en el pedal, temperaturas, presiones, etc., todo esto para poder relacionarlos con los conceptos de frenado. También podemos visualizar detalladamente todas las alarmas que se hayan activado.

Con un programa exclusivamente creado para este proyecto, podemos abrir el archivo de Excel y automáticamente, se nos graficaran todo los esfuerzos, energías cinéticas, presiones de contacto, distancias de parada, eficiencias, etc., del sistema de frenos. Todo esto es para poder observar gráficamente el comportamiento del sistema de frenos y con esto diagnosticar cuando algún mecanismo requiera mantenimiento prematuramente, debido al tipo de conducción que se le está dando. Dirigiéndonos hacia una de las pestañas del programa podemos ver el desgaste en valores numéricos de las pastillas y



César Felipe Chaca Córdova



Milton Gustavo Peñafiel Úrgeles



Ing. Néstor Rivera.

CAPÍTULO I. ESTUDIO DEL MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE FRENOS, DEL VEHÍCULO VOLKSWAGEN GOL G3 1.8.

1.1 Sistema de Frenos del Volkswagen Gol G3 1.8.

El vehículo Volkswagen Gol G3 viene equipado con un sistema de frenos hidráulico con doble circuito en diagonal, del cilindro maestro se derivan cuatro cañerías que se van para cada una de las ruedas del vehículo. Las ruedas delanteras vienen equipadas con un sistema de frenos de disco y las ruedas posteriores con un sistema de frenos de tambor.

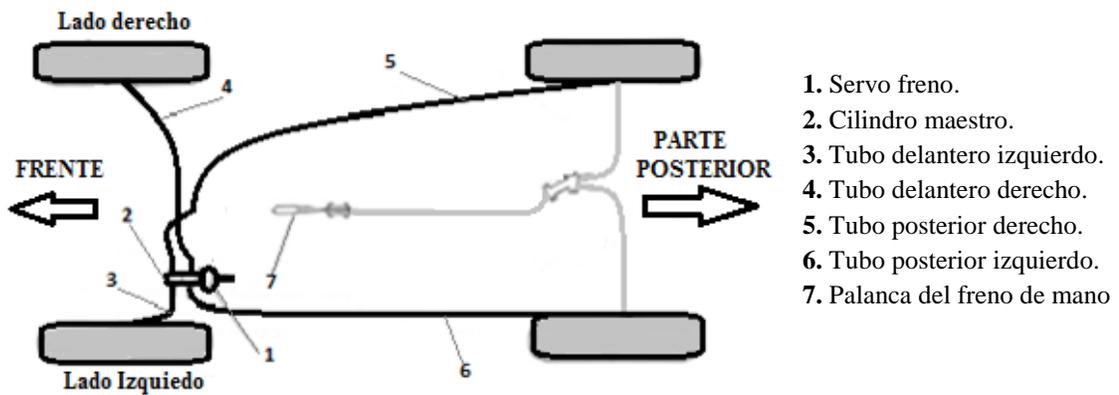


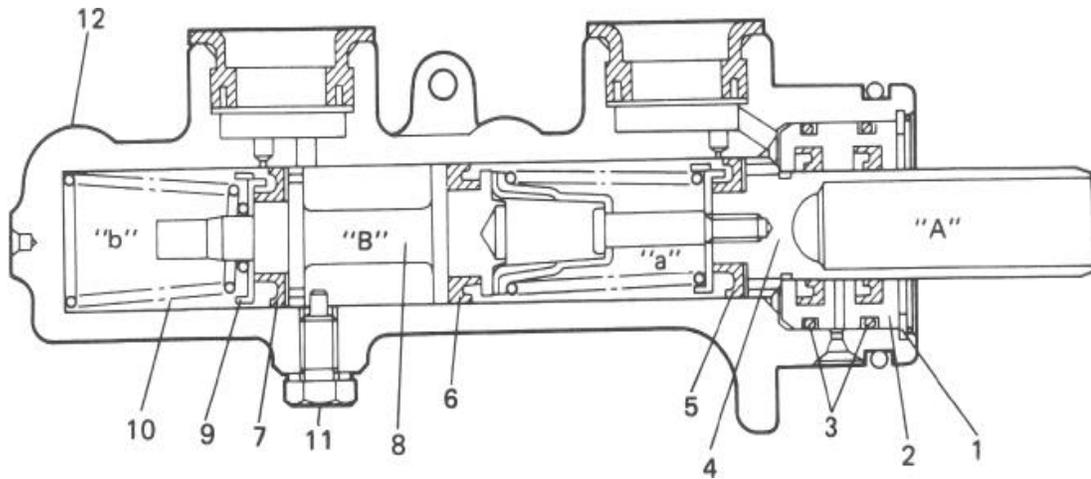
Figura1.1. Esquema del Circuito de Frenos.
Fuente: Los Autores.

1.1.1 Cilindro Principal.

La presión hidráulica es proporcionada por un cilindro principal que consta de una bomba de dos cámaras, una cámara primaria y otra secundaria. La cámara primaria envía líquido a los cilindros receptores de las ruedas posteriores izquierda y delantera derecha y la cámara secundaria a las ruedas delanteras izquierda y posterior derecha, cada vez que se acciona el pedal del freno.

1.1.1.1 Funcionamiento.

Como ya se mencionó, el cilindro principal posee dos cámaras (principal y secundaria) y dos pistones. La presión se genera cuando el líquido es comprimido por acción del pedal de freno y los pistones internos, que se desplazan en el interior del cilindro comprimiendo el líquido. El pistón primario comienza su carrera de compresión, para luego continuar el pistón secundario, y finalmente el líquido es conducido hacia sus respectivas cañerías para luego ser distribuido para cada rueda de cada cilindro.



- | | | |
|--|--|--|
| 1. Anillo de seguridad del tapón del cilindro. | 5. Reten del asiento del pistón. | 9. Retorno a su posición secundaria |
| 2. Tapón del pistón. | 6. Reten de presión del pistón secundario. | 10. Muelle de retorno del pistón |
| 3. Reten del tapón del pistón | 7. Reten del asiento del pistón. | 11. Tornillo tapón del pistón secundario |
| 4. Pistón primario. | 8. Pistón secundario. | 12. Carcasa del cilindro principal |
-
- | | |
|----------------------|-----------------------|
| "A" pistón primario. | "B" pistón secundario |
| "a" cámara primaria. | "b" cámara secundaria |

Figura 1.2. Cilindro Principal.

Fuente: <http://www.manualdereparaciondeautos.com/manual-de-taller-volkswagen-golf-1-6-1-8-2-0/>

1.1.1.2 Funcionamiento Normal.

Al pisar el pedal de freno el pistón (A) se desplaza hacia la izquierda y presuriza el líquido de esta cámara (a) hacia los frenos delantero derecho y posterior izquierdo.

Empujado por la presión del líquido existente en la cámara (a) por el desplazamiento del pistón (A), acciona el pistón (B), este se desplaza hacia la izquierda y presuriza el líquido de esta cámara (b) hacia los frenos delantero izquierdo y posterior derecho.

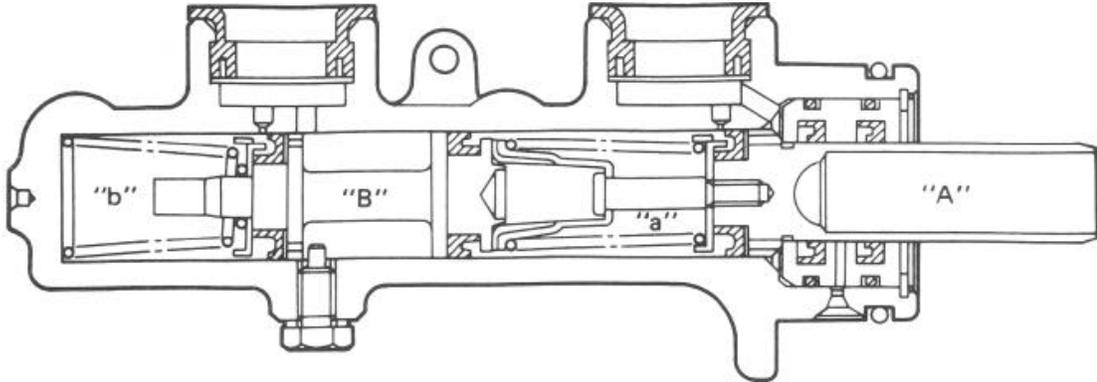
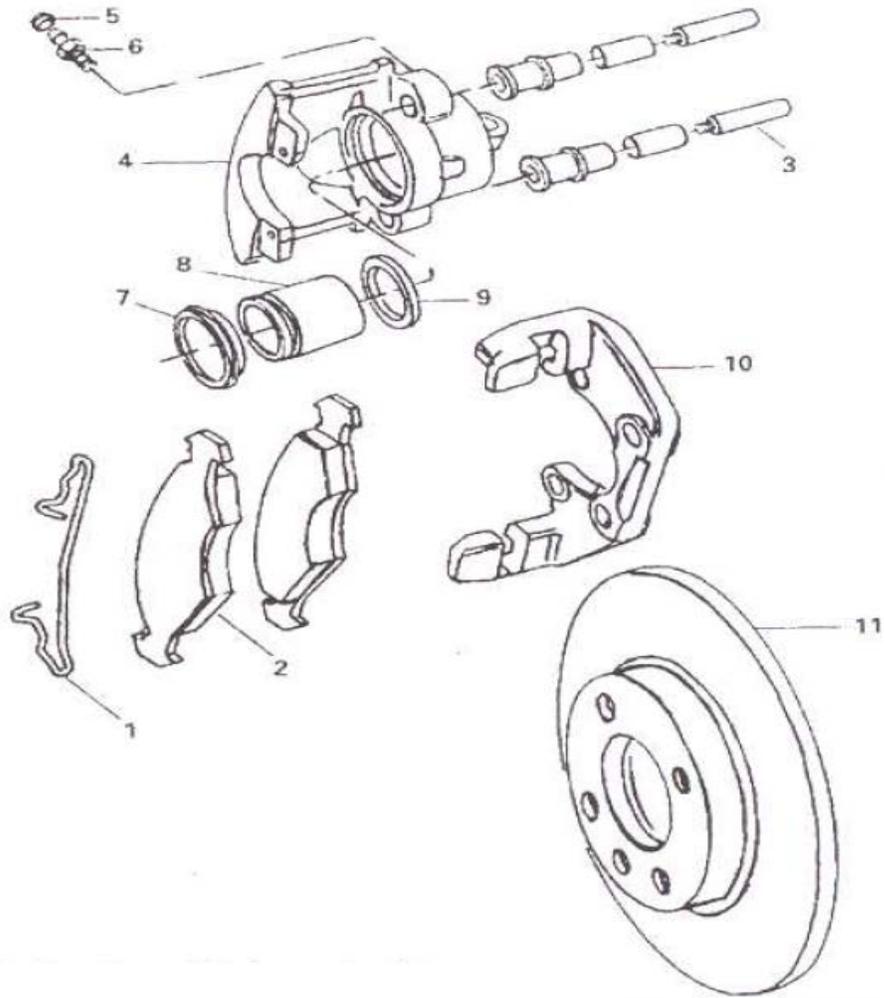


Figura1.3. Funcionamiento Normal.

Fuente: <http://www.manualdereparaciondeautos.com/manual-de-taller-volkswagen-golf-1-6-1-8-2-0/>

1.1.2 Conjunto de Freno Delantero de Disco.

Estos conjuntos están compuestos por una mordaza o pinza en cuyo interior tiene un pistón de 48mm de diámetro interior para cada rueda delantera. Esta mordaza va montada sobre su soporte y se desliza sobre sus espárragos de sujeción. La presión hidráulica se genera cuando el conductor pisa el pedal de freno, el pistón actúa sobre la pastilla y este sobre el disco, produciendo fricción y frenando el vehículo. El Vehículo Volkswagen Gol G3 1.8 viene equipado con una pinza de un solo pistón, la pinza está dividida en dos partes, la zona de apoyo de la pinza y el cilindro.

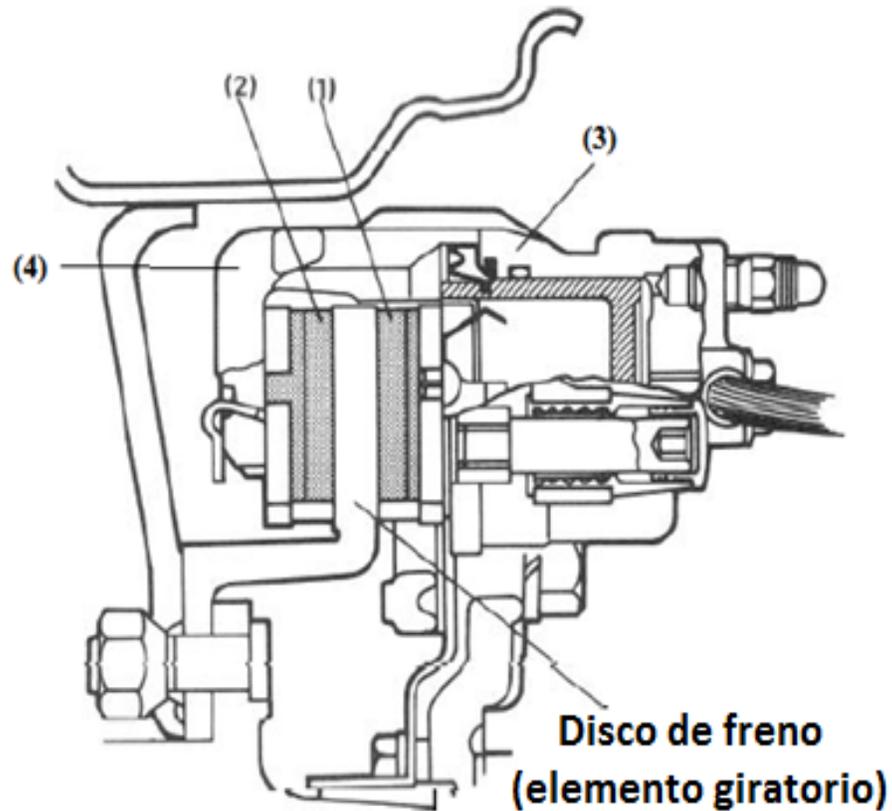


- | | | |
|-----------------------|-----------------------|----------------------------|
| 1. Grampa. | 5. Tapa. | 10. Soporte de la mordaza. |
| 2. Pastilla de freno. | 6. Tornillo de purga. | 11. Disco de freno. |
| 3. Perno guía | 7. Fuelle protector. | |
| 4. Mordaza | 8. Pistón. | |

Figura 1.4. Conjunto de Freno Delantero de Disco.

Fuente: <http://www.manualdeparaciondeautos.com/manual-de-taller-volkswagen-golf-1-6-1-8-2-0/>

La presión en el líquido generado en el cilindro hace que la pastilla (2) situada en el lado del pistón presione contra el disco. Esta presión obliga a la pinza a desplazarse hacia la derecha, presionando la pastilla (2) contra el disco, produciendo hacia la frenada de la rueda.



- 1. Pastilla interior.
- 2. Pastilla exterior.

- 3. Cilindro.
- 4. Zona de apoyo de la pinza.

Figura 1.5. Pinza de Freno.

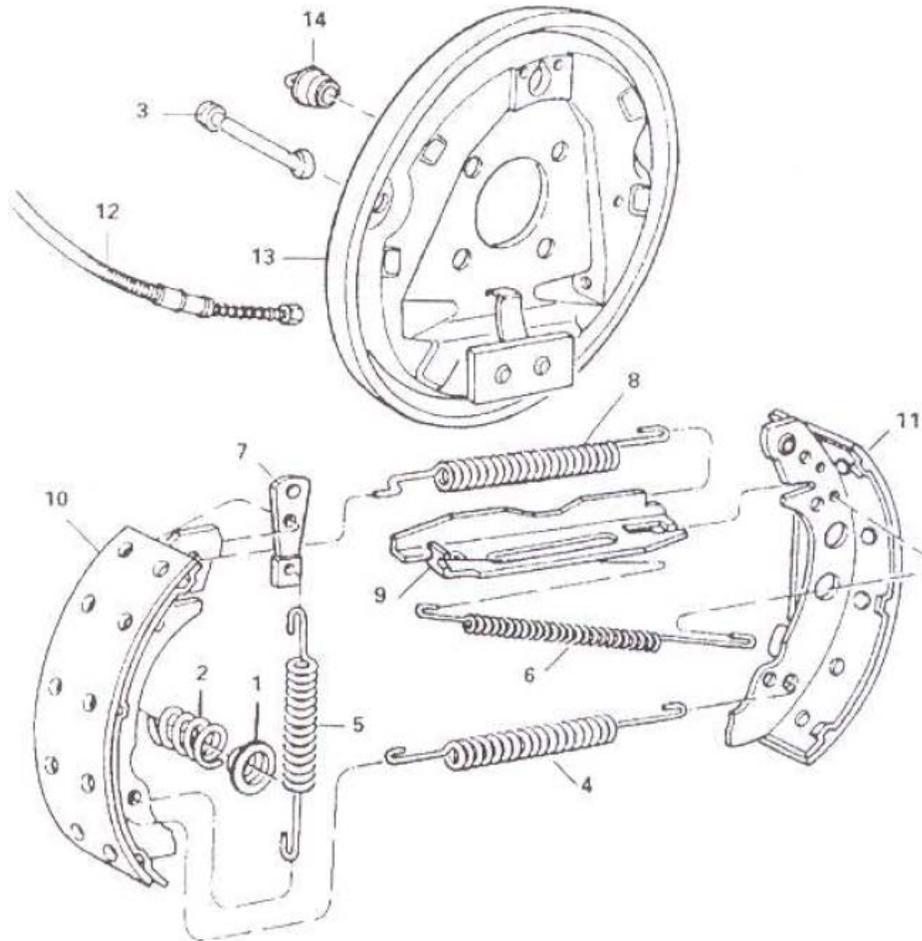
Fuente: <http://www.manualdereparaciondeautos.com/manual-de-taller-volkswagen-golf-1-6-1-8-2-0/>

1.1.3 Conjunto de Freno Posterior de Tambor.

Este conjunto está compuesto por dos zapatas una a cada lado del conjunto. Entre las zapatas, tenemos el cilindro de la rueda con dos pistones que accionan a cada zapata.

Cuando se pisa el pedal de freno, los dos pistones equipados en el cilindro de rueda empujan las zapatas hacia afuera, reteniendo el giro del tambor.

Cuando mayor sea el desgaste de las zapatas, mayor será la distancia que tendrán que recorrer los pistones. Como resultado, el recorrido del pedal de freno aumentara, siendo necesario ajustar la holgura de las zapatas mediante los tornillos de ajuste.

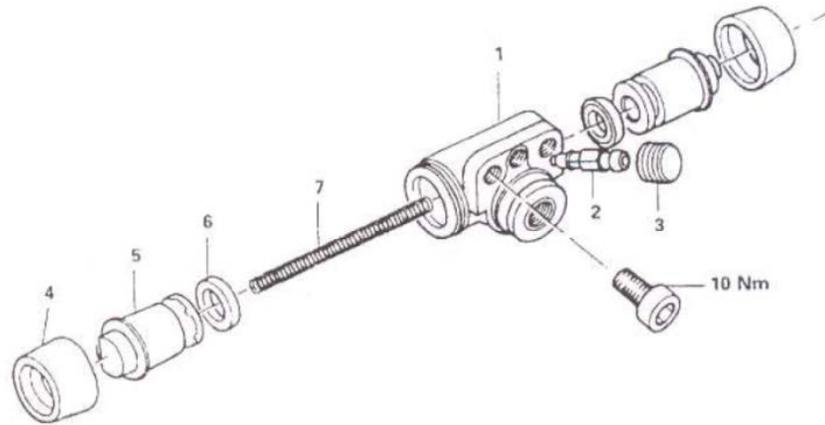


- | | |
|--|--|
| 1. Plato del resorte. | 8. Resorte superior interno de retorno de las zapatas. |
| 2. Resorte de presión. | 9. Tope. |
| 3. Perno de retención. | 10. Zapata de freno. |
| 4. Resorte inferior de retorno de las zapatas. | 11. Zapata de freno posterior. |
| 5. Resorte de tracción de la cuña. | 12. Cable del freno de estacionamiento. |
| 6. Resorte superior externo de retorno de las zapatas. | 13. Plato de freno. |
| 7. Cuña de ajuste. | 14. Tapón. |

Figura 1.6. Conjunto de Freno Posterior de Tambor.

Fuente: <http://www.manualdeparaciondeautos.com/manual-de-taller-volkswagen-golf-1-6-1-8-2-0/>

1.1.4 Cilindro del Freno (Rueda Posterior).



- | | |
|---------------------------------|-------------------------|
| 1. Cilindro de freno. | 5. Pistón del cilindro. |
| 2. Tornillo de purgado. | 6. Anillo de sellado. |
| 3. Fuelle protector. | 7. Resorte del pistón. |
| 4. Fuelle protector del embolo. | |

Figura 1.7. Cilindro de la Ruedas Posteriores.

Fuente: <http://www.manualdereparaciondeautos.com/manual-de-taller-volkswagen-golf-1-6-1-8-2-0/>

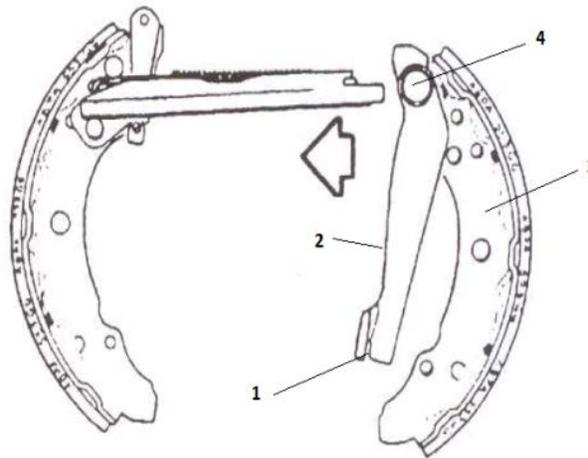
En caso de que se requiera desmontar el cilindro de la rueda, se procede:

- Sacando la rueda. Se retira el tambor de freno con su arandela de apoya y el separador de rodillos del rodamiento externo.
- Se desacopla el tubo del cilindro de freno, tapando para no verter el líquido de frenos.
- Se saca el tornillo de purgado.
- Se remueve el cilindro, usando para ello una llave Allen de 5mm.

1.1.5 Freno de Mano.

Cuando se acciona la palanca del freno de mano, el cable (1) tira de la palanca (2) de que dispone la zapata trasera (3) de ambas ruedas. Estas palancas van unidas en la parte

inferior de las zapatas por medio de un pivote (4) que a su vez permite el giro de estas palancas hacia adelante y hacia atrás.



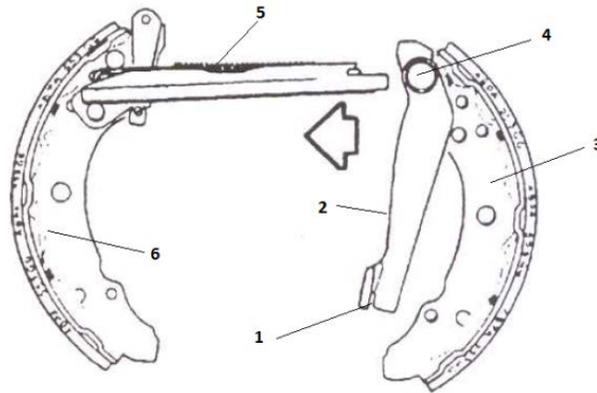
- | | |
|------------------------------|--|
| 1. Cable de accionamiento. | 3. Zapata trasera. |
| 2. Palanca de accionamiento. | 4. Punto de conexión y giro de la palanca. |

Figura 1.8. Principales Elementos del Freno de Mano.

Fuente: <http://www.manualdereparaciondeautos.com/manual-de-taller-volkswagen-golf-1-6-1-8-2-0/>

Al tirar la palanca (2) hacia adelante, esta se apoya en el dispositivo separador de zapatas (5) produciéndose un desplazamiento hacia atrás de la zapata (3) hasta que este llegue a contactar con el tambor de freno.

Cuando la zapata (3) ha contactado con el tambor, comienza a expansionarse la delantera (6), hasta que igual que la trasera contacte con el tambor. Iniciándose de esta forma el bloqueo de las ruedas traseras con mayor o menor eficiencia; dependiendo de la fuerza aplicada en la palanca del freno de mano.

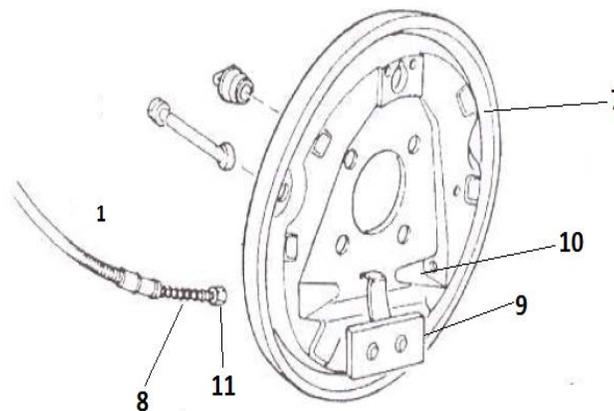


- 2. Palanca de accionamiento.
- 3. Zapata trasera.
- 5. Dispositivo separador de zapatas.
- 6. Zapata delantera.

Figura 1.9. Funcionamiento del Freno de Mano.

Fuente: <http://www.manualdereparaciondeautos.com/manual-de-taller-volkswagen-golf-1-6-1-8-2-0/>

La funda del cable de accionamiento se fija al plato porta zapatas (7) por medio de un conector especial. El muelle de retención (8) es guiado por el soporte (9). El cable se conecta a la palanca de accionamiento en el ojal (10) y dispone de un tope (11) para tirar de ella. El muelle (8) tiene por misión mantener conectado el cable de accionamiento en el ojal de la palanca.

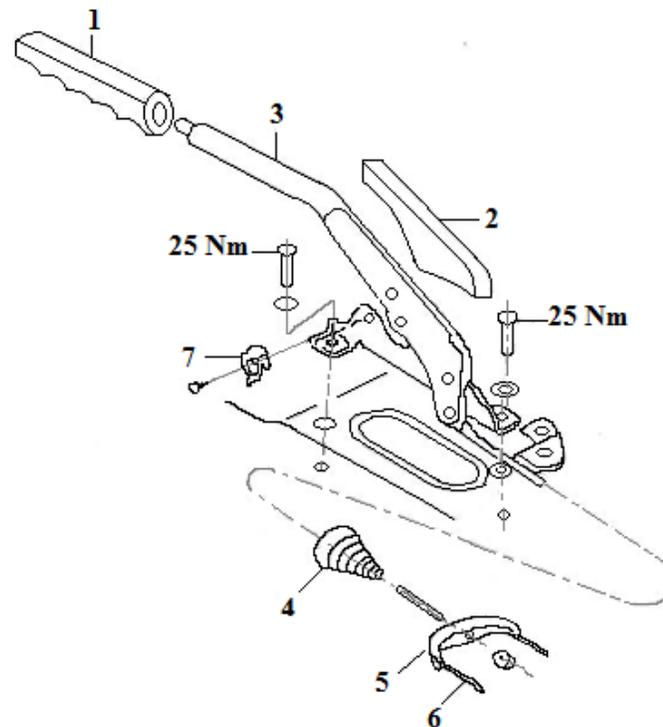


- 7. Plato porta zapatas
- 8. Muelle de retención del cable.
- 9. Soporte para muelle.
- 10. Ojal para conexión del cable a la palanca
- 11. Tope de cable.

Figura 1.10. Elementos Secundarios del Freno de Mano.

Fuente: <http://www.manualdereparaciondeautos.com/manual-de-taller-volkswagen-golf-1-6-1-8-2-0/>

1.1.5.1 Palanca del Freno de Mano.



- | | |
|----------------------------|--|
| 1. Manopla. | 5. Dispositivo de compensación. |
| 2. Cubierta de la palanca. | 6. Cable. |
| 3. Palanca. | 7. Interruptor de la lámpara indicadora del freno de mano. |
| 4. Fuelle protector. | |

Figura 1.11. Palanca del Freno de Mano con sus Respective Elementos.

Fuente: Manual del Fabricante del Vehículo Volkswagen Gol G3 1.8.

Para realizar el desmontaje de la palanca de freno se propone el siguiente procedimiento:

1. Primero procedemos a elevar el vehículo.
2. Se retira el dispositivo de compensación.
3. Se baja el vehículo.
4. Se saca la cubierta de la palanca del freno de mano.

5. Se retira la manopla de la palanca, desenganchándola con un destornillador por abajo y, a la vez, se retira hacia adelante.
6. Se saca la cubierta del piso.
7. Se quitan los dos tornillos de sujeción en el piso.
8. Se desconecta el interruptor de la luz indicadora.
9. Se tira la palanca hacia delante hasta sacarla.

1.1.5.2 Cable del Freno de Mano.

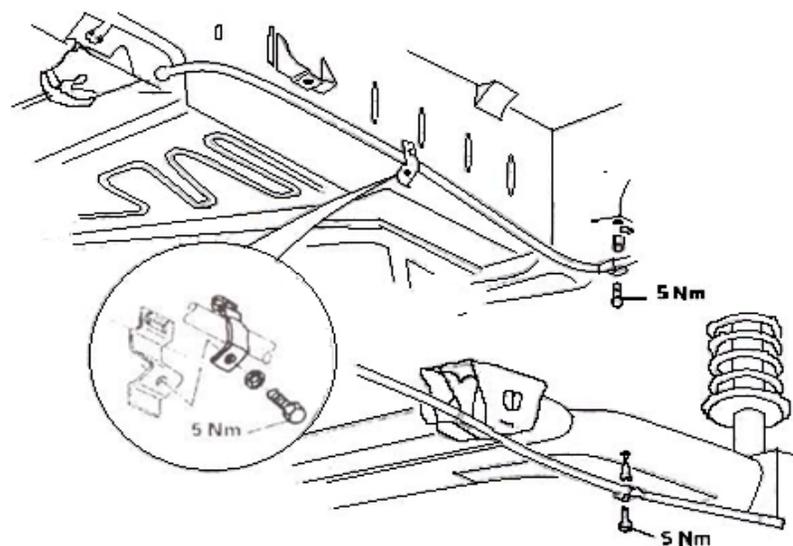


Figura 1.12. Elementos Secundarios del Freno de Mano.

Fuente: <http://www.manualdereparaciondeautos.com/manual-de-taller-volkswagen-golf-1-6-1-8-2-0/>

Para desmontar el cable del freno de mano se sugiere los siguientes pasos:

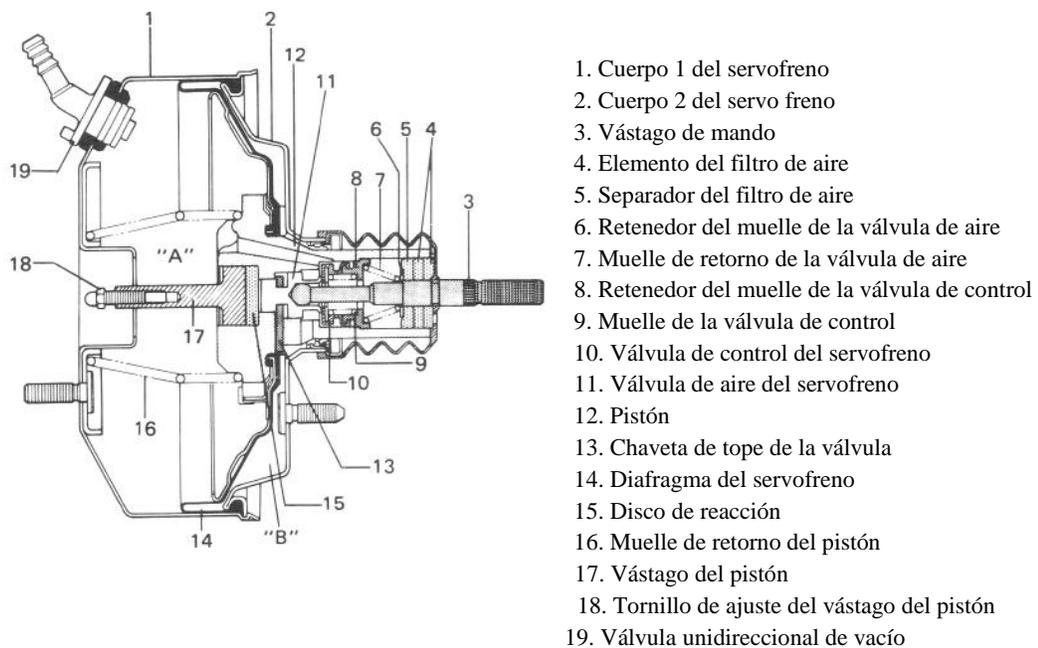
1. Se desmontan los tambores de freno con las ruedas.
2. Se saca el plato del resorte de presión y el perno de retención de la zapata posterior.
3. Se desacopla la parte inferior de la zapatas posteriores de su alojamiento.
4. Se retira el resorte inferior de retorno de las zapatas.

5. Se desplaza la zapata posterior hacia afuera y se remueve el cable del freno de mano.
6. Se libera el cable de sus sujeciones en la carrocería y del cuerpo del eje.

1.1.6 Servofreno.

El servofreno está ubicado entre el pedal de freno y el cilindro maestro. Este está diseñado de modo que la fuerza generada al pisar el pedal de freno sea incrementada utilizando el vacío del motor de combustión.

Al pisar el pedal de freno, la fuerza generada se transmite desde el pistón del cilindro maestro, a la varilla de mando de la válvula de aire del servofreno (3), al disco de reacción (15) y al vástago del pistón (17). La diferencia de presiones entre la cámara A y B genera una fuerza que actúa sobre el pistón al mismo tiempo que la que se aplica al pedal, incrementando la fuerza de frenado



1. Cuerpo 1 del servofreno
2. Cuerpo 2 del servo freno
3. Vástago de mando
4. Elemento del filtro de aire
5. Separador del filtro de aire
6. Retenedor del muelle de la válvula de aire
7. Muelle de retorno de la válvula de aire
8. Retenedor del muelle de la válvula de control
9. Muelle de la válvula de control
10. Válvula de control del servofreno
11. Válvula de aire del servofreno
12. Pistón
13. Chaveta de tope de la válvula
14. Diafragma del servofreno
15. Disco de reacción
16. Muelle de retorno del pistón
17. Vástago del pistón
18. Tornillo de ajuste del vástago del pistón
19. Válvula unidireccional de vacío

Figura 1.13. Elementos del Servofreno.

Fuente: <http://www.manualdereparaciondeautos.com/manual-de-taller-volkswagen-golf-1-6-1-8-2-0/>

La válvula de control (10) cumple con la doble función de válvula de vacío y válvula de aire, separando las cámaras A y B. Como se muestra (Fig. 1.13), las caras C y D junto con el asiento del pistón hacen la función de válvulas de vacío y aire respectivamente.

Cuando el pedal de freno no es accionado, el vástago de mando esta a la derecha por la acción del muelle. La válvula de vacío esta abierta y la válvula de aire esta cerrada de modo que las cámaras A y B comparten la misma presión negativa permitiendo que el muelle mantenga el pistón a la derecha.

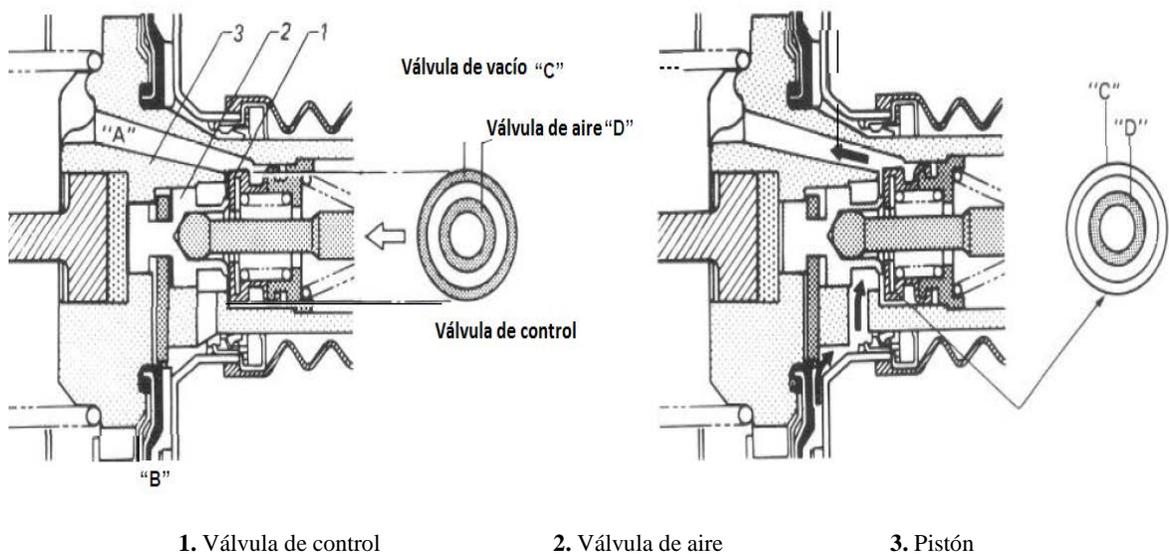


Figura 1.14. Funcionamiento del Servofreno.

Fuente: <http://www.manualdereparaciondeautos.com/manual-de-taller-volkswagen-golf-1-6-1-8-2-0/>

Cuando se presiona el pedal de freno (Fig. 1.15), el vástago de mando empuja a la válvula de aire hacia la izquierda hasta la chaveta tope. Del mismo modo, la válvula de control es empujada hacia la izquierda hasta hacer tope con el asiento del pistón, en este momento la válvula de vacío se cierra pero la válvula de aire continúa cerrada impidiendo la comunicación entre las cámaras. Todavía no se obtiene ningún aumento de fuerza por parte del servofreno.

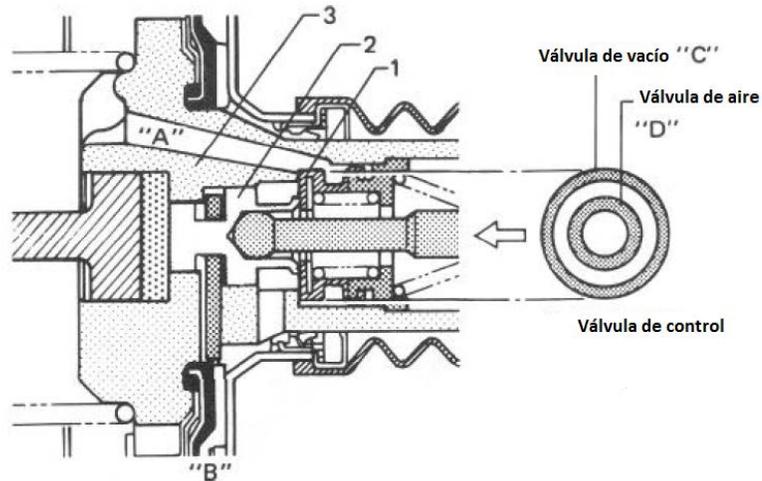


Figura 1.15. Accionamiento Parcial del Servofreno.

Fuente: <http://www.manualdereparaciondeautos.com/manual-de-taller-volkswagen-golf-1-6-1-8-2-0/>

Al aumentar la fuerza de frenado sobre el pedal (ver figura siguiente), el vástago de mando continúa presionando hacia la izquierda a la válvula de aire hasta que esta se abre. Al abrirse la válvula de aire permite que el aire exterior ingrese en la cámara B, creando así una diferencia de presión entre las cámaras A y B.

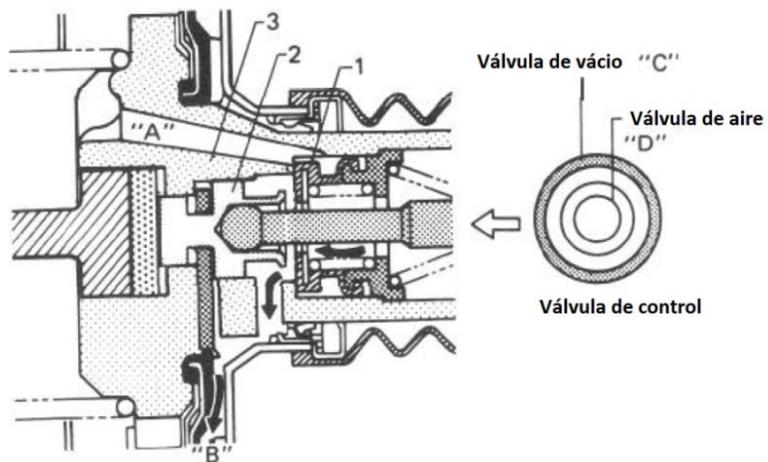
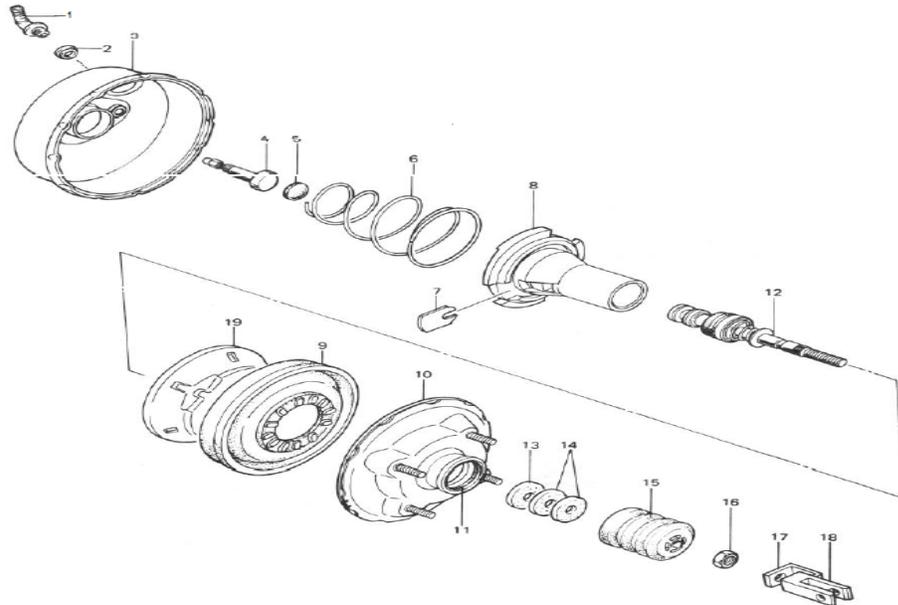


Figura 1.16. Accionamiento del Servofreno.

Fuente: <http://www.manualdereparaciondeautos.com/manual-de-taller-volkswagen-golf-1-6-1-8-2-0/>

Cuando esta diferencia de presión vence al muelle de recuperación, se desplaza el pistón del servofreno hacia la izquierda produciendo un gran empuje sobre el pistón de cilindro maestro aumentando considerablemente la fuerza aplicada sobre el pedal.



- | | | |
|-------------------------------------|--|-----------------------------------|
| 1. Válvula unidireccional de vacío. | 7. Chaveta de tope de la válvula. | 13. Separador del filtro de aire. |
| 2. Arandela. | 8. Pistón. | 14. Elemento del filtro de aire. |
| 3. Cuerpo 1 del servofreno. | 9. Diafragma del servofreno. | 15. Guardapolvos. |
| 4. Vástago del pistón. | 10. Cuerpo 2 del servofreno. | 16. Tuerca del vástago de mando. |
| 5. Disco de reacción. | 11. Reten del cuerpo 2 del servofreno. | 17. Soporte. |
| 6. Muelle de retorno del pistón. | 12. Ensamble de las válvulas. | 18. Vástago de la horquilla. |
| 19. Placa de presión. | | |

Figura 1.17. Despiece del Servofreno.

Fuente: <http://www.manualdereparaciondeautos.com/manual-de-taller-volkswagen-golf-1-6-1-8-2-0/>

1.2 Averías y Mantenimiento.

1.2.1 Circuito Hidráulico.

1.2.1.1 Principales Averías.

El principal fallo del circuito hidráulico, se debe a la existencia de fugas del líquido de freno en las cañerías o cilindros (principal o receptor). Este inconveniente se da principalmente por el deterioro de sus componentes o por un ajuste de par inadecuado de sus elementos.

1.2.1.2 Mantenimiento.

Se recomienda utilizar el líquido de frenos DOT 3, ya que el fabricante nos indica que es el adecuado para este tipo de circuito. El nivel del líquido debe estar entre las líneas MIN y MAX del depósito. Cada dos años o cada 12000 Km, se debe reemplazar todo el líquido de frenos del circuito, ya que esta es su vida útil para un óptimo funcionamiento.

Cuando se desconecten las cañerías del circuito de freno del cilindro principal o las cañerías de freno del distribuidor de líquido, se deberá efectuar el purgado del circuito de frenos en dos puntos que son: en el cilindro principal y en los cilindros receptores. Se debe revisar periódicamente el nivel del depósito del líquido, ya que como se sabe a medida a que se van desgastando las pastillas y zapatas de los frenos, el circuito va a requerir de mayor líquido para cubrir este desgaste de dichos elementos.

	N.m	Kg.m
Tuerca de los tubos del freno	14 - 18	1,4 – 1,8
Racord de los latiguillos (cañerías flexibles)	20 - 25	2,0 – 2,5

Tabla 1.1. Pares de Apriete de los Elementos Principales del Circuito de Freno.

Fuente: <http://www.manualreparaciondeautos.com/manual-de-taller-volkswagen-golf-1-6-1-8-2-0/>

1.2.1.2.1 Pasos a Seguir para el Purgado del Circuito.

1. Se comprueba el nivel del líquido en el depósito y si fuera necesario se agrega el líquido hasta alcanzar el nivel máximo.
2. Se saca el protector del tornillo de purgado empezando primero por la rueda trasera derecha. Se conecta una extremidad de un tubo plástico transparente en el tornillo de purgado y la otra en un recipiente de forma tal que el tubo esté más alto que el tornillo.

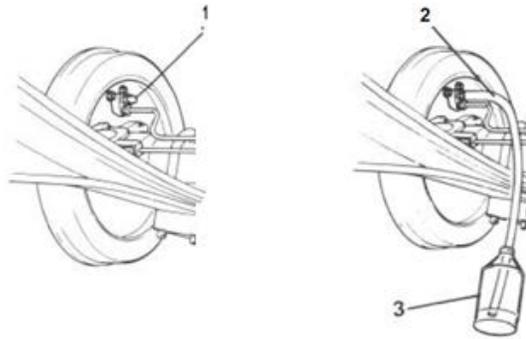


Figura 1.18. Purgado del Sistema de Frenos, Paso 2.

Fuente: [http://www.manualdereparaciondeautos.com/purgado del sistema de frenos/](http://www.manualdereparaciondeautos.com/purgado%20del%20sistema%20de%20frenos/)

3. Se presiona varias veces el pedal del freno hasta que ofrezca resistencia y en este momento se lo mantiene presionado.

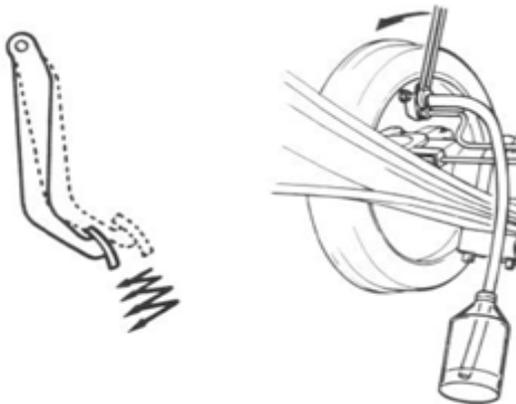


Figura 1.19. Purgado del Sistema de Frenos, Paso 3.

Fuente: [http://www.manualdereparaciondeautos.com/purgado del sistema de frenos/](http://www.manualdereparaciondeautos.com/purgado%20del%20sistema%20de%20frenos/)

- Cuando se haya descargado prácticamente la presión del líquido en el cilindro, reapriete el purgador.

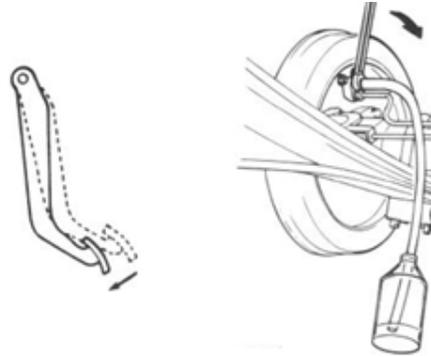


Figura 1.20. Purgado del Sistema de Frenos, Paso 4.

Fuente: [http://www.manualdereparaciondeautos.com/purgado del sistema de frenos/](http://www.manualdereparaciondeautos.com/purgado-del-sistema-de-frenos/)

- Repita esta operación hasta que desaparezca las burbujas, apriete definitivamente el purgador con el pedal presionado, desconecte el tubo de plástico y monte el tapón del purgador.
- Cuando deje de salir las burbujas, apriete definitivamente el purgador con el pedal presionado, desconecte el tubo de plástico y monte el tapón del purgador.

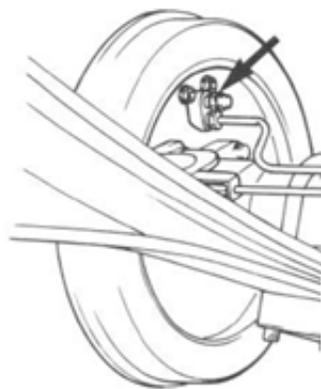


Figura 1.21. Purgado del Sistema de Frenos, Paso 6.

Fuente: [http://www.manualdereparaciondeautos.com/purgado del sistema de frenos/](http://www.manualdereparaciondeautos.com/purgado-del-sistema-de-frenos/)

7. Con el mismo método se realiza el purgado en las otras ruedas el siguiente orden:

- Posterior.
- Delantera derecha.
- Delantera izquierda.
-

8. Después de finalizar la operación purga, aplique presión en el circuito, para observar si existen pérdidas. En caso que se requiera, rellene el depósito hasta el nivel especificado.

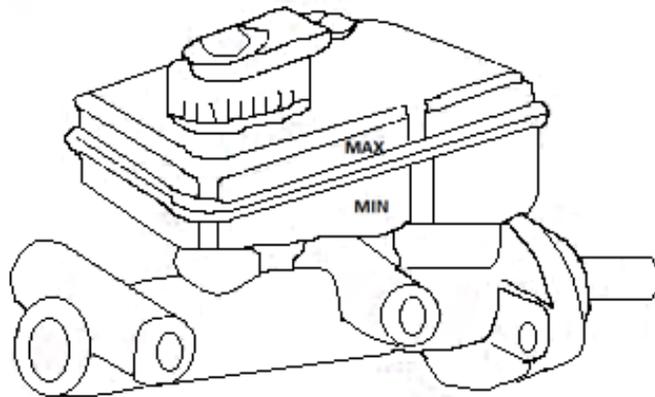


Figura 1.22. Purgado del Sistema de Frenos, Paso 8.

Fuente: <http://www.manualdereparaciondeautos.com/manual-de-taller-volkswagen-golf-1-6-1-8-2-0/>

9. Se procese de a dejar el vehículo en reposo durante media hora, tras lo cual se repite todo el proceso de purgado. ¹

1.2.1.4 Precauciones.

Se debe tomar en cuenta las siguientes precauciones:

- El líquido de frenos ataca la pintura. En caso de que el líquido entre en contacto accidentalmente con alguna superficie pintada, arrójele abundante agua y seque la superficie pintada.

¹ <http://www.manualdereparaciondeautos.com/manual-de-taller-volkswagen-golf-1-6-1-8-2-0/>

- La operación de purga es necesaria para expulsar el aire introducido en el sistema de frenos hidráulico, ya que si realiza de una forma inadecuada dicha operación el sistema de frenos fallaría lo que provocaría un accidente.
- No se debe utilizar otro tipo de líquido que no sea recomendado por el fabricante.
- No utilice para el almacenamiento de líquido en recipientes que hayan contenido aceite mineral, o que estén humedecidos con agua.
- El aceite mineral causará el esponjamiento y la distorsión de las piezas de goma del sistema de frenos hidráulicos y el agua se mezclara con el líquido de freno, reduciendo el punto de ebullición del mismo.
- Mantenga tapado todos los recipientes que contengan líquido para evitar la contaminación.

1.2.2 Conjunto del Cilindro Principal.

1.2.2.1 Principales Averías.

El fallo más frecuente que se presenta en este conjunto es, el agarrotamiento de los pistones en el interior del cilindro principal. Esto se debe principalmente al envejecimiento de sus retenes o impurezas en el líquido de freno.

1.2.2.2 Mantenimiento.

Este cilindro principal, está diseñado para funcionar un largo periodo de tiempo, con plena garantía sin necesidad de mantenimiento. Por esta razón en su construcción no sea prevista la posibilidad de reparación alguna; lo que significa que este cilindro no puede desarmarse. En el supuesto caso de que el cilindro principal se averíe, es necesario cambiarlo.

Par de apriete de las tuercas de fijación del cilindro principal	De 2,5 A 3,0 m.kg (25 N.m)
Par de apriete tuerca de fijación tubos de freno.	De 1,4 A 1,8 m.kg (14 – 20 N.m)

Tabla 1.2. Pares de Apriete de los Elementos del Cilindro Principal.

Fuente: <http://www.manualdereparaciondeautos.com/manual-de-taller-volkswagen-golf-1-6-1-8-2-0/>

1.2.2.3 Precauciones.

Las siguientes son las principales precauciones a considerar:

- Cada vez que se desmonte el cilindro principal se debe montar una junta tórica nueva, para asegurar la hermeticidad.
- Apretar las tuercas de fijación del cilindro, al par especificado.
- Se debe montar las tuberías apretadas al par especificado.
- Lubrique los capuchones del depósito, con líquido de frenos especificado.
- Rellene el circuito con el líquido especificado y purgue el sistema.

1.2.3 Mordaza.

1.2.3.1 Principal Avería.

Por tratarse de un sistema de mordaza flotante, esta se puede agarrotar por presencia de óxido en sus pernos deslizantes. También se suele presentarse fugas de líquido de freno, esto se debe generalmente al desgaste del retén interno del pistón de la mordaza.

1.2.3.2 Mantenimiento.

En cada cambio de pastillas se debe lubricar con grasa los vástagos de los dos tornillos que sujetan todo el conjunto de la mordaza, ya que aquí es por donde se desliza la

mordaza. Así como también reemplazar el retén de los pistones internos de cada cilindro y los guardapolvos del pistón y los tornillos en, caso de tener deterioros visibles. Con esto se evita fugas, y sobre todo se conserva la holgura correcta entre disco y pastilla ya que el retén o anillo de goma es el encargado de evitar fugas y mantener dicha holgura. La aplicación excesivamente fuerte de aire comprimido, hará salir el pistón del cilindro con fuerza. Por tal motivo se debe extraer el pistón gradualmente aplicando aire comprimido moderado.

Tornillos de fijación de la mordaza (pinza). Aplicar en la rosca	Loctite 601
---	-------------

Tabla 1.3. Fijador de Pernos Recomendado.

Fuente: <http://www.manualdeparaciondeautos.com/manual-de-taller-volkswagen-golf-1-6-1-8-2-0/>

DENOMINACIÓN	Kg.m.
Tornillo de racord latiguillo flexible.	2 – 2.5
Tornillo de fijación del conjunto pinza el soporte.	7 – 10
Tornillo de fijación pinza a tuerca deslizante.	3.1 – 3.5
Fijación del latiguillo flexible al adaptador de la carrocería.	1.2 – 1.6
Tuerca de fijación rueda.	5 – 8

Tabla 1.4. Pares de Apriete Recomendados para la Mordaza.

Fuente: <http://www.manualdeparaciondeautos.com/manual-de-taller-volkswagen-golf-1-6-1-8-2-0/>

1.2.3. 3 Precauciones.

Cuando se desmonte el conjunto se debe considerar los siguientes puntos:

- En el momento de desmontar el anillo de caucho (empaquete), preste atención para no dañar las paredes del cilindro.
- Durante y después del desmontaje, tenga cuidado para no dañar la cañería flexible, halándolo o dejándolo colgada o en mala posición.
- Nunca se debe poner la mano delante del pistón al usar el aire comprimido para su extracción.
- En lugares donde la temperatura descienda a - 30°C, utilice grasa de caucho cuya viscosidad no se vea afectada, incluso a - 40 °C.²

1.2.4 Discos y Pastillas.

1.2.4.1 Principales Averías.

La avería más frecuente de estos elementos produce la generación de un ruido muy agudo en el disco de freno, este fallo es muy notorio. También se observa un excesivo consumo de líquido de freno, debido a que los forros de las pastillas y discos se encuentran desgastados y para compensar este desgaste el sistema requiere de más líquido de freno. La mayor notoriedad de fallo es que se genera un frenado ineficiente.

Un sonido seco también se puede generar a causa de que el disco se encuentra alabeado (encurvado), esto es debido a los cambios bruscos de la temperatura. Si el alabeo no está fuera del rango de rectificación se lo puede maquinar o caso contrario se debe sustituir el disco. El desgaste excesivo e irregular de los forros de las pastillas de freno podría ser motivo por un retorno defectuoso del pistón. En tal caso se debe cambiar el anillo de caucho (reten).

² <http://www.manualdereparaciondeautos.com/manual-de-taller-volkswagen-golf-1-6-1-8-2-0/>

1.2.4.2 Mantenimiento.

En caso de que los discos tengan ralladuras profundas, debe ser rectificadas su superficie. Siempre y cuando no sobrepasen la medida recomendada por el fabricante, o caso contrario deben ser reemplazados. El cambio de pastillas se lo debe realizar cuando estén fuera de la medida recomendada por el fabricante. El fabricante nos recomienda revisar estos elementos cada:

Intervalos: Estos intervalos deben ser controlados por el odómetro, o mediante los primeros meses transcurridos	Km (x 1000)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160
	meses	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48
Control de desgaste de Discos y Pastillas		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Tabla 1.5. Plan de Mantenimiento Recomendado por el fabricante para Discos y Pastillas.

Fuente: <http://www.manualdeparaciondeautos.com/manual-de-taller-volkswagen-golf-1-6-1-8-2-0/>

	Standard	Límite
Espeor del disco	13.3 mm	10.8 mm
Espeor de las pastillas (forro + parte metálica)	15.75 mm	6.50mm
Límite del alabeo del disco	0.06 mm	

Tabla 1.6. Dimensiones de Desgaste Recomendados por el Fabricante para las Pastillas.

Fuente: <http://www.manualdeparaciondeautos.com/manual-de-taller-volkswagen-golf-1-6-1-8-2-0/>

1.2.4.3 Precauciones.

Debemos considerara las siguientes precauciones:

- En el momento de la manipular esto elementos (discos y pastillas), las manos deben estar completamente limpias y secas, para evitar cualquier contaminación que se traduce en un frenado ineficiente por el cambio de propiedades de estos elementos.
- No se debe lijar los forros de las pastillas de freno. El uso de papel de lija provoca la acumulación de las partículas en los forros, produciendo serios daños en el disco.
- Antes de las mediciones del alabeo del disco, se debe inspeccionar si tiene holgura el cojinete de la rueda delantera.
- Antes de la instalación (cilindros y pistones) lave cada pieza con el mismo líquido utilizando en el depósito del cilindro principal.
- No utilice otros líquidos o disolventes.
- Antes de instalar el pistón y el anillo del pistón en el cilindro, se debe lavar con líquido de frenos.
- Después de montar las cañerías de freno, purgue el aire de las canalizaciones.

1.2.5 Tambor.

1.2.5.1 Principal Avería.

Cuando el pedal del freno alcanza su máximo recorrido y se obtiene un frenado insuficiente para detener al vehículo, (las zapas, pastillas, discos y líquido se encuentran en buen estado), esto nos indica que el mecanismo de accionamiento no está funcionando de manera correcta en el tambor, o el tambor presenta un desgaste considerable. Por lo tanto se debe ajustar los componentes que sean necesarios, o reemplazado todo el conjunto.

1.2.5.2 Mantenimiento.

Cuando el tambor se encuentra en un estado de desgaste muy avanzado, el desmontaje del mismo presenta gran dificultad. Esto es debido a que se forma una ceja producida por el desgaste en toda su periferia y por lo tanto debe ser rectificado (en caso de que no sobre pase la medida), o en su defecto reemplazado.

La limpieza de los tambores se lo debe realizar con un paño húmedo con agua y detergente, debido a que son elementos que no contaminan a los forros de las zapatas, y finalmente ser secados con aire a presión y una tela limpia. Todo esto para evitar cualquier oxidación de algunos de los componentes del sistema de frenos (muelles, seguros, tuercas, etc.).

Intervalos: Estos intervalos deben ser controlados por el odómetro, o mediante los primeros meses transcurridos	Km (x 1000)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160
	meses	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48
Control de desgaste de Tambores y Zapatas		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Tabla 1.7. Plan de Mantenimiento Recomendado por el Fabricante para Tambores y Zapatas.

Fuente: <http://www.manualreparaciondeautos.com/manual-de-taller-volkswagen-golf-1-6-1-8-2-0/>

Denominación.	Standard.	Límite de Servicio.
Espesor (forro + cuerpo metálico)	7.5 mm	3.5 mm

Tabla 1.8: Dimensiones de desgaste Recomendados por el Fabricante para los Tambores.
Fuente: <http://www.manualdereparaciondeautos.com/manual-de-taller-volkswagen-golf-1-6-1-8-2-0/>

Valores para la Rectificación del Tambor de Freno.	
Diámetro tambor nuevo	180.00 mm
Conicidad	0.10 mm
Ovalización	0.15 mm
Desvió lateral máximo	0.20 mm
Excentricidad máxima	0.05 mm
Límite de desgaste	181.00 mm

Tabla 1.9. Dimensiones de Valores de Rectificación Recomendados por el Fabricante para los Tambores.
Fuente: <http://www.manualdereparaciondeautos.com/manual-de-taller-volkswagen-golf-1-6-1-8-2-0/>

Tuercas de sujeción del tambor.	5 – 8 kg.m
Tuercas centradoras del tambor	2 – 3 kg.m

Tabla 1.10 Pares de Apriete Recomendados para los Frenos Posteriores.
Fuente: <http://www.manualdereparaciondeautos.com/manual-de-taller-volkswagen-golf-1-6-1-8-2-0/>

1.2.5.3 Precauciones.

En los tambores debemos considerara las siguientes precauciones:

- Para el desmontaje de los tambores se debe asegurarse de que el freno de mano este desactivado.
- Nunca se debe limpiar los tambores con aire comprimido o algún combustible, ya que lo primero afectaría la salud del mecánico, porque las partículas de polvo contienen amianto, y lo segundo deterioraría los elementos del sistema, como los retenes y zapatas.
- Antes de montar el tambor de freno, comprima el conjunto de las zapatas.
- En caso de desmontar algún componente hidráulico o de desconectar alguna tubería del sistema de frenos, se debe efectuar el purgado del sistema. Los pares de apriete especificados son aplicados a piezas de sujeción secas y sin lubricar.

1.2.6 Cilindro de Rueda.

1.2.6.1 Principal Avería.

El problema más frecuente que se presenta en estos elementos es la fuga de líquido, por falla de los retenes internos de los pistones. También esta avería se podría presentar debido a que el líquido está sucio y ralla las paredes de los cilindros por donde se desplazan los pistones.

1.2.6.2 Mantenimiento.

Al efectuar la reparación de un cilindro, se debe reemplazar todos los elementos incluidos en los juegos de reparación. Lubrique las piezas de caucho con líquido de frenos limpio, sin usar, para facilitar el armado. Para evitar daños en los componentes de caucho, no emplee aire comprimido que puede contener agua o sustancias aceitosas. Si

se desmonta algún componente hidráulico o se desconecta alguna cañería, se debe purgar el sistema de frenos. Los pares de apriete, son aplicables a elementos de fijación secos y sin lubricar.

También debemos inspeccionar cada pieza como; muelles, dispositivo autoregulator, guardapolvos, por si hubiera desgastes, debilitamientos, daños u oxido, se debe sustituir en caso de que estén defectuosas.

Par de apriete de las tuercas de fijación del cilindro.	De 1 A 1,2 Kgm
Par de apriete de la tuerca de fijación del tubo de freno	De 1,4 A 1,8 Kgm

Tabla 1.11. Pares de Apriete Recomendados para el Cilindro de Rueda.

Fuente: <http://www.manualreparaciondeautos.com/manual-de-taller-volkswagen-golf-1-6-1-8-2-0/>

1.2.6.3 Precauciones.

Para el cilindro de rueda debemos considerar las siguientes precauciones:

- Se debe evitar que el líquido de frenos entre en contacto con las zonas pintadas.
- Se debe limpiar los componentes del cilindro de rueda con líquido para frenos limpio y nuevo.
- Cada vez que se desconecte las cañerías, racores, cilindros se debe purgar el sistema en el orden ya anteriormente mencionado, hasta que se observe que el líquido salga sin presencia de aire.

1.2.7 Freno de Mano.

1.2.7.1 Principales Avería.

En este mecanismo por lo general, la principal avería que se presenta es el agarrotamiento del cable en su funda, o la rotura del cable por entrar en contacto con elementos friccionantes.

Cuando la eficiencia del freno de mano no es compartida para ambas ruedas. Si se aprecia desigualdad entre ellas, esto nos indica que existe una deficiencia en la tensión de los cables del dispositivo multiplicador, en tal caso se debe reemplazar dicho elemento, ya que estos elementos se llega a fatigar por tratarse de un mecanismo expuesto a tensión y compresión.

1.2.7.2 Mantenimiento.

Cuando se realice el cambio del cable del freno de mano, se debe introducir el cable en su funda con un poco de grasa liviana, para evitar agarrotamientos futuros. Cuando estemos calibrando el cable del freno de mano siempre debemos halar tres veces, ajustarlo y probar como está frenando las ruedas, y repetir este proceso hasta obtener el calibrado suficiente para detener las ruedas y que la palanca del cable recorra un máximo de seis dientes.

1.2.7.3 Precauciones.

Debemos considerar lo siguiente:

- Para el desmontaje del cable de freno de mano se debe destensar dicho cable, por medio de un tensor que posee una tuerca y contra tuerca.

- Verificar que el cable pase por todo sus rieles y no roce con el compacto del vehículo.
- Tener cuidado en el momento de desmontar el cable antigua, ya que puede tener fibras de cable fuera, lo cual podría lastimarnos.

1.2.8 Servofreno.

1.2.8.1 Principales Averías.

Cuando el pedal de freno se torna endurecido y su desplazamiento es notablemente mucho más reducido con el vehículo encendido. Esto es nos indica que el servofreno se encuentra en mal estado.

1.2.8.2 Mantenimiento.

El servofreno es un conjunto compacto, que no admite reparación, por lo que en el supuesto caso que se produzca una avería en el sistema de ayuda que es el servofreno, se lo debe reemplazar.

Cuando el servofreno se avería y deja de funcionar, el sistema está diseñado para seguir funcionando sin la ayuda de este elemento. Se nota también que el pedal de freno disminuye su carrera y se torna mucho más dura de comprimir.

Par de apriete tuercas de fijación servofreno al soporte.	De 2,0 A 2,8 m.kg
---	-------------------

Tabla 1.12. Pares Recomendados para el Ajuste del Servofreno.

Fuente: <http://www.manualdereparaciondeautos.com/manual-de-taller-volkswagen-golf-1-6-1-8-2-0/>

1.2.9 Líquido de Freno.

1.2.9.1 Principal Avería

Se trata de un líquido del tipo DOT 3 y su principal daño que presenta, es la contaminación del líquido con otros líquidos como el agua, aceites, etc. y partículas sólidas como polvo, grasas y tierra. Todo esto provoca cambios en las propiedades del líquido disminuyendo su eficiencia en el sistema de frenos y provocando como consecuencia un frenado defectuoso.

1.2.9.2 Mantenimiento.

Siempre el mecánico debe manipular el líquido de frenos con los guantes puesto, tanto como para preservar su salud como y evitar contaminar el líquido de frenos. Cada vez que termine se cebar el deposito siempre debe dejarlo herméticamente cerrado, para evitar cualquier tipo de contaminación. A continuación se presenta el mantenimiento del líquido de frenos que nos recomienda el fabricante.

Líquido de Frenos										
Km (x 1000)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Verificar y completar el nivel.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Drenar y reemplazar					X					X

Tabla 1.13. Plan de Mantenimiento del Líquido de Freno.

Fuente: <http://www.manualdereparaciondeautos.com/manual-de-taller-volkswagen-golf-1-6-1-8-2-0/>

1.3 Comprobaciones Generales del Sistema de Freno.

1.3.1 Comprobación del Funcionamiento del Servofreno.

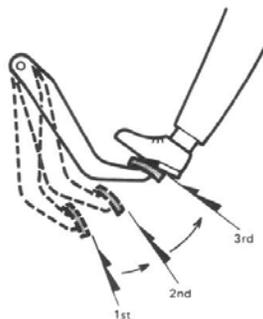
Hay dos maneras de efectuar esta comprobación, con o sin probador. Normalmente es posible efectuar una apreciación de su estado sin el uso del probador.

