

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

EXTENSIÓN - LATACUNGA



CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**“OPTIMIZACIÓN DE LA POTENCIA EN UN MOTOR DE
COMBUSTIÓN INTERNA GASOLINA MEDIANTE EL CONTROL DE
AJUSTES DE COMBUSTIBLE Y EL MONITOREO DEL SENSOR DE
OXÍGENO”.**

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

ALEX FABRICIO CALDERÓN CALDERÓN

Latacunga, junio 2012

CERTIFICACIÓN

Se certifica que el presente trabajo titulado: “OPTIMIZACIÓN DE LA POTENCIA EN UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA GASOLINA MEDIANTE EL CONTROL DE AJUSTES DE COMBUSTIBLE Y EL MONITOREO DEL SENSOR DE OXÍGENO” fue desarrollado por **ALEX FABRICIO CALDERÓN CALDERÓN**, bajo mi supervisión, cumpliendo con normas estatutarias establecidas por la ESPE en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Latacunga, junio 2012.

Ing. Germán Erazo
DIRECTOR DE PROYECTO

Ing. Mauricio Cruz
CODIRECTOR DEL PROYECTO

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

CERTIFICADO

ING. GERMÁN ERAZO (DIRECTOR)

ING. MAURICIO CRUZ (CODIRECTOR)

CERTIFICAN:

Que el trabajo titulado **“OPTIMIZACIÓN DE LA POTENCIA EN UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA GASOLINA MEDIANTE EL CONTROL DE AJUSTES DE COMBUSTIBLE Y EL MONITOREO DEL SENSOR DE OXÍGENO”** realizado por el señor: Alex Fabricio Calderón Calderón ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional, **SI** recomiendan su publicación.

El mencionado trabajo consta de UN empastado y UN disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat. Autoriza, al señor: ALEX FABRICIO CALDERÓN CALDERÓN que lo entregue al Ing. Juan Castro, en su calidad de Director de Carrera de Ingeniería Automotriz.

Latacunga, junio 2012.

Ing. Germán Erazo
DIRECTOR DE PROYECTO

Ing. Mauricio Cruz
CODIRECTOR DEL PROYECTO

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Alex Fabricio Calderón Calderón

DECLARO QUE:

El proyecto de grado denominado: **“OPTIMIZACIÓN DE LA POTENCIA EN UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA GASOLINA MEDIANTE EL CONTROL DE AJUSTES DE COMBUSTIBLE Y EL MONITOREO DEL SENSOR DE OXÍGENO”** ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de ingeniería en mención.

Latacunga, junio de 2012.

Alex Calderón Calderón
CI. 100243035-1

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN

Yo, Alex Fabricio Calderón Calderón

Autorizo a la Escuela Politécnica del Ejército, la publicación en la biblioteca virtual de la Institución, del trabajo: **“OPTIMIZACIÓN DE LA POTENCIA EN UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA GASOLINA MEDIANTE EL CONTROL DE AJUSTES DE COMBUSTIBLE Y EL MONITOREO DEL SENSOR DE OXÍGENO”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, junio 2012.

Alex Calderón Calderón
Cl. 100243035-1

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mis Padres, quienes han sido el pilar fundamental de mi vida, ya que por ser incondicionales, me han permitido culminar este trabajo que forma parte de mi formación, por esas palabras de aliento que han sido indispensables para no desmayar y sobre todo por compartir con mi padre mi pasión, el automovilismo, que hoy y siempre conducirá mi vida.

Este trabajo es para ustedes por ser esa guía que me ha conducido y espero de esta forma retribuir todo lo que me han dado y por todo lo que vendrá...

Alex Calderón Calderón

AGRADECIMIENTO

Culminar este trabajo que marca un hito en mi vida, no lo hubiese logrado sin la guía de Dios, de mis Padres, quienes han formado en mí un espíritu perseverante, además también fue gracias a mis maestros quienes han compartido sus conocimientos a lo largo de mi carrera, en especial a los ingenieros que compartieron conmigo el reto de finalizar mi trabajo de grado mi Director Ing. Germán Erazo y a mi Codirector Ing. Mauricio Cruz.

A mi familia y a mis amigos, por compartir y ser parte de este proyecto en donde cada persona ha formado parte de su configuración.

Alex Calderón Calderón

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN.....	I
CERTIFICADO.....	II
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD.....	III
AUTORIZACIÓN.....	IV
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTO	VI
ÍNDICE GENERAL.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XVI
ÍNDICE DE TABLAS.....	XXII
RESUMEN.....	XXV

CAPÍTULO I

1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2 OBJETIVOS.....	2
1.3.1 GENERAL.....	2
1.3.2 ESPECÍFICOS	2
1.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	2

CAPÍTULO II

2. TRUCAJE ELECTRÓNICO.....	4
2.1 AJUSTES DE COMBUSTIBLE.....	4
2.2 MONITOREO DE AJUSTE DE COMBUSTIBLES.....	4
2.3 AJUSTE DE COMBUSTIBLE A LARGO PLAZO (LFT).....	5
2.4 AJUSTE DE COMBUSTIBLE A CORTO PLAZO (SFT).....	5
2.5 CICLOS DE CONDUCCIÓN.....	6

2.6 MONITOREO DE CÓDIGOS.....	7
2.6.1 DTC P0130 CIRCUITO DEL SENSOR DE O2 (BLOQUE 1 / SENSOR 1).....	8
a) Descripción general.....	8
b) Descripción del DTC.....	8
c) Estado de detección de DTC.....	8
d) Diagrama de circuito de diagnóstico.....	9
e) Forma de onda de señal y datos.....	9
2.6.2 DTC P0135 CIRCUITO DEL CALENTADOR DEL SENSOR DE O2 (BLOQUE 1 / SENSOR 1).....	10
a) Descripción general.....	10
b) Descripción del DTC.....	10
c) Estado de detección de DTC.....	10
d) Especificación.....	11
e) Diagrama de circuito de diagnóstico.....	11
f) Forma de onda de señal y datos.....	11
2.6.3 DTC P0136 CIRCUITO DEL SENSOR DE O2 (BLOQUE 1 / SENSOR 2).....	12
a) Descripción general.....	12
b) Descripción del DTC.....	12
c) Estado de detección de DTC.....	13
d) Diagrama de circuito de diagnóstico.....	13
e) Forma de onda de señal y datos.....	14
2.6.4 DTC P0137 BAJA TENSIÓN EN EL CIRCUITO DEL SENSOR DE O2 (BLOQUE 1 / SENSOR 2).....	14
a) Descripción general.....	14
b) Descripción del DTC.....	15
c) Estado de detección de DTC.....	15
d) Diagrama de circuito de diagnóstico.....	16
e) Forma de onda de señal y datos.....	16
2.6.5 DTC P0138 ALTA TENSIÓN EN EL CIRCUITO DEL SENSOR DE O2 (BLOQUE 1 / SENSOR 2).....	17
a) Descripción general.....	17
b) Descripción del DTC.....	17
c) Estado de detección de DTC.....	17
d) Diagrama de circuito de diagnóstico.....	18

e) Forma de onda de señal y datos.....	18
2.6.6 DTC P0139 RESPUESTA LENTA EN EL CIRCUITO DEL SENSOR DE O2 (BLOQUE 1 / SENSOR 2).....	19
a) Descripción general.....	19
b) Descripción del DTC.....	19
c) Estado de detección de DTC.....	19
d) Diagrama de circuito de diagnóstico.....	20
e) Forma de onda de señal y datos.....	20
2.6.7 DTC P0140 NO SE HA DETECTADO ACTIVIDAD EN EL CIRCUITO DEL SENSOR DE O2 (BLOQUE 1 / SENSOR 2).....	21
a) Descripción general.....	21
b) Descripción del DTC.....	21
c) Estado de detección de DTC.....	21
d) Diagrama de circuito de diagnóstico.....	22
e) Forma de onda de señal y datos.....	22
2.6.8 DTC P0141 CIRCUITO DEL CALENTADOR DEL SENSOR DE O2 (BLOQUE 1 / SENSOR 2).....	23
a) Descripción general.....	23
b) Descripción del DTC.....	23
c) Estado de detección de DTC.....	23
d) Especificación.....	24
e) Diagrama de circuito de diagnóstico.....	24
f) Forma de onda de señal y datos.....	25
2.6.9 DTC P0420 EFICACIA DEL SISTEMA CATALIZADOR POR DEBAJO DEL UMBRAL (BLOQUE 1).....	25
a) Descripción general.....	25
b) Descripción del DTC.....	25
c) Estado de detección de DTC.....	26
2.6.10 DTC P2187 SISTEMA DEMASIADO POBRE AL RALENTÍ (ADITIVO) (BLOQUE 1)	26
a) Descripción general.....	26
b) Descripción del DTC.....	26
c) Estado de detección de DTC.....	27

2.6.11 DTC P2191 SISTEMA DEMASIADO POBRE CON CARGA ELEVADA (MULTIPLE) (BLOQUE 1).....	27
a) Descripción general.....	27
b) Descripción del DTC.....	27
c) Estado de detección de DTC.....	28
2.6.12 DTC P2188 SISTEMA DEMÁSIADO RICO AL RALENTÍ (BLOQUE 1).....	28
a) Descripción general.....	28
b) Descripción del DTC.....	28
c) Estado de detección de DTC.....	29
2.6.13 DTC P2192 SISTEMA DEMÁSIADO RICO CON CARGA ELEVADA (BLOQUE 1)	29
a) Descripción general.....	29
b) Descripción del DTC.....	29
c) Estado de detección de DTC.....	30
2.7 SENSOR DE OXÍGENO	30
2.7.1 FUNCIONAMIENTO.....	30
2.7.2 ESPECIFICACIÓN DEL SENSOR DE OXÍGENO.....	31
2.7.3 DIAGRAMA ELÉCTRICO DEL SENSOR DE OXÍGENO.....	31
2.7.4 UBICACIÓN DEL SENSOR DE OXÍGENO.....	32
2.7.5 CONSTRUCCIÓN DE SENSOR DE OXÍGENO	32
2.7.6 TECNOLOGÍA DE CERÁMICA PLANAR.....	33
2.7.7 TECNOLOGÍA DE CERÁMICA TIPO DEDAL.....	33
2.7.8 DESVENTAJAS DE UN SENSOR DE OXÍGENO DESGASTADO.....	34
2.7.9 VENTAJAS DE UN SENSOR DE OXÍGENO EN BUEN ESTADO.....	34
2.8 TIPOS DE SENSORES DE OXÍGENO	34
2.8.1 SENSOR DE OXÍGENO DE ZIRCONIO.....	34
2.8.2 SENSOR DE OXÍGENO DE TITANIO.....	37
2.8.3 SENSOR UNIVERSAL DE OXÍGENO DE RELACIÓN AIRE-COMBUSTIBLE.....	38
2.8.4 SENSOR DE OXÍGENO DE BANDA ANCHA	41
2.9 CICLOS DE OPERACIÓN DEL SENSOR DE OXÍGENO.....	41
2.10 INFLUENCIA DEL SENSOR DE OXÍGENO	43
2.10.1 RELACIÓN ENTRE EL VOLTAJE GENERADO Y LA CONDICIÓN DE LA MEZCLA	44
2.11 RENDIMIENTO Y POTENCIA DEL MOTOR	45

2.11.1 RENDIMIENTO MOTOR.....	45
2.11.2 TIPOS DE PÉRDIDA.....	45
a) Pérdidas por calor:.....	45
b) Pérdidas mecánicas:.....	46
2.11.3 PÉRDIDAS DE ENERGÍA DE UN MOTOR DE GASOLINA.....	46
a) Motor de gasolina:.....	46
2.11.4 POTENCIA MECÁNICA.....	46
2.12 MONITOREOS DEL SENSOR DE OXÍGENO	48

CAPÍTULO III

3. DISEÑO Y SELECCIÓN DE ELEMENTOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS	50
3.1 HIPÓTESIS.....	50
3.2 METAS.....	50
3.3 VARIABLES INDEPENDIENTES.....	50
3.4 VARIABLES DEPENDIENTES.....	51
3.5 CARACTERÍSTICAS DEL VEHÍCULO HYUNDAI i10	51
3.5.1 MOTOR.....	52
3.5.2 CICLO.....	52
3.5.3 PRESTACIONES	53
3.5.4 EXTERIOR.....	53
3.5.5 CONFORT.....	53
3.1.6 SEGURIDAD.....	54
3.1.7 INSTRUMENTACIÓN	54
3.1.8 GARANTÍAS.....	54
3.6 PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA.....	55
3.6.1 ESPECIFICACIÓN.....	55
a) General.....	55
3.6.2 DISTRIBUCIÓN DE LA VÁLVULA	55
a) Válvula de admisión.....	55
b) Válvula de escape	55
3.6.3 VÁLVULAS	56
a) Planicidad de la superficie de la junta.....	56

b) Planitud del colector superficie de montaje.....	56
c) Diámetro interno de la guía de la válvula.....	56
d) Anillo del asiento de la válvula de admisión diámetro interior	56
e) Anillo del asiento de la válvula de escape diámetro interior	57
3.6.4 ÁRBOL DE LEVAS.....	57
3.6.5 BALANCINES.....	57
3.6.6 CULATA.....	57
a) Longitud de la válvula.....	57
b) Diámetro exterior del vástago.....	58
c) Ángulo de la superficie	58
d) Grosor de cabeza de la válvula (margen).....	58
e) Vástago de la válvula a holgura de guía de válvula.....	58
3.6.7 GUÍA DE LA VÁLVULA	58
a) Longitud.....	58
3.6.8 ASIENTO DE LA VÁLVULA.....	59
a) Anchura de contacto del asiento	59
b) Ángulo del asiento	59
3.6.9 MUELLE DE LA VÁLVULA	59
3.6.10 HOLGURA DE LA VÁLVULA	59
3.6.11 BLOQUE MOTOR.....	60
3.6.12 PISTÓN.....	60
3.6.13 SEGMENTO DEL PISTÓN.....	60
3.6.14 PASADOR DEL PISTÓN	61
3.6.15 CONEXIÓN DE LA BIELA	61
3.6.16 CIGÜEÑAL.....	61
3.6.17 VOLANTE	61
3.6.18 BOMBA DE ACEITE	62
3.6.19 ACEITE MOTOR.....	62
a) Calidad de aceite	62
b) Grado de aceite.....	62
3.6.20 MÉTODO DE REFRIGERACIÓN	63
a) Termostato.....	63
b) Tapón radiador.....	63
c) Sensor de temperatura del agua.....	63

3.7 SISTEMA DE INYECCIÓN MOTOR I10	64
3.7.1 DESCRIPCIÓN DEL INYECTOR HYUNDAI I10	64
3.7.2 SISTEMA DE INYECCIÓN MULTIPUNTO	64
3.8 DISTRIBUCIÓN DE PINES DE LA COMPUTADORA	66
3.8.1 MÓDULO DE CONTROL DE MOTOR	66
3.8.2 FUNCIÓN DEL TERMINAL	66
3.9 VOLTAJE DE OPERACIÓN	70
3.10 DIAGRAMACIÓN ELÉCTRICA	75
3.10.1 DIAGRAMACIÓN ELÉCTRICA DE ENCENDIDO	75
3.10.2 DIAGRAMACIÓN ELÉCTRICA SENSORES I10	76
3.10.3 DIAGRAMA ELÉCTRICO DE ENCENDIDO CON INMOVILIZADOR	77
3.10.4 DIAGRAMA ELÉCTRICO MÓDULOS DE CONTROL HYUNDAI I10	78
3.10.5 DIAGRAMACIÓN ELÉCTRICA INYECTORES HYUNDAI I10	79
3.10.6 DIAGRAMA ELÉCTRICO SENSOR DE OXÍGENO HYUNDAI I10	80
3.10.7 DIAGRAMA ELÉCTRICO SENSOR DE POSICIÓN DE MARIPOSA TPS HYUNDAI I10	81
3.10.8 DIAGRAMA ELÉCTRICO SENSOR DE ÁRBOL DE LEVAS CMP	81
3.10.9 DIAGRAMA ELÉCTRICO SENSOR DE PICADO HYUNDAI I10	82
3.10.10 DIAGRAMA ELÉCTRICO SENSOR DE POSICIÓN DE CIGÜEÑAL CKP	82
3.10.11 DIAGRAMA ELÉCTRICO SENSOR DE TEMPERATURA DE ADMISIÓN	83
3.11 DISEÑO DEL SISTEMA DEL CONTROL DE AJUSTE	83
3.12 MEDICIÓN DE RANGOS SFT Y LFT ÓPTIMOS PARA EL MOTOR I10	86
3.12.1 DASHBOARD RALENTÍ	86
a) Pid Ralentí	87
3.12.2 DASHBOARD % (+) POSITIVO 50 Km / h	87
3.12.3 DASHBOARD % (-) NEGATIVO 50 Km / h	88
3.12.4 DASHBOARD % (+) POSITIVO 80 Km / h	88
3.12.5 DASHBOARD % (-) NEGATIVO 80 Km / h	89
3.12.6 DASHBOARD % (+) POSITIVO 100 Km / h	89
3.12.7 DASHBOARD % (-) NEGATIVO 100 Km / h	90
3.12.8 DASHBOARD % (+) POSITIVO 120 Km / h	90
3.12.9 DASHBOARD % (+) NEGATIVO 120 Km / h	91
3.13 DIAGRAMACIÓN DEL MÓDULO DE OPTIMIZACIÓN DE POTENCIA	91

3.14 SIMULACIÓN ELECTRÓNICA DE FUNCIONAMIENTO MEDIANTE SOFTWARE ..	92
3.15 PRUEBAS EN PROTOBOAR	93
3.11.1 ELEMENTOS ELECTRÓNICOS	93
3.16 DISEÑO DE PLACA ELECTRÓNICA	97

CAPÍTULO IV

4. PRUEBAS DEL SISTEMA	99
4.1 MEDICIÓN DE TORQUE Y POTENCIA DEL MOTOR SERIE I10	99
4.2 AJUSTES Y VERIFICACIÓN DE PARÁMETROS PARA OPTIMIZAR LA POTENCIA DEL MOTOR SERIE I10	103
4.1.1 PID RALENTÍ	104
4.2.2 PID 1500 RPM	105
4.2.3 PID 2000 RPM	105
4.2.4 PID 2500 RPM	106
4.2.5 PID 3000 RPM	106
4.2.6 PID 3500 RPM	107
4.2.7 PID 4000 RPM	107
4.2.8 PID 4500 RPM	108
4.2.9 PID 5000 RPM	108
4.3 MONITOREO DE PIDS DEL SISTEMA DE AJUSTE DE COMBUSTIBLE	109
4.3.1 MONITOREO DE PIDS CARRETERA	109
a) Pids 50 Km/h	109
b) Pids 80 Km/h	110
c) Pids 100 Km/h	111
d) Pids 120 Km/h	112
4.4 MEDICIONES CON OSCILOSCOPIO PARA OBTENCIÓN DE CURVAS ELÉCTRICAS DEL SISTEMA ESTÁNDAR	113
4.4.1 CURVA ELÉCTRICA SENSOR DE OXÍGENO	113
4.4.2 CURVAS ELÉCTRICAS INYECTORES (ACTUADORES)	114
4.5 AJUSTE PUESTA A PUNTO DEL SENSOR DE OXÍGENO	116
4.6 VERIFICACIÓN Y CONTROL DE COMPONENTES	117

4.7 PRUEBAS INICIALES DEL SISTEMA DE ELEVACIÓN DE POTENCIA.....	119
4.8 COMPROBACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.....	123
4.9 MEDICIONES CON OSCILOSCOPIO PARA OBTENCIÓN DE CURVAS ELÉCTRICAS DEL SISTEMA DE ELEVACIÓN DE POTENCIA.....	128
4.10 DIAGNÓSTICO DE LA PLACA ELECTRÓNICA.....	131

CAPÍTULO V

5. MONTAJE Y PRUEBAS FINALES.....	135
5.1 MONTAJE DE LA PLACA ELECTRÓNICA.....	135
5.2 INSTALACIÓN DEL MÓDULO DE PRUEBAS EN EL VEHÍCULO HYUNDAI I10.....	136
5.3 PUESTA A PUNTO DEL MOTOR CON EL MÓDULO DE PRUEBAS.....	148
5.4 PRUEBAS DE DESEMPEÑO EN EL DINAMÓMETRO.....	141
5.5 PRUEBAS DE DESEMPEÑO EN CARRETERA.....	147
5.6 COMPARACIÓN DE PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS OBTENIDOS EN EL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA.....	151
5.7 MONITOREO ELECTRÓNICO DEL SISTEMA IMPLEMENTADO.....	151
5.8 DESPLIEGUE DE DATOS Y VALORES.....	155

CAPÍTULO VI

6. MARCO ADMINISTRATIVO.....	158
6.1 RECURSOS.....	158
6.1.1 RECURSOS HUMANOS.....	158
6.1.2 RECURSOS TECNOLÓGICOS.....	158
6.1.3 RECURSOS MATERIALES.....	159
6.2 PRESUPUESTO.....	159
6.3 FINANCIAMIENTO.....	160
6.4 CRONOGRAMA.....	160
CONCLUSIONES.....	161
RECOMENDACIONES.....	162
BIBLIOGRAFÍA.....	163
ANEXOS.....	164
ANEXO A: MANUAL DE USUARIO.....	165
ANEXO B: NORMAS CORPAIRE.....	172
ANEXO C: NORMAS CORPAIRE.....	174

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Planteamiento del problema causa efecto.....	1
Figura 1.2	Hyundai i10.....	3
Figura 2.1	Curva sensor de oxígeno rico, pobre.....	6
Figura 2.2	Curva sensor de oxígeno banda ancho.....	7
Figura 2.3	Diagrama de circuito de diagnóstico P0130 circuito del sensor de O2 (bloque 1 / sensor1).....	9
Figura 2.4	Forma de onda figura DTC P0130 circuito del sensor de O2 (bloque 1 / sensor 1).....	9
Figura 2.5	Diagrama de circuito de diagnóstico P0135 circuito del calentador del sensor de O2 (bloque 1 / sensor 1).....	11
Figura 2.6	Forma de onda P0135 circuito del calentador del sensor de O2 (bloque 1 / sensor 1).....	11
Figura 2.7	Diagrama de circuito de diagnóstico P0136 circuito del sensor de O2 (bloque 1 / sensor 2).....	13
Figura 2.8	Forma de onda P0136 circuito del sensor de O2 (bloque 1 / sensor 2).....	14
Figura 2.9	Diagrama de circuito de diagnóstico P0137 baja tensión en el circuito del sensor de O2 (bloque 1 / sensor 2).....	16
Figura 2.10	Forma de onda P0137 baja tensión en el circuito del sensor de O2 (bloque 1 / sensor 2).....	16
Figura 2.11	Diagrama de circuito de diagnóstico P0138 alta tensión en el circuito del sensor de O2 (bloque 1 / sensor 2).....	18
Figura 2.12	Forma de onda P0138 alta tensión en el circuito del sensor de O2 (bloque 1 / sensor 2).....	18
Figura 2.13	Diagrama de circuito de diagnóstico DTC P0139 respuesta lenta en el circuito del sensor de O2 (bloque 1 / sensor 2).....	20
Figura 2.14	DTC P0139 Respuesta lenta en el circuito del sensor de O2 (bloque 1 / sensor 2).....	20
Figura 2.15	DTC P0140 No se ha detectado actividad en el circuito del sensor de O2 (bloque 1 / sensor 2).....	22
Figura 2.16	DTC P0140 No se ha detectado actividad en el circuito del sensor de O2 (bloque 1 / sensor 2).....	22

Figura 2.17	Diagrama de circuito de diagnóstico DTC P0141 circuito del calentador del sensor de O2 (bloque 1 / sensor 2).....	24
Figura 2.18	Forma de onda DTC P0141 circuito del calentador del sensor de O2 (bloque 1 / sensor 2).....	25
Figura 2.19	Sensor de oxígeno zirconio.....	31
Figura 2.20	Diagrama eléctrico sensor de oxígeno.....	31
Figura 2.21	Ubicación sensor de oxígeno motor hyundai i10.....	32
Figura 2.22	Construcción del sensor de oxígeno.....	32
Figura 2.23	Sensor de oxígeno zirconio un solo cable.....	36
Figura 2.24	Sensor de oxígeno zirconio dos cables.....	36
Figura 2.25	Sensor de oxígeno zirconio tres cables.....	36
Figura 2.26	Sensor de oxígeno zirconio cuatro cables.....	37
Figura 2.27	Sensor de oxígeno titanio tres cables.....	38
Figura 2.28	Sensor de oxígeno de titanio cuatro cables.....	38
Figura 2.29	Sensor de oxígeno Universal/Honda.....	40
Figura 2.30	Sensor de oxígeno Universal/Peugeot.....	41
Figura 2.31	Señal sensor de oxígeno banda ancha.....	41
Figura 2.32	Principio de operación sensor de oxígeno.....	42
Figura 2.33	Rango de voltaje del sensor de oxígeno.....	43
Figura 2.34	Sensor de oxígeno areas de trabajo.....	43
Figura 2.35	Monitoreo sensor de oxígeno.....	48
Figura 2.36	Señal sensor de oxígeno motor Hyundai i10.....	49
Figura 2.37	Monitoreo PIDS Sensor de oxígeno Hyundai i10.....	49
Figura 3.1	Auto Hyundai i10.....	51
Figura 3.2	Inyector Hyundai i10.....	64
Figura 3.3	Sistema de inyección multipunto motor hyundai i10.....	64
Figura 3.4	Conector mazo de cables PCM.....	66
Figura 3.5	Diagramación electrónica sistema de encendido Hyundai i10.....	75
Figura 3.6	Diagramación eléctrica sensores Hyundai i10.....	76
Figura 3.7	Diagrama eléctrico de encendido con inmovilizador.....	77
Figura 3.8	Diagrama eléctrico módulos de control Hyundai i10.....	78
Figura 3.9	Diagrama eléctrico inyectores hyundai i10.....	79
Figura 3.10	Diagrama eléctrico sensor de oxígeno hyundai i10.....	80
Figura 3.11	Diagrama eléctrico sensor de posición de mariposa TPS Hyundai i10.....	81

Figura 3.12	Diagrama eléctrico sensor de arbol de levas CMP.....	81
Figura 3.13	Diagrama eléctrico sensor de picado Hyundai i10.....	82
Figura 3.14	Diagrama eléctrico sensor de posición de cigüeñal.....	82
Figura 3.15	Diagrama eléctrico sensor de temperatura de admisión.....	83
Figura 3.16	Señal sensor de oxígeno de zirconio.....	83
Figura 3.17	Ajuste de combustible pobre SFT.....	84
Figura 3.18	Ajustes de combustible rico SFT.....	84
Figura 3.19	Ajuste de combustible LFT.....	85
Figura 3.20	Señal sensor de oxígeno estabilizada alta (rico).....	85
Figura 3.21	Ajuste de combustible SFT con señal 0.7 V.....	86
Figura 3.22	Dashboard ralentí.....	86
Figura 3.23	Pid ralentí.....	87
Figura 3.24	Dashboard % (+) positivo 50 Km / h.....	87
Figura 3.25	Dashboard % (-) negativo 50 Km / h.....	88
Figura 3.26	Dashboard % (+) positivo 80 Km / h.....	88
Figura 3.27	Dashboard % (-) negativo 80 Km / h.....	89
Figura 3.28	Dashboard % (+) positivo 100 Km / h.....	89
Figura 3.29	Dashboard % (-) negativo 100 Km / h.....	90
Figura 3.30	Dashboard % (+) positivo 120 Km / h.....	90
Figura 3.31	Dashboard % (-) negativo 120 Km / h.....	91
Figura 3.32	Módulo de optimización de potencia.....	91
Figura 3.33	Simulación electrónica de funcionamiento mediante software mezcla rica	92
Figura 3.34	Protooar y elementos electrónicos.....	94
Figura 3.35	Medición con multímetro de resistencia.....	94
Figura 3.36	Medición con multímetro de voltaje.....	95
Figura 3.37	Conexión de protooar con el auto.....	95
Figura 3.38	Protooar conectado con el auto ajustado para mezcla pobre.....	96
Figura 3.39	Protooar conectado con el auto ajustado para mezcla rica.....	96
Figura 3.40	PCB Wizard convertidor de circuito a placa electrónica.....	97
Figura 3.41	Ruteado normal placa electrónica.....	98
Figura 3.42	Ruteado real de trabajo 3D.....	98
Figura 3.43	Ruteado real de trabajo.....	98
Figura 4.1	Montaje del vehículo Hyundai i10 sobre los rodillos del dinamómetro.....	100

Figura 4.2	Calibración rpm de rodillos.....	100
Figura 4.3	Primera prueba de potencia y torque del vehículo Hyundai i10 55 Cv.....	101
Figura 4.4	Segunda prueba de potencia.....	102
Figura 4.5	Medición de potencia y torque correcta 65 Cv.....	103
Figura 4.6	Ajuste de combustible SFT -%.....	109
Figura 4.7	Ajuste de combustible SFT +%.....	110
Figura 4.8	Ajuste de combustible LFT -%.....	110
Figura 4.9	Ajuste de combustible SFT -%.....	110
Figura 4.10	Ajuste de combustible SFT +%.....	110
Figura 4.11	Ajuste de combustible LFT -%.....	111
Figura 4.12	Ajuste de combustible SFT -%.....	111
Figura 4.13	Ajuste de combustible SFT +%.....	111
Figura 4.14	Ajuste de combustible LFT -%.....	111
Figura 4.15	Ajuste de combustible SFT -%.....	112
Figura 4.16	Ajuste de combustible SFT +%.....	112
Figura 4.17	Ajuste de combustible LFT -%.....	112
Figura 4.18	Conexión osciloscopio sensor de oxígeno motor Hyundai i10.....	113
Figura 4.19	Señal estándar del sensor de oxígeno.....	113
Figura 4.20	Conexión osciloscopio inyector Hyundai i10.....	114
Figura 4.21	Curva eléctrica inyector cilindro #1 Hyundai i10.....	114
Figura 4.22	Curva eléctrica inyector cilindro #2 Hyundai i10.....	115
Figura 4.23	Curva eléctrica inyector cilindro #3 Hyundai i10.....	115
Figura 4.24	Curva eléctrica inyector cilindro #4 Hyundai i10.....	116
Figura 4.25	Señal sensor de oxígeno funcionamiento normal.....	116
Figura 4.26	Señal sensor de oxígeno scanner.....	127
Figura 4.27	Medición para el control de componente electrónico (resistencia).....	118
Figura 4.28	Medición de voltaje para el control de componentes electrónicos.....	118
Figura 4.29	Señal sensor de oxígeno con el dispositivo de elevación de potencia electrónica.....	120
Figura 4.30	Conexión osciloscopio señal sensor de oxígeno.....	120
Figura 4.31	Señal sensor de oxígeno con placa electrónica.....	121
Figura 4.32	Analizador de gases.....	121