Para esta comprobación verifique que no hay aire en las cañerías del sistema de frenos hidráulica.

1.3.1.1 Comprobación Sin Probador.

Se debe revisar la estanqueidad del aire, con el siguiente procedimiento:

1. Ponga el motor en marcha.
2. Detenga el motor después de hacerlo funcionar 1 ó 2 minutos.
3. Pise varias veces el pedal del freno con una presión similar a la aplicada normalmente, y observe la carrera del pedal. Si desciende profundamente la primera vez, disminuyendo su carrera a medida que se presiona consecutivamente, significa que la estanqueidad al aire es correcta.

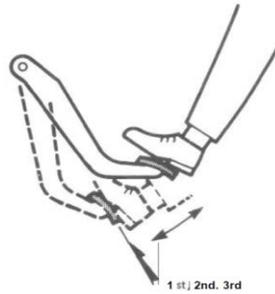


CORRECTA

Figura 1.23. Inspección del Servofreno sin Probador, Paso 3.

Fuente: <http://www.manualdereparaciondeautos.com/manual-de-taller-volkswagen-golf-1-6-1-8-2-0/>

4. Si la carrera del pedal no varía, significa que la estanqueidad al aire no es correcta.



INCORRECTA

Figura 1.24. Inspección del Servofreno sin Probador, Paso 4.

Fuente: <http://www.manualdereparaciondeautos.com/manual-de-taller-volkswagen-golf-1-6-1-8-2-0/>

Nota:

En caso de algún defecto, debemos inspeccionar las tuberías de vacío y las piezas de estanqueidad y cambiar las que estén defectuosas. En tal caso, repitamos la prueba por completo.

1.3.1.2 Comprobación Estática.

1. Con el motor detenido, presione varias veces el pedal del freno con la misma fuerza que se presiona cuando se está conduciendo.

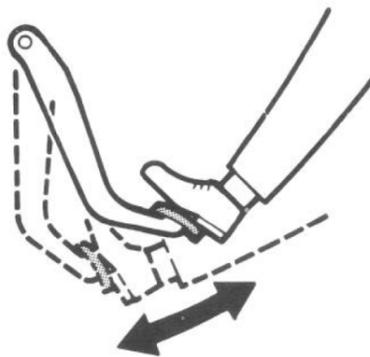


Figura 1.25. Comprobación estática del Servofreno, Paso 1.

Fuente: <http://www.manualdereparaciondeautos.com/manual-de-taller-volkswagen-golf-1-6-1-8-2-0/>

2. Ponga el motor en marcha manteniendo el pedal presionado. Si el recorrido aumenta ligeramente, la operación puede ser considerada como satisfactoria. En caso de que no varié, significa que hay algún defecto.

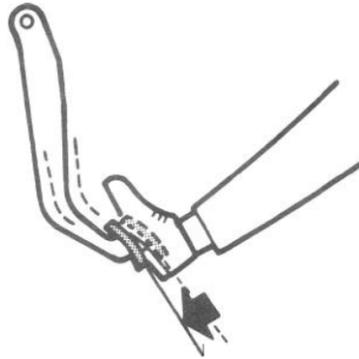


Figura 1.26. Comprobación Estática del Servofreno, Paso 2.

Fuente: <http://www.manualdereparaciondeautos.com/manual-de-taller-volkswagen-golf-1-6-1-8-2-0/>

1.3.1.3 Comprobación Bajo Carga.

1. Con el motor en marcha piso el pedal del freno. Luego mantengo presionado el pedal del freno.

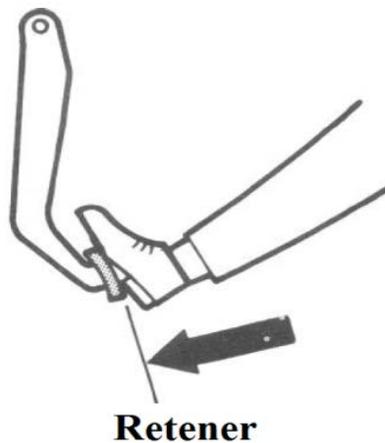


Figura 1.27. Comprobación Bajo Carga del Servofreno, Paso 1.

Fuente: <http://www.manualdereparaciondeautos.com/manual-de-taller-volkswagen-golf-1-6-1-8-2-0/>

2. Mantengo el pedal presionado durante 30 segundos. Si la altura del pedal no varia, significa que está en condiciones satisfactorias. Si el pedal asciende, significa que existe algún defecto.³

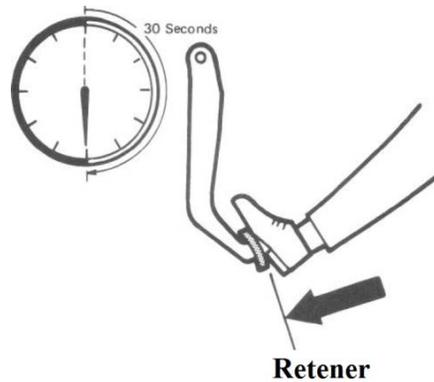


Figura 1.28. Comprobación Bajo Carga del Servofreno, Paso 2.

Fuente: <http://www.manualdereparaciondeautos.com/manual-de-taller-volkswagen-golf-1-6-1-8-2-0/>

1.3.1.3 Comprobación del Recorrido del Pedal.

1. Ponga en marcha el motor.
2. Pise varias veces el pedal del freno.
3. Con el pedal del freno presionado con una fuerza aproximadamente 30 kg. Mida la holgura “B” especificada.

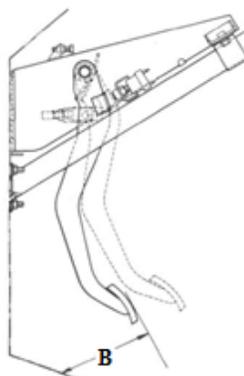


Figura 1.29. Comprobación del Recorrido del Pedal de Freno.

Fuente: <http://www.manualdereparaciondeautos.com/manual-de-taller-volkswagen-golf-1-6-1-8-2-0/>

³ <http://www.manualdereparaciondeautos.com/manual-de-taller-volkswagen-golf-1-6-1-8-2-0/>

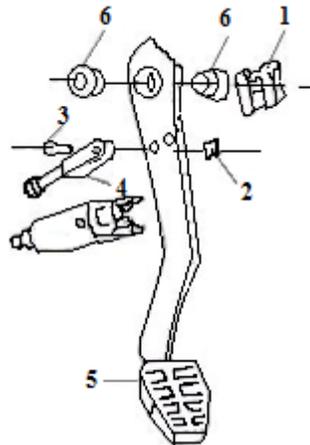
4. En caso de que la holgura “B” es menor de 75 mm, asegúrese que los dispositivos de ajuste (muelles) de las zapatas funcionen bien.
5. Una vez comprobado que los dispositivos de autoajuste de las zapatas funcionan bien y se observa que la holgura “B” sigue siendo menor de 75 mm purgar el circuito de frenos.

1.3.2 Revisiones e Inspecciones Generales.

1.3.2.1 Ajuste del Interruptor de la Luz de Pare.

Se debe efectuar el ajuste de la siguiente manera:

Al instalar el interruptor empezamos, levante el pedal de freno y lo mantenemos, ajuste en la posición del interruptor de manera que la holgura entre el extremo del cuerpo del interruptor y la placa de contacto del pedal del freno (representada como “A” en la figura 1.30), esté entre 1.5 – 2.5 mm. Luego apriete la contra tuerca.



- | | |
|---|------------------------------------|
| 1. Traba del pedal del freno. | 4. Interruptor de la luz de freno. |
| 2. Traba del vástago de accionamiento del cilindro. | 5. Pedal de freno. |
| 3. Perno del vástago de accionamiento del cilindro. | 6. Bujes. |

Figura 1.30. Ajuste del Interruptor de la Luz de Pare.

Fuente: <http://www.manualdereparaciondeautos.com/manual-de-taller-volkswagen-golf-1-6-1-8-2-0/>

1.3.2.2 Latiguillos (tuberías flexibles).

Los latiguillos del freno hidráulico, que transmite la presión hidráulica desde la tubería de acero de la carrocería hasta las mordazas delanteras, deberán ser inspeccionados por lo menos dos veces al año. Se debe revisar el conjunto de frenos para ver si presentan daños, grietas o rozamientos de la cubierta exterior, además de pérdidas y ampollas en su superficie, para una inspección correcta podría requerirse una luz y un espejo. Si se observa en los latiguillos cualquier de las condiciones citadas, procede a su sustitución.

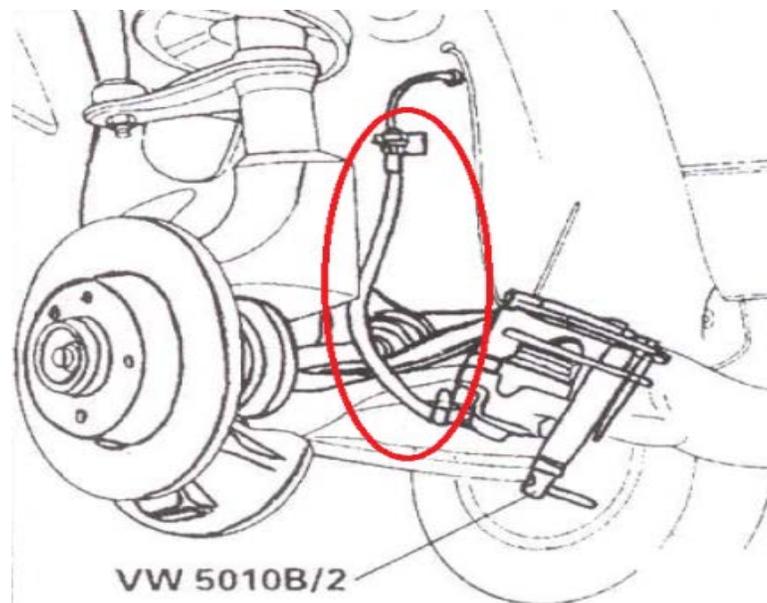


Figura 1.31. Aspecto real de un Latiguillo en el Sistema de Frenos.

Fuente: <http://www.manualdereparaciondeautos.com/manual-de-taller-volkswagen-golf-1-6-1-8-2-0/>

1.3.2.3 Cañerías.

Se debe inspeccionar las cañerías por si presentasen daños, grietas, abolladura o corrosión. Sustituya en caso de ser necesario.

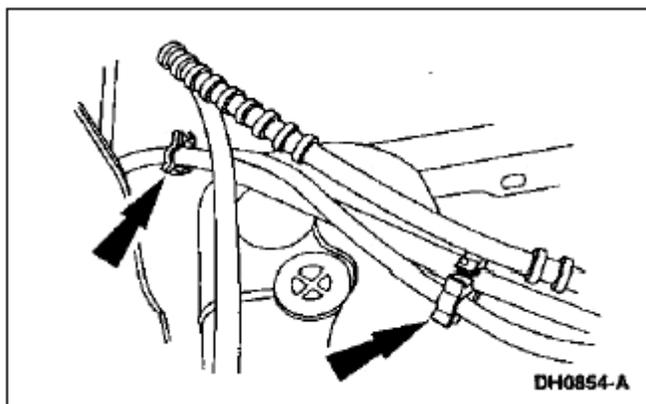


Figura 1.32. Sujeción de las Cañerías de Acero de un Sistema de Frenos.

Fuente: http://www.itrix.com.ar/Portfolio/web/Ford/taller/g2/titulos/nivel_marcadores/archivos/1/ra_g2_1_180_a/ra_g2_6.gif

1.3.2.4 Inspección de la Palanca del Freno de Estacionamiento.

Levante por completo la palanca del freno de estacionamiento, y cuente las muescas recorridas por la palanca.

<p>La carrera “A” de la palanca del freno de mano, para conseguir la máxima eficiencia, se debe aplicar una fuerza de 20 Kg.(44lb)</p>	<p>Entre el 3^{er} y 5^{vo} diente.</p>
--	---

Tabla 1.14. Recorrido y Fuerza aplicada en el Freno de Mano, Recomendados.

Fuente: <http://www.manualdereparaciondeautos.com/manual-de-taller-volkswagen-golf-1-6-1-8-2-0/>

Si el número de muescas es mayor que el indicado en la tabla 1.13, efectué el ajuste del freno de estacionamiento. Si el extremo del diente de cada muesca, se descubre que ésta dañada o gastada, sustituya la palanca de estacionamiento.

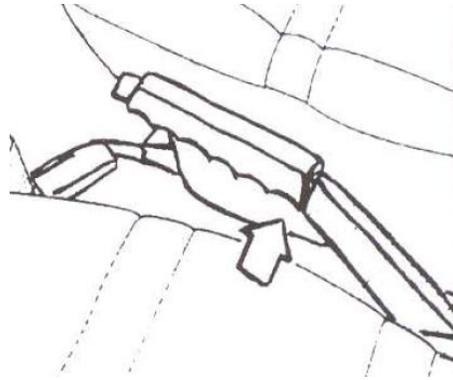


Figura 1.33. Inspección de la Palanca del Freno de Mano.

Fuente: <http://www.manualdereparaciondeautos.com/manual-de-taller-volkswagen-golf-1-6-1-8-2-0/>

1.3.2.5 Inspección del Juego del Pedal de Freno.

El juego del pedal debe ajustarse a la especificación indicada a continuación.

Juego del pedal de freno	mm.	Pulg.
B	1 - 8	0.04 – 0.32

Tabla 1.15. Juegos Recomendados para el Pedal del Freno.

Fuente: <http://www.manualdereparaciondeautos.com/manual-de-taller-volkswagen-golf-1-6-1-8-2-0/>

Si no se ajusta, se debe comprobar si el interruptor de luz de freno está correctamente instalado, o se reemplaza en caso de ser necesario.

También se debe revisar el perno del eje del pedal y el pasador del cilindro, y reemplácelos en caso de haber juego excesivo.

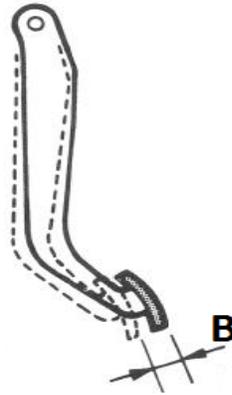


Figura 1.34. Juego del Pedal del Freno.

Fuente: <http://www.manualdereparaciondeautos.com/manual-de-taller-volkswagen-golf-1-6-1-8-2-0/>

1.4 Pruebas de Frenado en Carretera.

Los frenos deben ser probados en caminos secos, limpios, uniformes y en lo posible nivelados y sin baches. Se debe efectuar la prueba de freno en carretera, variando la presión aplicada al pedal de freno y la velocidad, para determinar si el vehículo se detiene en forma efectiva y uniforme.

También debemos conducir el vehículo sin accionar los frenos, para comprobar si tira hacia uno u otro lado. Si así sucede, debemos verificar los siguientes elementos:

- La presión de los neumáticos.
- La alineación de las ruedas delanteras.
- Los herrajes de la suspensión delantera, para comprobar si hay piezas flojas.

CAPITULO II. ANÁLISIS DE LAS VARIABLES A MONITOREAR.

Para poder controlar de forma óptima un sistema, se deben monitorear determinadas variables. El control constante de dichas variables se logra con la utilización de componentes electrónicos que son adaptables a cualquier tipo de ambiente y sobre todo tiene una gran fiabilidad y una larga vida útil.

Para lograr un correcto monitoreo del sistema de frenos se debe tomar en cuenta las variable más importantes tales como son: la velocidad del vehículo, presión, temperaturas, y el nivel del líquido de freno.

2.1 Principios de Medición.

Para medir recorridos o posiciones angulares podemos utilizar sensores que poseen sistemas basados en diferentes principios de medición como son:

- Sensores de tipo potenciómetro (lineal).
- Sensores inductivos.
- Sensores magnetostáticos (efecto Hall).
- Sensores de nivel de líquido.
- Sensores de presión.
- Sensores de temperatura.

2.2 Sensores de Tipo Resistivos.

El potenciómetro de cursor utiliza como principio de medición la equivalencia existente entre la longitud de una resistencia alámbrica (en forma de cable o hilo) o de capa (en forma de pista) y su valor óhmico. Para evitar sobrecargas, generalmente esta aplicada la

tensión a la pista de medición a través de pequeñas resistencias en serie (también para el calibrado del punto "cero" y el ajuste de la elevación).

Un bajo amperaje de la corriente de salida (1 mA) y un encapsulado a prueba de polvo contribuyen a reducir el desgaste y el falseamiento de los valores medidos. Un par de fricción óptimo formado por el cursor y la pista de contacto constituye también una condición previa para un desgaste reducido; el cursor puede tener entonces la forma de una "cuchara" o de un "rascador" y disponer de una sola o de varias ramas, teniendo incluso la forma de una "escoba".

2.2.1 Ventajas:

- Es sencillo y fácil de manipular.
- Tiene gran recorrido para las mediciones y gran rango de tensión.
- Se lo puede implementar sin necesidad de otro circuito electrónico para que se adapte al circuito.
- Presenta resistencia al ruido.
- Amplia gama de temperaturas de funcionamiento ($< 250^{\circ}\text{C}$).
- Alta precisión (menor de 1% de desviación).
- Tiene amplio campo de medición (según la distancia a medir).
- Facilidad de calibrado.
- De fácil montaje en cualquier lugar (sobre superficie plana o curvada).
- Existen de todas las marcas y precios.

2.2.2 Desventajas:

- Deterioro en sus partes móviles (cursor).
- Desprendimiento de material de la pista, lo que provoca error en los datos de medida.
- No se apto para recintos hidráulicos

- Resistencia entre el cursor y pista lo que provoca errores en caso de largas distancia y que se requiera alta precisión.
- No es resistente a impactos o vibraciones fuertes.
- Miniaturización limitada.

2.3 Velocidad y Aceleración.

La velocidad del vehículo está relacionada a los siguientes para parámetros como son: el motor, diseño aerodinámico, transmisión, neumáticos, etc. Para conseguir nuestro objetivo de monitorear la velocidad captaremos la señal del VSS que posee el vehículo, el mismo que derivando sus respectivos valores lograremos conseguir la velocidad del vehículo.

2.3.1 Motor.

Este vehículo posee un motor 1800i cc, de cuatro cilindros con inyección multipunto (MPFI).

Motor	AP 1800i
Cilindrada	1781 cm ³
Carrera.	86.4 mm
Diámetro del cilindro.	81 mm
Potencia máxima DIN 70020 a 5500 rpm.	86 CV

Relación de compresión.	8,5:1
Orden de encendido.	1-3-4-2

Tabla 2.1. Características técnicas del motor.

Fuente: <http://www.manualdereparaciondeautos.com/manual-de-taller-volkswagen-golf-1-6-1-8-2-0/>

2.4 Ruedas y Neumáticos.

Ruedas	Tipo Radial con cinturón de acero 175/70 SR 13
Neumáticos	Tipo llanta de disco de acero 5J x 13 H2

Tabla 2.2. Características de las Ruedas y Neumáticos.

Fuente: <http://www.manualdereparaciondeautos.com/manual-de-taller-volkswagen-golf-1-6-1-8-2-0/>

2.4.1 Presión de Inflado.

	Delanteros	Posteriores
Media Carga	24 lb	26 lb

Carga Máxima.	24 lb	32 lb

Tabla 2.3. Valores de las Presiones de Inflado.

Fuente: <http://www.manualdereparaciondeautos.com/manual-de-taller-volkswagen-golf-1-6-1-8-2-0/>

2.5 Diseño Aerodinámico.

Debido a que se trata de un automóvil con el centro de gravedad muy cerca del suelo (58 cm), por lo tanto gracias a su diseño aerodinámico es capaz de alcanzar velocidades cercanas a los 200 Km/h.



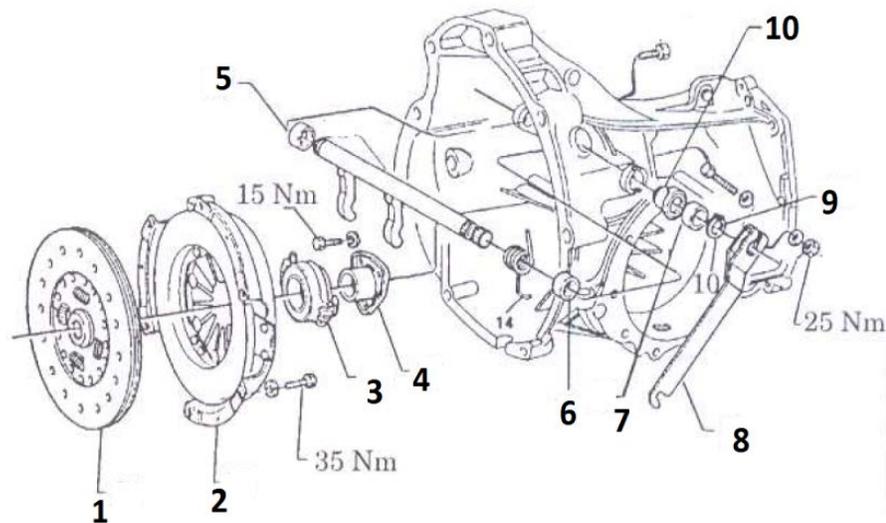
Figura 2.1. Volkswagen Gol G3.

Fuente: Los Autores.

2.6 Transmisión.

Para el sistema de cambio de velocidades, la palanca de cambios está situada a un lado del asiento del conductor, el sistema de accionamiento, se produce de una forma indirecta con la ayuda de un vástago, ya que como se sabe el vehículo es de tracción delantera con motor longitudinal.

Por trata de una caja de cambios de tipo mecánica de cinco velocidades, se la emplea en vehículos de tracción delantera con motor en disposición longitudinal. Este tipo de cajas están constituidas tan solo por dos ejes, que son el eje primario y el eje secundario, siendo el eje primario el que obtiene el giro del motor y lo trasmite a un eje secundario y este eje a su vez acciona el conjunto diferencial, todo estos mecanismos incluido el diferencial se encuentran en el interior de la caja.



- | | |
|---|---|
| 1. Disco de embrague. | 6. Buje izquierdo de la horquilla del embrague. |
| 2. Plato de embrague. | 7. Buje distanciador. |
| 3. Rodamiento de desembrague. | 8. Palanca de la horquilla del embrague. |
| 4. Guía de rodamiento de desembrague. | 9. Anillo de traba. |
| 5. Buje derecho de la horquilla del embrague. | 10. Alojamiento del buje izquierdo. |

Figura 2.2. Elementos de la transmisión.

Fuente: <http://www.manualdeparaciondeautos.com/manual-de-taller-volkswagen-golf-1-6-1-8-2-0/>

2.6.1 Relación de Engranajes de la Caja de Cambios.

Para suceda el cambio de marcha la horquilla selectora trasera debe empujar el collarín trasero dentro del cono del piñón de “Alta”, engranándose este con el eje de salida y de esta manera producir el cambio de velocidades.

Relaciones		
1^{era}	3,45:1	3,45:1
2^{da}	1,94:1	1,79:1
3^{era}	1,29:1	1,13:1
4^{ta}	0,91:1	0,83:1
5^{ta}	0,73:1	0,68:1
Marcha atrás	4,11:1	4,11:1

Tabla 2.4. Relaciones de Transmisión.

Fuente: <http://www.manualdereparaciondeautos.com/manual-de-taller-volkswagen-golf-1-6-1-8-2-0/>

Relación del engranaje primario	35/23	-	35/23
Relación de velocidad primaria	1,521	-	1,521

Velocidad seleccionada		Marcha Atrás	Baja	Segunda	Tercera	Cuarta	Quinta
Relaciones secundarias	Relación de engranajes	41/18	36/15	32/25	29/31	-	23/44
	Relación de velocidades	2,277	2,400	1,280	0,935	-	0,522
Relación de reducción de velocidad total		3,466	3,652	1,946	1,423	1,00	0,795

Tabla 2.5. Relaciones de Engranajes de la Transmisión.

Fuente: <http://www.manualdereparaciondeautos.com/manual-de-taller-volkswagen-golf-1-6-1-8-2-0/>

2.7 Sensor VSS (Vehicle Speed Sensor).

Este sensor es el encargado de monitorear la velocidad del vehículo. Existen 3 tipos de sensores VSS que son el inductivo, el de efecto hall y el óptico.

Los sensores VSS de efecto Hall funcionan con alimentación de la batería y envían una señal pulsatoria de amplitud igual a la de alimentación y una frecuencia proporcional a la velocidad del vehículo. Los sensores ópticos funcionan de una manera similar a los Hall con variaciones constructivas únicamente.

Los sensores VSS inductivos generan su señal sin alimentación, mediante inducción electromagnética producida entre el sensor y la rueda fónica.

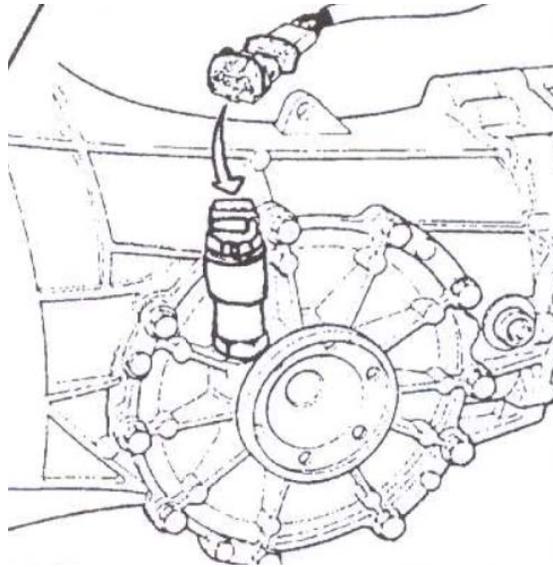


Figura 2.3. Posición Real del VSS en la Caja de Cambios.

Fuente: <http://www.manualdereparaciondeautos.com/manual-de-taller-volkswagen-golf-1-6-1-8-2-0/>

El funcionamiento de este sensor es básicamente la interrupción de un campo magnético (Hall) o la luz emitida por un diodo LED (optico). Para los sensores inductivos su funcionamiento de basa en la generación de un campo magnético. Esta señal es recibida e interpretada por la ECU.

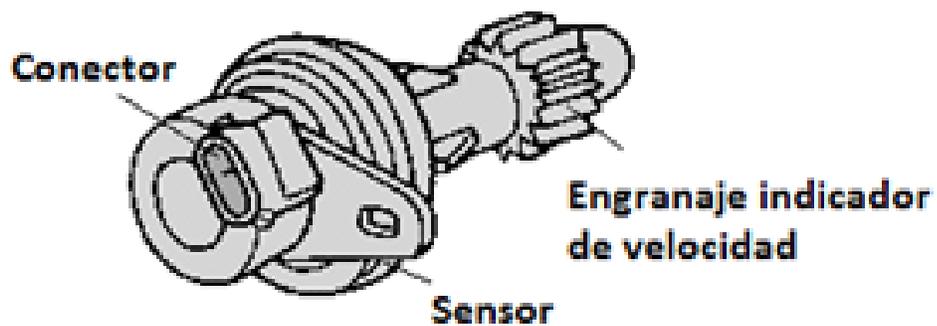
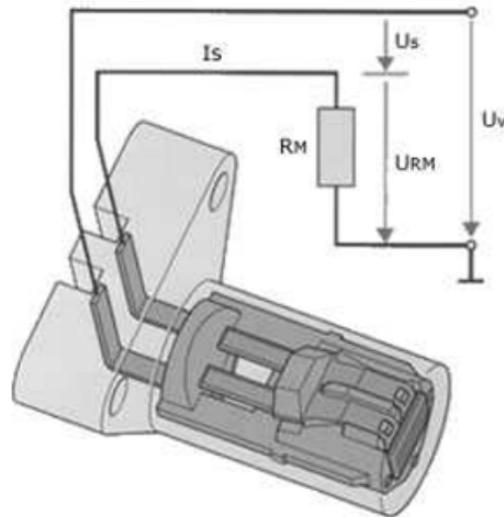


Figura.2.4. Sensor de Velocidad de Tipo Magnético Permanente.

Fuente: <http://www.aalcar.com/carleyware/>



I_s : Corriente del sensor (alimentación y señal). **U_{RM}** : Tensión de señal.
 U_{RM} : Resistencia de medición (en la unidad de control). **U_v** : Tensión de alimentación.
 U_s : Tensión del sensor.

Figura 2.5. Sensor Hall con Interface de Corriente Bifilar.
Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/>

2.7.1 Formas de las Ondas del VSS.

Este tipo de sensor presenta la siguiente forma de las señales:

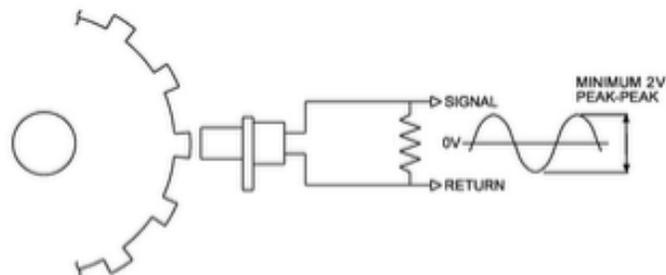


Figura 2.6. Señal de un Sensor de Velocidad Tipo Inductivo.
Fuente: <https://www.google.com.ec/search?q=elektromechanischen&channel=linkdoctor>

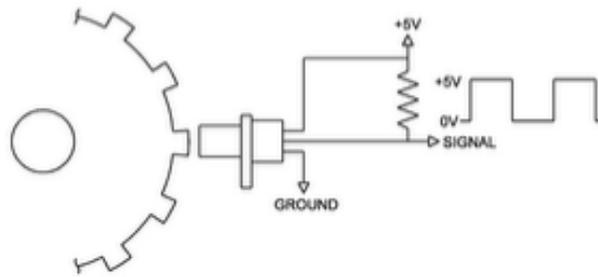


Figura 2.7. Señal de un Sensor de Velocidad de Tipo Hall u Óptico.
Fuente: <https://www.google.com.ec/search?q=elektromechanischen&channel=linkdoctor>

2.8 Sensor de Nivel de Líquido de Freno.

2.8.1 Función.

La tarea de este sensor es informar cuando el nivel del líquido de freno en el depósito es bajo y encender una luz testigo en el cuadro de control.



Figura 2.8. Vista Superior del Sensor de Nivel de Líquido de Freno.
Fuente: Los Autores.

2.8.2 Estructura.

Este sensor está montado en la tapa del depósito, este consta de 2 contactos que encienden la luz testigo. Dentro de esta se aloja también un vástago el cual en su extremo superior posee una arandela que cierra el circuito de los contactos del testigo del tablero y en su otro extremo posee un flotador que está en contacto con el líquido de freno del depósito.

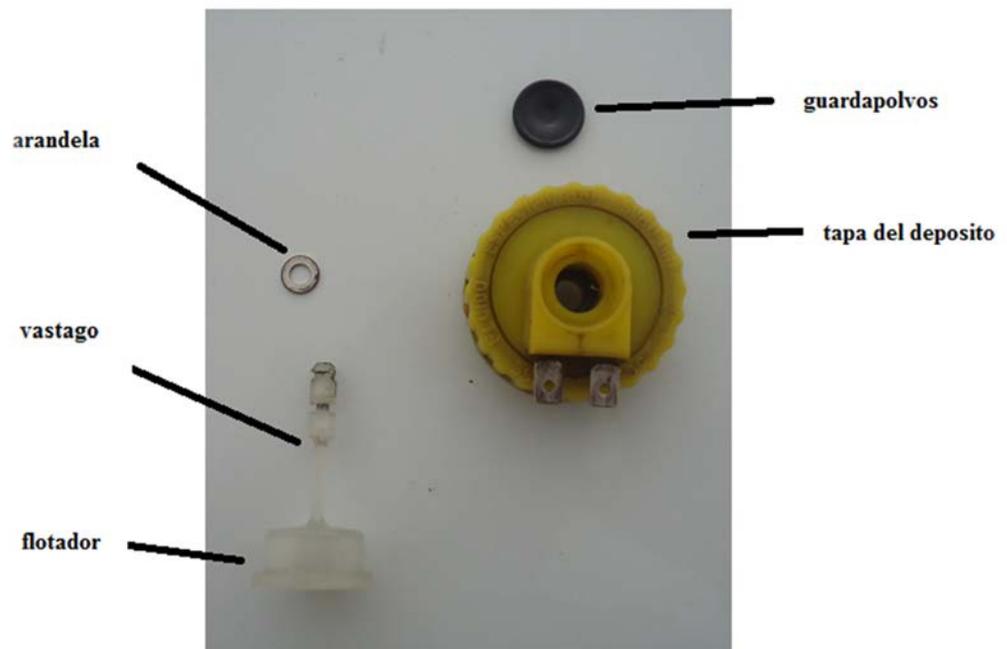


Figura 2.9. Elementos del Sensor de Nivel.

Fuente: Los Autores.

2.8.3 Funcionamiento

La posición del flotador estará acorde con el nivel de líquido de freno en el depósito. Al descender el nivel de líquido, el flotador lo hará también junto con el vástago hasta llegar a un nivel determinado como bajo. La arandela en el extremo superior del vástago cierra el circuito con los contactos, encendiendo el testigo del tablero para informar el nivel bajo.

2.9 Sensores de Posición del Pedal del Freno (Potenciómetro lineal).

2.9.1 Aplicación.

Con la necesidad de conocer la posición del pedal freno en todo momento, se adapta un potenciómetro lineal en la parte superior del pedal de freno. De esta forma se puede relacionar el desplazamiento del pedal de freno y presión en el circuito con la fuerza aplicada en el mismo, de acuerdo al voltaje enviado por el sensor.

2.9.2 Estructura y Funcionamiento

El potenciómetro lineal del pedal, está constituido por una pista lineal en el que se ajusta una tensión en función de la posición del pedal del freno.



Figura 2.10. Potenciómetro Lineal.

Fuente: http://static3.tme.eu/katalog_pics/d/1/2/d1269116a5415fe8b3ed83e55c11c5ba/svp452n-1k-lin.jpg

Los potenciómetros lineales son transductores de distancia y posición con contacto y rozamiento. La medida se obtiene mediante el deslizamiento de unas escobillas sobre una pista plástica resistiva, que en función del punto donde se encuentre, dará un valor proporcional en resistencia.¹

¹ https://www.sensing.es/Potenciometro_lineal.htm.

El montaje de estos dispositivos es muy sencillo, ya que incorpora todo lo necesario para realizarlo de una forma fácil. Para nuestro caso taladramos un pequeño agujere de 3mm de diámetro en la placa de la palanca que se desplaza a lo largo del potenciómetro, para luego atornillarle a un vástago que servirá de unión entre el elemento a medir y el potenciómetro.

2.9.3 Características:

Rango:	Desde 25 mm hasta 950 mm
Linealidad:	Desde 0.2 hasta 0.075 %
Salida:	Resistiva 1, 5 o 10 kOhm, según modelos.

Tabla 2.6. Características del Potenciómetro Lineal.
Fuente: https://www.sensing.es/Potenciometro_lineal.htm.

2.9.4 Aplicaciones:

El potenciómetro lineal nos sirve principalmente para medir la distancia y posiciones en general de diferentes dispositivos de máquinas para las diferentes industrias, como la automotriz, industrial, automatización, mecánica etc. Estos tipos de potenciómetros son más empleados en lugares en donde no existan grandes distancias, ya que como se dijo esto provocaría un mayor margen de error de la magnitud que se desee medir.

2.10 Sensor de Posición del Freno de Mano.

La palanca del freno de mano se encuentra ubicado en la parte derecha del conductor, entre el medio de los dos asientos delanteros. Es de tipo palanca de accionamiento con un botón de enclavamiento, el mismo que debe ser accionado cuando se proceda a desactivar el freno de mano.

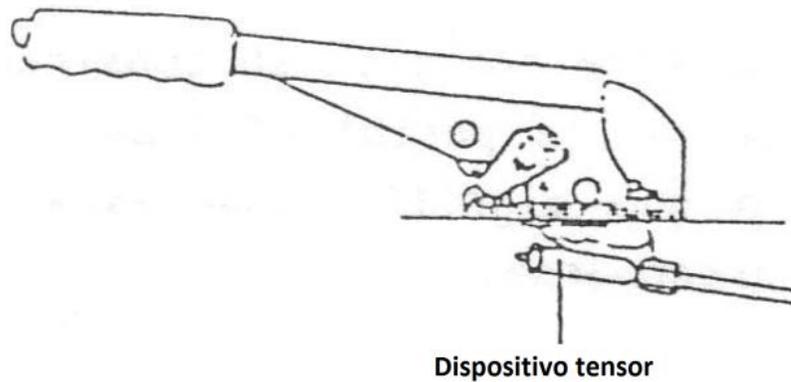


Figura 2.11. Palanca del Freno de Mano.

Fuente: <http://www.manualdereparaciondeautos.com/manual-de-taller-volkswagen-golf-1-6-1-8-2-0/>

2.10.1 Ubicación para el Sistema de Monitoreo.

Para el monitoreo de la posición de la palanca del freno de mano, se empleara un potenciómetro de tipo lineal, el mismo que se le ubicara en la posición mostrada en la figura 2.13. El potenciómetro es idéntico al descrito el punto 2.9.2.

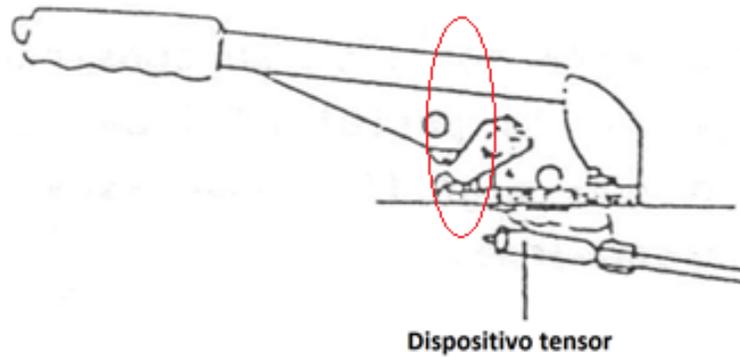


Figura 2.12. Ubicación del potenciómetro para la palanca del freno de mano

Fuente: <http://www.manualdereparaciondeautos.com/manual-de-taller-volkswagen-golf-1-6-1-8-2-0/>

En este caso también se comparará el desplazamiento vs voltaje, para poder determinar en todo momento el recorrido de la palanca, la cual mediante programación y electrónica, podremos saber la eficiencia de la calibración del freno de mano.

2.11 Sensor de Presión de Líquido de Freno.

2.11.1 Estructura y Funcionamiento.

Este tipo de sensores, generalmente están constituidos por una membrana de acero, se utilizan para medir presión de combustible o del líquido de freno, el tipo de vehículo que estamos analizando no posee dicho sensor por tal motivo se lo debe adaptar dicho sensor de un vehículo Hyundai Tucson. Para la adaptación de este sensor de presión fue necesaria la realización de una placa de acero inoxidable para que sostenga al sensor con sus respectivas cañerías.

Este sensor envía una señal de la presión dentro del circuito de los frenos a la unidad de control. El sensor está principalmente constituido por un elemento piezoresistivo sobre el cual actúa la presión del líquido de freno, este sensor al igual que los de su tipo lleva en su interior el circuito de evaluación.

El rango de medición de este sensor está dado por el espesor de la membrana de acero, mientras más gruesa sea la capa mayor será su rango de presión.

Como se ve en la figura 2.16, la presión ingresa por el racor (4), produce una deformación en la membrana (3) y a causa de esto varia la resistencia de los elementos piezoresistivo. Una deformación de 20 μm corresponde aproximadamente a 1500 bares. La tensión de salida de (3) es de 0 a 80 mv, la cual es conducida hacia un circuito de evaluación (2) donde la señal es amplificada hasta 0 a 5V.

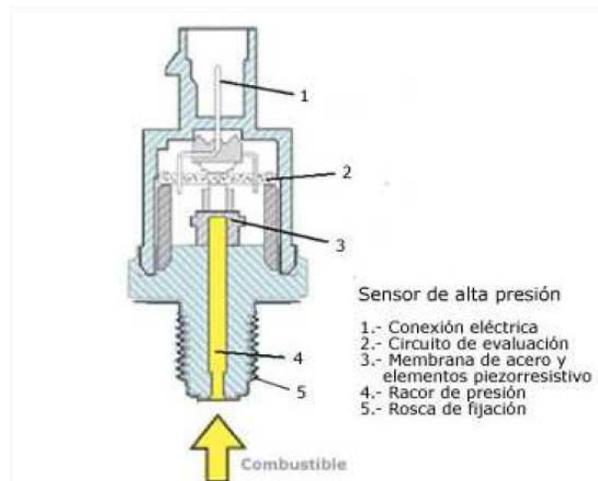


Figura 2.13. Constitución de un Sensor de Alta Presión
Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/sensores4.htm>

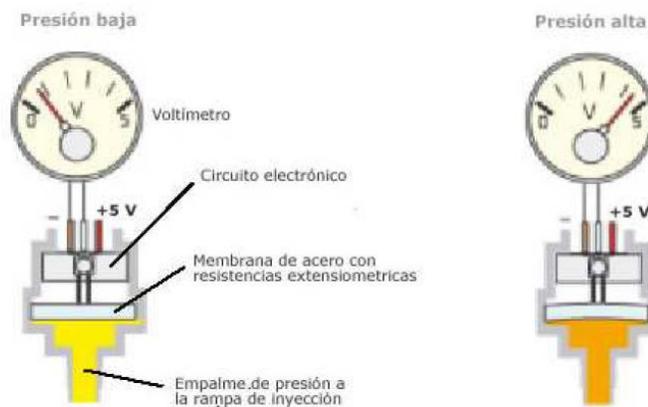


Figura 2.14. Señal de un Sensor de Alta Presión
Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/sensores4.htm>

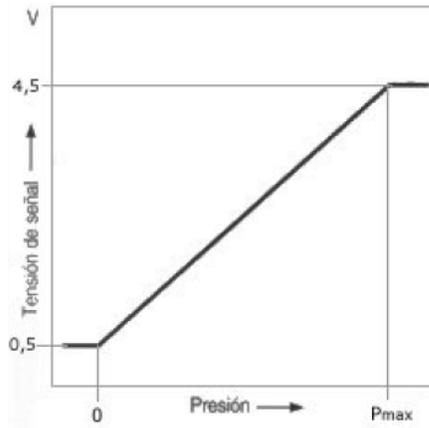


Figura 2.15. Curva característica de un sensor de alta presión
Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/sensores4.htm>

Los sensores de presión de líquido de freno pueden tener algunas aplicaciones como las siguientes:

- Presión de frenado (10 bares), frenos electroneumáticos,
- Presión de resorte neumático (16 bares), vehículos de suspensión neumática,
- Presión de neumáticos (5 bares absoluta), sistema de control o de regulación de la presión de frenado en el cilindro principal y en los cilindros de freno de rueda (200 bares)
- Sobrepresión/depresión dentro del depósito de combustible (0,5 bares), "diagnóstico de a bordo".

2.11.2 Tipos de Sensores de Alta Presión.

- Sensor de presión de combustible en motores diésel.

Este sensor mide la presión del combustible dentro del tubo distribuidor en los sistemas de inyección Common Rail. La presión de trabajo de estos sensores es aproximadamente 1600 bares.

- Sensores de presión de gasolina.

Este se encarga de medir la presión de la gasolina dentro del tubo distribuidor en sistemas de inyección directa de combustible. La presión de trabajo de este sensor es aproximadamente de 50 y 120 bares.

- Sensor de presión del líquido de freno.

Este sensor mide la presión del líquido de freno dentro del circuito. Su presión de funcionamiento es de aproximadamente entre 250 y 350 bares.

2.12 Sensores de Temperatura de los Elementos Frenantes.

2.12.1 Magnitudes de Medición.

La medición de la temperatura en los discos y pastillas se efectúa mediante termómetros de contacto constituidos por materiales resistivos de coeficiente de temperatura negativo (NTC), aprovechando su dependencia de la temperatura. La conversión de la resistencia eléctrica en una tensión analógica se realiza mediante el complemento de una resistencia térmicamente neutra o de sentido opuesto, formando un divisor de tensión (efecto linealizador).

El montaje de las NTC se realizara mediante una acople mecánica, para que se facilite su montaje o desmontaje, en cada elemento frenante a ser medido (pastillas y tambores).

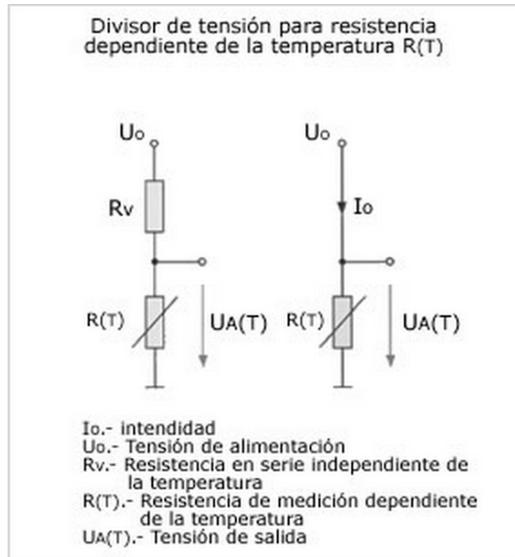


Figura 2.16. Divisor de Tensión.

Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/sensores7.htm>

A continuación se presenta un cuadro con las diferentes temperaturas que existen en el vehículo:

Temperaturas en el automóvil	
Punto de medición	magnitud en °C
Aire de admisión / sobrealimentación	- 40.....170
Aire ambiente	- 40.....60
Habitáculo	- 20.....80
Ventilación / calefacción	- 20.....60
Evaporador (acondicionador de aire)	- 10.....50
Agua refrigerante	- 40.....130
Aceite motor	- 40.....170
Batería	- 40.....100
Combustible	- 40.....120
Aire de los neumáticos	- 40.....120
Gases de escape	100.....1000
Pinza de freno	- 40.....2000

Tabla 2.7. Temperaturas en el Automóvil.

Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/sensores7.htm>

2.12.2 Estructura y Funcionamiento.

En la actualidad existen sensores de temperatura de distintas formas constructivas, según su campo de aplicación. Dentro de un cuerpo de sensor hay montada una resistencia termosensible de medición, de material semiconductor. Normalmente tiene ella un coeficiente de temperatura negativo (NTC), raramente un coeficiente de temperatura positivo (PTC), es decir, que su resistencia disminuye (NTC) o aumenta (PTC) al subir la temperatura.

La resistencia de medición que se instalará, forma parte de un circuito divisor de tensión alimentado con 5 V. La tensión que se mide en la resistencia depende, por tanto, de la temperatura. Ésta se lee a través de un convertidor analógico-digital y es una medida de la temperatura medida por el sensor. El Pic de control 18F4550 tiene almacenada una curva característica que indica la temperatura correspondiente a cada valor de resistencia o tensión de salida.



Figura 2.17. Diversos Sensores NTC

Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/sensores7.htm>

2.13 Líquido del Circuito de Frenos.

El líquido de frenos es un líquido hidráulico que hace posible la transmisión de la fuerza ejercida sobre el pedal de freno a los cilindros de freno en las ruedas de automóviles.²



Figura 2.18. Tipos de Líquidos de Freno.

Fuente: <http://catalogosboschecuador.com/pdf/tecnova/LiquidofrenosBosch.pdf>

Los líquidos con base de glicol son higroscópicos, eso quiere decir que tienen la capacidad de absorber cierto porcentaje de agua y mantener un buen desempeño, esta característica nos permite diluir el agua presente en el circuito, por lo que se recomienda cambiar el líquido de frenos para mantener su eficiencia ya que con el tiempo tienen a saturarse y oxidarse.

Los líquidos minerales son baratos y se utilizan en coches antiguos, mientras que los sintéticos se utilizan en la mayoría vehículos nuevos ya que poseen mejores características para el buen funcionamiento.

Los líquidos con base de Silicón no son higroscópicos, y como no se mezclan con el agua ésta se puede quedar asentada en los puntos más bajos del sistema y causar problemas de corrosión localizada.

² http://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%ADquido_de_frenos

El tiempo recomendado para cambiar el líquido de frenos depende de:

- El tipo de líquido de frenos.
- Las condiciones climáticas.
- El estilo de manejo.
- El estado del sistema de frenos.³

2.13.1 Características.

- **Temperaturas extremas:** los líquidos de freno deben tener la capacidad de operar a temperaturas extremadamente altas (260° C) y muy bajas (-76° C).
- **Capacidad de lubricación:** el líquido de los frenos debe servir como lubricante a muchas de las partes con las que tiene contacto, para asegurar una operación suave y uniforme.
- **Anticorrosivo / antioxidante:** el líquido de frenos debe combatir la corrosión y el óxido de las tuberías de freno y a varias partes y componentes a los que sirve.
- **Resistencia a la evaporación:** otra propiedad importante del líquido es que debe resistir la evaporación.
- **Compatibilidad con hules:** algunos de los primeros líquidos de freno contenían sustancias químicas que se comían a los componentes de hule del sistema de freno. El líquido de freno debe ser compatible con el hule para evitar daños.

³ <http://www.itacr.com/boletin17.html>

- **Hinchazón controlada:** los líquidos de los frenos deben permitir una cantidad controlada de hinchazón en los pistones y sellos del sistema de frenado. Debe haber suficiente hinchazón para tener un buen sellado. Sin embargo, la hinchazón no debe ser demasiada ya que de ser así provocara arrastre y una frenada deficiente.
- **SAE / DOT:** cada lata o envase de líquido debe tener las letras SAE / DOT como identificación. Estas letras indican la naturaleza, mezcla y las características de actuación de esa marca de líquido en particular.
- **SAE:** Society of Automotive Engineers (Sociedad de Ingenieros Automotrices).
- **DOT:** *Department of Transportation* (Departamento de Transporte).⁴

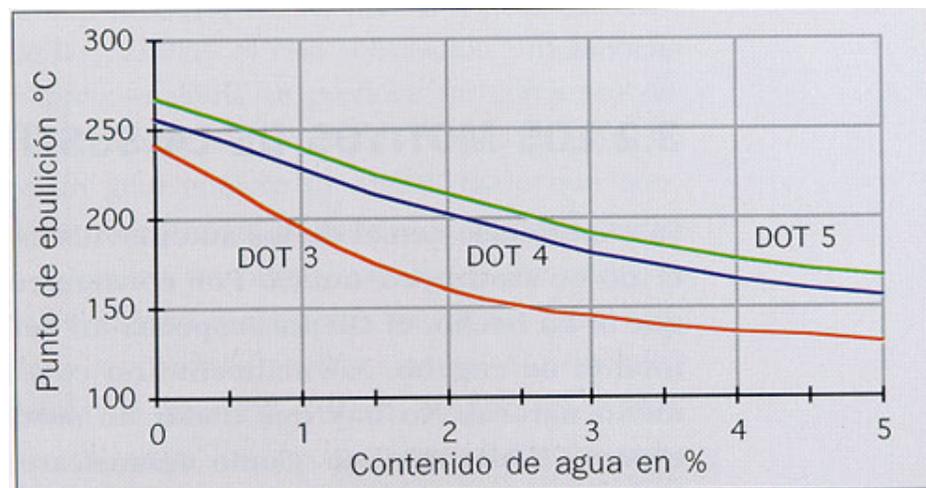


Figura 2.19. Punto de Ebullición de los Líquidos Según el Porcentaje de Agua.
Fuente: <http://driftgalicia.foroactivo.com.es/t202-informacion-sobre-reglajes-enlaces-de-interes-preparaciones-etc-en-construccion>.

⁴ <http://html.rincondelvago.com/liquidos-de-frenos.html>

2.13.2 Tipos

2.13.2.1 DOT 3:

Es el líquido que más se emplea en los vehículos de turismo, por lo tanto se emplea también en nuestro vehículo, según las recomendaciones del fabricante. Su formulación es a base de glicoles.

- **Ventajas:**

- Bajo precio y disponibilidad sin dificultad.

- **Inconvenientes:**

- Puede producir deterioro en retenes de goma natural de los cilindros.
- Ataca la pintura.
- Altamente higroscópico.

2.13.2.2 DOT 4:

Es el más utilizado en la actualidad. Su formulación es a base de glicoles, es el fluido recomendado por los fabricantes para los automóviles modernos.

- **Ventajas:**

- Buena disponibilidad comercial.
- Menos higroscópico que el DOT 3.
- Punto de ebullición más alto que el DOT 3.

- **Desventajas:**

- Precio más elevado, por lo general un 50% más caro que el DOT 3.
- Igualmente ataca la pintura.

2.13.2.3 DOT 5:

Su formulación es a base de silicona, por lo que es conocido también como líquido para frenos de silicona.

- **Ventajas:**

- Al no estar formulado a base de glicoles, no ataca la pinturas.
- No es higroscópico.
- No ataca a la goma en cualquiera de sus formulaciones (sintéticas o naturales), a excepción de las formulaciones más antiguas.

- **Desventajas:**

- Incompatibilidad con el DOT 3 y el DOT 4.
- Al cambiar a esta especificación, la mejor solución sería la de sustituir todas las gomas del sistema de frenos por completo.
- Al no ser higroscópico, cualquier acumulación de humedad tiende a depositarse en puntos concretos del circuito, generalmente cerca de los purgadores, en las partes que quedan más bajas que estos, por lo que es difícil eliminarla, y por tanto puede favorecer la corrosión.
- Es ligeramente compresible, lo que puede provocar que el pedal baje un poco más de lo corriente.
- Al usarlo, el circuito debe ser purgado a conciencia, repitiendo el proceso tantas veces como sea necesario. Una burbuja que quede puede aumentar su tamaño con el tiempo
- Su costo es elevado.
- No se consigue con mucha facilidad.

2.13.2.4 DOT 5.1:

Es una variante mejorada del DOT 4, está compuesto a base de glicol como el DOT 3 y el DOT 4. En cuanto a las propiedades del DOT 5.1 están más cerca de ser las de un DOT 4 de alto desempeño que aquellas de un DOT 5.

- **Ventajas:**

- Sus cualidades son mayores que las de los otros líquidos. Su punto de ebullición, tanto en seco como en húmedo, es mayor al DOT 3 o DOT 4. Su punto de ebullición en seco (270° C) se asemeja al líquido de frenos para automóviles de carreras (unos 300° C); y el punto de ebullición en húmedo (190° C) es mayor que el de competición (145° C).
- En teoría, el DOT 5.1 es compatible con todos los tipos de goma.

- **Desventajas:**

- Su base es el glicol, lo que lo hace higroscópico como el DOT 3 y el DOT 4, y por tanto ataca las superficies pintadas.
- Es muy caro y difícil de conseguir, encontrándolo generalmente en sitios especializados en competición.⁵

Tabla 2: Clasificación de los líquidos de freno de diferentes bases químicas

Clasificación / Parámetro	DOT3	DOT4	DOT5		
	Éter de glicol	Éter de glicol	DOT5.1 Éter de glicol	DOT5 SB Silicona	Aceite mineral
Punto de ebullición [°C]	205	230	260		
Punto húmedo de ebullición [°C]	140	155	180		
Viscosidad a -40 °C [mm ² /s]	< 1.500	< 1.800	< 900		
Diferenciación de colores	de incoloro a colores ambarinos			lila	verde

Tabla 2.8: Clasificación de los Líquidos de Freno de Diferentes Bases Químicas.

Fuente: <http://books.google.es/books?id=lvDitKK11SAC&pg=PA329&dq=clasificaci%C3%B3n+de+los+líquido+de+freno&hl>

⁵ <http://www.pruebas.pieltetoro.net/web/bricos/perdamoselmiedoalamecanica-Frank67/09%20-%20LIQUIDOS%20DE%20FRENOS.pdf>

2.13.3 Contaminación del Líquido de Freno.

La principal contaminación del líquido de frenos se da por la Humedad y el Candado de Vapor, todo esto se genera por el constante calentamiento y enfriamiento que se presenta en los frenos permite que se condense la humedad en el sistema. Esta humedad es absorbida por el líquido de frenos, por lo que después de un año, este líquido podría contener hasta un 2% de agua en un vehículo en condiciones normales de operación. Este porcentaje aumentaría a un 3% después del año y medio, y de 7% a 8% después de varios años. Bajo condiciones severas de operación o condiciones climáticas extremas estos porcentajes podrían aumentar considerablemente.⁶

Como se sabe la humedad en el líquido de frenos disminuye el punto de ebullición, lo que ocasiona que se genere vapor en el circuito de frenos, también esta humedad provoca que se genere corrosión en los elementos del sistema de frenos (pistones, racores, cilindros, etc.). Todo esto provoca que estos vapores disminuyan la potencia de frenado en el momento de accionar el pedal de freno. Ya que estos vapores se comprimen al ejercer la presión en el circuito, está pérdida de potencia de frenado es conocida como “El Candado de Vapor”

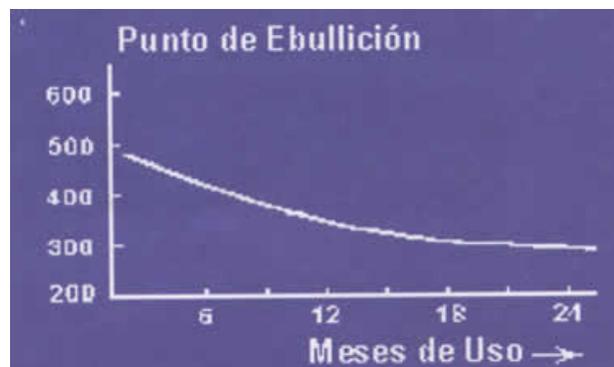


Figura 2.20. Disminución del Punto de Ebullición Según los Meses de Uso
Fuente: <http://www.itacr.com/boletin17.html>

⁶ <http://www.itacr.com/boletin17.html>

2.13.4 Precauciones.

Podemos considerar las siguientes precauciones:

- ❖ Debemos tapar el depósito de la bomba principal lo antes posible ya que absorbería fácilmente la humedad.
- ❖ El líquido de frenos es toxico irrita los ojos y la piel, teniendo que utilizar el equipo de protección necesario para su manipulación.
- ❖ Siempre al desconectar una manguera, cañería o al vaciar el circuito debemos realizar un purgado del circuito.
- ❖ Siempre después de un mantenimiento verificar que no existan fugas.
- ❖ El líquido de frenos ataca a la pintura y elementos plásticos.
- ❖ No se deben mezclar los líquidos, ya que algunas juntas, retenes no son adecuadas para un tipo de líquido, existiendo el riesgo de fallo, debiendo utilizar el especificado por el fabricante.

CAPITULO III. DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO DEL SISTEMA DE MONITOREO ELECTRÓNICO.

El diseño del prototipo se basa en los objetivos que nos hemos planteado para realizar un óptimo monitoreo del sistema de frenos, para lo cual utilizamos todos los recursos posibles que se encuentren en nuestro medio, tales como son el uso de software para la modelación e interpretación de datos. La construcción e implementación sea realiza con la instalación de los diferentes sensores, como podemos mencionar; el de presión de líquido de freno, sensores de temperatura (NTC), potenciómetros, etc. Para todos estos sensores se construyó bases y mecanismos para su correcto acoplamiento en el sistema de frenos, que posteriormente los describiremos a cada uno de estos elementos y su respectivo montaje e instalaciones en el vehículo.

3.1 Diseño.

3.1.1 Esquema de Conexión Para el Monitoreo del Circuito de Frenos.

El esquema de nuestro sistema de monitoreo, parte de realizar un listado de todos los elemento que de manera directa o indirecta interviene en el funcionamiento del sistema de frenos, para posteriormente definir la programación en coordinación de dicho esquema. Todas las variables que se monitorean están dirigidas prioritariamente para predecir el desgaste de los elementos frenantes, considerando principalmente para lo anteriormente mencionado, la velocidad, temperatura y fuerza en el pedal.

A continuación se presenta el siguiente esquema, que está basado como ya se mencionó anteriormente en la cantidad de variables que hemos considerado para el correcto monitoreo del sistema de frenos.

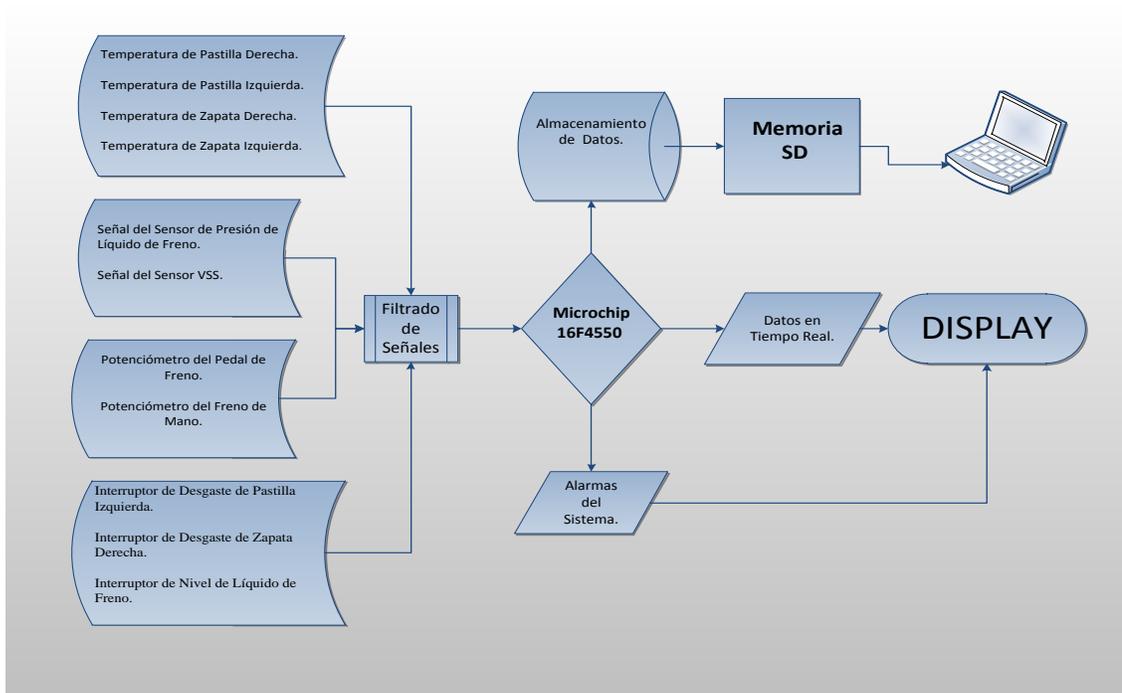


Figura 3.1. Diseño del Esquema de Distribución del Sistema de Monitoreo.
Fuente: Los Autores.

3.1.2 Programación.

En primera instancia para elegir el tipo de lenguaje y el software de programación que emplearemos, tomamos en cuenta la cantidad de los diferentes componentes que instalamos en el sistema de frenos (potenciómetro, interruptores, sensores, etc.)

Teniendo presente todos los datos anteriormente mencionados, llegamos a determinar que el software de simulación más idóneo es el Proteus Professional 7.8 controlando con un lenguaje de programación de tipo C C S. Para poder realizar la estructuración de las líneas de códigos, con respecto a la programación debemos tener presente los tipos de señales (analógicas y digitales) y la cantidad de información que estamos manejando, y sobre todo como queremos almacenarla. La forma de procesamiento (adquisición y archivo) de la información del sistema, lo podemos resumir en lo siguiente:

Cuando se encienda el sistema, se inicializa la tarjeta SD CARD, si la tarjeta está lista, es decir existe y está en su posición correcta, se ejecuta la creación de carpeta con su

respectivo archivo para poder ser guardado toda la información del monitoreo, en caso de que ya exista carpeta y archivo en la tarjeta, el sistema obviará este paso. Cuando la SD CARD no esté lista se mandará a ejecutar un mensaje de error, al no haber podido encontrar la tarjeta. Y se envía a presentar en el display hora y fecha hasta que se corrija dicho error. En esta opción de error se puede realizar el ajuste de la hora y la fecha, y con solo pulsar una opción de la botonera, se puede cambiar de pantalla a otra que nos indique la temperatura y la presión de líquido del sistema.

Para la captura de los datos del sistema, se tendrá siempre información continua de la posición del pedal de freno. Se dará una demora al sistema para descartar variaciones de presión del pedal, posteriormente el sistema confirmara que el pedal esta libre (es soltado por el conductor) para capturar los valores de cada sensor y luego transformar dichos valores en parámetros legibles, para poder guardarlos en la SD CARD y posteriormente poder ser leídos y analizados por una computadora.

3.1.4 Diseño de Base para Soporte de Potenciómetro del Pedal de Freno.

Por cuestiones de espacio procedemos a analizar cómo se realizará el anclaje de nuestra base con el potenciómetro lineal. Llegando a la conclusión de que la base que se diseñará para el potenciómetro será anclada a la base del interruptor de freno y sujeta junto con el interruptor de freno. Con lo mencionado anteriormente nos ahorraríamos construirnos un sistema de anclaje para nuestra base en un espacio muy reducido lo cual nos traería muchos inconvenientes por su ubicación en el vehículo.

Una vez analizado el espacio donde instalaremos nuestra base para el potenciómetro procedemos a tomar las medidas con respecto al pedal de freno para su diseño. El diseño lo realizamos en el software de dibujo Inventor Mechanical Professional 2012.

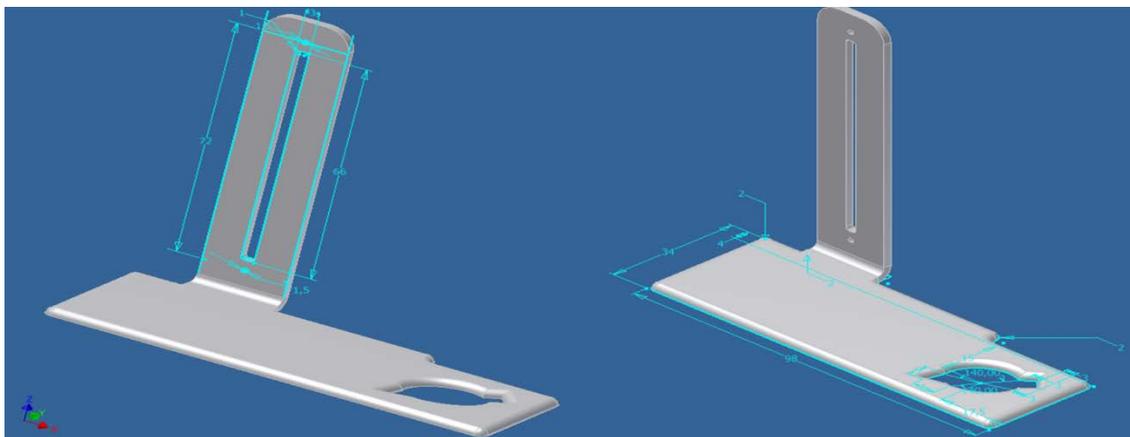


Figura 3.3. Soporte Base para Pedal de Freno.

Fuente: Los Autores.

3.1.5 Diseño de la Base para Soporte de Potenciómetro de Palanca del Freno de Mano.

Para la instalación del potenciómetro que medirá el desplazamiento de la palanca del freno de mano, se diseñara una base tomando en cuenta el tipo de desplazamiento de la palanca, siendo este desplazamiento de tipo angular por tal motivo, requerimos de que la

base se encuentre firme (soldada) al compacto para evitar errores en la posición de la palanca del freno de mano. El diseño se muestra a continuación:

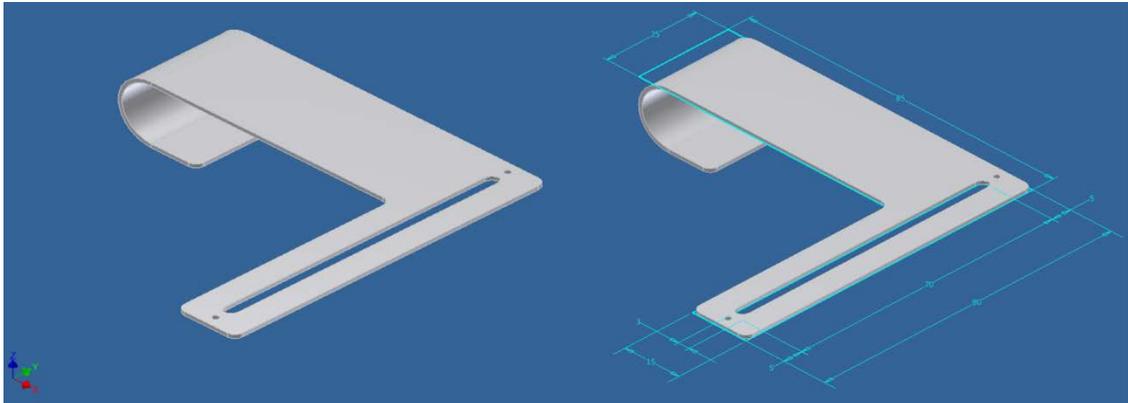


Figura 3.4. Soporte Base para Freno de Mano.

Fuente: Los Autores.

Para lograr que el cursor del potenciómetro se mueva se realizara un trabado mediante unas piezas de latón que guiaran el desplazamiento del cursor cuando se accione la palanca del freno de mano.

3.1.6 Diseño de Base para Soporte de Sensor de Presión y Temperatura del Líquido de Frenos.

Considerando que tenemos que instalar el sensor de presión de líquido de freno y tomando en cuenta de que se trata de un elemento delicado y costoso, se realiza el diseño de una base, cerca del mastervac para aprovechar el paso de las cañerías y ahorrar espacio. En esta base se realizara las instalaciones de la cañería principal al sensor de presión y la conexión de la NTC para el monitoreo de temperatura del sistema, la placa diseñada se muestra a continuación:

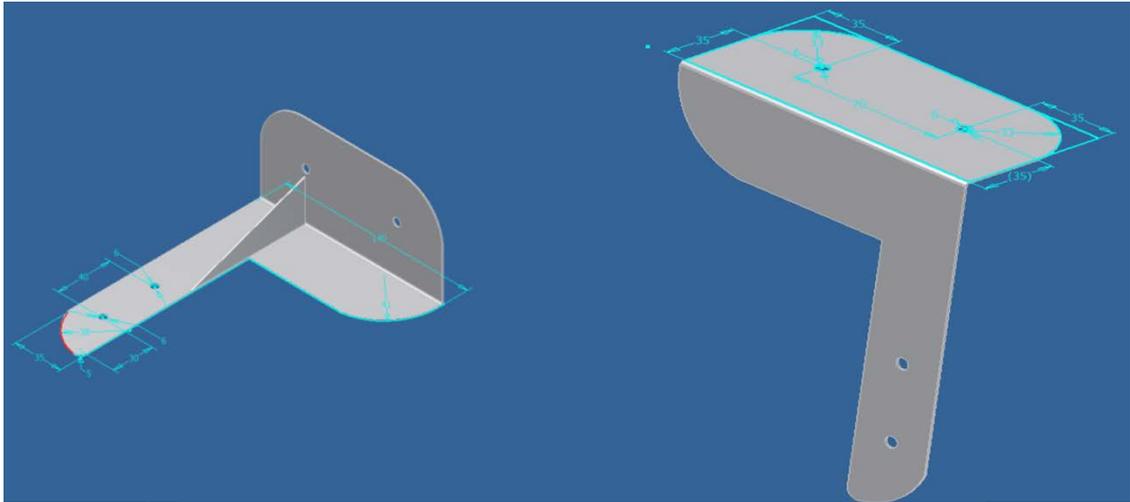


Figura 3.5. Soporte Base para Sensor de Presión y Temperatura de líquido de Freno.
Fuente: Los Autores.

3.1.7 Análisis Térmico de Elementos Frenantes.

Para la selección de la adecuada NTC se realiza un análisis de la temperatura que se originan en los ferodos (elementos de fricción) de pastillas y zapatas. Para este análisis emplearemos el software de simulación ANSYS v12.0, a continuación se muestra los resultados en las siguientes gráficas.

Para realizar el análisis térmico de las pastillas y zapatas, se consideró los siguientes parámetros

- Se consideró una temperatura ambiente constante de 18°c
- Se consideró que la superficie de rozamiento del ferodo está a temperatura constante de 100°c .
- El tiempo de simulación de la transferencia de calor es de 25seg.

3.1.7.1 Análisis Térmico de Pastilla.

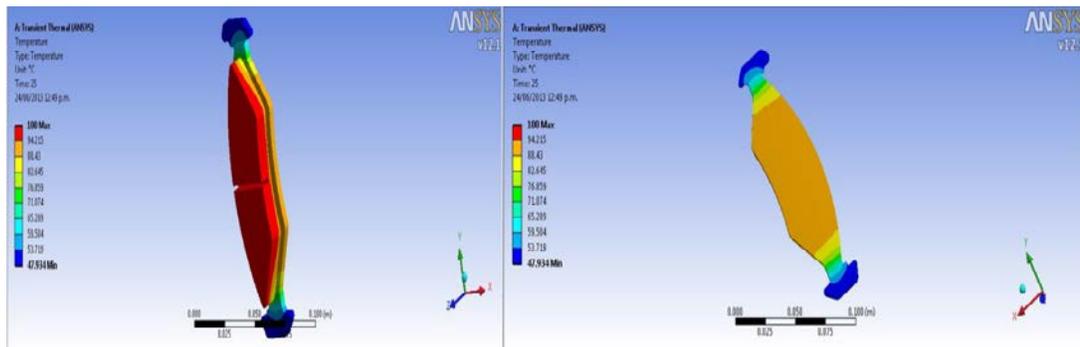


Figura 3.6. Análisis Térmico para Pastilla.

Fuente: Los Autores.

3.1.7.2 Análisis de Térmico de Zapata.

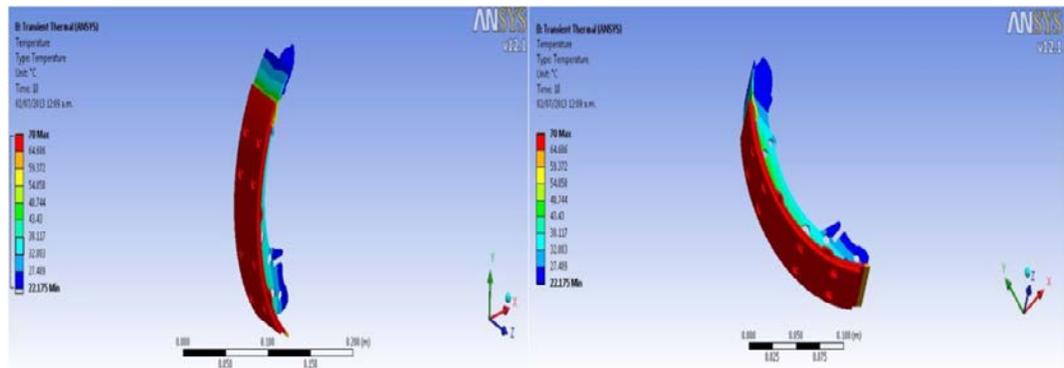


Figura 3.7. Análisis Térmico para Zapata.

Fuente: Los Autores.

Llegamos a la conclusión que la NTC que instalaremos debe estar lo más posible a la parte central del fero de la pastilla o zapata. Y todo el conjunto debe estar completamente en contacto directo (pastillas, zapatas, NTC).

Llegamos a la conclusión que la NTC que instalaremos debe estar lo más posible a la parte central del ferodo de la pastilla o zapata. Y todo el conjunto debe estar completamente en contacto directo (pastillas, zapatas, NTC).

3.1.8 Diseño de Bases de Soporte para Sensores de Temperatura (NTC).

El diseño de la placa que sujetara la NTC, se pensó tomando en cuenta, de que se trataba de un lugar donde está sometido a movimientos y vibraciones constantes con espacio muy reducido.

3.1.8.1 Base para las Pastillas.

Analizando todos estos factores llevamos a la conclusión de que debíamos diseñar una placa de unos 2 mm de espesor con la forma de la cara central exterior de la mordaza y anclarla con su propia bincha de sujeción, con esto nos evitamos soldar cualquier componente que podría dañar las propiedades de las pastillas y también un montaje permanente de dicha placa en el vehículo. Una vez solucionado la ubicación de esta base y su sujeción, procedemos a tomar la respectiva medida para el diseño en nuestro software de dibujo inventor.

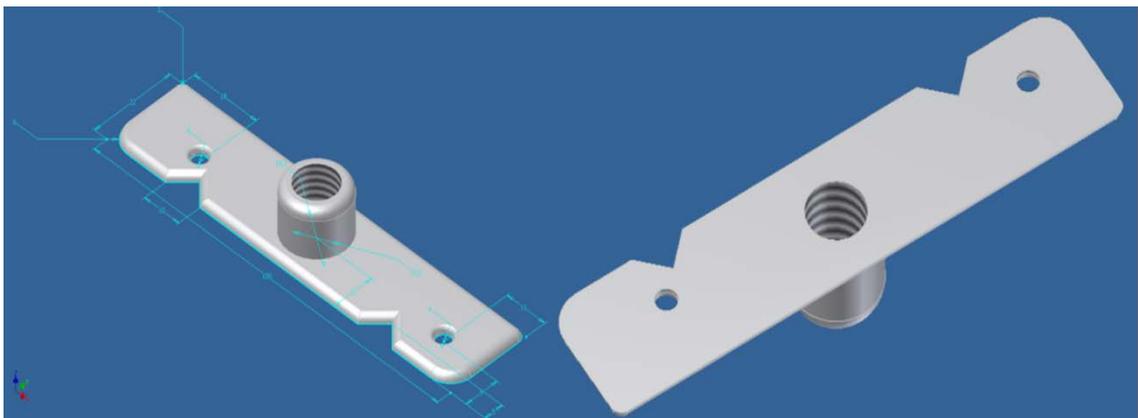


Figura 3.8. Soporte Base para NTC en Pastilla.
Fuente: Los Autores.

3.1.8.2 Base para las Zapatas.

Las bases para sujetar la NTC en las zapatas, se realizó soldando una tuerca previamente esmerilada sus aristas por cuestión de espacio. El diseño de la tuerca nos queda de la siguiente forma que se muestra a continuación.

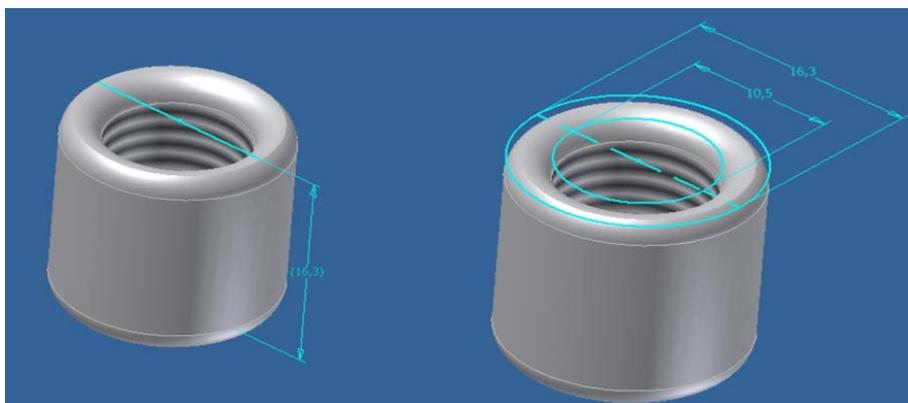


Figura 3.9. Soporte Base para NTC en Zapata.
Fuente: Los Autores.

3.1.9 Diseño de Interruptor para Medir el Desgaste de Pastilla y Zapata.

Para el diseño de un sistema que pueda indicarnos el desgaste de los ferodos, llegamos a la conclusión que debíamos perforar los ferodos de los elementos a las medidas mínimas de desgaste que recomienda el fabricante e introducir un remache de cobre a nivel de dichas medidas de desgaste. La utilización de un remache de cobre se debe principalmente a que en primera instancia es un buen conductor de corriente y segundo que cuando se haya desgastado todo el ferodo del elemento (pastilla o zapata) este remache entra en contacto directo con el tambor o disco según sea el caso, sin rallar o dañar a estos elementos, sino simplemente solo se desgasta y da la señal al sistema.

	Standard	Límite
Espesor (forro + cuerpo metálico)	7.5 mm	3.5 mm

Espesor de las pastillas (forro + parte metálica)	15.75 mm	6.50 mm
---	----------	---------

Tabla 3.1. Dimensiones de Desgaste Recomendados por el Fabricante para las Pastillas y Zapatas.
Fuente: <http://www.manualdereparaciondeautos.com/manual-de-taller-volkswagen-golf-1-6-1-8-2-0/>

Tomando en cuenta las especificaciones de desgaste que nos indica el fabricante y considérense el espacio que poseemos para el taladrado de los ferodos de estos elementos (pastillas y zapatas) procedemos a su diseño:

3.1.9.1 Diseño para Monitorear el Desgaste en las Pastillas.

Consideramos a las pastillas como un cuerpo rígido que recibe la carga uniformemente en toda su superficie, por lo tanto el desgaste de la pastilla se considerara uniformemente en toda su área de contacto. Midiendo en la práctica, con la ayuda de un micrómetro, notamos claramente que la pastilla que más se desgasta sufre, es la que se encuentra en el extremo del bombín de la mordaza, lo cual es lógico ya que es la primera en recibir la presión hidráulica y entrar en contacto.

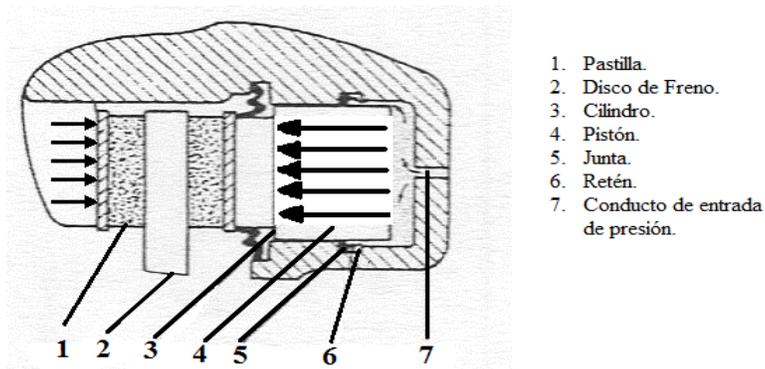


Figura 3.10. Fuerza de Presión en las Pastillas.

Fuente: SANZ Ángel, Tecnología Automoción, Quinta Edición, Barcelona, 2011, p. 1981

Cabe destacar que la instalación de este dispositivo de contacto se realizara en la pastilla que no están en el extremo del el bombín, ya que por cuestiones de espacios es imposible instalar este dispositivo en la pastilla que sufre el mayor desgaste, pero en el diseño que se muestra a continuación se ha tomado muy en cuenta lo anteriormente dicho.

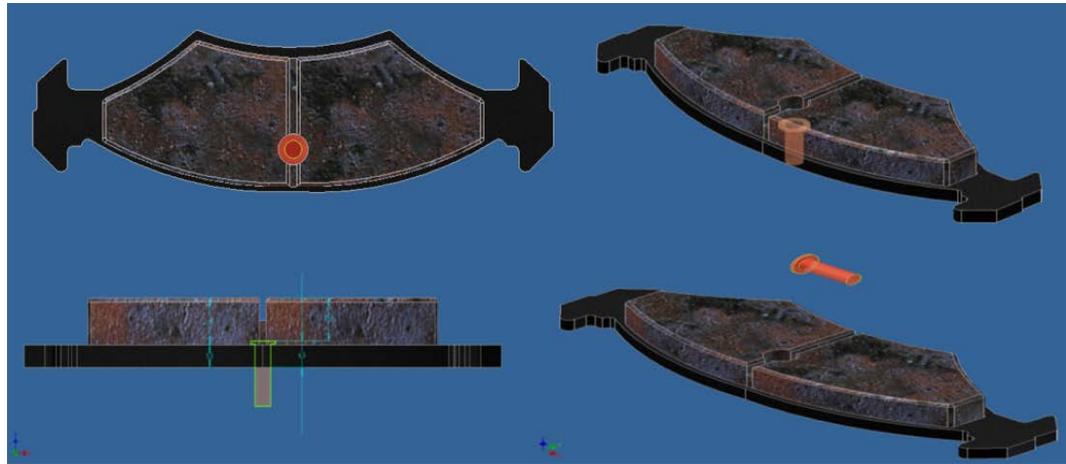


Figura 3.11. Diseño para Desgaste en Pastilla.
Fuente: Los Autores.

3.1.9.2 Diseño para Monitorear el Desgaste en las Zapatas.

Recordando que el sistema de frenos posteriores se trata de un mecanismo de tambor simple, como se puede apreciar en la figura 3.10. Durante el frenado, la zapata (2) es la primaria y se apoya en el tambor en contra del giro del mismo y efectúa una fuerza de presión sobre la superficie del tambor, la zapata (3), es la zapata secundaria que se apoya a favor del giro de la rueda y es rechazada por efecto del giro del tambor, lo que hace que la presión de frenado en esta zapata sea inferior a la primaria, por tal motivo se ha decidido instalar el dispositivo de desgaste de zapata lo más cerca posible a la parte superior de la zapata primaria, ya que como se puede observar en la figura es donde se genera mayor carga y desgaste.

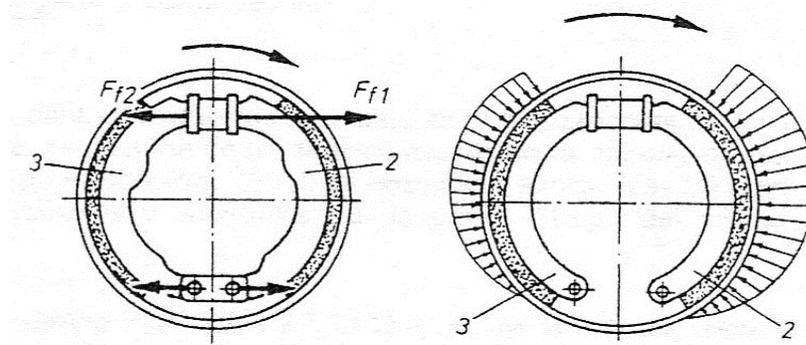


Figura 3.12. Distribución de Cargas en las Zapatas.

Fuente: SANZ Ángel, Tecnología Automoción, Quinta Edición, Barcelona, 1981, p. 197



Figura 3.13. Diseño para Desgaste en Zapata.

Fuente: Los Autores.

3.2 Construcción y Montaje.

3.2.1 Potenciómetro de la Palanca del Freno de Mano.

Para la instalación del potenciómetro en la palanca del freno de mano, se debe sujetar la base que se diseñó y construyó con unos puntos de suelda al compacto del vehículo. Para sujetar el potenciómetro se deberá empernar a la base que ya se encuentra soldada.

Como se puede observar en las siguientes figuras, para poder guiar el cursor del potenciómetro y para que tome la trayectoria angular de la palanca en movimiento sea instalado unas laminillas de latón a manera de riel, con el objetivo de que no se descarrile el cursor del potenciómetro. A continuación se muestra el potenciómetro junto con su base instalados y funcionando en el freno de mano.



Figura 3.14. Base del Freno de Mano en Vehículo.
Fuente: Los Autores.

Con el sistema ya montado e instalado se procede a realizar la toma de datos de voltaje vs. posición del potenciómetro, esto se realiza con el objetivo de enviar toda esta información al pic de programación.

Con la información que se muestra en la gráfica de la figura 3.13 se puede alertar al conductor cuando el freno de mano requiera una calibración, o cuando las zapatas se

encuentre muy desgastadas, ya que cuando el conductor ale la palanca y esta sobrepase el quinto diente que es la calibración normal para poder estacionar el vehículo, en el display aparecerá una mensaja de alerta, como se muestra en la figura 3.14.

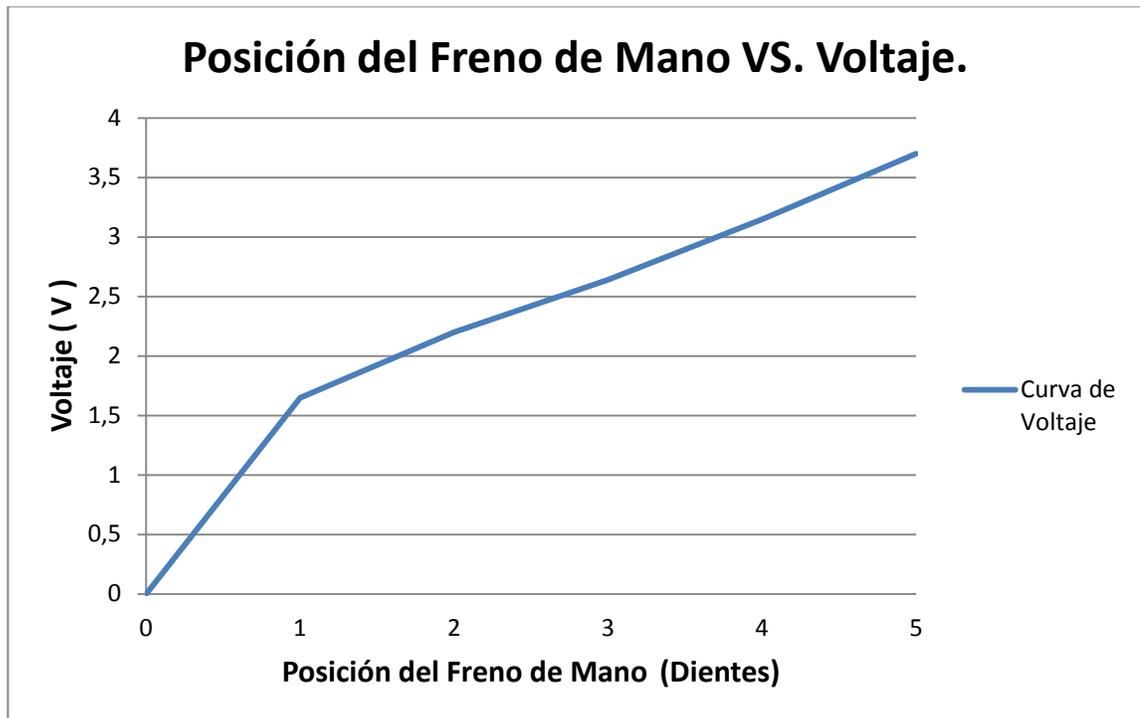


Figura 3.15. Posición del Freno de Mano.
Fuente: Los Autores.



Figura 3.16. Mensaje de Alerta de Alarma Freno de Mano.
Fuente: Los Autores.

3.2.2 Potenciómetro del Pedal de Freno.

Para la instalación de esta base para el potenciómetro, nos encontramos con la dificultad de que posee un espacio muy reducido, por tal motivo como ya lo mencionamos en el diseño nos vemos en la obligación de valernos de la base del interruptor del pedal de freno para construir una base según las medidas y diseño que tenemos.

Para la construcción de esta base emplearemos un pedazo de plancha de acero inoxidable de 2mm de espesor. Decidimos utilizar este tipo de material porque se trata de una base que tendrá que soportar los movimientos del pedal de freno sin deformarse, ya que si se deforma esto nos produciría un error en la medición de la lectura del desplazamiento del pedal de freno.

Como podemos observar en la siguiente imagen, se encuentra la base del pedal de freno construida en acero inoxidable y al lado derecho se encuentra la misma base pero ya montado un el pedal de freno.



Figura 3.17. Base del Potenciómetro del Pedal de Freno.

Fuente: Los Autores.

Con el objetivo de censar en todo momento la fuerza y el momento en que se pisa el pedal de freno se procede a realizar la medición del desplazamiento vs. voltaje con ayuda de un flexo metro, como se puede observar en la figura 3.16.

En la gráfica 3.17 observamos todos los datos de las mediciones realizadas anteriormente, para posteriormente procesarlas hacia el pic mediante códigos de programación.

Todo esto nos facilita de gran manera, en el monitoreo continuo de los frenos, ya que el sistema captara todos los datos cuando se termine de pisar el pedal de freno es decir cuando se suelte dicho pedal, enviando un mensaje de “Dato Registrado” y encendiéndose un led de color rojo. Por tal motivo la precisión del potenciómetro, es crucial para el buen funcionamiento de todo el sistema.



Figura 3.18. Toma de Datos de la Fuerza Ejercida en el Pedal y Mensaje de Información Grabada
Fuente: Los Autores.

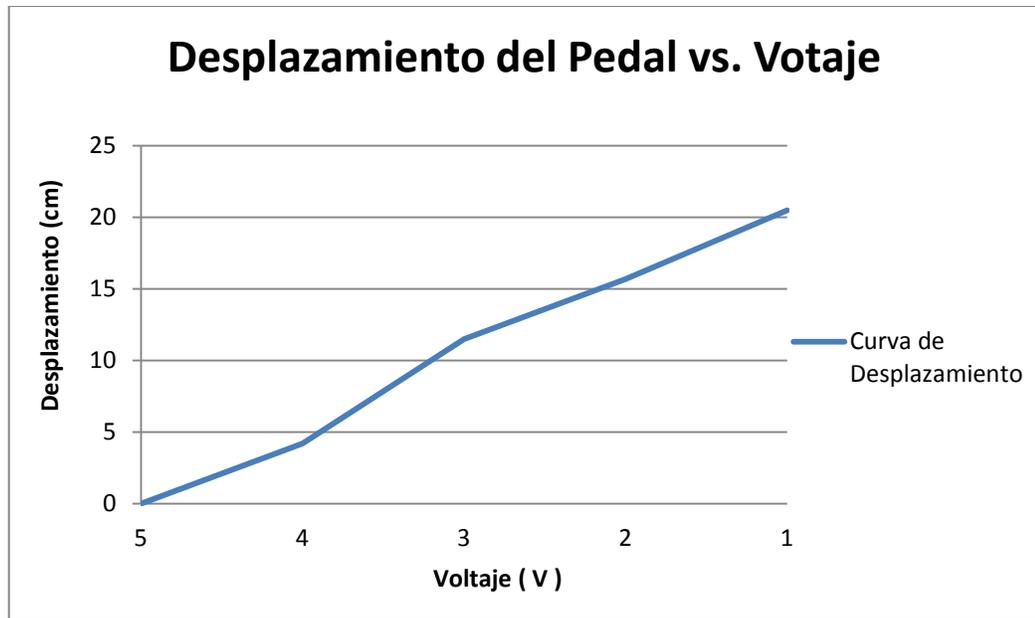


Figura 3.19. Desplazamiento del Pedal vs. Voltaje
Fuente: Los Autores.

3.2.3 Obtención de la Señal del Sensor VSS. (Vehicle Speed Sensor)

Este sensor es un captador magnético que tiene en su interior un imán giratorio que genera una onda senoidal de corriente alterna directamente proporcional a la velocidad del vehículo. El VSS se encuentra localizado en la parte lateral de la caja de cambios.

Para captar la señal del sensor de velocidad del vehículo, localizamos las instalaciones del cable que lleva la señal hacia la ECU, entonces con un socket de conexión realizamos una derivación, asegurándonos que no interfiera con la señal principal hacia la ECU. Ya que para poder captar el voltaje debemos de tener presente de que se trata de un imán permanente que al aumentar la velocidad del vehículo la frecuencia y el voltaje aumentan, toda esta información llega al PIC programado previamente con circuitos filtrantes y derivadores de tensión para poder convertir ese voltaje en Km/h, todos estos datos lo utilizamos para realizar nuestros cálculos.



Figura 3.20. Cable de Conexión del Sensor VSS.
Fuente: Los Autores.



Figura 3.21. Visualización en el Display de la Velocidad y la Hora.
Fuente: Los Autores.

3.2.4 Montaje de Sensores de Temperatura en Pastillas y Zapatas de Frenado.

Para poder monitorear la temperatura en cada pastilla y zapata emplearemos unos sensores de temperatura del tipo NTC (coeficiente de temperatura negativo), del tipo termistor radial unicurva de epoxy de 10k, como ya se mencionó en el capítulo III. Estos sensores serán acoplados en el interior de un bushing para facilitar su montaje en cada pastilla y zapata, debido a que las NTC no poseen rosca. A continuación se indica el ensamblado de estas NTC.



Figura 3.22. Ensamblaje de NTC para Facilitar su Montaje.
Fuente: Los Autores.

3.2.4.1 Montaje de Sensor en Zapatas.

Para la sujeción de las NTC en las zapatas, se soldando una tuerca M10 previamente esmerilada sus aristas, en la parte metálica de la zapata. Esta tuerca al igual que en el caso de las pastillas nos sirve para ancla fijamente este sensor de temperatura.

Por cuestión de espacio la perforación se realizó un poco más abajo del punto fijado en el análisis térmico, pero sin que esto afecte en nuestro análisis real de temperatura. El diseño y el montaje final nos queda de la siguiente forma que se muestra a continuación.



Figura 3.23. Soporte Tuerca de NTC en Zapata.
Fuente: Los Autores.

Teniendo presente que, cuando los elementos frenantes se encuentran a una cierta temperatura, el disco o tambor, según sea el caso se encuentra un 30 % más aproximadamente de temperatura. Debido a que por transferencia de calor y las pruebas realizadas, se llega a esa deducción.



Figura 3.24. Adquisición de Datos de Temperatura en Zapatas.
Fuente: Los Autores.

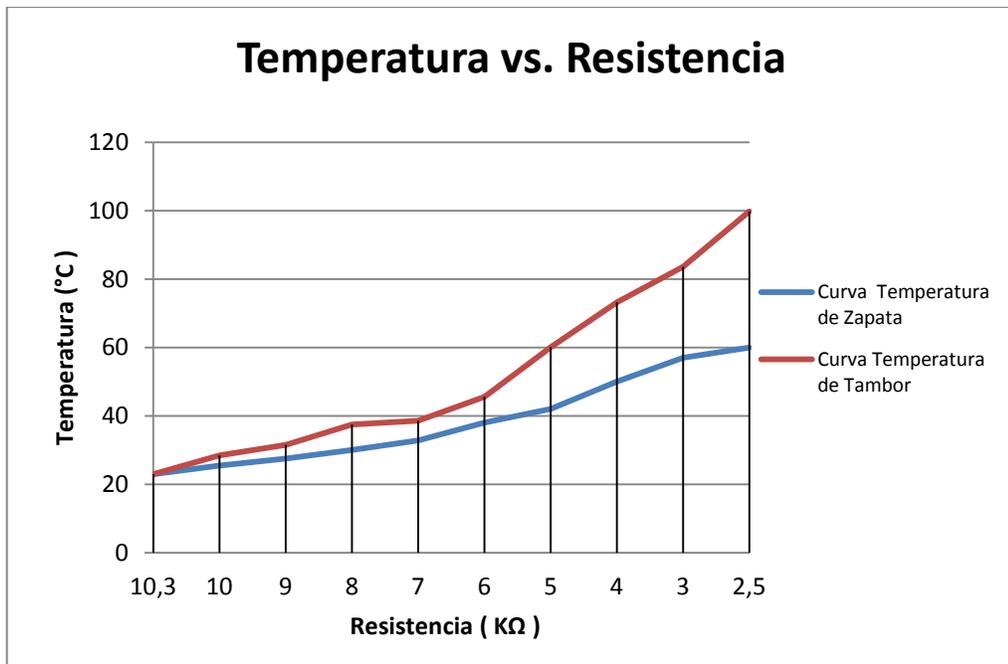


Figura 3.25. Temperatura de Zapatas vs. Resistencia de NTC.
Fuente: Los Autores.

3.2.4.2 Montaje de Sensor en Pastillas.

La construcción y el montaje de dichas bases para las pastillas de los discos, se fabricó de una platina de $\frac{3}{4}$ de pulgada de ancho por 4 pulgadas de largo ($\frac{3}{4}$ " x 4 in) y con un espesor de 2 mm. A este pedazo de platina se le dio la forma correcta para que se pueda asentar correctamente en la cara de la pastilla exterior, sin estorbar con ningún otro elemento. También a esta platina se le soldó una tuerca M10 con sus aristas esmeriladas para que podamos sujetar la NTC de una manera firme y segura.

El montaje de los sensores de temperatura delanteros nos queda como se muestra a continuación en las siguientes imágenes, cabe destacar que el anclaje de esta base con la NTC, se realizó utilizando la propia bincha de sujeción de las pastillas, como se puede observar.



Figura 3.26. Soporte Placa para NTC Montadas en el Vehículo.

Fuente: Los Autores.

Para ajustar la temperatura de las NTC, se realiza las pruebas de toma de datos de Resistencia vs. Temperatura, fuera del vehículo para mayor comodidad.

Estas pruebas se realizan utilizando una plancha casera como medio para el calentamiento de la pastilla, como se indica en la figura 3.24. Con este procedimiento simulamos el calor que se genera en el momento en que las pastillas entran en contacto directo con el disco a una velocidad y durante un tiempo determinado. Todos estos datos están representados en la gráfica de la figura 3.28, para posteriormente ser, también programados en el pic.



Figura 3.27. Toma de Datos de Temperatura de las Pastillas.

Fuente: Los Autores.

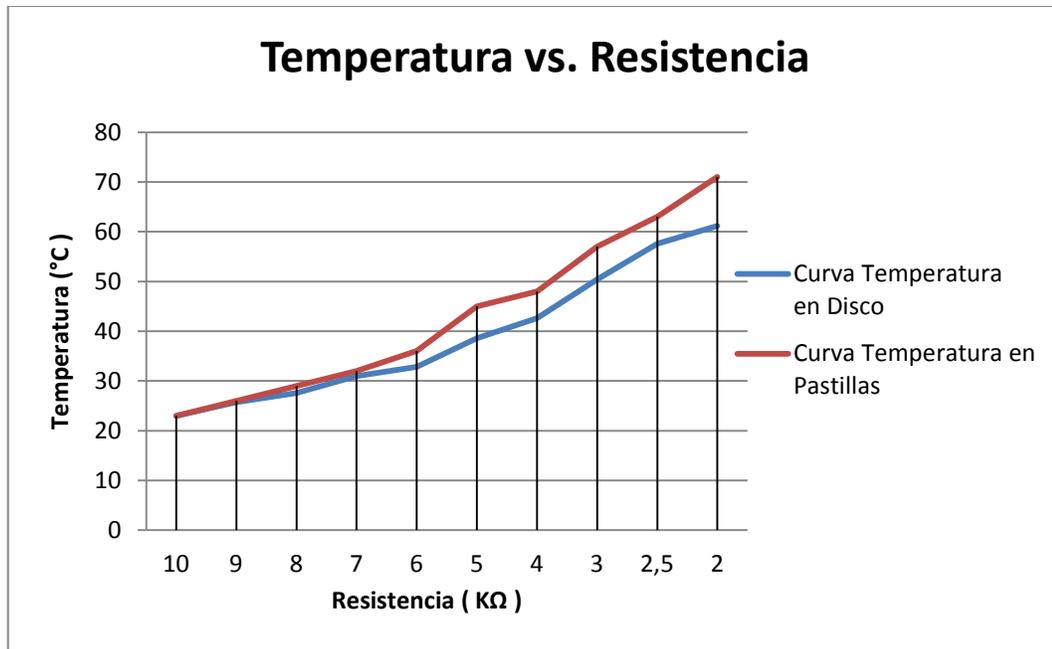


Figura 3.28. Temperatura de Pastillas vs. Resistencia.
Fuente: Los Autores.

Como se puede observar en la figura 3.29 la activación de la alarma de temperaturas altas (TA), se puede presentar cada vez que se exceda una temperatura de 100°C en los tabores y 150°C en los discos, debido a que a estas temperaturas se presenta el efecto fanding, el mismo que resulta muy perjudicial, debido a que produce una disminución de la eficiencia de frenos. Este fenómeno produce un efecto de mayor perjuicio a los sistemas de frenos de tambor, ya que este efecto llega a dilatar los elementos de freno (Tambores) y esto provocaría que no lleguen a hacer contacto con las zapatas, teniendo un efecto desastroso para el vehículo y el conductor.

También podemos observar que, la alerta de alta temperatura, como ya se mencionó nos indica que se ha sobre pasado una temperatura, pero no sabemos si se trata de los pastillas o zapatas, para lo cual se debe revisar la información de la tarjeta SD, en donde nos indica toda la información detallada de todo el sistema como se ira explicando posteriormente. Cabe destacar que en el display cuando se active la alarma de alta temperatura (TA), nos puede aparecer la cantidad de 1, 2,3, hasta 4 números (uno por

uno), ya que esta cantidad son los números de sensores de temperatura instalados en el vehículo.



Figura 3.29. Alarma de Alta Temperatura en las Zapatas o Pastillas.
Fuente: Los Autores.

3.2.5 Desgaste de Pastillas y Zapatas.

El mecanismo instalado para predecir el desgaste de la pastilla y zapata, se realiza mediante la instalación de un remache de cobre a una zapata y pastilla, ya que se consideró que la diferencia de desgaste es insignificante para cada pareja de ferodos izquierdos y derechos. Ya que midiendo la presión hidráulica en cada mordaza, se sabe que es idéntico en el disco izquierdo y derecho, esto es debido a que la presión hidráulica según el principio de Pascal es igual y constante en todos los puntos de un circuito hidráulico.

Este montaje se logra con la perforación de un agujero en la pastilla y zapata a la medidas de desgaste mínimo especificadas por el fabricante y diseñadas anteriormente. Procedemos a taladrar con un diámetro de 5 milímetros en la zona ya previamente estudiada de mayor esfuerzo. Para de este manera poder introducir el remache con su respectivo cable de conexión, cuando la pastilla o zapata este cerca del desgaste el remache hará contacto a masa con el disco o tambor según el caso, cabe destacar que toda la longitud del remache de cobre será aislado con un material termoaislante de conductores, para evitar que el mismo haga contacto con la partes metálicas de la pastilla, zapata o cualquier elemento externo metálico no deseado. Toda esta

información de contacto a tierra será enviada al PIC, que recibirá la señal como un voltaje, mismo voltaje que nos indicara en el display desgaste de las pastillas o zapatas según sea el caso, como se indicara a continuación.

3.2.5.1 Instalación de Contacto en Pastilla.

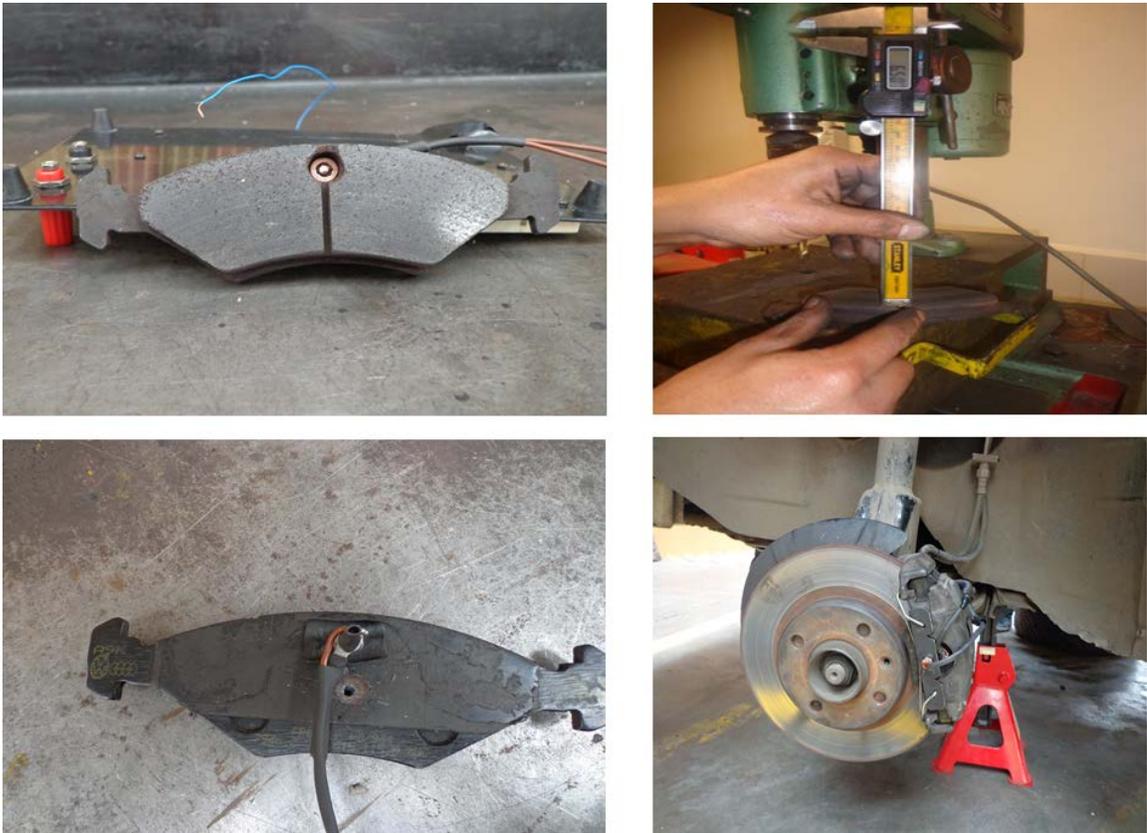


Figura 3.30. Adaptación de Dispositivo de Aviso de Desgaste en Pastilla.

Fuente: Los Autores.

3.2.5.2 Instalación de Contacto en Zapata.



Figura 3.31. Adaptación de Dispositivo de Aviso de Desgaste en Zapata.
Fuente: Los Autores.



Figura 3.32. Activación de Alarmas de Desgaste en Pastilla o Zapata.
Fuente: Los Autores.

3.2.6 Base para el Sensor de Presión y Temperatura del Líquido de Freno.

Para poder captar la presión a la que el sistema de frenos trabaja, se instaló un sensor de presión de líquido de frenos en una de las salidas de las cañerías principales. Como ya se mencionó en el capítulo anterior, estos sensores trabaja con 5V de alimentación para todo el circuito del sensor.

3.2.6.1 Instalación de Sensor Presión.

Para la adaptación de este sensor se realizó unos acoples utilizando un par de “T” para acoplar la roscas del sensores de presión y temperatura. Posteriormente para garantizar la hermeticidad del circuito se asegurarle con arandelas de cobre todas las uniones de los acoples, como se indica a continuación en las figuras:



Figura 3.33. Base Soporte de Sensor de Presión y Temperatura.
Fuente: Los Autores.



Figura 3.34. Visualización de la Presión y Temperatura en el Sistema.
Fuente: Los Autores.

3.2.6.2 Instalación de Sensor de Temperatura de Líquido de Freno.

Para el monitoreo de la temperatura del líquido de frenos se implementó en el otro extremo de la misma “T” que conecta al sensor de presión de líquido de frenos, un trompo de temperatura del tipo NTC (Coeficiente de Temperatura Negativo). A continuación se indica la posición de este sensor en el vehículo.



Figura 3.35. Montaje del Sensor de Temperatura del Líquido de Freno
Fuente: Los Autores.

El funcionamiento de esta NTC es exactamente igual al funcionamiento de los trompos de temperatura del líquido refrigerante, es decir que a mayor temperatura menor resistencia y voltaje, con esto se produce el contacto a tierra que provoca que se encienda la luz testigo indicando una avería en el sistema del vehículo. Para nuestro caso esta señal resistiva será capturada mediante un cableado único y llevado dicha señal hacia el PIC, que previamente está ya programada con una tabla de valores que interpretan la temperatura del líquido de frenos en tiempo real y con una gran exactitud, porque se trata de un sistema digital y no analógico. En la siguiente imagen se presenta la toma de datos de este sensor para poder enviar toda esta información la pic.



Figura 3.36. Pruebas para la Adquisición del Sensor de Temperatura del Líquido de Freno.
Fuente: Los Autores.

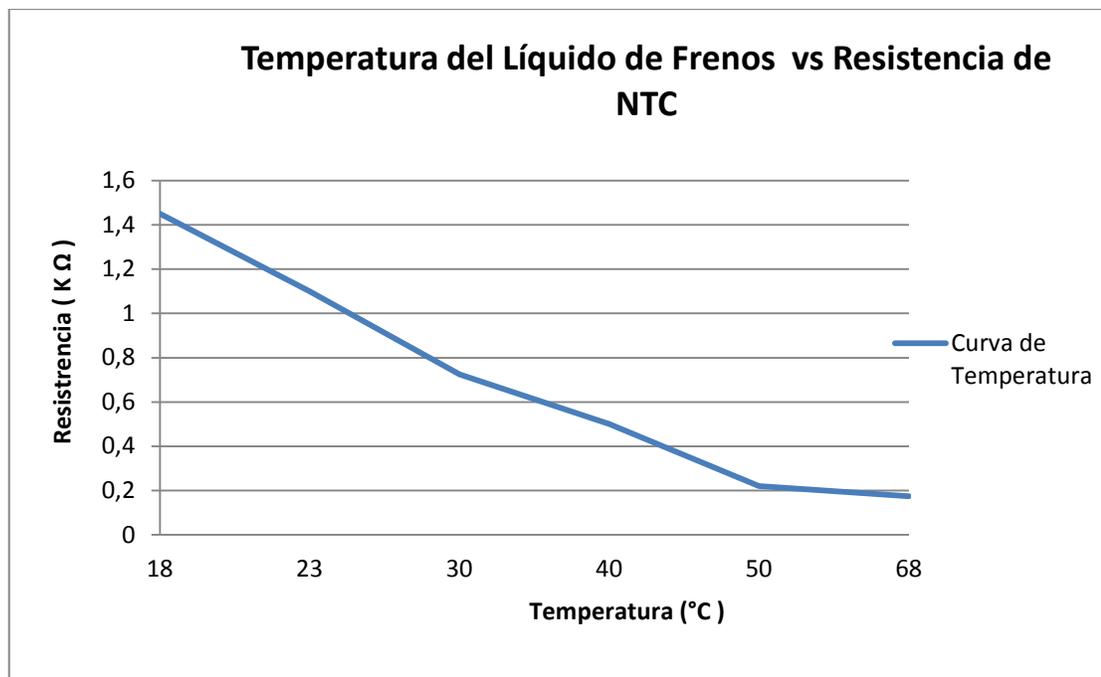


Figura 3.37. Valores de Resistencia vs. Temperatura.
Fuente: Los Autores.

3.2.7 Indicador de Nivel de la Cantidad de Líquido de Freno.

Este sistema de medición ya existente en el vehículo, por tal motivo lo que se realizó fue un mejoramiento del sistema de control de nivel mediante la implementación de un flotador nuevo y una limpieza completa del depósito del líquido de frenos, para de esta forma poder tener una medición correcta de la cantidad del líquido existente.

La parte eléctrica que indica la posición del flotador, no ha sido modificada, se ha realizado un empalme eléctrico para poder tomar la señal resistiva del flotador, para que luego dicha señal sea enviada al PIC, y analizada como voltaje, a continuación se presenta las imágenes de este sistema.



Figura 3.38. Instalaciones de Contactos en Tapa del Depósito de Líquido de Frenos.
Fuente: Los Autores.

3.3 Diseño del Sistema Electrónica.

3.3.1 Diseño de la Tarjeta de Datos.

Antes de construir la tarjeta del circuito se procedemos a diseñar la tarjeta para poder localizar la parte de la botonera y el display, para de esta forma resolver la ubicación definitiva del circuito. A continuación se muestra el diseño final de todo el circuito.



Figura 3.39. Diseño de elementos de la Tarjeta.
Fuente: Los Autores.

Para realizar este diseño se tomó en cuenta el espacio muy reducido que se encuentra libre en la cabina del vehículo. Este espacio está ubicado por encima de la secreta del vehículo para llegar a dicho espacio se tiene que retirar la tapa que esta atornillada, esta tapa se encuentra ubicada encima de la secreta del vehículo.

A este espacio libre es donde van a llegar todos los cables de las instalaciones, y posteriormente se realizara la perforación de la tapa para poder divisar el display la botonera con las dimensiones que se indican a continuación en la figura.

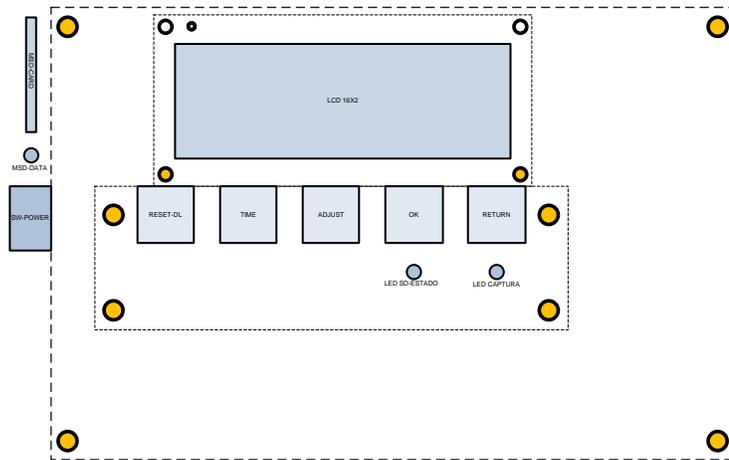


Figura 3.40. Dimensiones de los Elementos del Circuito de Control.
Fuente: Los Autores.

3.3.2 Ubicación del Circuito y las Instalaciones en el Vehículo.

Ya con el diseño de nuestra tarjeta procedemos a realiza todo el cableado de los sensores y dispositivos anteriormente nombrados, hacia todas los sectores que se realizara el monitoreo del vehículo, con el fin de llevarlos hacia el circuito de análisis de datos, como se ilustra a continuación en el siguientes imágenes.

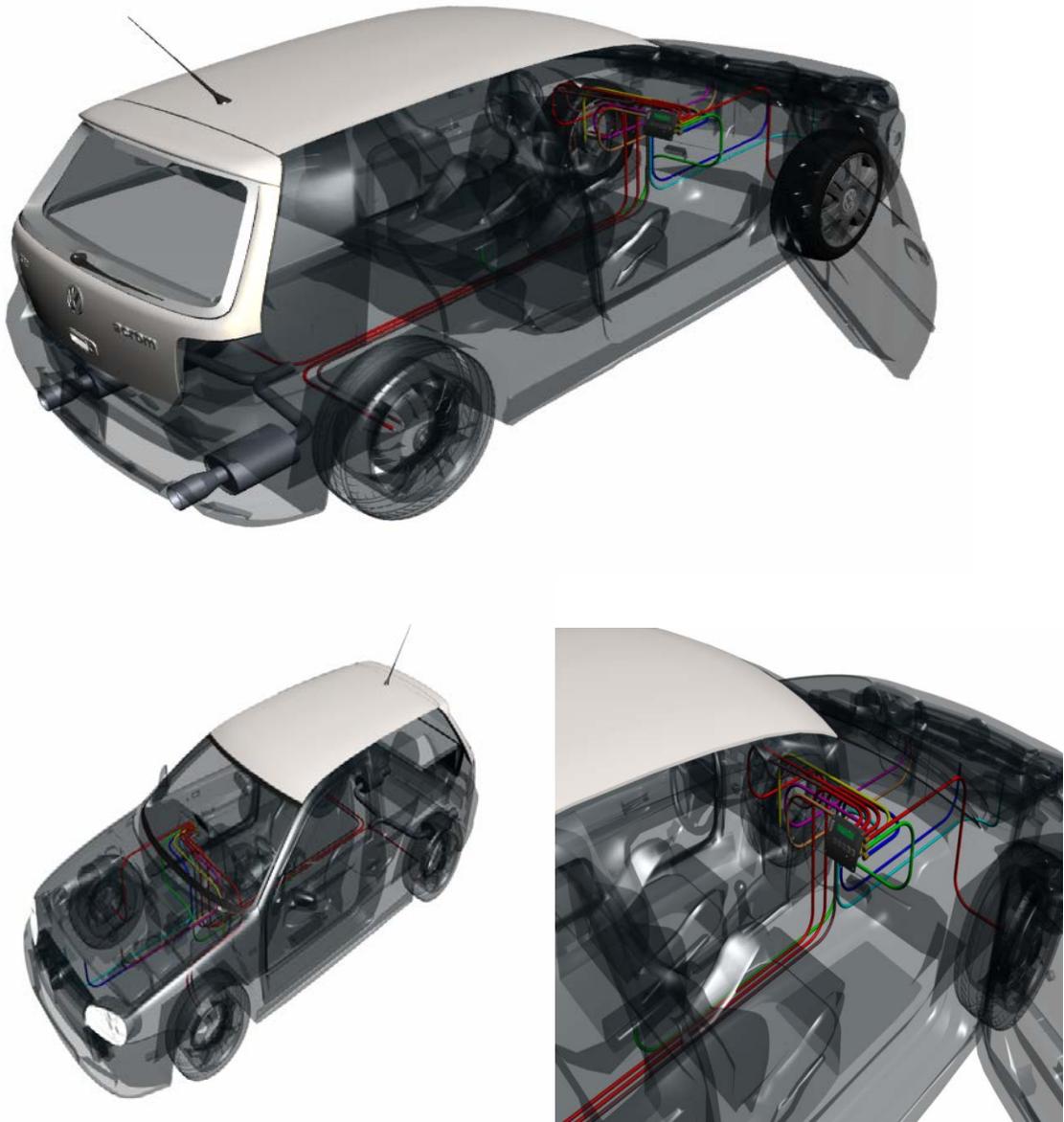


Figura 3.41. Ubicación del Circuito de Control y sus Instalaciones en el Vehículo.
Fuente: Los Autores.

En la siguiente figura 3.40, que se muestra a continuación, se explica según los colores el tipo de elemento que se está monitoreando y enviando los datos hacia el circuito de control.



Figura 3.42. Codificación de Colores de los Circuitos del Vehículo.
Fuente: Los Autores.

3.3.4 Construcción del Circuito de Monitoreo.

3.3.4.1 Construcción del Circuito en el Protoboard.

Como se puede observar en las imágenes pasadas, la activación de las alarmas, se realizó para comprobar el buen funcionamiento del sistema. Por tal motivo esta comprobación se realizó armando todo el circuito en un protoboard, para después darle señales que simulen a los sensores ya instalados, para poder lograr este objetivo utilizamos varios elementos apropiados (potenciómetros termistores, etc.)

Todo este proceso se realiza con el fin de verificar que el circuito funcione bien en la práctica antes de proceder a armarlo definitivamente en la placa, a continuación se muestra unas imágenes de nuestro circuito en el protoboard, funcionando.



Figura 3.43. Ensamblaje del Circuito en un Protoboard.
Fuente: Los Autores.

Una vez ya realizado todas las debidas comprobaciones de funcionamiento, procedemos a realizar la construcción del circuito, para lo cual se emplean varios componentes electrónicos como se indican a continuación en las imágenes.



- | | |
|---|--|
| 1. Microchip 16F4550. | 6. Batería para el reloj del circuito |
| 2. Fase de estabilización del voltaje. | 7. Fase de filtrado de datos para la tarjeta SD. |
| 3. Base soporte de la tarjeta SD. | 8. Micro para la alimentación del display. |
| 4. Entradas de señales de los sensores. | 9. Micro de controlador de señales de entrada. |
| 5. Fase de estabilización de señales de los sensores. | |

Figura 3.44. Partes Principales del Circuito ya Ensamblado.
Fuente: Los Autores

3.4.2 Implementación del Prototipo al Vehículo.

Para poder montar el circuito en el vehículo fue necesario proceder a perforar la tapa que se encuentra ubicada encima de la secreta del carro, Se perforo la tapa a las medidas ya establecidas en el diseño, como se indica a continuación en las imágenes.

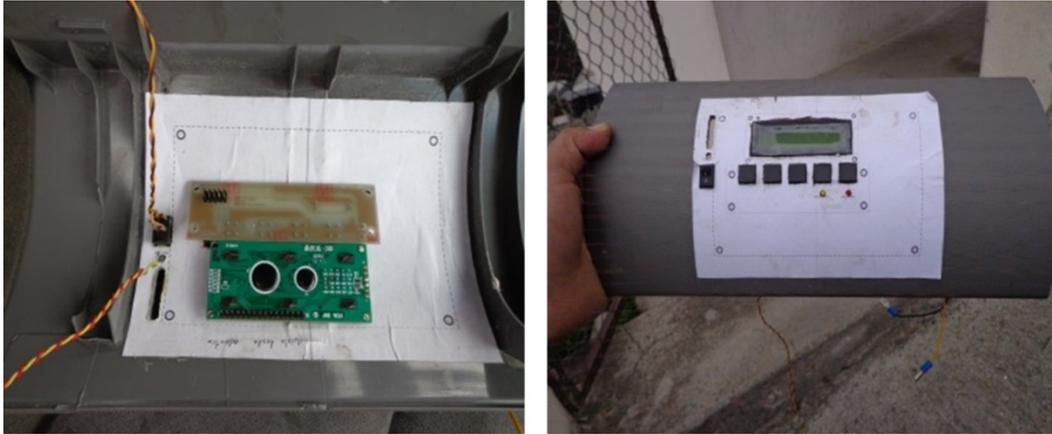


Figura 3.45. Adaptación del Circuito en la Tapa del Vehículo.
Fuente: Los Autores.

Después de acoplar en la tapa, el display, botonera, switch, y la ranura para se puede ingresar la tarjeta SD, procedemos a realizar la instalación de todos los cables de los sensores hacia la tarjeta de información, como se indica en la siguiente figura.



Figura 3.46. Instalación y Montaje Final del Circuito en el Vehículo.
Fuente: Los Autores.

3.4.3 Funcionamiento.

3.4.3.1 Cuando se Encuentra con Tarjeta SD.

En el momento que accionamos el switch de encendido y la tarjeta se encuentra introducida en su respectiva ranura, se encenderá una led rojo (MSD data) esto nos indica que la tarjeta se encuentra en una posición correcta, e inmediatamente el circuito empezará a leer la tarjeta como se puede observar en las siguientes figuras:

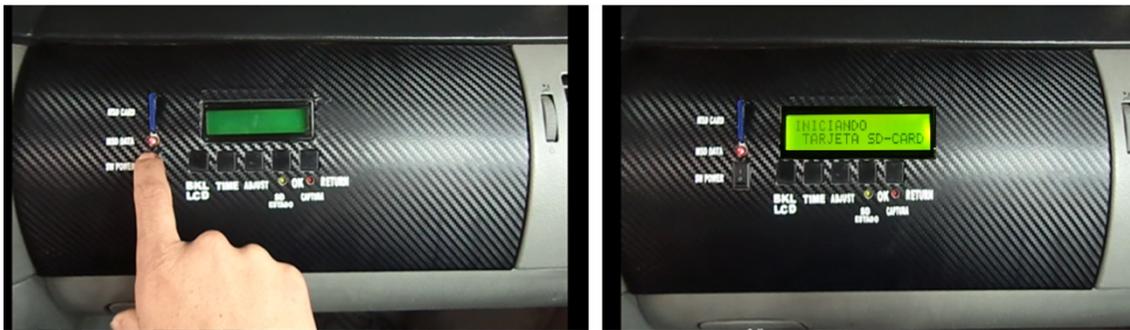


Figura 3.47. Funcionamiento del Sistema con Tarjeta SD.

Fuente: Los Autores.

El sistema comprueba que la tarjeta se encuentre en buen esta y que existan ya una carpeta creada (caso contrario crea carpeta) para almacenar los archivos, dándonos un aviso el sistema de que todo está bien cuando se enciende un led amarillo (SD estado). Y posteriormente sigue corriendo el sistema.

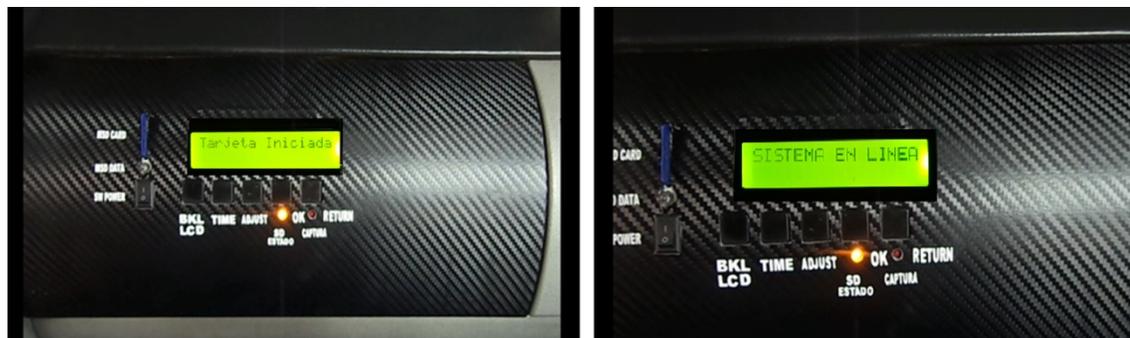


Figura 3.48. Funcionamiento del Sistema con Tarjeta SD.

Fuente: Los Autores.

Cuando ya todo el sistema se ha instalado en la pantalla siempre se podrá observar la velocidad en digital y la hora como se observa en las imágenes.



Figura 3.49. Funcionamiento del Sistema con Tarjeta SD.
Fuente: Los Autores.

3.4.3.2 Cuando se Encuentra Sin Tarjeta SD.

En el momento que encendemos el circuito y el mismo no se encuentra con la tarjeta SD, se procede a encender el led rojo y amarillo de posición y estado respectivamente de la tarjeta, para dar un mensaje al usuario de que no existe la tarjeta.



Figura 3.50. Funcionamiento del Sistema sin Tarjeta SD.
Fuente: Los Autores.

Luego de que el sistema envía el mensaje de falta de tarjeta, como se puede observar en la imagen 3.49 de la izquierda. Prosigue a enviar al display el día, mes, año, con su respectivo reloj.



Figura 3.51. Funcionamiento del Sistema sin Tarjeta SD.
Fuente: Los Autores.

Cuando se pulsa el botón de BKL-LCD se puede observar una segunda pantalla en donde nos indica la presión de líquido de freno y la temperatura de los elementos frenantes en tiempo real. También el botón BKL-LCD nos sirve para encender la luz del display.



Figura 3.52. Funcionamiento del Sistema sin Tarjeta SD.
Fuente: Los Autores.

3.4.3.3 Cuando se Encuentra con Tarjeta SD Nueva o Formateada.

Cuando introducimos una tarjeta SD nueva al sistema, los dos primeros mensajes en el display, serán los mismos ya anteriormente nombrados, como se puede apreciar en las siguientes imágenes.

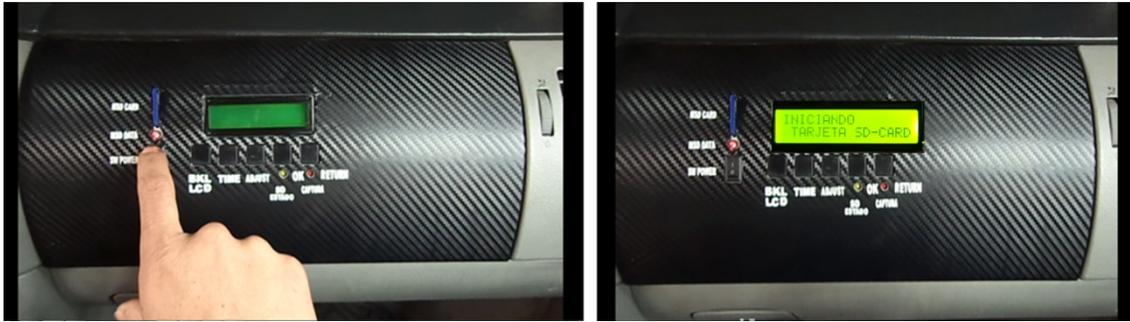


Figura 3.53. Funcionamiento del Sistema con Tarjeta SD nueva o Formateada.
Fuente: Los Autores.

El sistema trata de buscar alguna carpeta en la tarjeta SD, y no puede encontrarla, porque se trata de una tarjeta formateada



Figura 3.54. Funcionamiento del Sistema con Tarjeta SD nueva o Formateada.
Fuente: Los Autores.

El sistema capta que se trata de una tarjeta nueva o formateada, y prosigue a la creación de una carpeta para el almacenamiento de la información.

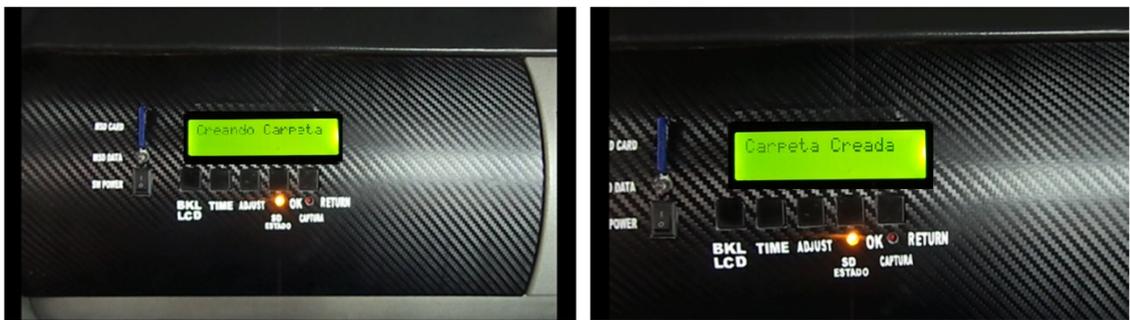


Figura 3.55. Funcionamiento del Sistema con Tarjeta SD nueva o Formateada.
Fuente: Los Autores.

Después de ya crear la carpeta de información, prosigue a crear un archivo de hoja de cálculo en Excel, para de esta manera almacenar los datos de una forma ordenada. Y finalmente la tarjeta se termina de instalar en el sistema.

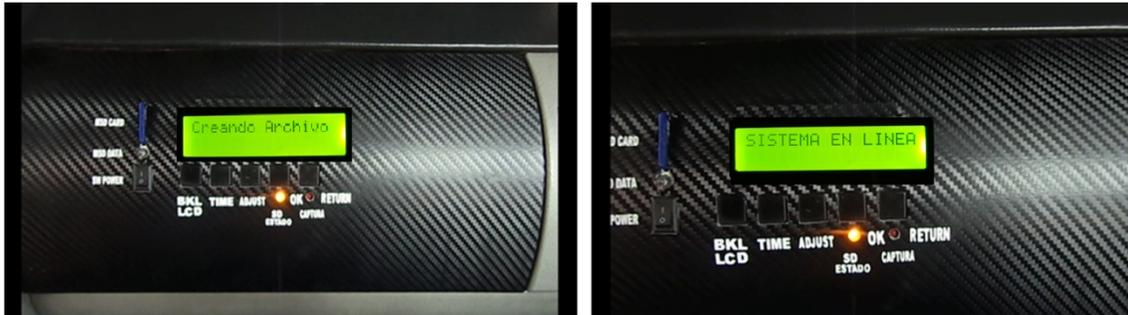


Figura 3.56. Funcionamiento del Sistema con Tarjeta SD nueva o Formateada.

Fuente: Los Autores.

Nuevamente se llega la pantalla en donde se indica la velocidad y la hora como en el caso anterior.



Figura 3.57. Funcionamiento del Sistema con Tarjeta SD nueva o Formateada.

Fuente: Los Autores.

3.4.3.4 Registro de un Dato.

En el momento de soltar el pedal de freno en el display aparecerá un mensaje de dato registrado, acompañado del encendido espontaneo de los led de color tomate y rojo (SD estado y Captura respectivamente.), y automáticamente toda la información de presiones, fuerza, temperaturas, etc., serán enviados a guardan con su respectiva fecha y hora, en la tarjeta SD.



Figura 3.58. Funcionamiento del Sistema Cuando se Registra un Dato.
Fuente: Los Autores.

3.4.3.5 Cuando se Presenta una Avería en el Sistema.

En el momento que el sistema capta algún tipo de mal funcionamiento, ya sea por exceso de temperaturas, desgastes, etc. Automáticamente aparecerá en el display en mensaje de alerta de alarmas, indicándonos en el display de qué tipo de alarma se trata, todo esto seguido de un encendido intermitente de los diodos leds (SD estado y Captura) y el display. Todo esto se ha realizado premeditadamente para llamar la atención del conductor.



Figura 3.59. Funcionamiento del Sistema Cuando se Presenta una Avería.
Fuente: Los Autores.

En el momento que retiramos la tarjeta SD y la analizamos en un computador, podemos observar el tipo de avería que se ha producido de una forma más analítica. También se podrá observa que se escribe automáticamente la avería y el valor numérico, con la fecha y la hora, como se indicara posteriormente. Cabe resaltar que los botones de: time, adjust, ok y retrurn, se crearon con el propósito de igualar la hora y la fecha del sistema.

3.5 Visualización de Datos.

3.5.1 Visualización de Datos Normal.

Los datos capturados y guardados en la tarjeta SD, se visualizara en una computadora con el siguiente formato.

The screenshot shows an Excel spreadsheet titled 'Datalog[15-09-13] - Microsoft Excel'. The data is organized as follows:

DATOS REGISTRADOS POR EL SISTEMA DE MONITOREO																
Tiempo del Sistema		Sensores en Controles				Fluidos		Temp. Pastillas			Temp. Zapatas		Desgastes		Velocidad	Alarmas
Fecha	Hora	Ps PedalF	Ps Fmano	Niv liqFre	Ps LiqFre	Temp LiqFre	Temp PDer	Temp Plzq	Temp ZDer	Temp Zlqz	Des PDer	Des ZDer	Sen VSS			
dd/mm/aa	Hora	Min	Seg	Kgf	Estado	Estado	Bar	°C	°C	°C	°C	°C	Estado	Estado	Km/h	
13/09/2013	11	21	32	2,335	OK	OK	15,557	43,39	34,98	33,423	24,97	25,093	OK	OK	35,23	
13/09/2013	11	21	33	69,789	OK	OK	46,342	43,881	34,587	33,423	24,939	25,093	OK	OK	45,68	
13/09/2013	11	21	43	51,362	OK	OK	33,764	43,61	34,783	33,423	24,939	25,062	OK	OK	23,65	
13/09/2013	11	21	55	2,335	OK	OK	15,392	43,773	34,587	33,231	24,97	25,062	OK	OK	38,58	
13/09/2013	11	21	57	42,471	OK	OK	29,129	43,61	34,783	33,231	24,97	25,031	OK	OK	50,22	
13/09/2013	11	22	11	2,663	OK	OK	15,226	43,719	34,783	33,04	24,97	25,031	OK	OK	42,89	

Figura 3.60. Formato de Presentación de Datos en Excel de la Tarjeta SD.
Fuente: Los Autores.