Figura 4.33	Resultados analizador de gases con dispositivo electrónico y carga al motor.....	122
Figura 4.34	Resultados analizador de gases vehículo estándar con carga al motor ..	122
Figura 4.35	Montaje improvisado de placa electrónica en el vehículo.....	123
Figura 4.36	Puesta a punto del dispositivo de elevación de potencia.....	123
Figura 4.37	Monitoreo con carga del vehículo Hyundai i10 en el dinamómetro.....	124
Figura 4.38	Monitoreo scanner sensor de oxígeno con dispositivo electrónico.....	124
Figura 4.39	Señal sensor de oxígeno clavada alta.....	125
Figura 4.40	Señal inyector estándar tiempo de quemado 7ms.....	125
Figura 4.41	Señal inyector con dispositivo de elevación de potencia tiempo de quemado 9ms.....	126
Figura 4.42	Potencia estándar del vehículo Hyundai i10 66 Cv.....	126
Figura 4.43	Aumento de potencia vehículo Hyundai i10 70 Cv.....	127
Figura 4.44	Resultado del analizador de gases con dispositivo electrónico y carga al motor.....	128
Figura 4.45	Conexión osciloscopio placa electrónica señal sensor de oxígeno.....	128
Figura 4.46	Curva eléctrica sensor de oxígeno corregida mezcla rica.....	129
Figura 4.47	Referencia de voltaje de señal sensor de oxígeno mezcla rica.....	129
Figura 4.48	Curva eléctrica sensor de oxígeno exceso mezcla rica.....	130
Figura 4.49	Referencia de voltaje sensor de oxígeno exceso mezcla rica.....	130
Figura 4.50	Inspección visual placa electrónica elementos electrónicos.....	131
Figura 4.51	Inspección visual placa electrónica pistas y soldadura.....	131
Figura 4.52	Reparación de placa electrónica.....	132
Figura 4.53	Medición elemento electrónico #1.....	132
Figura 4.54	Medición elemento electrónico #2.....	133
Figura 4.55	Medición elemento electrónico #3.....	133
Figura 4.56	Verificación de continuidad de pista.....	134
Figura 5.1	Montaje de placa electrónica.....	135
Figura 5.2	Continuidad de cables de conexión.....	136
Figura 5.3	Desconexión de batería.....	137
Figura 5.4	Conexión fuente de 12 V para dispositivo electrónico.....	137
Figura 5.5	Instalación de dispositivo electrónico en la guantera del vehículo.....	138
Figura 5.6	Control nivel de aceite.....	138
Figura 5.7	Cables de bujía.....	139

Figura 5.8	Filtro de aire Hyundai i10.....	139
Figura 5.9	Nivel de agua del radiador.....	140
Figura 5.10	Tapa del radiador.....	140
Figura 5.11	Motor Hyundai i10.....	141
Figura 5.12	Control de nivel del agua.....	141
Figura 5.13	Funcionamiento del rodillo.....	142
Figura 5.14	Software de funcionamiento del dinamómetro.....	142
Figura 5.15	Vehículo Hyundai i10 en el dinamómetro.....	143
Figura 5.16	Potencia Hyundai i10 60 Cv.....	144
Figura 5.17	Potencia estándar real vehículo Hyundai i10 66 Cv.....	145
Figura 5.18	Curva de potencia Hyundai i10 con dispositivo electrónico.....	146
Figura 5.19	Potencia máxima con dispositivo electrónico del vehículo Hyundai i10.....	147
Figura 5.20	Trazado Autódromo internacional Yahuarcocha “Jose Tobar Tobar”.....	148
Figura 5.21	Prueba de reacción vehículo estándar.....	148
Figura 5.22	Prueba de reacción vehículo con dispositivo electrónico.....	149
Figura 5.23	Auto Hyundai i10 promedio de vuelta estándar.....	149
Figura 5.24	Auto Hyundai i10 con dispositivo electrónico.....	150
Figura 5.25	Auto Hyundai i10 prueba de consumo de combustible.....	150
Figura 5.26	Monitoreo de dispositivo electrónico auto Hyundai i10.....	152
Figura 5.27	Señal sensor de oxígeno directa con dispositivo electrónico ralentí.....	152
Figura 5.28	Señal de placa electrónica hacia la PCM.....	153
Figura 5.29	Señal sensor de oxígeno en ralentí con dispositivo electrónico.....	153
Figura 5.30	Señal sensor de oxígeno clavada con placa electrónica.....	154
Figura 5.31	Tiempo de quemado de inyector con placa electrónica 9ms.....	154
Figura 5.32	Medición de niveles de contaminación con dispositivo electrónico.....	155
Figura 6.1	Cronograma.....	160

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. DTC P0130 Circuito del sensor de O2 (bloque 1 / sensor 1).....	8
Tabla 2.2. DTC P0135 Circuito del calentador del sensor de O2 (bloque/sensor1).....	10
Tabla 2.3. Especificación DTC P0135.....	11
Tabla 2.4. DTC P0136 Circuito del sensor de O2 (bloque 1 / sensor 2).....	13
Tabla 2.5. DTC P0137 Baja tensión en el circuito del sensor de O2 (bloque 1 / sensor 2)	15
Tabla 2.6. DTC P0138 Alta tensión en el circuito del sensor de O2 (bloque 1 / sensor 2)	17
Tabla 2.7. DTC P0139 Respuesta lenta en el circuito del sensor de O2 (bloque 1/ Sensor 2).....	19
Tabla 2.8. DTC P0140 No se ha detectado actividad en el circuito del sensor de O2 (bloque 1 / sensor 2).....	21
Tabla 2.9. DTC P0141 Circuito del calentador del sensor de O2 (bloque 1 / sensor 2)	23
Tabla 2.10. Especificación P0141 circuito del calentador del sensor de O2 (bloque 1 / sensores 2).....	24
Tabla 2.11. DTC P0420 Eficacia del sistema catalizador por debajo del umbral (bloque1)	26
Tabla 2.12. DTC P2187 Sistema demasiado pobre al ralentí (-Aditivo) (bloque 1).....	27
Tabla 2.13. DTC P2191 Sistema demasiado pobre con carga elevada (multiple)(bloque 1)	28
Tabla 2.14. DTC P2188 Sistema demasiado rico al ralentí (bloque 1).....	29
Tabla 2.15. DTC P2192 Sistema demasiado rico con carga elevada (bloque 1).....	30
Tabla 2.16. Especificaciones sensor de oxígeno zirconio.....	31
Tabla 2.17. Especificación de capas sensor de oxígeno.....	33
Tabla 2.18. Especificación de componentes sensor de oxígeno.....	34
Tabla 3.1. Variables independientes.....	50
Tabla 3.2. Variables dependientes.....	51
Tabla 3.3. Especificación básica Hyundai i10.....	51
Tabla 3.4. Especificación motor Hyundai i10.....	52
Tabla 3.5. Especificación ciclo Hyundai i10.....	52
Tabla 3.6. Prestaciones Hyundai i10.....	53
Tabla 3.7. Exterior Hyundai i10.....	53

Tabla 3.8.	Confort Hyundai i10.....	53
Tabla 3.9.	Seguridad Hyundai i10.....	54
Tabla 3.10.	Instrumentación Hyundai i10.....	54
Tabla 3.11.	Garantías Hyundai i10.....	54
Tabla 3.12.	Especificación general motor Hyundai i10.....	55
Tabla 3.13.	Especificación válvula de admisión.....	55
Tabla 3.14.	Especificación válvula de escape.....	55
Tabla 3.15.	Planicidad de la superficie de la junta.....	56
Tabla 3.16.	Planitud del colector superficie de montaje.....	56
Tabla 3.17.	Diámetro interno de la guía de la válvula.....	56
Tabla 3.18.	Anillo del asiento de la válvula de admisión diámetro interior.....	56
Tabla 3.19.	Anillo del asiento de la válvula de escape diámetro interior.....	57
Tabla 3.20.	Especificación árbol de levas.....	57
Tabla 3.21.	Especificación balancines.....	57
Tabla 3.22.	Especificación longitud de la válvula.....	57
Tabla 3.23.	Especificación diámetro exterior del vástago.....	58
Tabla 3.24.	Especificación ángulo de la superficie.....	58
Tabla 3.25.	Especificación grosor de cabeza de la válvula (margen).....	58
Tabla 3.26.	Especificación vástago de la válvula a holgura de guía de válvula.....	58
Tabla 3.27.	Especificación guía de la válvula longitud.....	58
Tabla 3.28.	Especificación asiento de la válvula anchura de contacto del asiento.....	59
Tabla 3.29.	Especificación ángulo del asiento.....	59
Tabla 3.30.	Especificación muelle de la válvula.....	59
Tabla 3.31.	Especificación holgura de la válvula.....	59
Tabla 3.32.	Especificación bloque motor.....	60
Tabla 3.33.	Especificación pistón.....	60
Tabla 3.34.	Especificación segmento del pistón.....	60
Tabla 3.35.	Especificación pasador del pistón.....	61
Tabla 3.36.	Especificación conexión de la biela.....	61
Tabla 3.37.	Especificación cigüeñal.....	61
Tabla 3.38.	Especificación volante.....	61
Tabla 3.39.	Especificación bomba de aceite.....	62
Tabla 3.40.	Especificación calidad del aceite.....	62
Tabla 3.41.	Especificación grado de aceite.....	62

Tabla 3.42.	Especificación método de refrigeración.....	63
Tabla 3.43.	Especificación funcionamiento termostato.....	63
Tabla 3.44.	Especificación tapón radiador.....	63
Tabla 3.45.	Especificación sensor de temperatura del agua.....	63
Tabla 3.46.	Función de los terminales PCM.....	66
Tabla 3.47.	Voltaje de operación.....	70
Tabla 3.48.	Elementos electrónicos.....	93
Tabla 4.1.	Pid ralentí general.....	104
Tabla 4.2.	Pid 1500 rpm general.....	105
Tabla 4.3.	Pid 2000 rpm general.....	105
Tabla 4.4.	Pid 2500 rpm general.....	106
Tabla 4.5.	Pid 3000 rpm general.....	106
Tabla 4.6.	Pid 3500 rpm general.....	107
Tabla 4.7.	Pid 4000 rpm general.....	107
Tabla 4.8.	Pid 4500 rpm general.....	108
Tabla 4.9.	Pid 5000 rpm general.....	108
Tabla 4.10.	Ajuste de combustible SFT y LFT 50 Km/h.....	109
Tabla 4.11.	Ajuste de combustible SFT y LFT 80 Km/h.....	110
Tabla 4.12.	Ajuste de combustible SFT y LFT 100Km/h.....	111
Tabla 4.13.	Ajuste de combustible SFT y LFT 120Km/h.....	112
Tabla 5.1.	Denominación de cableado.....	136
Tabla 5.2.	Especificaciones estándar del vehículo Hyundai i10.....	143
Tabla 5.3.	Tiempo de reacción estándar.....	148
Tabla 5.4.	Tiempo de reacción modificado con dispositivo electrónico.....	149
Tabla 5.5.	Promedio de vuelta vehículo estándar.....	149
Tabla 5.6.	Promedio de vuelta vehículo modificado con dispositivo electrónico.....	150
Tabla 5.7.	Consumo de combustible auto con dispositivo electrónico.....	150
Tabla 5.8.	Comparación de parámetros obtenidos en el motor de combustión interna	151
Tabla 5.9.	Despliegue de datos y valores.....	155
Tabla 5.10.	Despliegue de datos y valores software dinamómetro.....	157
Tabla 6.1.	Presupuesto dispositivo electrónico.....	159
Tabla 6.2.	Presupuesto tesis.....	159

RESUMEN

El sistema de optimización de potencia de un motor de combustión interna a gasolina es una innovación en cuanto a la interacción de la computadora del vehículo con el sensor de oxígeno.

El software y la placa electrónica nos permitirán mejorar y optimizar la potencia del vehículo lo cual nos servirá como un aporte al estudio del rendimiento del motor por lo que los estudiantes tendrán la facilidad de medir y comparar las curvas del sensor y ajustes de combustible.

Para profundizar en el tema a continuación se detalla el contenido de cada capítulo.

En el capítulo 1. Se desarrolla la introducción del proyecto de tesis, en donde se formula el problema, se establecen los objetivos generales y específicos, también se detalla la justificación de este proyecto que se muestra innovador e importante en el tema de electrónica del automóvil y el aumento de potencia del motor.

En el capítulo 2. Trucaje electrónico, para iniciar el desarrollo de la tesis es importante la sustentación teórica; por ello, aquí se detallan los ajustes de combustible a corto y largo plazo, monitoreo de códigos, descripción y diagramas de DTC. También trata sobre el sensor de oxígeno, con su funcionamiento, especificación, ubicación, construcción, tecnologías y sus ventajas y desventajas; se explican los tipos de sensores de oxígeno, ciclos de operación, influencia del sensor. Otro aspecto importante que abarca el capítulo 2 es el rendimiento y la potencia del motor.

En el capítulo 3. Denominado “Diseño y selección de elementos eléctricos y electrónicos” establece las características del vehículo Hyundai i10, en el que se realizaron las pruebas con el dispositivo electrónico creado. Se explican las características de motor de combustión interna, el sistema de inyección del motor i10, la distribución de los pines de la computadora, el voltaje de operación, la

diagramación eléctrica, el diseño del sistema de control de ajustes, con las respectivas mediciones de rangos SFT y LFT óptimos para el motor i10. También explica la diagramación electrónica de funcionamiento mediante software, pueden apreciar las pruebas realizadas en protoboar y para finalizar el diseño de la placa electrónica.

En el capítulo 4. Inicia con la medición de torque y potencia del motor serie i10, los ajustes y la verificación de parámetros para optimizar la potencia del motor serie i10, el monitoreo de PIDS del sistema de ajustes de combustible, se detallan las mediciones con osciloscopios para obtención de curvas eléctricas del sistema estándar, las mediciones con osciloscopios para obtención de curvas eléctricas del sistema de elevación de potencia, ajustes y puesta a punto del sensor de oxígeno, la verificación y control de componentes, la comprobación del funcionamiento del sistema y el diagnóstico de la placa electrónica.

Aquí se establece el cumplimiento de los objetivos planteados ya que muestran que el dispositivo funciona adecuadamente y los resultados son positivos.

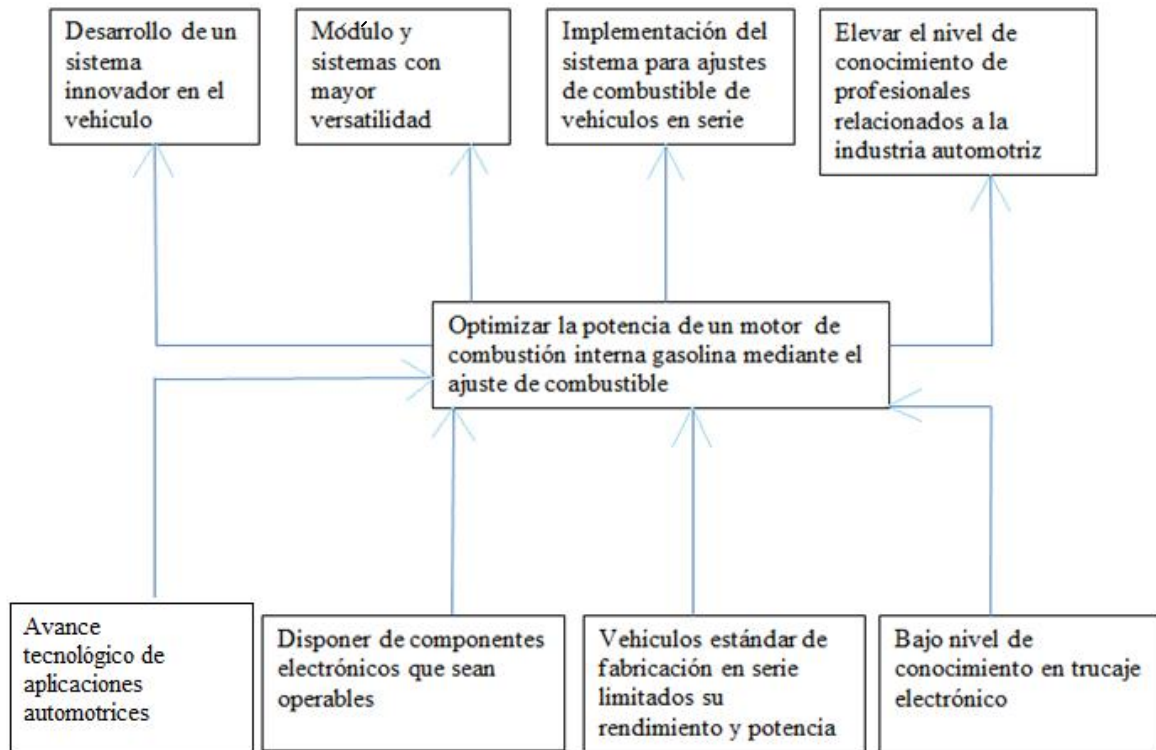
En el capítulo 5. Se cierra la investigación ya que se realiza el montaje y las pruebas finales, debido a que se procede al montaje de la placa electrónica, la instalación del módulo de pruebas en el vehículo Hyundai i10, se pone a punto el motor con el módulo de pruebas, se ejecuta la comparación de parámetros característicos obtenidos en el motor de combustión interna, también las pruebas de desempeño en el dinamómetro y el desempeño en carretera, el monitoreo electrónico del sistema implantado, para culminar con el despliegue de datos y valores.

CAPÍTULO I

1.- EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La electrónica en el campo automotriz trae varias aplicaciones encaminadas a la optimización de la potencia en vehículos de combustión interna gasolina por lo que es necesario poner a consideración la implementación de un sistema electrónico que genere satisfacción dentro de la industria automotriz.



Fuente: Alex Calderón

Figura 1.1. Planteamiento del problema causa efecto

1.2.- OBJETIVOS

1.2.1.- GENERAL

Optimizar la potencia en un motor de combustión interna gasolina mediante el control de ajustes de combustible y el monitoreo del sensor de oxígeno para elevar el rendimiento mecánico y electrónico de un vehículo de fabricación serie.

1.2.2.- ESPECÍFICOS

- Seleccionar los elementos eléctricos y electrónicos que permitan realizar el trucaje electrónico de un vehículo de fabricación serie.
- Desarrollar pruebas de comparación torque y potencia en un vehículo de fabricación serie con y sin el dispositivo a implementarse.
- Establecer los rangos de operación para la señal del sensor de oxígeno a través de un circuito electrónico para obtener mejoras en la potencia al freno de un vehículo serie.
- Controlar los ajustes de combustible por medio de la comunicación de una interface, para establecer la comunicación con la PCM y obtener una mayor potencia al freno.

1.3.- JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Mediante el desarrollo de sistemas innovadores en el vehículo a través de la creación de módulos que tengan una excelente versatilidad llegaremos a mejorar considerablemente el torque-potencia del vehículo y regulando las emisiones hacia el medio ambiente con lo cual elevamos el conocimiento de profesionales relacionados con la industria automotriz.

Además, con este proyecto se pretende cooperar a la investigación de temas relacionados con el rendimiento, potencia - consumo en motores a gasolina.



Fuente: <http://www.hyunmotor.com/>

Figura 1.2. Hyundai i10

CAPÍTULO II

2.- TRUCAJE ELECTRÓNICO

2.1.- AJUSTES DE COMBUSTIBLE

De acuerdo a la normativa los sistemas OBD II se diseñó en la gestión electrónica de los vehículos un mecanismo que permite ajustar el pulso de inyección para lograr un perfecto ciclado del sensor de oxígeno en todo momento , este sistema no es la corrección para lograr el lazo cerrado , se trata de que una vez logrado el lazo cerrado en el vehículo la ECU disponga de un ajuste adicional que permita que el ciclado del sensor de oxígeno se presente en un rango de valores óptimos, la finalidad de este procedimiento es que el desgaste normal de los componente y los cambios de funcionamiento del motor en el tiempo no afecten la relación aire / combustible lógicamente en el momento en que la ECU detecta que luego del ajuste colocado las condiciones no mejoran se generara un código de falla referente a ajuste de combustibles.

2.2.- MONITOREO DE AJUSTE DE COMBUSTIBLES

El monitoreo del sistema de combustible es una estrategia a bordo diseñada para controlar el sistema de ajuste de combustible. El sistema de control de combustible, utiliza tablas de ajuste de combustible almacenadas en la memoria de la ECU denominada memoria de almacenamiento activa de acceso aleatorio – RAM. Estos datos almacenados, son utilizados por la ECU para compensar las variaciones sufridas por los componentes del sistema de combustible debidos al desgaste por uso normal y envejecimiento.

Durante la operación del vehículo en la condición de “lazo cerrado” (motor a temperatura de trabajo normal y la ECU respondiendo a la información del sensor de oxígeno), la estrategia de ajuste de combustible aprende las correcciones que necesitó efectuar para corregir un parcial enriquecimiento o empobrecimiento en el

sistema de combustible. Las correcciones son almacenadas en las tablas de ajuste de combustible.

El ajuste de combustible tiene dos maneras de adaptación; un ajuste de combustible a largo plazo (Long Term Fuel Trim) y un Ajuste de Combustible a corto plazo (Short Term Fuel Trim).

2.3.- AJUSTE DE COMBUSTIBLE A LARGO PLAZO (LFT)

LFT. (Long Fuel Trim), Ajuste de combustible a largo plazo este indica un valor programado del ajuste sobre el promedio de cambios del sensor de oxígeno en valores de % este puede ser positivo o negativo de acuerdo a la condición en el caso de alcanzar un valor de 25% se genera un código continuo.

LFT 1 & 2 Long Fuel Trim corrections = Correcciones del ajuste de combustible de largo alcance.

Indica cuanto ha corregido la ECU, al calculado ancho de pulso del combustible. La corrección permitida es de + o - un 20 %. Pero los valores típicos oscilan entre + o - un 12 %.

Los valores del LFT son un indicador que la ECU está percibiendo un problema en desarrollo (marcha lenta pobre o alta presión de combustible)

2.4 AJUSTE DE COMBUSTIBLE A CORTO PLAZO (SFT)

SFT. (Short Fuel Trim), ajuste de combustible a corto plazo, indica la compensación que coloca el PCM de acuerdo al promedio de cambios de la señal del sensor de Oxígeno, este valor vuelve a o siempre que el auto pasa DE KOER a KOEO y luego a Contacto OFF. El valor medido se presenta en el flujo de datos como %. positivo o negativo.

SFT1 & SFT2 Short Fuel Trim correction = Corrección del ajuste de combustible corto (SFT).

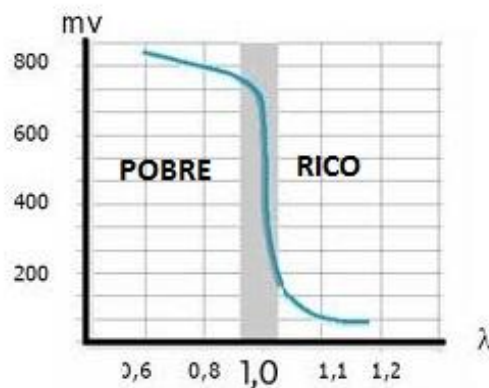
Esta señal es la causante del cambio de rico a pobre, de los sensores de oxígeno. En muchos casos, el SFT estará entre + o - 10 %.

Cuando ocurre un cambio de carga extrema (fuerte aceleración), es común tener un ajuste de corta duración de + o - 25 %. Durante una aceleración a fondo, el SFT se ira a 0 % mientras que el sistema de combustible está en lazo abierto.

2.5.- CICLOS DE CONDUCCIÓN

El sensor mayormente utilizado de zirconio no es capaz de detectar condiciones de operación en la zona de pobreza, dado que la señal del mismo en voltaje, desciende a 0 volts, sin poder determinar por la misma si la mezcla es pobre o muy pobre.

Como se puede ver en la figura, el sensor de oxígeno de zirconio genera una tensión o voltaje que cuando la mezcla es rica (lambda inferior a 1), la tensión generada máxima (0,9 V) y cuando la mezcla es pobre (lambda superior a 1), la tensión generada es mínima (0.1 V).



Fuente: <http://www.mástercise.zapto.org/login.asp>

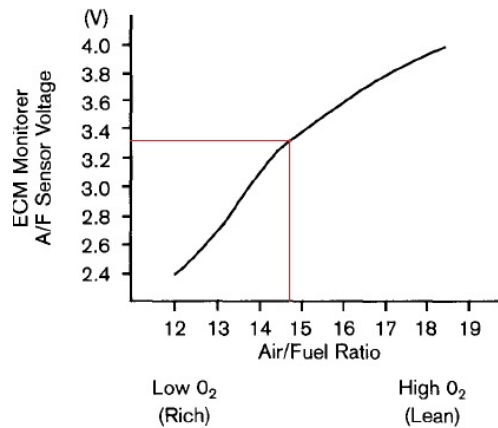
Figura 2.1. Curva sensor de oxígeno rico, pobre

La relación aire combustible ideal para un motor de gasolina es de 14.7: 1, es decir 14.7 gramos de oxígeno por gramo de combustible.

El sensor de oxígeno de banda ancha es utilizada para poder determinar con una cierta precisión mezclas en un rango de trabajo amplio, que oscilan entre 11:1 a 22:1, o factores lambda de 0.9 (rica) a 2.2 (pobre).

Se puede entonces utilizar no solo para determinar mezclas pobres, sino también para ser aplicadas en motores que trabajan con otras relaciones aire-combustible, y hacer así un análisis de gases de escape en motores de combustión interna.

En la figura siguiente se puede observar el voltaje entregado por un sensor de oxígeno de banda ancha.



Fuente: <http://www.automecanico.com/bandaancha>

Figura 2.2. Curva sensor de oxígeno banda ancha

La señal del sensor es medida por un amplificador operacional que actúa como comparador. Por lo que al medir la señal de la misma ya no se encontrarán los apreciables cambios de voltaje que caracterizan al sensor de zirconio convencional.

2.6.- MONITOREO DE CÓDIGOS

Los códigos de diagnóstico asociados con la detección, por el monitoreo, de una desviación hacia “mezcla pobre” en el sistema de combustible son: DTCs P0171 y P0174.

Los códigos de diagnóstico asociados con la detección, por el monitoreo, de una desviación hacia “mezcla rica” en el sistema de combustible son: DTCs P0172 y P0175.

La lámpara indicadora de mal funcionamiento (MIL) será activada después que una falla sea detectada durante dos ciclos consecutivos de manejo.

2.6.1.- DTC P0130 CIRCUITO DEL SENSOR DE O2 (BLOQUE 1 / SENSOR 1)

a).- Descripción general

El sensor de oxígeno calefactado se encuentra en el lado delantero y el lado posterior del convertidor catalítico (convertidor catalítico de calentamiento), que detecta la concentración de oxígeno en el gas de escape.

b).- Descripción del DTC

Si el ECM detecta que la señal de salida corresponde al valor umbral en condiciones de activación, el ECM graba el DTC P0130. Este DTC podría ser causado por el mal funcionamiento del circuito de calefactor, así que hay que comprobar primero el circuito del calefactor.

c).- Estado de detección de DTC

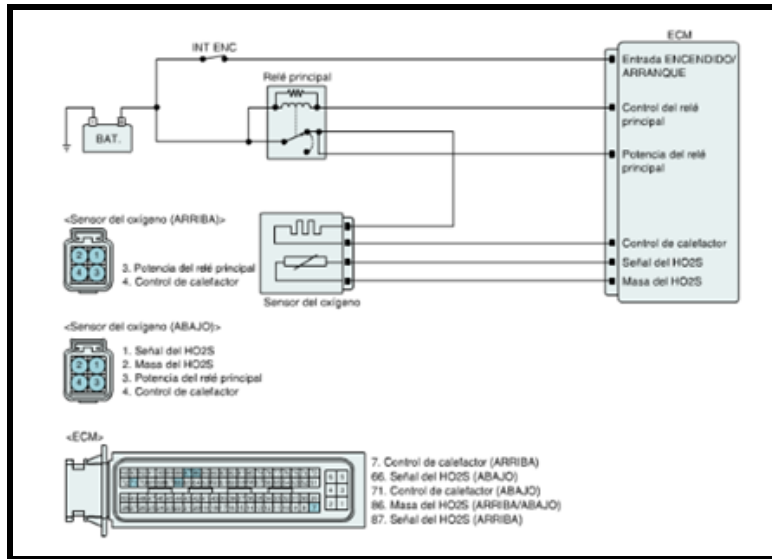
ELEMENTO	ESTADO DE DETECCIÓN	CAUSA POSIBLE
Estrategia DTC	Comprobación de racionalidad	
General Active CONDICIONES	Detección del extremo del punto de condensación Lambda objetivo = 1 Voltaje de la batería > 10,7 V Temperatura del gas de escape (modelo) : 600° ~ 800°C No existe ningún error en el sensor O2 ascendente o el sensor O2 descendente está preparado	

Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training DTCS

Tabla 2.1. DTC P0130 Circuito del sensor de O2 (bloque 1 / sensor 1)

d).- Diagrama de circuito de diagnóstico

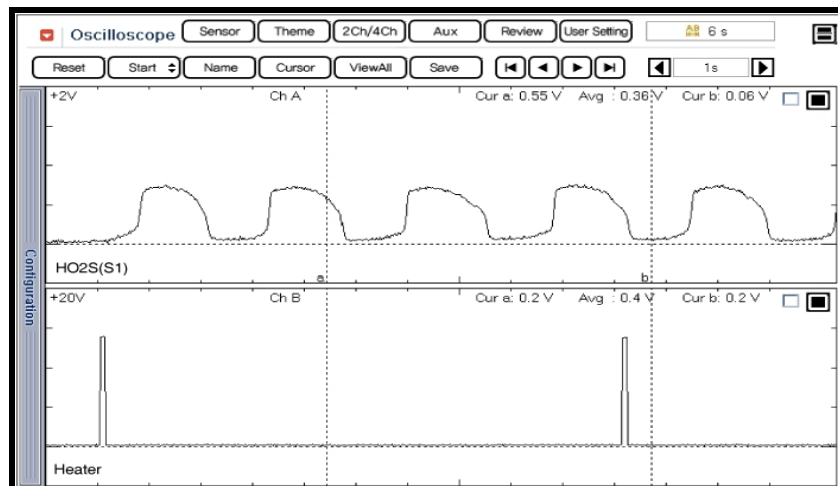
En el siguiente diagrama se encuentra los pines de funcionamiento del sensor de oxígeno para su respectivo diagnóstico en las pruebas de voltaje.



Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training DTCS

Figura 2.3. Diagrama de circuito de diagnóstico P0130 Circuito del sensor de O2 (bloque 1 / sensor 1)

e).- Forma de onda de señal y datos



Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training DTCS

Figura 2.4. Forma de onda Figura DTC P0130 Circuito del sensor de O2 (bloque 1 / sensor 1)

Si suelta el pedal del acelerador tras el funcionamiento del motor a 4000 rpm el suministro de combustible se detendrá por un corto período y la información de mantenimiento del sensor O₂ en el High – Scan visualizará los valores 200 mV o inferior. Cuando pisa de repente el pedal acelerador, el voltaje alcanzará 0,6 – 1,0 V. Cuando deja el vehículo de nuevo en ralentí, el voltaje fluctuará entre los 200 mV o inferior y 0,6 – 1,0 V. En este caso el sensor O₂ puede determinarse como bueno.

2.6.2.- DTC P0135 CIRCUITO DEL CALENTADOR DEL SENSOR DE O₂ (BLOQUE 1 / SENSOR 1)

a).- Descripción general

Para controlar las emisiones de los componentes de CO, HC and NO_x del gas de escape, el sensor de oxígeno calefactado (HO₂S) situado en los lados delantero y posterior del convertidor catalítico detecta el contenido del oxígeno del gas de escape.

b).- Descripción del DTC

Si el ECM detecta que la resistencia interna del calefactor está fuera del valor de umbral, el ECM graba el DTC P0135

c).- Estado de detección de DTC

ELEMENTO	ESTADO DE DETECCIÓN	CAUSA POSIBLE
Estrategia DTC	Comprobación de corriente de calefactor	1. Conexión defectuosa 2. Circuito abierto o cortocircuito a masa en circuito de control 3. B1S1
Condiciones de activación	Temperatura del gas de escape (modelo) 200 ~ 550°C	
	Temperatura del aire de admisión > -6°C	
	Voltaje de la batería 10,7 ~ 16,1 V	
Valor Umbral	Resistencia interna > umbral f (temperatura del gas de escape, potencia del calefactor)	
Tiempo de diagnóstico	Más de 15 segundos	
Condición MIL ON	3 Ciclos de conducción	

B1S1: Sensor de oxígeno ascendente / B1S2: sensor de oxígeno descendente.

Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training DTCS

Tabla 2.2. DTC P0135 Circuito del calentador del sensor de O₂ (bloque 1 / sensor 1)

d).- Especificación

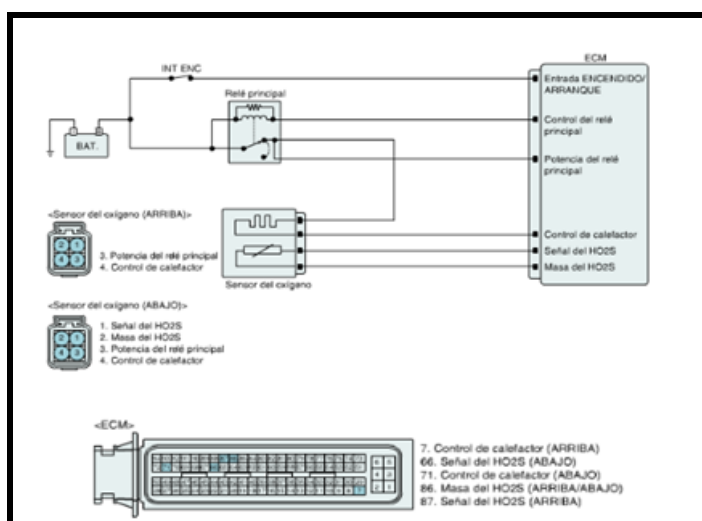
ELEMENTO	ESTADO DE DETECCIÓN
Resistencia del calefactor	Aprox 9,0 Aprox. Ω

Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training DTCS

Tabla 2.3. Especificación DTC P0135

e).- Diagrama de circuito de diagnóstico

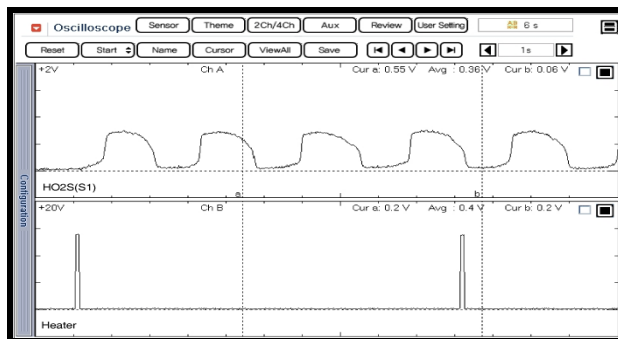
En el siguiente diagrama se encuentra los pines de funcionamiento del sensor de oxígeno para su respectivo diagnóstico en las pruebas de voltaje.



Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training DTCS

Figura 2.5. Diagrama de circuito de diagnóstico P0135 Circuito del calentador del sensor de O2 (bloque 1 / sensor 1)

f).- Forma de onda de señal y datos



Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training DTCS

Figura 2.6. Onda P0135 circuito del calentador del sensor de O2 (bloque 1 / sensor 1)

El sensor HO2S requiere una temperatura mínima para proporcionar un sistema de control de combustible de circuito cerrado. El sensor HO2S contiene un elemento calefactor para reducir su tiempo de calentamiento y garantizar su funcionamiento en todas las condiciones de conducción. El calentador HO2S se controla en ON después de encender el motor excepto en condiciones ambientales frías y una aceleración de velocidad alta.

El ECM controla este calentador por ciclo de trabajo. El relé principal alimenta voltaje al calefactor y el ECM proporciona un circuito de masa para activar el calefactor.

2.6.3.- DTC P0136 CIRCUITO DEL SENSOR DE O2 (BLOQUE 1 / SENSOR 2)

a).- Descripción general

El HO2S (B1/S2) se encuentra en la parte posterior del convertidor catalítico para comprobar el correcto funcionamiento del catalizador. La densidad del oxígeno después del convertidor catalítico debe estar dentro del margen específico (sobre los 0,5 V cuando no hay aceleración o deceleración). Si la densidad de oxígeno cambia según el HO2S (B1/S1), esto significa que hay un mal rendimiento del convertidor catalítico.

b).- Descripción del DTC

En el caso de que la salida del sensor sea 0,4 – 0,52 V durante 600 s o de que la resistencia interna supere los 40 K Ω en condiciones de activación, el ECM graba el DTC P0136. (Este DTC puede ser debido a un fallo del circuito del calefactor, así que compruebe primero el circuito).

b).- Estado de detección de DTC

ELEMENTO		ESTADO DE DETECCIÓN	CAUSA POSIBLE
Estrategia DTC		Comprobación de la señal (interrupción del cableado)	1. Mala conexión 2. Circuito abierto o cortocircuito en el circuito de señal.
General		Tras calefactado suficiente	
Active		Voltaje de la batería > 10,7 V	
CONDICIONES		Temperatura del catalizador (modelo) > 600°C	
Caso 1	Valor umbral	Sensor de voltaje: 0,4 – 0,52 V	3. B1S2
	Tiempo de diagnóstico	600 seg.	
Caso 2	Active	Índice del acoplamiento de impulsos del calefactor al voltaje del sensor 1,08 V	
	CONDICIONES	Tiempo de diagnóstico	
Condición MIL ON		3 Ciclo de conducción	

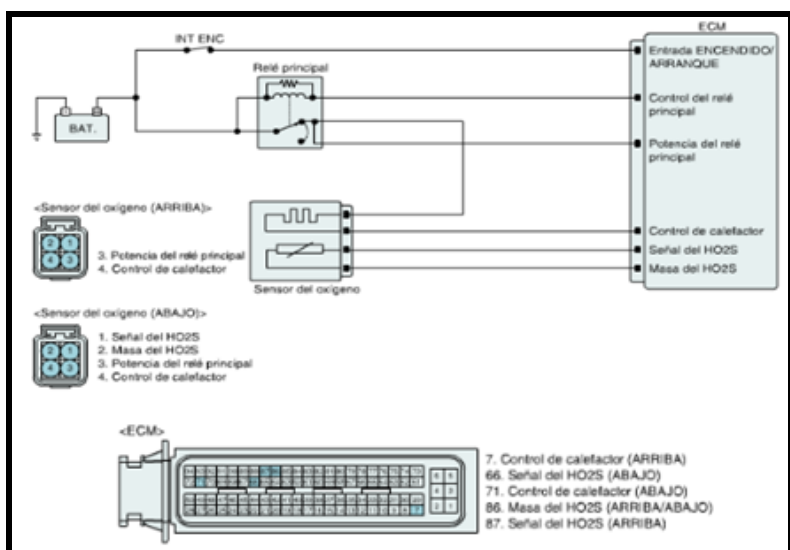
B1S2: Sensor de oxígeno ascendente / B1S2: sensor de oxígeno descendente.

Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training DTCS

Tabla 2.4. DTC P0136 circuito del sensor de O2 (bloque 1 / sensor 2)

c).- Diagrama de circuito de diagnóstico

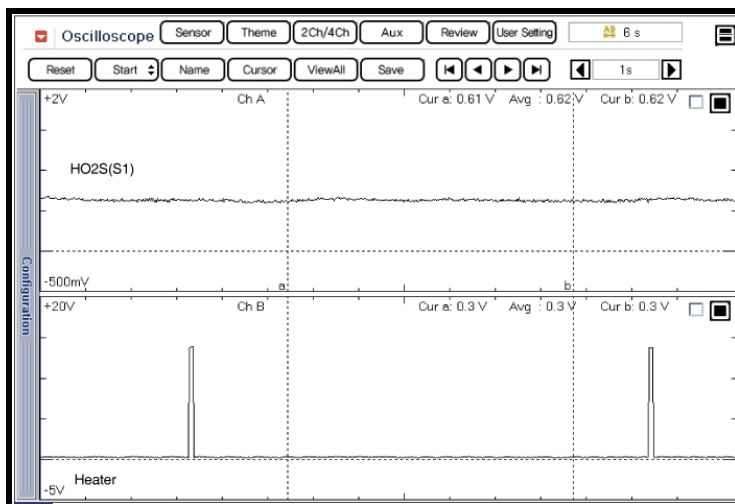
En el siguiente diagrama se encuentra los pines de funcionamiento del sensor de oxígeno, para su respectivo diagnóstico en las pruebas de voltaje.



Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training DTCS

Figura 2.7. Diagrama de circuito de diagnóstico P0136 Circuito del sensor de O2 (bloque 1 / sensor 2)

d).- Forma de onda de señal y datos



Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training DTCS

Figura 2.8. Forma de onda P0136 circuito del sensor de O₂ (bloque 1 / sensor 2)

Si suelta el pedal acelerador tras el funcionamiento del motor a 4000 rpm el suministro de combustible se detendrá por un corto período y la información de mantenimiento del sensor O₂ en el High – Scan visualizará los valores 200 mV o inferior. Cuando pisa de repente el pedal acelerador, el voltaje alcanzará 0,6 – 1,0 V. Cuando deja el vehículo de nuevo en ralentí, el voltaje fluctuará entre los 200 mV o inferior y 0,6 – 1,0 V. En este caso el sensor O₂ puede determinarse como bueno.

2.6.4.- DTC P0137 BAJA TENSIÓN EN EL CIRCUITO DEL SENSOR DE O₂ (BLOQUE 1 / SENSOR 2)

a).- Descripción general

El sensor de oxígeno calefactado se encuentra en el lado delantero y el lado posterior del convertidor catalítico (convertidor catalítico de calentamiento), que detecta la concentración de oxígeno en el gas de escape. La señal del HO₂S delantero se utiliza para controlar la relación aire / combustible (control de combustible de ciclo cerrado) y la señal del HO₂S posterior se utiliza para comprobar que el HO₂S delantero y el catalizador funcionen correctamente.

b).- Descripción del DTC

Si la salida del sensor es inferior a 0,06 V en condiciones de activación, el ECM graba el DTC P0137. (Este DTC podría ser causado por el mal funcionamiento del circuito de calefactor, así que hay que comprobar primero el circuito de calefactor.)

c).- Estado de detección de DTC

ELEMENTO		ESTADO DE DETECCIÓN	CAUSA POSIBLE
Estrategia DTC		Comprobación de señal (baja)	
General		Tras calefactado suficiente	
Active		Voltaje de la batería > 10,7 V Temperatura del catalizador (modelo)=250 ~800°C	
CONDICIONES			
Caso 1	Active CONDICIONES	Velocidad del motor: 1200~2520 rpm Carga del motor:22,5 ~ 65,3 % Ningún fallo de encendido ni error de la válvula de Purga	1. Conexión defectuosa 2. Circuito a masa en el circuito de señal. 3. B1S2
	Valor umbral	Voltaje del sensor B1S2 < 0,06 V	
	Tiempo de diagnóstico	25 seg.	
Caso 2	Active CONDICIONES	Sensor en estado frío	
	Valor umbral	Voltaje del sensor B1S2 < 0,06 V	
	Tiempo de diagnóstico	0,1 seg.	
Condición MIL ON		3 Ciclo de conducción	

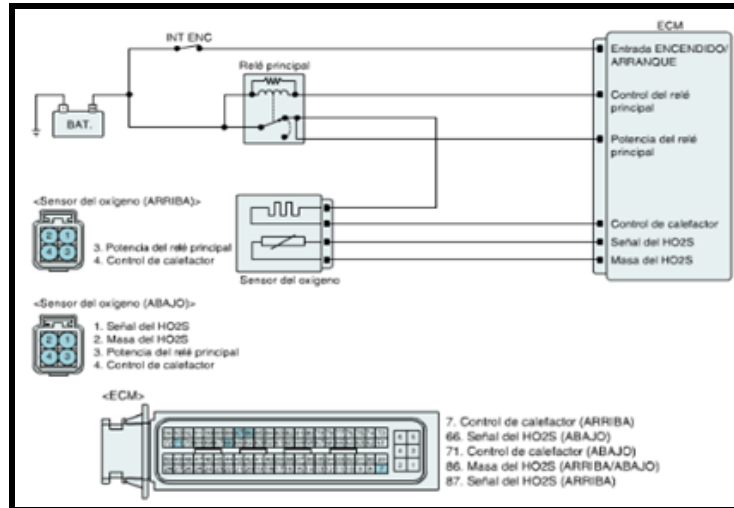
B1S1: Sensor de oxígeno ascendente /B1S2 : sensor de oxígeno descendente

Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training DTCS

Tabla 2.5. DTC P0137 Baja tensión en el circuito del sensor de O2 (bloque 1 / sensor 2)

d).- Diagrama de circuito de diagnóstico

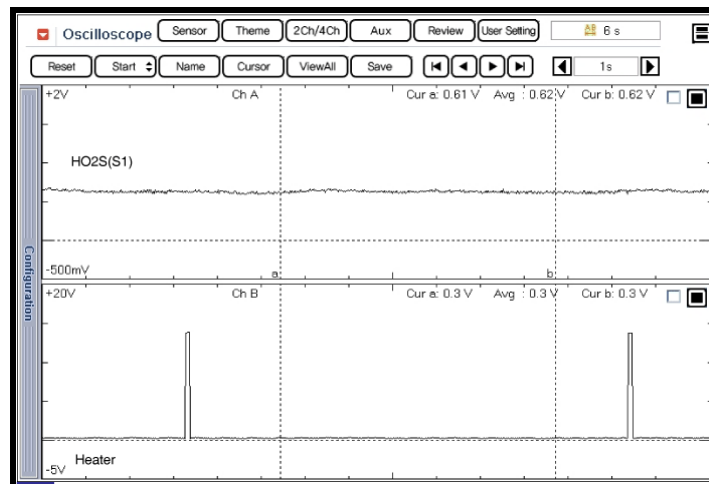
En el siguiente diagrama se encuentra los pines de funcionamiento del sensor de oxígeno para su respectivo diagnóstico en las pruebas de voltaje.



Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training DTCS

Figura 2.9. Diagrama de circuito de diagnóstico P0137 baja tensión en el circuito del sensor de O2 (bloque 1 / sensor 2)

e).- Forma de onda de señal y datos



Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training DTCS

Figura 2.10. Forma de onda P0137 baja tensión en el circuito del sensor de O2 (bloque 1 / sensor 2)

Si suelta el pedal acelerador tras el funcionamiento del motor a 4000 rpm el suministro de combustible se detendrá por un corto período y la información de mantenimiento del sensor O2 en el High – Scan visualizará los valores 200 mV o inferior. Cuando pisa de repente el pedal acelerador, el voltaje alcanzará 0,6 – 1,0 V. Cuando deja el vehículo de nuevo en ralentí, el voltaje fluctuará entre los 200 mV o inferior y 0,6 – 1,0 V. En este caso el sensor O2 puede determinarse como bueno.

2.6.5.- DTC P0138 ALTA TENSIÓN EN EL CIRCUITO DEL SENSOR DE O2 (BLOQUE 1 / SENSOR 2)

a).- Descripción general

El sensor de oxígeno calefactado se encuentra en el lado delantero y el lado posterior del convertidor catalítico (convertidor catalítico de calentamiento), que detecta la concentración de oxígeno en el gas de escape. La señal del HO2S delantero se utiliza para controlar la relación aire / combustible (control de combustible de ciclo cerrado) y la señal del HO2S posterior se utiliza para comprobar que el HO2S delantero y el catalizador funcionen correctamente.

b).- Descripción del DTC

Si la salida del sensor es superior a 1,08 V en condiciones de activación, el ECM graba el DTC P0138. (Este DTC podría ser causado por el mal funcionamiento del circuito de calefactor, así que hay que comprobar primero el circuito de calefactor.)

c).- Estado de detección de DTC

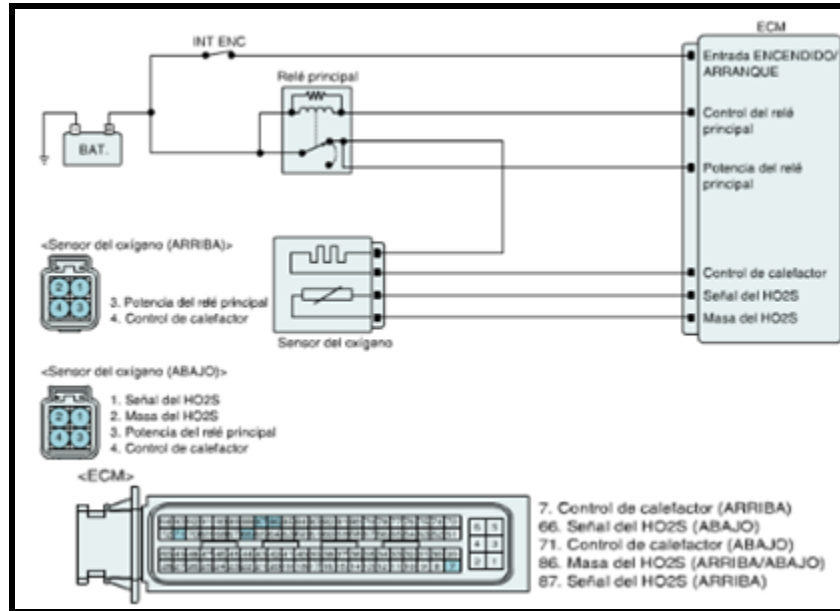
ELEMENTO	ESTADO DE DETECCIÓN	ESTADO DE DETECCIÓN
Estrategia DTC	Comprobación de señal, alta	1. Conexión defectuosa 2. Cortocircuito a alimentación en el circuito de señal 3. B1S2
Condiciones de Activación	Tras calefactado suficiente Voltaje de la batería > 10,7 V Temperatura del catalizador(modelo)=250~800°C	
Valor Umbral	Voltaje del sensor B1S2 > 1,08 V	
Tiempo de diagnóstico	5 seg.	
Condición MIL ON	3 ciclo de conducción	

Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training DTCS

Tabla 2.6. DTC P0138 Alta tensión en el circuito del sensor de O2 (bloque 1 / sensor 2)

d).- Diagrama de circuito de diagnóstico

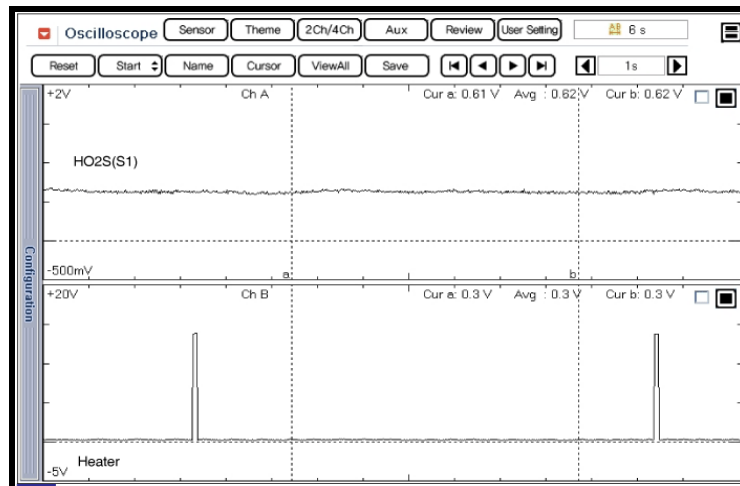
En el siguiente diagrama se encuentra los pines de funcionamiento del sensor de oxígeno para su respectivo diagnóstico en las pruebas de voltaje.



Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training DTCS

Figura 2.11. Diagrama de circuito de diagnóstico P0138 alta tensión en el circuito del sensor de O₂ (bloque 1 / sensor 2)

e).- Forma de onda de señal y datos



Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training DTCS

Figura 2.12. Forma de onda P0138 alta tensión en el circuito del sensor de O₂ (bloque 1 / sensor 2)

Si suelta el pedal acelerador tras el funcionamiento del motor a 4000 rpm el suministro de combustible se detendrá por un corto período y la información de mantenimiento del sensor O2 en el High – Scan visualizará los valores 200 mV o inferior. Cuando pisa de repente el pedal acelerador, el voltaje alcanzará 0,6 – 1,0 V. Cuando deja el vehículo de nuevo en ralentí, el voltaje fluctuará entre los 200 mV o inferior y 0,6 – 1,0 V. En este caso el sensor O2 puede determinarse como bueno.

2.6.6.- DTC P0139 RESPUESTA LENTA EN EL CIRCUITO DEL SENSOR DE O2 (BLOQUE 1 / SENSOR 2)

a).- Descripción general

El sensor de oxígeno calefactado se encuentra en el lado delantero y el lado posterior del convertidor catalítico (convertidor catalítico de calentamiento), que detecta la concentración de oxígeno en el gas de escape. La señal del HO2S delantero se utiliza para controlar la relación aire / combustible (control de combustible de ciclo cerrado) y la señal del HO2S posterior se utiliza para comprobar que el HO2S delantero y el catalizador funcionen correctamente.

b).- Descripción del DTC

Si la salida del sensor es superior a 0,15 V en condiciones de activación, el ECM graba el DTC P0139. (Este DTC podría ser causado por el mal funcionamiento del circuito de calefactor, así que hay que comprobar primero el circuito del calefactor.)

c).- Estado de detección de DTC

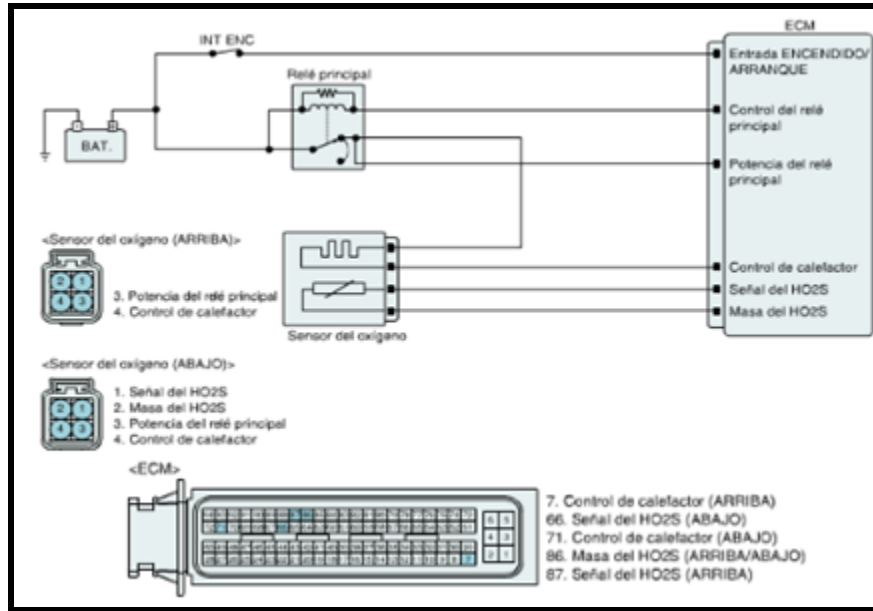
ELEMENTO	ESTADO DE DETECCIÓN	ESTADO DE DETECCIÓN
Estrategia DTC	Sin actividad de señal	1. Conexión defectuosa
Condiciones de Activación	-Detección del extremo del punto de condensación B1S2 -B1S1 y B1S2 preparados -Corte de combustible OFF	2. Fuga de obstrucción en el sistema de admisión de aire.
Valor Umbral	Voltaje del sensor B1S2 0,25 V	3. Inyector
Tiempo de diagnóstico	0.2 seg.	4. presión de combustible
Condición MIL ON	3 ciclo de conducción	5. B1S2

Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training DTCS

Tabla 2.7. DTC P0139 Respuesta lenta en el circuito del sensor de O2 (bloque 1 / sensor 2)

d).- Diagrama de circuito de diagnóstico

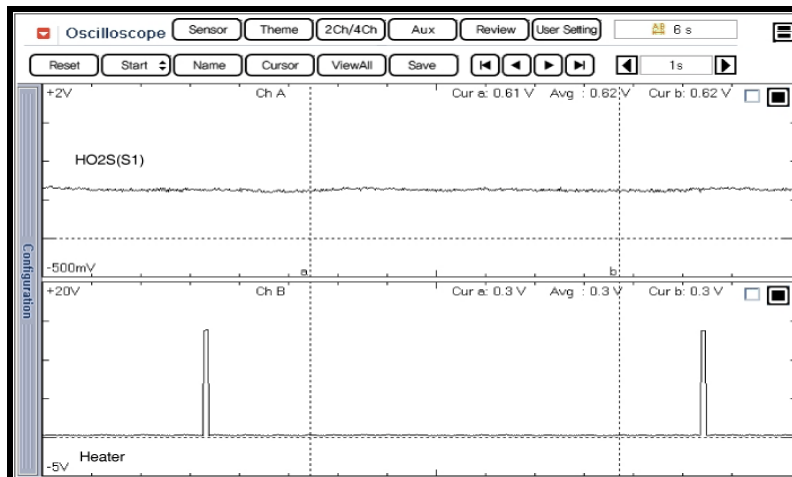
En el siguiente diagrama se encuentra los pines de funcionamiento del sensor de oxígeno para su respectivo diagnóstico en las pruebas de voltaje.



Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training DTCS

Figura 2.13. Diagrama de circuito de diagnóstico DTC P0139 respuesta lenta en el circuito del sensor de O₂ (bloque 1 / sensor 2)

e).- Forma de onda de señal y datos



Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training DTCS

Figura 2.14. DTC P0139 Respuesta lenta en el circuito del sensor de O₂ (bloque 1 / sensor 2)

Si suelta el pedal acelerador tras el funcionamiento del motor a 4000 rpm el suministro de combustible se detendrá por un corto período y la información de mantenimiento del sensor O₂ en el High – Scan visualizará los valores 200 mV o inferior. Cuando pisa de repente el pedal acelerador, el voltaje alcanzará 0,6 – 1,0 V. Cuando deja el vehículo de nuevo en ralentí, el voltaje fluctuará entre los 200 mV o inferior y 0,6 – 1,0 V. En este caso el sensor O₂ puede determinarse como bueno.

2.6.7.- DTC P0140 NO SE HA DETECTADO ACTIVIDAD EN EL CIRCUITO DEL SENSOR DE O₂ (BLOQUE 1 / SENSOR 2)

a).- Descripción general

El HO₂S (B1/S2) se encuentra en la parte posterior del convertidor catalítico para comprobar el correcto funcionamiento del catalizador. La densidad del oxígeno después del convertidor catalítico debe estar dentro del margen específico (sobre los 0,5 V cuando no hay aceleración o deceleración).

Si la densidad del oxígeno cambia según el HO₂S (B1/S1), esto significa que hay un mal rendimiento del convertidor catalítico.

b).- Descripción del DTC

Si no hay ninguna actividad de señal, el ECM graba el DTC P0140.