Como se puede observar en la figura 3.58, el sistema registra todas esas variables que constan en la imagen, indicando nos la fecha, hora, minuto y segundo. En las celdas que nos aparece la palabra “OK” esto nos indica que el estado de esa variable que está monitoreando se encuentran en buen estado, o caso contrario aparecerá en primera instancia un mensaje en el display como ya se indicó en las figuras pasadas (dependiendo de la variable que tenga problemas), todo esto provocar que se archive el error en el documento de Excel de la siguiente forma como se indica a continuación en la figura 3.59.

3.5.2 Visualización de Datos Cuando se Presentan Averías.

Tiempo del Sistema		Sensores en Controles		Fluidos		Temp. Pastillas			Temp. Zapatas			Desgastes		Velocidad	Alarmas
Fecha	Hora	Ps Pedalf	Ps Fmano	Niv liqFre	Ps LiqFre	Temp LiqFre	Temp PDer	Temp Plzq	Temp ZDer	Temp Zlqz	Des PDer	Des ZDer	Sen VSS		
dd/mm/aa	Hora	Kgf	Estado	Estado	Bar	°C	°C	°C	°C	°C	Estado	Estado	Km/h		
13/09/2013	11:21:32	2,335	OK	OK	15,557	43,39	34,58	33,423	24,97	25,093	ACT	OK	35,23	Alarma Pas-Desgas	
13/09/2013	11:21:33	69,789	OK	OK	46,342	43,881	34,587	33,423	24,939	25,093	ACT	OK	45,68	Alarma Pas-Desgas	
13/09/2013	11:21:43	51,362	OK	OK	33,764	43,61	34,783	33,423	24,939	25,062	ACT	OK	23,65	Alarma Pas-Desgas	
13/09/2013	11:21:55	2,335	OK	OK	15,392	43,773	34,587	33,231	24,97	25,062	ACT	ACT	38,58	Alarma Pas-1 Alarma Zap-Desgas	
13/09/2013	11:21:57	42,471	DESCAL	OK	29,129	43,61	34,783	33,231	24,97	25,031	ACT	ACT	50,22	Alarma Pas-1 Alarma Zap-Desgas	
13/09/2013	11:22:11	2,663	DESCAL	ACT	15,226	43,719	34,783	33,04	24,97	25,031	ACT	OK	42,89	Alarma Pas-1 Alarma Zap-Desgas	
13/09/2013	11:22:16	2,335	OK	ACT	15,557	43,773	34,587	33,04	24,97	25,031	ACT	OK	36,78	Alarma Niv-Liq-Frenos	
13/09/2013	11:22:17	62,764	OK	OK	39,06	43,61	14,783	33,04	14,939	25,031	ACT	OK	42,68		
13/09/2013	11:22:24	2,39	OK	OK	15,226	43,719	14,587	13,04	14,939	25,031	OK	OK	28,45		

Figura 3.61. Formato de Presentación de Datos en Excel con Alarmas Activadas en Tarjeta SD.
Fuente: Los Autores.

Se ha puesto con aclarador amarillo la activación de las alarmas para una mejor comprensión, pero en el archivo original no se presenta con este contraste. También se puede observar que en la columna de la posición del freno de mano (Ps Fmano Estado) aparece la palabra “DESCAL” en una de las celdas, esto nos indica que el freno de mano se encuentra descalibrado y requiere calibración.

Todos estos mensajes también aparecen en el display como ya se mencionó, y también son guardados por el sistema en el archivo de Excel como se ha mostrado en las figuras pasadas.

3.6 Diseño del Programa de Análisis de Datos.

3.6.1 Estructura del Programa.

Este es el programa con el cual se abrirá el archivo de Excel “Datalog”, el mismo que contiene todos los datos anteriormente nombrados. Este programa se diseñó en el software LabVIEW 2013 (64-bit), utilizando el siguiente esquema:

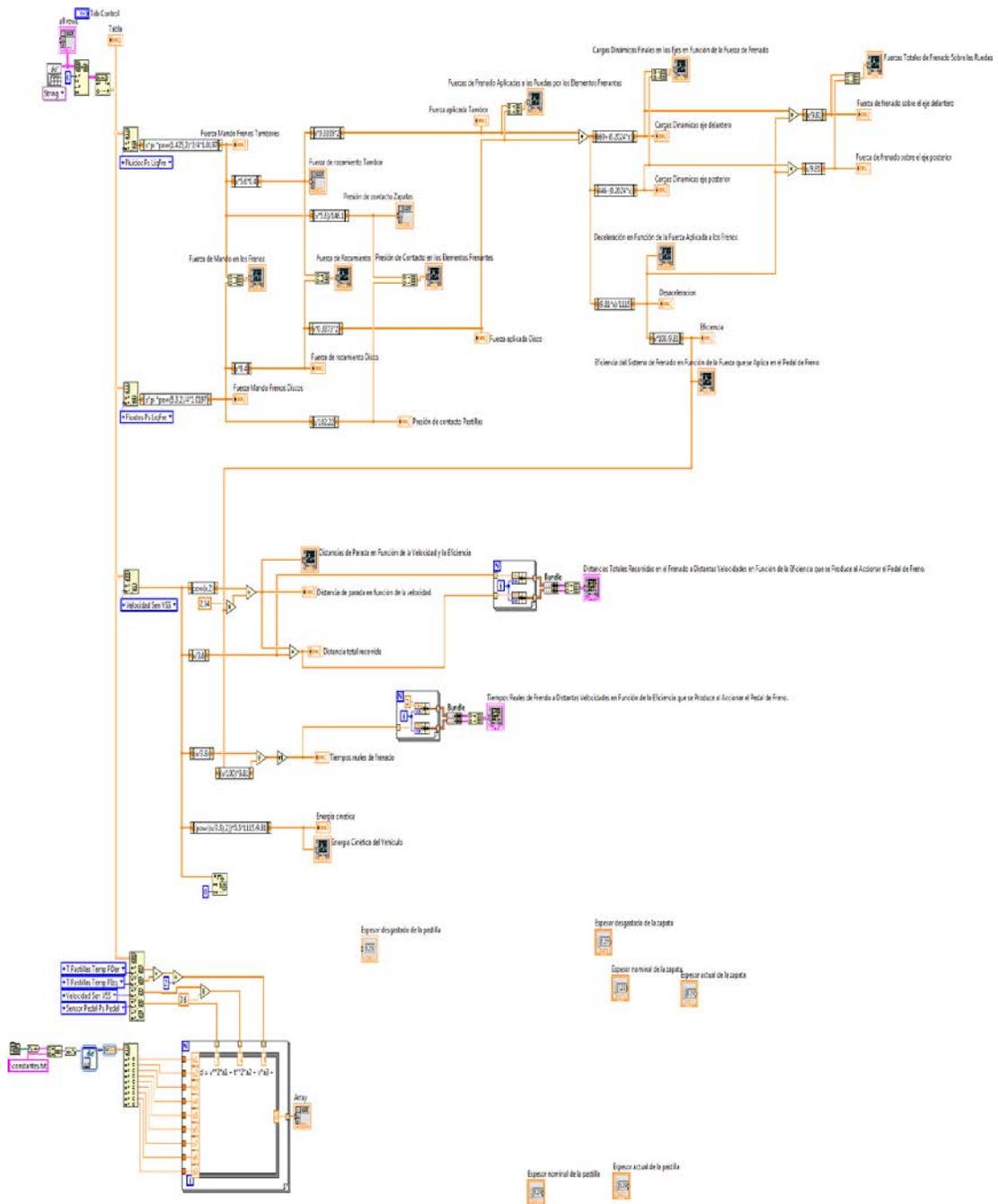


Figura 3.62. Diagrama de Boques para la Ejecución del Programa.
Fuente: Los Autores.

3.6.2 Visualización de la Ventana de Dialogo del Programa.

Una vez solucionado la parte de los enlaces del programa, procedemos a diseñar la parte del cuadro de dialogo, es decir la parte que el usuario visualizara cada vez que abra el programa. Este cuadro de dialogo se visualizara como se indica a continuación en la siguiente figura.

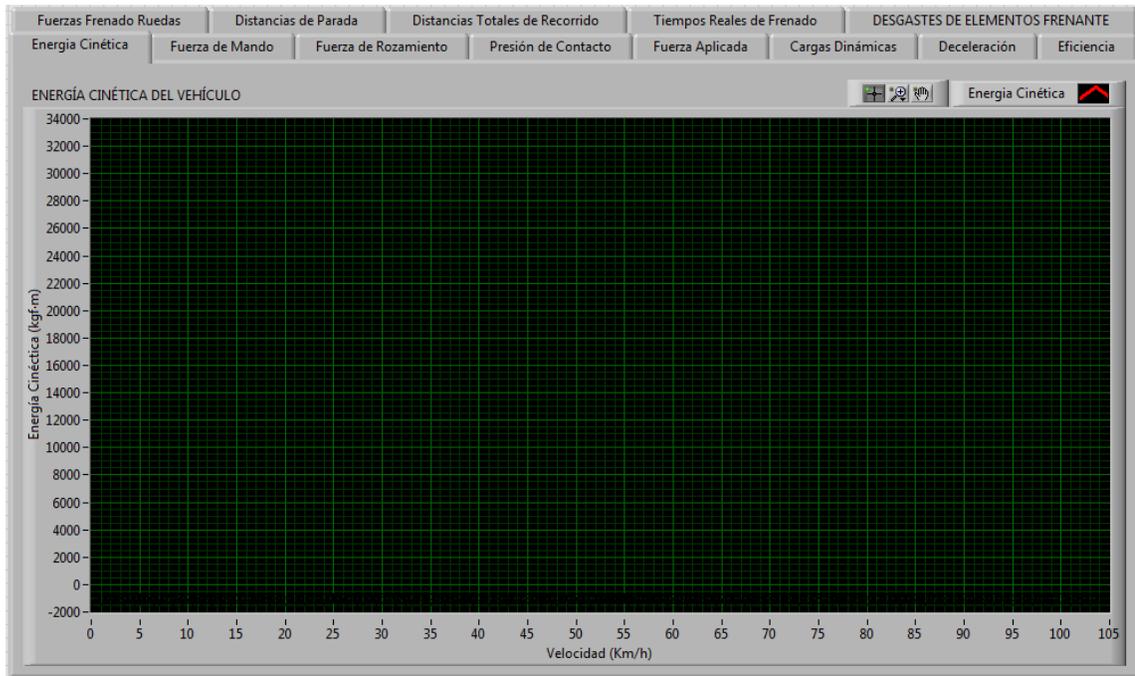


Figura 3.63. Diseño Final del Programa para Graficar.
Fuente: Los Autores.

CAPITULO IV. REALIZACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA IMPLEMENTADO.

En el presente capítulo se realizara el monitoreo del vehículo, en pleno funcionamiento para una trayectoria dada. Para después proceder a analizar todos los datos grabados en la tarjeta SD y relacionarlos con los conceptos fundamentales del frenado de los vehículos automóviles, y con toda esta información determinar los periodos de mantenimiento, en función del tipo de conducción que se ha ya sometido al vehículo. En este monitoreo intervienen algunos efectos tales como lo relacionado con el reparto óptimo de las fuerzas de frenada, también el proceso de deceleración y principalmente la eficiencia del frenado, cabe destacar que toda esta información será graficada automáticamente cuando se abra el archivo de la tarjeta SD.

Consideramos nuestro vehículo en estudio, como cuerpo rígido, no dotado, por tanto, de suspensiones y con movimiento recto y sin acciones laterales ni resistencia aerodinámica, debido a que el análisis de todos los esfuerzos y movimientos asociados a al proceso lo tornarían muy complejo y fuera del alcance de este estudio, por lo tanto este monitoreo lo realizaremos no considerando esas variables mencionadas anteriormente a lo largo de todo este capítulo. También tendremos presente que el reparto de cargas estática se modifican en condiciones dinámicas según las aceleraciones o deceleraciones a que se ve sometido el vehículo, situación que tomaremos muy en consideración para poder emitir un mantenimiento preciso en función de un monitoreo eficiente.

A continuación se procede a realizar las pruebas de monitoreo del sistema en carretera, cabe destacar que todas estas pruebas se realizaron cubriendo la ruta Azogues – Cuenca.

4.1 Energía Cinética Producida por el Vehículo.

Cuando se estudió la dinámica del automóvil, se vio que el par de transmisión (C_t), aplicado a las ruedas de un vehículo, origina en ellas una fuerza de impulsión (F_i) que, transmitida a la masa del vehículo, produciendo el desplazamiento del mismo. Esta fuerza de impulsión por la velocidad media de desplazamiento, determina el trabajo desarrollado en el vehículo, que equivale a la energía cinética del movimiento; es decir:

$$T = F_i \cdot e = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

Por lo tanto podemos decir que cuando a un vehículo en movimiento se le aplica una fuerza igual y de sentido contrario a la fuerza de impulsión (F_i), se origina en él una aceleración negativa o deceleración que llega a anular el movimiento ya que, para detener el vehículo, hay que anular el trabajo desarrollado absorbido por la energía cinética producida en el movimiento; es decir, se debe aplicar una fuerza de frenado, que anule a la fuerza de impulsión (F_i).

En la figura 4.1 se puede observar la cantidad de energía cinética que es producida por el vehículo en función de la velocidad y el peso. Por lo tanto toda esta energía debe ser absorbida por el sistema de frenos en cualquier instante que el conductor decida detener el vehículo, entonces el efecto de frenado consiste en absorber esta energía cinética producida por el vehículo en movimiento, energía que es transformada en calor por el rozamiento mutuo entre los elementos de frenado (zapatas de freno y tambor, pastillas de freno con su disco) y disipado a la atmósfera.

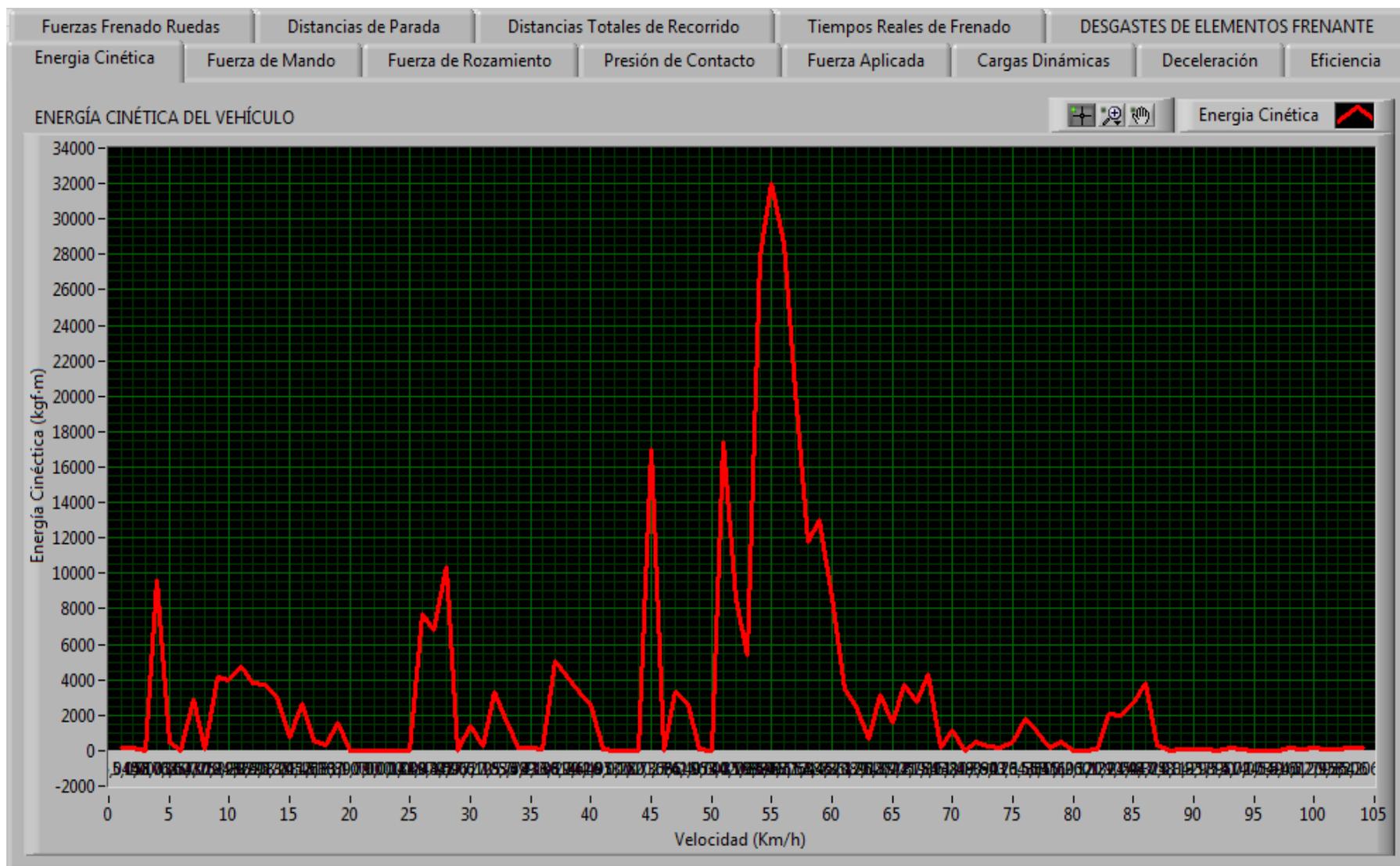


Figura 4.1. Energía Cinética Producida por el Vehículo.

Fuente: Los Autores.

En la siguiente tabla se muestra a continuación algunos de los valores de (μ) según las condiciones del piso y del estado de los neumáticos.

Naturaleza de la carretera	Estado	Neumáticos nuevos	Neumáticos usados
Hormigón	Seco	1,00	1,00
	Mojado	0,7	0,5
Asfalto grueso	Seco	1,00	1,00
	Mojado	0,7	0,5
Asfalto normal	Seco	0,6	0,6
	Mojado	0,5	0,3
	Barro	0,2	0,1
	Hielo	0,05	<0,05

Tabla 4.1. Coeficientes de Adherencia del Neumático.

Fuente: <http://books.google.es/books?id=9VRmtvxFGMwC&printsec=frontcover&dq=sistemas+de+frenos+alonso+perez&hl=es&sa=X&ei=eR1MUvPmFI3o9gTDvIDAAw&ved=0CDYQ6AEwAQ>

Considerando el peso del vehículo en estudio que es **1115 Kgf**, incluido el conductor se procede a realizar todos los cálculos pertinentes de adherencia, según el peso de nuestro vehículo y los diferentes coeficientes que tienen las distintas calzadas de la tabla 4.1. Todo esto se muestra en la siguiente tabla 4.2, con los valores correspondientes, en forma ordenado para posteriormente proceder a representar gráficamente.



Figura 4.3. Peso del Vehículo.
Fuente: Los Autores.

Tabla de Valores de la Fuerza de Frenado			
Terreno	Estado del Terreno	Neumáticos	
		Nuevas	Viejas
Hormigón	Seco	1115	1115
	Mojado	780,5	557,5
Asfalto grueso	Seco	1115	1115
	Mojado	780,5	557,5
Asfalto normal	Seco	669	669
	Mojado	557,5	334,5
Barro		223	111,5
Hielo		55,75	55,75

Tabla 4.2. Tabla de Valores en Función de Varias Variables.
Fuente: Los Autores.

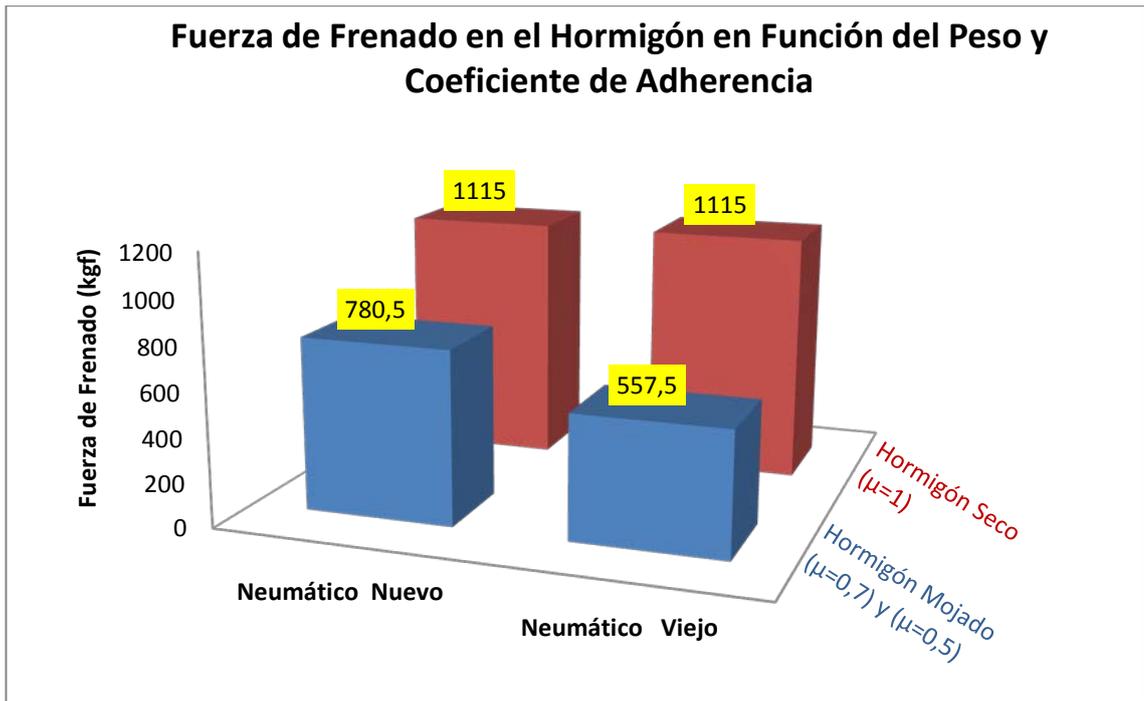


Figura 4.4. Fuerza de Frenado en Hormigón.
Fuente: Los Autores.

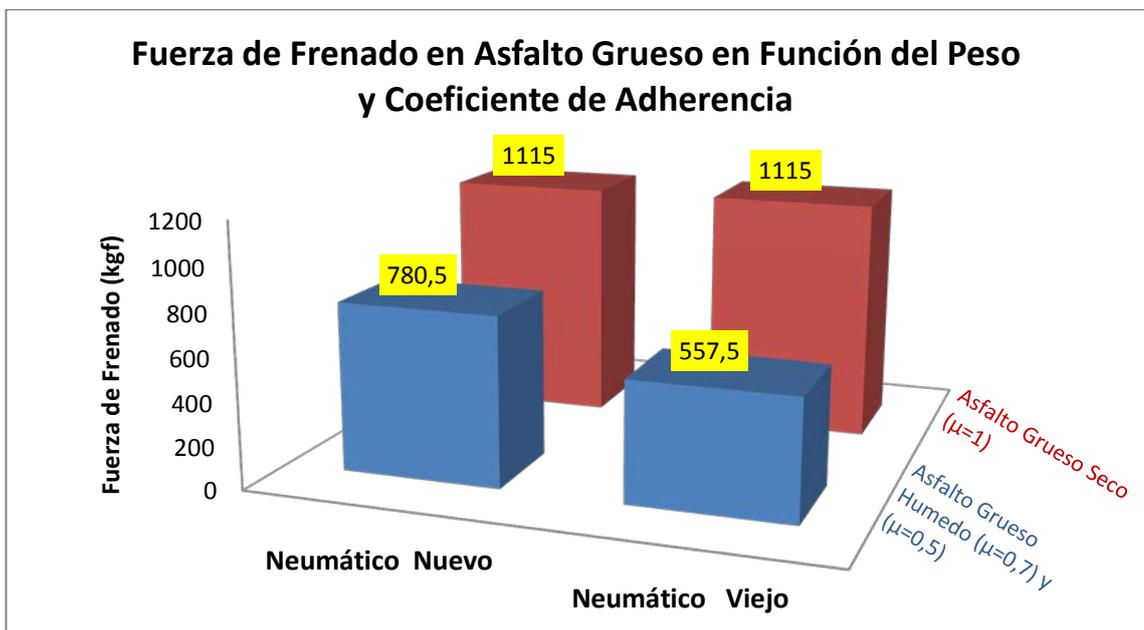


Figura 4.5. Fuerza de Frenado en Asfalto Grueso.
Fuente: Los Autores.

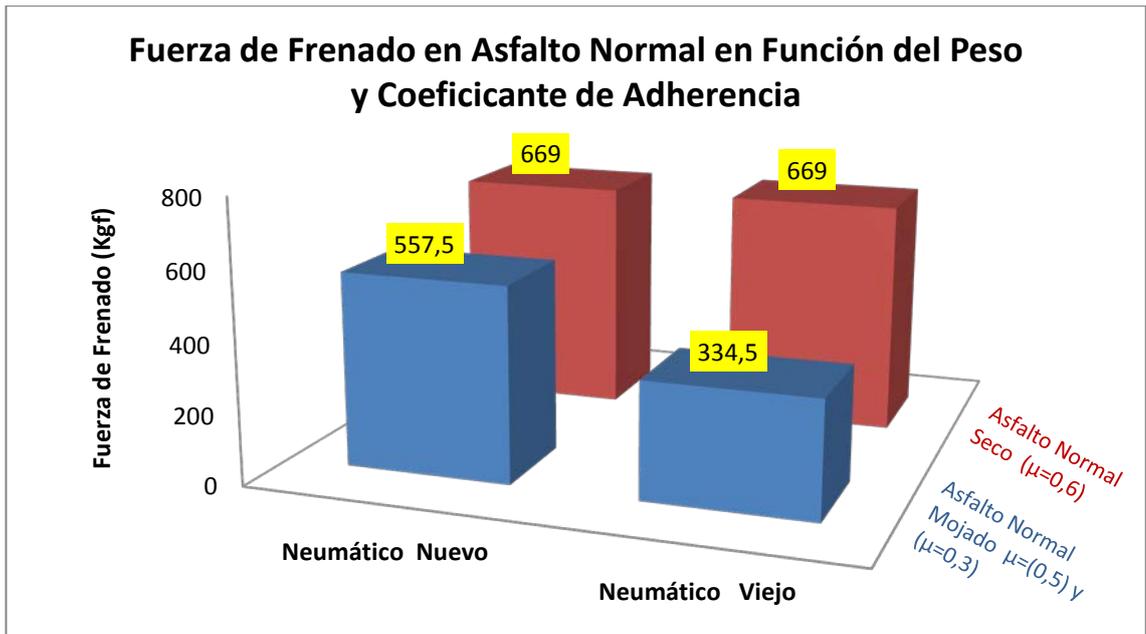


Figura 4.6. Fuerza de Frenado en Asfalto Normal.
Fuente: Los Autores.

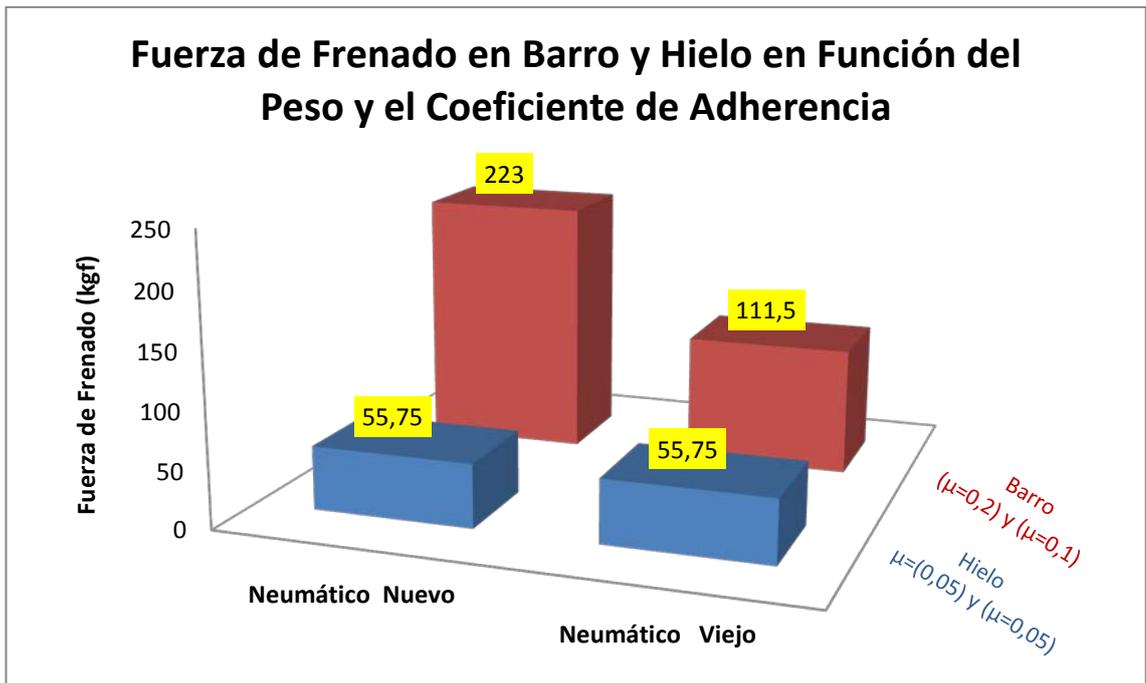


Figura 4.7. Fuerza de Frenado en Barro y Hielo.
Fuente: Los Autores.

Como se puede observar la fuerza de frenado es directamente proporcional al coeficiente de adherencia (μ) que esta en función de los diferentes tipos de calzada y del estado de los neumáticos. Cabe aclarar que esta fuerza de frenado es la máxima total requerida para detener el vehículo, en las diferentes condiciones ya mencionadas, y que nunca se puede dar en un solo instante, ya que el sistema de frenos requiere de un tiempo para transformarla energía cinética en energía calórica.

4.3 Consecuencias del Frenado.

Como se puede observar en la figura 4.8, la fuerza de frenado (F_{fr}) aplicada a la rueda es menor que la fuerza de impulsión en la misma (F_{ir}), originada por su par resistente, la resultante es positiva y hace que el vehículo se desplace, aunque con menor intensidad. Por el contrario si se aplica una mayor fuerza de frenado ($F_{fr} > F_{ir}$), la resultante es negativa, creando un par de fuerzas contrario al giro motor que bloquea la rueda y produce el arrastre de la misma.

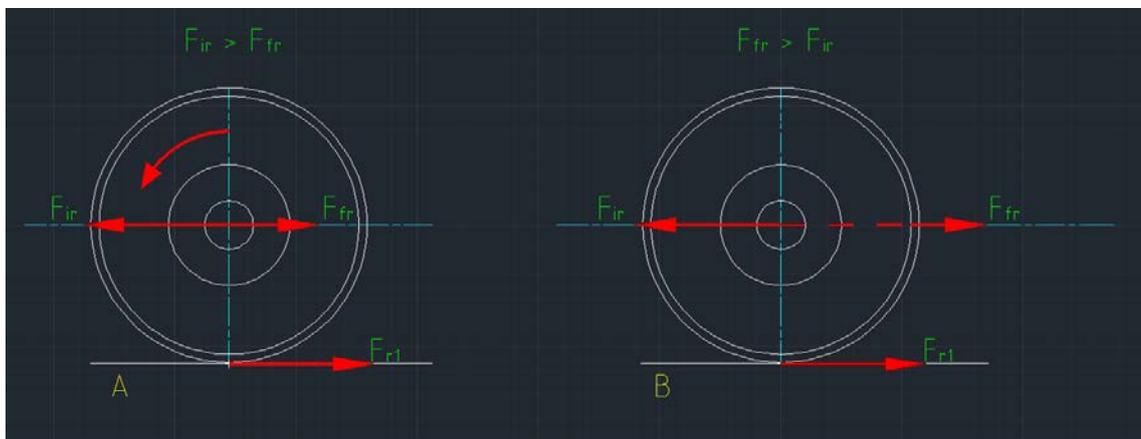


Figura 4.8. Actuación de la Fuerza de Frenado: A, giro; B, bloqueo.

Fuente: Los Autores.

Estas figuras nos indican que, por mucha fuerza que se aplique a un vehículo, este no se detiene antes, ya que para frenar, hay que transformar en calor la energía de desplazamiento.

4.4 Fuerza de Mando en los Frenos.

Todo sistema de presión es accionado por una fuerza de mando (F_{fa}). En el caso de los sistemas de frenos hidráulicos la fuerza de mando (F_{fa}), transmitida a los forros de freno por medio del fluido hidráulico (líquido de frenos), está en función de la presión de mando y de la superficie del émbolo en el cilindro acoplado, por lo tanto la fuerza aplicada general es:

$$F_{fa} = p_h \cdot S = p_h \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

F_{fa} = fuerza de mando aplicada a los frenos.

p_h = presión hidráulica.

S = superficie del émbolo.

d = diámetro del émbolo.

Con esta fuerza aplicada, la fuerza resultante en los frenos de rozamiento según el tipo de freno empleado puede ser de:

- Para los frenos de tambor:

$$F_R = F_{fa} \cdot K_a \cdot \mu_f$$

- Para los frenos de disco:

$$F_R = F_{fa} \cdot \mu_f$$



Figura 4.9. Fuerza de Mando en los Frenos

Fuente: Los Autores.

4.5 Fuerza de Rozamiento.

En el instante que se produce la acción de frenado la fuerza aplicada por los elementos de mando hidráulicos y mecánicos sobre las zapatas o pastillas de freno hace que éstas se adapten a la superficie del tambor o disco con una fuerza de contacto (F_S) que proporciona la resistencia de fricción requerida en el frenado. Esta resistencia o fuerza de rozamiento (F_R) depende:

- De la fuerza de contacto (F_S)
- Coeficiente de rozamiento en la guarnición de los ferodos (μ_f),
- De calidad de las superficies de acabado del tambor o disco.

Esta última debe ser lo más finas posibles, para evitar un desgaste excesivo en las guarniciones o forros de freno. Para realizar nuestros cálculos nos cercioramos que la calidad de acabado superficial de contacto de los tambores y discos sea de acorde a lo mencionado anteriormente, la fuerza de rozamiento o de fricción tiene por valor:

$$F_R = F_S \cdot \mu_f$$

F_S = Fuerza de contacto o de acoplamiento entre las superficies rozantes.

μ_f = Coeficiente de rozamiento o de fricción en los ferodos, que oscila entre **0,25 y 0,6**.

Material Combination	Coefficient of Friction		Temp.(max)	Pressure (Max)
	Wet	Dry	Deg.C	MPa
Cast Iron/Cast Iron	0,05	0,15-0,20	300	0,8
Cast Iron/Steel	0,06	0,15-0,20	300	0,8-1,3
Hard Steel/Hard Steel	0,05	0,15-0,20	300	0,7
Wood/Cast Iron-steel	0,16	0,2-0,35	150	0,6
Leather/Cast Iron-steel	0,12-0,15	0,3-0,5	100	0,25
Cork/Cast Iron- Steel	0,15-0,25	0,3-0,5	100	0,1
Felt/Cast Iron- Steel	0,18	0,22	140	0,06
Woven Asbestos/Cast Iron- Steel	0,1-0,2	0,3-0,6	250	0,7
Moulded Asbestos/Cast Iron- Steel	0,08-0,12	0,2-0,5	250	1,0
Impregnated Asbestos/Cast Iron- Steel	0,12	0,32	350	1,0
Carbon-graphite/Cast Iron- Steel	0,05-0,1	0,25	500	2,1
Kelvar/Cast Iron- Steel	0,05-0,1	0,35	325	3,0

Tabla 4.3. Coeficientes de Rozamiento de los Ferrosos o Guarniciones en Función de la Temperatura, Presión y Condiciones Ambientales.

Fuente: <http://i2.8000vueltas.com/2008/08/coeficientes-de-friccion-temperatura-y-presion-maxima.jpg>

4.5.1 Fuerza de Rozamiento para los Tambores de Freno.

4.5.1.1 Coeficiente de Acoplamiento.

Debido a las características particulares del sistema de acoplamiento de las zapatas al tambor, la fuerza de contacto (F_s) es superior a la fuerza aplicada a los frenos (F_{fa}) de forma que, la relación que existe entre la fuerza de acoplamiento y la fuerza aplicada, determina la característica o coeficiente de acoplamiento (K_{fa}) del freno correspondiente empleado en el sistema.

$$K_a = \frac{F_s}{F_{fa}}$$

La característica de acoplamiento (K_{fa}) de los frenos de tambor se puede observar en la figura 5.10. Esta grafica nos permite obtener una mayor fuerza rozamiento y, por tanto, se requiere menor fuerza de aplicación en los elemento de mando. La fuerza de rozamiento o resistencia a la fricción en función de la fuerza aplicada es:

$$F_R = F_S \cdot \mu_f = F_{fa} \cdot K_a \cdot \mu_f$$

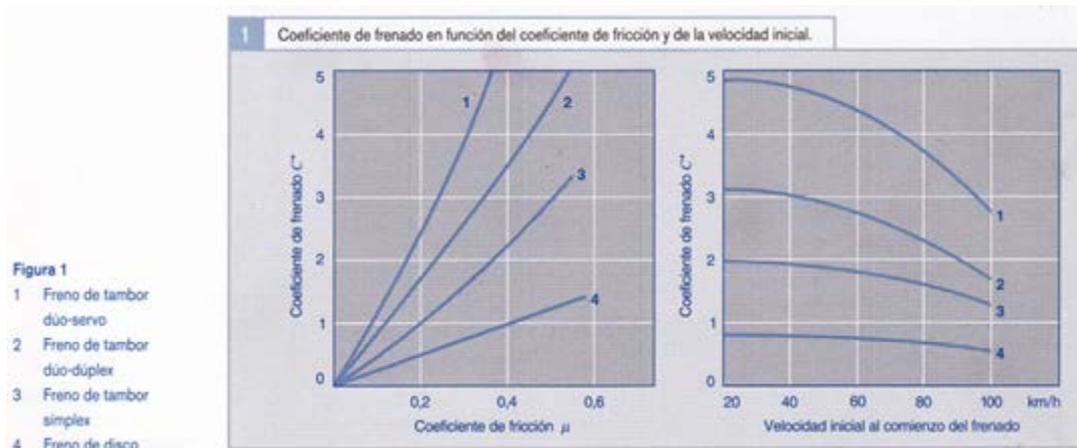


Figura 4.10: Coeficientes de Frenado en Función del Coeficiente de Fricción y de la Velocidad.
Fuente: BOSCH, Robert GmbH, Sistemas de Frenos Convencionales y Electrónicos, Tercera Edición, Alemania, Febrero del 2003. Página 44.

4.5.2 Fuerza de Rozamiento para los Discos de Freno.

La característica principal que presentan estos sistemas de frenos, es su fuerza de acoplamiento (F_S) que es igual a la fuerza aplicada (F_{fa}), lo cual hace que estos frenos necesitan una mayor fuerza en el sistema de mando para obtener la fuerza de rozamiento requerida en el frenado.

Según lo analizado se concluye que, la fuerza de rozamiento (F_R) en este sistema de frenos contiene la siguiente expresión matemática:

$$F_R = F_S \cdot \mu_f = F_{fa} \cdot \mu_f$$

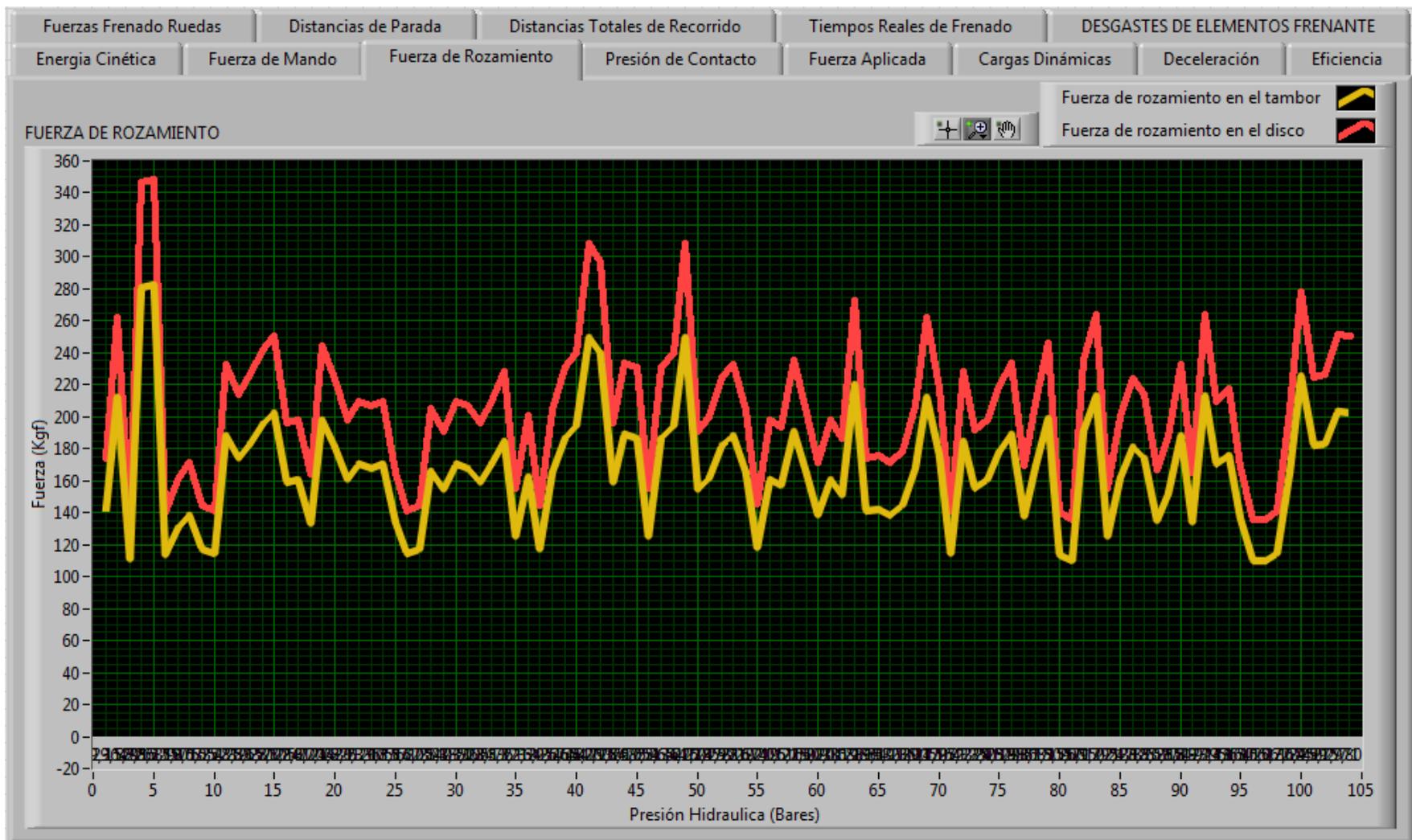


Figura 4.11. Fuerza de Rozamiento en Tambores y Discos.

Fuente: Los Autores.

4.6 Carga Superficial o Presión de Contacto de los Elementos Frenantes (Zapatatas y Pastillas)

4.6.1 En los Tambores de Freno.

Durante el frenado, las superficies de las guarniciones o forros, resultan fuertemente cargadas debido a la presión de contacto originada por la fuerza que actúa sobre ellas.

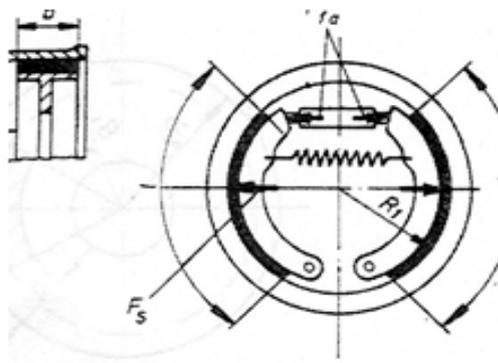


Figura 4.12. Características de los Frenos de Tambor para una Mayor Fuerza de Rozamiento.

Fuente: SANZ Ángel, Tecnología Automoción, Quinta Edición, Barcelona España, 1981, Página185.



Figura 4.13. Dimensiones de los Frenos de Tambor.

Fuente: Los Autores.

Esta presión de contacto (p_c), o carga por unidad de superficie, no debe sobrepasar el valor máximo permisible, calculándose en función de la superficie de frenado. La superficie de frenado (S), según la figura 5.12, resulta:

$$S = 2 \cdot l \cdot b = 2 \cdot \frac{\pi \cdot R_1 \cdot \alpha}{180^\circ} \cdot b$$

l = longitud de la zapata.

b = ancho de la zapata.

R₁ = radio del tambor.

α = ángulo de la superficie de acoplamiento con respecto a la longitud del tambor.

Con este valor, la carga específica o presión superficial es:

$$p_c = \frac{F_S}{S}$$

En todas los casos la carga superficial específica tiene un valor máximo de **10 kgf / cm²** que no se debe sobre pasar. ²

4.6.2 En los Discos de Freno.

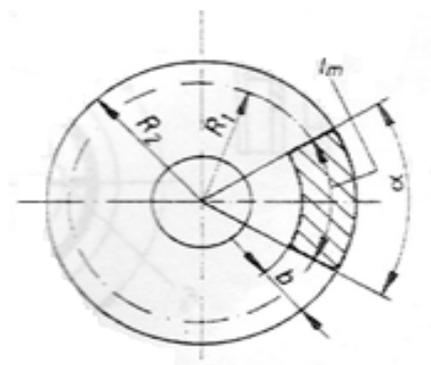


Figura 4.14: Características del Frenos del Disco
Fuente: SANZ Ángel, Tecnología Automoción, Quinta Edición, Barcelona, 1981. Página.186.

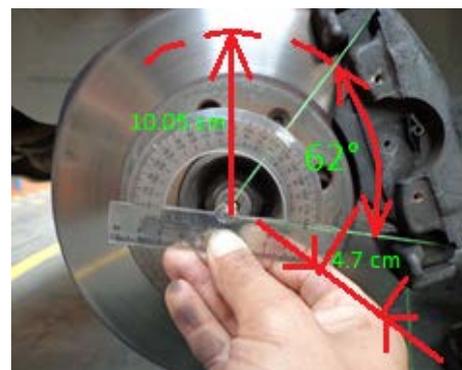


Figura 4.15: Dimensiones del Freno de Disco.
Fuente: Los Autores.

² SANZ, Ángel, *Tecnología de la Automoción* - Quinta. Edición Don Bosco, Barcelona-España,1981, Página 185.

Para estos sistemas de frenos la presión de contacto (p_c), se calculada en función de la fuerza de contacto ($F_S = F_{fa}$) y la superficie de acoplamiento de las pastillas de freno es igual a la expresión que se empleó para calcular con los tambores, y la superficie de frenado según la figura 4.14 es la siguiente:

$$S = 2 \cdot l_m \cdot b = 2 \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot R_1 \cdot \alpha}{360^\circ} \cdot b$$

La carga superficial específica, como en el caso de los tambores, tiene la siguiente expresión:

$$p_c = \frac{F_S}{S} = \frac{F_{fa}}{S}$$

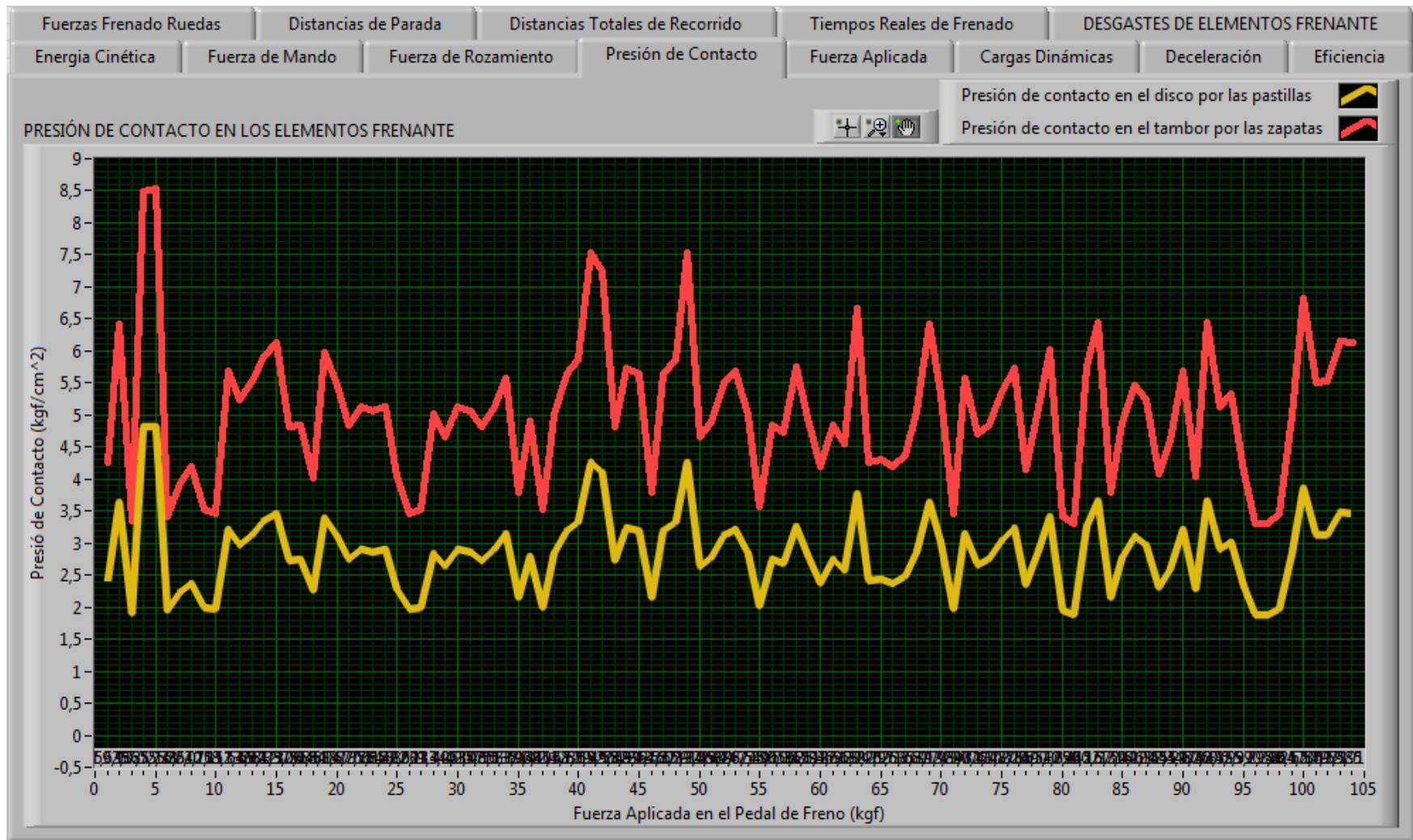


Figura 4.16. Presión de Contacto en los en Pastillas y Zapatas.

Fuente: Los Autores.

4.7 Fuerzas de Frenado Totales Aplicadas a los Neumáticos por los Elementos Frenantes.

Analizando la fuerza de frenado (F_f) que se origina en la periferia de la rueda para detener el movimiento del vehículo, trabaja por el efecto de la fricción entre los elementos de frenado al aplicar una fuerza de rozamiento (F_R).

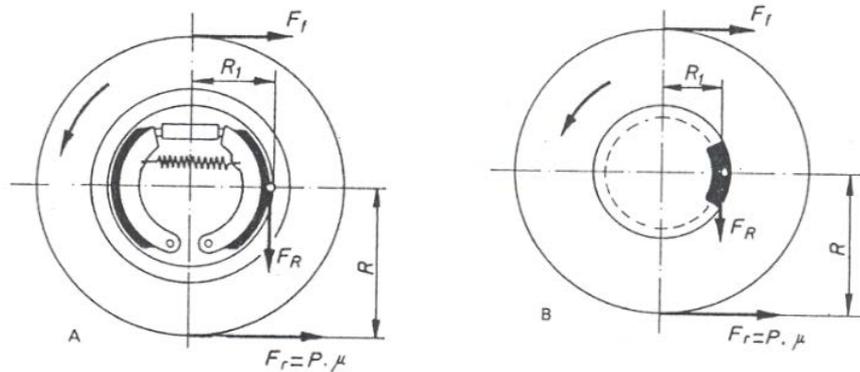


Figura 4.17. Fuerza de Rozamiento en los Frenos: A, Frenos de Tambor; B, Frenos de Disco.
Fuente: SANZ, Ángel, Tecnología de la Automoción, Quinta Ediciones Don Bosco, Barcelona-España, 1981. Página 183.



Figura 4.18. Dimensiones Tomadas en Discos y Pastillas.
Fuente: Los Autores.

Como el par de frenado (C_f) es constantemente y las fuerzas resultantes son inversamente proporcionales a los radios de giro, la fuerza de rozamiento originada

en el tambor o disco de frenado en función de su radio, se puede determinar mediante la siguiente expresión matemática.

$$C_f = F_f \cdot R = F_R \cdot R_1$$

Considérense el radio del neumático tenemos:

$$Radio = \frac{1}{2} [(17)(25.4) + 2(0.4)(205)]$$

$$Radio = \frac{1}{2} (431.8 + 164)$$

$$R = 297.9 \text{ mm}$$

4.7.1 Para los Tambores.

$$F_R = F_f \cdot \frac{R}{R_1}$$

Despejando F_f nos queda:

$$F_f = F_R \frac{R_1}{R}$$

4.7.2 Para los Discos.

$$F_R = P \cdot \mu \cdot \frac{R}{R_1}$$

Según lo anteriormente expuestos:

$$F_f = P \cdot \mu$$

Por lo tanto:

$$F_f = F_R \frac{R_1}{R}$$

F_R = fuerza de rozamiento en los elementos de frenado.

P = peso del vehículo.

μ = coeficiente de adherencia en las ruedas.

R = radio de la rueda.

R_1 = radio de aplicación de los ferodos sobre la superficie de fricción del tambor o disco.



Figura 4.19. Fuerzas de Frenado Aplicadas por los Elementos Frenantes (Pastillas y Zapatas)

Fuente: Los Autores.

4.8 Eficiencia del Frenado y Deceleración.

Del coeficiente de adherencia (μ) se deduce la fórmula de la fuerza de frenado, se puede determinar la eficiencia de los frenos (E) en función de la fuerza aplicada (F_f) y del peso del vehículo (P), haciendo se máxima ($F_{f\text{máx.}}$) cuando sea el coeficiente de adherencia ($\mu = 1$) en las ruedas:

$$\mu = \frac{F_{f\text{máx.}}}{P} = E = 1$$

Sustituyendo los valores de fuerza y peso en función de la masa del vehículo. Se tiene que:

$$\mu = E = \frac{F_f}{P} = \frac{m \cdot d}{m \cdot g} = \frac{d}{g}$$

$$d = \frac{F_f \cdot g}{P} = \mu \cdot g$$

E = eficiencia del frenado.

m = masa del vehículo.

d = deceleración.

g = constante gravitatoria ($g = 9.81 \text{ m/s}^2$)

Esto demuestra que la eficiencia de los frenos esta en función de la deceleración que se produce en el vehículo al frena, que resulta ser máxima cuando se aproxima a la aceleración de la gravedad; es decir, cuando $d = 9.81 \text{ m/s}^2$. La eficiencia de los frenos expresaremos en (%) partiendo de la siguiente formula se tiene que:

$$E (\%) = \frac{F_f}{P} \cdot 100 = \frac{d}{g} \cdot 100$$

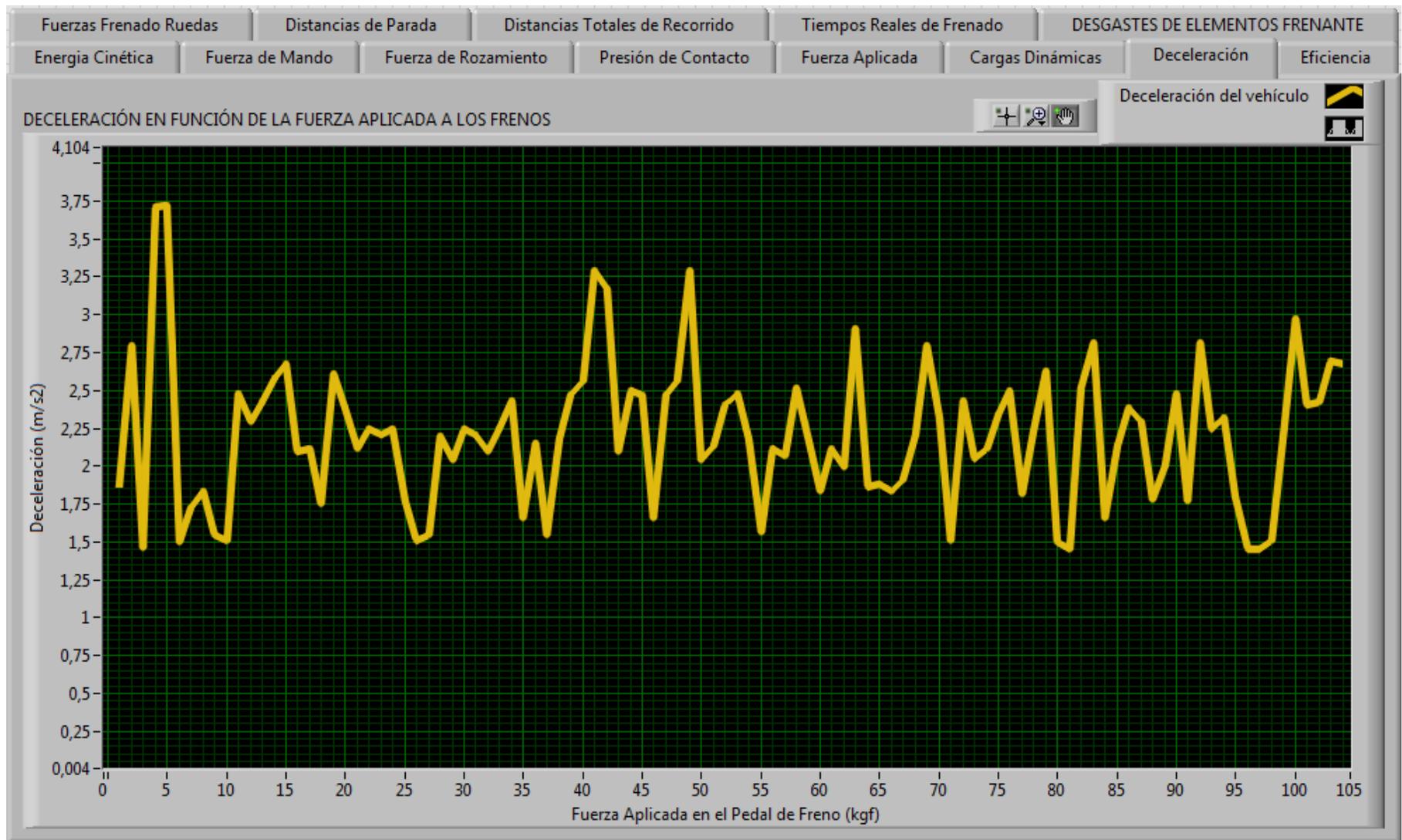


Figura 4.20. Deceleración en Función de la Fuerza Aplicada a los Frenos.
Fuente: Los Autores.



Figura 4.21. Eficiencia del Sistema de Frenos.

Fuente: Los Autores.

A continuación se presenta los valores de fuerzas de frenado en kgf, tomadas del frenometro, para calcular la eficiencia total del sistema de frenos.

- Eje Delantero.



Figura 4.22. Fuerza de Frenado en Ruedas Delanteras.
Fuente: Los Autores.

- Eje Posterior.



Figura 4.23. Fuerza de Frenado en Ruedas Posteriores.
Fuente: Los Autores.

En las imágenes se puede observar que la diferencia de fuerza de frenado para cada rueda del eje delantero y para cada rueda del eje posterior es 7% y 6 % respectivamente, por tal motivo se presenta ese cuadro de dialogo en verde, lo que nos indica que no se requiere de ajustes en el sistema de frenos . Ahora se procede a sumar todas las fuerzas de frenado que se observan en el banco:

$$F_{fr\ TOTAL} = 284+304+64+68 = \mathbf{720\ kgf.}$$

Como ya conocemos el peso de nuestro vehículo incluido el conductor, el mismo que es:

$$P = \mathbf{1115\ kgf.}$$

Por lo tanto para calcular nuestra eficiencia empleamos la ecuación de la eficiencia en función del peso y la fuerza de frenado, y obtenemos:

$$E = \frac{720kgf}{1115kgf} \cdot 100$$
$$E = 64.573 \approx \mathbf{65\ \%}$$

Esto nos dice que el sistema de frenos de nuestro vehículo se encuentra funcionando con una buena eficiencia. Ya que como es de conocimiento nuestro la eficiencia del 100 % se da cuando la fuerza de frenado es igual al peso real que descansa sobre cada rueda al frenar vehículos con asistencia electrónica (ABS y EBV o EBD).

Generalmente nunca se alcanza ese grado de eficacia en los frenos en vehículos sin asistencia electrónica. Por lo tanto se considera al sistema de frenos excelente cuando $E = \geq 80\%$ y buenos cuando $E = > \text{al } 50\% \text{ y } < \text{al } 80\%$ y malos cuando $E = < 50\%$.³

4.9 Reparto de las Fuerzas de Frenado.

Para este análisis es preciso considerar que en las cuatro ruedas existe el mismo grado de adherencia, ya que se suponen iguales los neumáticos y el suelo de rodadura, y también que la fuerza de frenado se distribuye por igual entre las ruedas delanteras y las traseras en función del peso que soportan.

³ SANZ, Ángel, Tecnología de la Automoción, Quinta Edición, Editorial Don Bosco, Barcelona-España, 1981. Página 180.

Siempre cuando se analiza el reparto de las fuerzas de frenado hay que tomar en cuenta que, en el momento del frenado y por efecto de la inercia, aparece una fuerza (F) que, aplicada al centro de gravedad del vehículo, desplaza el conjunto de elementos suspendidos (peso total del vehículo) hacia adelante, este efecto obliga a modificar las cargas sobre los ejes, ya que parte del peso se desplaza de las ruedas traseras a las delanteras.

Todo el peso transferido en función de la fuerza (F), se denominado carga dinámica, que depende del peso del vehículo y la velocidad de desplazamiento. Todo este proceso se origina, en el momento del frenado, al producirse una inclinación del vehículo como se muestra en la figura 4.24 cuyo ángulo (β) depende de la situación del centro de gravedad y de la distancia entre ejes, así como de las características de flexibilidad en la suspensión de sus ejes.

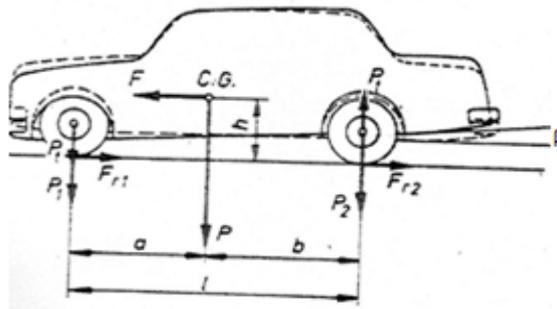


Figura 4.24. Fuerza y Peso Transferido en el Momento del Frenado.
Fuente: SANZ, Ángel, Tecnología de la Automoción, Quinta Edición, Barcelona-España, 1981. Página 180.

4.10 Localización del Centro de Gravedad.

Para poder continuar realizando nuestros cálculos, es indispensable que conozcamos el centro de gravedad de nuestro vehículo incluido el peso del conductor. Para lo cual en primera instancia consultamos el manual del fabricante para conocer las dimensiones exactas del vehículo, y posteriormente llevamos a pesar al vehículo eje por eje como se muestra a continuación en las siguientes figuras:

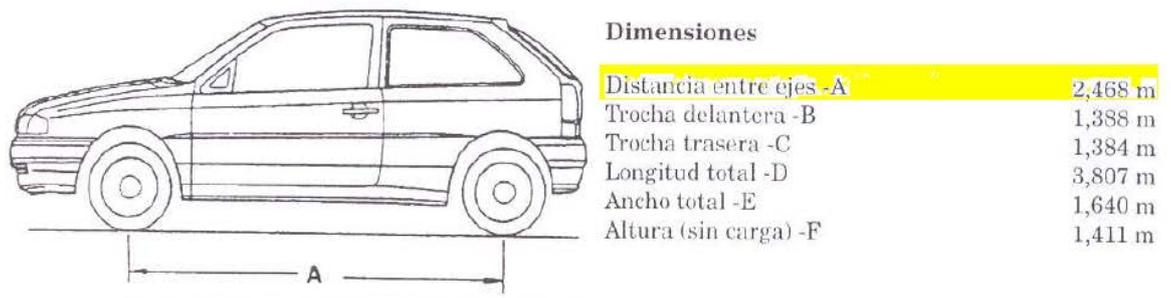


Figura 4.25. Batalla del Vehículo.

Fuente: <http://www.manualdereparaciondeautos.com/manual-de-taller-volkswagen-golf-1-6-1-8-2-0/>



Figura 4.26. Peso del Vehículo en el Eje Delantero y Posterior Respectivamente.

Fuente: Los Autores.

Con la ayuda del software **Autocalc 2** que especializado en el cálculo del centro de gravedad, introducimos todos los datos ya mostrados anteriormente y obtenemos el centro de gravedad para realizar nuestros respectivos cálculos.

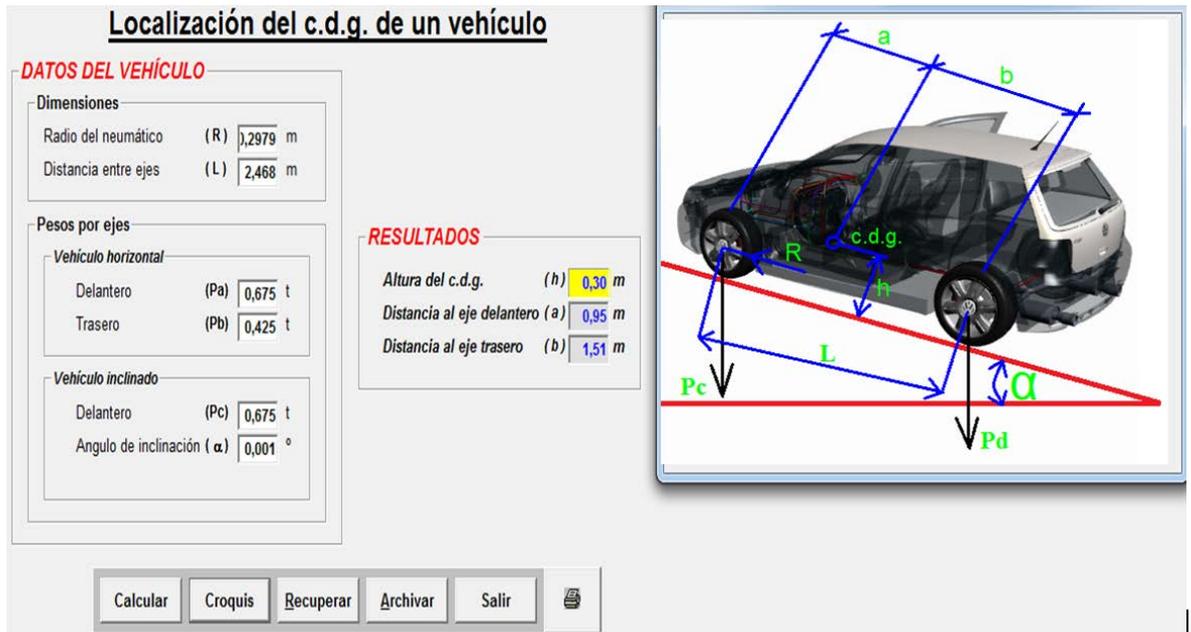


Figura 4.27. Localización del Centro de Gravedad del Vehículo.

Fuente: Los Autores.

4.11 Cálculo del Peso Transferido al Eje Delantero.

Este fenómeno se da en el momento que las ruedas del vehículo son detenidas por la fuerza del frenado, la fuerza (F), aplicada al centro de gravedad del mismo, origina un par de torsión, y por consiguiente generando una transferencia de peso que se indica en la formula a continuación:

$$P_t = P \cdot \mu \cdot \frac{h}{l} = F_f \cdot \frac{h}{l}$$

- P_t = Peso transferido al eje delantero.
- P = Peso del vehículo.
- μ = Coeficiente de adherencia de las ruedas.
- h = Altura del centro de gravedad.
- l = Distancia entre ejes.

4.12 Reparto de Cargas en el Vehículo.

El reparto de cargas sobre el vehículo, según la posición del grupo motopropulsor, suele estar comprendido entre los siguientes valores:

4.12.1 Motor Delantero y Propulsión Posterior: el 50% para cada eje.

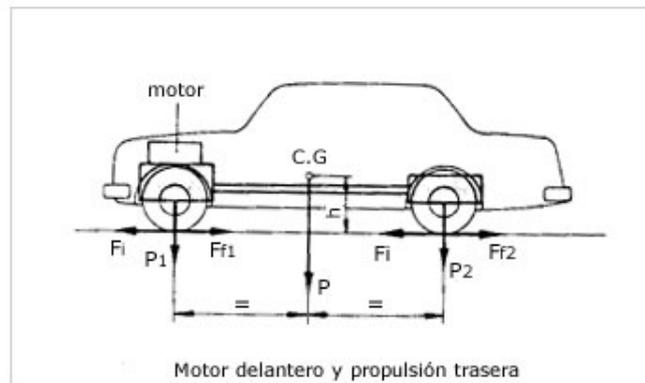


Figura 4.28. Reparto de Cargas para Motor Delantero y Propulsión Posterior.
Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/images-frenos/reparto-frenado-1.jpg>

4.12.2 Motor y Tracción Delantera: el 60 % en el eje delantero y el 40 % en el eje posterior. Siendo este el caso para realizar los cálculos en nuestro vehículo.