(Este DTC podría ser causado por el mal funcionamiento del circuito de calefactor, así que hay que comprobar primero el circuito de calefactor.)

c).- Estado de detección de DTC

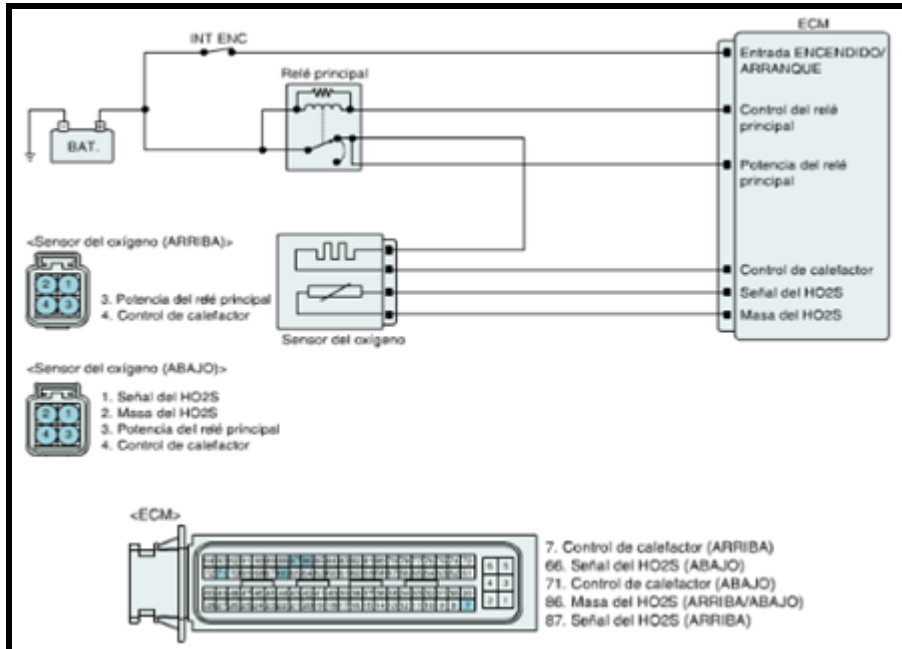
ELEMENTO	ESTADO DE DETECCIÓN	ESTADO DE DETECCIÓN
Estrategia DTC	Sin actividad de señal	1. Conexión defectuosa
Condiciones de Activación	-B1S2 preparado -Control de retroalimentación B1S2 activado -Ningún fallo de encendido, ningún error de la válvula de purga, ningún error de la batería. -Objetivo lambda:0,97~1,03	2. Circuito abierto o cortocircuito en el circuito de la señal.
Valor Umbral	Voltaje del sensor < 0,65 V	3. B1S2
Tiempo de diagnóstico	100 seg.	
Condición MIL ON	3 ciclo de conducción	

Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training DTCS

Tabla 2.8. DTC P0140 No se ha detectado actividad en el circuito del sensor de O₂ (bloque 1 / sensor 2)

d).- Diagrama de circuito de diagnóstico

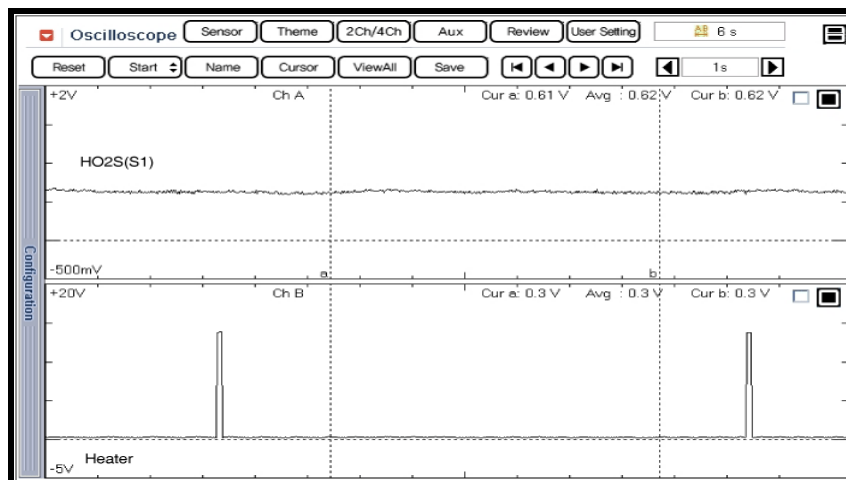
En el siguiente diagrama se encuentra los pines de funcionamiento del sensor de oxígeno para su respectivo diagnóstico en las pruebas de voltaje.



Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training DTCS

Figura 2.15. DTC P0140 No se ha detectado actividad en el circuito del sensor de O2 (bloque 1 / sensor 2)

e).- Forma de onda de señal y datos



Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training DTCS

Figura 2.16. DTC P0140 No se ha detectado actividad en el circuito del sensor de O2 (bloque 1 / sensor 2)

Si suelta el pedal acelerador tras el funcionamiento del motor a 4000 rpm el suministro de combustible se detendrá por un corto período y la información de mantenimiento del sensor O₂ en el High – Scan visualizará los valores 200 mV o inferior. Cuando pisa de repente el pedal acelerador, el voltaje alcanzará 0,6 – 1,0 V. Cuando deja el vehículo de nuevo en ralentí, el voltaje fluctuará entre los 200 mV o inferior y 0,6 – 1,0 V. En este caso el sensor O₂ puede determinarse como bueno.

2.6.8.- DTC P0141 CIRCUITO DEL CALENTADOR DEL SENSOR DE O₂ (BLOQUE 1 / SENSOR 2)

a).- Descripción general

Para controlar las emisiones de los componentes de CO, HC and NO_x del gas de escape, el sensor de oxígeno calefactado (HO₂S) situado en los lados delantero y posterior del convertidor catalítico detecta el contenido del oxígeno del gas de escape.

b).- Descripción del DTC

Si la resistencia interna del calefactor es superior al valor de umbral en condiciones de activación, el ECM graba el DTC P0141.

c).- Estado de detección de DTC

ELEMENTO	ESTADO DE DETECCIÓN	ESTADO DE DETECCIÓN
Estrategia DTC	Comprobación de corriente del calefactor	1. Conexión defectuosa
Condiciones de Activación	-Temperatura del gas de escape(prevista)200~640°C -Temperatura del aire de admisión>-6°C -Voltaje de la batería 10,7 ~16,1 V.	2. Circuito abierto o cortocircuito masa en el circuito de la señal.
Valor Umbral	Resistencia interna> umbral f(temp. Cat., alimentación del calefactor)	3. B1S2
Tiempo de diagnóstico	Más de 6 seg.	
Condición MIL ON	3 ciclo de conducción	

B1S2: sensor de oxígeno ascendente / B1S2 : sensor de oxígeno descendente

Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training DTCS

Tabla 2.9. DTC P0141 Circuito del calentador del sensor de O₂ (bloque 1 / sensor 2)

d).- Especificación

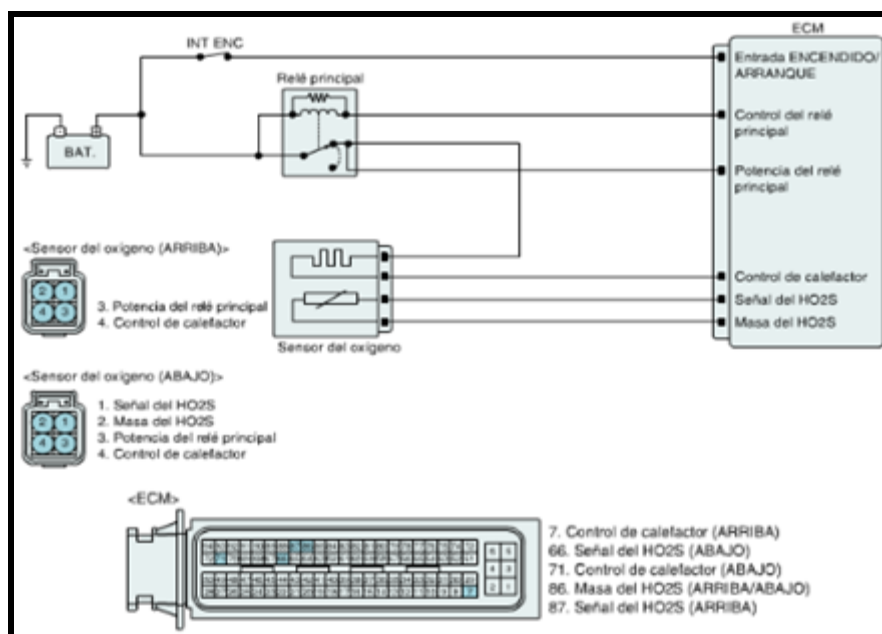
ELEMENTO	ESTADO DE DETECCIÓN
Resistencia del calefactor (Ω)	Aprox 9,0 (20°C)

Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training DTCS

Tabla 2.10. Especificación P0141 Circuito del calentador del sensor de O2 (bloque 1 / sensor 2)

e).- Diagrama de circuito de diagnóstico

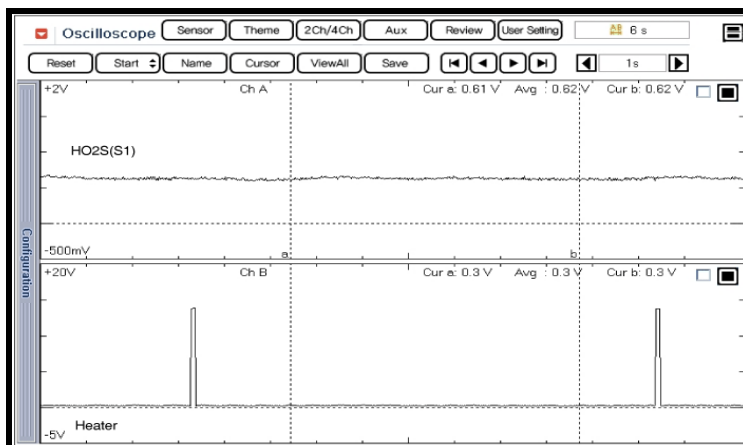
En el siguiente diagrama se encontrará los pines exactos de funcionamiento del sensor de oxígeno para su respectivo diagnóstico en las pruebas de voltaje.



Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training DTCS

Figura 2.17. Diagrama de circuito de diagnóstico DTC P0141 circuito del calentador del sensor de O2 (bloque 1 / sensor 2)

f).- Forma de onda de señal y datos



Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training DTCS

Figura 2.18. Forma de onda DTC P0141 circuito del calentador del sensor de O₂ (bloque 1 / sensor 2)

Las ondas de señales del HO₂S delantero (B1/S2) y el calentador (el inferior)

2.6.9.- DTC P0420 EFICACIA DEL SISTEMA CATALIZADOR POR DEBAJO DEL UMBRAL (BLOQUE 1)

a).- Descripción general

La eficacia del catalizador se demuestra por su capacidad de oxidar las emisiones de CO y HC. El módulo de control de la transmisión (ECM) compara las señales de salida de los sensores delantero y posterior de oxígeno para determinar si el resultado del sensor posterior comienza a igualar el del sensor delantero de oxígeno.

b).- Descripción del DTC

Si la amplitud del B1S2 difiere del valor previsto durante 60 seg en estado normal, el ECM graba el DTC P0420.

c).- Estado de detección de DTC

ELEMENTO	ESTADO DE DETECCIÓN	ESTADO DE DETECCIÓN
Estrategia DTC	Capacidad de almacenamiento de oxígeno (deterioro de la eficacia catalítica)	1.Sistema de escape 2.B1S2 3. Catalizador
Condiciones de Activación	-Velocidad del motor 1600~2480 rpm -Carga del motor 26~50% -Temperatura del catalizador (modelo) 540°C -Factor de purga (cánister de carga alta) 1,4 -Control de ciclo cerrado -No hay fallo de encendido -No hay averías en HO2S / PCSV / ECTS	
Valor Umbral	Diferencia de la "amplitud del sensor O2 descendente" y la "amplitud de la señal prevista">0,6	
Tiempo de diagnóstico	65 seg.	
Condición MIL ON	3 ciclo de conducción	

B1S1: sensor de oxígeno ascendente / **B1S2:** sensor de oxígeno descendente

Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training DTCS

Tabla 2.11. DTC P0420 Eficacia del sistema catalizador por debajo del umbral (bloque 1)

2.6.10.- DTC P2187 SISTEMA DEMASIADO POBRE AL RALENTÍ (-ADITIVO) (BLOQUE 1)

a).- Descripción general

Para lograr la mejor combinación posible de conducción, consumo de combustible y control de emisiones, el ECM utiliza un sistema de medida de aire / combustible de circuito cerrado. El ECM monitoriza el voltaje de señal HO2S y ajusta la alimentación de combustible de acuerdo con el control de combustible de circuito cerrado.

b).- Descripción del DTC

Si la proporción revisada de combustible – aire en ralentí es superior al valor especificado, el ECM lo reconoce como fallo y emite el P2187.

c).- Estado de detección de DTC

ELEMENTO	ESTADO DE DETECCIÓN	ESTADO DE DETECCIÓN
Estrategia DTC	Capacidad de almacenamiento de oxígeno (deterioro de la eficacia catalítica)	1.Sistema de escape 2.B1S2 3. Catalizador
Condiciones de Activación	-Velocidad del motor 1600~2480 rpm -Carga del motor 26~50% -Temperatura del catalizador (modelo) 540°C -Factor de purga (cánister de carga alta) 1,4 -Control de ciclo cerrado -No hay fallo de encendido -No hay averías en HO2S / PCSV / ECTS	
Valor Umbral	Diferencia de la "amplitud del sensor O2 descendente" y la "amplitud de la señal prevista">0,6	
Tiempo de diagnóstico	65 seg.	
Condición MIL ON	3 ciclo de conducción	

B1S1: sensor de oxígeno ascendente / **B1S2:** sensor de oxígeno descendente

Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training DTCS

Tabla 2.12. DTC P2187 Sistema demasiado pobre al ralentí (-Aditivo) (bloque 1)

2.6.11.- DTC P2191 SISTEMA DEMASIADO POBRE CON CARGA ELEVADA (MULTIPLE) (BLOQUE 1)

a).- Descripción general

Para lograr la mejor combinación posible de conducción, consumo de combustible y control de emisiones, el ECM utiliza un sistema de medida de aire / combustible de circuito cerrado. El ECM monitoriza el voltaje de señal HO2S y ajusta la alimentación de combustible de acuerdo con el control de combustible de circuito cerrado.

b).- Descripción del DTC

El ECM graba el DTC P2191 si el ECM controla y detecta un valor de compensación del combustible superior al especificado mientras el vehículo no esté en ralentí.

c).- Estado de detección de DTC

ELEMENTO	ESTADO DE DETECCIÓN	ESTADO DE DETECCIÓN
Estrategia DTC	Compruebe la proporción revisada de combustible-aire	1. Fuga de aire 2. Presión de combustible incorrecta 3. Válvula PCV atascada 4. Obstrucción del inyector
Condiciones de Activación	-Temperatura del refrigerante >80,3°C -Temperatura del aire de entrada <80,3°C -Ángulo de mariposa 57% -Condiciones de control de realimentación Lambda-activo -Rendimiento del control de la válvula de purga =0% -Sin error en el sensor MAP -Ningún error en la válvula de purga -Velocidad del motor 1560~3200 rpm -Flujo de aire 20~55kg/h	
Valor Umbral	Valor adaptativo del combustible del margen de adaptación del combustible multiplicativo 1,24	
Tiempo de diagnóstico	10 seg.	
Condición MIL ON	3 ciclo de conducción	

Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training DTCS

Tabla 2.13. DTC P2191 Sistema demasiado pobre con carga elevada (multiple) (bloque 1)

2.6.12.- DTC P2188 SISTEMA DEMASIADO RICO AL RALENTÍ (BLOQUE 1)

a).- Descripción general

Para lograr la mejor combinación posible de conducción, consumo de combustible y control de emisiones, el ECM utiliza un sistema de medida de aire / combustible de circuito cerrado. El ECM monitoriza el voltaje de señal HO2S y ajusta la alimentación de combustible de acuerdo con el control de combustible de circuito cerrado.

b).- Descripción del DTC

Si la proporción revisada de combustible – aire en ralentí excede un período determinado, el ECM lo reconoce como fallo y emite el P2188.

c).- Estado de detección de DTC

ELEMENTO	ESTADO DE DETECCIÓN	ESTADO DE DETECCIÓN
Estrategia DTC	Compruebe la proporción revisada de combustible-aire en ralentí	1.Bloque del sistema de admisión 2.Fuga de combustible en inyector 3.Presión de combustible incorrecta
Condiciones de Activación	-Temperatura del refrigerante>80,3°C -Temperatura del aire de entrada<80,3°C -Ángulo de mariposa 57% -Condiciones de control de realimentación Lambda-activo -Rendimiento del control de la válvula de purga =0% -Sin error en el sensor MAP -Ningún error en la válvula de purga -Sin error WTS -Masa de aire ≤16kg/h	
Valor Umbral	Valor de corrección de la masa de aire del margen de adaptación del combustible añadido <-2,9Kg/h	
Tiempo de diagnóstico	10 seg.	
Condición MIL ON	3 ciclo de conducción	

Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training DTCS

Tabla 2.14. DTC P2188 Sistema demasiado rico al ralentí (bloque 1)

2.6.13.- DTC P2192 SISTEMA DEMASIADO RICO CON CARGA ELEVADA (BLOQUE 1)

a).- Descripción general

Para lograr la mejor combinación posible de conducción, consumo de combustible y control de emisiones, el ECM utiliza un sistema de medida de aire / combustible de circuito cerrado. El ECM monitoriza el voltaje de señal HO2S y ajusta la alimentación de combustible de acuerdo con el control de combustible de circuito cerrado.

b).- Descripción del DTC

El ECM graba el DTC P2192 si el ECM controla y detecta un valor de compensación del combustible inferior al especificado mientras el vehículo no está en ralentí.

c).- Estado de detección de DTC

ELEMENTO	ESTADO DE DETECCIÓN	ESTADO DE DETECCIÓN
Estrategia DTC	Compruebe la proporción revisada de combustible-aire en ralentí	1.Bloque del sistema de admisión 2.Fuga de combustible en inyector 3.Presión de combustible incorrecta
Condiciones de Activación	-Temperatura del refrigerante>80,3°C -Temperatura del aire de entrada<80,3°C -Ángulo de mariposa 57% -Condiciones de control de realimentación Lambda-activo -Rendimiento del control de la válvula de purga =0% -Sin error en el sensor MAP -Ningún error en la válvula de purga -Sin error WTS -Carga del motor 24~58%	
Valor Umbral	Valor adaptativo del combustible del margen de adaptación del combustible multiplicativo <0,76	
Tiempo de diagnóstico	10 seg.	
Condición MIL ON	3 ciclo de conducción	

Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training DTCS

Tabla 2.15. DTC P2192 Sistema demasiado rico con carga elevada (bloque 1)

2.7.- SENSOR DE OXÍGENO

Es un dispositivo capaz de medir la relación lambda de los gases de escape en función de la cantidad de oxígeno que posean. La medida del sensor de oxígeno es una señal de voltaje de entre 0 y 1 v.

El sensor de oxígeno está formado interiormente por dos electrodos de platino separados por un electrolito de cerámica porosa. Uno de los electrodos está en contacto con la atmósfera y el otro con los gases de escape. Además la sonda está dispuesta de una sonda interna de caldeo para llegar fácilmente a los 300 grados centígrados, su temperatura óptima de funcionamiento.

2.7.1.- FUNCIONAMIENTO

Al estar cada uno de los electrodos de platino en entornos diferentes adquieren cantidades diferentes de iones de oxígeno. De esta manera, uno de ellos queda eléctricamente más cargado que el otro, creando entre ellos una diferencia de voltaje o diferencia de potencial.



Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training Sensor de oxígeno

Figura 2.19. Sensor de oxígeno zirconio

2.7.2.- ESPECIFICACIÓN DEL SENSOR DE OXÍGENO

Relación A/F (λ)	Voltaje de salida (V)
RICO	0,6 ~ 1,0
POBRE	0 ~ 0,4

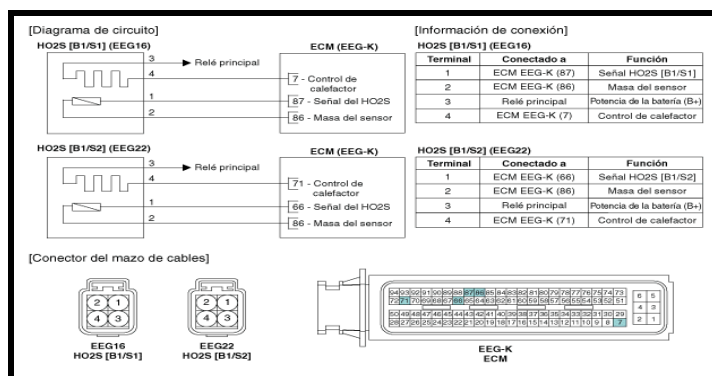
Elemento	Especificación
Resistencia del calefactor (Ω)	Aprox. 9,0 [20°C (68°F)]

Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training Sensor de oxígeno

Tabla 2.16. Especificaciones sensor de oxígeno zirconio

2.7.3.- DIAGRAMA ELÉCTRICO DEL SENSOR DE OXÍGENO

El diagrama del sensor de oxígeno nos facilita todos los detalles para las correctas mediciones de voltaje en los diferentes pines de la ECU descritos aquí.



Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training Sensor de oxígeno

Figura 2.20. Diagrama eléctrico sensor de oxígeno

2.7.4.- UBICACIÓN DEL SENSOR DE OXÍGENO

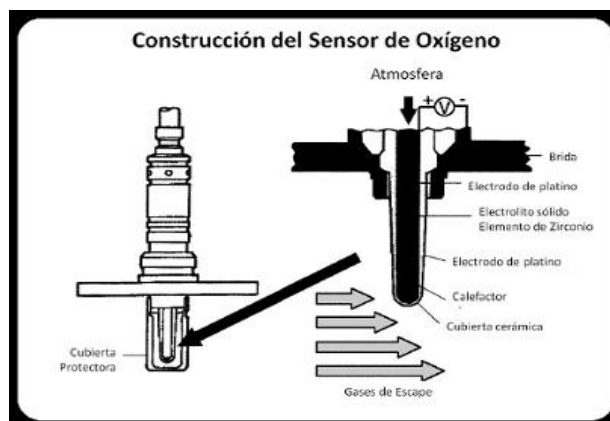
El sensor de oxígeno calefactado se encuentra en el lado delantero y el lado posterior del convertidor catalítico (convertidor catalítico de calentamiento) que detecta la concentración de oxígeno en el gas de escape. La señal del H2OS delantero se utiliza para controlar la relación aire / combustible (control de combustible de ciclo cerrado) y la señal del H2OS posterior se utiliza para comprobar que el H2OS delantero y el catalizador funcionen correctamente.



Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training Sensor de oxígeno

Figura 2.21. Ubicación Sensor de oxígeno motor hyundai i10

2.7.5.- CONSTRUCCIÓN DE SENSOR DE OXÍGENO



Fuente: <http://www.automecanica.com/constrsensoxingen>

Figura 2.22. Construcción del sensor de oxígeno

- 1.- Cubierta Protectora
- 2.- Brida
- 3.- Electrodo de Platino
- 4.- Electrolito Solido
- 5.- Elemento de Zirconio
- 6.- Electrodo de Platino
- 7.- Calefactor
- 8.- Cubierta Cerámica

2.7.6.- TECNOLOGÍA DE CERÁMICA PLANAR

En los sensores de oxígeno tipo planar, el elemento de cerámica se crea imprimiendo múltiples capas de materiales protectores, aislantes, adhesivos y conductores, incluyendo el platino, sobre varias capas de cerámica. Estas capas se prensan, se cocinan en un horno y el elemento que se obtiene es liviano e increíblemente duro y resistente, lo que se traduce en rendimiento insuperable y máxima vida útil

Capa	Función
Capa calentadora	Lámina de cerámica estampada con contactos eléctricos y el patrón de calor
Capa con conducto de aire	Crea un vacío para el aire de referencia en el ensamblaje terminado
Capa de sensor	Lámina de cerámica con capas estampadas para los electrodos internos (aire de referencia) y externos (gas de escape), así como contactos eléctricos y una capa porosa protectora que recubre el electrodo externo para protegerlo de los efectos corrosivos de los gases de escape

Fuente: <http://www.automecanica.com/constrsensoxingen>

Tabla 2.17. Especificación de capas sensor de oxígeno

2.7.7.- TECNOLOGÍA DE CERÁMICA TIPO DEDAL

En los sensores de oxígeno tipo dedal premium, el dedal de cerámica de zirconio se proyecta hacia el sistema de escape. El elemento de cerámica del sensor de oxígeno actúa como conductor de electricidad a altas temperaturas.

Luego, el elemento de O₂ del sensor devuelve señales de voltaje al sistema de funcionamiento del motor de su vehículo para regular la relación aire/combustible, y lograr así una eficiencia óptima.

Capa	Función
Sensor de cerámica con base de circonio e itrio	Forma una base resistente que nos e quiebra por efecto del choque mecánico y térmico
Red eléctrica de platino	Detección óptima que posibilita un rendimiento insuperable y una máxima vida útil
Filtro de partículas finas	Evita la contaminación del electrodo, extendiendo así su vida útil
Filtro de partículas gruesas	Protege contra los gases de escape y otras sustancias químicas contaminantes, lo que incrementa la durabilidad del sensor

Fuente: <http://www.automecanica.com/constrsensoxingen>

Tabla 2.18. Especificación de componentes sensor de oxígeno

2.7.8.- DESVENTAJAS DE UN SENSOR DE OXÍGENO DESGASTADO

- Desperdicia combustible.
- Puede provocar problemas en el funcionamiento del motor, como oscilación y titubeo.
- Es la principal causa de exceso en las emisiones de gases dañinos.
- Acelera los daños en el convertidor catalítico.

2.7.9 VENTAJAS DE UN SENSOR DE OXÍGENO EN BUEN ESTADO

- Ahorra dinero en costos de combustible.
- Mejora el funcionamiento del motor.
- Reduce la contaminación del aire.
- Evita fallas prematuras del convertidor catalítico.

2.8.- TIPOS DE SENSORES DE OXÍGENO

2.8.1.- SENSOR DE OXÍGENO DE ZIRCONIO

La sonda de oxígeno de Zirconio es la más utilizada, el elemento activo es una cerámica de óxido de zirconio recubierto interna y externamente por capas de platino que hacen de electrodos. El electrodo interno está en contacto con el

oxígeno atmosférico exento de gases de escape y el electrodo externo está en contacto con los gases de escape.

A temperaturas inferiores a 300 °C el sensor se comporta como un circuito abierto (resistencia infinita). A temperaturas mayores de 300 °C la cerámica se transforma en una pila cuya tensión depende de la diferencia de concentración de oxígeno entre los dos electrodos.

Si la concentración de oxígeno en el escape es inferior a 0,3% la tensión es mayor que 0,8 volt, esto ocurre para factores lambda inferiores a 0,95. Si la concentración de oxígeno en el escape es mayor que 0,5% la tensión es menor que 0,2 volt, esto ocurre para factores lambda superiores a 1,05.

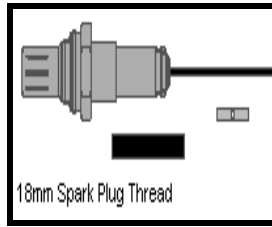
Las sondas de oxígeno de zirconio pueden tener un calefactor interno para lograr un funcionamiento independientemente de la temperatura de los gases del escape, este calefactor es una resistencia tipo PTC. Estas sondas pueden tener tres cables, dos para alimentación de la resistencia calefactora, y uno para la salida de tensión (señal). El retorno se realiza a través del chasis. También hay sondas de zirconio de cuatro cables, dos para alimentación del calefactor, y otros dos para salida de tensión (señal) y retorno de la misma. En algunos modelos los cables de tensión y retorno están aislados de chasis por medio de una malla, para disminuir la interferencia por ruidos eléctricos. Las sondas que no tienen calefactor solo tienen un cable para salida de tensión.

Cuando la sonda conectada a la unidad de control electrónico está fría, se pueden presentar las siguientes situaciones:

- a) la salida de tensión (señal) de la sonda es de 0 volt
- b) la unidad de control impone una tensión de 0,45 volt

Si estas tensiones son permanentes indican que la sonda no está trabajando.

**Universal Zirconia Sensor
Output 0.1 to 0.9 Volt**

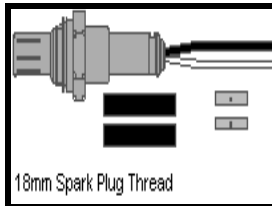


Fuente: <http://www.mecanicavirtual.org/tipsensoroxigen>

Figura 2.23. Sensor de oxígeno zirconio un solo cable

Un solo cable (negro – señal)

**Universal Zirconia Sensor
Output 0.1 to 0.9 Volt**

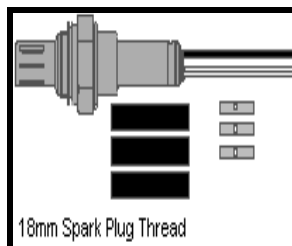


Fuente: <http://www.mecanicavirtual.org/tipsensoroxigen>

Figura 2.24. Sensor de oxígeno zirconio dos cables

Dos cables: (negro – señal) (blanco o gris – tierra)

**Universal Zirconia Sensor
Output 0.1 to 0.9 Volt**

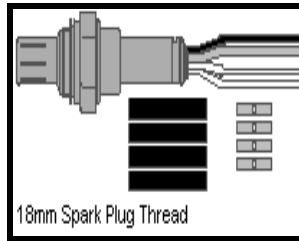


Fuente: <http://www.mecanicavirtual.org/tipsensoroxigen>

Figura 2.25. Sensor de oxígeno zirconio tres cables

Tres cables: (negro – señal) (blanco y blanco - precalentador.)

Universal Zirconia Sensor Output 0.1 to 0.9 Volt



Fuente: <http://www.mecanicavirtual.org/tipsensoroxigen>

Figura 2.26. Sensor de oxígeno zirconio cuatro cables

Cuatro cables: (negro – señal) (gris – tierra) (blanco y blanco - precalentador.)

2.8.2.- SENSOR DE OXÍGENO DE TITANIO

Este sensor está construido con óxido de titanio depositado sobre un soporte de cerámica calefaccionada, y presenta una variación de resistencia interna que depende de la concentración de oxígeno en los gases del escape después de ser calefaccionada durante solo 15 segundos. Este tipo de sonda no entrega tensión, solamente varía su resistencia interna. Tampoco necesita una referencia del oxígeno atmosférico. Es más frágil y tiene menos precisión que la sonda de zirconio.

En ausencia de oxígeno (mezcla rica) su resistencia es inferior a 1000 ohms.

En presencia de oxígeno (mezcla pobre) su resistencia es superior a 20000 ohms.

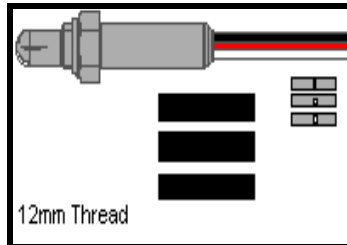
El cambio de resistencia es brusco para una relación lambda de 1.

El circuito de entrada a la unidad de control electrónico es similar al utilizado por los sensores de temperatura y la tensión medida es similar a la que entrega la sonda de zirconio:

- 1.- tensión baja indica mezcla pobre
- 2.- tensión alta indica mezcla rica

Pero con algunas unidades de control electrónico es exactamente al revés, según su conexión interna.