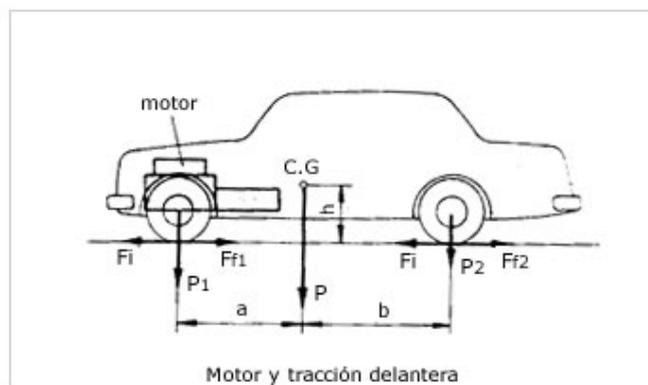


Figura 4.29. Reparto de Cargas para Motor y Propulsión Delantera.
Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/images-frenos/vehiculo-reparto-fuerzas2.jpg>

4.12.3 Motor y Propulsión Posterior: el 40% en el eje delantero el 60% en el eje posterior.

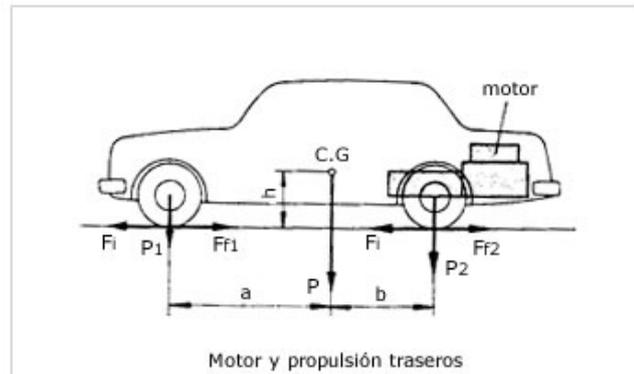


Figura 4.30. Reparto de Cargas para Motor y Propulsión Posterior.

Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/images-frenos/vehiculo-reparto-fuerzas3.jpg>

4.13 Cargas Dinámicas Finales Producidas por el Reparto de Cargas y el Peso Transferido en el Momento del Frenado en los Ejes.

Debemos tomar muy en cuenta que la fuerza de frenado que debemos aplicar a las ruedas de un vehículo es igual a la fuerza de adherencia en las mismas, determinada en función de la carga que gravita sobre ellas, la fuerza de frenado resultante está en función del peso propio que soporta más el efecto dinámico que actúa sobre las mismas durante el frenado.

Según lo analizado anteriormente la carga dinámica que actúa sobre cada uno de los ejes es:

4.13.1 En el Eje Delantero.

$$P_{1din.} = P_1 + P_t = P_1 + \frac{h}{l} \cdot F_f$$

4.13.2 En el Eje Posterior.

$$P_{2din.} = P_2 - P_t = P_2 - \frac{h}{l} \cdot F_f$$

4.14 Análisis de las Curvas de Equiaderencia (Modificación del Reparto de las Fuerzas de Frenado)

Las curvas de equiaderencia es la representación, de un diagrama que está en función de:

$$F_{ft} = f(F_{fd}) \text{ o } M_{ft} = f(F_{fd})$$

En donde:

F_{ft} = Fuerza de frenado Total.

F_{fd} = Fuerzas de frenado en el contacto rueda-calzada.

M_{ft} = Momento de frenado total.

Realizando las respectivas operaciones se obtiene la siguiente ecuación.

$$(F_{fd} + F_{ft})^2 + \frac{P}{h} [F_{ft}l_2 - F_{fd}l_1] = 0$$

En la siguiente ecuación como podemos observar representación de una ecuación correspondiente a una parábola en el plano (F_{zt} , F_{zd}). Los puntos de corte de esta familia de rectas con la parábola de equiaderencia, informan de los esfuerzos de frenado en cada uno de los ejes para lograr la deceleración correspondiente. ⁴

⁴ APARICIO, Francisco, y otros, Teoría de los Vehículos Automóviles, Primera Edición, Editorial E.T.S. e Ingenieros Industriales, Madrid España, Noviembre, 2001. Página.287.

Considerando para el siguiente análisis que la adherencia en el eje delantero y el eje posterior presentan valores diferentes en los respectivos ejes, para diferentes valores de las mismas se obtiene dos familias de rectas que se denominan isoadherencia. Todas las parábolas que se construyen están en función de los estados de carga del vehículo, estas se denominan curvas de equiadherencia. Dando valores a $\mu = a/g$, también se genera una familia de rectas de deceleración constante correspondientes a cada valor de μ .

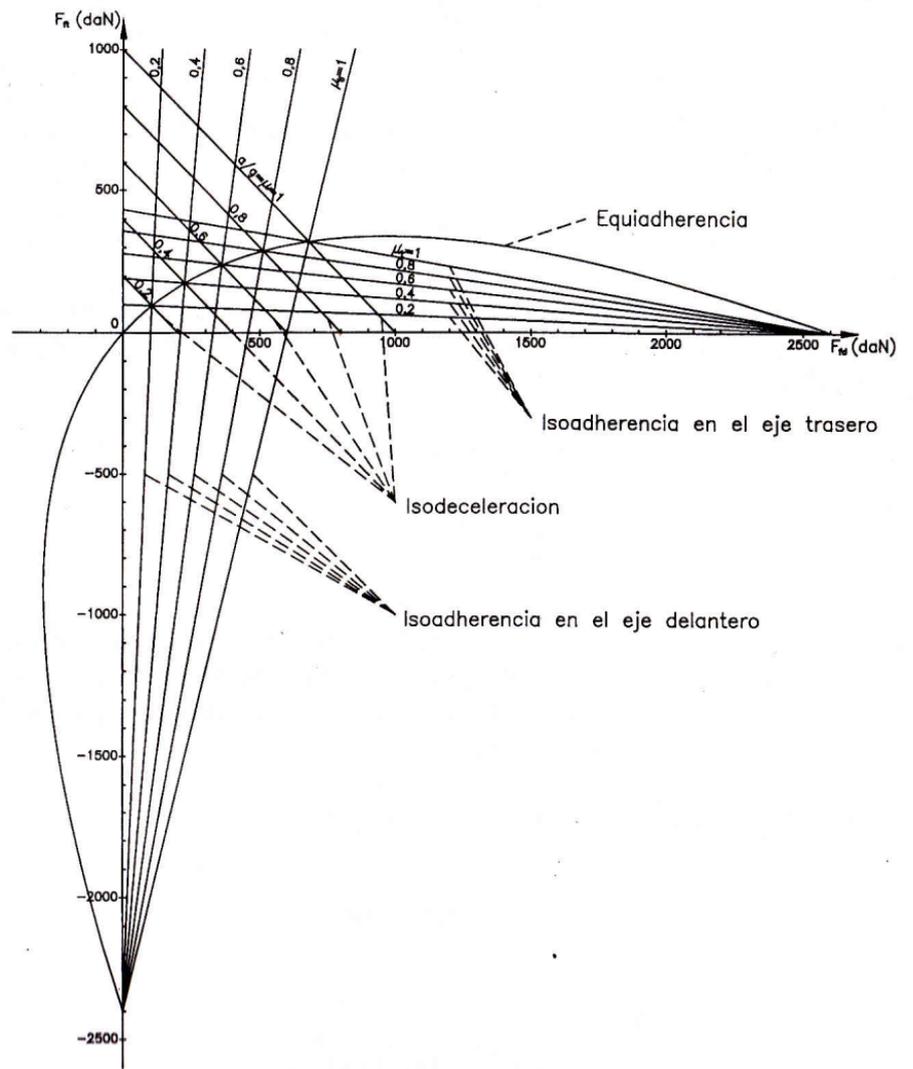


Figura 4.31. Curvas de Isoadherencia, Equiadherencia e Isodeceleración de un Vehículo de Dos Ejes.

Fuente: APARICIO, Francisco, y otros, Teoría de los Vehículos Automóviles, Primera Edición, Editorial E.T.S. e Ingenieros Industriales, Madrid España Noviembre, 2001. Página 288.

Una curva de equiadherencia es el lugar geométrico de dos puntos que, para unas condiciones determinadas de carga del vehículo, logran el máximo aprovechamiento de la adherencia en ambos ejes.

Este aspecto puede denominarse “**curva ideal de frenado**” o “**curva de frenado óptimo**”. En la práctica solo tiene interés un intervalo de la curva para $F_f > 0$ y $\mu \neq 1$ (curva OA) ⁵

En la siguiente figura 4.23, podemos observar la recta (OB), la cual, representa una garantía de que no se bloqueara primero el eje posterior, en ninguna condición de carga, por lo tanto el valor de la equiadherencia deberá ser menor en el eje de las ordenadas (x). En el momento que el sistema de frenos actúa en la recta OB, no se aprovecha al máximo toda la adherencia que se tiene en ese instante. Debido a que la parábola OA, provocara una disminución de la eficiencia del sistema de frenos.

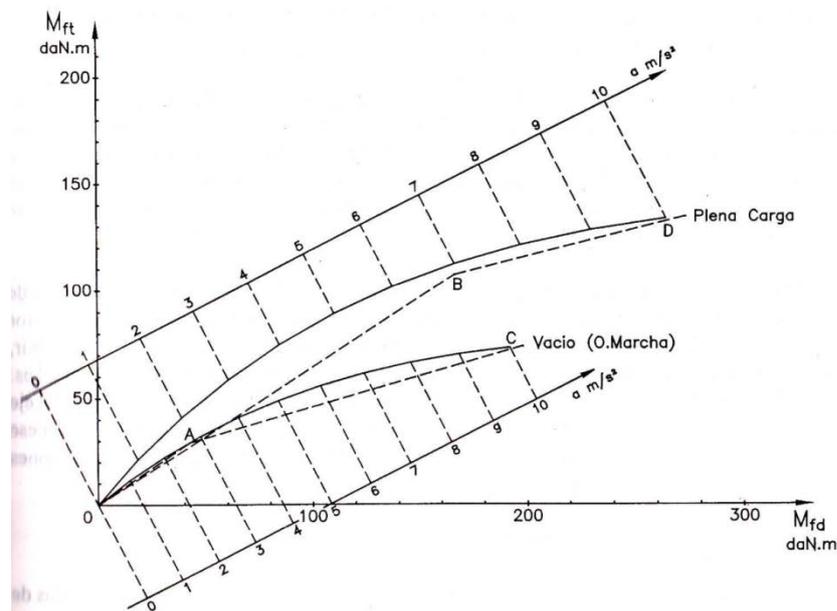


Figura 4.32. Diagrama de Frenado de un Vehículo de dos Ejes.

Fuente: APARICIO, Francisco, y otros, Teoría de los Vehículos Automóviles, Primera Edición, Editorial E.T.S. e Ingenieros Industriales, Madrid, España. Noviembre, 2001. Página 289.

⁵ APARICIO, Francisco, y otros, Teoría de los Vehículos Automóviles, Primera Edición, Editorial E.T.S. e Ingenieros Industriales, Madrid España, Noviembre, 2001. Página.289.

En la figura 4.33, se representa el efecto de un compensador de frenado variable a la carga, en donde la resta OAB representa la relación constante entre las fuerzas de frenado entre ambos ejes, cuando no actúa el compensador de frenado.

Como se puede observar en el punto A cerca del corte de la recta OB con la parábola OM, aquí se presenta la actuación del compensador de frenado cuando el vehículo no está cargado. La deformación de la suspensión actúa sobre el compensador, modificando la presión de corte, que se desplaza desde el punto A hasta el punto B (plena carga), esto se da cuando el vehículo se encuentra completamente cargado. Como ya se sabe el par de frenado en las ruedas posteriores es inferior a las delanteras, esto evita un posible bloqueo de las ruedas posteriores. Y cuando las curvas ideales de PC y OM se encuentran cerca las rectas OBC y OAC respectivamente, esto significa un buen aprovechamiento de la capacidad de frenado en función de la adherencia con el compensador de frenado.

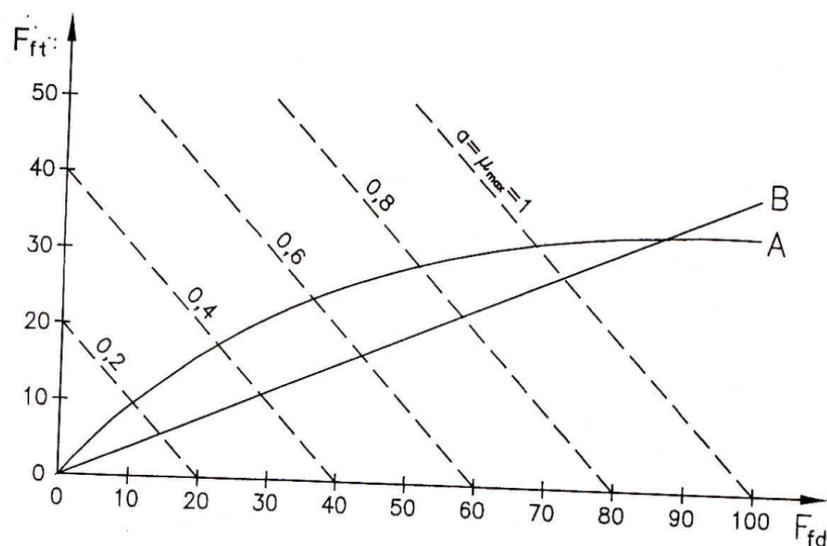


Figura 4.33. Diagrama de Frenado de un Vehículo de dos Ejes..

Fuente: APARICIO, Francisco, y otros, Teoría de los Vehículos Automóviles, Primera Edición, Editorial E.T.S. e Ingenieros Industriales, Madrid, España. Noviembre, 2001. Página 291.

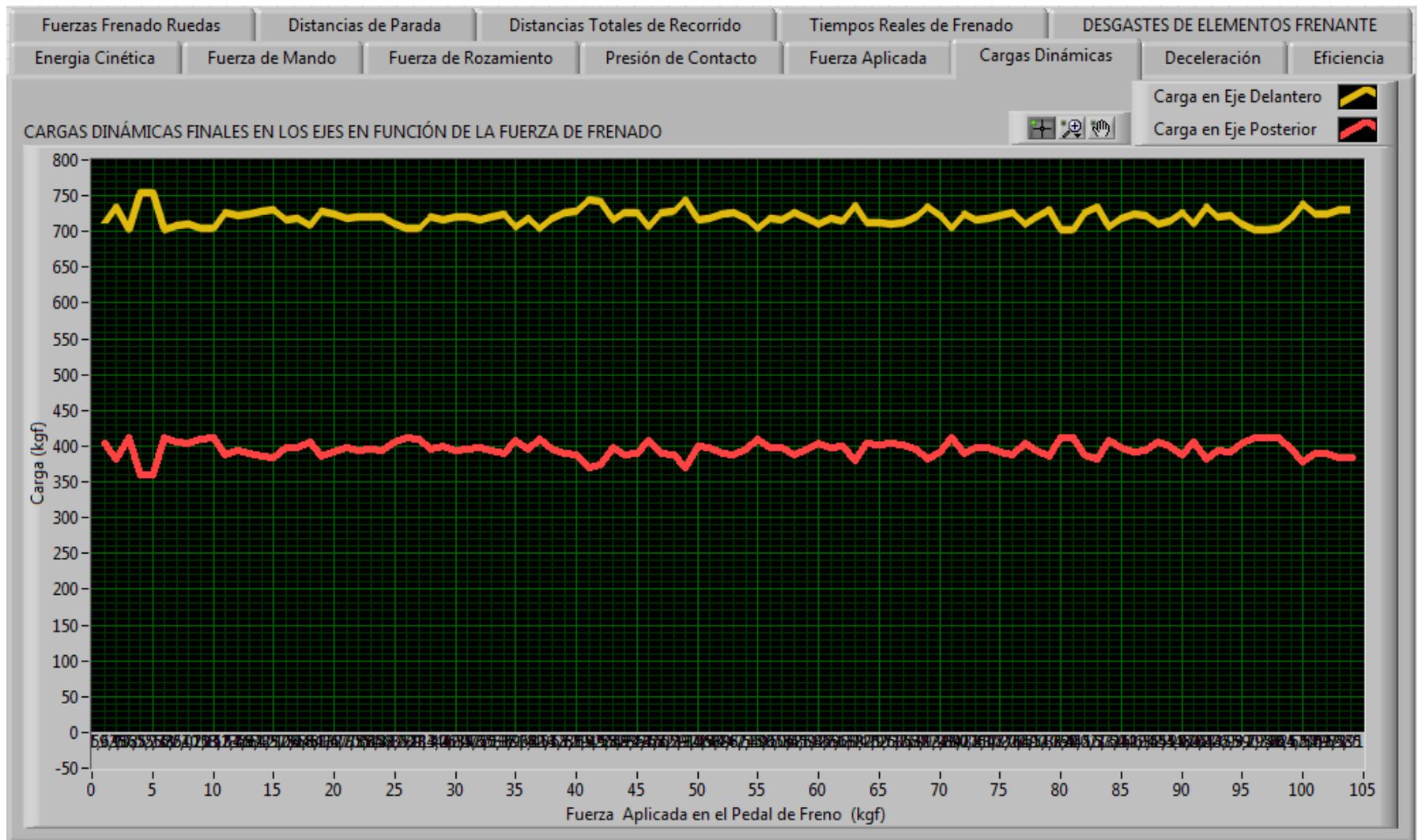


Figura 4.34. Cargas Dinámicas Finales en los Ejes.
Fuente: Los Autores.

4.15 Fuerza de Frenado Sobre las Ruedas.

Es de conocimiento nuestro que la fuerza de frenado sobre los neumáticos, para detener el vehículo está en función de la adherencia de los mismos y lo expuesto anteriormente como es el reparto de cargas en el vehículo etc. Entonces la fuerza de frenado resultante según lo anteriormente dicho es:

La fuerza de frenado en cada eje es:

4.15.1 En el Eje delantero.

$$F_{fd} = P_{1din.} \cdot \mu = \frac{P_{1din.} \cdot d.}{g}$$

4.15.2 En el Eje posterior.

$$F_{ft} = P_{2din.} \cdot \mu = \frac{P_{2din.} \cdot d.}{g}$$

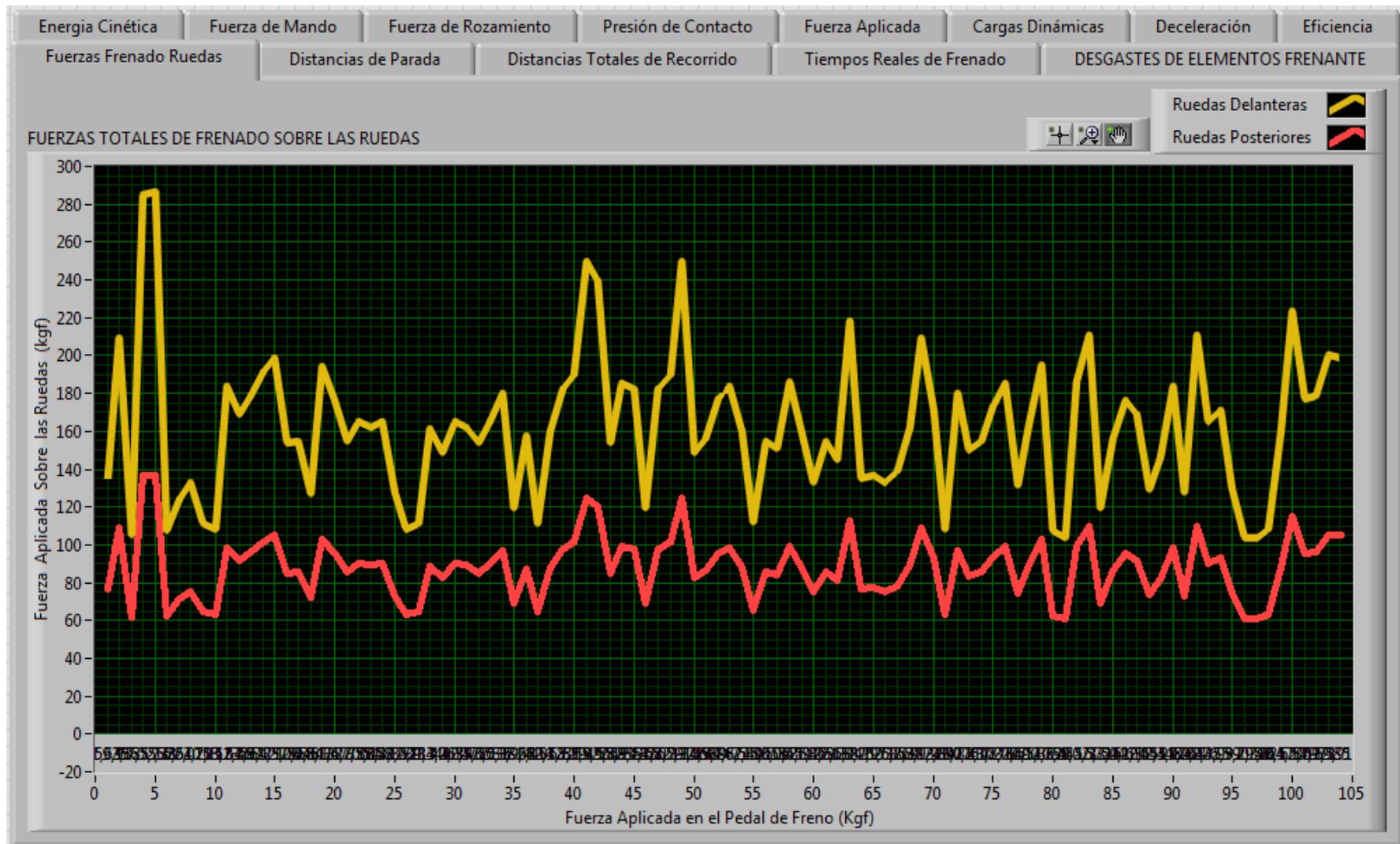


Figura 4.35. Fuerzas Totales de Frenado Sobre las Ruedas Delanteras y Posteriores.

Fuente: Los Autores.

4.16 Distancia de Parada.

La distancia de parada (e) es el espacio recorrido por el vehículo desde que se accionan los frenos hasta que se detiene por completo. Esta distancia de parada depende de:

- La fuerza de frenado.
- Grado de adherencia al suelo en ese momento.
- Velocidad del vehículo.
- Fuerza y dirección del viento (no se considera en este estudio).

Cabe destacar que todos estos factores son variables y muy difíciles de determinar y por tal motivo, no permitirán calcular con exactitud al sistema de monitoreo el valor de la distancia de parada.

4.16.1 Cálculo de la Distancia de Parada.

La energía cinética que posee el vehículo en el momento del frenado, es absorbida y transformada por el sistema de frenos, pero en ese transcurso de tiempo que dura todo este proceso se habrá recorrido una distancia (e). Esta distancia (e) viene determinada en función del trabajo a realizar para absorber. Para poder determinar la distancia de para, se parte de la energía cinética, con el siguiente proceso que se muestra a continuación:

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

Y el trabajo a realizar (T) para absorber esa energía en el frenado:

$$T = F_f \cdot e$$

Igualando ambas expresiones, ya que $E_c = T$, se tiene:

$$F_f \cdot e = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

De donde el espacio recorrido durante el frenado es:

$$e = \frac{m \cdot v^2}{2 \cdot F_f}$$

m = masa del vehículo = P/g .

v = velocidad de desplazamiento.

F_f = fuerza de frenado.

e = espacio recorrido hasta que se detiene el vehículo.

Sustituyendo los valores de masa y fuerza de frenado en la fórmula anterior se tiene:

$$e = \frac{m \cdot v^2}{2 \cdot F_f} = \frac{\frac{1}{2} \cdot v^2}{2 \cdot P \cdot \mu} = \frac{v^2}{2 \cdot g \cdot \mu} = \frac{v^2}{2 \cdot d}$$

Como puede apreciarse, la distancia de parada es independiente del resto del vehículo, estando solamente en función de la velocidad del mismo y de la eficiencia de los frenos. Por ello la distancia de parada es igual para todo los vehículos, siempre que la velocidad y eficiencia de frenado sea la misma.

4.16.2 Cálculo Abreviado de la Distancia de Parada.

También la distancia de parada puede calcularse mediante una fórmula simplificada; en esta fórmula no se tiene en cuenta lo siguiente:

- La resistencia del viento.
- Se considera la máxima presión de inflado en los neumáticos, y también se supone que están en buen estado.

- Se considera la máxima fuerza de frenado.

Por lo dicho anteriormente se obtiene la siguiente expresión para calcular la distancia de parada:

$$e = \frac{v^2}{E \cdot 254} \quad (4.20)$$

- **e** = distancia de parada en (m).
- **v**= velocidad en Km/h.
- **E**= Eficiencia de los frenos.

Ahora calcularemos la distancia de parada con los datos anteriores tomados del frenometro y la eficiencia calculada del 65%. Cabe destacar que se puede mejorar esta eficiencia con el simple hecho de cambio de neumáticos, ya que los mismos presentan un desgaste muy cerca al permitido por los reglamentos actuales de tránsito.

En con la eficiencia que anteriormente nombrada, nos planteamos la siguiente grafica de distancias de parada, en función de la velocidad, empleando ecuación 4.20.

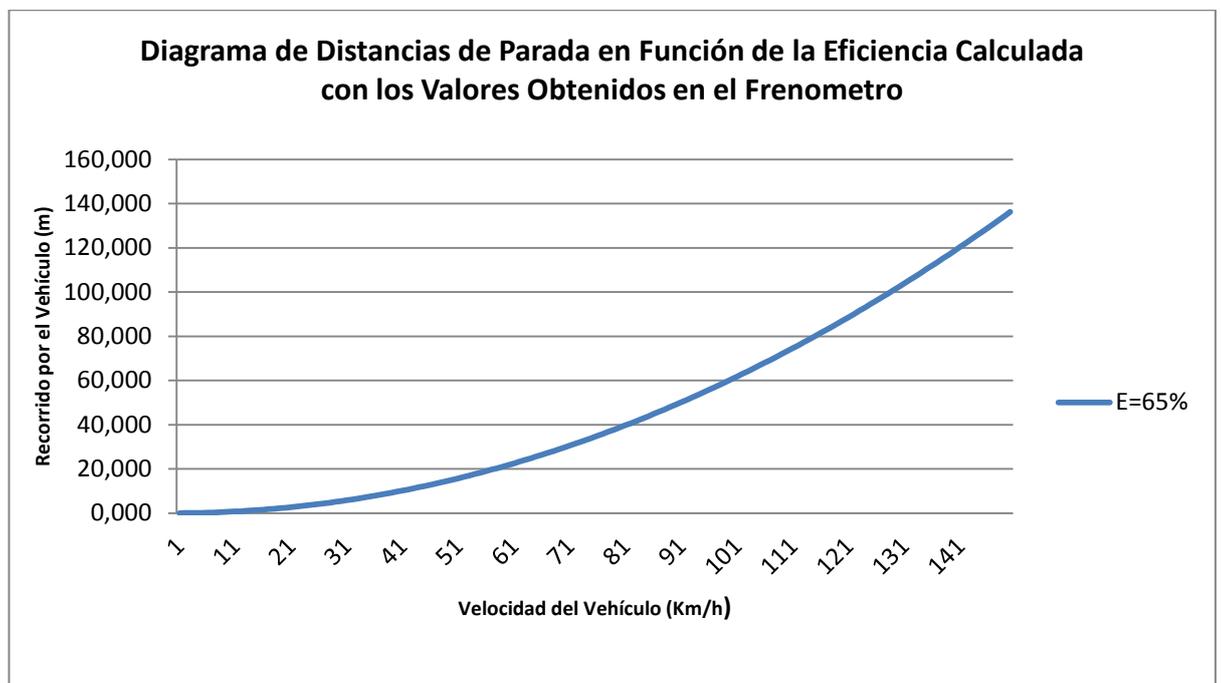


Figura 4.36. Distancias de Parada para una Eficiencia del 65%

Fuente: Los Autores.



Figura 4.37. Distancia de Parada en Función de la Fuerza de la Velocidad y la Eficiencia.

Fuente: Los Autores.

4.17 Tiempos y Espacios o Distancias Totales de Frenado.

Como ya se mencionó anteriormente, la detención de un vehículo consume un determinado tiempo, durante el cual se desplaza a una velocidad decreciente. A continuación examinaremos algunos conceptos relacionados con la cinemática del frenado.

4.17.1 Tiempo Teórico de Frenado.

Cuando a un móvil se le aplica una fuerza de sentido contrario al movimiento, se producirá en él una deceleración (aceleración negativa); por tanto, si un vehículo que está en movimiento se le aplica una fuerza de frenado, se origina una deceleración en su movimiento que será proporcional a la fuerza aplicada, considerando constante la masa del mismo.

Según lo analizado anteriormente, la deceleración (d) producida en el vehículo se calcula de la forma siguiente:

Se debe tener presente que:

$$d = \frac{F_f}{m}$$

Recordando que la velocidad es $v = d \cdot t_f$, el tiempo de frenado t_f será:

$$t_f = \frac{v}{d}$$

O también, sustituyendo los valores de (d), (m) y (μ) por los indicados a continuación:

$$d = \frac{F_f}{m}; \quad m = \frac{P}{g}; \quad \mu = E$$

Se tiene:

$$t_f = \frac{v}{d} = \frac{v}{\frac{F_t}{m}} = \frac{v \cdot m}{F_t} = \frac{v \cdot \frac{P}{g}}{P \cdot \mu} = \frac{v \cdot P}{P \cdot \mu \cdot g} = \frac{v}{E \cdot g}$$

$$t_f = \frac{v}{E \cdot g}$$

4.17.2 Espacio Total de Frenado.

El tiempo de que demora el conductor en reaccionar, también hay que tenerlo en cuenta al calcular la distancia de parada, ya que durante ese tiempo el vehículo habrá recorrido un cierto espacio, llamado espacio de reacción (e_r). Tomando en consideración todo lo analizado anteriormente, el espacio total recorrido por el vehículo para detenerse es:

$$e_t = e + e_r = \frac{m \cdot v^2}{2 \cdot F_f} + v_s$$

e_t = espacio total del recorrido.

e = espacio de frenado.

e_r = espacio de creación.

Ya que (e_r) es igual a (v_s) (espacio en segundos); o también, al sustituir en la fórmula anterior el valor de (F_f) de la fórmula final es:

$$e_t = \frac{m \cdot v^2}{2 \cdot m \cdot d} + v_s = \frac{v^2}{2 \cdot d} + v_s$$

Como es lógico, los espacios de frenado son proporcionales a la velocidad del vehículo, igual que el tiempo de reacción.

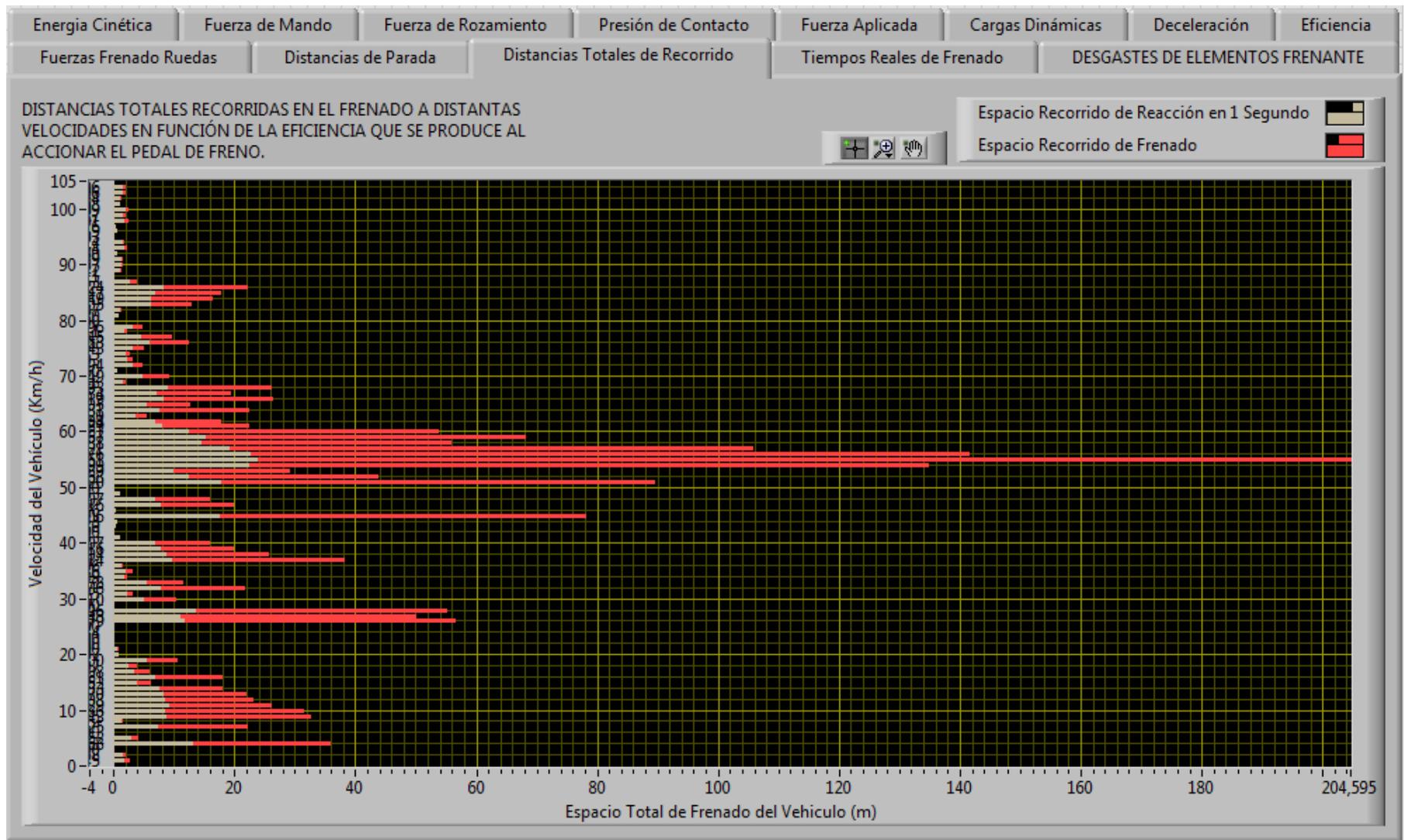


Figura 4.38. Distancias totales Recorridas en el Frenado a Distintas Velocidades
Fuente: Los Autores.

4.17.3 Tiempo Real de Parada.

Para poder calcular un tiempo real de para se debe considerar el tiempo de que el conductor demora antes de pisar el pedal de freno, en ese periodo transcurre en cierto tiempo, llamado tiempo de reacción (t_r) que, en condiciones normales de reflejos, suele ser de un segundo; luego el tiempo de parada real (t_p) en segundos de un vehículo es:

$$t_p = t_f + t_r = \frac{v}{d} + 1$$

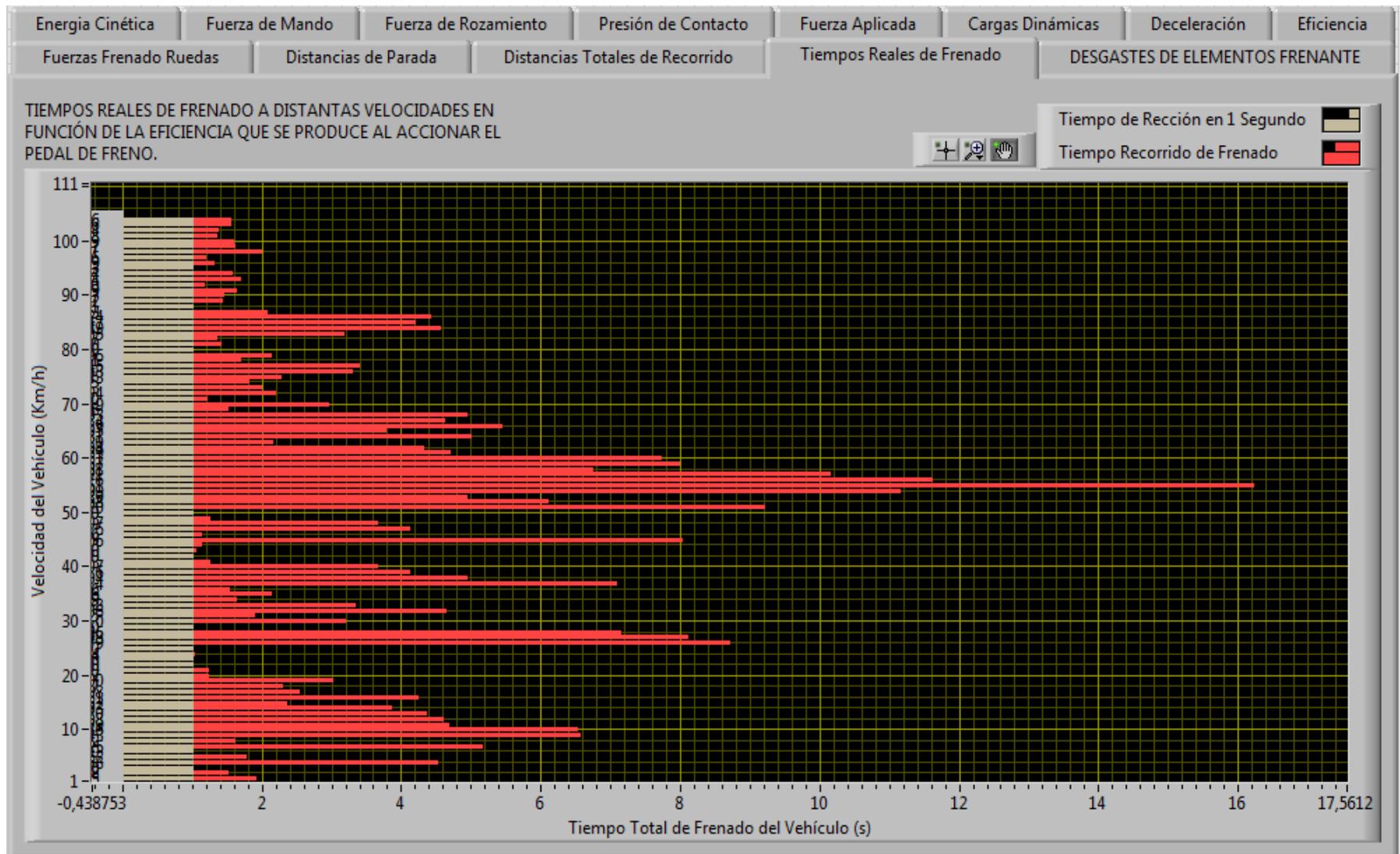


Figura 4.39. Tiempos Reales de Frenado a Distintas Velocidades
Fuente: Los Autores.

4.18 Obtención de la Ecuación de Desgaste.

Ya con todo el sistema funcionando correctamente, procedemos a realizar pruebas de frenado. Posteriormente realizamos la toma de mediciones tanto en las pastillas como en las zapatas, utilizando un micrómetro, esta operación se realiza antes y después de las pruebas para poder anotar esas medidas y posteriormente comprobarlas.



Figura 4.40. Obtención del Dato de Espesor de Pastillas.
Fuente: Los Autores.

En las zapatas se procedió a medir en varios puntos para después sacar una media de desgaste, ya que como se mencionó anteriormente estos elementos presentan un desgaste muy irregular que se debe tomar muy en cuenta.



Figura 4.41. Obtención del Dato de Espesor de Zapata.
Fuente: Los Autores.

Ahora se procede a elaborar una tabla de valores, después de haber realizado varias pruebas con sus respectivas mediciones, con esto obtuvo los siguientes resultados:

T (°C)	F (kgf)	V (Km/h)	D (mm)
40	28.72	26.886	0.015
50	35.28	28.12	0.025
60	40.31	30.77	0.030
70	45.11	32.82	0.035
80	48.28	34.24	0.04
90	55.91	36.89	0.045
100	60.18	39.21	0.03
110	62.72	42.73	0.01

Tabla 4.4. Valores de Desgaste Tomados Experimentalmente, en Función tres Variables.
Fuente: Los Autores.

4.18.1 Ajuste de Curvas.

Como se puede observar en la tabla 4.2, se han tabulado algunos datos de campo tomados experimentalmente, ahora se procede a desarrollar las relaciones predictivas, para lo cual sean encontrado pos tipos de aplicaciones en el ajuste de datos experimentales: análisis de la tendencia y prueba de hipótesis.

El análisis de la tendencia representa el proceso de utilizar el comportamiento de los datos para realizar predicciones, utilizando datos con medidas de alta precisión, como son las que se tomó en las pruebas experimentales. Por tal motivo se emplearán polinomios de interpolación. En cambio el análisis de la tendencia sirve para predecir o pronosticar valores de la variable dependiente.

A la luz de lo anterior podemos ver que, poseemos muchos datos que dependen de más de dos variables, ahora debemos asegurarnos de que todos los datos estén dentro de un rango aceptable, para lo cual empleamos un método llamado de la distribución normal.

4.18.2 Distribución Normal.

Empleamos este análisis para poder observar como los datos se distribuyen alrededor de la media, como se puede observar el histograma de la figura 4.42

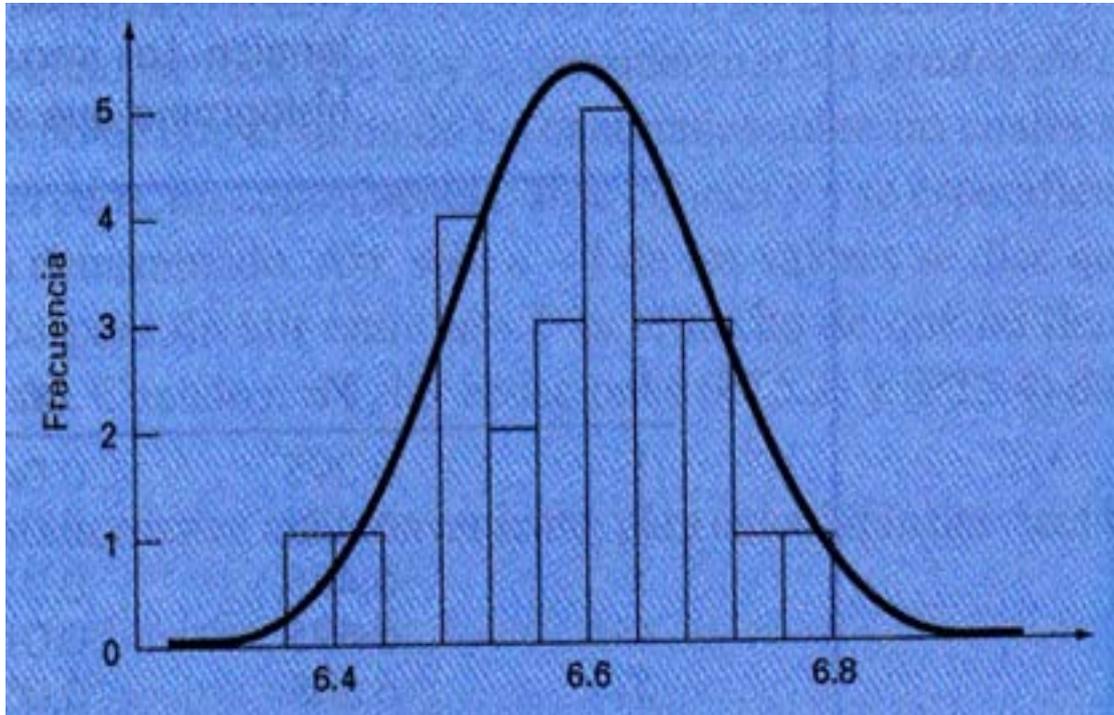


Figura 4.42. Histograma de una Distribución Normal.

Fuente: STEVEN C, Chapra y RAYMOND P. Canale, Métodos Numéricos para Ingenieros, Sexta Edición, Editorial Mc Graw Hill, México, 2011. Pagina 408.

Con este procedimiento realizamos un ajuste de datos, ya que algunos datos (mediciones de desgaste) estaban fuera de rango, y se les tiene que aproximar mediante una curva suave (reemplazando datos por datos lógicos). Como se observa esta curva es simétrica en forma de campana que se sobrepone en la figura, a esto se le llama distribución normal. En este tipo de distribución normal se emplean los conceptos de media, desviación estándar y suma residual de los cuadrados.

4.18.3 Regresión Polinomial.

Se ajustara polinomios a los datos obtenido de la distribución normal, mediante regresión polinomial. Para lograr este propósito se efectuara el proceso de los mínimos cuadrados, como se observa a continuación:

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + e$$

En este caso, la suma de los cuadrados de los residuos es:

$$S_r = \sum_{i=1}^n (y_i - a_0 - a_1x - a_2x^2)^2$$

Al seguir procedimiento matemáticos, obtenemos la derivada de la ecuación anterior, con respecto a cada uno de los coeficientes desconocidos del polinomio.⁶

$$\frac{\partial \delta_r}{\partial a_0} = -2 \sum (y_i - a_0 - a_1x_i - a_2x_i^2)$$

$$\frac{\partial \delta_r}{\partial a_1} = -2 \sum x_i (y_i - a_0 - a_1x_i - a_2x_i^2)$$

$$\frac{\partial \delta_r}{\partial a_2} = -2 \sum x_i^2 (y_i - a_0 - a_1x_i - a_2x_i^2)$$

Estas ecuaciones se igualan a cero y se ordenan para desarrollar el siguiente el siguiente conjunto de ecuaciones normales:

$$(n)a_0 + \left(\sum x_i\right)a_1 + \left(\sum x_i^2\right)a_2 = \sum y_i$$

⁶ STEVEN C, Chapra y RAYMOND P. Canale, Métodos Numéricos para Ingenieros, Sexta Edición, Editorial Mc Graw Hill, México, 2011.Pagina 429.

$$\left(\sum x_i\right) a_0 + \left(\sum x_i^2\right) a_1 + \left(\sum x_i^3\right) a_2 = \sum x_i y_i$$

$$\left(\sum x_i^2\right) a_0 + \left(\sum x_i^3\right) a_1 + \left(\sum x_i^4\right) a_2 = \sum x_i^2 y_i$$

Donde todas las sumatorias van desde $i = 1$ hasta n . Se puede observar que las tres ecuaciones anteriores son lineales y tiene tres incógnitas ; a_0, a_1 y a_2 . Los coeficientes de las incógnitas se evalúan de manera directa, a partir de los datos observados.⁷

Para este caso se observa que el problema determina unos polinomios de segundo grado por mínimos cuadrados que es equivalente a resolver un sistema de tres ecuaciones lineales simultáneas, lo cual lo resolvemos con la ayuda del software Matlab. También para graficar estos datos utilizamos en el mismo software el comando cftool, y el resultado es el que se indica a continuación.

4.18.3.1 Frenado

X=F Y=T z=D

F, T²

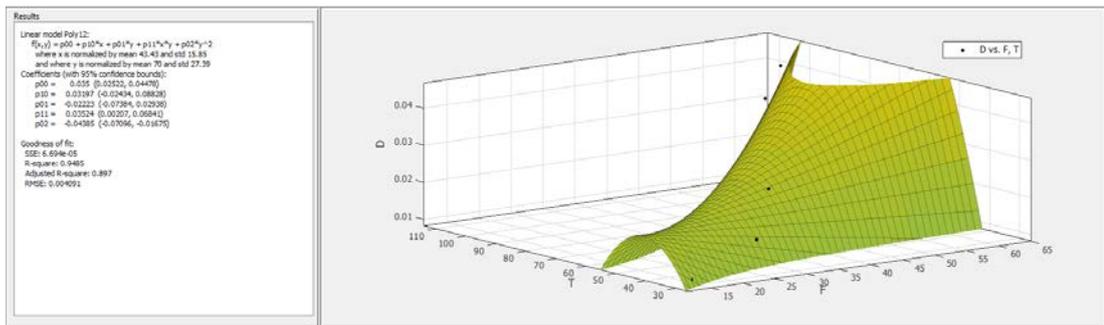


Figura 4.43. Datos de Frenado Dispersos con Temperatura al Cuadrado.

Fuente: Los Autores.

⁷ STEVEN C, Chapra y RAYMOND P. Canale, Métodos Numéricos para Ingenieros, Sexta Edición, Editorial Mc Graw Hill, México, 2011.Pagina 429.

4.18.3.2 Frenado 2

$$X=F \quad Y=V \quad Z=D$$

$$F, V^2$$

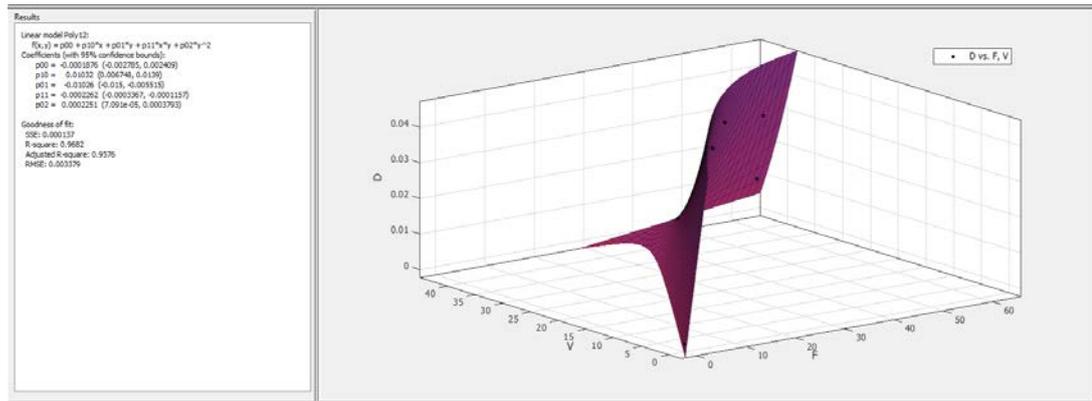


Figura 4.44. Datos de Frenado Dispersos con Velocidad al Cuadrado.

Fuente: Los Autores.

4.18.3.3 Ajuste Frenado

$$X=A, Y=B, Z=D$$

$$A^2, B$$

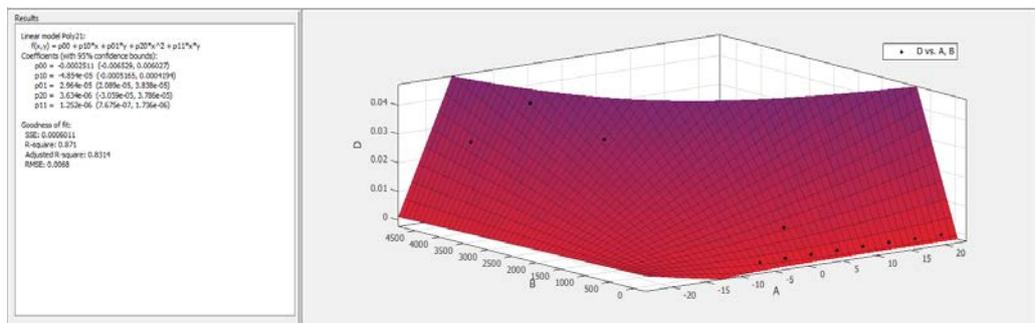


Figura 4.45. Ajuste de Datos de Frenado

Fuente: Los Autores.

4.18.3.4 FRENADO FINAL

$$X=V \quad Y=T \quad Z=F$$

$$V^2, T$$

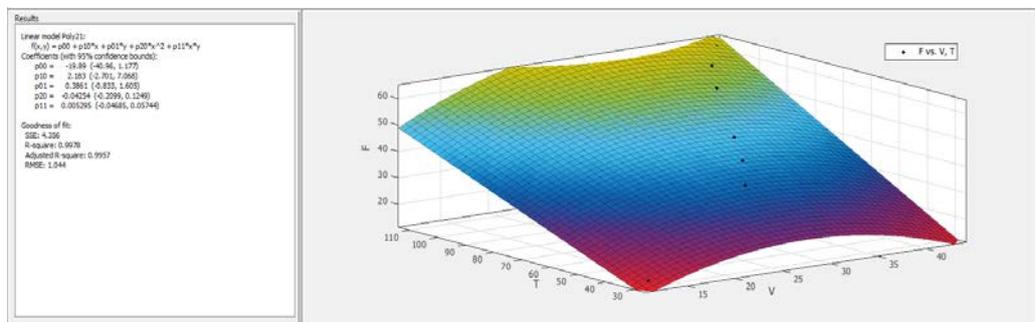


Figura 4.46. Obtención de la Ecuación Final de Frenado.

Fuente: Los Autores.

Después de resolver y sumar todas las ecuaciones, obtenemos la ecuación final, siendo esta la siguiente:

$$D = V^2(0.0002251) + VF(-0.0002262) + V(-0.01032) + F(0.01032) - 0.0001876$$

Con esta ecuación es la que obtendremos el desgaste final, en el momento que le apliquemos en nuestro programa de análisis de datos, como se muestra a continuación.

4.19 Desgaste Total de Elementos Frenantes Calculado por el Sistema.

4.19.1 Desgaste en Conducción Normal.



Figura 4.47. Desgaste en Conducción Normal.

Fuente: Los Autores.

Sabiendo que las pastillas tiene un espesor actual de 7.38 mm, el próximo cambio en condiciones de conducción normal y con un número de pisadas de 62 ± 12 , para una trayectoria de Azogues-Cuenca (ida y vuelta, 60 km aproximadamente) será:

Desgaste diario aproximado = 0.063273809 mm.

$$(0.063273809 \text{ mm}) \times (7 \text{ días})$$

Desgaste Semanal = 0.442916666 mm.

$$(0.442916666 \text{ mm}) \times (4 \text{ semanas})$$

Desgaste Mensual = 1.77166667 mm.

$$\text{Próximo cambio} = \frac{7.38 \text{ mm}}{1.77166667 \text{ mm}} = 4.165569136 \approx 4 \text{ meses}$$

Cuando se reemplace las pastillas por nuevas y originales con un espesor de 10.36 mm. Y se continúe con este tipo de conducción normal, el próximo cambio será:

$$\text{Próximo cambio} = \frac{10.63}{1.77166667 \text{ mm}} = 5.999999989 \approx 6 \text{ meses}$$

Para las zapatas se realiza un cálculo exactamente igual al de las pastillas. Sabiendo que el espesor actual de nuestras zapatas es aproximadamente 5.68 mm (tomando como referencia el mínimo espesor), ahora considerando todo lo anteriormente mencionado, el próximo cambio será:

Desgaste diario aproximado = 0.011811755 mm.

$$(0.011811755 \text{ mm}) \times (7 \text{ días})$$

Desgaste Semanal = 0.082682291 mm.

$$(0.082682291 \text{ mm}) \times (4 \text{ semanas})$$

Desgaste Mensual = 0.330729166 mm.

$$\text{Próximo cambio} = \frac{5.68 \text{ mm}}{0.330729166 \text{ mm}} = 17.17 \approx 1 \text{ año con 5 meses .}$$

Cuando se reemplace las zapatas por nuevas con espesor de $5/16 \approx 7.9375$ mm. Y se continúe con este tipo de conducción normal, el próximo cambio será:

$$\text{Próximo cambio} = \frac{7.9375 \text{ mm}}{0.330729166 \text{ mm}} = 23.99 \approx 2 \text{ años}$$

4.19.2 Desgaste en Conducción Deportiva.



Figura 4.48. Desgaste en Conducción Deportiva.

Fuente: Los Autores.

Sabiendo que las pastillas tiene un espesor actual de 7.21 mm, el próximo cambio en condiciones de conducción deportiva y con un número de pisadas de 38 ± 7 , para una trayectoria de Azogues-Cuenca (ida y vuelta, 60 km aproximadamente) será:

Desgaste diario aproximado = 0.095275288 mm.

$$(0.095575288 \text{ mm}) \times (7 \text{ días})$$

$$\text{Desgaste Semanal} = 0.666927016 \text{ mm.}$$

$$(0.666927016) \times (4 \text{ semanas})$$

$$\text{Desgaste Mensual} = 2.667708064 \text{ mm.}$$

$$\text{Próximo cambio} = \frac{7.31 \text{ mm}}{2.667708064 \text{ mm}} = 2.74 \approx 2 \text{ meses y } 3 \text{ semanas}$$

Para las zapatas se vuelve a realizar un cálculo exactamente igual al de las pastillas. Sabiendo que el espesor actual de nuestras zapatas es aproximadamente 5.62 mm (tomando como referencia el mínimo espesor), ahorra nuevamente, considerando todo lo anteriormente mencionado, el próximo cambio con este tipo de conducción será:

$$\text{Desgaste diario aproximado} = 0.0318118 \text{ mm.}$$

$$(0.0318118 \text{ mm}) \times (7 \text{ días})$$

$$\text{Desgaste Semanal} = 0.2226826 \text{ mm.}$$

$$(0.2226826 \text{ mm}) \times (4 \text{ semanas})$$

$$\text{Desgaste Mensual} = 0.8907304 \text{ mm.}$$

$$\text{Próximo cambio} = \frac{5.66 \text{ mm}}{0.8907304 \text{ mm}} = 6.35 \approx 6 \text{ meses.}$$

4.19.3 Verificación del Desgastes.

Para poder comprobar la exactitud del sistema de monitoreo, realizamos la toma de medidas antes y después, con ayuda de un micrómetro, para posteriormente apuntarlas. La toma de medidas se realiza en un punto específico para tomarlo como referencia, ya que se trata de medidas muy pequeñas y el desgaste en los elementos frenantes no siempre es el mismo en toda su superficie, en especial en la superficie de las zapatas, debido a que la distribución de esfuerzos no son iguales, como ya se analizó anteriormente.

Luego de haber realizado cada trayecto de recorrido, en las condiciones anteriormente establecidas (conducción normal y deportiva), comparamos las medidas que anotamos, con las medidas que nuevamente tomamos con el micrómetro y verificamos con las que nos indica nuestro sistema de monitoreo, pudiendo observar que se da una diferencia en centésimas de milímetro entre las medidas tomadas nuevamente y las medidas monitoreadas.

Podemos decir que esta diferencia se debe a que se pierde precisión en el momento de la interpolación matemática y los errores físicos que se dan en las mediciones como son:

4.19.3.1 Errores Sistemáticos:

Son los errores relacionados con la destreza del operador

- Error de paralaje (e_p): este error tiene que ver con la postura que toma el operador para la lectura de la medición.
- Errores ambientales y físicos (e_f): al cambiar las condiciones climáticas, éstas afectan las propiedades físicas de los instrumentos: dilatación, resistividad, conductividad, etc.

4.19.3.2 Errores del Instrumento de Medición:

Son los errores relacionados con la calidad de los instrumentos de medición:

- Error de lectura mínima (elm): Cuando la expresión numérica de la medición resulta estar entre dos marcas de la escala de la lectura del instrumento. La incerteza del valor se corrige tomando la mitad de la lectura mínima del instrumento.

Ejemplo: lectura mínima de 1/25 mm

$$Elm = \frac{1}{2} (1/25\text{mm}) = 0,02 \text{ mm}$$

- Error de cero (e0): es el error propiamente de los instrumentos no calibrados.⁸



Figura 4.49. Verificación de Medidas.

Fuente: Los Autores.

4.20 Plan de Mantenimiento Recomendado por el Fabricante vs. Sistema de Monitoreo.

⁸ <http://www.monografias.com/trabajos82/mediciones-errores-laboratorio-fisica/mediciones-errores-laboratorio-fisica.shtml>

Plan de mantenimiento preventivo Gol

Frenos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
líquido: verificar y completar nivel	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
líquido: drenar y reemplazar					X					X
controlar desgaste de pastillas y cintas, estado de los flexibles, regular freno de mano	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Referencias:

- | | |
|--------------|----------------|
| 1. 10.000 km | 6. 60.000 km |
| 2. 20.000 km | 7. 70.000 km |
| 3. 30.000 km | 8. 80.000 km |
| 4. 40.000 km | 9. 90.000 km |
| 5. 50.000 km | 10. 100.000 km |

Figura 4.50. Plan de Mantenimiento Preventivo para el Sistema de Frenos Recomendado por el Fabricante.

Fuente: Los Autores.

Como se puede observar en la tabla 4.50, de mantenimiento preventivo, el fabricante nos recomienda revisar el desgaste de los elementos frenantes cada 10 mil kilómetros. Ya que este no considera el tipo de conducción que se le da al vehículo.

Por tal motivo nosotros hemos diseñado y construido un sistema que monitorea el desgaste de estos elementos frenantes en todo momento y en función del tipo de conducción que se le al vehículo. Sin tener la necesidad de desmontar ningún elemento del sistema de frenos, logrando con esto ahorrar tiempo y dinero en los chequeos, pero sobre todo mejorar la seguridad en la conducción del vehículo.

CAPITULO V. ANÁLISIS DE LOS COSTOS Y BENEFICIOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO.

La aplicación de la electrónica ha permitido mejorar la eficiencia y diagnóstico de fallas en los diferentes sistemas automotrices. Estas ventajas han dado paso a una cada vez mayor utilización de la electrónica en el automóvil.

Con utilización de la electrónica, podemos registrar los datos de funcionamiento del sistema de frenos para posteriormente utilizarlos para determinar de manera precisa los periodos de mantenimiento de un vehículo y así tener un ahorro en mano de obra.

El mejoramiento de los sistemas automotrices ha sido reflejado también en el aumento de la seguridad del vehículo. Aunque esta seguridad haya mejorado, los accidentes de tránsito constituyen un grave problema para el país, ya que en Ecuador se ha registrado una de las mayores tasas de mortalidad de América Latina.

Una considerable parte de los accidentes de tránsito se dan por fallas en el sistema de frenos. Estas fallas se dan comúnmente por mal mantenimiento o manejo por parte del conductor. Con este proyecto se pretende disminuir el número de estos accidentes de tránsito. Con el análisis de costos del proyecto, se pretende obtener de manera acertada el costo real de todo el sistema ya implementado y funcionando en el vehículo. Para este análisis hay que tomar en cuenta además los beneficios obtenidos que partir de este proyecto como optimización de los periodos de mantenimiento, mejoras en la seguridad activa del vehículo entre otros. Ya determinado el costo y los beneficios se utiliza la respectiva relación para determinar si el proyecto es rentable o no.

5.1 Costos.

5.1.1 Análisis de Costos.

El Costo es el gasto económico que representa la fabricación de un producto o la prestación de un servicio. Dicho en otras palabras, el costo es el esfuerzo económico como el pago de salarios, la compra de materiales, la fabricación de un producto, la obtención de fondos para la financiación, la administración de la empresa, etc. que se debe realizar para lograr un objetivo operativo.¹ Es decir, el dinero desembolsado para producir o adquirir un bien.

El costo está integrado por 3 elementos:

- Materiales directos.
- Mano de obra directa.
- Gastos indirectos de fabricación.

5.1.1.1 Materiales Directos.

Los materiales directos son las materias primas que intervienen directamente para la fabricación de un producto. Estos elementos se identifican claramente con el producto terminado y su valor es significativo.

¹ <http://www.loscostos.info/definicion.html>

5.1.1.2 Mano de Obra Directa.

Se conoce como mano de obra al esfuerzo físico y mental que se pone al servicio de la fabricación de un producto terminado. El concepto también se utiliza para nombrar al costo de este trabajo (es decir, el precio que se le paga al trabajador por sus recursos).²

5.1.1.3 Gastos Indirectos de Fabricación.

Los gastos indirectos de fabricación son la parte del costo total de producción que no es directamente identificable con el producto. Es el resultado de todos los costos indirectos de producción.

5.1.2 Análisis de Costos de Materiales Directos.

En la tabla 5.1 se detallan los costos de los materiales directos para la elaboración del proyecto.

Descripción	Cantidad	Precio unitario	Total
Componentes de la unidad de control	1	140.00	140.00
Sensor de presión de líquido de freno	1	95.00	95.00
NTC para temperatura de líquido de freno	1	7.00	7.00
NTC para temperatura de pastillas y zapatas	4	3.00	12.00
Potenciómetro lineal de 10 kohm	2	6.50	13.00
Líquido de freno	2 [lt]	8.00	16.00
Display	1	15.00	15.00
Batería de 12V	1	27.00	27.00

² http://es.wikipedia.org/wiki/Mano_de_obra

Base para la tarjeta y elementos de control	1	28.00	28.00
Termofundente	5 [m]	1.60	8.00
Láminas de acero inoxidable	1 [m2]	45.00	45.00
Láminas de hierro	1 [m2]	23.00	23.00
Cable multifilar	15 [m]	1.60	24.00
Acoples tipo T	2	3.50	7.00
		Total	460.00

Tabla 5.1. Costos de Materiales Directos.

Fuente: Los Autores.

A partir de la tabla 5.1 se puede observar que el costo más significativo es la de los elementos para construir la unidad de control como son el microcontrolador (PIC), adquisición de las tarjetas, diodos, condensadores, etc.

5.1.3 Costos de Mano de Obra Directa.

La estimación de los costos de mano de obra directa se detalla en la tabla 5.2.

Descripción	Cantidad	Precio unitario	Total
Programación	1	400.00	400.00
Construcción de la tarjeta de control	1	80.00	80.00
Soldadura para construcción de las bases de los sensores	4	5.00	20.00
Pintura de las bases de los sensores	5	10.00	50.00
Corte y doblado del metal para construcción de las bases	1	20.00	20.00
Mantenimiento y revisión general al sistema de frenos del vehículo	1	30.00	30.00

Adecuación de la base para el control del sistema	1	15.00	15.00
		Total	615.00

Tabla 5.2. Costos de Mano de Obra Directa.
Fuente: Los Autores.

Partiendo de la tabla 5.2 obtenemos que el costo total de mano de obra directa sea de 615.00\$, siendo el costo más significativo la programación del microcontrolador y la construcción de la tarjeta de control.

5.1.3.1 Gastos Indirectos de Fabricación.

Los gastos indirectos de fabricación estimados se detallan en la tabla 5.3.

descripción	Cantidad	Precio unitario	total
Insumos	1	50.00	50.00
Combustible para pruebas y transporte	20 [gal]	1.48	29.60
		Total	79.60

Tabla 5.3. Gastos Indirectos de Fabricación.
Fuente: Los Autores.

Para la estimación de los insumos de la tabla 5.3 fueron tomados en cuenta los elementos como cinta aislante, conectores, protectores para los cables, etc.

5.1.4 Total de Costos del Sistema Implementado.

Para determinar los costos totales del producto se realiza la respectiva sumatoria de los 3 elementos del costo como se detalla en la figura 5.1.

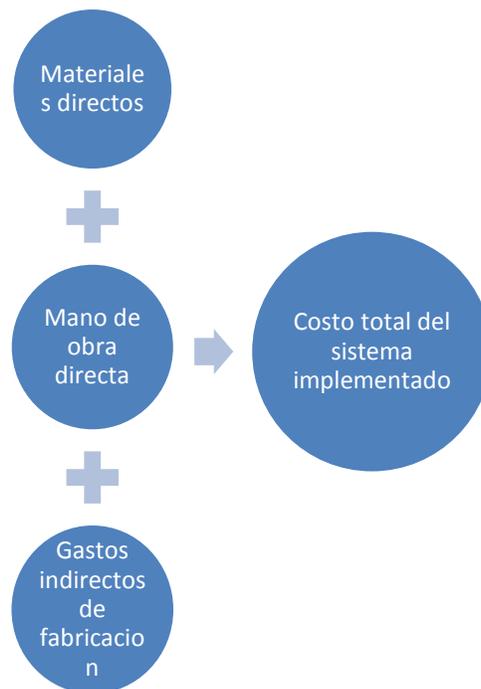


Figura 5.1. Determinación de los Costos Totales del Proyecto Terminado.

Fuente: Los Autores.

En la tabla 5.4 se detallan los valores de cada elemento del costo así como el costo total del proyecto terminado.

Costo	Valor
Materiales directos	460.00
Mano de obra directa	615.00
Gastos indirectos de fabricación	79.60
Total	1154.60

Tabla 5.4. Estimación del Costo Total.

Fuente: Los Autores.

Como se puede observar en la tabla 5.4 se obtiene un valor total de 1154.60\$ para el proyecto realizado. Ya determinado el costo total del proyecto, se procede al análisis de beneficios para determinar la rentabilidad del proyecto.

5.2 Análisis de Beneficios del Sistema.

Un beneficio es una ganancia q se obtiene a partir de un proceso o actividad económica. Es un indicador de la creación de riqueza o generación de mercaderías o valor en la economía³.

AL realizar el proyecto e implementarlo se pretende obtener beneficios, de modo q este sea rentable y económicamente viable. Los beneficios obtenidos, se pueden clasificar en:

- Tangibles.
- Intangibles.
- Beneficios tangibles.

Los beneficios tangibles son consecuencias que se puede cuantificar en unidades monetarias, a consecuencia de la aplicación de recursos al proyecto.

5.2.1 Beneficios Intangibles

Los beneficios intangibles son consecuencias q no se pueden cuantificar en unidades monetarias pero se obtienen a partir de la implementación de nuestro sistema.

³ http://es.wikipedia.org/wiki/Beneficio_econ%C3%B3mico

5.2.2 Análisis de Beneficios Tangibles.

Con este proyecto se pretende mejorar los periodos de mantenimiento mediante los datos proporcionados por el sistema implementado, disminuyendo gastos innecesarios en mano de obra e incorrecto mantenimiento. Además mejorar la seguridad del sistema de frenos, evitando fallas y accidentes de tránsito.

En la tabla 5.5 y 5.6 se muestran los costos de mantenimiento en un centro de servicio autorizado. Como referencia se ha tomado la empresa Recordmotor S.A. ya que el vehículo en el que se implementara sistema de monitoreo es un Volkswagen Gol.

Descripción	Cantidad anual	Valor unitario	total
ABC de frenos de 5000km	2	90.00	180.00
ABC de frenos de 10000km	2	200.00	400.00
		Total	580.00

Tabla 5.5. Costos de Mantenimiento del Sistema de Frenos.

Fuente: Los Autores.

Descripción	Cantidad anual	Valor unitario	total
ABC de frenos de 5000km	2	50.00	100.00
ABC de frenos de 10000km	2	80.00	160.00
		Total	260.00

Tabla 5.6. Costos por Mano de Obra de Mantenimiento del Sistema de Frenos.

Fuente: Los Autores.

Como se detalla en la tabla 5.6 una estimación de costos anuales de mantenimiento del sistema de frenos en los servicios autorizados es de aproximadamente 260.00\$ en mano de obra. Se pretende mejorar un 70% de estos gastos, es decir un ahorro de aproximadamente 182.00\$ anualmente en mano de obra.

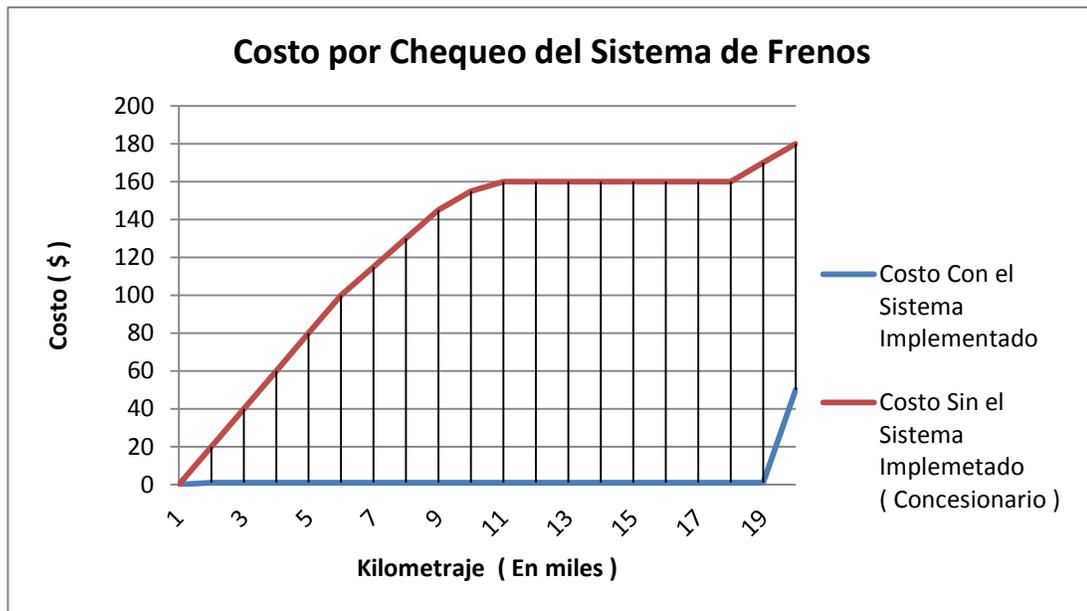


Figura 5.2. Ahorro del Proyecto por Chequeos.
Fuente: Los Autores.

Al mejorar la seguridad ante accidentes de tránsito causados por falla en los frenos, se obtiene un beneficio económico considerable. Según estudios realizados por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) el 17% de los accidentes de tránsito en el país son por fallas mecánicas, siendo principalmente causados por el sistema de frenos.⁴

En el año 2012 se registraron aproximadamente 14000 accidentes de tránsito⁵ con un costo de aproximadamente 800000000.00\$.⁶

⁴ http://www.elcomercio.com/pais/accidentes-transito-pais-produce-urbana_

⁵ <http://www.andes.info.ec/es/actualidad-judicial/2012-redujeron-accidentes-tr%C3%A1nsito-aumentaron-fallecidos-comparaci%C3%B3n-2011.html>

⁶ http://www.elcomercio.ec/pais/Accidentes-Ecuador-mortalidad-America-Latina_0_739726108.html

En la tabla 5.7 se detallan los costos anuales aproximados de accidentes de tránsito en el país.

Detalle	Unidades	Cantidad
Costos de los accidentes	[\$]	800000000.00
Accidentes de transito	[unidades]	14000
Costo promedio por accidente de transito	[\$]	57142.90

Tabla 5.7. Costos para el Estado por Accidentes de Tránsito.
Fuente: Los Autores.

De la tabla 5.7 obtenemos que el costo promedio para el estado por cada accidente de tránsito es 57142.90\$.

Como resultado tendríamos un beneficio por accidentes de tránsito de 57142.90\$, ya que al implementar uno de estos sistemas de monitoreo estaríamos evitando un accidente ocasionado por los frenos.

En la tabla 5.6 se detallan los beneficios tangibles totales del proyecto terminado.

Descripción	Cantidad
Beneficios por disminución de accidentes de transito	57142.80
Beneficios por mejoramiento del plan de mantenimiento	182.00
Total	57324.80

Tabla 5.8. Total de Beneficios Tangibles del Proyecto.
Fuente: Los Autores.

Los beneficios tangibles totales del proyecto son de 57324.80\$, siendo principalmente por ahorrar dinero al estado al evitar accidentes de tránsito, teniendo la posibilidad de posteriormente analizar un subsidio del estado.

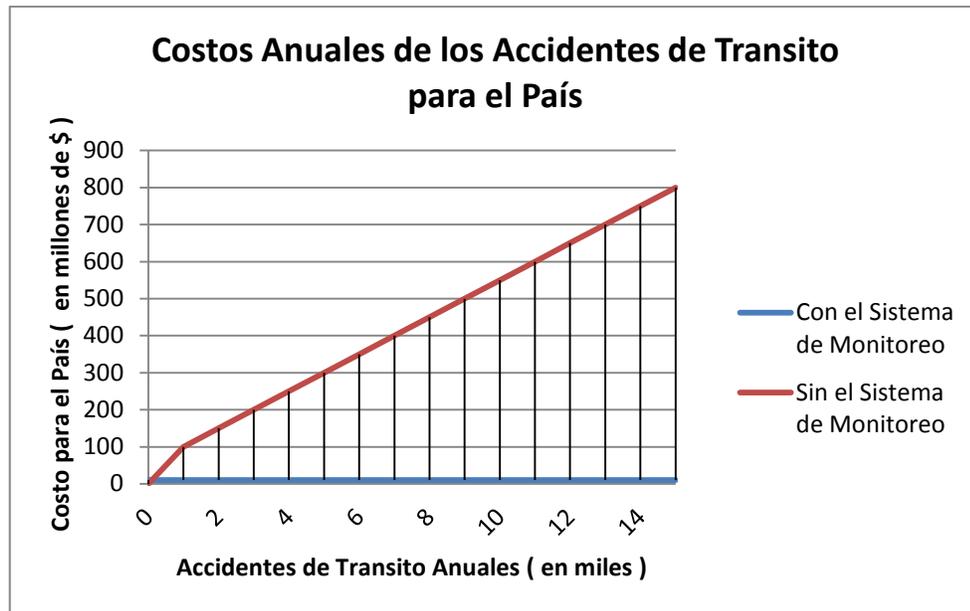


Figura 5.3. Ahorro del Proyecto por Accidentes de Tránsito.
Fuente: Los Autores.

5.2.3 Análisis de Beneficios Intangibles.

Los beneficios intangibles obtenidos a partir de nuestro proyecto son:

- Mayor confianza y seguridad para el conductor y pasajeros del vehículo.
- Reducción del riesgo de sobrecalentamiento de los frenos.
- Continuo monitoreo de desgastes en los frenos.
- Aviso oportuno ante cualquier falla en los frenos.
- Prototipo de un sistema útil.
- Puede ser implementado de serie en un vehículo.
- Un gran apoyo en cuanto a la seguridad activa del vehículo.

5.3 Análisis Costo Beneficio.

La relación costo-beneficio indica el retorno en dinero obtenido por cada unidad monetaria invertida.⁷

5.3.1 Determinación del Costo-Beneficio.

Para determinar la rentabilidad del proyecto, se utiliza la relación costo-beneficio. Esta relación nos puede dar 3 tipos de resultados:

- Si la relación costo-beneficio es >1; el proyecto es rentable.
- Si la relación costo-beneficio es =1; el proyecto es indiferente.
- Si la relación costo-beneficio es <1; el proyecto no es aconsejable.

Para calcular este valor, se utiliza la siguiente formula

$$Rcb = \frac{\text{Beneficios del proyecto}}{\text{costos del proyecto}}$$

Aplicando la formula tenemos:

$$Rcb = \frac{57324.80}{1154.60} = 49.65$$

⁷<http://books.google.es/books?id=jBwOAQAAIAAJ&printsec=frontcover&dq=fundamentos+de+análisis+económico&hl=es&sa=X&ei=4URMUvasF4TA9gT14YD4Ag&ved=0CDoQ6AEwAA#v=onepage&q=fundamentos%20de%20análisis%20económico&f=false>

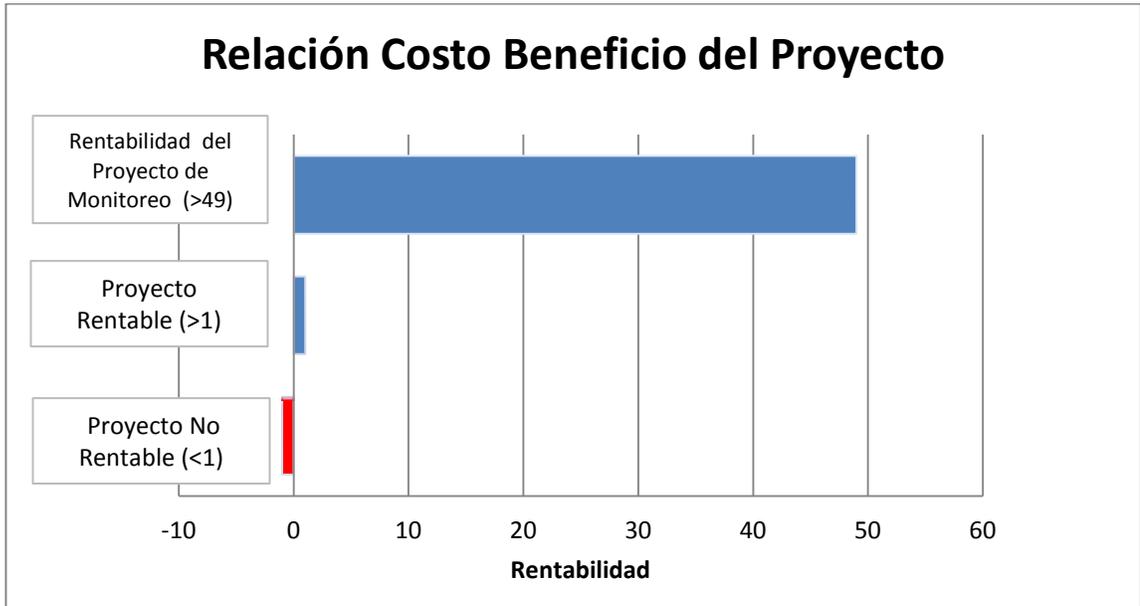


Figura 5.4. Rentabilidad del Proyecto.
Fuente: Los Autores.

La relación costo-beneficio del proyecto es de **49.65** haciéndolo rentable ya que los beneficios son mayores a los costos del proyecto realizado. Por cada dólar invertido el proyecto nos devolverá aproximadamente **49.65\$**.

CONCLUSIONES:

- Los datos obtenidos mediante el sistemas de monitoreo implementado en el vehículo, sirvieron para diagnosticar el estado del sistema de frenos. También fueron analizados, para poder determinar con exactitud los próximos periodos de mantenimiento.
- Después de analizar el plan de mantenimiento dado por el fabricante del vehículo, se determinó las variables de monitoreo necesarias, para que el proyecto funcione de manera eficiente. Así se logró evitar complicaciones y tener datos para análisis muy cercanos con una tolerancia aceptable con respecto a los reales.
- Con pequeñas adaptaciones en el vehículo, pudo ser implementado sin ningún problema el sistema, teniendo la posibilidad de retirarlo sin dejar modificaciones. Previamente se realizó un estudio del vehículo para hallar las mejores opciones, para la colocación de los distintos sensores y sus accesorios.
- La interfaz y manejo del sistema son simples e intuitivos. Cualquier persona pueda revisar los datos registrados e interpretar que avería se presenta y de qué tipo se trata la misma.
- La implementación de la electrónica para el monitoreo del sistema de frenos mejora considerablemente la seguridad activa del vehículo, ya que en caso de alguna avería, el sistema avisara oportunamente al conductor evitando algún accidente, siendo este uno de los grandes beneficios que obtenemos de nuestro proyecto.
- Los costos de operación y mantenimiento del sistema son pequeños en comparación con los beneficios obtenido, siendo favorables para la recuperación temprana de la inversión.

- Como se pudo observar en las pruebas realizadas para una misma trayectoria, con dos tipos de conducción diferentes (normal y deportiva), para la primera se acciono un mayor número de veces el pedal de freno, produciendo un desgaste de a aproximadamente un 31% menor que en el caso de la conducción deportiva, ya que a pesar de que en este tipo de conducción, se acciono menos veces el pedal de freno, pero a mayores velocidad que es igual a mayor temperatura y por lo tanto mayor desgaste.
- Al realizar dos tipos de conducción diferentes podemos predecir con nuestro sistema de monitoreo el periodo de vida útil de los elementos frenantes, como se muestra a continuación en las siguientes figuras:

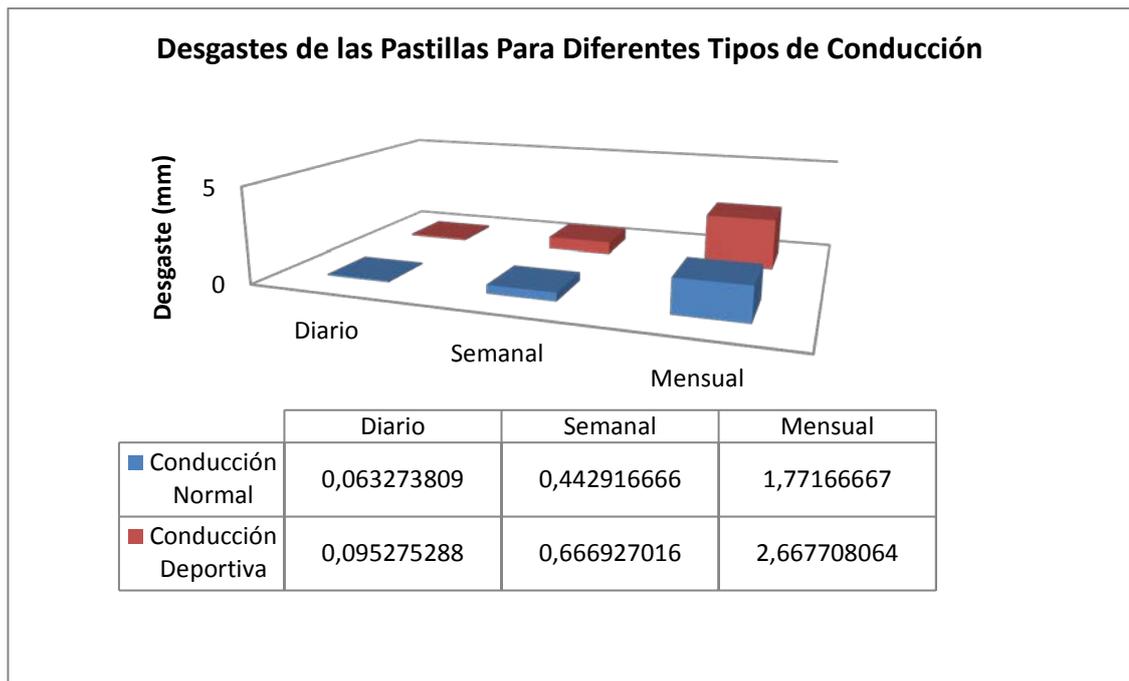


Figura 1: Comparación del Desgaste en Pastillas con dos Diferentes Formas Diferentes de Conducción.

Fuente: Los Autores.

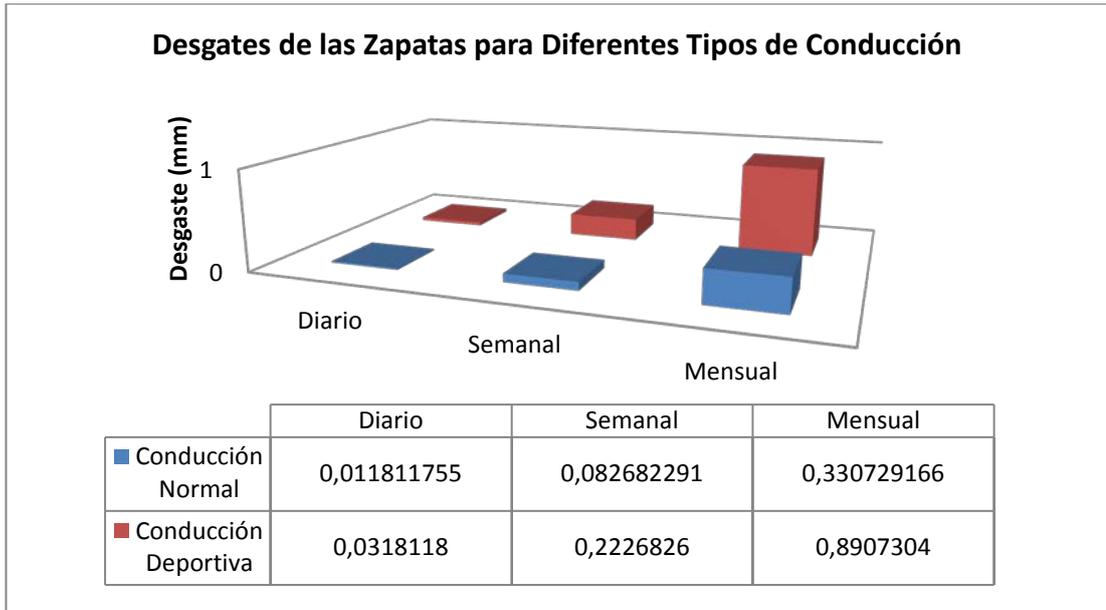


Figura 2: Comparación del Desgaste en Zapatas con dos Formas Diferentes de Conducción.
Fuente: Los Autores.

- Con nuestro sistema de monitoreo electrónico se obtiene grandes beneficios para el conductor y el país, como se muestra a continuación en las siguientes graficas:

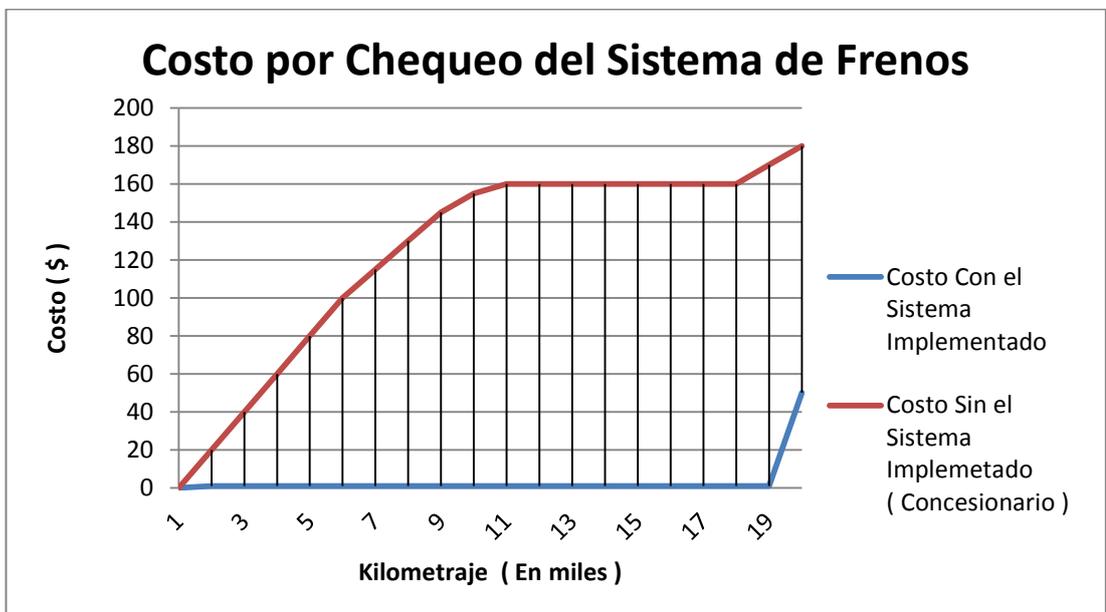


Figura 3: Ahorro del Proyecto por Chequeos.
Fuente: Los Autores.

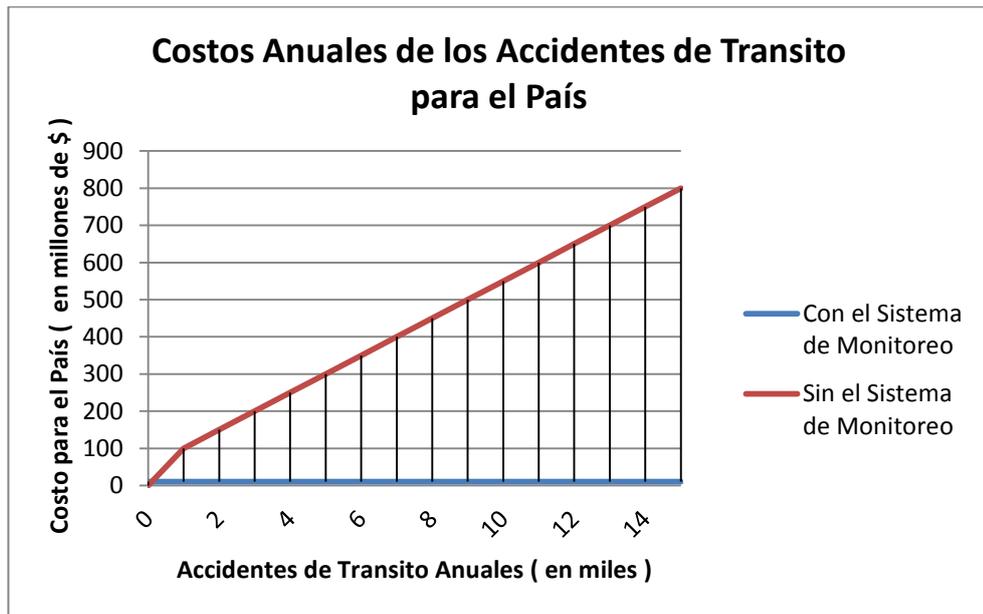


Figura 4. Ahorro del Proyecto por Accidentes de Tránsito.
Fuente: Los Autores.

RECOMENDACIONES:

- Para la toma de las señales que son visibles en el tablero del vehículo (VSS, nivel del líquido de freno, etc.) se recomienda siempre utilizar un diodo zener, ya que este actúa como un regulador de tensión y con esto se evita un mal funcionamiento de los instrumentos del tablero y de nuestro sistema de monitoreo.
- Cuando se realice pruebas en los sistemas freno, para evitar errores en la toma de datos, se debe realizar las mismas en una calzada que este en buen estado, sin contaminación, pendientes, bajas; todo esto para evitar cargas al sistema de frenos y por ende datos erróneos.
- Cuando se encienda el sistema de monitoreo se debe esperar unos segundo hasta que se cargue el sistema, es decir busque carpeta o si es necesario cree una carpeta, como ya se explicó en el capítulo tres.
- Se debe cambiar el líquido de frenos de este vehículo según el periodo y el tipo de líquido que sugiere el fabricante, (DOT 3).
- Cuando se realice el cambio de líquido de frenos, se debe siempre trabajar con el equipo y los instrumentos adecuados, para evitar cualquier derrame del mismo u otro tipo de accidente con este elemento.
- Se recomienda siempre utilizar las pastillas originales para este vehículo, ya que producen un frenado más suave, progresivo y sin ruido, a diferencia de las alternas que produce un efecto contrario a las originales.
- Cuando se tenga que bajar por una pendiente muy pronunciada se debe aplicar el freno motor, con el fin de evitar un sobrecalentamiento de los elementos frenantes, ya que como se analizó este factor está en función directa con el desgaste prematuro de los mismos.

- Para una correcta eficiencia del sistema de frenos, se debe comprobar regularmente las variables que nuestro sistema no monitorea, como son; el labrado de los neumáticos, la suspensión, la ventilación de los discos, etc.
- Se recomienda rectificar los discos por cada cinco cambios de pastillas, y para los tambores, por cada dos cambios de zapatas, ya esta es la vida útil de estos elementos según nuestra experiencia.
- Siempre que se accione el pedal de freno debemos estar conscientes de la cantidad de energía cinética que debe transformar en calor. Esta energía como se sabe esta función de la velocidad.
- Invitamos a todo los estudiantes de Ingeniería Mecánica Automotriz, a seguir con el estudio de este proyecto, ya que el mismo, es un tema muy interesante y bastante amplio.
- A los docentes complementar la asignatura de dinámica del automóvil con mayor número de prácticas de campo, con esto los estudiantes fortalecerán sus conocimientos teóricos de esta, importante asignatura de nuestra formación profesional.

BIBLIOGRAFÍA.

Formato Impreso.

- APARICIO, Francisco, y otros, *Teoría de los Vehículos Automóviles*, Primera Edición, Editorial E.T.S. e Ingenieros Industriales, Madrid, 2001.
- SANZ, Ángel, *Tecnología de la Automoción*, 5^{ta} Edición Don Bosco, Barcelona-España, 1981.
- HOLLY, Moore, *Matlab para Ingenieros*, Primera Edición, Editorial Pearson Educación, México, 2007.
- STEVEN C, Chapra y RAYMOND P. Canale, *Métodos Numéricos para Ingenieros*, Sexta Edición, Editorial Mc Graw Hill, México, 2011.
- BOSCH, Robert GmbH, *Sistemas de Frenos Convencionales y Electrónicos*, Tercera Edición, Alemania, Febrero del 2003

Formato Electrónico.

- Manual del fabricante del Vehículo Volkswagen gol 1.8 (10 de octubre 2012)
<http://www.manualdereparaciondeautos.com/manual-de-taller-volkswagen-golf-1-6-1-8-2-0/>
- Temperaturas en el Automóvil. (Obtenido 18 de noviembre 2012)
<http://www.aficionadosalamecanica.net/sensores7.htm>
- Diversos Sensores NTC (Obtenido 18 de noviembre 2012)
<http://www.aficionadosalamecanica.net/sensores7.htm>
- Tipos de Líquidos de Freno.((Obtenido 20 de noviembre 2012)
<http://catalogosboschecuador.com/pdf/tecnova/LiquidofrenosBosch.pdf>
- Definición de líquido del Circuito de Frenos. (Obtenido 22 de noviembre 2012)
http://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%ADquido_de_frenos
- Disminución del Punto de Ebullición Según los Meses de Uso (Obtenido 25 de noviembre 2012)
<http://www.itacr.com/boletin17.html>

- Información de conexión de tarjeta SD (Obtenido 22 de febrero 2013)
http://cdn.energymicro.com/dl/an/pdf/an0030_efm32_fat_on_sd_card.pdf
- Datos de microchip (Obtenido 22 de febrero 2013)
<http://www1.microchip.com/downloads/en/.../20092a.pdf>
- Aplicaciones de funcionamiento de microchip (Obtenido 2 de marzo 2013)
<http://www.nxp.com/documents/application.../AN10406.pdf>
- Información sobre programación del microchip. (Obtenido 10 de marzo 2013)
http://www.cs.ucr.edu/~amitra/.../sdcard_appnote_foust.pdf
- Control de archivos en el microchip (Obtenido 28 de marzo 2013)
<http://www.latticesemi.com/.../SDFlashController-Documentation.pdf>
- Información de conexión de microchip. (Obtenido 20 de abril 2013)
<http://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/download/1857/1103>
- Información acerca de activación de datos. (Obtenido 10 de mayo 2013)
<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/165/1/T-ESPE-025175.pdf>
- Coeficientes de Adherencia del Neumático. (Obtenido 25 de junio 2013)
<http://books.google.es/books?id=9VRmtvxFGMwC&printsec=frontcover&dq=sistemas+de+frenos+alonso+perez&hl=es&sa=X&ei=eR1MUvPmFI3o9gTDvIDAAw&ved=0CDYQ6AEwAQ>
- Coeficientes de Rozamiento de los Ferrosos o Guarniciones en Función de la Temperatura, Presión y Condiciones Ambientales. (Obtenido 28 de junio 2013)
<http://i2.8000vueltas.com/2008/08/coeficientes-de-friccion-temperatura-y-presion-maxima.jpg>
- Reparto de Cargas para Motor y Propulsión Delantera. (Obtenido 02 de agosto 2013)
<http://www.aficionadosalamecanica.net/images-frenos/vehiculo-reparto-fuerzas.jpg>
- Costos. (Obtenido 7 de septiembre 2013)
<http://www.loscostos.info/definicion.html>
- Mano de Obra Directa. (Obtenido 18 de septiembre 2013)
http://es.wikipedia.org/wiki/Mano_de_obra
- Análisis de Beneficios del Sistema. (Obtenido 20 de septiembre 2013)
http://es.wikipedia.org/wiki/Beneficio_econ%C3%B3mico

- Índice de accidentes en el país (Obtenido 24 de septiembre 2012)
http://www.elcomercio.com/pais/accidentes-transito-pais-produce-urbana_
- Fallecidos por accidente de tránsito en el país. (Obtenido 26 de septiembre 2013)
<http://www.andes.info.ec/es/actualidad-judicial/2012-redujeron-accidentes-tr%C3%A1nsito-aumentaron-fallecidos-comparaci%C3%B3n-2011.html>
- Fallecidos por accidente de tránsito en el país. (Obtenido 2 de octubre 2012)
http://www.elcomercio.ec/pais/Accidentes-Ecuador-mortalidad-America-Latina_0_739726108.html
- Análisis económico. (Obtenido 2 de octubre 2013)
<http://books.google.es/books?id=jBwOAQAIAAJ&printsec=frontcover&dq=fundamentos+de+análisis+económico&hl=es&sa=X&ei=4URMUvasF4TA9gTI4YD4Ag&ved=0CDoQ6AEwAA#v=onepage&q=fundamentos%20de%20análisis%20económico&f=false>.
- Medición y errores. (Obtenido 2 de octubre 2013)
<http://www.monografias.com/trabajos82/mediciones-errores-laboratorio-fisica/mediciones-errores-laboratorio-fisica.shtml>

ANEXOS

ANEXOS DEL CAPITULO I

Anexo A.1 Características técnicas del sistema de frenos especificada por el fabricante.

Frenos	
Principales	hidráulico con doble circuitos diagonal
Delanteros	a disco
Traseros	de campana
Servo	por vacío
Estacionamiento	mecánico sobre ruedas traseras
Líquido de frenos	Tipo DOT 4

Anexo A.2 Dimensiones y pesos del vehículo.

Dimensiones		
Distancia entre ejes		2,358 m
Trocha delantera		1,350 m
Trocha trasera		1,370 m
Longitud total		3,810 m
Ancho total		1,601 m
Altura (sin carga)		1,350 m
Peso		
Con aire acond.	930 kg	945 kg
Sin aire acond.	900 kg	915 kg

ANEXOS DEL CAPITULO II

Anexo B.1 Características técnicas del sensor de presión de líquido de frenos.

HPT300-T Series Auto Pressure Transducers/Transmitters

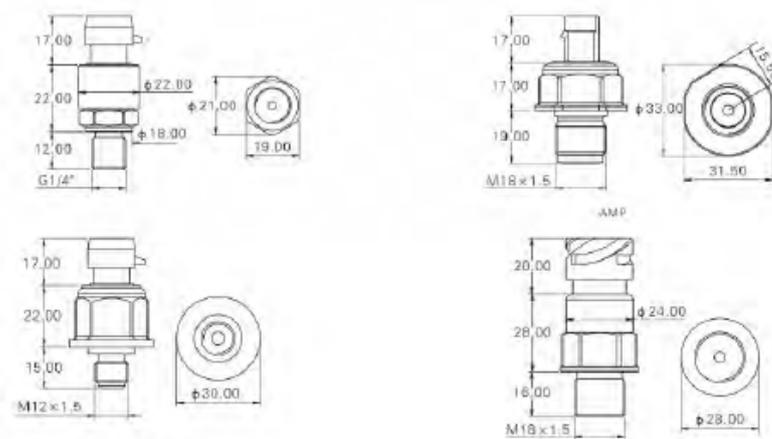


26

1. Profiles:

The HPT300-T series pressure transducers/transmitter applied in the automobile industry adopts the MEMS technology and the advanced glass micro-melting technology to avoid influences on the product caused by the temperature, humidity, mechanical fatigue and medium, thus to improve its permanent stability in the industrial environment. Its pressure chamber is made of imported 17-4PH stainless steel in an integrated way without welding seams or O-rings, free of leakage troubles. Digital circuits capable of automatic temperature compensation are installed inside the transmitter and the transmitter is featured with the strong interference resistance, wide temperature compensation scope and permanent stability, etc. The series products provide several optional pressure connections and electric connections for customers.

2. Dimension Drawing:



Anexo B.2 Datos técnicos del sensor de presión de líquido de frenos.



Auto Pressure Transducers/Transmitters

HPT300-T Series Auto Pressure Sensors

3. Specifications:

Model:	HPT300-T Series			
Parameter:				
Pressure Range:	0-1 Bar.....300 Bar Optional			
Pressure Type:	Gauge pressure			
Overload:	300% F.S.			
Burst Pressure	500% F.S.			
Accuracy:	≤ ±0.5%F.S			
(Linearity Hysteresis Repeatability)	≤ ±1%F.S Optional			
Stability:	Standard: 0.1%F.S ± 0.05%			
Working Temp:	-40°C~125°C			
Storage Temp:	-40°C~125°C			
Temperature Compensation:	-20°C~85°C			
Medium compatible:	Compatible with 316L Stainless Steel			
Electronic Wire:	2 Wire		3 Wire	
Output:	4~20mA	0~5V	0~10 V	0.5~4.5 V
Power Supply:	11~33 V DC	11~33 V DC	11~33Vdc	5 V DC
Insulate resistance:	>100M Ω @100V			
Electronic connection:	Packard 3 Pin Connector, with cable 1.3 meters. AMP Connector			
Pressure connect port:	1/4"NPT male G1/4" male; M18*1.5 male; M12*1.5 male; 7/16"-20 UNF optional. (by order)			
Response frequency:	3.2 KHZ			
Mechanical vibration:	±20g			
Impact (11ms):	100g			
Certificate approving:	CE Certificate.			
EMC Standard:	electromagnetic radiation:EN50081-1/-2 electromagnetic susceptibility:EN50082-2			
Water Proof:	IP65			
Weight:	Net weight is about 0.20KG, Full Packing weight is 0.35KG (Included 1.3 Meters Cable)			
Remarks:	Special applications request by order			

27

ANEXOS DEL CAPITULO III

Anexo C.1 Denominación de pines de SD card



Figure 1: SD Card Diagram [2].

Table 1 lists the pin assignments for the SD Card.

Pin	Name	Function (SD Mode)	Function (SPI Mode)
1	DAT3/CS	Data Line 3	Chip Select/Slave Select (SS)
2	CMD/DI	Command Line	Master Out Slave In (MOSI)
3	VSS1	Ground	Ground
4	VDD	Supply Voltage	Supply Voltage
5	CLK	Clock	Clock (SCK)
6	VSS2	Ground	Ground
7	DAT0/DO	Data Line 0	Master In Slave Out (MISO)
8	DAT1/IRQ	Data Line 1	Unused or IRQ
9	DAT2/NC	Data Line 2	Unused

Table 1: SD Card Pin Assignments [2].

Anexo C.2 Conexión de SD card con microchip.

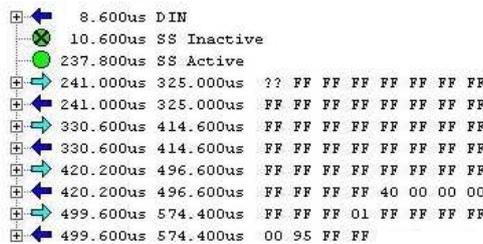


Figura 2. Respuesta al cambio de protocolo

En la figura 2 se puede ver como el microcontrolador manda la secuencia 0x40, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x95 (CMD0) y como la memoria responde acertadamente al comando CMD0 con un 0x01 [5].

Para inicializar la memoria se debe mandar por el microcontrolador el comando CMD1 con el pin C2 a 0 V la estructura del comando tiene la siguiente forma: (0x41, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0xFF), una vez recibido los datos la memoria responde acertadamente con 0x00. Como se muestra en la figura 3.

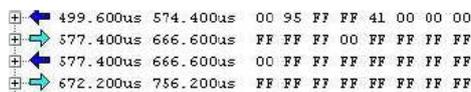


Figura 3. Respuesta a la inicialización

memoria. Para realizar las pruebas se utilizó el circuito que se observa en la figura 5. El divisor de tensión con resistencias reduce el voltaje de 5V a cerca de 3V para que la memoria no sufra daños.

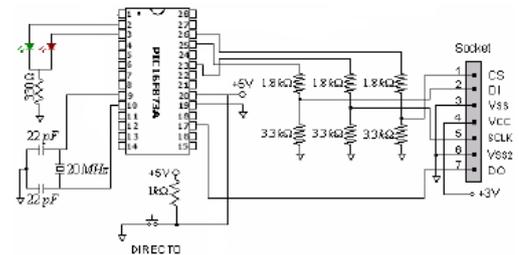


Figura 5. Conexión entre el PIC y la memoria

3.2 ESCRITURA Y LECTURA DE UN BLOQUE DE 512 BYTES

Las operaciones de lectura y escritura se realizan enviando el comando correspondiente junto a la dirección del primer byte del bloque con el largo indicado anteriormente (Comando CMD16). El largo del bloque puede ser desde 1 hasta 512 Bytes, y no está permitido realizar operaciones en dos sectores a la vez, o sea que si el largo de bloque fijado en CMD16 es 512 Bytes, la dirección para realizar lectura o escritura debe ser la del byte inicial del sector [4].

Anexo C.3 Datos para poder programar los sensores de temperatura.



TC77

Thermal Sensor with SPI™ Interface

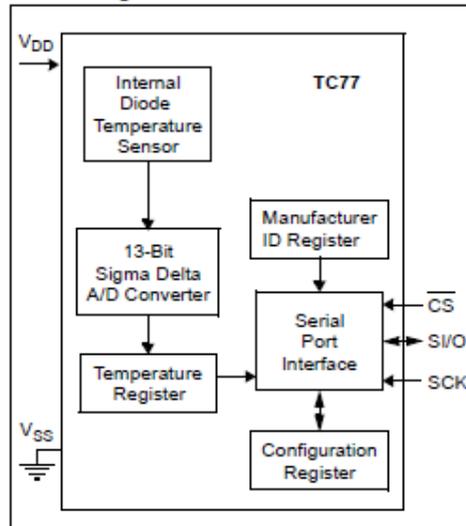
Features

- Digital Temperature Sensing in 5-Pin SOT-23A and 8-Pin SOIC Packages
- Outputs Temperature as a 13-Bit Digital Word
- SPI and MICROWIRE™ Compatible Interface
- Solid State Temperature Sensing
- $\pm 1^\circ\text{C}$ (max.) accuracy from $+25^\circ\text{C}$ to $+65^\circ\text{C}$
- $\pm 2^\circ\text{C}$ (max.) accuracy from -40°C to $+85^\circ\text{C}$
- $\pm 3^\circ\text{C}$ (max.) accuracy from -55°C to $+125^\circ\text{C}$
- 2.7V to 5.5V Operating Range
- Low Power
 - 250 μA (typ.) Continuous Conversion Mode
 - 0.1 μA (typ.) Shutdown Mode

Typical Applications

- Thermal Protection for Hard Disk Drives and Other PC Peripherals
- PC Card Devices for Notebook Computers
- Low Cost Thermostat Controls
- Industrial Control
- Office Equipment
- Cellular Phones
- Thermistor Replacement

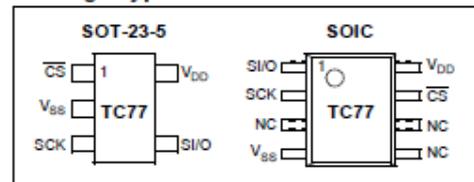
Block Diagram



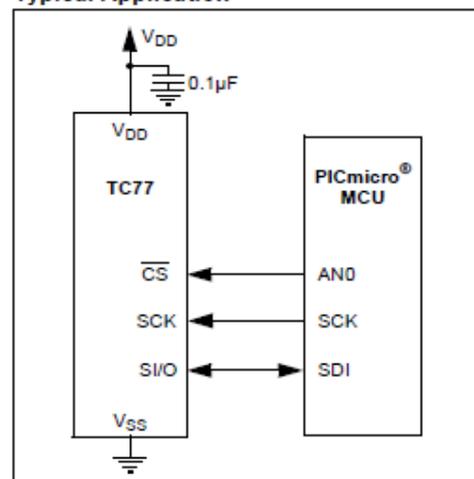
Description

The TC77 is a serially accessible digital temperature sensor particularly suited for low cost and small form-factor applications. Temperature data is converted from the internal thermal sensing element and made available at anytime as a 13-bit two's complement digital word. Communication with the TC77 is accomplished via a SPI and MICROWIRE compatible interface. It has a 12-bit plus sign temperature resolution of 0.0625°C per Least Significant Bit (LSb). The TC77 offers a temperature accuracy of $\pm 1.0^\circ\text{C}$ (max.) over the temperature range of $+25^\circ\text{C}$ to $+65^\circ\text{C}$. When operating, the TC77 consumes only 250 μA (typ.). The TC77's Configuration register can be used to activate the low power Shutdown mode, which has a current consumption of only 0.1 μA (typ.). Small size, low cost and ease of use make the TC77 an ideal choice for implementing thermal management in a variety of systems.

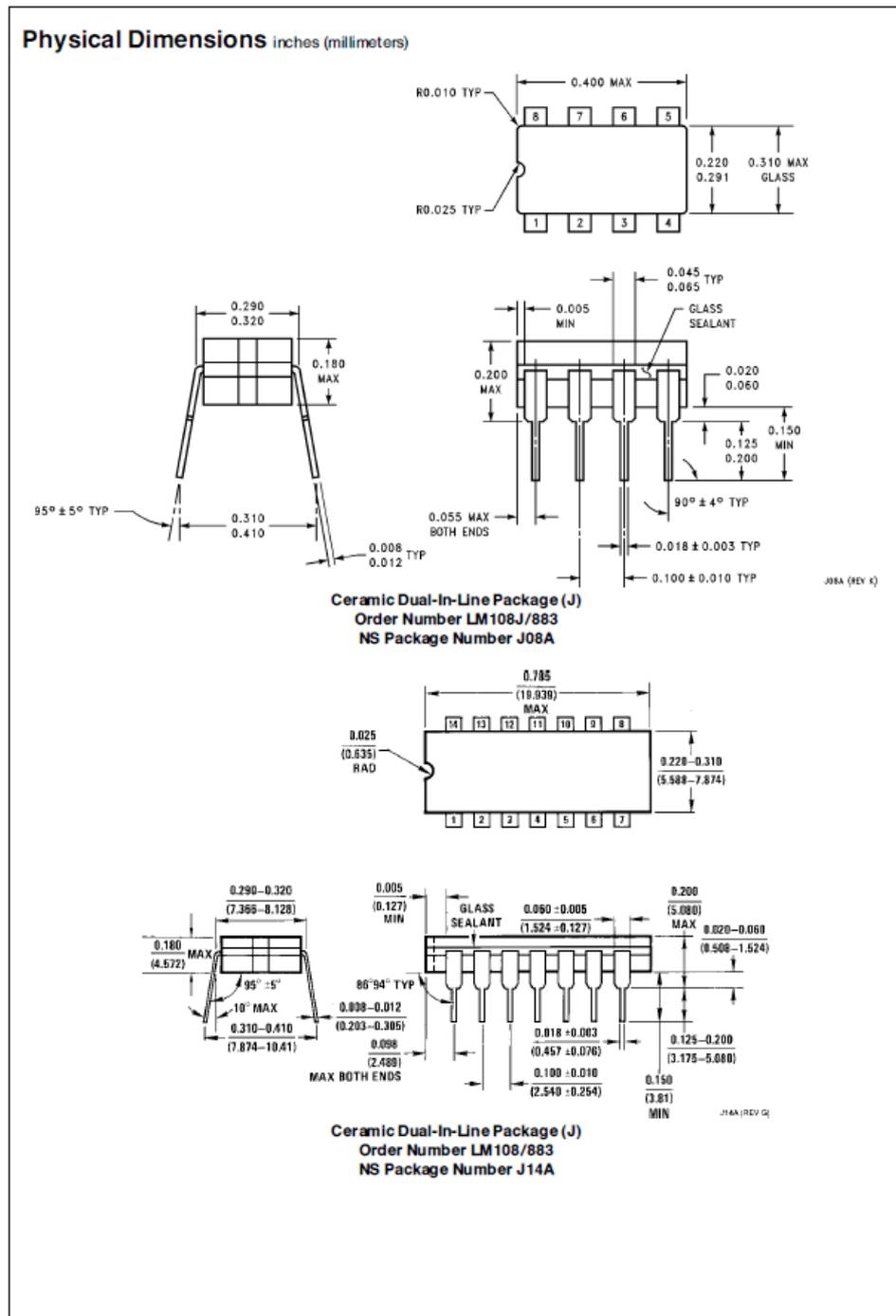
Package Types



Typical Application



Anexo C.4 Especificaciones técnicas del microchip.



LM108/LM208/LM308 Operational Amplifiers

General Description

The LM108 series are precision operational amplifiers having specifications a factor of ten better than FET amplifiers over a -55°C to $+125^{\circ}\text{C}$ temperature range.

The devices operate with supply voltages from $\pm 2\text{V}$ to $\pm 20\text{V}$ and have sufficient supply rejection to use unregulated supplies. Although the circuit is interchangeable with and uses the same compensation as the LM101A, an alternate compensation scheme can be used to make it particularly insensitive to power supply noise and to make supply bypass capacitors unnecessary.

The low current error of the LM108 series makes possible many designs that are not practical with conventional amplifiers. In fact, it operates from $10\text{ M}\Omega$ source resistances,

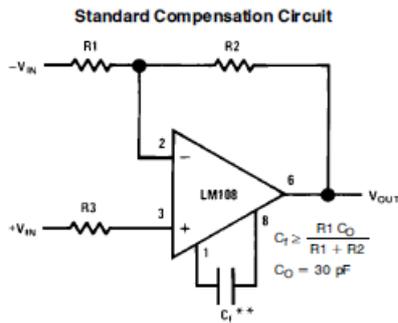
introducing less error than devices like the 709 with $10\text{ k}\Omega$ sources. Integrators with drifts less than $500\ \mu\text{V}/\text{sec}$ and analog time delays in excess of one hour can be made using capacitors no larger than $1\ \mu\text{F}$.

The LM108 is guaranteed from -55°C to $+125^{\circ}\text{C}$, the LM208 from -25°C to $+85^{\circ}\text{C}$, and the LM308 from 0°C to $+70^{\circ}\text{C}$.

Features

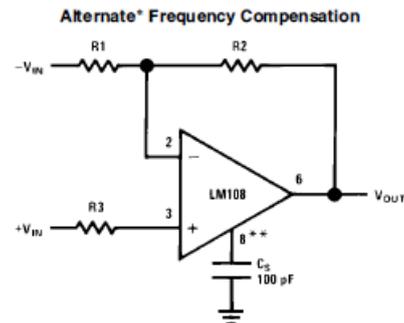
- Maximum input bias current of $3.0\ \text{nA}$ over temperature
- Offset current less than $400\ \text{pA}$ over temperature
- Supply current of only $300\ \mu\text{A}$, even in saturation
- Guaranteed drift characteristics

Compensation Circuits



TL/H/7758-1

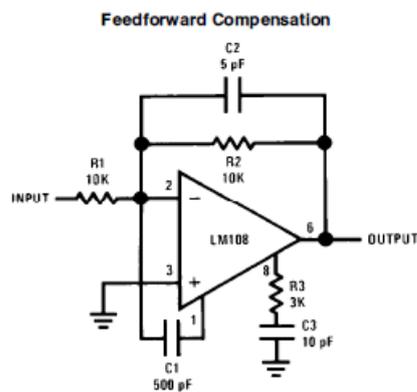
**Bandwidth and slew rate are proportional to $1/C_1$



TL/H/7758-2

*Improves rejection of power supply noise by a factor of ten.

**Bandwidth and slew rate are proportional to $1/C_s$



TL/H/7758-3

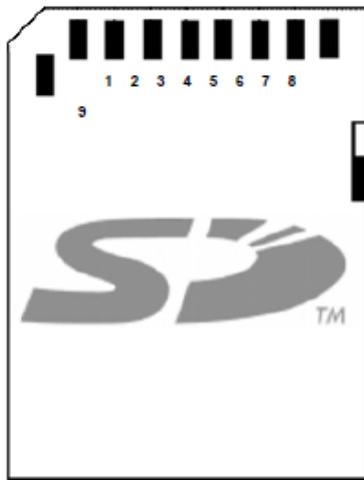
Anexo C.6 Especificaciones técnicas de SD card para datos.

3 SD Card Access with the EFM32

The present application note deals with the implementation of the SPI-based access mode to read data from / write data to a SDSC (standard SD) card using an EFM32 microcontroller.

Figure 3.1 (p. 4) shows the SD card pinout and Table 3.1 (p. 4) the pin connections for both SD and SPI modes.

Figure 3.1. SD Card Pinout



In Table 3.1 (p. 4) the type column can have the following:

- I - input
- O - output
- S - supply/ground
- C - control line
- RSV - reserved, not used

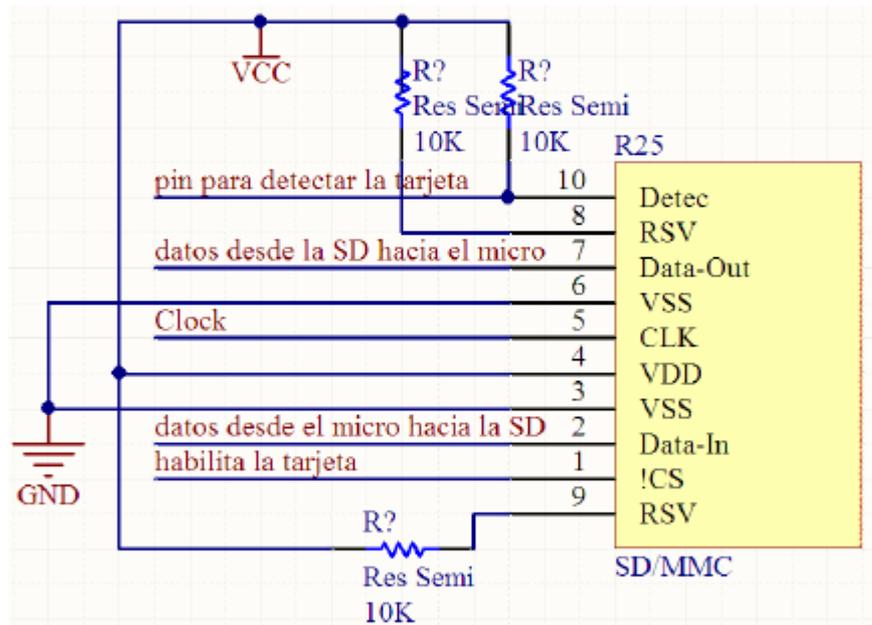
Table 3.1. SD Card Pinout Description

Pin	SD card pinout - SD Mode			SD card pinout - SPI Mode		
	Name	Type	Description	Name	Type	Description
1	CD/DAT3	I/O/C	Card detection / Connection data line 3	CS	I	Chip selection in low status
2	CMD	C	Command/ Response line	DI	I	Data input
3	V _{ss1}	S	GND	V _{ss1}	S	GND
4	V _{dd}	S	Power supply	V _{dd}	S	Power supply
5	CLK	I	Clock	SCLK	I	Clock
6	V _{ss2}	S	GND	V _{ss2}	S	GND
7	DAT0	I/O/C	Connector data line 0	D0	O/C	Data output

Anexo C.7 Especificaciones técnicas de SD card para cada terminal.

Los pines del zócalo donde se inserta la tarjeta MMC/SD son los siguientes:

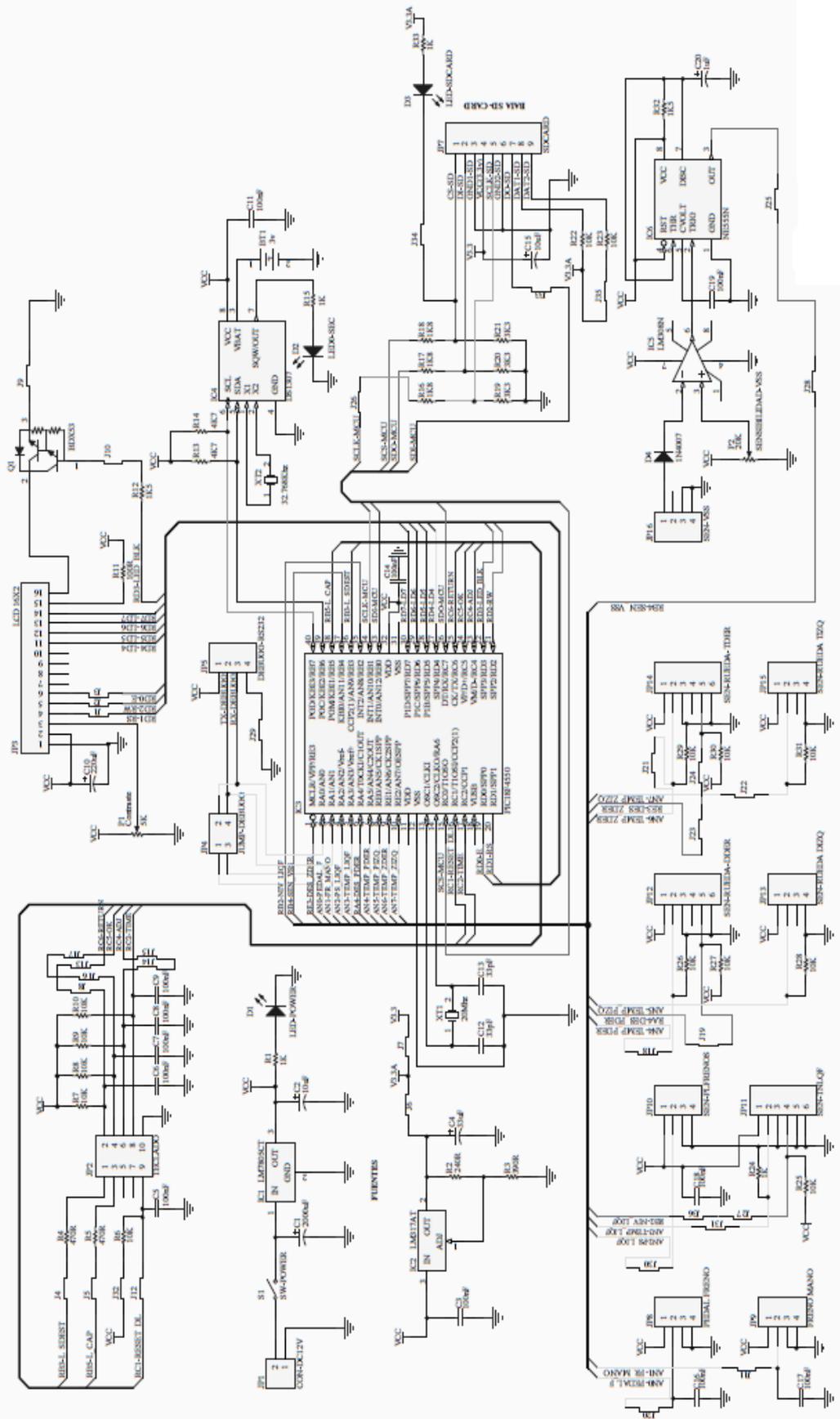
Pines	descripciones
9	RSV
1	!CS
2	Data in
3	GND
4	3,3V
5	Clock
6	GND
7	Data out
8	RSV
10	detecte card



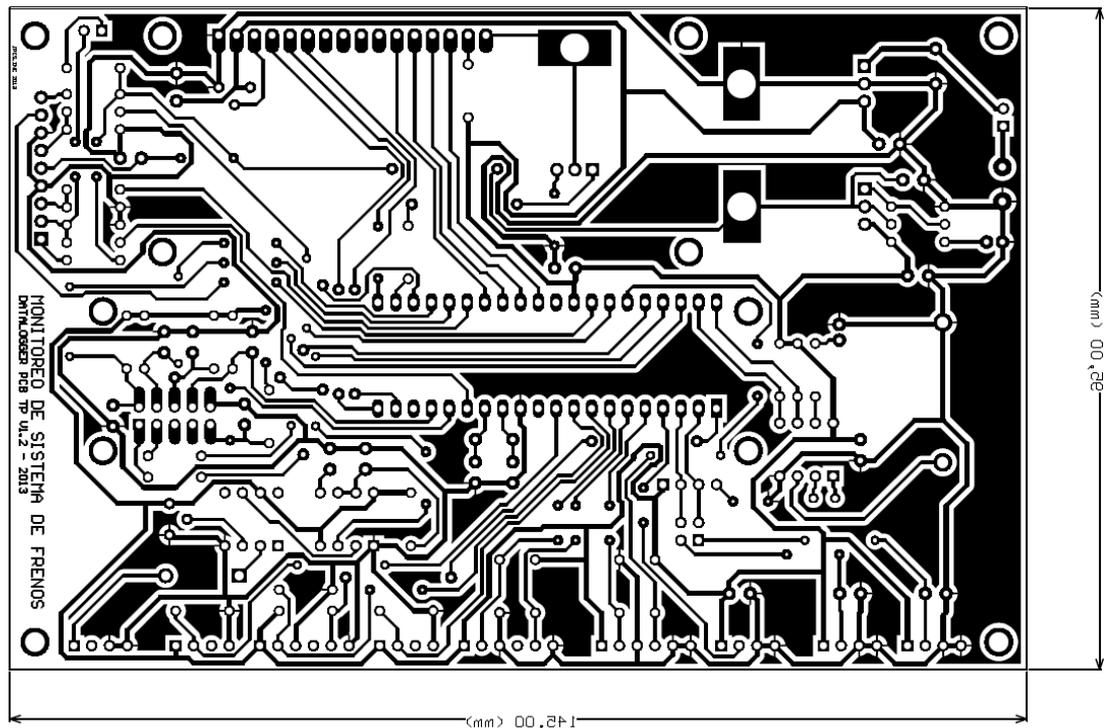
R25 representa el zócalo de la tarjeta. La memoria SD tiene 9 pines y la MMC tiene 7 pines pero ambas son compatibles pin a pin. Vamos a explicar un poco la función del pin 10 (detect card) cuando se inserta la tarjeta el estado lógico del pin se pone a "0" lógico (cero voltios) y cuando la tarjeta no esta tiene un "1" lógico (3,3 voltios). Para la interfase se puede usar el integrado 74VHCT125A alimentado con la misma tensión que la tarjeta este funciona como adaptador de tensión del micro hacia la tarjeta disminuye el nivel de tensión para evitar futuros daños en la tarjeta

Anexo C.8 Circuito Total.

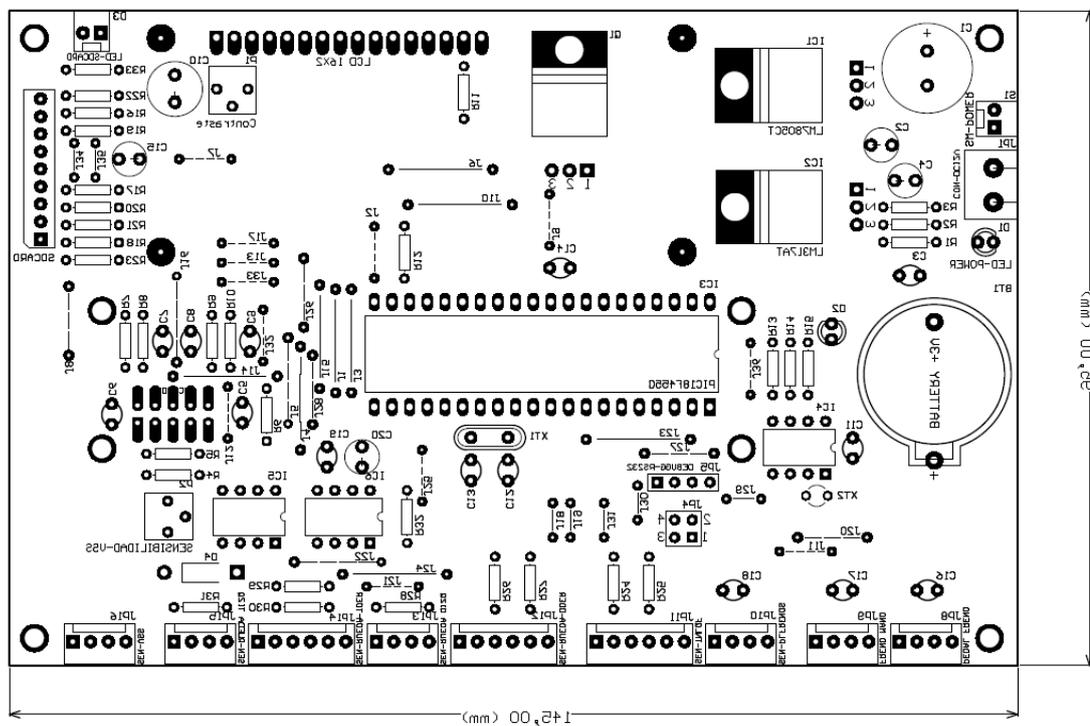
CIRCUITO DATA LOGGER PARA MONITOREO DE SISTEMA DE FRENOS



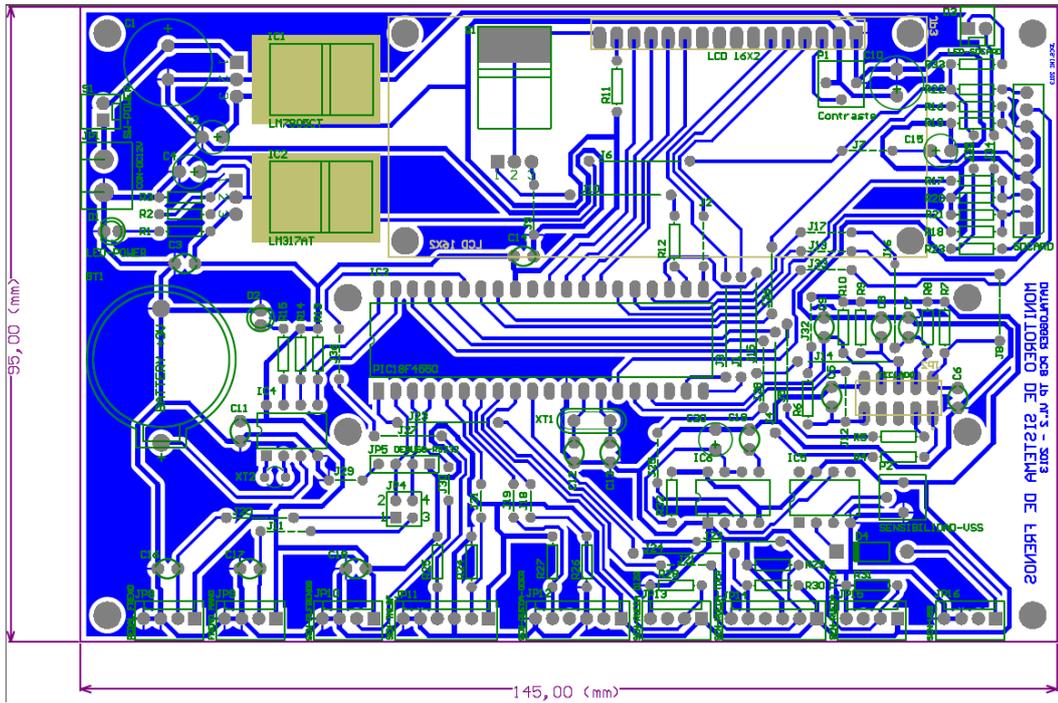
Anexo C.9 Placa del circuito impreso.



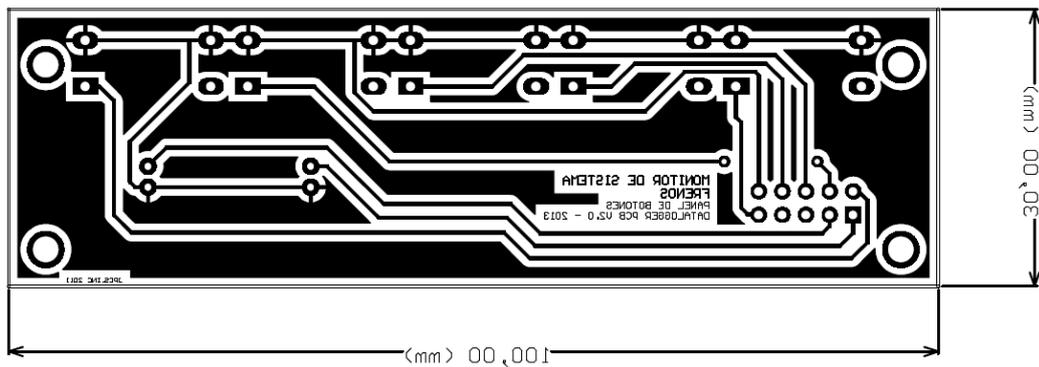
Anexo C.10 Placa del circuito impreso con su numeración.