Sensor de Titanio

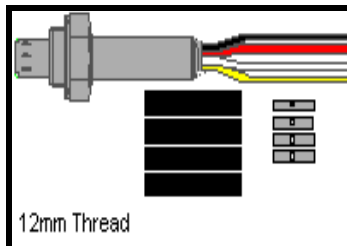


Fuente: <http://www.mecanicavirtual.org/tipsensoroxigen>

Figura 2.27. Sensor de oxígeno titanio tres cables

Tres cables: (negro – señal) (rojo entrada (in)+ precalentador) (blanco negativo precalentador)

Sensor de Titanio



Fuente: <http://www.mecanicavirtual.org/tipsensoroxigen>

Figura 2.28. Sensor de oxígeno de titanio cuatro cables

Cuatro cables: (negro – salida) (amarillo - entrada) (rojo entrada + calentador) (blanco entrada – calentador)

2.8.3.- SENSOR UNIVERSAL DE OXÍGENO DE RELACIÓN AIRE-COMBUSTIBLE

Se trata de un sensor de relación aire-combustible, debidamente calefaccionado es un generador de tensión que presenta una respuesta casi lineal para mezclas con un factor lambda entre 0,75 a 1,3 También es conocido como

sensor LAF (Lean Air Fuel sensor) que significa sensor de relación aire combustible pobre.

Este tipo de sensor no presenta variaciones bruscas de tensión para un factor lambda igual a 1. La salida de tensión es proporcional a la concentración de oxígeno.

La utilización de esta sonda permite un control más exacto y más gradual de la mezcla, y una reacción más rápida a los cambios de la misma en cualquier condición de carga.

El sensor de universal de oxígeno es indispensable para controlar la relación aire-combustible en los motores modernos que funcionan con mezcla pobre y con un factor lambda superior a 1,15.

El sensor universal de oxígeno está realizado con dos sensores de oxígeno que trabajan en conjunto.

Se compone de una célula de tensión (sensor 1) y una célula de inyección de oxígeno (sensor 2) separadas por una cámara cerrada y aislada de la atmósfera llamada cámara de difusión.

El sensor universal de oxígeno tiene 5 cables, dos para calefacción, uno para recibir tensión de la célula de tensión, otro para aplicar tensión a la célula de inyección de oxígeno, y el quinto para aplicar una tensión de referencia a la cámara de difusión.

La unidad de control electrónico puede variar el contenido de oxígeno de la cámara de difusión aplicando tensión a la célula de inyección de oxígeno. (Fenómeno inverso a la tensión que aparece debido a una diferencia de concentración de oxígeno)

El electrodo externo de la célula de tensión (sensor 1) está en contacto con los gases del escape. El electrodo interno de este sensor está en contacto con la cámara de difusión.

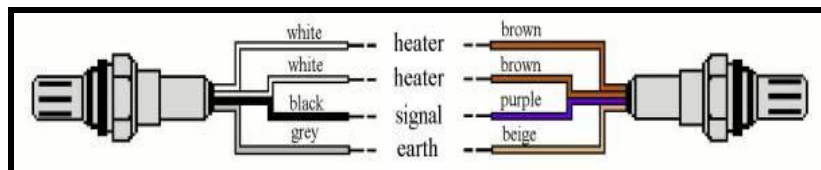
El electrodo externo de la célula de inyección de oxígeno (sensor 2) está en contacto con la cámara de difusión, y el electrodo interno de este sensor está en contacto con la atmósfera.

La unidad de control electrónico monitorea la salida de tensión de la célula de tensión (sensor 1, que funciona como una sonda lambda de zirconio comparando la diferencia de oxígeno entre los gases del escape y la cámara de difusión) y trata de mantener esa tensión en 0,45 volt. Para lograrlo varía la concentración de oxígeno de la cámara de difusión aplicando tensión a la célula de inyección de oxígeno (sensor 2, que funciona como una sonda lambda de zirconio pero al revés) que inyecta o retira moléculas de oxígeno de la cámara de difusión según la tensión que recibe.

A partir de un voltaje de referencia aplicado a la cámara de difusión la unidad de control determina la concentración de oxígeno en los gases de escape.

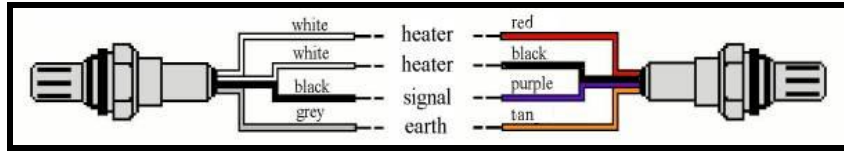
En funcionamiento normal los valores de tensión en los terminales activos son:

- 1.- la tensión de salida de la célula de tensión es de 0,45 volt
- 2.- la tensión de referencia aplicada a la cámara de difusión es de 2,7 volt
- 3.- la tensión aplicada a la célula de inyección de oxígeno varía entre 1,7 volt para mezcla rica, y 3,3 volt para mezcla pobre.



Fuente: <http://www.mecanicavirtual.org/tipsensoroxigen>

Figura 2.29. Sensor de oxígeno universal/honda

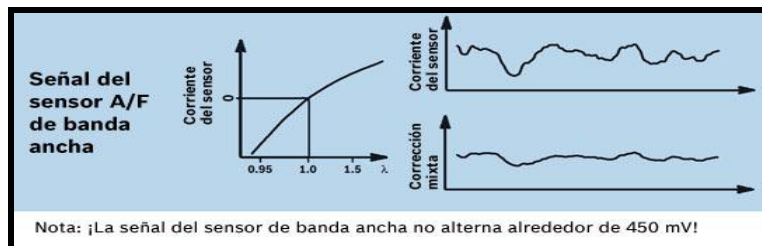


Fuente: <http://www.mecanicavirtual.org/tipsensoroxigen>

Figura 2.30. Sensor de oxígeno universal/peugeot

2.8.4.- SENSOR DE OXÍGENO DE BANDA ANCHA

Los sensores de aire/combustible tipo banda ancha utilizan un elemento de detección más sofisticado que les permite producir un rendimiento preciso en proporción a la relación de aire/combustible. Como resultado, un sensor de aire/combustible tipo banda ancha mide el oxígeno de los gases de escape de manera precisa, desde una gran cantidad como 9.0:1 hasta prácticamente nada como en el aire libre. El uso de los sensores de aire/combustible tipo banda ancha

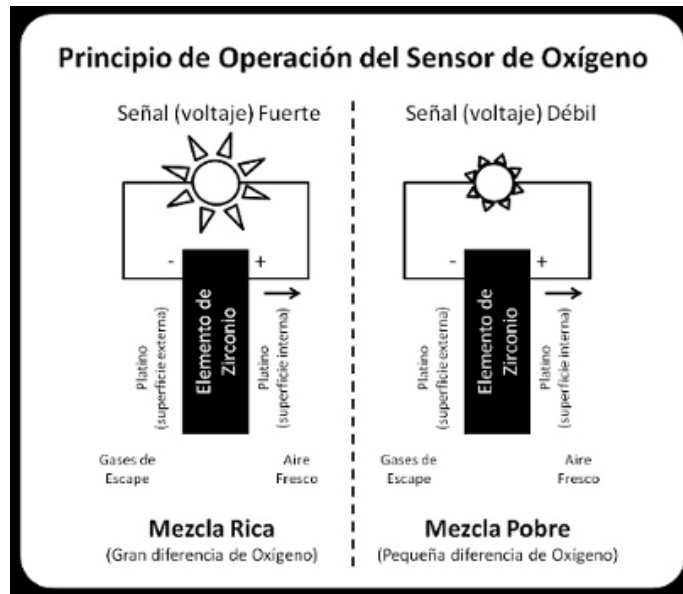


Fuente: <http://www.cise.com/portal/index.php>

Figura 2.31. Señal sensor de oxígeno banda ancha

2.9.- CICLOS DE OPERACIÓN DEL SENSOR DE OXÍGENO

Cuando el contenido de oxígeno en los gases de escape es alto, la tensión de salida del sensor de oxígeno es baja. Cuando el contenido de oxígeno en los gases de escape es bajo, la tensión de salida del sensor de oxígeno es alta. Cuanto mayor sea la diferencia en el contenido de oxígeno entre los gases de escape y la atmósfera, mayor es la señal de tensión.



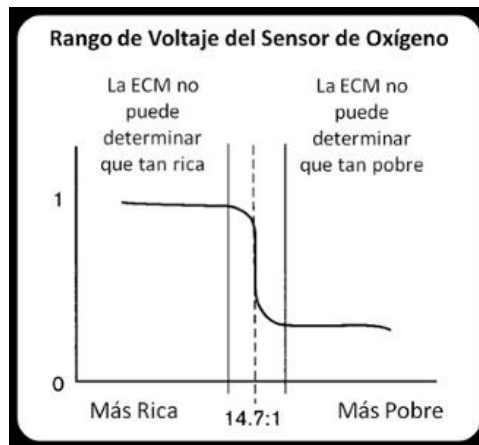
Fuente: <http://www.cise.com/portal/index.php>

Figura 2.32. Principio de operación sensor de oxígeno

Con el contenido de oxígeno, la ECM puede determinar si la relación aire / combustible es rica o pobre y ajusta la mezcla de combustible de acuerdo a ello. Una mezcla rica consume casi todo el oxígeno, por lo que la señal de tensión es alta, en el rango de 0.6 a 1.0 voltios. Una mezcla pobre tiene más oxígeno disponible después de la combustión de una mezcla rica, por lo que la señal de voltaje es bajo, 0.4 a 0.1 voltios. En la mezcla estequiométrica aire / combustible (14,7: 1), el voltaje del sensor de oxígeno es de aproximadamente 0,45 voltios.

Los pequeños cambios en la relación aire / combustible desde el punto estequiométrico, cambia radicalmente la señal de tensión. Este tipo de sensor de oxígeno se refiere a veces como un sensor de rango estrecho, ya que no puede detectar los pequeños cambios en el contenido del flujo de oxígeno de escape producidos por los cambios en la mezcla aire / combustible. La ECM continuamente agrega o quita combustible produciendo ciclos ricos / pobres. El sensor de oxígeno sólo genera una señal precisa cuando ha alcanzado una temperatura mínima de funcionamiento de 400 °C (750 °F). Para calentar rápidamente el sensor de oxígeno y mantenerlo caliente en condiciones de reposo

y baja carga, el sensor de oxígeno tiene un calentador incorporado. Este calentador está controlado por la ECM.

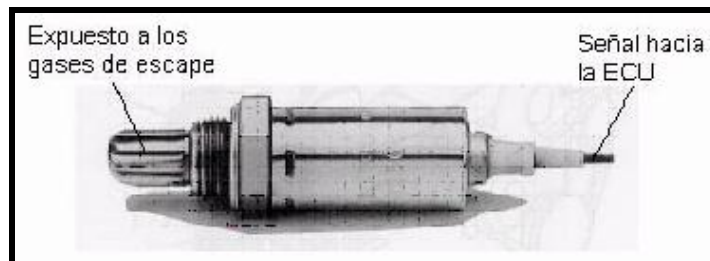


Fuente: <http://www.cise.com/portal/index.php>

Figura 2.33. Rango de voltaje del sensor de oxígeno

2.10.- INFLUENCIA DEL SENSOR DE OXÍGENO

Los sensores de oxígeno tienen un lado expuesto al flujo de escape de gases y el otro lado está expuesto al aire exterior. La diferencia en la cantidad de oxígeno en el escape, comparado con la cantidad de oxígeno en el aire exterior, provocará que el sensor genere una variación en el rango de voltaje.



Fuente: <http://www.cise.com/portal/index.php>

Figura 2.34. Sensor de oxígeno áreas de trabajo

La temperatura de funcionamiento del sensor O₂ es crítica, y deberá exceder 300°C (570°F), antes de que el sensor O₂, genere todo el voltaje disponible, arriba de 850°C el sensor se destruye. La computadora "ve" o interpreta el voltaje del sensor O₂, al igual que las otras señales, para determinar si el sistema de combustible funciona, en circuito abierto (Open Loop) o circuito cerrado (Close Loop).

Muchos de los motores de modelos recientes, utilizan un sensor de oxígeno pre calentado (HEGO), el cual será calentado eléctricamente para alcanzar y mantener rápidamente la temperatura de funcionamiento. Esto acortará el tiempo necesario para iniciar el funcionamiento de circuito cerrado. También se le eliminará la pérdida de la señal del sensor O₂, debido al enfriamiento del sensor durante el flujo bajo de escape de gases.

NOTA:

La señal del sensor O₂ será ignorada por la ECU cuando el sistema trabaja en circuito abierto (Open Loop).

2.10.1.- RELACIÓN ENTRE EL VOLTAJE GENERADO Y LA CONDICIÓN DE LA MEZCLA

Un funcionamiento del motor con mezcla rica, hará que la cantidad de oxígeno residual presente en el flujo de gases de escape sea muy baja. La diferencia entre la cantidad de oxígeno en el aire exterior y el oxígeno que se encuentra en el flujo de gases de escape será muy grande y provocará que el sensor de oxígeno genere un voltaje muy cercano a su límite. Este voltaje podrá alcanzar un máximo de 1.0 V (excepto en algunos motores Chrysler en los cuales podría ser de 5.0 V).

El funcionamiento del motor con mezcla pobre, será lo opuesto al funcionamiento de mezcla rica. El funcionamiento de mezcla pobre ocurre cuando existe mayor cantidad de oxígeno del necesario. El sensor O₂ detectará una

pequeña diferencia entre el oxígeno presente en los gases de escape y el aire exterior. Cuando esto sucede el sensor generará un voltaje muy bajo de aproximadamente 0.0 voltios.

2.11.- RENDIMIENTO Y POTENCIA DEL MOTOR

2.11.1.- RENDIMIENTO MOTOR

La energía de nuestro motor, está contenida en el combustible que se transforma en calor mediante la combustión. Esta combustión hace subir la presión y provoca el desplazamiento del pistón, obteniéndose así energía mecánica.

En todo este proceso, no toda la energía del combustible se transforma en energía útil, sino que gran parte se pierde. Por lo tanto, el rendimiento de un motor expresado en porcentaje se obtiene dividiendo la energía obtenida entre la aportada y multiplicando por 100.

El rendimiento será mayor, cuanto menores sean las pérdidas durante la transformación de energía química del combustible a energía mecánica del desplazamiento del pistón.

2.11.2.- TIPOS DE PÉRDIDA

a).-Pérdidas por calor:

Estas pérdidas están producidas por el sistema de refrigeración y la radiación del calor al exterior. También se evacúa una importante cantidad de calor mediante los gases de escape.

b).- Pérdidas mecánicas:

Rozamiento de los órganos en movimiento, y por el accionamiento de los dispositivos auxiliares (bomba de agua, alternador, bomba de aceite) arrastradas por el cigüeñal mediante la correa de accesorios.

2.11.3.- PÉRDIDAS DE ENERGÍA DE UN MOTOR DE GASOLINA

a).- Motor de gasolina:

- Pérdidas de calor: 35%
- Pérdidas de refrigeración: 33%
- Pérdidas de fricción: 10%
- Rendimiento efectivo: 25%

2.11.4.- POTENCIA MECANICA

La potencia mecánica es la potencia transmitida mediante la acción de fuerzas físicas de contacto o elementos mecánicos asociados, como palancas, engranajes, etc.

El caso más simple es el de una partícula sobre la que actúa una fuerza constante o variable. De acuerdo con la mecánica clásica, el trabajo realizado sobre la partícula por dicha fuerza es igual a la variación de su energía cinética (energía de movimiento), por lo que la potencia desarrollada por la fuerza es:

Ecuación 1

$$P = \frac{dW}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2}mv^2 \right) = \frac{1}{2} \frac{d}{dt} (m\mathbf{v} \cdot \mathbf{v}) = \frac{d}{dt} (m\mathbf{v}) \cdot \mathbf{v} = \mathbf{F} \cdot \mathbf{v}$$

Alternativamente se puede calcular de la siguiente forma:

Ecuación 2

$$P = \frac{dW}{dt} = \frac{d(F \cdot x)}{dt} = \frac{d(m \cdot a \cdot x)}{dt} = ma \frac{dx}{dt} = \mathbf{F} \cdot \mathbf{v}$$

Dónde:

m = es la masa de la partícula.

F = es la fuerza resultante que actúa sobre la partícula.

v = es la velocidad de la partícula

x = es la distancia de desplazamiento durante la que se ejerce la fuerza F .

En sistemas mecánicos más complejos con elementos rotativos alrededor de un eje fijo y donde el momento de inercia permanece constante, la potencia mecánica puede relacionarse con el par motor y la velocidad angular. De acuerdo con la mecánica clásica, el trabajo realizado sobre el cuerpo en rotación, es igual a la variación de su energía cinética de rotación, por lo que la potencia desarrollada por el par o momento de fuerza es:

Ecuación 3

$$P = \frac{dW_{\text{rot}}}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} I_r \omega^2 \right) = M\omega$$

Dónde:

I_r es el momento de inercia según su eje de giro

ω es la velocidad angular del eje

M es el par motor aplicado sobre dicho eje

Si el movimiento rotativo tiene lugar alrededor de un eje variable la expresión correcta es:

Ecuación 4

$$P = \frac{dW_{\text{rot}}}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} \boldsymbol{\omega} \mathbb{I} \boldsymbol{\omega} \right) = \frac{1}{2} (\boldsymbol{\omega} \cdot \mathbf{M} + \boldsymbol{\alpha} \cdot \mathbf{L})$$

\mathbb{I} es la matriz o tensor de inercia

$\boldsymbol{\alpha}$ es la aceleración angular del sistema

\mathbf{L} es el momento angular del sistema

\mathbf{M} es el momento dinámico actuante

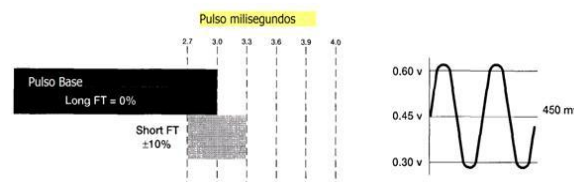
Esta última ecuación es análoga a la variación de potencia que se deriva de la ecuación del cohete donde al irse quemando combustible la masa no permanece constante. En un flujo incompresible, la potencia mecánica asociada a la energía transmitida a las partículas del fluido, también puede expresarse en términos de presión y caudal:

Ecuación 5

$$P = \frac{dW_{\text{hyd}}}{dt} = pQ$$

2.12.- MONITOREOS DEL SENSOR DE OXÍGENO

Un motor que funciona perfectamente presenta un nivel de ajustes muy reducido como el que presenta la figura siguiente.



Fuente: <http://www.cise.com/portal/index.php>

Figura 2.35. Monitoreo sensor de oxígeno.

En estas condiciones el sensor de oxígeno se encuentra ciclando dentro de parámetros óptimos teniendo así un ajuste a largo plazo del 0% y un ajuste a corto plazo de +/- 10 % con lo cual se encuentra en valores medios de 3 ms.

Ahora tenemos, la señal tomada del motor Hyundai i10 mediante un osciloscopio en la cual podemos apreciar los rangos normales de funcionamiento del sensor de oxígeno de zirconio.



Fuente: Alex Calderón

Figura 2.36. Señal sensor de oxígeno motor Hyundai i10

En el monitoreo de PIDS con la ayuda de un scanner obtuvimos los siguientes resultados:

PID	Description	Value	Units
0x0D	Vehicle speed	59.03	MPH
0x0B	Intake manifold absolute pressure	7.54	PSI
0x0C	Engine RPM	3718.75	RPM
0x44	Fuel/Air commanded equivalence ratio	1	
0x04	Calculated load value	62.35	%
0x07	Long term fuel % trim - Bank 1	-1.56	%
0x06	Short term fuel % trim - Bank 1	-3.12	%
0x0F	Intake air temperature	93.2	F
0x05	Engine coolant temperature	204.8	F
0x14	Oxygen sensor voltage (Bank 1, Sensor 1)	0.7	V (0.78 % Trim)

Fuente: Alex Calderón

Figura 2.37. Monitoreo PIDS sensor de oxígeno Hyundai i10

CAPÍTULO III

3.- DISEÑO Y SELECCIÓN DE ELEMENTOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS

3.1.- HIPÓTESIS

Permitirá el trucaje electrónico optimizar la potencia en un motor de combustión interna gasolina mediante el control de ajustes de combustible y el monitoreo del sensor de oxígeno.

3.2.- METAS

- Realización del trucaje electrónico a la cuarta semana de iniciar el proyecto.
- Ejecución de pruebas de torque y potencia a la octava semana de iniciar el proyecto.
- Diseñar un dispositivo electrónico versátil para el sensor de oxígeno que se pueda implementar en cualquier vehículo de fabricación serie, a las doce semanas de iniciar el proyecto.
- Elevar la potencia de un motor de combustión interna del vehículo Hyundai i 10 entre 3 y 5% de su potencia estándar, a las 16 semanas de iniciar el proyecto.

3.3.- VARIABLES INDEPENDIENTES

Optimizar la potencia en un motor de combustión interna gasolina mediante el control de ajustes de combustible y el monitoreo del sensor de oxígeno.

CONCEPTO	CATEGORÍA	INDICADOR	PREGUNTAS
Optimización de la potencia en un motor de combustión interna gasolina mediante el control de ajustes de combustible y el monitoreo del sensor de oxígeno.	Tecnológica	Software del sistema ≥ 2 Número de señales de sensores que recibe el sistema de optimización de potencia ≥ 2 Número de señales que recibe la ECU del vehículo ≥ 1	¿Qué software se utilizan en este proyecto? ¿Cuáles son los sensores necesarios para el funcionamiento del sistema? ¿Cuál es el número de señales que recibirá la ECU del vehículo?

Fuente: Alex Calderón

Tabla 3.1. Variables independientes

3.4.- VARIABLES DEPENDIENTES

Simulación de circuitos electrónicos y de software para elevar el rendimiento y la potencia del motor de combustión interna gasolina.

CONCEPTO	CATEGORÍA	INDICADOR	PREGUNTAS
Elevar el rendimiento mecánico y electrónico de un vehículo de fabricación serie.	Tecnológica	Nivel de potencia= 6% Variables a monitorear ≥ 2	¿Cómo se podría calificar el nivel de potencia en el automotor? ¿Qué variable permite el sistema monitorear en tiempo real?

Fuente: Alex Calderón

Tabla 3.2. Variables dependientes

3.5.- CARACTERÍSTICAS DEL VEHÍCULO HYUNDAI i10

Combustible	Gasolina
Cilindrada (cc)	1.086
Potencia Máxima (Cv / r.p.m.)	65/5500
Tracción	Delantera
Largo (milímetros)	3.565
Alto (milímetros)	1.540
Ancho (milímetros)	1.595

Fuente: <http://www.hyunmotor.com/espiordi10>

Tabla 3.3. Especificación básica hyundai i10



Fuente: <http://www.hyunmotor.com/photohyuni10>

Figura 3.1. Auto hyundai i10

3.5.1.- MOTOR

Numero de Cilindros	4 en línea
Numero de Válvulas	3 por cilindro
Posición del Motor	Delantera
Cilindrada	1.086 cc
Potencia máxima	65Cv/5500r.p.m.
Par motor máximo	10 Nm / 2.800 r.p.m.
Diámetro x carrera	67,0 x 77,0 mm
Alimentación	Inyección electrónica multipunto
Relación de compresión	10,1:1
Caja de cambios	Manual
Tracción	Delantera

Fuente: <http://www.hyunmotor.com/espiordi10>

Tabla 3.4. Especificación motor Hyundai i10

3.5.2.- CICLO

Suspensión delantera	Independiente McPherson
Suspensión trasera	Eje torsional de 3 puntos, muelles helicoidales y amortiguadores de aceite
Frenos delanteros	Doble ventilados con pinza flotante
Frenos traseros	Disco
Llantas	Acero de 5J x 14
Dirección	De cremallera y piñón servoasistida con columna de seguridad
Vueltas de volante	2,97
Radio de giro	4,6 m
Distancia entre ejes	2.380 mm
Vía delantera	1.400 mm
Vía trasera	1.385 mm
Peso	925 Kg
Capacidad de maletero	225 litros
Depósito de combustible	35 litros

Fuente: <http://www.hyunmotor.com/espiordi10>

Tabla 3.5. Especificación ciclo Hyundai i10

3.5.3.- PRESTACIONES

Velocidad máxima	152 Km/h
Aceleración de 0 – 100 Km/h	18 segundos
Consumo urbano	6,1 litros / 100 Km
Consumo interurbano	4,4 litros / 100 Km
Consumo medio	5,0 litros / 100 Km
Emisiones de CO2	119 g/Km
Combustible	Gasolina

Fuente: <http://www.hyunmotor.com/espiordi10>

Tabla 3.6. Prestaciones Hyundai i10

3.5.4.- EXTERIOR

Paragolpes color carrocería	Serie
Neumáticos de sílice	Serie
Spoiler trasero	Serie
Cristales tintados	Serie
Pintura metalizada	Opcional

Fuente: <http://www.hyunmotor.com/espiordi10>

Tabla 3.7. Exterior Hyundai i10

3.5.5.- CONFORT

Aire acondicionado	Opcional
Dirección asistida	Serie
Cierre centralizado	Serie
Elevalunas eléctricos delanteros	Serie
Reposacabezas delanteros regulables en altura	Serie
Reposacabezas traseros regulables en altura	Serie
Toma de corriente	Serie
Asientos traseros abatibles	Serie
Equipo de audio con CD y lector de MP3	Serie
Entrada de audio (Conexión Aux.)	Serie

Fuente: <http://www.hyunmotor.com/espiordi10>

Tabla 3.8. Confort Hyundai i10

3.5.6.- SEGURIDAD

Airbag conductor	Serie
Airbag acompañante	Serie
Airbags laterales delanteros	Serie
ABS + EBD	Serie
Barras de protección lateral	Serie
Cinturones delanteros ajustables en altura	Serie

Fuente: <http://www.hyunmotor.com/espiordi10>

Tabla 3.9. Seguridad Hyundai i10

3.5.7.- INSTRUMENTACIÓN

Cuenta kilómetros total y parcial	Serie
Indicador temperatura del agua	Serie
Indicador nivel de combustible	Serie
Testigo luminoso de reserva de combustible	Serie
Testigo luminoso de freno de mano	Serie
Testigo luminoso de líquido de frenos	Serie
Testigo luminoso de presión de aceite	Serie
Testigo luminoso de uso del cinturón de seguridad	Serie
Testigo luminoso de puertas abiertas	Serie

Tabla 3.10. Instrumentación Hyundai i10

Fuente: <http://www.hyunmotor.com/espiordi10>

3.5.8.- GARANTIAS

Garantía de tres años sin límite de kilómetros	Serie
Garantía de 6 años anti perforación	Serie
Asistencia en viaje 24 horas	Serie

Fuente: <http://www.hyunmotor.com/espiordi10>

Tabla 3.11. Garantías Hyundai i10

3.6.- PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA

3.6.1.- ESPECIFICACIÓN

a).- General

Descripción	Especificaciones (EPSILON1,1)
Tipo	En línea, SOCH
Número de cilindros	4
Orificio	67 mm (2,6378 pulg.)
Carrera	77 mm (0,0315 pulg)
Desplazamiento total	1.086 cc (66,3 pulg.cu.)
Relación de compresión	10,1:1
Orden de encendido	1-3-4-2

Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training Especificaciones Técnicas

Tabla 3.12. Especificación general motor Hyundai i10

3.6.2.- DISTRIBUCION DE LA VÁLVULA

3.6.2.1.- Válvula de admisión

Descripción	Especificaciones (EPSILON1,1)
Abre (BTDC)	5%
Cierra (ABDC)	35%

Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training Especificaciones Técnicas

Tabla 3.13. Especificación válvula de admisión

3.6.2.2.- Válvula de escape

Descripción	Especificaciones (EPSILON1,1)
Abre (BBDC)	43
Cierra (ATDC)	5%

Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training Especificaciones Técnicas

Tabla 3.14. Especificación válvula de escape

3.6.3.- VÁLVULAS

a).- Planicidad de la superficie de la junta

Descripción	Especificaciones (EPSILON1,1)	Limite
Planicidad de la superficie de la junta	Menos de 0,03mm (0,0012 pulg)	0,10mm (0,0039pulg)

Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training Especificaciones Técnicas

Tabla 3.15. Planicidad de la superficie de la junta

b).- Planitud del colector superficie de montaje

Descripción	Especificaciones (EPSILON1,1)	Limite
ADMISIÓN	Menos de 0,15 mm	0,10mm (0,0039pulg)
ESCAPE	Menos de 0,15 mm	0,10mm (0,0039pulg)

Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training Especificaciones Técnicas

Tabla 3.16. Planitud del colector superficie de montaje

c).- Diámetro interno de la guía de la válvula

Descripción	Especificaciones (EPSILON1,1)	Limite
STD	10,000~10,015 mm	
0,05 SM	10,050~10,068 mm	
0,25 SM	10,250~10,268 mm	
0,50 OS	10,500~10,518 mm	

Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training Especificaciones Técnicas

Tabla 3.17. Diámetro interno de la guía de la válvula

d).- Anillo del asiento de la válvula de admisión diámetro interior

Descripción	Especificaciones (EPSILON1,1)	Limite
STD	24,000~24,021 mm	
0,3 SM	24,300~24,321 mm	
0,6 SM	24,600~24,621 mm	

Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training Especificaciones Técnicas

Tabla 3.18. Anillo del asiento de la válvula de admisión diámetro interior

e).- Anillo del asiento de la válvula de escape diámetro interior

Descripción	Especificaciones (EPSILON1,1)	Limite
STD	29,000~29,021 mm	
0,3 SM	29,300~29,321 mm	
0,6 SM	29,600~29,621 mm	

Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training Especificaciones Técnicas

Tabla 3.19. Anillo del asiento de la válvula de escape diámetro interior

3.6.4.- ÁRBOL DE LEVAS

Descripción	Especificaciones (EPSILON1,1)	Limite
ALTURA DE LA LEVA		
Admisión	33,941~34,141 mm	
Escape	34,055~34,255 mm	
Diámetro exterior del muñón	40,940~40,955 mm	
Holgura de aceite del cojinete	0,045~0,085 mm	
Juego axial	0,07~0,24 mm	

Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training Especificaciones Técnicas

Tabla 3.20. Especificación árbol de levas

3.6.5.- BALANCINES

Descripción	Especificaciones (EPSILON1,1)	Limite
Diámetro interno del balancín	17,010~17,028 mm	
Diámetro exterior del balancín	16,985~16,998 mm	

Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training Especificaciones Técnicas

Tabla 3.21. Especificación balancines

3.6.6.- CULATA

a).- Longitud de la válvula

Descripción	Especificaciones (EPSILON1,1)	Limite
Admisión	95,05 mm	
Escape	98,45 mm	

Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training Especificaciones Técnicas

Tabla 3.22. Especificación longitud de la válvula

b).- Diámetro exterior del vástago

Descripción	Especificaciones (EPSILON1,1)	Limite
Admisión	5,465~5,480 mm	
Escape	5,430~5,450 mm	

Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training Especificaciones Técnicas

Tabla 3.23. Especificación diámetro exterior del vástago

c).- Ángulo de la superficie

Descripción	Especificaciones (EPSILON1,1)	Limite
Ángulo de la superficie	45-4530'	

Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training Especificaciones técnicas

Tabla 3.24. Especificación ángulo de la superficie

d).- Grosor de cabeza de la válvula (margen)

Descripción	Especificaciones (EPSILON1,1)	Limite
Admisión	0,8 mm	0,50 mm
Escape	1,2 mm	0,90 mm

Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training Especificaciones técnicas

Tabla 3.25. Especificación grosor de cabeza de la válvula (margen)

e).- Vástago de la válvula a Holgura de guía de válvula

Descripción	Especificaciones (EPSILON1,1)	Limite
Admisión	0,020~0,047 mm	
Escape	0,050~0,082 mm	

Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training Especificaciones técnicas

Tabla 3.26. Especificación vástago de la válvula a Holgura de guía de válvula

3.6.7.- GUÍA DE LA VÁLVULA

a).- Longitud

Descripción	Especificaciones (EPSILON1,1)	Limite
Admisión	46,0 mm	
Escape	48,0 mm	

Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training Especificaciones técnicas

Tabla 3.27. Especificación guía de la válvula longitud

3.6.8.- ASIENTO DE LA VÁLVULA

a).- Anchura de contacto del asiento

Descripción	Especificaciones (EPSILON1,1)	Limite
Admisión	0,9~1,3 mm	
Escape	0,9~1,3 mm	

Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training Especificaciones Técnicas

Tabla 3.28. Especificación asiento de la válvula anchura de contacto del asiento

b).- Ángulo del asiento

Descripción	Especificaciones (EPSILON1,1)	Limite
Admisión	4330'~44°	
Muelle de válvula	4330'~44°	

Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training Especificaciones Técnicas

Tabla 3.29. Especificación ángulo del asiento

3.6.9.- MUELLE DE LA VÁLVULA

Descripción	Especificaciones (EPSILON1,1)	Limite
Longitud libre	42,92 mm	
Fuera de descuadre	Menos de 1,5	

Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training Especificaciones Técnicas

Tabla 3.30. Especificación muelle de la válvula

3.6.10.- HOLGURA DE LA VÁLVULA

Descripción	Especificaciones (EPSILON1,1)	Limite
Frio (20) (68F) solo a modo de referencia		
Admisión	0,15~0,21 mm	
Escape	0,19~0,25 mm	
Caliente (80-95 °C) (176-203 F)		
Admisión	0,22~0,28 mm	
Escape	0,27~0,33 mm	

Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training Especificaciones Técnicas

Tabla 3.31. Especificación holgura de la válvula

3.6.11.- BLOQUE MOTOR

Descripción	Especificaciones (EPSILON1,1)	Limite
Diámetro	67,000~67,030 mm	
Planicidad de la superficie de la junta	Menos de 0,05 mm	

Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training Especificaciones Técnicas

Tabla 3.32. Especificación bloque motor

3.6.12.- PISTÓN

Descripción	Especificaciones (EPSILON1,1)	Limite
Diámetro exterior del pistón	66,970~67,000 mm	
Holgura pistón-cilindro	0,020~0,040 mm	
Anchura de la ranura del segmento		
Ranura de segmento N° 1	1,22~1,24 mm	
Ranura de segmento N° 2	1,21~1,23 mm	
Ranura de segmento N° 3	2,01~2,03 mm	

Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training Especificaciones Técnicas

Tabla 3.33. Especificación pistón

3.6.13.- SEGMENTO DEL PISTÓN

Descripción	Especificaciones (EPSILON1,1)	Limite
HOLGURA LATERAL		
Segmento N° 1	0,03~0,07 mm	0,10 mm
Segmento N° 2	0,02~0,06 mm	0,10 mm
Segmento de aceite	0,06~0,15 mm	
DISTANCIA TERMINAL		
Segmento N° 1	0,15~0,30 mm	
Segmento N° 2	0,30~0,50 mm	
Segmento de aceite	0,20~0,70 mm	

Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training Especificaciones Técnicas

Tabla 3.34. Especificación segmento del pistón

3.6.14.- PASADOR DEL PISTÓN

Descripción	Especificaciones (EPSILON1,1)	Limite
Diámetro exterior de pasador del pistón	17,000~17,003 mm	
Diámetro interior de agujero del pasador del pistón	17,011~17,015 mm	
Holgura del agujero del pasador del pistón	0,008~0,014 mm	
Diámetro interior del orificio de pie de la biela	16,974~16,985 mm	
Holgura del orificio de pie de la biela	-0,026~-0,015 mm	

Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training Especificaciones Técnicas

Tabla 3.35. Especificación pasador del pistón

3.6.15.- CONEXIÓN DE LA BIELA

Descripción	Especificaciones (EPSILON1,1)	Limite
Diámetro interior de cabeza de biela	41,000~41,015 mm	
Holgura de aceite del cojinete de la biela	0,012~0,041 mm	
Holgura lateral	0,10~0,25 mm	0,40 mm

Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training Especificaciones Técnicas

Tabla 3.36. Especificación conexión de la biela

3.6.16.- CIGÜEÑAL

Descripción	Especificaciones (EPSILON1,1)	Limite
Diámetro exterior del muñón principal	41,982~42,000 mm	
Diámetro exterior de la muñequita	37,980~38,000 mm	
Holgura de aceite del cojinete principal	0,020~0,038 mm	
Juego axial	0,05~0,25 mm	

Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training Especificaciones Técnicas

Tabla 3.37. Especificación cigüeñal

3.6.17.- VOLANTE

Descripción	Especificaciones (EPSILON1,1)	Limite
Excentricidad	0,13 mm	

Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training Especificaciones Técnicas

Tabla 3.38. Especificación volante

3.6.18.- BOMBA DE ACEITE

Descripción	Especificaciones (EPSILON1,1)	Limite
HOLGURA LATERAL		
Rotor interior	0,040~0,095 mm	
Rotor exterior	0,040~0,095 mm	
Holgura del cuerpo	0,100~0,181 mm	
Presión de apertura de la válvula de descarga	490,33±49,03 kpa (5±0,5kg/cm ²)	

Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training Especificaciones Técnicas

Tabla 3.39. Especificación bomba de aceite

3.6.19.- ACEITE MOTOR

a).- Calidad de aceite

Descripción	Especificaciones (EPSILON1,1)	Limite
Total	3,0 L	Al cambiar el conjunto de un motor bajo o bloquea
Carter	2,8 L	
Vacié y rellene	3,0 L	Con el filtro de aceite

Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training Especificaciones Técnicas

Tabla 3.40. Especificación calidad del aceite

b).- Grado de aceite

Descripción	Especificaciones (EPSILON1,1)	Limite
Recomendación (excepto oriente medio)	5W-20/GF4 y SM	Si no está disponible, la clasificación de API y ILSAC recomendados y el número de viscosidad SAE
Clasificación	API SL, SM o superior ILSAC GF3, GF4 o superior	Cumplan con los requisitos de la clasificación API
Grado de viscosidad SAE	Numero de viscosidad SAE recomendado	Consulte el "Sistema de lubricación"
Presión de aceite (a 800 rpm)	50 KPa	Temperatura de aceite en el carter de aceite 95 ± 5 °C

Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training Especificaciones Técnicas

Tabla 3.41. Especificación grado de aceite

3.6.20.- MÉTODO DE REFRIGERACIÓN

Descripción	Especificaciones (EPSILON1,1)	Limite
Sistema refrigeración	Circulación forzada con ventilador de refrigeración	

Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training Especificaciones Técnicas

Tabla 3.42. Especificación método de refrigeración

a).-Termostato

Descripción	Especificaciones (EPSILON1,1)	Limite
Tipo	Tipo de pastilla de cera	
Temperatura de apertura	$88 \pm 1,5$ °C	
Temperatura de apertura abierta	95 °C	

Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training Especificaciones Técnicas

Tabla 3.43. Especificación funcionamiento termostato

b).- Tapón radiador

Descripción	Especificaciones (EPSILON1,1)	Limite
Presión de apertura de la válvula principal	93,16 ~ 122,58 kpa	
Presión de apertura de la válvula de vacío	0,98 ~ 4,90 kpa	

Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training Especificaciones Técnicas

Tabla 3.44. Especificación Tapón radiador

c).- Sensor de temperatura del agua

Descripción	Especificaciones (EPSILON1,1)	Limite
Tipo	Tipo termistor	
Resistencia 20 °C	$2,45 \pm 0,14$ K Ω	
Resistencia 80 °C	0,3222 K Ω	

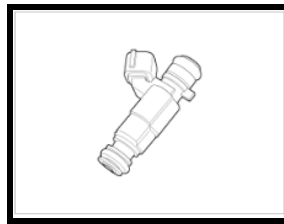
Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training Especificaciones Técnicas

Tabla 3.45. Especificación sensor de temperatura del agua

3.7.- SISTEMA DE INYECCIÓN MOTOR i10

3.7.1.- Descripción del inyector Hyundai i10

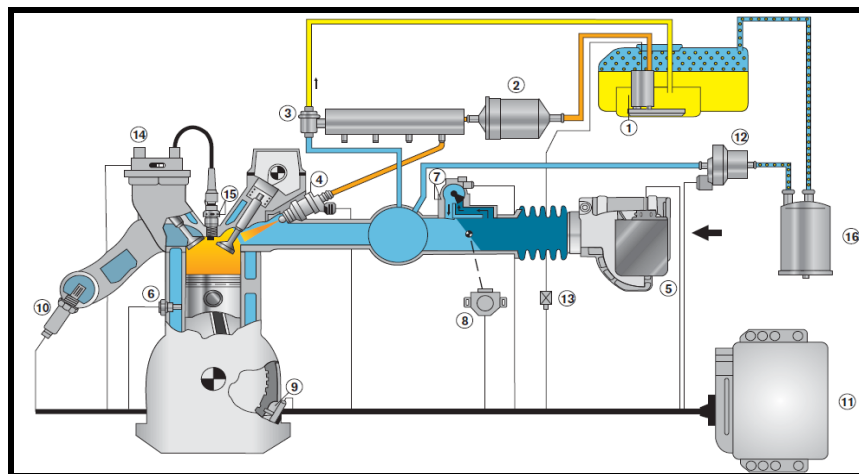
De acuerdo a la información de los diferentes sensores, el ECM puede calcular la cantidad de combustible a ser inyectada. El inyector de combustible es una válvula de solenoide y la cantidad de inyección de combustible es controlada por la duración del tiempo de inyección. El ECM controla cada inyector poniendo a masa el circuito de control. Cuando el ECM activa el inyector poniendo el circuito de control a masa, el voltaje de circuito será bajo (teóricamente 0 V) y se inyecta el combustible. Cuando el ECM desactiva el inyector abriendo el circuito de control, el inyector de combustible se cierra y el voltaje del circuito alcanzará el máximo en ese momento.



Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training Sistema de Inyección

Figura 3.2. Inyector Hyundai i10

3.7.2.- SISTEMA DE INYECCIÓN MULTIPUNTO



Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training Sistema de Inyección

Figura 3.3. Sistema de inyección multipunto motor Hyundai i10

- 1 Bomba de combustible
- 2 Filtro de combustible
- 3 Regulador de presión
- 4 Válvula de inyección
- 5 Medidor de flujo de aire (caudalímetro)
- 6 Sensor de temperatura
- 7 Actuador de ralentí (marcha lenta)
- 8 Potenciómetro de la mariposa
- 9 Sensor de revolución (pertenece al sistema de encendido)
- 10 Sonda lambda
- 11 Unidad de comando (inyección + encendido)
- 12 Válvula de ventilación del tanque
- 13 Relé de comando
- 14 Bobina de encendido
- 15 Bujía de encendido
- 16 Cánister

El sistema multipunto trae incorporado en la unidad de comando el sistema de encendido. Posee sonda lambda en el sistema de inyección, que está instalada en el tubo de escape.

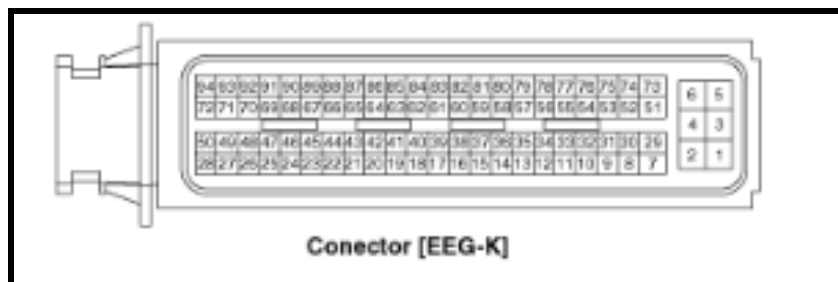
En vehículos que no utilizan distribuidor, el control del momento del encendido (chispa) se hace por un sensor de revolución instalado en el volante del motor (rueda con dientes "CKP").

En el Motronic, hay una válvula de ventilación del tanque, también conocida como válvula del cánister, que sirve para reaprovechar los vapores del combustible, que son altamente peligrosos, contribuyendo así para la reducción de la contaminación, que es la principal ventaja de la inyección.

3.8.- DISTRIBUCIÓN DE PINES DE LA COMPUTADORA

3.8.1.- MÓDULO DE CONTROL DE MOTOR

El conector del mazo de cables de la ECU del vehículo Hyundai i10 es de tipo de doble riel y con 94 pines distribuidos de forma horizontal.



Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training Distribución de ECU

Figura 3.4. Conector mazo de cables PCM

3.8.2.- FUNCIÓN DEL TERMINAL

N° de clavija	Descripción	Conectado a
1	Salida de control del actuador de control de velocidad de ralentí [ABRIR]	Actuador de control de velocidad de ralentí (ISCA)
2	Salida de control del actuador de control de velocidad de ralentí [CERRAR]	Actuador de control de velocidad de ralentí (ISCA)
3	Puesta a tierra de fuerza	MASA DEL CHASIS
4	Puesta a tierra de fuerza	MASA DEL CHASIS
5	Voltaje de alimentación de la batería después de relé principal	Relé principal
6	Voltaje de alimentación de la batería después de relé principal	Relé principal
7	Salida de control del calefactor del sensor de oxígeno calefactor (sensor 1)	Sensor de oxígeno calefactado (Sensor 1)
8	Salida de control del inyector (Cilindro N° 2)	Inyector (Cilindro N° 2)
9	Salida de control del inyector (Cilindro N° 1)	Inyector (Cilindro N° 1)
10	Salida de señal de RPM del motor	Ordenador de abordaje
11		
12	Entrada de señal del interruptor de arranque	Interruptor de ignición
13	Entrada de señal de carga eléctrica (descongelamiento)	
14	Entrada de señal de activación del interruptor	INTERRUPTOR A/C

15	Entrada de señal de carga del alternador	Alternador
16		
17	Entrada de señal del sensor de posición del árbol de levas	Sensor árbol de levas CMP
18		
19		
20	Alimentación sensor (+5 V)	Sensor diferencia
21	Sensor power (+3.3V)	Sensor de posición de mariposa
22	Entrada de señal N° 2 del sensor de temperatura del aire de admisión	Sensor de temperatura de admisión
23	Entrada de señal del sensor de presión absoluta del colector (MAPS)	Sensor diferencia presión colector
24	Señal de entrada del sensor de posición de la mariposa (TPS)	Sensor de posición de mariposa
25		
26	Puesta a tierra de sensor	Sensor árbol de levas CMP
27	Salida de control de bobina de encendido (Cilindro N° 2,3)	Bobina de encendido (Cilindro N° 2,3)
28	Salida de control de bobina de encendido (Cilindro N° 1,4)	Bobina de encendido (Cilindro N° 1,4)
29	Salida de control de la válvula solenoide de control de purga	Solenoide válvula canister EVAP
30	Voltaje de alimentación de la batería después del relé	Relé principal
31	Salida del control del relé del ventilador intercooler	Relé del ventilador de refrigeración [BAJO]
32	Alternador PWM control output	Alternador
33	-	
34	-	
35	-	
36	-	
37	Entrada de la señal del interruptor de presión dual del A/C	A/C dual interruptor de presión
38		
39	Entrada de señal de velocidad del vehículo	Módulo de control ABS/ESP [Con ABS/ESP]
40	-	
41	-	
42	-	
43	-	

44	Entrada de señal del sensor de Temperatura del refrigerante del motor (ECTS)	Sensor temperatura refrigerante motor
45	-	
46	-	
47	-	
48	-	
49	-	
50	-	
51	Salida de control del inyector (cilindro N° 3)	Inyector (cilindro N° 3)
52	Salida de control de relé de arranque	Relé de arranque
53	-	
54	Salida de control de la luz del inmovilizador	Luz del inmovilizador (Panel de instrumentos)
55	-	
56	Entrada de señal del sensor de posición del cigüeñal [B]	
57	CAN "ALTO"	Otro módulo de control
58	-	
59	-	
60	Entrada de señal del sensor de velocidad de la rueda [B]	Sensor de velocidad de la rueda (WSS) [sin ABS/ESP]
61	-	
62	-	
63	Puesta a tierra de sensor	Sensor temperatura refrigerante motor
64	-	
65	-	
66	Entrada de señal del sensor de oxígeno calefactado (Sensor 2)	Sensor de oxígeno calefactado (Sensor 2)
67	-	
68	-	
69	-	
70	Puesta a tierra de sensor	Sensor de picado
71	Sensor de oxígeno calefactado (Sensor 2) Salida de control del calefactor	Sensor de oxígeno calefactado (Sensor 2)
72	-	
73	-	

74	Salida de control del inyector (cilindro N° 4)	Inyector (cilindro N° 4)
75	Salida de control del relé de la bomba de combustible [con inmovilizador] A/C compressor relay control output (W/O Immobilizer)	Relé de Bomba Relé del compresor de A/A
76	Fuel pump relay control output (W/O Immobilizer) A/C compressor relay control output (with Immobilizer)	Relé de Bomba Relé del compresor del A/A
77	Puesta a tierra de fuerza	MASA DEL CHASIS
78	Puesta a tierra de sensor	Sensor de posición de cigüeñal (CKPS) con [SG]
79	CAN "Bajo"	Otro módulo de control
80	Línea de comunicación del inmovilizador	Módulo de control del inmovilizador
81	-	
82	Entrada de señal del sensor de velocidad	
83	Puesta a tierra de sensor	Sensor diferencia presión colector
84	-	
85	Puesta a tierra de sensor	Sensor de posición de mariposa
86	Puesta a tierra de sensor	Heated Oxygen Sensor (Sensor 1,2)
87	Entrada de señal del Sensor de Oxígeno calefactado (Sensor 1)	Sensor de oxígeno Calefactado (Sensor 1)
88	-	
89	Entrada de la señal de monitorizado del relé de arranque	Relé de arranque
90	-	
91	Entrada de señal del sensor de picado (KS)	Sensor de picado
92	-	
93	-	
94	-	

Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training Distribución de ECU

Tabla 3.46. Función de los terminales PCM

3.9.- VOLTAJE DE OPERACIÓN

CLAVIJA	DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN	IN/OUTPUT SIGNAL		RESULTADO DE LA COMPROBACIÓN
			TIPO	NIVEL	
1	Salida de control del actuador de control de velocidad de ralentí [ABRIR]	Ralentí	Impulso	ALTO: Voltaje de la batería	13,8 V
				BAJO: Máx. 1,0 V	20mV
2	Salida de control del actuador de control de velocidad de ralentí [CERRAR]	Ralentí	Impulso	ALTO: Voltaje de la batería	13,8 V
				BAJO: Máx. 1,0 V	200mV
3	Puesta a tierra de fuerza	Ralentí	Voltaje CC	Máx. 50mV	
4	Puesta a tierra de fuerza	Ralentí	Voltaje CC	Máx. 50mV	
5	Voltaje de alimentación de la batería después de relé principal	ENC OFF	Voltaje CC	Máx. 1,0 V	31 mV
		ENC ON		Voltaje de la batería	12,1 V
6	Voltaje de alimentación de la batería después de relé principal	ENC OFF	Voltaje CC	Max. 1,0 V	31 mV
		ENC ON		Voltaje de la batería	12,1 V
7	Salida de control del calefactor del sensor de oxígeno calefactado (sensor 1)	Motor en marcha	Impulso	ALTO: Voltaje de la batería	14,2 V
				BAJO: Máx. 1,0 V	220mV
8	Salida de control del inyector (cilindro N°2)	Ralentí	Impulso	ALTO: Voltaje de la batería	13,6 V
				BAJO: Máx. 1,0 V	336 mV
				Vpeak: Máx. 80V	69,7 V
9	Salida de control del inyector (cilindro N°1)	Ralentí	Impulso	ALTO: Voltaje de la batería	13,6 V
				BAJO: Máx. 1,0 V	336mV
				Vpeak: Máx. 80V	69,7 V
10	Entrada de señal de RPM de motor				
11					
12	Entrada de señal del interruptor de arranque				
13	Entrada de señal de carga eléctrica (descongelamiento)				
14	Entrada de señal de actividad del interruptor A/A	INT A/A OFF	CC	Máx 0,5 V	200 mV
		INT A/A ON		Voltaje de la batería	12,6 V

15	Entrada de señal de carga del alternador	Ralentí	Impulso	ALTO: Voltaje de la batería	13,2 V
				BAJO: Máx. 1,5 V	1,34 V
16					
17	Entrada de señal del sensor de Posición del árbol de Levas (CMPS)	Ralentí	Impulso	ALTO: Voltaje de la batería	13,72 V
				BAJO: Máx. 0,5 V	200mV
18	Alimentación del voltaje de la batería tras interruptor de encendido	ENC OFF	CC	Máx. 1,0 V	200 mV
		ENC ON		Voltaje de la batería	12,9 V
19					
20	Alimentación sensor (+5V)	ENC OFF	CC	Máx 0,5 V	3,6 mV
		ENC ON		4,8 ~5,2 V	5,02 V
21	Alimentación del sensor (+5V)	ENC OFF	Voltaje CC	Máx 0,5 V	0 mV
		ENC ON		5 ±0,1 V	4,98 V
22	Entrada de señal N°2 del sensor de a temperatura del aire de admisión (IATS)	Ralentí	Analógico	0 V ~5 V	2,55 V
23	Entrada de señal del sensor de presión absoluta del colector (MAPS)	Ralentí	Analógico	0,8 V ~ 1,6 V	1,37 V
24	Señal de entrada del sensor de posición de la mariposa (TPS)	C.T	Analógico	0,3 ~ 0,9 V	0,65 V
		W.O.T		1,5 ~ 3,0V	1,63 V
25					
26	Puesta a tierra de sensor	Ralentí	CC	Máx 50 mV	12 mV
27	Salida de control de bobina de encendido (cilindro N°2,3)	Ralentí	Impulso	1er voltaje: 300 ~ 400 V	372 V
				Voltaje ON: Máx 2,0V	1,1 V
28	Salida de control de bobina de encendido (cilindro N°1,4)	Ralentí	Impulso	1er voltaje: 300 ~ 400 V	372 V
				Voltaje ON: Máx 2,0V	1,1 V
29	Salida de control de la válvula solenoide de control de purga	Activo	Impulso	ALTO: Voltaje de la batería	14,2 V
		Inactivo		BAJO: Máx. 1,0 V	120 mV
30	Voltaje de alimentación de la batería después de relé principal	ENC OFF	Voltaje CC	Máx 1,0 V	3,1 mV
		ENC ON		Voltaje de la batería	12,1 V

31	Salida del control dl relé del ventilador intercooler	Relé desactivado	CC	Voltaje de la batería	14,12 V
		REL ON		Máx 1,0 V	61,6 mV
32	Alternator PWM control output				
33					
34					
35					
36					
37	Entrada de señal del interruptor de presión dual del A/C	INT A/A OFF	CC	Máx 0,5 V	200mV
		INT A/A ON		Voltaje de la batería	12,6 V
38					
39	Entrada de señal de velocidad del vehículo	Motor en marcha	Impulso	Alto: Min. 4,5 V	5V
				Bajo: Máx 0,5 V	0V
40					
41					
42					
43					
44	Entrada de señal del Sensor de Temperatura del Refrigerante del Motor (ECTS)	Ralentí	Analógico	0,5 ~ 4,5 V	1,43V
45					
46					
47					
48					
49					
50					
51	Salida de control del inyector (cilindro N°3)	Ralentí	Impulso	ALTO: Voltaje de la batería	13,6 V
				BAJO: Máx. 1,0 V	336mV
				Vpeak: Máx. 80V	69,7 V
52	Salida de control de relé de arranque				
53					
54	Salida de control a la luz del inmovilizador	Luz OFF	Voltaje CC	ALTO: Voltaje de la batería	13,2V
		Luz ON		Bajo Máx. 2,0 V	40 mV

55					
56	Entrada de señal del sensor de posición del cigüeñal [B]				
57	CAN "ALTO"	RECESIVO	Impulso	2,0 ~ 3,0 V	2,58 V
		DOMINANTE		2,75 ~ 4,5 V	3,54 V
58					
59					
60	Entrada de señal del sensor de velocidad de la rueda [B]	Vehículo en marcha	Onda de SENO	Vp-p: Min 0,2 V	
61					
62					
63	Puesta a tierra de sensor	Ralentí	CC	Máx 50 mV	16,8 mV
64					
65					
66	Entrada de señal del sensor de oxígeno calefactado (Sensor 2)	Ralentí	Voltaje CC	RICA: 0,6 ~ 1,0 V	740 mV
				POBRE: Máx. 0,4 V	70 mV
67					
68					
69					
70	Puesta a tierra de sensor	Ralentí	Voltaje CC	Máx. 50mV	8mV
71	Sensor de oxígeno calefactado (sensor 2) salida de control de calefactor	Motor en marcha	Impulso	ALTO: Voltaje de la batería	14 V
				BAJO: Máx. 1,0 V	0,31 V
72					
73					
74	Salida de control del inyector (cilindro N°4)	Ralentí	Impulso	ALTO: Voltaje de la batería	13,6 V
				BAJO: Máx. 1,0 V	336 mV
				Vpeak:Máx. 80V	69,7 V
75	Salida de control del relé de la bomba de combustible [con inmovilizador]	Relé desactivado	Voltaje CC	Voltaje de la batería	12,8 V
		REL ON		Máx. 1,0 V	40 mV
				Vpeak: Máx. 70V	47,3 V
				Resistencia:680 Ω	680 Ω

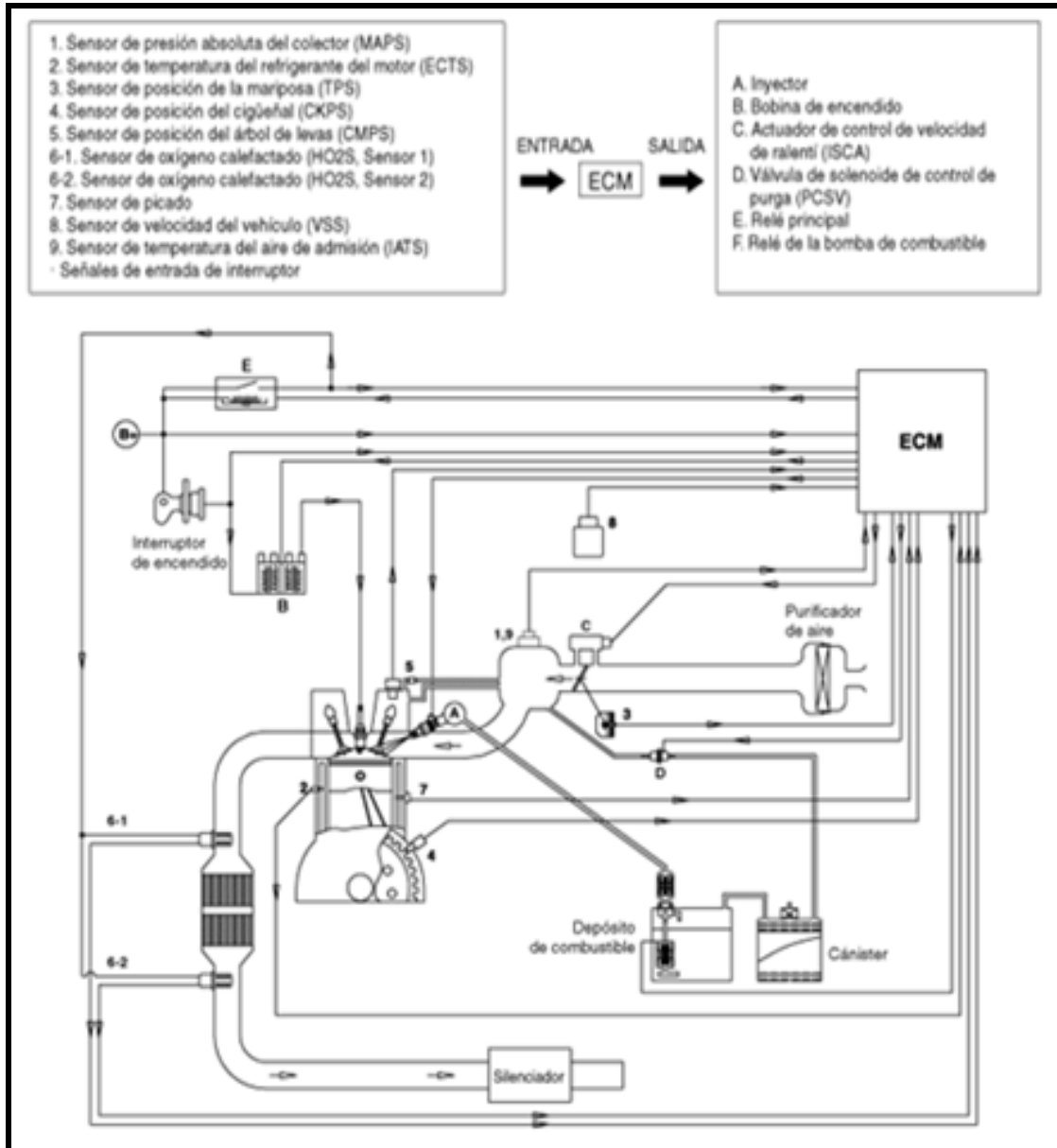
	A/C compresor relay control output (W/O Immobilizer)	A/A OFF	Voltaje CC	Voltaje de la batería	14,3 V
		A/A ON		Máx. 1,0 V	102 mV
76	Fuel Pump Relay control output (With Immobilizer)	Relé desactivado	Voltaje CC	Voltaje de la batería	12,8 V
		REL ON		Máx. 1,0 V	40mV
				Vpeak: Máx. 70V	47,3 V
				Resistencia:680 Ω	680 Ω
	A/C compresor relay control output (With Immobilizer)	A/A OFF	Voltaje CC	Voltaje de la batería	14,3 V
A/A ON	Máx. 1,0 V	102 mV			
77	Puesta a tierra de fuerza	Ralentí	Voltaje CC	Máx. 50mV	
78	Puesta a tierra de fuerza				
79	CAN "Bajo"	RECESIVO	Impulso	2,0 ~ 3,0 V	2,64 V
		DOMINANTE		0,5 ~ 2,25 V	1,52 V
80	Línea de comunicación del Inmovilizador	Tras ENC ON	Impulso	Alto: Min. 8,5 V	118, V
		Comunicación		Bajo: Máx. 3,5 V	1,0 V
81					
82	Entrada de señal del Sensor de Velocidad dela Rueda [A]	Vehículo en marcha	Onda de SENO	Vp-p: Min 0,2 V	
83	Puesta a tierra del sensor	Ralentí	Voltaje CC	Máx. 50mV	7 mV
84					
85	Puesta a tierra del sensor	Ralentí	Voltaje CC	Máx. 50mV	6mV
86	Puesta a tierra del sensor	Ralentí	Voltaje CC	Máx. 50Mv	10 mV
87	Entrada de señal del Sensor de Oxígeno Calefactado (Sensor 1)	Ralentí	Voltaje CC	RICA: 0,6 ~ 1,0 V	740 mV
				POBRE: Máx. 0,4 V	70 mV
88					
89	Entrada de la señal de monitorizado del relé de arranque				
90					
91	Entrada de señal del sensor de picado (KS)	Picado	Frecuencia	0,3 ~ 0,3 V	Normal
		Normal	Irregular	0V	

Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training Distribución de ECU

Tabla 3.47. Voltaje de operación

3.10.- DIAGRAMACIÓN ELÉCTRICA

3.10.1.- DIAGRAMACIÓN ELÉCTRICA DE ENCENDIDO

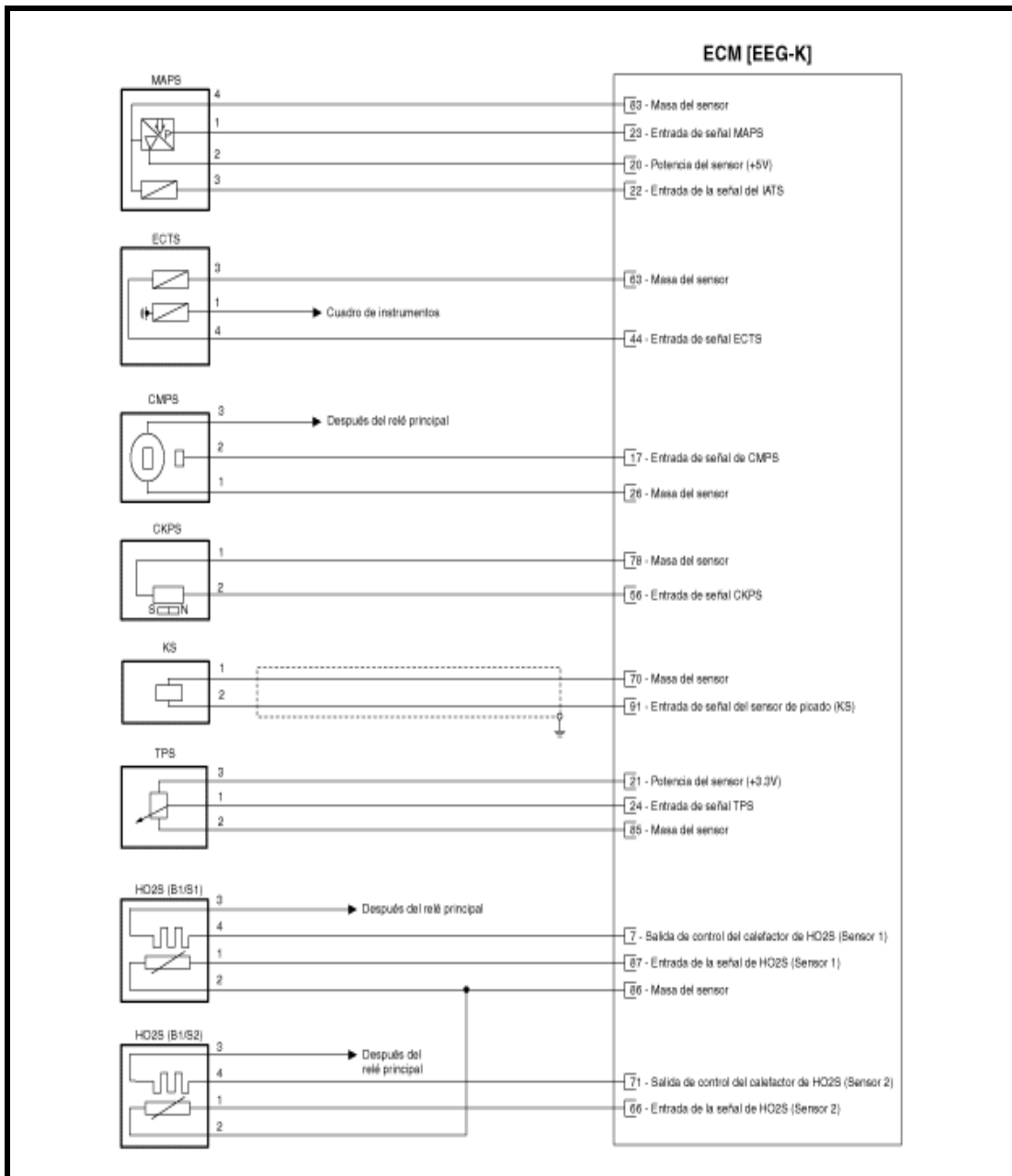


Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training Diagramas Eléctricos

Figura 3.5. Diagramación electrónica sistema de encendido Hyundai i10

La diagramación eléctrica del encendido nos sirve de gran ayuda para determinar con certeza si alguna vez el vehículo sufriera un desperfecto en este sistema que podemos ver en la figura que se encuentra perfectamente detallado.

3.10.2.- DIAGRAMACIÓN ELÉCTRICA SENSORES I10

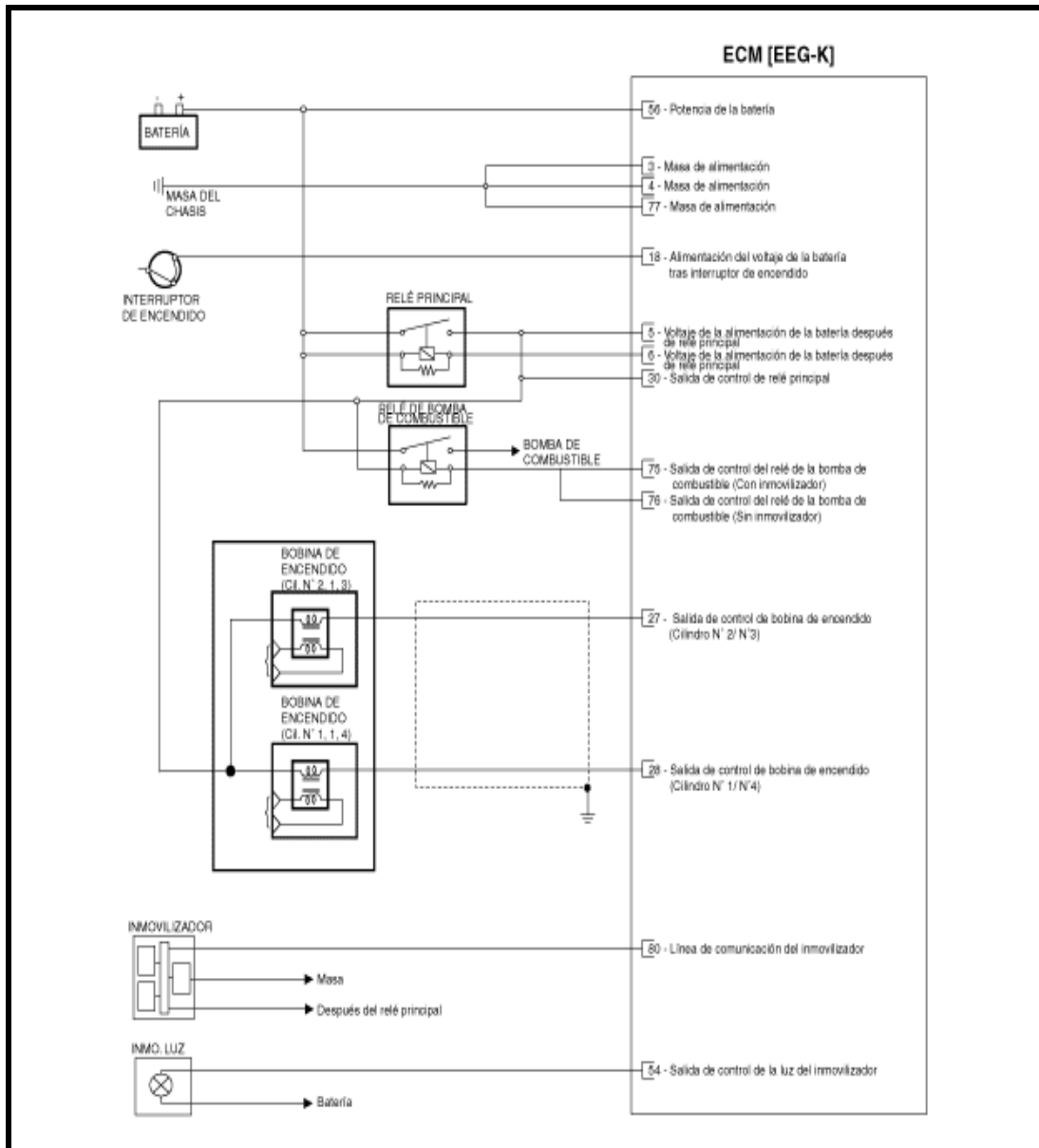


Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training Diagramas Eléctricos

Figura 3.6. Diagramación eléctrica sensores Hyundai i10

Los sensores del vehículo Hyundai i10 son de vital importancia ya que estos interactúan con la ECU del vehículo monitoreando permanentemente todos los sistemas que el auto posee por eso es vital tener un diagrama que nos muestre como realizan el funcionamiento de estos para así poder diagnosticar posibles fallas.

3.10.3.- DIAGRAMA ELÉCTRICO DE ENCENDIDO CON INMOVILIZADOR

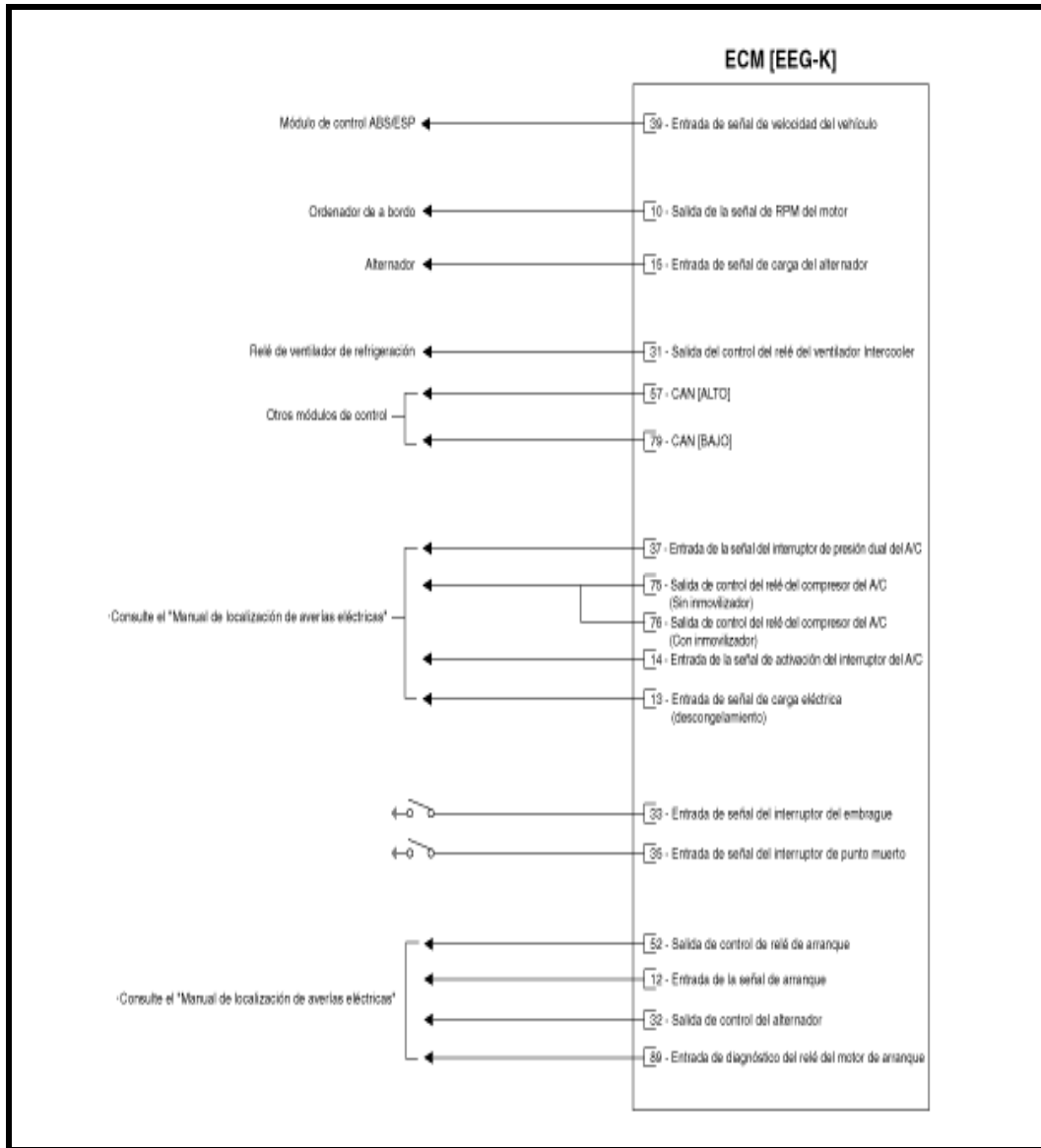


Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training Diagramas Eléctricos

Figura 3.7. Diagrama eléctrico de encendido con inmovilizador

En la actualidad casi todos los vehículos poseen este sistema de encendido con inmovilizador que es un seguro anti robo que posee el vehículo que funciona con la llave del vehículo en cuanto inserte en el swich del auto este detectara por medio de un chip interno en la llave el cual mandara un código a la ECU para que esta la detecte y el auto pueda encender, imposible de bloquearlo manualmente.

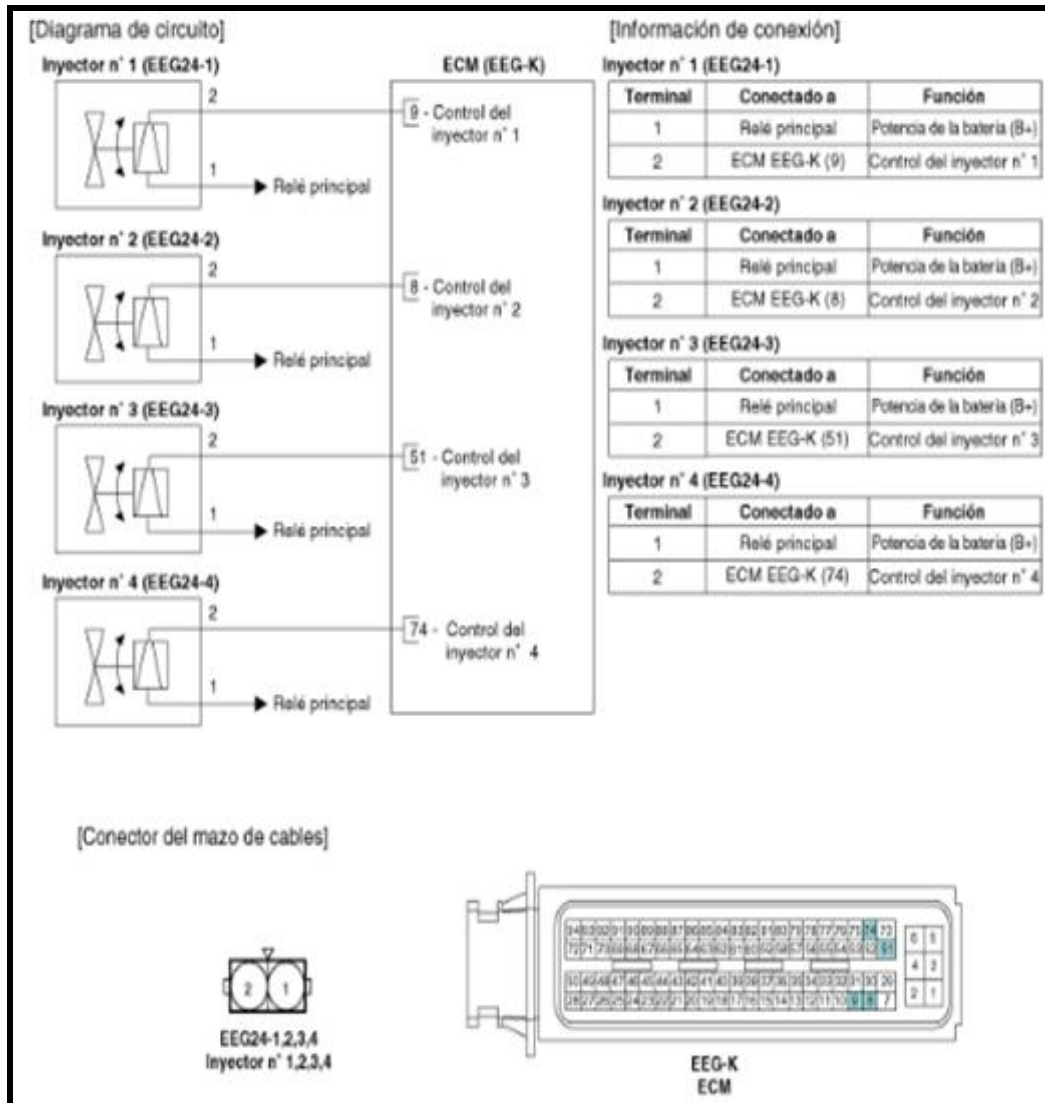
3.10.4.- DIAGRAMA ELÉCTRICO MÓDULOS DE CONTROL HYUNDAI I10



Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training Diagramas Eléctricos
Figura 3.8. Diagrama eléctrico módulos de control Hyundai i10

Los módulos del vehículo son los que administran de una forma exacta todas las funciones del auto haciendo que todas las cosas puedan funcionar en el momento preciso, creando así seguridad en la conducción y la de los pasajeros.

3.10.5.- DIAGRAMACIÓN ELÉCTRICA INYECTORES HYUNDAI I10

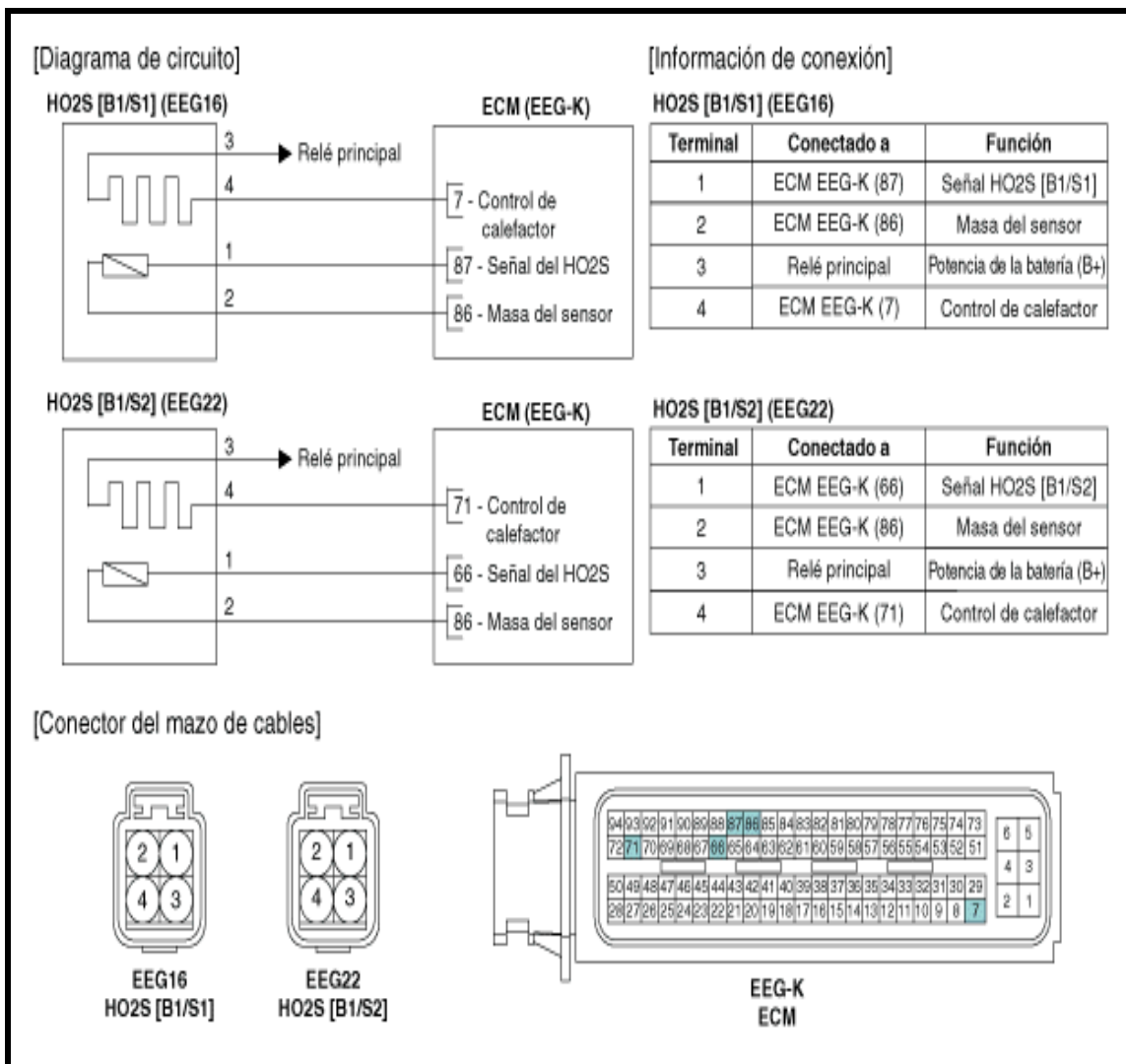


Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training Diagramas Eléctricos

Figura 3.9. Diagrama eléctrico inyectores hyundai i10

Los inyectores del vehículo es la parte más compleja por el funcionamiento constante que estos tienen y manejan voltajes muy altos y a la vez de una revision periodica debido a los malos carburante que poseemos en el país por lo que son susceptibles a daños.

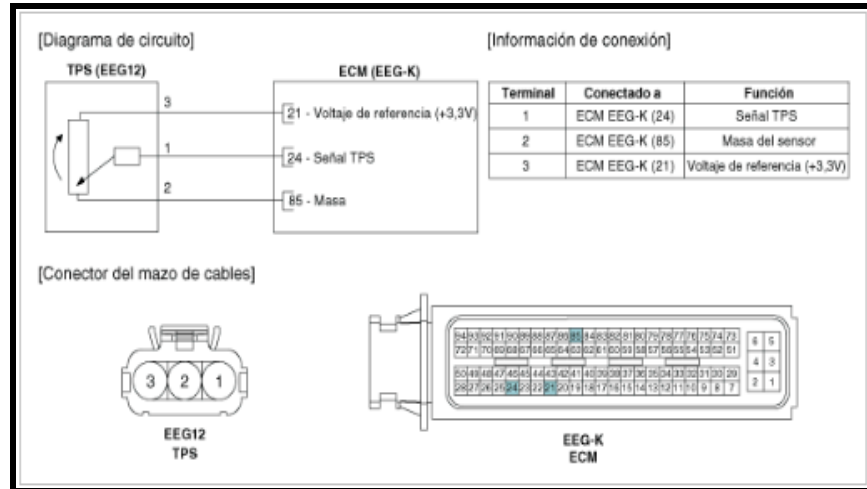
3.10.6.- DIAGRAMA ELÉCTRICO SENSOR DE OXÍGENO HYUNDAI I10



Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training Diagramas Eléctricos
Figura 3.10. Diagrama eléctrico sensor de oxígeno hyundai i10

El sensor de oxígeno por medio de sus señales es quien genera los ajustes de combustibles necesarios para el vehículo por lo que es de vital importancia que este se encuentre en buenas condiciones.

3.10.7.- DIAGRAMA ELÉCTRICO SENSOR DE POSICIÓN DE MARIPOSA TPS HYUNDAI I10

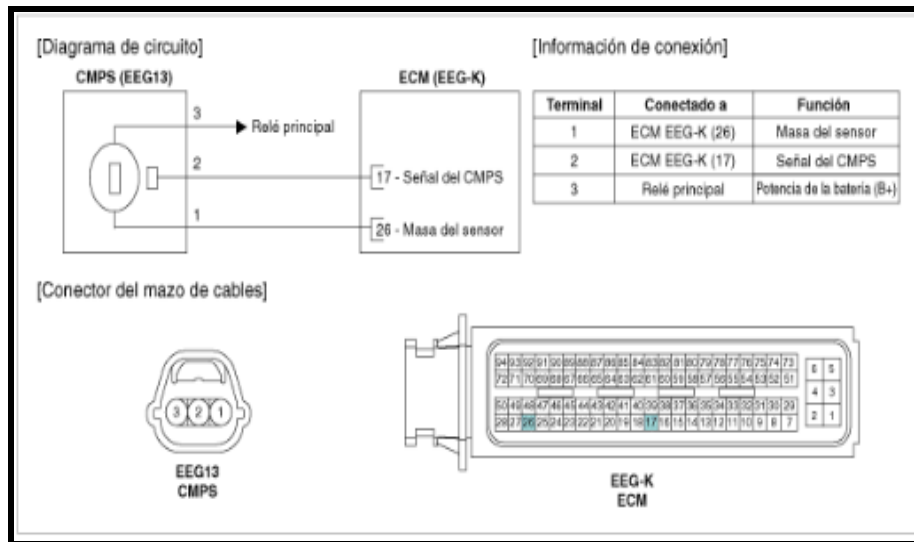


Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training Diagramas Eléctricos

Figura 3.11. Diagrama eléctrico sensor de posición de mariposa TPS Hyundai i10

El sensor de posición de mariposa es quien permite la regulación de la entrada de aire al motor para que se realice la combustión de manera correcta.

3.10.8.- DIAGRAMA ELÉCTRICO SENSOR DE ÁRBOL DE LEVAS CMP

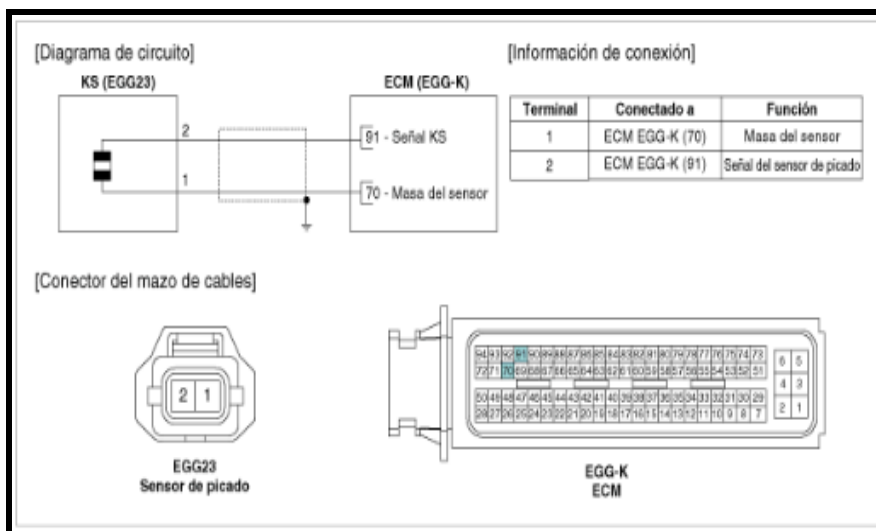


Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training Diagramas Eléctricos

Figura 3.12. Diagrama eléctrico sensor de árbol de levas CMP

CMP o sensor del árbol de levas quien interactúa con la ECU de vehículo al momento del encendido detecta su señal y el auto enciende.

3.10.9.- DIAGRAMA ELÉCTRICO SENSOR DE PICADO HYUNDAI I10

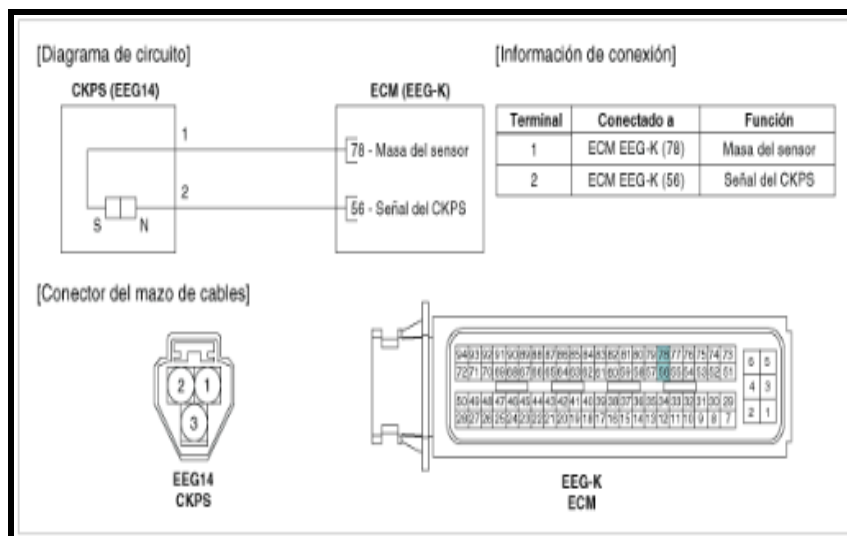


Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training Diagramas Eléctricos

Figura 3.13. Diagrama eléctrico sensor de picado Hyundai i10

Sensor de picado es quien monitorea la estabilidad del motor, posibles averías internas en el motor.