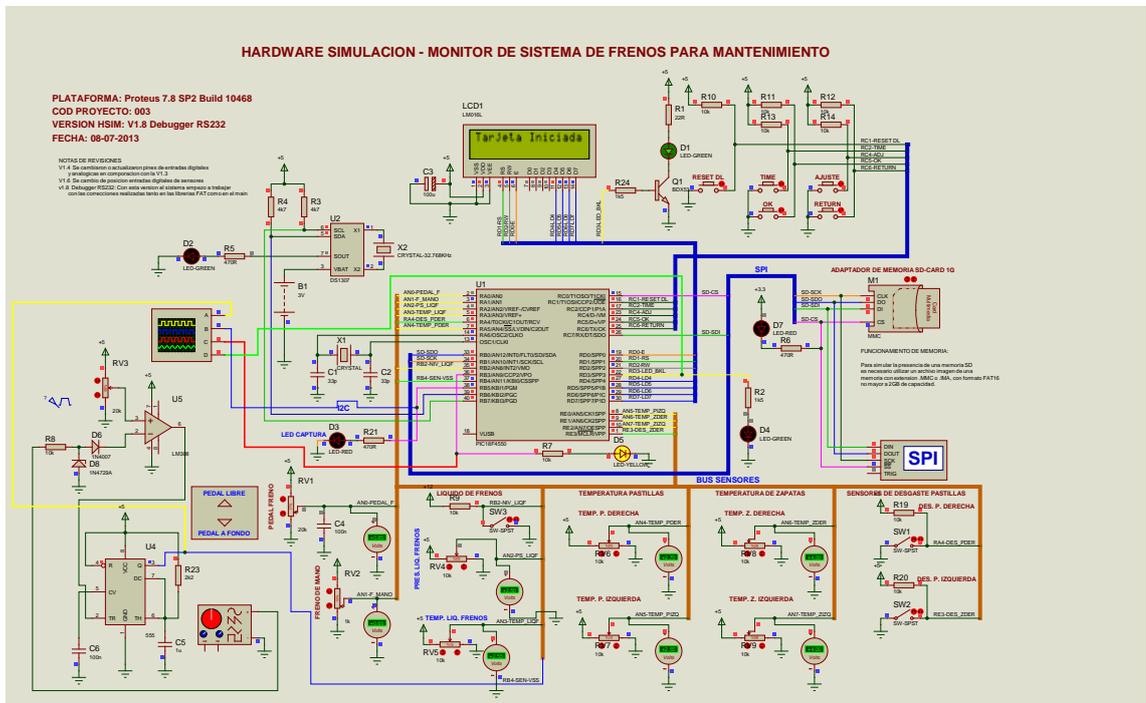
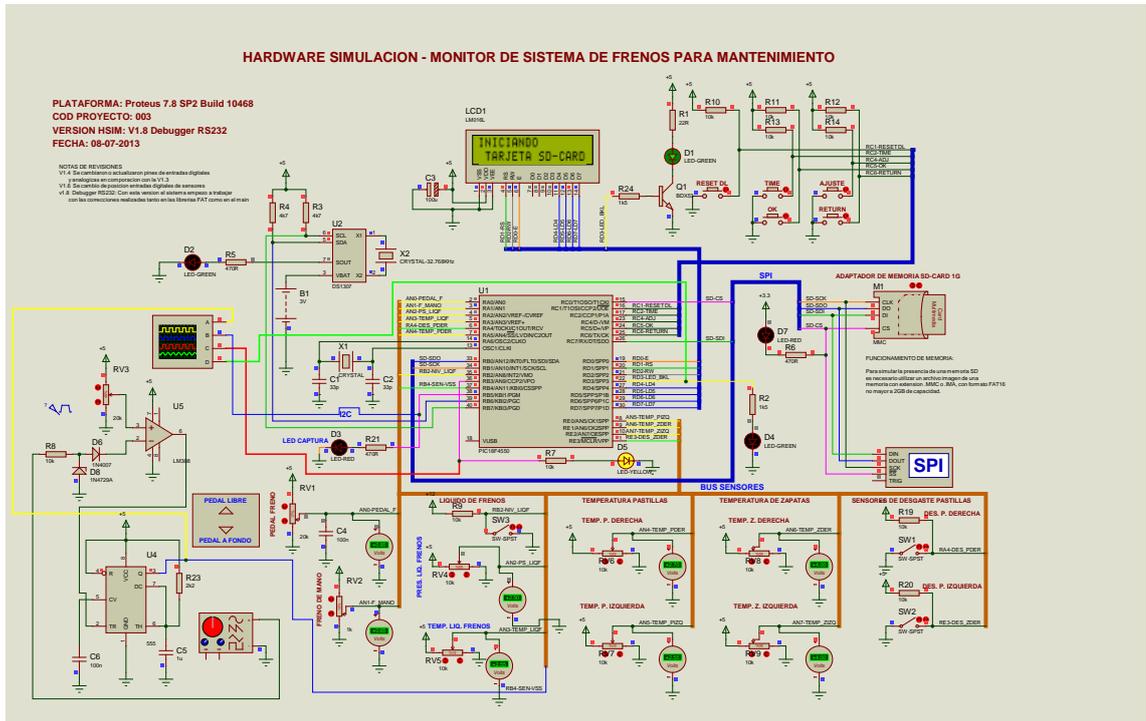
Anexo C.11 Placa del circuito impreso con sus designaciones.



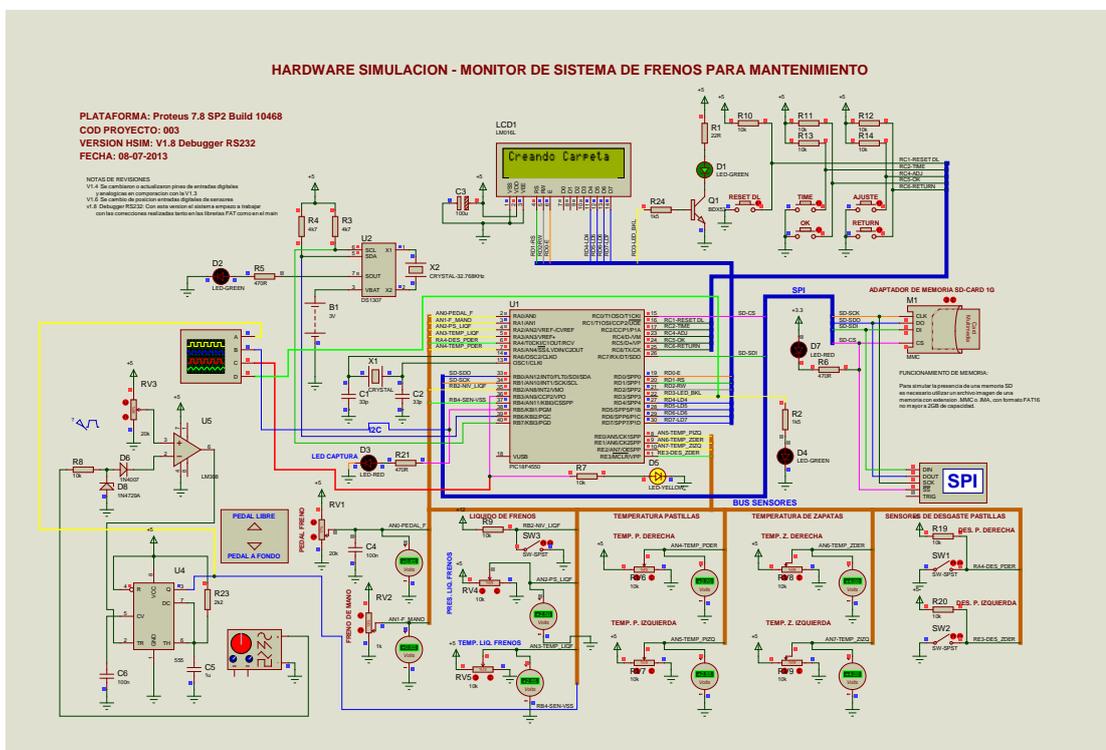
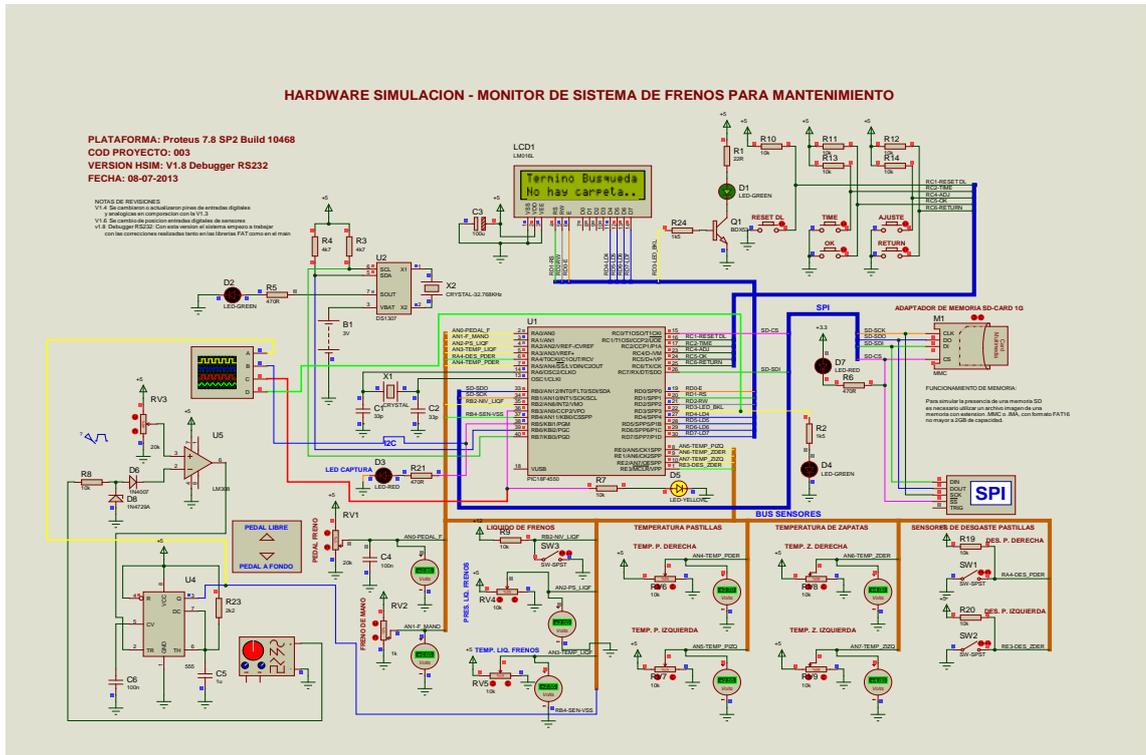
Anexo C.12 Placa del circuito impreso de la botonera.



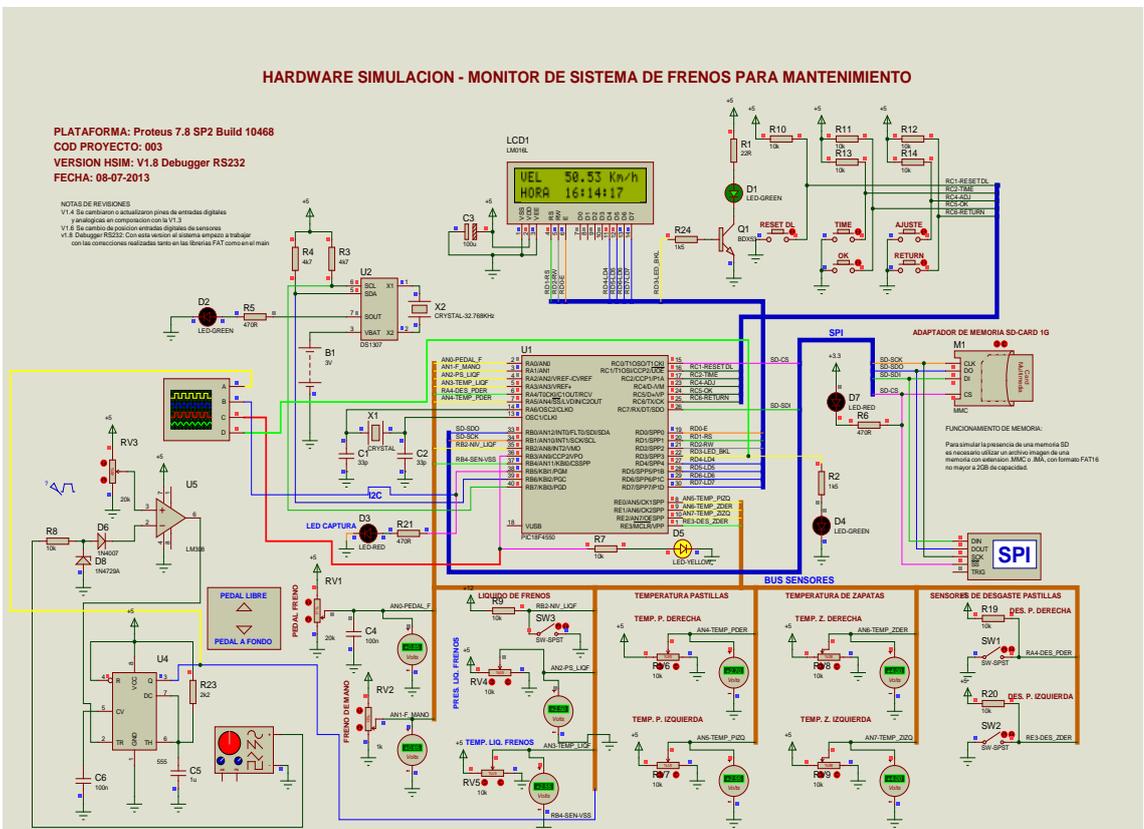
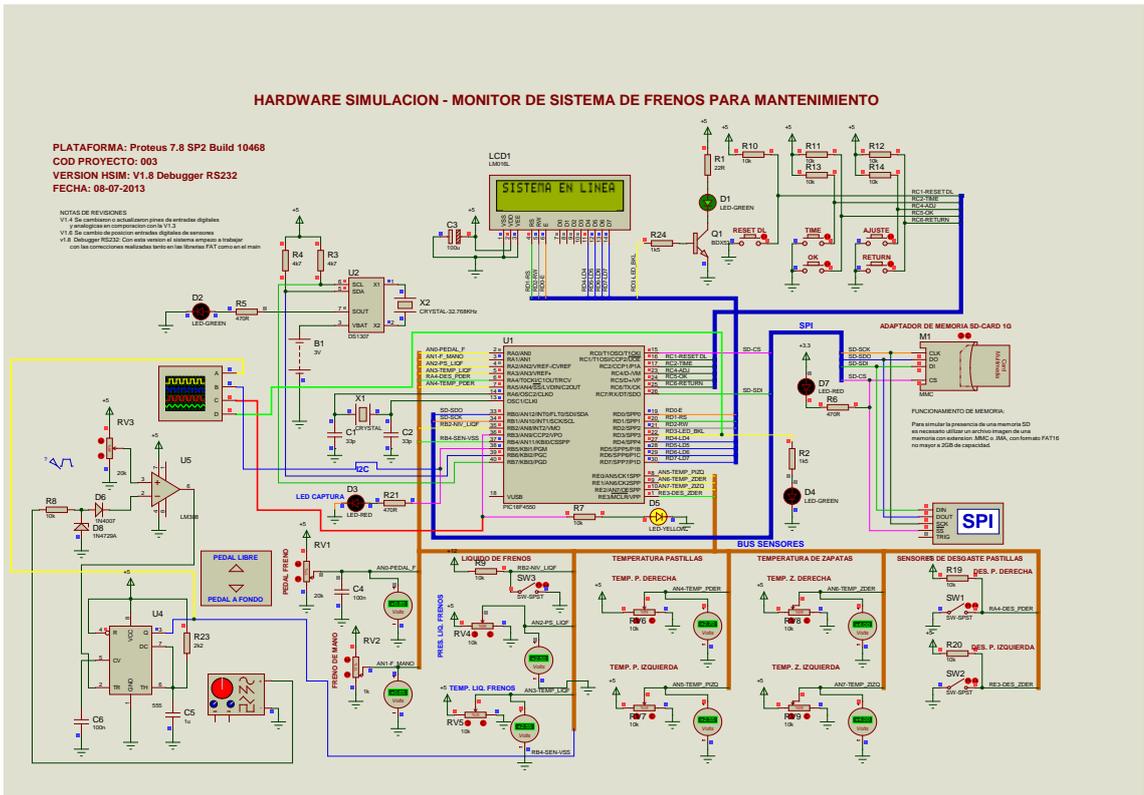
Anexo C.13 En el momento que se enciende el sistema.



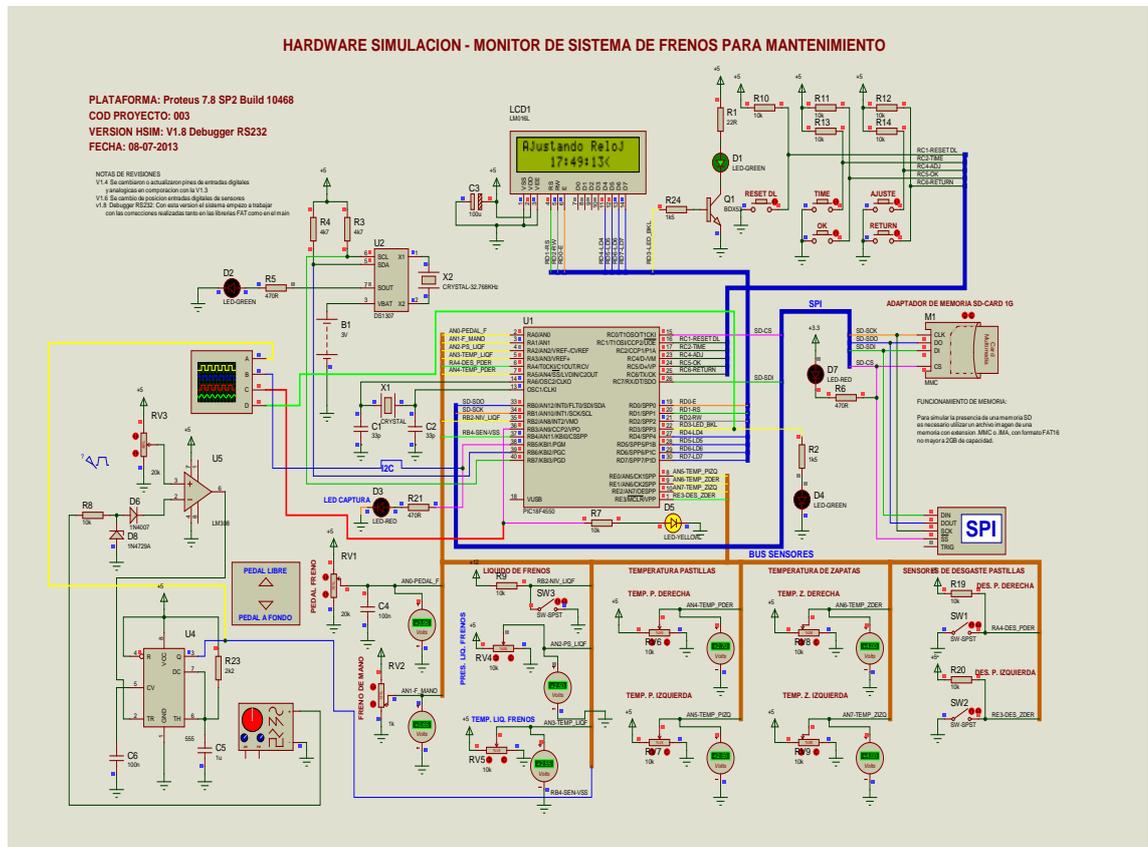
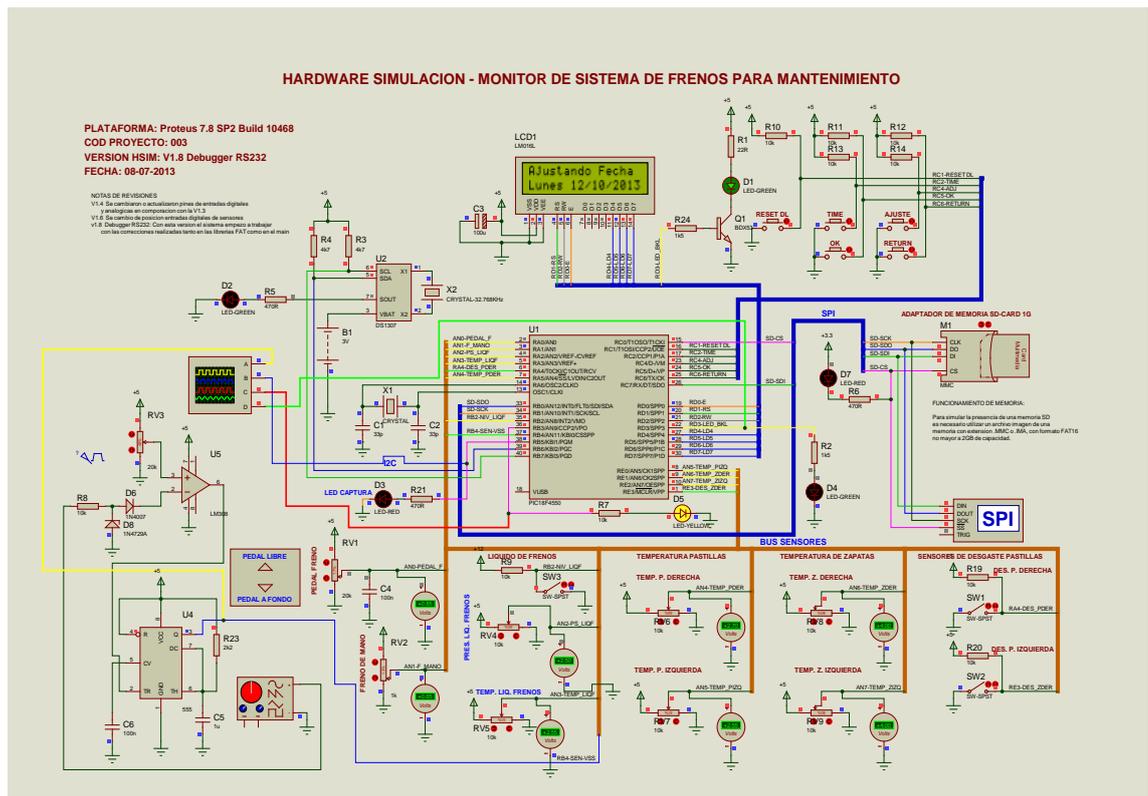
Anexo C.14. Cuando el sistema busca una carpeta y la crea.



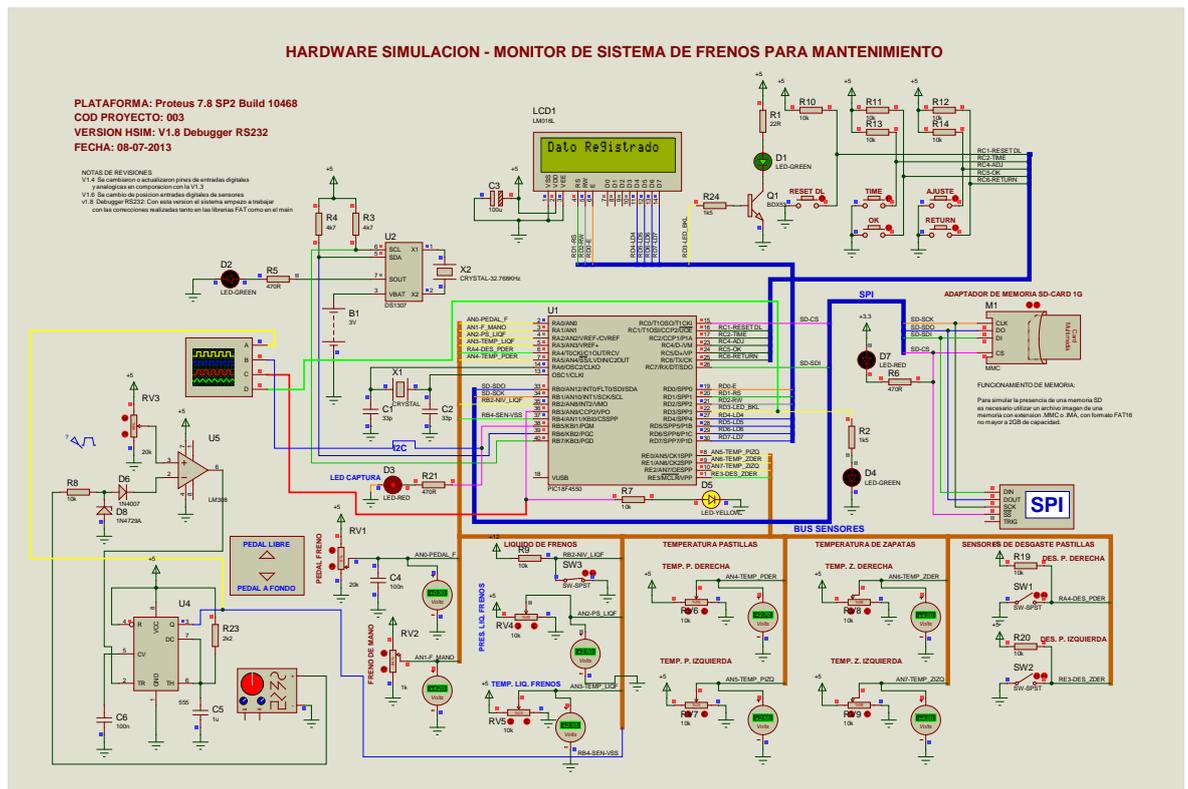
Anexo C.15 El sistema entra en funcionamiento.



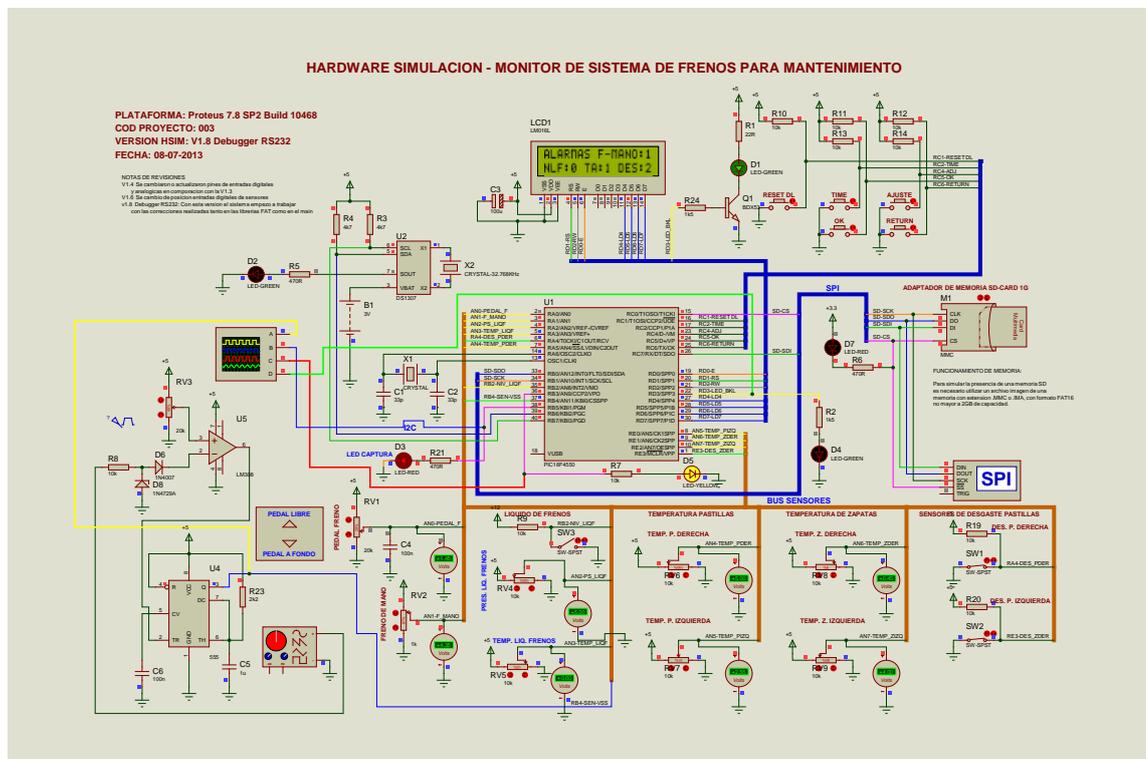
Anexo C16 En el momento que se realiza ajustes de fecha y hora en el sistema



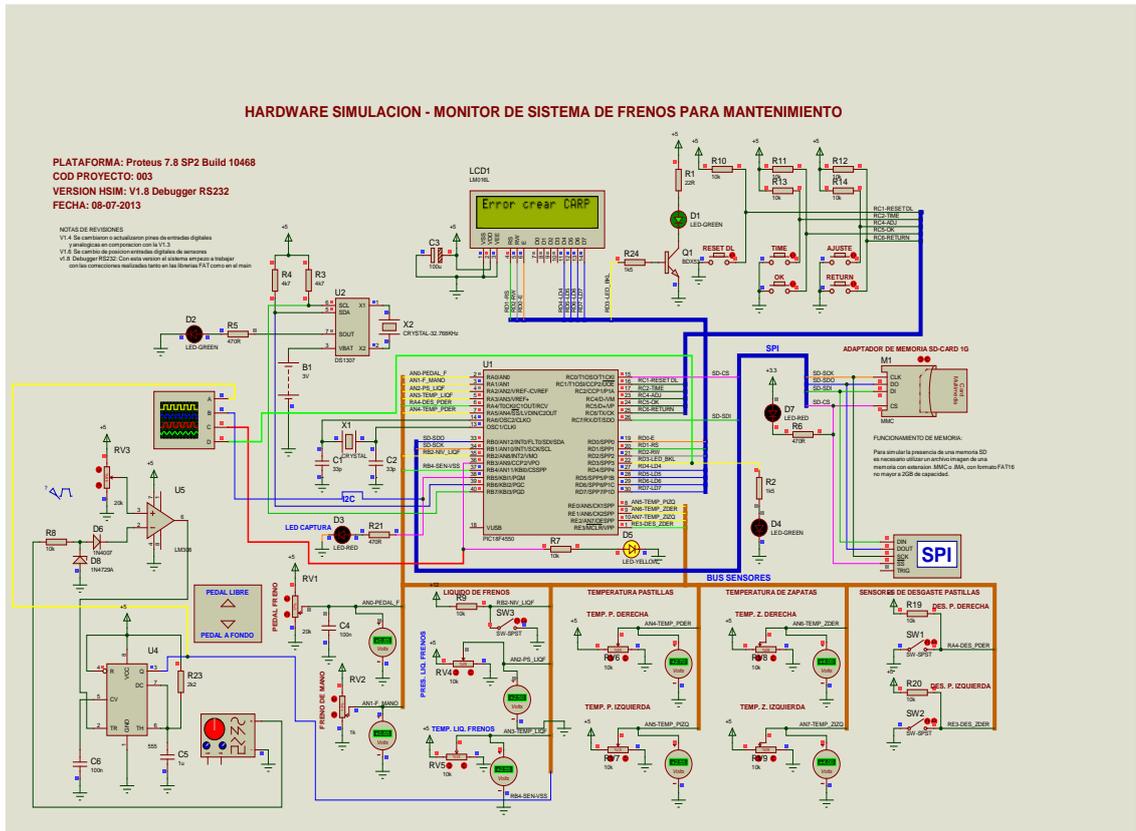
Anexo C17 El instante que el sistema captura una dato al soltar el pedal de freno



Anexo C.18 Cuando se activan algunas alarmas de aviso en el sistema.



Anexo C.19 Cuando el sistema esta funcionando si tarjeta SD card.



1 | 2 | 3 | 4

A

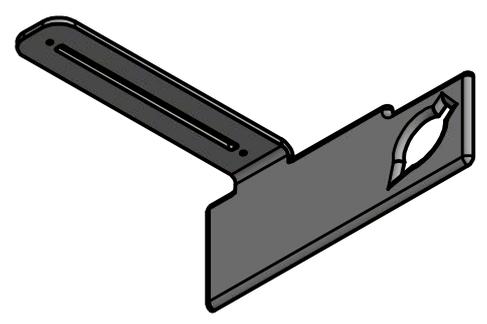
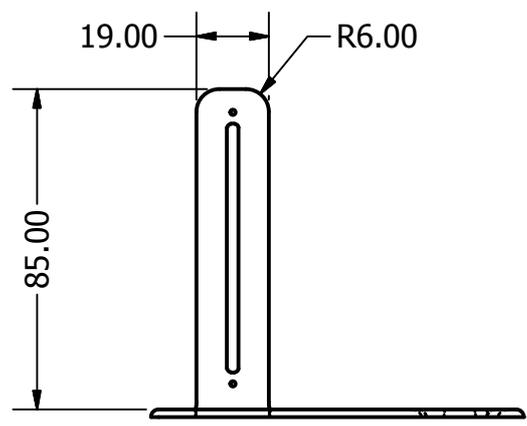
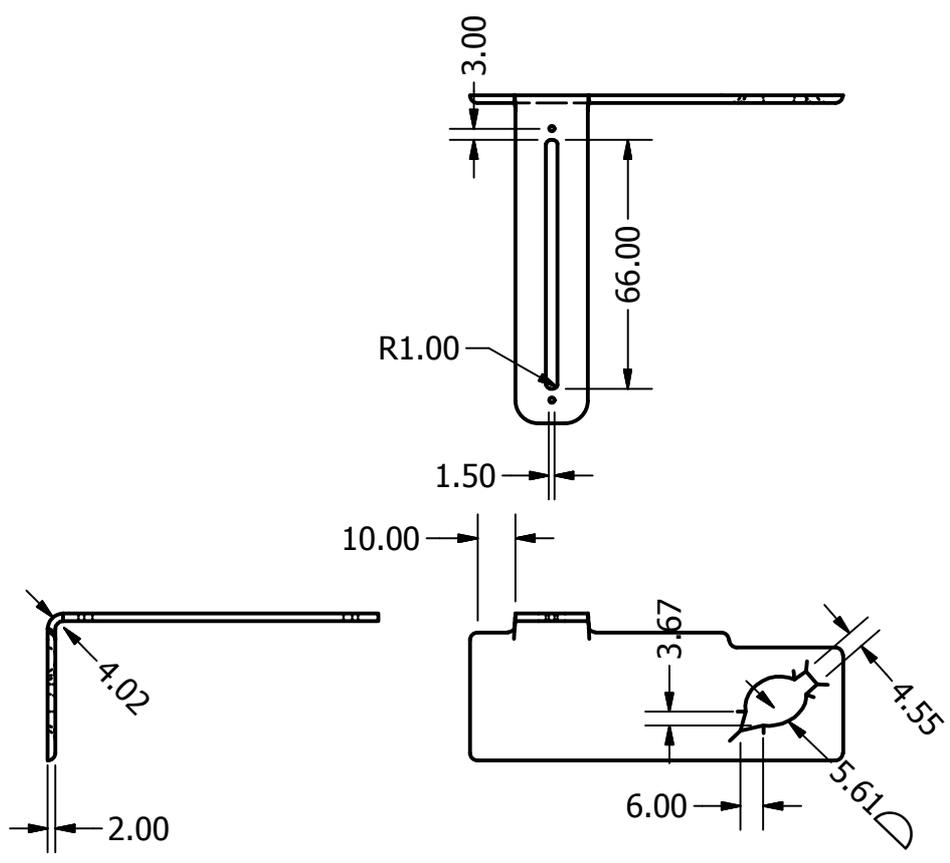
B

C

D

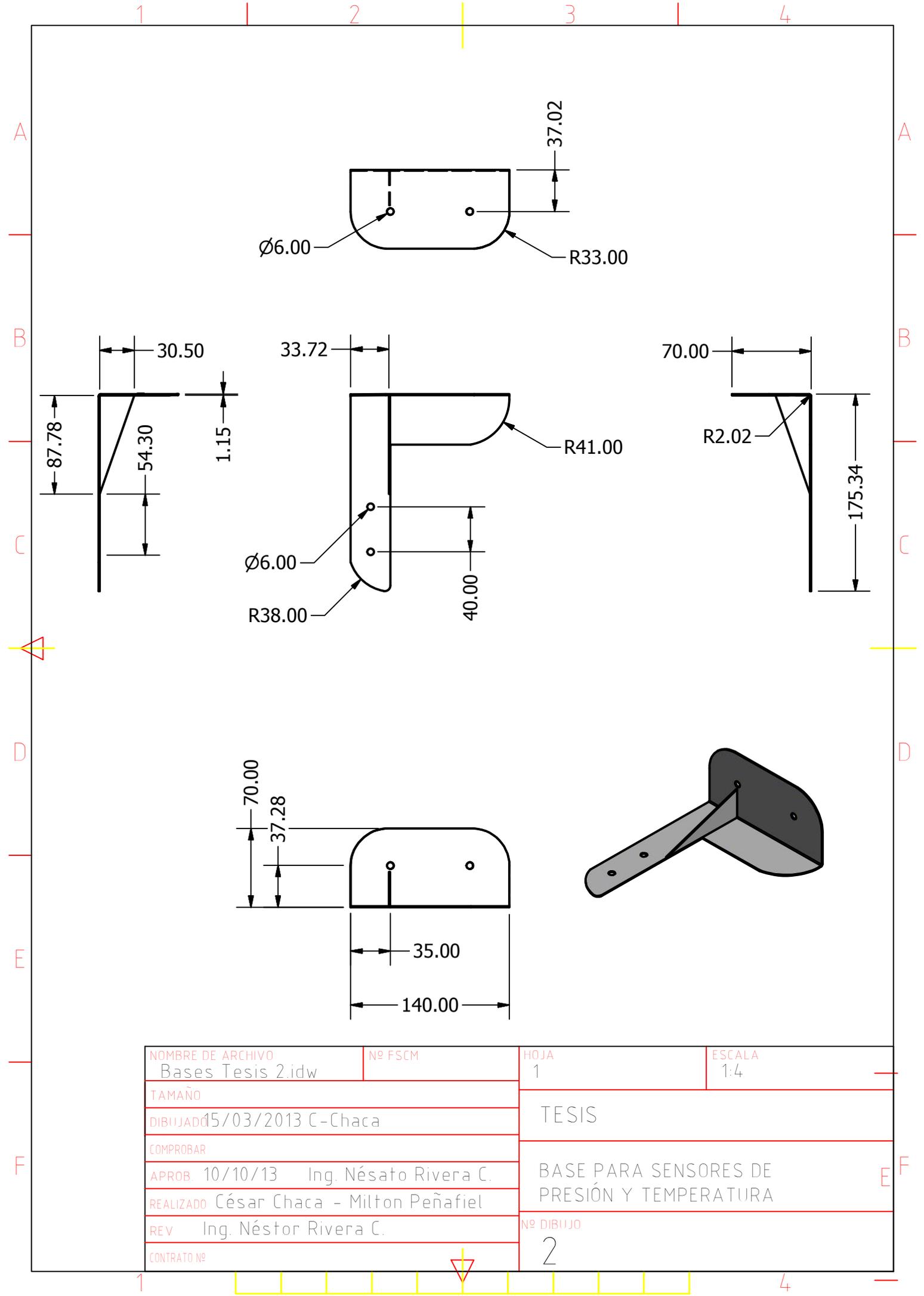
E

F

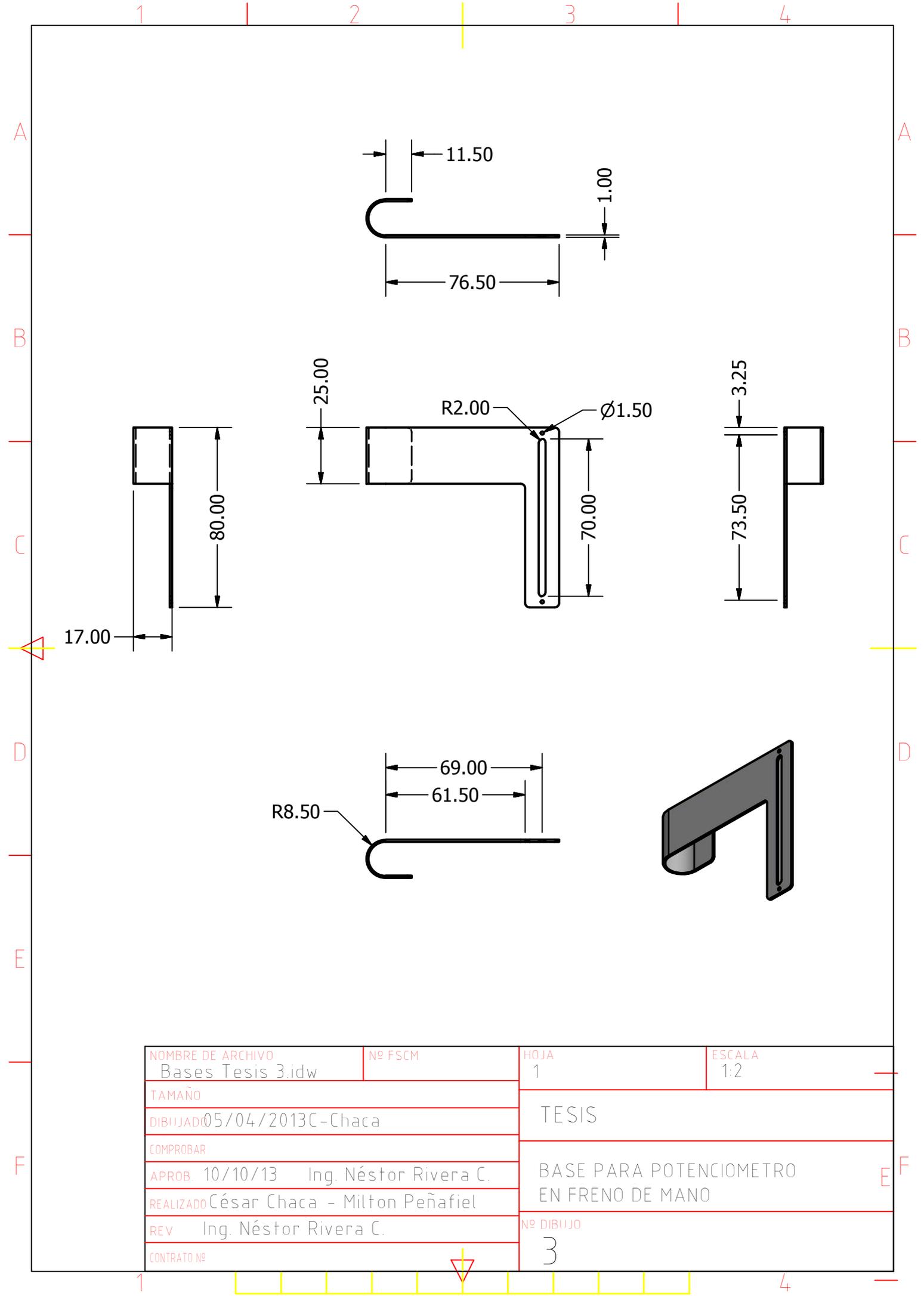


NOMBRE DE ARCHIVO Bases Tesis1.idw	Nº FSCM	HOJA 1	ESCALA 1:2
TAMAÑO	TESIS		
DIBUJADO 10/10/2013	C-Chaca		
COMPROBAR			
APROB 10/10/13	Ing. Néstor Rivera C.	BASE PARA POTENCIOMETRO DEL PEDAL DE FRENO	
REALIZADO	César Chaca - Milton Peñafiel		
REV	Ing. Néstor Rivera C.	Nº DIBUJO 1	
CONTRATO Nº			

1 | 4



NOMBRE DE ARCHIVO Bases Tesis 2.idw	Nº FSCM	HOJA 1	ESCALA 1:4
TAMAÑO	TESIS		
DIBIJA 15/03/2013 C-Chaca			
COMPROBAR	BASE PARA SENSORES DE PRESIÓN Y TEMPERATURA		
APROB. 10/10/13 Ing. Néscato Rivera C.			
REALIZADO César Chaca - Milton Peñafiel	Nº DIBIJO 2		
REV Ing. Néstor Rivera C.			
CONTRATO Nº			



NOMBRE DE ARCHIVO Bases Tesis 3.idw	Nº FSCM	HOJA 1	ESCALA 1:2
TAMAÑO	TESIS		
DIBUJADO 05/04/2013 C-Chaca			
COMPROBAR	BASE PARA POTENCIOMETRO EN FRENO DE MANO		
APROB. 10/10/13 Ing. Néstor Rivera C.			
REALIZADO César Chaca - Milton Peñafiel	Nº DIBUJO 3		
REV Ing. Néstor Rivera C.			
CONTRATO Nº			

1 | 2 | 3 | 4

A

A

B

B

C

C

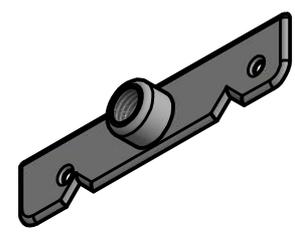
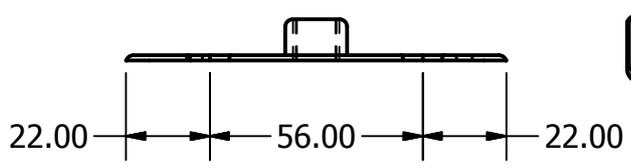
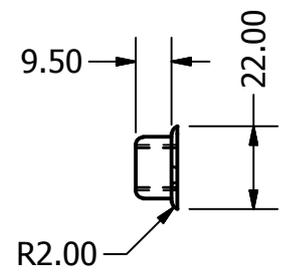
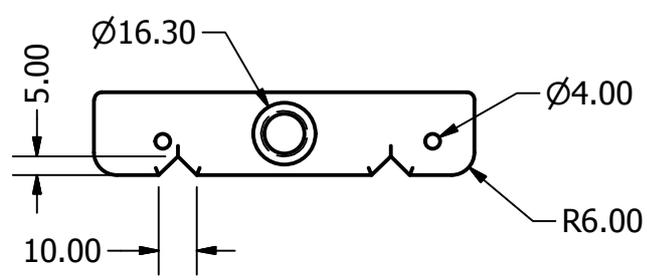
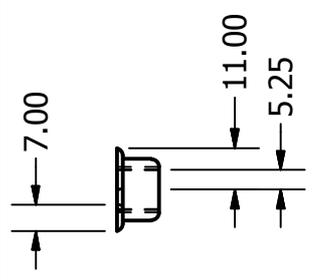
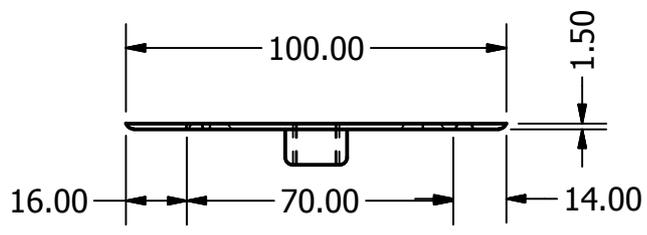
D

D

E

F

F



NOMBRE DE ARCHIVO Bases Tesis 4.idw	Nº FSCM	HOJA 1	ESCALA 1:2
TAMAÑO	TESIS		
DIBIJA 13/03/2013 C-Chaca			
COMPROBAR	BASE PARA NTC DE PASTILLAS		
APROB. 10/10/13 Ing. Néstor Rivera C.			
REALIZADO César Chaca - Milton Peñafiel	Nº DIBIJO 4		
REV Ing. Néstor Rivera C.			
CONTRATO Nº			

1 | 4

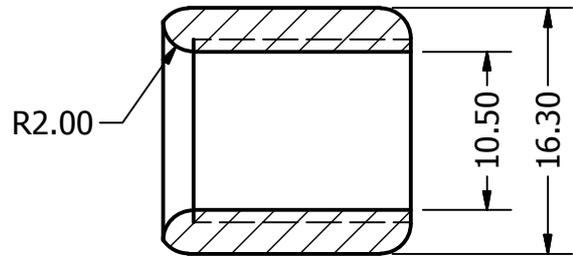
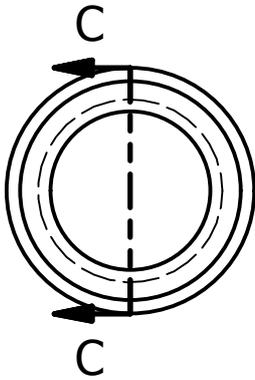
1 | 2 | 3 | 4

A

A

B

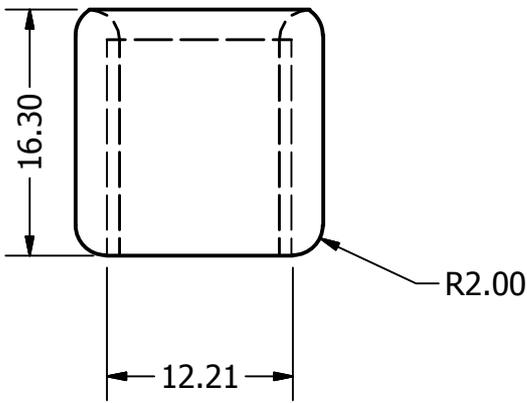
B



SECTION C-C
SCALE 2 : 1

C

C



D

D

E

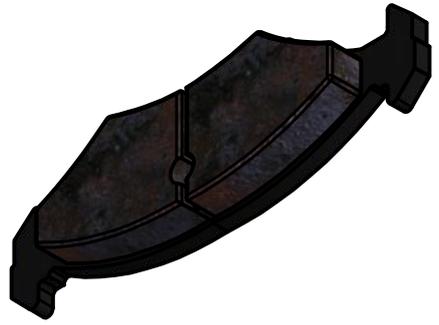
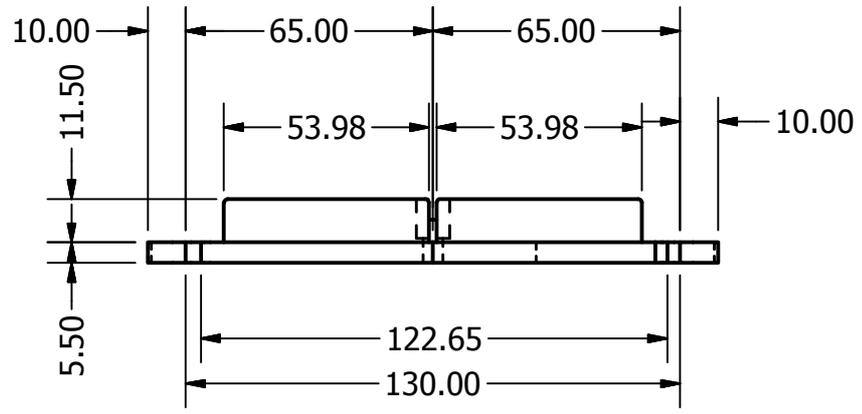
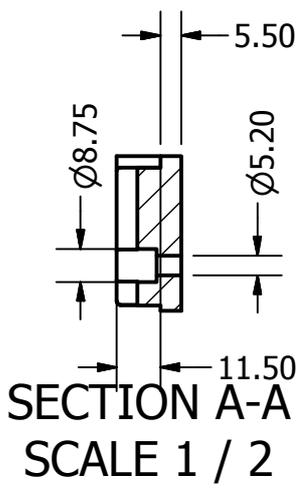
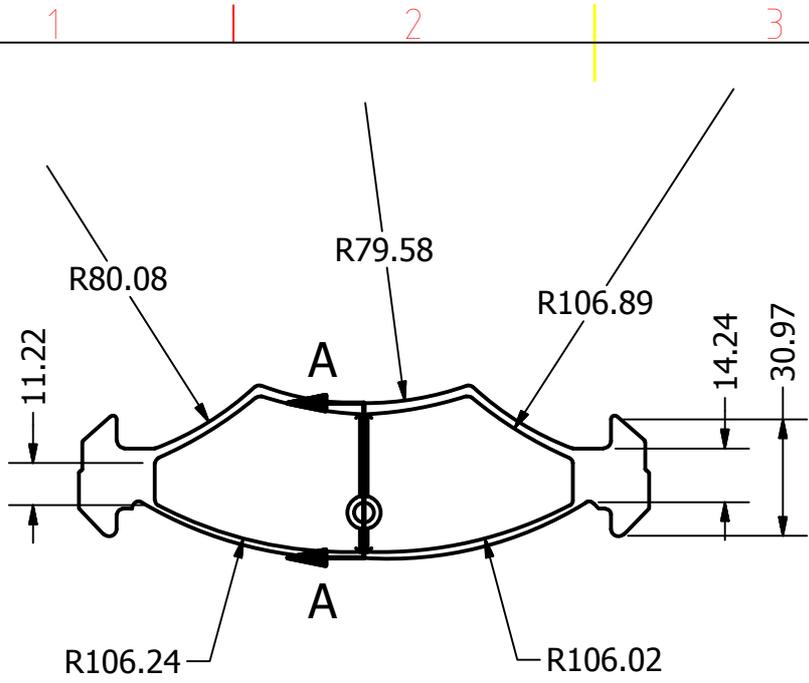
E

NOMBRE DE ARCHIVO Bases Tesis 5.idw	Nº FSCM	HOJA 1	ESCALA 1:1
TAMAÑO	TESIS		
DIBUJADO 04/02/2013 C-Chaca			
COMPROBAR	BASE PARA NTC EN ZAPATAS		
APROB. 10/10/13 Ing. Néstor Rivera C.			
REALIZADO César Chaca - Milton Peñafiel	Nº DIBUJO 5		
REV Ing. Nestor Rivera C.			
CONTRATO Nº			

F

F

1 | 4



NOMBRE DE ARCHIVO Pastilla de Freno.idw	Nº FSCM	HOJA 1	ESCALA 1:2
TAMAÑO	TESIS		
DIBUJAD 07/03/2013 C-Chaca			
COMPROBAR	PASTILLA DE FRENO PERFORADA		
APROB. 10/10/13 Ing. Nestor Rivera C.			
REALIZADO César Chaca - Milton Peñafiel	Nº DIBUJO 6		
REV Ing. Néstor Rivera C.			
CONTRATO Nº			

1 | 2 | 3 | 4

A

B

C

D

E

F

A

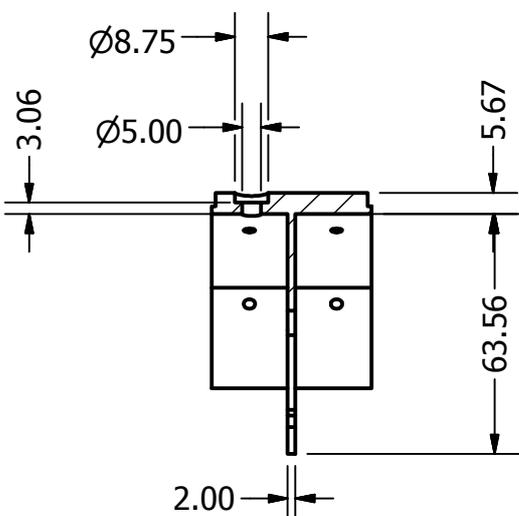
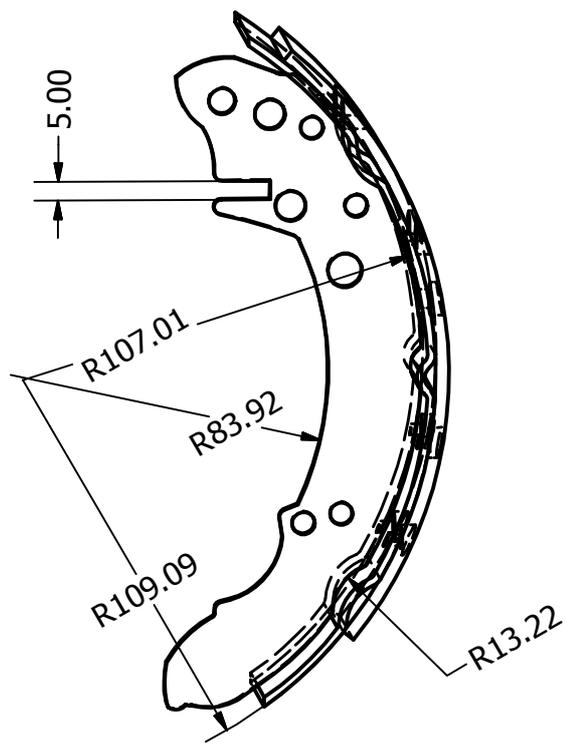
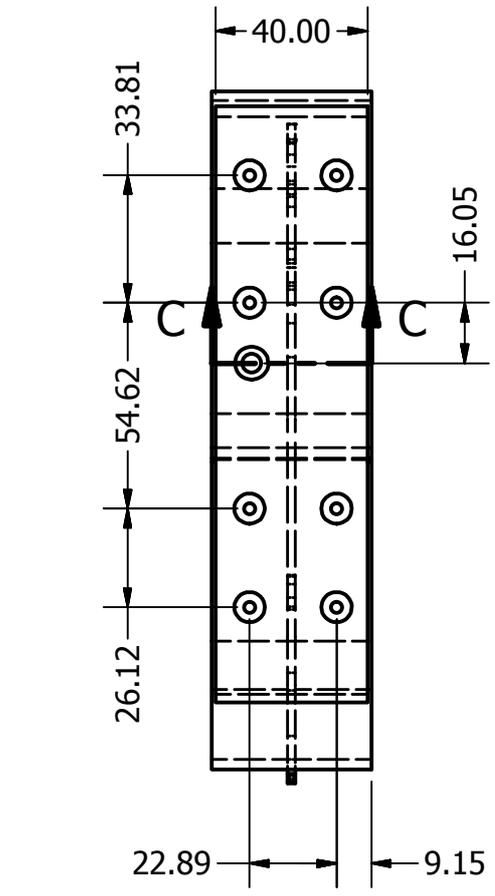
B

C

D

E

F

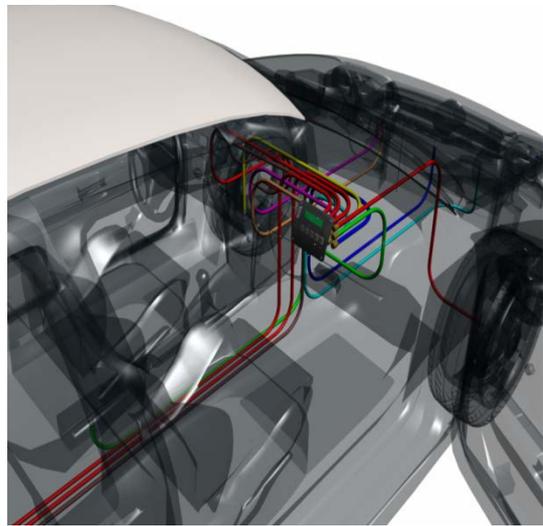
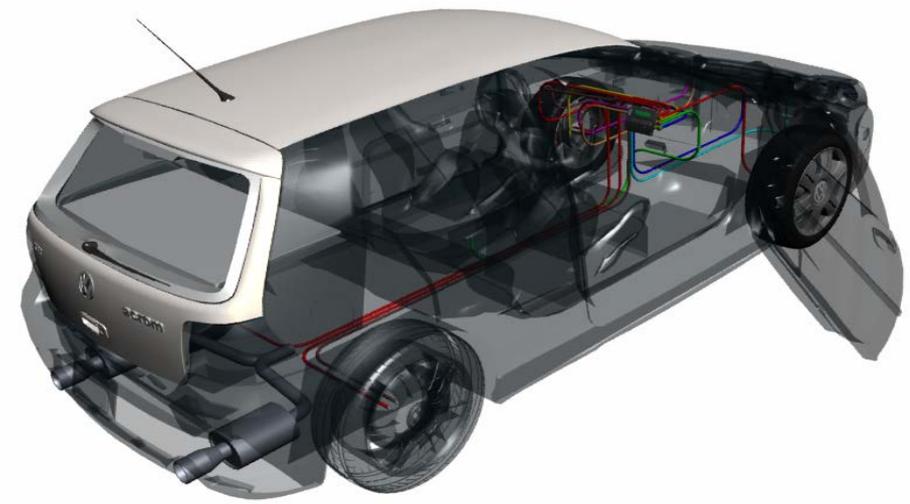


SECTION C-C
SCALE 1 / 2



NOMBRE DE ARCHIVO Zapata en 3D.idw	Nº FSCM	HOJA 1	ESCALA 1:2
TAMAÑO	TESIS		
DIBUJAD 09/03/2013 C-Chaca			
COMPROBAR	ZAPATA DE FRENO PERFORADA		
APROB. 10/10/13 Ing. Néstor Rivera C.			
REALIZADO César Chaca - Milton Peñafiel	Nº DIBUJO 7		
REV Ing. Néstor Rivera C.			
CONTRATO Nº			

1 | 2 | 3 | 4



- Señal de Potenciómetro del Pedal de Freno
- Señal del Potenciómetro de la Palanca del Freno de Mano
- Señal del Sensor VSS
- Señal del Sensor de Presión de Líquido de Freno
- Señal del Sensor de Temperatura de Zapatas y Pastillas
- Señal del Sensor de Temperatura de Líquido de Frenos
- Señal del interruptor de desgaste de Pastilla y Zapata
- Señal del interruptor de aviso del líquido de freno

NOMBRE DE ARCHIVO A4 Cesar Chaca C.idw	Nº FSCM	HÓJA 1	ESCALA 1:1000
TAMAÑO		TESIS	
DIBUJADO 02/09/2013 C-Chaca		UBICACIÓN DEL SISTEMA EN EL VEHICULO	
COMPROBAR		Nº DIBUJO 8	
APROB. 10/10/13 Ing. Néstor Rivera C.			
REALIZADO César Chaca - Milton Peñafiel			
REV Ing. Néstor Rivera C.			
CONTRATO Nº			

ANEXOS DEL CAPITULO IV

Anexo D.1 Plan de Mantenimiento Recomendado por el Fabricante.

XII MANTENIMIENTO

Plan de mantenimiento preventivo Gol

Frenos	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>
líquido: verificar y completar nivel	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
líquido: drenar y reemplazar					X					X
controlar desgaste de pastillas y cintas, estado de los flexibles, regular freno de mano	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Referencias:

- | | |
|---------------------|-----------------------|
| <i>1.</i> 10.000 km | <i>6.</i> 60.000 km |
| <i>2.</i> 20.000 km | <i>7.</i> 70.000 km |
| <i>3.</i> 30.000 km | <i>8.</i> 80.000 km |
| <i>4.</i> 40.000 km | <i>9.</i> 90.000 km |
| <i>5.</i> 50.000 km | <i>10.</i> 100.000 km |

```

//-----
//          UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
//-----
//
//    PROYECTO #003
//    AUTORES: César Chaca y Milton Peñafiel.
//    FECHA:Miercoles 17 - 04 - 2013
//
//    PROGRAMA: MONITOREO ELECTRONICO DEL SISTEMA DE FRENOS PARA LA
OPTIMIZACION DEL MANTENIMIENTO.
//    DISPOSITIVO: Microcontrolador PIC18F4550
//    COMPILADOR: CCS V4.134 INTEGRADO EN MPLAB V8.89
//
//    VERSION O REVISION FIRMWARE V1.2.2                REVISION:
Miercoles 11 de Agosto de 2013
//    VERSION HARDWARE SIMULACION V1.10                APLICACION: PROTEUS
V7.8 sp2    NOMBRE ARCHIVO: HSIM_MSFFRENOS_V1.10debugger.DSN
//    VERSION HARDWARE KIT:HKIT_MSFFRENOS_TPV1.2.PcbDoc  APLICACION:
PROTEL DXP 2004    NOMBRE ARCHIVO:HKIT_MSFFRENOS_TPV1.0.PrjPCB
//
//    COMPATIBILIDAD HARDWARE SIMULACION: HSIM_MSFFRENOS_V1.9.DSN Se
cambiaron los pines analogicos respecto a versiones anteriores a partir
de la entrada AN2 hasta AN7
//
//                                Para establecer AN8 (RB2)
//
//    HSIM_MSFFRENOS_V1.9.1.DSN
//
//    HSIM_MSFFRENOS_V1.9.1.DSN
//
//    HISTORIAL DE VERSION:
//
//    V1.0.0    Se comenzará programando la visualizacion en el
LCD de la informacion del CI DS1307 (Fecha y Hora)
//    V1.0.1    Se realizará la programación del manejo de
la memoria SD (En el hardware de simulación se utilizara MMC)
//    V1.0.2    Se implementara el diagrama de flujos
previamente diseñado, especialmente la creacion del archivo .xls y
teclado para acceso
//    V1.0.3    Se implementara el teclado, los ajustes del
ds1307 y las entradas de registro de sensores (ADC DIG)
//    V1.0.4    Se implementará la captura de señales de los
canales analógicos y digitales (ADC DIG)
//    V1.0.5    Dado que la parte fundamental del sistema ya
funciona, ahora se procedera a corregir errores encontrados
//
//                                en la creacion del directirio en la SD y
fallas en la toma de datos cuando se actualiza el reloj del sistema
(DS1307)
//    V1.0.6    Se implementara velocimetro atravez del pin
RB7, de no funcionar esta alternativa dado que no se puede usar el pin
RB0, se optará
//
//                                Por crear el velocimetro en un chip
diferente y que se comunique por I2C con el sistema principal.
//    V1.0.7    Antes de realizar la primera prueba en el
protoboard se implementará el ajuste de fecha y hora aun si no esta con
la tarjeta SD puesta

```

```

//          V1.0.7          Debugger: El sistema es completamente
funcional en simulacion con la version 1.7 modificada por mi, pero al
momento de programar el pic el sistema no funciona
//
//          en el circuito real. por lo cual se
implementara una funcion auxiliar (Debugger por RS232) que una vez se
haya solucionado el problema se restituirá a la version 1.0.7 regular
//          V1.2.0          Despues de haber localizado el problema con
las librerias, se pasa adecuar las mismas para que consuman menos RAM
junto con el resto del programa y que mantenga la V1.8 de las librerias
//          V1.2.1          Se realizarán los ultimos ajustes del
sistema y de acuerdo al hardware final del mismo, en el que se cambio la
entrada analogica por digital en el sensor de nivel de liquido de frenos.
//          V1.2.2          Se realizará un cambio importante en el modo
de refresco del LCD, ya que el mismo esta dando problemas en el circuito
real mas no en la simulación.

```

```

//-----
//-----
////////// MONITOR DE SISTEMA DE FRENOS PARA MANTENIMIENTO PARA
VOLKSWAGEN GOL G3 //////////
//-----
//-----

```

```

#include <18F4550.h>
#define *16          //defino que trabajara con 16 bits
(punteros etc) y utilice todos los bancos
#define ADC=10      //indico que serán 10 bits para la
conversion, siempre debe colocarse luego del include
//#device PIC18F4550 *16 ADC=10          //defino que
trabajara con 16 bits (punteros etc) y utilice todos los bancos
//indico
que serán 10 bits para la conversion, siempre debe colocarse luego del
include
//#fuses XT,NOWDT,NOPROTECT,NOLVP,NODEBUG,USBDIV,PLL3,CPUDIV1,VREGEN
#fuses
HSPLL,NOMCLR,NOWDT,NOPROTECT,NOLVP,NODEBUG,PLL5,CPUDIV1,NOPBADEN,NOBROWNO
UT          //con osc 20Mhz --> PLL (5) -> = 4Mhz -->|PLL96Mhz| /2 = 48Mhz
para el USB registro config h(0E24), NOPBADEN (Permite utilizar el PORTB
como I/O digitales)
#use delay(clock = 4800000) //, oscillator = 20000000) //esa
frecuencia ya se obtiene por PLL, permite usar correctamente funciones
delay y funciones UART y SPI
//#fuses HSPLL,NOMCLR,NOWDT,NOPROTECT,NOLVP,NODEBUG,CPUDIV1,NOPBADEN
//#use delay(clock = 12000000)

//#use rs232(baud=9600,parity=N,xmit=PIN_A0,rcv=PIN_A1,bits=8, force_sw)
// Permite utilizar el debugger del sistema por Hiperterminal
en una PC

#use fixed_io(b_outputs=PIN_B5,PIN_B3,PIN_B1)

#use spi(MASTER,BITS=8,MODE=3,FORCE_HW)

//#use fixed_io(b_outputs=PIN_B5)          // interfiere con el
resto de pines del puerto b, (afecta manejo de SD CARD)
#use fixed_io(c_outputs=PIN_C0,PIN_C7)    // evito desconfiguración
del pin C0 -->pin SD-SS memoria

```

```

                                                                    //
pin C7 -->pin SD-SDI memoria
//#use fixed_io(b_outputs=PIN_B3) // evita
desconfiguracion del pin b3 como salida

//#use fast_io(b)
#use fast_io(c)

//#use standard_io(a)
//#use fixed_io(c_inputs=PIN_C7)
//#use RS232(DEBUGGER)

//#define RS232_DEBUG 1 // Habilito debugguer del
sistema para ver resultados por iperterminal y conexion rs232 pines
TxPIC=RA0 y RxPIC=RA1
//#define SDCARD_DEBUG 1 // Permite observar el
proceso de la sdcard por hiperterminal
//#define FAT16_DEBUG 1
//#define FAT16_DEBUG2 1

//-----
//-----
//-----

// Librerias Estandar C y auxiliares
#define use_portd_lcd TRUE //definir salida del
puerto D para la lcd
#include <stdlib.h> // Libreria estandar de C
#include <string.h> // Libreria estandar de C
#include <math.h>
#include <lcd.c> // Utilizamos las librerias de
CCS (lo que tienes para el manejo del lcd es una COPIA de esta libreria)
#include <_ds1307v2.c>
//#include <SDCard_hard.c>
//#include <FAT16_SDCard.c>
#include <SDCardSPI.c> // hay que colocar para
que reconosca v1.8 mod
#include <FAT16.h>
#include <FAT16.c> // Libreria
actualizada para el manejo de sistema de archivos FAT16
//#priority timer1, ext //prioridad de
interrupcion por el timer2
#priority rb, timer1, ext
//.....
.....
//#byte INTCON1 = 0x0FF2 // Registros para el timer
5
#byte T0CON = 0x0FD5 // Adress de T0CON para
(PIC18F4550)
#byte T1CON = 0x0FCD // Adress de T1CON para
(PIC18F4550), Revisar Datasheet
//#byte UCFG = 0xF6F // Registro de
configuracion de com USB, se coloco para der deshabilitar el usb y poder
usar los pines rc4 y rc5
#byte UCFG = getenv("SFR:UCFG") // Registro de
configuracion de com USB, se coloco para der deshabilitar el usb y poder
usar los pines rc4 y rc5 como entradas

```

```

#bit UTRDIS = UCFG.3 // Identificacion de bit
UTRDIS,para deshabilitar transceiver usb y poder usar pines rc4 y rc5
como entradas digitales (estos pines solo pueden ser entradas, ver
datasheet)
//.....
.....
//#byte TRISA = 0xF92 // Registro
TRISA
//.....
.....
//#include <internal_eeprom.c >
#define prim 0 // define estado
primario en 1 para revisar el teclado
#define secun 1 // define estado
secundario en 2 para revisar el teclado
#define Enciende Output_High
#define Apaga Output_Low
#define Conmuta Output_Toggle
// LEDS INDICADORES
#define LED_SDESTADO PIN_B3 // Led Auxiliar para
indicar estado de SD-CARD
#define LED_CAPTURA PIN_B5 // Led indicador de
captura de datos.
#define LED_BKL PIN_D3 // Led de luz de fondo del
LCD

#define SEN_DES_PDER PIN_A4 // Definicion del pin RA4
como entrada de sensor de desgaste pastilla derecha
#define SEN_DES_ZDER PIN_E3 // Definicion del pin RE3
como entrada de sensor de desgaste pastilla izquierda
#define SEN_NIV_LIQF PIN_B2 // Definicion del pin RB2
como entrada de sensor de nivel de liquido de frenos

//-----
---
// CONFIGURACION DEL LCD
//-----
---
// Definiciones especiales para comandos adicionales del LCD
#define LCD_OFF 0x08 //apaga el lcd
#define CURSOR_ON 0x0E //enciende el cursor
#define CURSOR_OFF 0x0C //apaga el cursor
#define BLINK_ON 0x0D //cursor parpadea
#define BLINK_OFF 0x0C //cursor deja de parpadear
#define SHIFT_LEFT 0x18 //texto se mueve a la izquierda
#define SHIFT_RIGHT 0x1C //texto se mueve a la derecha
#define CURSOR_RIGHT 0x14 //cursor se mueve a la derecha
#define CURSOR_LEFT 0x10 //cursor se mueve a la izquierda
#define CGRAM 0x40 //permite crear caracteres
#define DDRAM 0x80 //manejo de ddram del lcd
//-----
---
// CONFIGURACION DE VARIABLES
//-----
---
//int *ptr; // Variable puntero auxiliar
int botones;

```

```

//long i,j;
int k;
int32 f; // Variable aux de calculo de
velocidad
//Para conversor ADC
#define vlim 10 // Valor limite para descartar
perturbaciones en el potenciómetro del pedal (estaba en 8
03092013)(estaba en 10 luego)
int cont_capt; // Variable que guarda el #de capturas
almacenadas
int ca; // Variable para guardar el # de canal
long senial_pedal = 0; // Variable que guarda el valor del canal 0
(Sensor de Pedal de freno)
long senial_p_res = 0; // Variable que
long valor_ant = 1023; // Variable para Respaldo de valores
capturados previamente por el Canal 0 (sensor del pedal)

long canales[8]; // Vector para guardar los valores capturados en
cada canal analógico
//Vectores para cadenas
//char fila_datos[9][8]; // Variable para convertir datos en enteros
en strings para la concatenación
char fila_datos1[2][9]; // Variable para convertir datos en enteros en
strings para la concatenación
char fila_datos2[6][9]; // Variable para convertir datos en enteros en
strings para la concatenación

//char inifila[5] = "\r\n";
char salto[2] = "\t";
char bslash[2] = "/";
char letra[4]; // Variable Aux de conversión
char digital[4][8];
char time_st[6][5]; // Variable para guardar fecha y hora
//char decimal[5]; // Variable auxiliar para guardar valor
decimal
//char coma[2] = ","; // Coma para valores decimales
//.....
// Variables para equivalencias de valores
//float const equiv_vol = 0.0048875; // con 1024 bits de resol (ADC
10 bits) ==> 1023pasos de conv ---> 1paso(ADC) = 0.00488758553275v (4.887
[mV/paso])
//float const equiv_niv = 0.0048875; // valor multiplicador equiv
para nivel de liquido de frenos.
//float const equiv_pres = 0.16551; // del archivo proporcionado:
50psi equivale a 1.475v, por tanto 1paso(ADC) = 0,165519067797Bar
(165,519 [mBar/paso])
//float const equiv_temp = 0.00285; // Esto se determinará de
medición y cálculo de resistencias según el modelo de NTC utilizado

#define equiv_vol 0.0048875 // con 1024 bits de resol
(ADC 10 bits) ==> 1023pasos de conv ---> 1paso(ADC) = 0.00488758553275v
(4.887 [mV/paso])
//#define conv_vol_kgf1 18.6297911 // Factor de vonversion de
fuerza en el pedal de frenos (de Voltios a Kg Fuerzas) - Ref: tabla excel
"interpolacion"

```

```

//#define inv                4.14780                // Factor de
conversion auxiliar para invertir valores en kg segun el voltaje - Ref:
tabla excel "interpolacion"
#define inv                77.2727
#define conv_vol_kgf2    0.6244792                // Factor de vonversion de
fuerza en la palanca de frenos (de Voltios a Kg Fuerzas) - Ref: tabla
excel
//#define equiv_niv    0.0048875                // valor multiplicador equiv para
nivel de liquido de frenos.
#define equiv_pres    0.16551                // del archivo proporcionado: 50psi
equivale a 1.475v, por tanto lpaso(ADC) = 0,165519067797Bar (165,519
[mBar/paso])

//#define equiv_temp    0.48875                // Esto se determinará de medición y
cálculo de resistencias según el modelo de NTC utilizado
// Con un sensor
LM35(10mV/°C) y 4.887mV por paso del ADC:        SenTemp(°C) =
#pasosADC*(4.887mV/10mV) = #pasosADC*0.48875
//#define equiv_temp1    2.04436                // Con un sensor NTC de ***R -->
2.04436429 (revisar tabla excel)
#define equiv_temp1    0.0584425                // Con un sensor NTC de ***R -->
2.04436429 (revisar tabla excel)
#define equiv_temp2    0.03074                // Con un sensor NTC de 10K -->
0.030738993710
#define temp_max    105.00                // Valor limite maximo (150°C)
de temperatura (°C) para pastillas y zapatas de freno (Relacionado con
alarmas)

float medidas_vol[9];                // Vector donde se almacenan los valores
convertidos a su equivalente en voltaje
float xt;
//int yt;
float temp_sen;                // Variable auxiliar para visualizar
temperatura de una pastilla de frenos
float pres_sen;                // Variable auxiliar para visualizar
presion de liquido de frenos
long senial_adc;                // Variable auxiliar para calibrar
termometros valor del adc
//.....
int16 TMR1WORD2 = 0;                // Registro auxiliar para
ampliar el rango de conteo de TMR1
int16 cont_a = 0;
int32 cont_prim = 0;
float periodo = 0.00;
#define peri_null    0.00                // Variable aux para evitar div para cero
float KMH = 0.00;                // Variable para calculo de vel en Km/h
#define r    29.79 //cm                // Radio de la rueda delantera, para
calcular velocidad lineal del auto
float KMH_res = 0.00;                // respaldo auxiliar para visualizar en LCD
float KMH_SV = 0.0;                // Variable de respaldo de velocidad
para comparar y refrescar el LCD
int32 cont_stop = 40000;                // Contador de espera para cuando el
vehiculo esta detenido
//.....
//char salto2[] = "\t\t"

```

```

int sec=30,min=30,hora=07,diaa=16, mess=4,anioo=13,dow=0; //
dow --> (day of week) dia de la semana 0->lunes, 1->martes, 2-
>miercoles, 3->jueves
//int sec=30,min=30,hora=07,dia=10, mes=9,anio=13,dow=1;

//
4->viernes, 5->sabado, 6->domingo
char fecha[11];
char marcador_alarmas[24]; // Vector de caracteres auxiliar para
grabar un marcador de alarmas en el archivo excel
// Variables para el manejo de archivos y carpetas en FAT
char texto4[512]; // = "\r\n";

//char NombreL_Carpeta[20]={"Logger"};
//char NombreC_Carpeta[20]={"LOGG~1"};
//char Carpeta[20]={"/LOGG~1"}; // Ruta para busqueda de
carpeta
//
//char NombreArchivoC[13]="Datal~1.xls";
//char NombreArchivoL[13]="Datalog.xls";
//-----
----
struct {
    short int b0;
    short int b1;
    short int b2;
    short int b3;
    short int b4;
    short int b5;
    short int b6;
    short int b7;
// int unused : 2;
// int data : 4;
}TRISA;
#byte TRISA = 0xF92 // Registro TRISA
//struct {
// short int rbif;
// short int b1;
// short int b2;
// short int rbie;
// short int b4;
// short int b5;
// short int peie;
// short int gie;
//}INTCON1;
//#byte INTCON1 = 0x0FF2 // Registro interrupciones
#byte TMR1L = 0xFCE
#byte TMR1H = 0xFCF
//-----
----
// Banderas generales del programa
struct tagFLAGS{
    unsigned prom_v :4; // contador auxiliar
para promediar velocidad
    unsigned prom_sig :4; // contador auxiliar para
promedio de valores adc

```

```

//          int frpm;          // Flaga que indica si ya se dio
interrupcion de TMR2 (listo un conteo de vueltas)
        short int fl;          //
        short int pant;          // Bandera para
refresco auxiliar de pantalla estable
        short int f3;          //
        short int sdok;          // Flag que indica el estado de
la memoria SD-CARD
        short int fatok;          // Flag que indica si el Sistema Fat
fue correctamente iniciado
        short int led_sd;          // Flag auxiliar para led de estado de
SD-CARD
        short int refclock;          // Flag que evita interferencia
entre el tacómetro (Velocimetro) con la com I2C (DS1307)
        short int frpm;          // Flaga que indica si ya se dio
interrupcion de TMR2 (listo un conteo de vueltas)
        short int reflcd;
        long contreflcd;          // Contador auxiliar para
refrescar pantalla en modo sin tarjeta
        int SdStandby;          // Contador de intentos de
reconocimiento de memoria SD-CARD
        unsigned v_stop          :1; // Bandera especial para evitar
falsos flancos de interrupcion en el puerto RB cuando el vehiculo esta
detenido
//          int cont;          //
}FLAGS;
//-----
struct tagALARMAS{
        unsigned nliqf          :1; // Bandera de alarma de
activacion del sensor de Nivel de liquido de frenos
        unsigned htemp_pd :1; // Bandera de alarma de
sobretemperatura de pastilla de freno derecha
        unsigned htemp_pi :1; // Bandera de alarma de
sobretemperatura de pastilla de freno izquierda
        unsigned htemp_zd :1; // Bandera de alarma de
sobretemperatura de zapata de freno derecha
        unsigned htemp_zi :1; // Bandera de alarma de
sobretemperatura de zapata de freno izquierda
        unsigned desg_p          :1; // Bamdera de alarma de
activación del sensor de desgaste critico de una pastilla frenos
        unsigned desg_z          :1; // Bamdera de alarma de
activación del sensor de desgaste critico de una zapata de frenos
        unsigned leds_on :1; // Indico si los leds están encendidos o
apagados
        :
        unsigned ta          :4;
        unsigned des          :4;
        int cont;          // contador para parpadeo de
leds de alarma
        unsigned descalf_pf          :1; // Bandera de alarma de
descalibracion de la palanca de frenos por desgaste (superior al 5to
diente)
}ALARMAS;
//-----
struct tagBOTON{
        int1 ok;          //
        int1 b2;
}BOTON;

```

```

//-----
struct tagTIMEadj{
    unsigned cont_pos :4;           // contador de la posicion
del blink para cambiar valores del timer
    unsigned cont_diasem:4;
    int1 fp_fecha;                 // bandera que
indica que ya se colocó inf de fecha en LCD 1ra Linea
    int1 fp_reloj;                 // bandera que
indica que ya se colocó inf de reloj      en LCD 2da Linea
}TIMEadj;
//-----
//----- DEFINICION DE FUNCIONES -----
//-----
void lcd_mensaje_inicio(void);
void lcd_mensaje(int n);
void prim_adj_fecha(int fr);      // Funcion que coloca primera pantalla
de ajuste de fecha
void refresca_reloj(void);
void estado_teclado(byte modo);  // Función que permite revisar
el estado el teclado
void st_pulsante(int1 push);     // Funcion que evalua estado de
pulsantes (evita microrebotes)
void lcd_command(byte cmdL);     // Funcion que permite enviar
comandos al LCD
void concatena(void);           // Función para concatenar
informacion consecutiva (para adicionar marcadores de alarma)
float ajuste_mat1(float xt);
//*****
//----- PROGRAMA PRINCIPAL -----
//*****
void main(void)
{
    set_tris_c(0b01111110);      // pines rc4 y rc5 no se
pueden configurar como salidas (ver pag 119 del datasheet)
    TRISA.b4 = 1;                // Pin RA4
como entrada
    set_tris_b(0b11010101);

    UTRDIS = 1;                  // Deshabilito
transceiver usb

    setup_adc_ports(AN0_TO_AN7|VSS_VDD); // esto solo sirve con este
modelo de pic, y soluciono el problema de que los pines rb y re no
funcionaban con los botones
    setup_adc(ADC_CLOCK_DIV_8);   // 8

//****    TRISB.b4 = 1;          // Pin
RB4 como entrada digital sensor VSS

    Apaga(LED_SDESTADO);

```

```

        Apaga(LED_BKL); // Apago Led de luz de
fondo
        Apaga(LED_CAPTURA); // Apago Led
indicador de captura

        setup_timer_1(T1_INTERNAL|T1_DIV_BY_8); // setup interrupts
Time1=(4/Fosc)*(div)*[(65535-set)+1] //para 0.04seg -->40mseg total
set=5536
        set_timer1(5536); // 5536 o 0x15A0
        bit_clear(T1CON,7); // para que se habilite el
TMR1H
        TMR1H = 0;
        TMR1L = 0;

        ALARMAS = 0; // Apago todas
las alarmas
        cont_stop = 9000;

        disable_interrupts(GLOBAL); // Deshabilito las
interrupciones
        clear_interrupt(int_rb);
        clear_interrupt(int_ext);
        clear_interrupt(int_timer1);
        //-----
        // INICIALIZO VARIABLES Y CHIP DS1307
        //-----
        delay_ms(500);
        lcd_init(); // Inicializo
LCD

// ds1307_set_date_time(dia,mes,anio,dow,hora,min,sec);
// ds1307_write_nvram_byte(0x07, 0b10010000); //
Habilito salida SQW del chip DS1307 (pin 7, a 1Hz)
        refresca_reloj();
// TIMEadj.cont_diasem = dow;
//-----
// INICIO SD CARD Y COMPRUEBO ARCHIVO DE DATOS
//-----
        strcpy(&texto4[0],"DATOS REGISTRADOS POR EL SISTEMA DE
MONITOREO\r\nTiempo del Sistema\t\t\t\tSensores en
Controles\t\tFluidos\t\t\tTemp. Pastillas\t\tTemp.
Zapatas\t\tDesgastes\t\tVelocidad\tAlarmas\r\nFecha\tHora\t\t\tPs
PedalF\tPs Fmano\tNiv liqFre\tPs LiqFre\tTemp LiqFre\tTemp PDer\tTemp
PIzq\tTemp ZDer\tTemp ZIzq\tDes PDer\tDes ZDer\tSen
VSS\r\ndd/mm/aa\tHora\tMin\tSeg\tKgf\tEstado\tEstado\tBar\t°C\t°C\t°C\t°C
\t°C\tEstado\tEstado\tKm/h");

        char NombreL_Carpeta[20]="Logger";
        char NombreC_Carpeta[20]="LOGG~1";
        char Carpeta[20]="/LOGG~1"; // Ruta para busqueda de
carpeta

        char NombreArchivoC[13]="Data1~1.xls";
        char NombreArchivoL[13]="Datalog.xls";

        int16 UbicacionFolder;

```

```

    Enciende(LED_BKL);                               // Prendo luz de fondo de
LCD
    lcd_mensaje(1);                                  // MSN --> "INICIANDO
SDCARD" --> LCD
    delay_ms(500);
    FLAGS.SdStandby = 0;
    FLAGS.sdok = 0;
//    disable_interrupts(GLOBAL);                    // Deshabilito las
interrupciones
//-----
// DETECCION DE TARJETA SD
//-----
//::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::
while(!FLAGS.sdok && FLAGS.SdStandby < 4)
{
    delay_us(20);
    FLAGS.sdok = SDCard_init();
    FLAGS.SDStandby++;                               // incremento
contador de espera de inicializacion de SD-CARD
    if(FLAGS.led_sd)
        Apaga(LED_SDESTADO), FLAGS.led_sd = 0;
    else
        Enciende(LED_SDESTADO), FLAGS.led_sd = 1;
    delay_ms(100);
}
if(!FLAGS.sdok || FLAGS.SdStandby >= 4)
{
    Apaga(LED_SDESTADO);                             // Error en tarjeta
    lcd_mensaje(2);                                  // MSN --> "SDCARD ERROR"
--> LCD
    delay_ms(2000);
}
//.....
else if(FLAGS.sdok==1)
{
    // Tarjeta SD OK
    Enciende(LED_SDESTADO);                           // Tarjeta Detectada
    lcd_mensaje(3);                                  // MSN --> "Tarjeta
Iniciada" --> LCD
    delay_ms(1000);
    FLAGS.fatok = FAT_init();                         //
inicio sistema FAT
//    #if RS232_DEBUG
//        printf("RESPUESTA DE FAT_init() %u\r\n",FLAGS.fatok);
//    #endif

//::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::
:::::::
// Busco Carpeta de Trabajo
if(FAT_FindDirectory(Carpeta,DirectorioRaiz,&UbicacionFolder)
== 0) // Busco Carpeta, para que se guarde la ubicacion debo
colocar &(direccion)
{
    // Error posiblemente carpeta no existe
    lcd_mensaje(4);                                  //
MSN --> "Error-Carpeta", "No hay carpeta.." --> LCD
    delay_ms(2000);
}

```

```

        lcd_mensaje(10);                                // MSN -
-> "Error crear CARP" --> LCD
        delay_ms(2000);
        UbicacionFolder =
FAT_CreateDirectory(&NombreL_Carpeta[0],&NombreC_Carpeta[0],
DirectorioRaiz);

        if(UbicacionFolder == 0)
        {
                lcd_mensaje(11);                        // MSN --> "Error
crear CARP" --> LCD
                delay_ms(2000);
        }
        else
        {
                // Carpeta creada
                FLAGS.f1 = 1;
                lcd_mensaje(12);                        // MSN --> "Carpeta
Creada " --> LCD
                delay_ms(1000);
                lcd_mensaje(5);                        // MSN -->
"Creando Archivo " --> LCD
                delay_ms(1000);
                // Ahora creo archivo
                .....

                if(FAT_CreateFile(&NombreArchivoL[0],&NombreArchivoC[0],UbicacionFo
lder,texto4) == 0)//texto3
                {
//                                FLAGS.f2 = 0;
                                lcd_mensaje(6);                // MSN -->
"Error crear Arch" --> LCD
                                //printf("Error al crear
archivo\r\n");
                                delay_ms(2000);
                }
                else
//                                FLAGS.f2 = 1;                // Archivo
correctamente creado
                }
        }

        //.....
        .....
        else
        {
                // Carpeta OK, Ya existe
                if(FAT_OpenFile(&NombreArchivoC[0],UbicacionFolder)==0)
                // Archivo Existe?
//                                if(FLAGS.f2 == 0)                // Archivo Existe?
                {
                        // NO, Debo crear uno
                        lcd_mensaje(5);                // MSN --> "Creando
Archivo " --> LCD
                        //printf("Dentro de la carpeta DATA agregamos
archivo\r\n");
                        delay_ms(1000);

                if(FAT_CreateFile(&NombreArchivoL[0],&NombreArchivoC[0],UbicacionFo
lder,texto4) == 0)//texto3

```

```

        {
            lcd_mensaje(6);          // MSN --> "Error
crear Arch" --> LCD                //printf("Error al crear archivo\r\n");
                                   delay_ms(2000);
        }
//                                   else
//                                   {
//                                   lcd_mensaje(7);          // MSN --> "Archivo
Creado " --> LCD                  //printf("Al archivo creado le agregamos
datos:\r\n");
//                                   delay_ms(1000);
//                                   }
    }
}

//:.....:
:.....:
// SISTEMA DE ARCHIVOS FAT CORRECTAMENTE INICIADO
/**
//refresca_reloj();
lcd_mensaje_inicio();
lcd_mensaje(14);                  // Pantalla del sistema
estable

enable_interrupts(INT_TIMER1);
enable_interrupts(int_rb);
k = input(PIN_B4);                // Solucion para el
bugg del ccs en la interrupcion del puerto RB
clear_interrupt(int_ext);         // Primero limpio banderas
de interrupcion antes de activarlas, (evita entradas redundantes a la INT
TMR1)
clear_interrupt(int_rb);
clear_interrupt(int_timer1);     //limpio interrupcion del
tmr2 y evito problemas de desconexion del kit

enable_interrupts(GLOBAL);       // Una vez inicializado el
sistema activo las interrupciones

BOTON.ok = 0;
//Apaga(LED_BKL);                // Apago luz de fondo de
LCD (12092013. Se deja luz de fondo encendida por defecto, el usuario
puede apagarla y encenderla)
FLAGS = 0;                        // Limpio todas las
bandera auxiliares

//:.....:
:.....:
while(true)
{
    estado_teclado(prim);         // Verifico estado de
teclado en modo primario
    //-----
    // ETAPA DE CAPTURA DE DATOS DE LOS 12 SENSORES DEL
SISTEMA DE FRENOS
    //-----
    -----

```

```

// MONITOREO DEL PEDAL DE FRENOS

set_adc_channel(0);           //activo el canal c
delay_us(10);                 //retardo por
defecto
del canal y guardo el vector
Estuvo en 2us
                                serial_pedal = Read_ADC();           //capturo muestra
                                delay_us(2);                       //

                                if (FLAGS.prom_sig < 8)           // contador de promedio de
0 a 7
                                {
                                    serial_p_res = serial_p_res + serial_pedal;
                                // Respaldo la señal del pedal para promediar
                                    FLAGS.prom_sig++;
                                }
                                else if(FLAGS.prom_sig == 8)
                                {
                                    // Cálculo de promedio de señal en el pedal con 8
muestras
                                    serial_p_res = serial_p_res + serial_pedal;
                                // Respaldo la señal del pedal para promediar
                                    FLAGS.prom_sig = 0;
                                    serial_pedal = serial_p_res/9;           // Saco un
promedio de la señal (con esto evito problemas de interferencia en la
señal)
                                    serial_p_res = 0;                       // Limpio
acumulador de respaldo para promedio de señal en el pedal

                                //.....
                                .....
                                if (senal_pedal < (valor_ant - vlim)) //
comparo con un valor inmediato anterior
                                {
                                    // Si = continua presionando el pedal
(Flanco de bajada |||||_|____ )
                                    valor_ant = serial_pedal;           //
guardo el dato para la siguiente ocasion
                                    FLAGS.f3 = 0;
                                }
                                else if(senal_pedal > (valor_ant + vlim))
                                {
                                    // No = ya solto el pedal - procedo a
capturar valores de los sensores (Canales ADC y Entradas Digitales)
                                    valor_ant = serial_pedal;
                                    if (!FLAGS.f3)                       // evito
entradas redundantes
                                    {

                                        //.....
                                        // SENSORES ANALOGICOS: Captura de
Valores en Cada CH ADC

                                        //.....
                                        disable_interrupts(GLOBAL);           //
Deshabilito las interrupciones

```

```

                                disable_interrupts(int_ext);
                                disable_interrupts(INT_TIMER1);
//                                clear_interrupt(int_rb);
//                                clear_interrupt(int_ext);
//                                clear_interrupt(int_timer1);

                                FLAGS.f3 = 1;
                                refresca_reloj(); //
Obtengo valores del reloj calendario para el registro
                                Enciende(LED_CAPTURA); //
Enciendo Led indicador de captura
                                cont_capt++;
                                // Incrementamos el numero de capturas realizadas
                                for(ca=0; ca<=7; ++ca)
                                {
activo el canal c
                                set_adc_channel(ca); //
retardo por defecto
                                delay_us(10); //
                                canales[ca]= Read_ADC(); //
capturo muestra del canal y guardo el vector
                                delay_us(2);
                                }

//.....
                                // SENSORES DIGITALES:

//.....
                                //ALARMAS.des = 0;
                                ALARMAS = 0;
                                //
.....
                                if(!input(SEN_DES_PDER))
                                {
                                    strcpy(digital[1], "ACT");
                                    ALARMAS.desg_p = 1;
// Aviso de la activacion del sensor de nivel de liquido de frenos
                                    ALARMAS.des++;
                                }
                                else
                                    strcpy(digital[1], "OK");
                                //
.....
                                if(!input(SEN_DES_ZDER))
                                {
                                    strcpy(digital[2], "ACT");
                                    ALARMAS.desg_z = 1;
// Aviso de la activacion del sensor de nivel de liquido de frenos
                                    ALARMAS.des++;
                                }
                                else
                                    strcpy(digital[2], "OK");

//.....
                                //CAPTURA DE LA VELOCIDAD DEL VEHICULO

```

```

        sprintf(digital[3], "%3.3f", KMH);
//Transformo en string el valor de velocidad del auto

        for (k=0; k<=7; k++)
        {
            if(digital[3][k] == '.')
            {
                digital[3][k] = ',';
                k=7;
            }
        }
// Substituyo el punto por la coma para trabajar en Excel
// Una vez encontrado el punto, no es necesario seguir
buscando

//.....
// Generacion de celda Fecha y Hora
//.....

//refresca_reloj();
itoa(dia,10,    time_st[0]);
itoa(mes,10,   time_st[1]);

strcpy(time_st[2], "20");
itoa(año,10,   letra);
strcat(time_st[2], letra);

itoa(hora,10,   time_st[3]);
itoa(min,10,   time_st[4]);
itoa(sec,10,   time_st[5]);

//-----
// Generación de Vector de datos a ser
grabado en la SD CARD y adición de celdad de tiempo
//-----

memset(&texto4, '\0', 512);
//limpio vector de datos para nuevo registro y grabación
strcpy(&texto4[0], "\r\n");
//listo para otro paquete de datos

        for (ca=0; ca<=2; ++ca) //
Adiciono información de Fecha y Hora al vector de grabacion de datos
        {
            strcat(texto4, time_st[ca]);
            if(ca!=2)
                strcat(texto4, bslash);
        }

        strcat(texto4, salto);
//Salto de celda en archivo .xls
        for (ca=3; ca<=5; ++ca)
        {
            strcat(texto4, time_st[ca]);
            strcat(texto4, salto);

```

```

    }

    //.....
    // Adiciono segundo paquete de datos
(Canales Analogicos) al Vector para ser grabado en la SD CARD

    //.....
    //ALARMAS.ta = 0;
    for(ca=0; ca<=7; ca++)
    {

        medidas_vol[ca]=(float)canales[ca];
        //.....Pedal de
Frenos.....
        if(ca==0)
        {
            //medidas_vol[ca] = inv-
(equiv_vol*conv_vol_kgf1*medidas_vol[ca]); // Presion &
posicion de pedal (Sensores de Potenciómetro) - corregido para ser
mostrado en KgF y no en Vol

            xt=equiv_vol*medidas_vol[ca]; //
Variable X en voltios

            //Ecuacion de correccion
para pasar de Volt a Kg x[Vol]
            medidas_vol[ca] = -
xt*xt*xt + 11.5*xt*xt - 51.5*xt + 97.0; //Ecuacion
y[°Kg] = -(xt^(3))+23/2*xt^(2))-(103/2)*xt+97);
            //medidas_vol[ca] = -
(pow(xt,3.0))+23.0/2.0*pow(xt,2.0))-(103.0/2.0)*xt+97.0;
        }
        //.....Freno de Mano
(Palanca).....
        if(ca==1)
        {
            medidas_vol[ca] =
equiv_vol*medidas_vol[ca]; // Presion & posicion de
palanca de frenos (Sensores de Potenciómetro) - corregido para ser
mostrado en KgF y no en Vol

            if((medidas_vol[ca] <=
1.65 && !input(SEN_NIV_LIQF)) || ALARMAS.nliqf) // Pregunto si
esta dentro del rango (freno de mano libre?) o si ya se activo
previamente la alarma

                {
                    //Si
                    strcpy(digital[0],
"ACT");

                    ALARMAS.nliqf = 1;
                }
            // Aviso de la activacion del sensor de nivel de
liquido de frenos

                }
            else
                // Pregunto si antes ya se activo esta alarma, si es el
caso entonces es correcto continuar con la alarma
                {
                    //No, el freno de
mano esta activado o el sensor no se activó

```

```

ALARMAS.nliqf = 0;
strcpy(digital[0],
"OK"); // Nivel correcto de liquido de frenos.
}

//.....
....
if(medidas_vol[ca] >= 3.70
|| ALARMAS.descal_pf) // El desgaste del freno de mano es mayor?
{
//Si

strcpy(fila_datos1[1],"DESCAL"); // indico que el freno de mano
esta descalibrado

ALARMAS.descal_pf =
1; // Activo la alarma y se quedara activada hasta
que se reinicie el programa
}
else
{

strcpy(fila_datos1[1],"OK");

ALARMAS.descal_pf =
0;
}
}

//.....
// if(ca==2)
// COMO CORRECCION ESTO SE
PASA A SENSOR ON-OFF (RB2 entrada Digital)
// medidas_vol[ca] =
equiv_niv*medidas_vol[ca]; // Nivel Líquido de frenos (Sensor
propio del vehiculo)
// //.....Presion de Liquido
Fr.....

if(ca==2)
medidas_vol[ca] =
equiv_pres*medidas_vol[ca]; // Presión Líquido de frenos (Sensor
propio del vehiculo)
//.....Temperatura Liquido
Fr.....

if(ca==3)
// COMO CORRECCION
{

xt=equiv_vol*medidas_vol[ca]; //
Variable X en voltios

medidas_vol[ca] =
((26.01626*xt)/(xt-5.0))+55.7235772;

if(medidas_vol[ca] < 0.0)
// Pregunto si valores son menores a 0
medidas_vol[ca] =
0.0; // Si, descarto calculo (Esto evita cifras negativas
elevadas en el excel y que corrompen el paquete de datos texto4

```

```

//medidas_vol[ca] =
equiv_temp1*medidas_vol[ca]; // Temperatura Liguido de frenos
(Sensores vasados en NTC 1500 ohms (Actualizado 28/08/2013)
}
//.....Temperaturas en
Discos y Zapatas....
if(ca>=4 && ca<=7)
{
//medidas_vol[ca] =
equiv_temp2*medidas_vol[ca]; // Temperaturas (Sensores vasados en
NTC)

xt=equiv_vol*medidas_vol[ca]; //
Variable X en voltios
medidas_vol[ca] = 0.0;
//medidas_vol[ca] =
102.1992-((92.0*(5.0-xt)/xt); // Alternativa de Correccion 1
xt --> Rntc :Ambas ecuaciones se obtuvieron por
interpolacion
if((ca == 4 || ca == 5) &&
xt > 1.98) // Evito zona de tendencia al infinito (el valor es
segun la grafica de correccion de temperatura de pastillas)
{

//--- xt=(5.00-xt)/xt;
// Calculo previo de Rntc para ecuacion
cuadratica.
// medidas_vol[ca] =
63.186832*xt*xt - 148.698393*xt + 108.922703; // Alternativa de
Correccion 2
//--- medidas_vol[ca] =
46.220498*xt*xt - 141.318037*xt + 108.235566; // Alternativa de
Correccion 3(reajuste 06/09/2013)
medidas_vol[ca] =
ajuste_mat1(xt); // Llamo a función de correccion matematica para
NTC de disco 1 y 2
}
//--- else if((ca == 4 || ca ==
5) && xt <= 1.98)// Fue el valor minimo de voltaje aceptable
//--- medidas_vol[ca] =
0.0; // Coloco temperatura minima (0°C) para strig del
paquete

//.....
//if(ca == 6 || ca == 7)
// Evito zona de tendencia al infinito (el
valor es segun la grafica de correccion de temperatura de pastillas)
if((ca == 6 || ca == 7) &&
xt > 4.4398) // Evito zona de tendencia al
infinito (el valor es segun la grafica de correccion de temperatura de
pastillas)
{
// medidas_vol[ca] =
equiv_temp2*medidas_vol[ca]; // Temperaturas (Sensores vasados en
NTC)

```

```

//xt=((5.00/xt)-
1.0); // Calculo previo de Rntc para
ecuacion cuadratica.
xt=(5.00-xt)/xt;
medidas_vol[ca] =
55.0*xt*xt - 707.0*xt + 88.333; // Alternativa de Correccion
3(reajuste 06/09/2013)
}
//--- else if((ca == 6 || ca ==
7) && xt <= 1.98)
//--- medidas_vol[ca] =
0.0;

//.....
temp_max) if(medidas_vol[ca] >=
{
una sobre temperatura // Si, se presentó
ALARMAS.ta++;
# de sensores en sobre temperatura // Incremento contador de
switch(ca)
{
case
4:ALARMAS.htemp_pd = 1;break; // Activo alarma de
sobrecalentamiento de pastilla derecha
case
5:ALARMAS.htemp_pi = 1;break; // Activo alarma de
sobrecalentamiento de pastilla izquierda
case
6:ALARMAS.htemp_zd = 1;break; // Activo alarma de
sobrecalentamiento de zapata derecha
case
7:ALARMAS.htemp_zi = 1;break; // Activo alarma de
sobrecalentamiento de zapata izquierda
}
}
}
//.....DATOS ANALOGICOS PAQUETE
1.....
sprintf(fila_datos1[0],"%03.3f",medidas_vol[0]);
for (k=0;k<=7; k++)
{
if(fila_datos1[0][k] == '.')
{
fila_datos1[0][k] = ',';
// Substituyo el punto por la coma para trabajar en Excel
k=7;
// Una vez encontrado el punto, no es necesario seguir
buscando
}
}
//.....DATOS ANALOGICOS PAQUETE
2.....

```

```

for(ca=0; ca<=5; ++ca)
{
    sprintf(fila_datos2[ca], "%03.3f", medidas_vol[ca+2]);
    for (k=0; k<=7; k++)
    {
        if(fila_datos2[ca][k] ==
'.')
        {
            fila_datos2[ca][k] =
','; // Substituyo el punto por la coma para trabajar en Excel
            k=7;
            // Una vez encontrado el punto, no es necesario
seguir buscando
        }
    }
}

//.....
// Adiciono información al vector de
datos a grabar en SD CARD
for(ca=0; ca<=1; ++ca)
{
    strcat(texto4, fila_datos1[ca]);
    strcat(texto4, salto);
}

strcat(texto4, digital[0]);
// intercalo valor digital de sensor de nivel de liquido de
frenos
strcat(texto4, salto);

for(ca=0; ca<=5; ++ca)
{
    strcat(texto4, fila_datos2[ca]);
    strcat(texto4, salto);
}

//.....
for(ca=1; ca<=3; ++ca)
{
    strcat(texto4, digital[ca]);
    strcat(texto4, salto);
}

//.....
// Agrego detalle de alarma si es
necesario

//.....
if(ALARMAS.nliqf || ALARMAS.htemp_pd
|| ALARMAS.htemp_pi || ALARMAS.htemp_zd || ALARMAS.htemp_zi ||
ALARMAS.desg_p || ALARMAS.desg_z || ALARMAS.descal_pf)
{

strcpy(&marcador_alarmas[0], "Rev-Alarma");
concatena();
}

```

```

    }
    //Apaga(LED_CAPTURA);           //
Apago Led indicador de captura
-----
//-----
// GRABACION DE DATOS EN LA SD-CARD
//-----

    if(FAT_OpenAddFile(NombreArchivoC,UbicacionFolder,texto4) == 0)
    {
        lcd_mensaje(9);           //
MSN --> "Error No hay Arc" --> LCD
        delay_ms(500);
    }
    else
    {
        lcd_mensaje(8);           //
indico que dato fue registrado
        delay_ms(1000);
    }
    Apaga(LED_CAPTURA);           //
Apago Led indicador de captura
    lcd_mensaje(14);           //
Reestablesco pantalla a estado por defecto
    FLAGS.pant = 0;           // para
que pueda refrescar la pantalla en caso de haber saltado una alarma y
luego de que se desagitive la misma
//-----
ALARMAS.cont = 0;           // hago
que se actualize el reloj
}
//--- ALARMAS.cont = 0;           // hago que se
actualize el reloj
    clear_interrupt(int_ext);           //
Primero limpio banderas de interrupcion antes de activarlas, (evita
entradas redundantes a la INT TMR1)
    clear_interrupt(int_rb);
    enable_interrupts(int_timer1);           //
habilito nuevamente interrupcion del tmr1
    clear_interrupt(int_timer1);           //limpio
interrupcion del tmr2 y evito problemas de desconexion del kit
    enable_interrupts(GLOBAL);           // Una
vez inicializado el sistema activo las interrupciones
    // Conversion de datos
    }//FIN BUCLE DE PEDAL LIBERADO
}
//-----
-----
// CALCULO DE VELOCIDAD DEL VEHICULO
//-----
-----
if (FLAGS.frpm)
{
    FLAGS.frpm=0;
// Enciende(LED_SDESTADO);

```

```

//          FLAGS.fstop = 0;
//          cont_stop = 0;

//          if (periodo != peri_null)
// Evito Divisiones para cero
//          {
//              f = (int32)periodo;

//.....
//.....
//          KMH = (5400.0/periodo)*2.0*pi*r; //para
10 ranuras del encoder = 5400 // para 10 ranuras = 5400
//          f = (int32)KMH;

//.....
//.....
//          if (FLAGS.prom_v < 4)
//          {
//              KMH_res = KMH_res + KMH; //
suma acumulativa
//              FLAGS.prom_v++;
//          }
//          else if(FLAGS.prom_v >= 4) //
se puso >= antes == (29/08/2013)
//          {
//              // ya tengo 4 medidas
//              KMH_res = KMH_res + KMH; //
suma el ultimo valor

//              KMH = KMH_res/5.0;
//          }
//          FLAGS.prom_v = 0;
//          KMH_res = 0.0;

//.....
//.....
//          if(!FLAGS.pant && KMH_SV != KMH) //
pregunto si debo presentar informacion en LCD, KMH_SV guarda el valor KMH
previo final, para compararlo
//          {
//              // Y refrescar el LCD solo si es necesario
//              //Si
//              disable_interrupts(GLOBAL);
//          // Deshabilito las interrupciones
//          //          Enciende(LED_BKL);
//              KMH_SV = KMH;
//              // Respaldo valor para proxima comparación
//              lcd_gotoxy(7,1);
//columna 4, fila 2
//              printf(lcd_putc,"          ");
//              lcd_gotoxy(7,1);
//              printf(lcd_putc,"%f",KMH);
// con esto visualizo directamente el dato float en pantalla
//          //          Apaga(LED_BKL);
//          //          enable_interrupts(GLOBAL);
//          // Deshabilito las interrupciones

```

```

                                delay_us(1000);
// Demora para darle tiempo al LCD a refrescar un mensaje
posterior
                                }

//.....
                                }
//                                Apaga(LED_SDESTADO);
                                }
//-----
-----
                                //lcd_mensaje_inicio(0);
                                TIMEadj.fp_fecha = 0;
                                delay_us(20);

//.....
.....
                                // En caso de que el vehiculo este detenido
                                if (cont_stop < 9000)
                                {
                                        cont_stop++; //
incremento contador de comprobación de que el auto esta detenido
                                        delay_us(150);
                                }
                                else if (!FLAGS.frpm && cont_stop >= 9000)
                                {
reloj
                                        //Si, se superó tiempo de espera para refrescar
                                        //FLAGS.fstop = 1;
medida al comienzo de la cuenta de pulsos
                                        KMH = 0.0; // para evitar errores de

//.....
.....
                                // Pantalla para mostrar solo hora
                                if(!FLAGS.pant) // pregunto si debo
presentar información en LCD
                                {
                                        // Si
                                        lcd_gotoxy(7,1);

//columna 4, fila 2
                                        printf(lcd_putc,"00.00 Km/h");

//.....
.....
                                disable_interrupts(GLOBAL); //
Deshabilito las interrupciones
                                disable_interrupts(int_rb);
                                refresca_reloj();
                                k = input(PIN_B4); //
Esto corrige un bug del CCS que no permite que se borre la bandera RBIF
de interrupción

                                lcd_gotoxy(7,2);
                                printf(lcd_putc, "%02u:%02u:%02u",hora, min,
sec);

```

```

clear_interrupt(int_ssp);
clear_interrupt(int_ext);          //
Primero limpio banderas de interrupcion antes de activarlas, (evita
entradas redundantes a la INT TMR1)
clear_interrupt(int_rb);
clear_interrupt(int_timer1);      // limpio
interrupcion del tmr2 y evito problemas de desconexion del kit
enable_interrupts(int_rb);
enable_interrupts(GLOBAL);        //
habilito las interrupciones
delay_ms(200);
}
}
//-----
-----
if(ALARMAS.cont != sec)          // Verifico si paso un
segundo para cambiar estado de leds de alarma y estado del reloj en el LCD
{
// Si, ya cambio valor de segundo
ALARMAS.cont = sec;              // Guardo valor de
segundo para proxima comparación
if(ALARMAS.descal_pf || ALARMAS.nliqf ||
ALARMAS.htemp_pd || ALARMAS.htemp_pi || ALARMAS.htemp_zd ||
ALARMAS.htemp_zi || ALARMAS.desg_p || ALARMAS.desg_z)
{
// Salto una alarma del sistema
if(!ALARMAS.leds_on)
{
lcd_mensaje(24);                //
Presento mensaje de alarma en el LCD
Enciende(LED_SDESTADO);         //
Enciendo Led de estado de SD-CARD
Enciende(LED_BKL);              //
Enciendo Led de luz de fondo
Enciende(LED_CAPTURA);         //
Enciendo Led indicador de captura
ALARMAS.leds_on = 1;
FLAGS.pant=1;
FLAGS.refclock = 1;
//---
}
else
{
lcd_mensaje(14);                //
Pantalla del sistema estable, solo cuando sea necesario

lcd_gotoxy(7,1);                //
Columna 7, fila 2
printf(lcd_putc,"%f",KMH);      // con
esto visualizo directamente el dato float en pantalla

Apaga(LED_SDESTADO);            // Apago
Led de estado de SD-CARD
Apaga(LED_BKL);                 // Apago
Led de luz de fondo

```



```

        lcd_gotoxy(1,1);
        printf(lcd_putc, "%s
%02u/%02u/20%02u", fecha, dia, mes, anio);
        lcd_gotoxy(7,2);
        printf(lcd_putc, "%02u:%02u:%02u", hora, min, sec);
        delay_ms(20);

        FLAGS.contreflcd++;
    }
    else
    {
        FLAGS.contreflcd = 0;
        FLAGS.reflcd = 1;
    }
}
else if(FLAGS.reflcd)
{
    if(FLAGS.contreflcd < 300)
    {
        Enciende(LED_BKL); //
Prendo luz de fondo de LCD, para resaltar el mensaje de colocacion de
memoria en puerto

        lcd_mensaje(15);

        FLAGS.contreflcd++;
        delay_ms(10);
    }
    else
    {
        FLAGS.contreflcd = 0;
        FLAGS.reflcd = 0;
    }
}
} //BBB EN COMENTARIO PARA PROBAR LAS LIBRERIAS
}
//
*****
*****
// ----- FUNCIONES -----
-----
//
*****
*****
void lcd_mensaje_inicio(void)
{
//    delay_ms(10);
    Lcd_putc( "\f"); //Limpio pantalla
    Lcd_putc ("SISTEMA EN LINEA"); //Escribo en la primera fila 41
caracteres MAXIMO
    delay_ms(1000);
}
void lcd_mensaje(int n)
{
    Lcd_putc("\f"); //Limpio pantalla
    lcd_gotoxy(1,1);
    switch (n)
    {

```

```

        case 1:
            Lcd_putc ("INICIANDO");          //Escribo en la primera
fila 41 caracteres MAXIMO
            lcd_gotoxy(2,2);
            Lcd_putc ("TARJETA SD-CARD");
            break;
        case 2:
            Lcd_putc ("SD-CARD ERROR");      //Escribo en la primera
fila 41 caracteres MAXIMO
            lcd_gotoxy(3,2);
            Lcd_putc ("No hay tarjeta");
            break;
        case 3:
            Lcd_putc ("Tarjeta Iniciada");   //Escribo en la
primera fila 41 caracteres MAXIMO
            break;
        case 4:
            Lcd_putc ("Termino Busqueda");
            lcd_gotoxy(1,2);
            Lcd_putc ("No hay carpeta..");
            break;
        case 5:
            Lcd_putc ("Creando Archivo ");
            break;
        case 6:
            Lcd_putc ("Error crear Arch");   //***
            break;
        case 7:
//            Lcd_putc ("Archivo Creado ");
            break;
        case 8:
            Lcd_putc ("Dato Registrado ");
            break;
        case 9:
            Lcd_putc ("Error No hay Arc");   //***
            break;
        case 10:
            Lcd_putc ("Creando Carpeta ");
            break;
        case 11:
            Lcd_putc ("Error crear CARP");
            break;
        case 12:
            Lcd_putc ("Carpeta Creada ");
            break;
//
//
////
////
////
//
        case 13:
            Lcd_putc ("Resetear Archivo? ");
            lcd_gotoxy(1,2);
            Lcd_putc ("Si(OK) NO(RETURN)");
            break;
        case 14:
            Lcd_putc("VEL          Km/h");    //Escribo en la
segunda fila
            lcd_gotoxy(1,2);                  //columna 4, fila 2
            Lcd_putc("HORA  ---:---:---  "); //Escribo en la
segunda fila
            break;

```

```

        case 15:
            Lcd_putc("Apague Equipo e ");          //Escribo en la
segunda fila
            lcd_gotoxy(2,2);                        //columna 4, fila 2
            Lcd_putc("Inserte Memoria");          //Escribo en la
segunda fila
            break;

        // Mensajes de ajustes
        case 21:
            Lcd_putc ("Ajustando Fecha");
            lcd_gotoxy(1,2);
            printf(lcd_putc, "%s
%02u/%02u/20%02u", fecha,dia,mes,anio);
            break;
        case 22:
            Lcd_putc ("Ajustando Reloj");
            lcd_gotoxy(5,2);
            printf(lcd_putc, "%02u:%02u:%02u",hora, min, sec);
            break;
        case 23:
            Lcd_putc ("Ps-LiqF   T-PDer");          // (11092013) Se
puso en comentario por falta de espacio
            lcd_gotoxy(1,2);                        //columna 4, fila 2
segunda fila
            Lcd_putc( "                   C");          //Escribo en la
segunda fila
            lcd_gotoxy(1,2);
            printf(lcd_putc,"%fBar %f",pres_sen,temp_sen);
            lcd_gotoxy(15,2);                        //columna 4, fila 2
            lcd_send_byte(1,0xDF);          // modo dato, colo simbolo °
para grado centigrado °C
            break;
        case 24:
            printf(lcd_putc, "ALARMAS F-
MANO:%u",ALARMAS.descal_pf);          //Escribo en la segunda fila
            lcd_gotoxy(1,2);                        //columna 4, fila 2
            printf(lcd_putc, "NLF:%u TA:%u DES:%u",ALARMAS.nliqf,
ALARMAS.ta, ALARMAS.des);          //Escribo en la segunda fila
            break;
        default:
            break;
    }
}
//.....
// Funcion que coloca primera pantalla de ajuste de fecha
//.....
void prim_adj_fecha(int fr)
{
    if(!TIMEadj.fp_fecha)
    {
        if(fr <= 3)
            lcd_mensaje(21); // para 0, 1, 2, 3
        else
            lcd_mensaje(22); // para 4, 5, 6
        switch (fr)

```

```

    {
        case 0: // pantalla para ajustar dia de la semana
            lcd_gotoxy(1,2);
            printf(lcd_putc,"%s",fecha);
            break;
        case 1: // pantalla para ajustar dia calendario
            lcd_gotoxy(7,2);
            printf(lcd_putc,"%02u/",dia);
            break;
        case 2: // pantalla para ajustar mes de la semana
            lcd_gotoxy(10,2);
            printf(lcd_putc,"%02u/",mes);
            break;
        case 3: // pantalla para ajustar año de la semana
            lcd_gotoxy(15,2);
            printf(lcd_putc,"%02u/",anio);
            break;

        //.....
        .....
        case 4: // pantalla para ajustar hora de reloj
            lcd_gotoxy(5,2);
            printf(lcd_putc,"%02u/",hora);
            break;
        case 5: // pantalla para ajustar minutos de reloj
            lcd_gotoxy(8,2);
            printf(lcd_putc,"%02u<",min);
            break;
        case 6: // pantalla para ajustar segundos de reloj
            lcd_gotoxy(11,2);
            printf(lcd_putc,"%02u<",sec);
            break;
        default:
            break;
    }
    lcd_command(BLINK_ON); //Enciende el
    parpadeo al final del valor a ajustar
    TIMEadj.fp_fecha = 1; // Seteo Bandera que
    indica que ya se coloco primera pantalla
    }
}
//.....
.....
// Función para refrescar el reloj DS1307
//.....
.....
void refresca_reloj(void)
{
    ds1307_get_date(dia,mes,anio,dow); // se obtiene la fecha
    ds1307_get_time(hora,min,sec); // se obtiene la hora
    ds1307_get_day_of_week(fecha);
}
//.....
.....
// Función para el manejo del teclado
//.....
.....

```

```

void estado_teclado(byte modo)
{
    //-----
    //-----
    // MANEJO DE TECLADO
    //-----
    -----
    if(!input(PIN_C1) && modo == prim)           // Estado Boton
RESET DL (Boton que resetea archivo de datos a 0)
    {
        // Ingreso a Restablecer el archivo .xls
        st_pulsante(0);
        output_toggle(LED_BKL);                // (segun el caso)
Enciendo o apago Luz de fondo del LCD
    }
    else if(!input(PIN_C1) && modo == secun)     // Activada segunda
funcionalidad de la tecla
    {
        Enciende(LED_BKL);                    // Prendo luz de
fondo de LCD
        st_pulsante(0);
        lcd_mensaje(23);                      // Cambio pantalla a
ajuste de temperatura
        while (input(PIN_C6))                // Estado de Boton RETURN
        {

            //.....
                for(ca = 2; ca <= 4; ca=ca+2)
                {
                    set_adc_channel(ca);       //activo el
canal 3 (Sensor de temperatura de liquido de frenos
                    delay_us(10);             //retardo por
defecto
                    senial_adc = Read_ADC();   //capturo
muestra del canal y guardo el vector
                    delay_us(2);
                    senial_adc = (float)senial_adc;
                    if(ca==2)
                        pres_sen = equiv_pres*senial_adc;
                    else//ca=4
                        temp_sen = equiv_temp2*senial_adc; //
//---
Calculo temperatuara por NTC para pastilla derecha
                    temp_sen =
ajuste_mat1(equiv_vol*senial_adc);
                }

            //.....
                lcd_mensaje(23);              // Cambio pantalla a
ajuste de temperatura
                delay_ms(100);
            }
            st_pulsante(0);
            Apaga(LED_BKL);                  // Apago luz de
fondo de LCD
        }
    }
    //-----
    -----
}

```

```

    TIMEadj.cont_pos = 1;
    if(!input(PIN_C2)) // Estado Boton TIME (Boton para
realizar ajustes del reloj y fecha)
    {
        // Ingreso a ajustar fecha y reloj del sistema (DS1307)
        Enciende(LED_BKL); // Prendo luz de
fondo de LCD
        st_pulsante(0); // evito
microrebotes de pulsante
        if (modo == prim)
        {
            disable_interrupts(GLOBAL); // Deshabilito las
interrupciones
            disable_interrupts(int_ext);
            disable_interrupts(INT_TIMER1);
            clear_interrupt(int_rb);
            clear_interrupt(int_ext);
            clear_interrupt(int_timer1);
        }
        delay_ms(50);
        refresca_reloj(); // Obtengo valores del reloj
calendario
        while (input(PIN_C6) && !BOTON.ok) // Estado de
Boton RETURN
        {
            if(!input(PIN_C2)) // Estado Boton TIME
(cada vez que se presiona cambia el blink)
            {
                st_pulsante(0); // evito
microrebotes de pulsante
                TIMEadj.fp_fecha = 0; //
habilito escritura de nueva pantalla de ajuste de fecha
                if(TIMEadj.cont_pos < 7)
                    TIMEadj.cont_pos++;

                else
                    TIMEadj.cont_pos=1;
            }
            switch(TIMEadj.cont_pos) // ubicacion del "blink"
para ajuste de valor
            {

                //.....
                case 1: // posición dia de
la semana
                    prim_adj_fecha(0); //
verifico si es la primera pantalla para dia de la semana
                    if(!input(PIN_C4)) //
Estado Boton ADJ
                    (Incrementa valor seleccionado)
                    {
                        st_pulsante(0);
                        if (TIMEadj.cont_diasem < 6)
                            TIMEadj.cont_diasem++;
                        else
                            TIMEadj.cont_diasem = 0;
                        switch (TIMEadj.cont_diasem)
                        {

```

```

case 0:fecha = "Lunes";
//dia Lunes
break;
case 1:fecha = "Marte";
//dia Martes
break;
case 2:fecha = "Mierc";
//dia Miercoles
break;
case 3:fecha = "Jueve";
//dia Jueves
break;
case 4:fecha = "Viern";
//dia Viernes
break;
case 5:fecha = "Sabad";
//dia Sábado
break;
case 6:fecha = "Domin";
//dia Domingo
break;
}
lcd_gotoxy(1,2);
printf(lcd_putc,"%s",fecha);
}
break;

//.....

case 2: // posición dia
prim_adj_fecha(1); //
verifico si es la primera pantalla para dia calendario
if(!input(PIN_C4)) //
Estado Boton ADJ (Incrementa valor seleccionado)
{
st_pulsante(0);
if (dia < 31) // ojo
hay que ajustar segun el mes, por el momento ajustamos todos hasta 31
dia++;
else
dia = 1;
}
lcd_gotoxy(7,2);

printf(lcd_putc,"%02u<",dia);
break;

//.....

case 3: // posición mes
prim_adj_fecha(2); //
verifico si es la primera pantalla
if(!input(PIN_C4)) //
Estado Boton ADJ (Incrementa valor seleccionado)
{
st_pulsante(0);

```

```

                                if (mes < 12)                // ojo
hay que ajustar segun el mes, por el momento ajustamos todos hasta 31
                                mes++;
                                else
                                    mes = 1;
                                }
                                lcd_gotoxy(10,2);

                                printf(lcd_putc,"%02u<",mes);
                                break;

//.....

                                case 4:                // posición año
                                prim_adj_fecha(3);                //
verifico si es la primera pantalla
                                if(!input(PIN_C4))                //
Estado Boton ADJ
                                (Incrementa valor seleccionado)
                                {
                                    st_pulsante(1);
                                    if(input(PIN_C1))                // utilizo el
boton de RESET DL como auxiliar en el cambio de año
                                    anio++;
                                    else if(!input(PIN_C1))
                                        anio--;
                                }
                                lcd_gotoxy(15,2);

                                printf(lcd_putc,"%02u<",anio);
                                break;

//.....

                                case 5:                // posición hora
                                prim_adj_fecha(4);                //
verifico si es la primera pantalla
                                if(!input(PIN_C4))                //
Estado Boton ADJ
                                (Incrementa valor seleccionado)
                                {
                                    st_pulsante(0);
                                    if (hora < 23)                // ojo
hay que ajustar segun el mes, por el momento ajustamos todos hasta 31
                                    hora++;
                                    else
                                        hora = 0;
                                }
                                lcd_gotoxy(5,2);

                                printf(lcd_putc,"%02u<",hora);
                                break;

//.....

                                case 6:                // posición minutos
                                prim_adj_fecha(5);                //
verifico si es la primera pantalla
                                if(!input(PIN_C4))                //
Estado Boton ADJ
                                (Incrementa valor seleccionado)
                                {

```

```

        st_pulsante(0);
        if (min < 59) // ojo
hay que ajustar segun el mes, por el momento ajustamos todos hasta 31
            min++;
        else
            min = 0;
    }
    lcd_gotoxy(8,2);

    printf(lcd_putc,"%02u<",min);
    break;

//.....
        case 7: // posición segundos
            prim_adj_fecha(6); //
verifico si es la primera pantalla
            if(!input(PIN_C4)) //
Estado Boton ADJ (Incrementa valor seleccionado)
            {
                st_pulsante(0);
                if (sec < 59) // ojo
hay que ajustar segun el mes, por el momento ajustamos todos hasta 31
                    sec++;
                else
                    sec = 0;
            }
            lcd_gotoxy(11,2);

            printf(lcd_putc,"%02u<",sec);
            break;

//.....
        default:
            break;
    } // fin de switch
    lcd_command(BLINK_ON);
    if(!input(PIN_C5)) // Estado Boton OK
(Acepta los cambios realizados)
    {
        st_pulsante(0);
        dow = TIMEadj.cont_diasem;

ds1307_set_date_time(dia,mes,anio,dow,hora,min,sec);
        BOTON.ok = 1;
    }
} //FIN BLUCLLE while de Estado Boton RETURN
lcd_command(BLINK_OFF);
st_pulsante(0); // evito microrebotes de
pulsante RETURN
BOTON.ok = 0;
TIMEadj.fp_fecha = 0; // habilito
escritura de nueva pantalla de ajuste de fecha
if (modo == prim)
{
    lcd_mensaje(14); // Reestablesco
pantalla a estado por defecto

```

```

clear_interrupt(int_ext);           // Primero limpio
banderas de interrupcion antes de activarlas, (evita entradas redundantes
a la INT TMR1)
clear_interrupt(int_rb);
clear_interrupt(int_timer1);       // Limpio interrupción
del tmr2 y evito problemas de desconexion del kit
enable_interrupts(GLOBAL);        // Una vez
inicializado el sistema activo las interrupciones
}
else
    lcd_mensaje(15);                // Reestablesco pantalla a
incando que inserte memoria junto con la hora
    Apaga(LED_BKL);                // Apago luz de
fondo de LCD

} //FIN BLUCLE Estado Boton TIME
}
//.....
.....
// Función para el Manejo de Pulsantes, evita microrebotes y que se tome
solo un pulso
//.....
.....
void st_pulsante(int1 push)         // estado de pulsantes
{
    botones = input_c();            // leo el puerto c (NOTA,
esta instruccion puede desconfigurar otros pines conectados al PORTC )
    botones = botones & 0x76;      // solo utilizo la parte alta

    if(!push)
    {
        //..Revisa todos los
botones.....
.....
        if (botones != 0x76)
        {
            delay_ms(20);          // para evitar microrebotes
del pulsante
            while(!input(PIN_C1) || !input(PIN_C2) ||
!input(PIN_C4) || !input(PIN_C5) || !input(PIN_C6)) // para sea solo
una pulsacion a la vez
                delay_us(40);
        }
    }
    else
    {
        //No revisa PIN_C1 (aux) para poder igualar
año.....
.....
        if (botones != 0x76)
        {
            delay_ms(20);          // para evitar microrebotes
del pulsante
            while (!input(PIN_C2) || !input(PIN_C4) ||
!input(PIN_C5) || !input(PIN_C6)) // para sea solo una pulsacion a la
vez
                delay_us(40);

```

```

        }
    }
}
//.....
.....
// Función para envio de comandos al LCD
//.....
.....
void lcd_command(byte cmdL)
{
    lcd_send_byte(0, cmdL);
}
//.....
.....
// Función para concatenar informacion consecutiva (para adicionar
marcadores de alarma)
//.....
.....
void concatena(void)
{
    strcat(texto4, marcador_alarmas);
    strcat(texto4, salto);
    memset(&marcador_alarmas, '\0', 24); //limpio vector para
siguiente dato
}
float ajuste_mat1(float xt)
{
    xt=(5.00-xt)/xt; // Calculo previo de
Rntc para ecuacion cuadratica.
// medidas_vol[ca] = 63.186832*xt*xt - 148.698393*xt + 108.922703; //
Alternativa de Correccion 2
    temp_sen = 46.220498*xt*xt - 141.318037*xt + 108.235566; //
Alternativa de Correccion 3(reajuste 06/09/2013)
    return (temp_sen);
}
//
*****
*****
// ----- INTERRUPCIONES -----
-----
//
*****
*****
#INT_RB
void rb_isr()
{
    // Enciende(LED_CAPTURA);
    if(!input(PIN_B4))// && !FLAGS.v_stop) //
Pin de entrada de Pulsos VSS
    {
        // Enciende(LED_SDESTADO);
        //cont_prim = get_timer1(); // conteo primario 32bits
        cont_a = get_timer1(); // conteo primario 32bits
        set_timer1(0);
        if (cont_a <= 5) // para evitar inconsistencias en
la transicion exacta (es decir que se timer1 interrumpa justo aqui)
            TMR1WORD2++;
    }
}

```

```

//.....
.....
    cont_prim = make32(TMR1WORD2,cont_a);    // creo registro
de 32bits con el conteo total, puede llegar hasta 4294967295
    periodo = (float)cont_prim;/**6.00;    // transformo
en float para realizar los calculos
    //set_timer1(65);    // limpio contador timer1 tomando
en cuenta el tiempo transcurrido desde la interrupcion
    TMR1WORD2 = 0;
    FLAGS.frpm = 1;    // indico que tengo dato para
procesar
    FLAGS.reflcd = 1;
    FLAGS.refclock = 1;    // Autorizo refrescar fecha y
reloj en pantalla
    }
    else
    {
        if (FLAGS.refclock)    // Con esto evito
iterferencia con el velocimetro al surgir interrupciones falsas
        {
            FLAGS.refclock = 0;    // Para que lo haga solo
una vez
            // ds1307_get_date(dia,mes,anio,dow);    // se obtiene
la fecha
            // ds1307_get_time(hora,min,sec);    // se obtiene
la hora
            // ds1307_get_day_of_week(fecha);
refresca_reloj();
            k = input(PIN_B4);    // Para eliminar bug del
ccs dada una interrupcion
        }
    }
// Apaga(LED_SDESTADO);
// Apaga(LED_CAPTURA);
clear_interrupt(int_timer1);
clear_interrupt(int_ad);
clear_interrupt(int_ssp);
clear_interrupt(int_ext);
clear_interrupt(int_rb);
}
// -----
// -----
// INTERRUPCION DEL TMR2 (base de tiempo Tacometro)
// -----
#INT_TIMER1
void clock_isr()    // Surgió interrupción, por timer2
{
// Enciende(LED_SDESTADO);
TMR1WORD2 = TMR1WORD2+1;
FLAGS.reflcd = 1;
clear_interrupt(int_timer1);    //limpio interrupción del tmr2
clear_interrupt(int_ssp);
clear_interrupt(int_ext);
// Apaga(LED_SDESTADO);
}

```

```

//#INT_SSP
//void ssp_interupt()
//{
///// Enciende(LED_BKL);
///// delay_ms(50);
// clear_interrupt(int_ssp);
///// Apaga(LED_BKL);
//}

//-----
//-----
////////// FIN DE PROGRAMA
//////////
//-----
//-----
// NOTAS:
// V1.0.0 Jueves 18-04-2013: Comenzo a funcionar el LCD y la
visualizacion de la fecha y la hora en la pantalla
// a la 01h55 de dia.
// V1.0.1 Sabado 25-05-2013: Alas 22h20 aprox se logro crear el
primer archivo en simulación llamado datalog.txt
// que pudo ser observao en el WinImag, el error de
simulacion se debio a un cambio en la conexion por hardware del pin RC0-
SS
// que originalmente estaba en el pin RA5 que es donde por
defecto corresponde a la conexion SPI en el PIC18F4550, ademas se
adiciono
// por el momento una linea adicional (linea 41) en la
libreria SDCard_hard.c (v1.1) como #define RS232_DEBUG 0
// V1.0.2 Se logró generar el archivo .xls con un formato inicial
para el registro de los 12 parametros y se desidio implementar el
diagrama
// de flujos en la siguiente version, Nota especial: para
que funcione la simulación es necesario arrancar con un directorio ya
creado dentro
// de la memoria SD y en ocasiones funciona al 2do
intento.
// V1.0.3 Martes 04-06-2013: Se terminó de programar el manejo de los
botones para el ajuste de fecha y restitution de archivo de registro
// V1.0.4 Se cambio de pin la entrada VSS a una digital
// Jueves 06-06-2013: 16h57 Comenzo a funcionar la captura
de datos utilizando como disparador o trigger el pedal de freno cada vez
que este se libera
// Pero es necesario analizar ya en la practica si es
necesario mejorar el algoritmo para evitar las perturbaciones del
ambiente y de la variacion esporádica
// de la presion del pie sobre el pedal.
// Viernes 07-06-2013: 01h36 Se terminó implementación de
la captura y generacion del paquete de texto con la informacion para
enviarla posteriormente a la tarjeta SD, el paso
// siguiente es grabar el texto generado en la memoria y
comprobar el archivo en un computador
// Viernes 07-06-2013: 16h45 Se genero el archivo con
varias muestras grabadas con el sistema, se mejoró la respuesta de la
simulación retirando las resistencias conectadas a
// a la tarjeta SD en el esquema del proteus, los primeros
datos muestran un pequeño error que se procederá a corregir

```

```
//          18h44:los datos se graban adecuadamente, ahora es
necesario realizar algunas revisiones y correcciones al sistema de
archivos para que trabajen correctamente y analizar porque
//          se produce error en la grabacion de un archivo cuando
se iguala el reloj. y cuando se crea el directorio, probablemente sea
necesario actualizar las librerias
//    V1.05 Lunes 10-06-2013: 13h18 Se termino de corregir el problema de
la inicializacion de archivos FAT.
//          Lunes 10-06-2013: 23h25 Luego de batallar con la falla
de los botones, se logró identificar el problema, que era causado por una
desconfiguracion del los pines del puerto C, que
//          se usa para la comunicacion con la memoria, dado que
los pulsantes estan conectados tambien a ese puerto. corregido esto se
logro igualar el timer y generar adecuadamente el archivo.
//          Martes 11-06-2013:21h32 Se completó la implementación
del cálculo de parámetros equivalentes (presión [Bar], Temp [°C], Niveles
[V]), y se adecuo la informacion para ser mostrada hasta con una
//          presicion de 3 decimales, estos se visualizan también
en el archivo generado.
//    V1.06 Jueves 13-06-2013. 22h46 Se logro que funcionara la
implementación del velocímetro, en principio surgieron invomvenientes por
la interferencia con las interrupciones que se utilizan para el
velocímetro
//          fue necesario modificar la libreria de manejo del
DS1307, para solucionar esto y estableciendo una sincronia en la
actualizacion de datos del reloj y velocidad. Queda por revisar algunas
situaciones menores
//          que son mas de estetica del programa en cuanto a los
mensajes del LCD y la implementacion del generador de nuevo archivo, esto
se hara en caso de que sea necesario y posiblemente se cambie el manejo
de los nombres
//          de los archivos para que estos sean seriados de la
forma DLXXYYZZ.xls donde xx es el dia, yy el mes y zz el año, de esta
manera no habran dos archivos iguales.
//    V1.0.6    Martes 18-06-2013: 23h02 se realizó la primera
grabación del pic y se detectaron algunos inconvenientes tanto con el
hardware fisico como con el programa (no se detecta botones
adecuadamente), que se procede a revisar
//          11h40 Se logro realizar las correcciones necesarias en
el programa para la detección del pin rc5, el sistema ya se pudo igualar
el reloj.
//          Viernes 21-06-2013 21h10 Se corrigio un error de
sitanxis que provocaba la creacion de un archivo demas luego del primer
arranque
//    v1.0.7 Degugger Domingo 07/07/2013 a la 1h40 se logro detectar el
problema con la memoria. y el sabado a las 23h00 se logro comprobar
escritura y lectura de un bloque de informacion, todo tenia que ver con
el mbr que se mantenia
//          oculto incluso para el winhex. fue necesario entrar con
privilegios de forence en el mismo
//    V1.2.0    Jueves 01h30: El sistema comenzó a funcionar
correctamente la etapa de fat en el simulador, luego de ralizados los
ajustes a las librerias para que trabajen con la V1.8 y tomando en cuenta
el offset de sectores fisico vs. lógico
//          El paso siguiente sera probar ya todo el conjunto del
sistema, pero antes se realizara la prueba con otras imagenes y con el
circuito del protoboard.
```

```
// V1.2.1 Miercoles 3h05 Se termino las correcciones relacionadas con
la NTC del sensor de liquido de frenos y el cambio de sensor de nivel por
uno digital reacondicionando la generacion del vector de datos a grabar
en la SD-CARD
// Domingo 26/08/2013 02h30 Se terminaron de realizar los
ultimos ajustes previos a las pruebas en carretera del sistema,
probablemente se necesite volver ajustar valores de conversion de
unidades luego de las mismas. el sistema esta listo.
// Domingo 01/09/2013 2h05 Se terminaron de hacer los
ultimos ajustes al programa, se procedera a las pruebas de funcionamiento
y comprobar si se corrigieron los errores presentes en las pruebas
preliminares del circuito
// Lunes 02/09/2013 Concluyo programacion del sistema con
los ultimos ajustes.
// Miercoles 04/09/2013 15h00 Se comprueba la eliminacion
del bug del ccs que iterferia con medicion de velocidad
// Jueves 05/09/2013 03h00 Ultima correccion realizada en
la temperatura de las NTCs para considerar la diferencia de temperaturas
por el material de las pastillas y zapatas, segun pruebas del simulador
ya todo esta corregido
// se procedera a realizar prueba en el circuito real para
comprobarlo.
// Viernes 30-08-2013 3h06 Se soluciona el problema de la
corrupcion de los datos del paquete texto4 antes de grabarse en la SD-
CARD
// Viernes 06-09-2013: 11h00 Ajuste en la solucionó
para el problema de desbordamiento
// V1.2.2 Jueves 12-09-2013: 12h47 Se termina ajustes antes de
pruebas finales y se solucionó el problema de reinicios, el sistema esta
en optimas condiciones: se procedera a las pruebas finales.
// Martes 11-10-2013: 11h00 Se terminaron ultimos ajustes
en la medicion de temperatura, El sistema esta listo y 100% funcional.
```