3.10.10.- DIAGRAMA ELÉCTRICO SENSOR DE POSICIÓN DE CIGÜEÑAL CKP

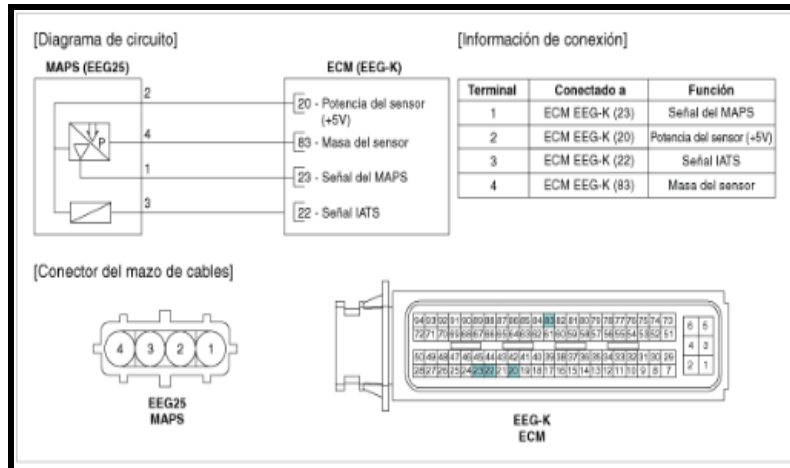


Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training Diagramas Eléctricos

Figura 3.14. Diagrama eléctrico sensor de posición de cigüeñal

CKP sensor de posición de cigüeñal el cual interactúa con la ECU al momento del encendido toma su señal al igual que el CMP.

3.10.11.- DIAGRAMA ELÉCTRICO SENSOR DE TEMPERATURA DE ADMISIÓN



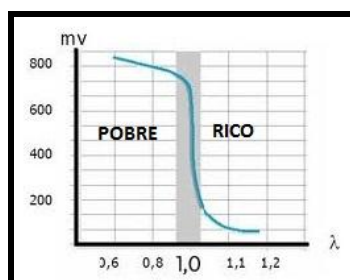
Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training Diagramas Eléctricos

Figura 3.15. Diagrama eléctrico sensor de temperatura de admisión

El sensor de temperatura de admisión es quien acorde a la temperatura ambiente que el aire ingresa al motor este lo regula acorde a la temperatura que se encuentre el motor y así producir una inflamación correcta de la mezcla aire-combustible.

3.11.- DISEÑO DEL SISTEMA DEL CONTROL DE AJUSTE

Este sistema de control de ajustes se lo realizará mediante la construcción de una placa electrónica la cual regulará la señal del sensor de oxígeno la estabilizará para que la PCM la reciba y haga sus respectivos ajustes de combustible ya sean altos para una exigencia de potencia o bajos para economizar combustible sin descuidar la potencia característica del vehículo.



Fuente: <http://www.mástercise.zapto.org/login.asp>

Figura 3.16. Señal sensor de oxígeno de zirconio

El funcionamiento normal del sensor de oxígeno se encuentra sobre rangos de trabajo como son de 0.1 V a 0.4 mezcla pobre y de 0.6 a 1 V mezcla rica donde esta señal es interpretada por la PCM para los respectivos ajustes de combustible que requiera el vehículo.

Existen dos tipos de ajustes de combustibles que son SFT ajuste de combustible a corto plazo y LFT ajuste de combustible a largo plazo.

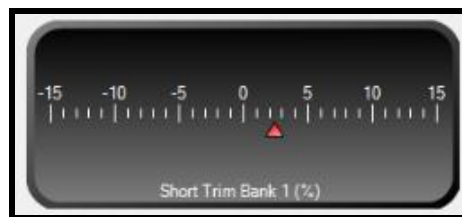
SFT (Short Fuel Trim), ajuste de combustible a corto plazo, indica la compensación que coloca el PCM de acuerdo al promedio de cambios de la señal del sensor de oxígeno

Esta señal es la causante del cambio de rico a pobre, de los sensores de oxígeno. En muchos casos, el SFT estará entre + o - 10 %. Cuando ocurre un cambio de carga extrema (fuerte aceleración), es común tener un ajuste de corta duración de + o - 25 %. Durante una aceleración a fondo, el SFT se irá a 0 % mientras que el sistema de combustible está en lazo abierto.



Fuente: Alex Calderón

Figura 3.17. Ajuste de combustible pobre SFT



Fuente: Alex Calderón

Figura 3.18. Ajustes de combustible rico SFT

LFT (Long Fuel Trim), Ajuste de combustible a largo plazo este indica un valor programado del ajuste sobre el promedio de cambios del sensor de oxígeno

en valores de % este puede ser positivo o negativo de acuerdo a la condición en el caso de alcanzar un valor de 25% se genera un código continuo.

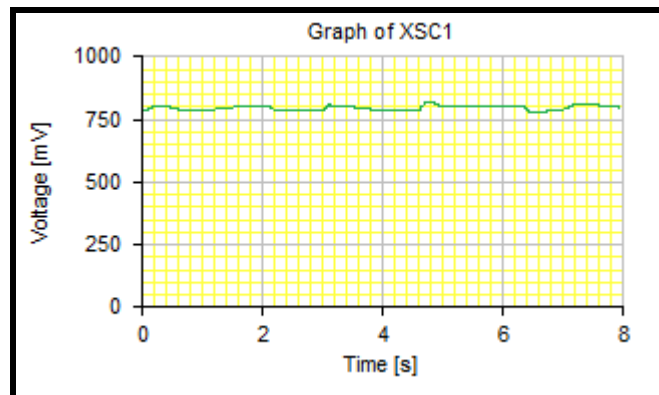
Indica cuanto ha corregido el PCM, al calculado ancho de pulso del combustible. La corrección permitida es de + o - un 20 %. Pero los valores típicos oscilan entre + o - un 12 %.



Fuente: Alex Calderón

Figura 3.19. Ajuste de combustible LFT

Para poder controlar estos ajustes de combustible generaremos una onda que controlaremos mediante una placa electrónica la idea es la siguiente:



Fuente: Alex Calderón

Figura 3.20 Señal sensor de oxígeno estabilizada alta (rico)

Como podemos apreciar en la figura 3.20 ya tenemos la señal estabilizada con la cual podemos controlar los ajustes de combustible en este caso la señal se encuentra en 0.7 V quiere decir que está en una mezcla rica para lo cual la PCM realiza las correcciones de ajuste de combustible a corto plazo SFT en % positivos

con lo que tendremos mayor potencia en el motor y un incremento de consumo de combustible insignificante.

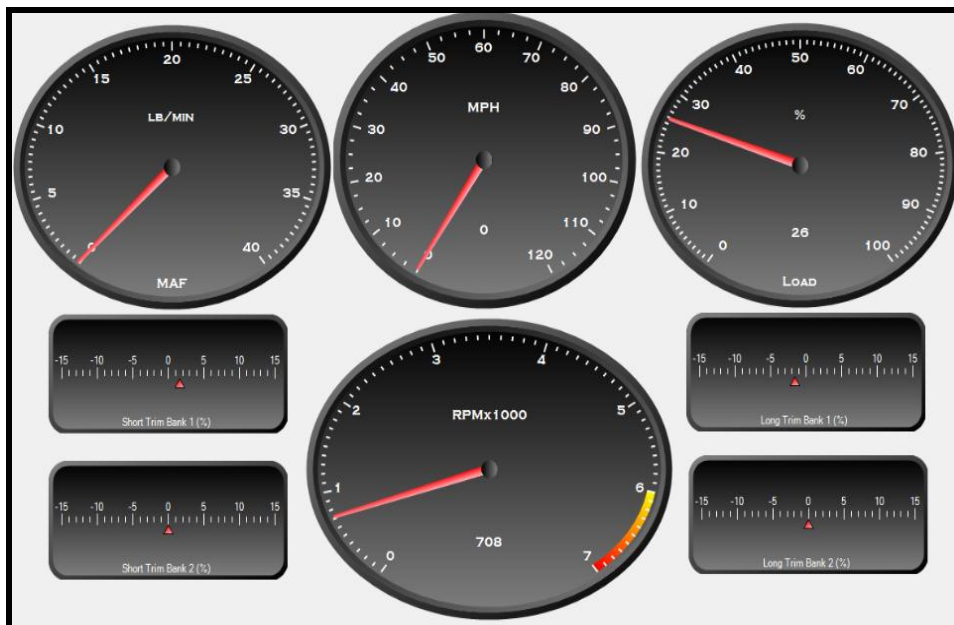


Fuente: Alex Calderón

Figura 3.21. Ajuste de combustible SFT con señal 0.7 V

3.12.- MEDICIÓN DE RANGOS SFT Y LFT ÓPTIMOS PARA EL MOTOR I10

3.12.1.- DASHBOARD RALENTÍ



Fuente: Alex Calderón

Figura 3.22. Dashboard Ralentí

Para el monitoreo en ralentí se observa que el ajuste de combustible a corto plazo SFT se encuentra en un porcentaje positivo de $\%+1.5$ y su corrección, el ajuste de combustible a largo plazo LFT se encuentra en porcentaje negativo de $\%-1.5$ encontrándose así dentro de los parámetros establecidos por el fabricante.

a).- PID Ralentí

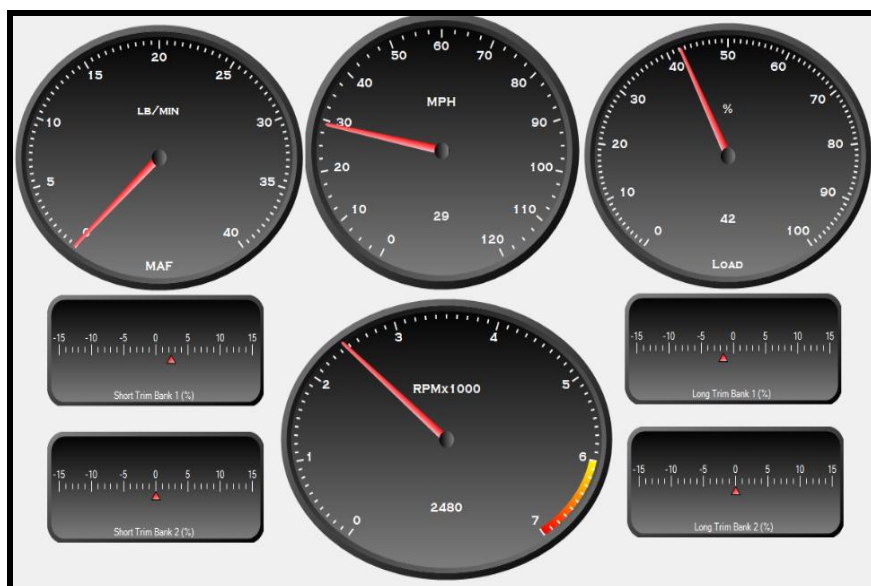
PID	Description	Value	Units
0x0D	Vehicle speed	0	MPH
0x0B	Intake manifold absolute pressure	3.92	PSI
0x0C	Engine RPM	699.25	RPM
0x44	Fuel/Air commanded equivalence ratio	1	
0x04	Calculated load value	27.84	%
0x07	Long term fuel % trim - Bank 1	-2.34	%
0x06	Short term fuel % trim - Bank 1	3.12	%
0x0F	Intake air temperature	98.6	F
0x05	Engine coolant temperature	204.8	F

Fuente: Alex Calderón

Figura 3.23. PID Ralentí

Dentro de la evaluación de PIDS en ralentí podemos apreciar que el motor se encuentra estable a 700 rpm con un ajuste de combustible a corto plazo SFT de $\%+3.12$ y su corrección de ajuste de combustible a largo plazo de $\%-2.34$ encontrándose así dentro de los parámetros establecidos por el fabricante.

3.12.2.- DASHBOARD $\%$ (+) POSITIVO 50 km / h

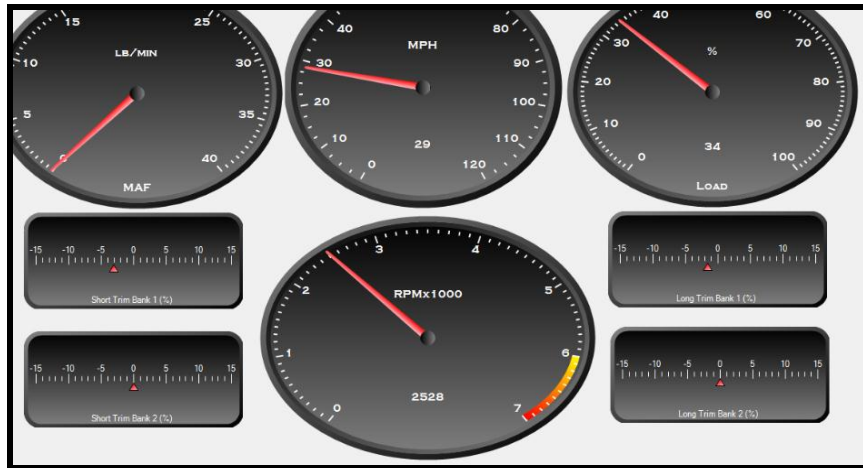


Fuente: Alex Calderón

Figura 3.24. Dashboard $\%$ (+) positivo 50 km / h

Para el monitoreo en ralentí se observa que el ajuste de combustible a corto plazo SFT se encuentra en un porcentaje positivo de $\%+2.5$ y su corrección, el ajuste de combustible a largo plazo LFT se encuentra en porcentaje negativo de $\%-1.5$ encontrándose así dentro de los parámetros establecidos por el fabricante.

3.12.3.- DASHBOARD % (-) NEGATIVO 50 km / h

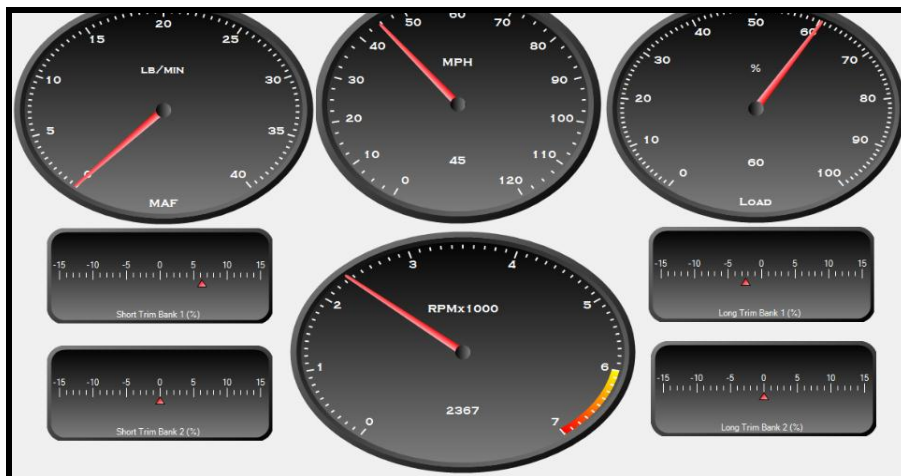


Fuente: Alex Calderón

Figura. 3.25. Dashboard % (-) negativo 50 km / h

Para el monitoreo en ralentí se observa que el ajuste de combustible a corto plazo SFT se encuentra en un porcentaje negativo de %-3.1 y su corrección, el ajuste de combustible a largo plazo LFT se encuentra en porcentaje negativo de %-1.5 encontrándose así dentro de los parámetros establecidos por el fabricante.

3.12.4.- DASHBOARD % (+) POSITIVO 80 km / h

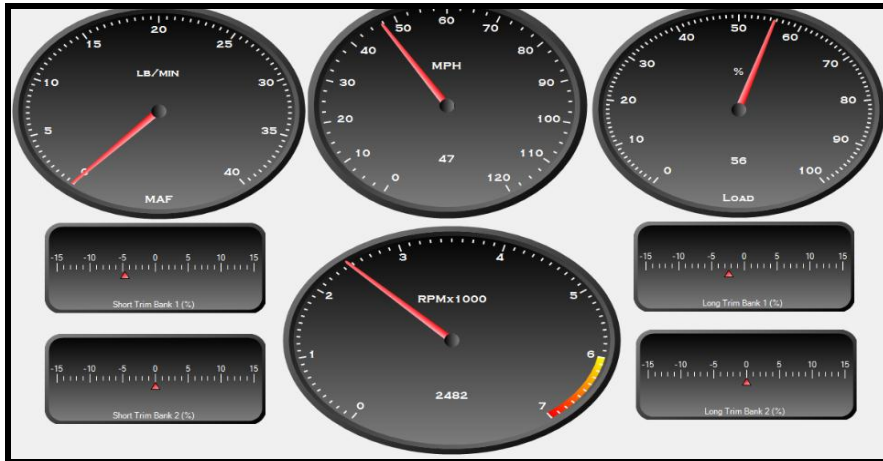


Fuente: Alex Calderón

Figura 3.26. Dashboard % (+) positivo 80 km / h

Para el monitoreo en ralentí se observa que el ajuste de combustible a corto plazo SFT se encuentra en un porcentaje positivo de %+6.1 y su corrección, el ajuste de combustible a largo plazo LFT se encuentra en porcentaje negativo de %-2.1 encontrándose así dentro de los parámetros establecidos por el fabricante.

3.12.5.- DASHBOARD % (-) NEGATIVO 80 km/ h



Fuente: Alex Calderón

Figura 3.27. Dashboard % (-) negativo 80 km / h

Para el monitoreo en ralentí se observa que el ajuste de combustible a corto plazo SFT se encuentra en un porcentaje negativo de %-4.9 y su corrección, el ajuste de combustible a largo plazo LFT se encuentra en porcentaje negativo de %-2.5 encontrándose así dentro de los parámetros establecidos por el fabricante.

3.12.6.- DASHBOARD % (+) POSITIVO 100 km / h

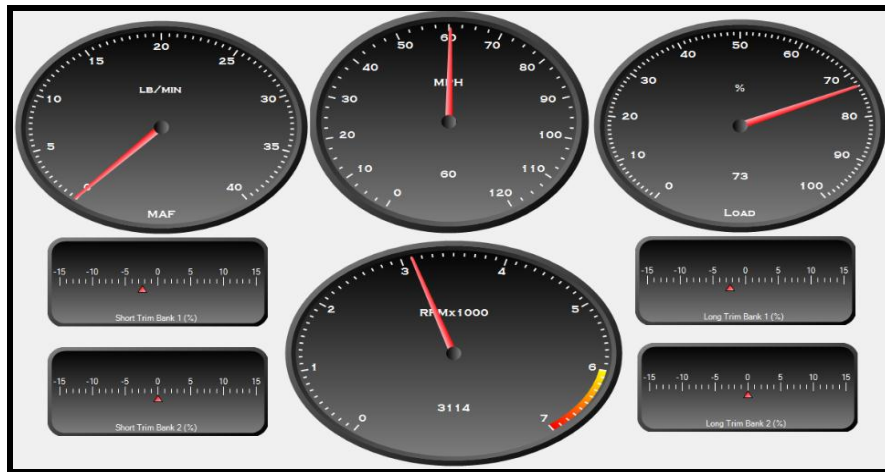


Fuente: Alex Calderón

Figura. 3.28. Dashboard % (+) positivo 100 km / h

Para el monitoreo en ralentí se observa que el ajuste de combustible a corto plazo SFT se encuentra en un porcentaje positivo de %+4.9 y su corrección, el ajuste de combustible a largo plazo LFT se encuentra en porcentaje negativo de %-2.5 encontrándose así dentro de los parámetros establecidos por el fabricante.

3.12.7.- DASHBOARD % (-) NEGATIVO 100 km / h

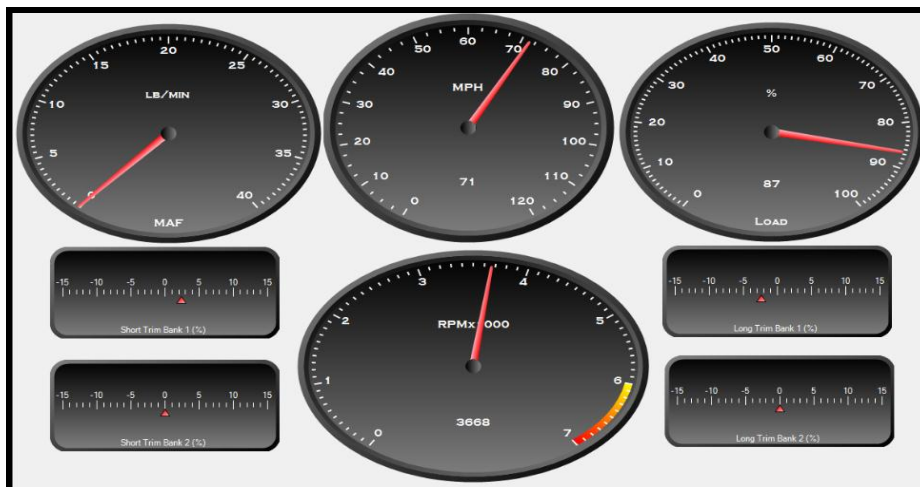


Fuente: Alex Calderón

Figura 3.29. Dashboard % (-) negativo 100 km / h

Para el monitoreo en ralentí se observa que el ajuste de combustible a corto plazo SFT se encuentra en un porcentaje negativo de %-2.5 y su corrección, el ajuste de combustible a largo plazo LFT se encuentra en porcentaje negativo de %-2.5 encontrándose así dentro de los parámetros establecidos por el fabricante.

3.12.8.- DASHBOARD % (+) POSITIVO 120 km / h

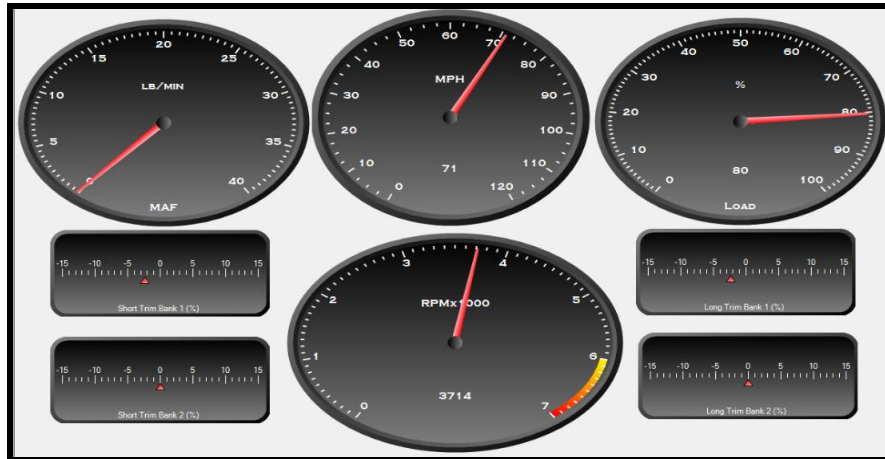


Fuente: Alex Calderón

Figura 3.30. Dashboard % (+) positivo 120 km / h

Para el monitoreo en ralentí se observa que el ajuste de combustible a corto plazo SFT se encuentra en un porcentaje positivo de %+2.5 y su corrección, el ajuste de combustible a largo plazo LFT se encuentra en porcentaje negativo de %-2.5 encontrándose así dentro de los parámetros establecidos por el fabricante.

3.12.9.- DASHBOARD % (-) NEGATIVO 120 km / h

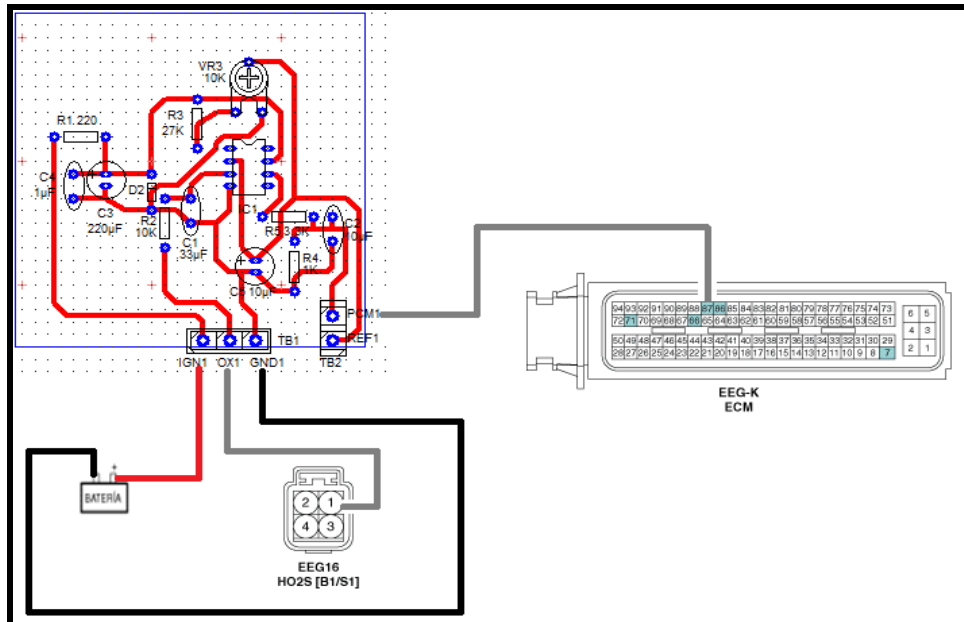


Fuente: Alex Calderón

Figura 3.31. Dashboard % (-) negativo 120 km / h

Para el monitoreo en ralentí se observa que el ajuste de combustible a corto plazo SFT se encuentra en un porcentaje negativo de %-2.5 y su corrección, el ajuste de combustible a largo plazo LFT se encuentra en porcentaje negativo de %-2.5 encontrándose así dentro de los parámetros establecidos por el fabricante.

3.13.- DIAGRAMACIÓN DEL MÓDULO DE OPTIMIZACIÓN DE POTENCIA



Fuente: Diseño Alex Calderón

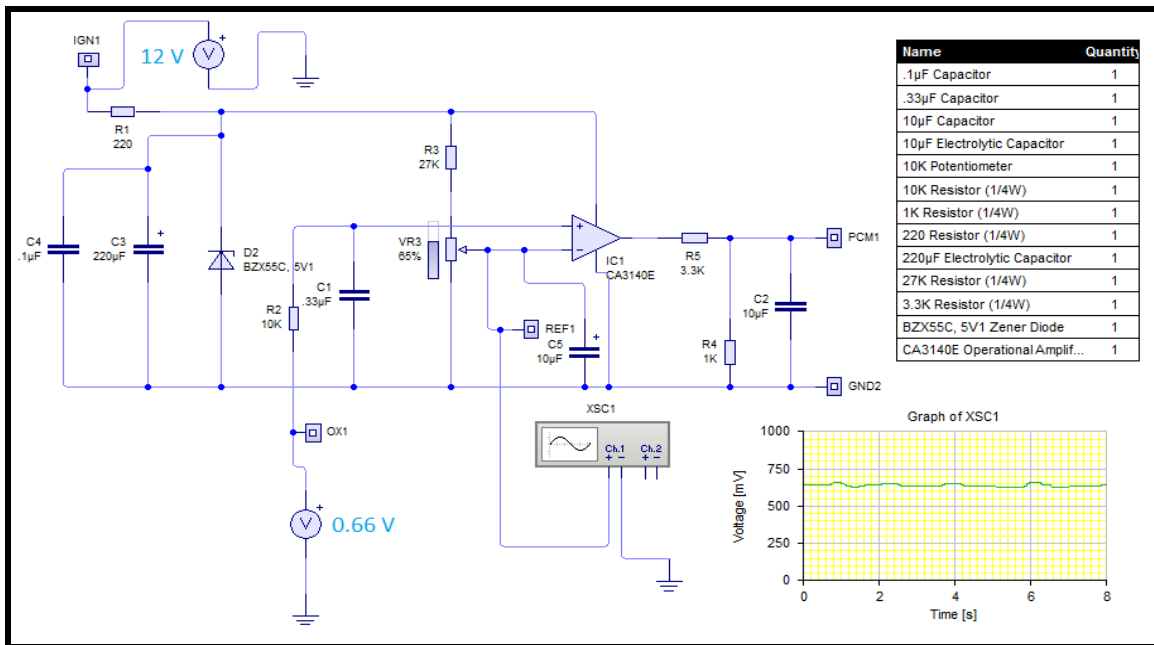
Figura 3.32. Módulo de optimización de potencia

El funcionamiento del módulo de optimización se basa en tomar la señal del sensor de oxígeno y estabilizarlo ya sea alta o baja para ello se ha creado una placa electrónica la cual opera con 12 V, la señal de entrada de oxígeno y su puesta a tierra consta con una referencia de regulación de señal para saber la proporción de voltaje que necesitamos darle a la PCM.

3.14.- SIMULACIÓN ELECTRÓNICA DE FUNCIONAMIENTO MEDIANTE SOFTWARE

Para la simulación de funcionamiento utilizaremos un software llamado livewire el cual nos permitirá realizar circuitos electrónicos donde con las respectivas opciones de comprobación y mediciones que tiene este programa podremos darnos cuenta ciertas anomalías que pueda este presentar y así poderlas corregir.

Este software presenta varias opciones importantes como es la utilización de voltímetros y osciloscopio con lo que así podemos hacer un control de componentes y la verificación de la señal por medio de ondas.



Fuente: Diseño Alex Calderón

Figura 3.33. Simulación electrónica de funcionamiento mediante software mezcla rica

En la figura 3.33 realizamos un control de voltaje mediante un voltímetro ajustamos el voltaje de entrada del sensor de oxígeno en este caso alto que sería una mezcla rica de 0.66 V y verificamos la señal con el osciloscopio donde podemos apreciar que la onda se encuentra estabilizada.

3.15.- PRUEBAS EN PROTOBOARD

3.15.1.- ELEMENTOS ELECTRÓNICOS

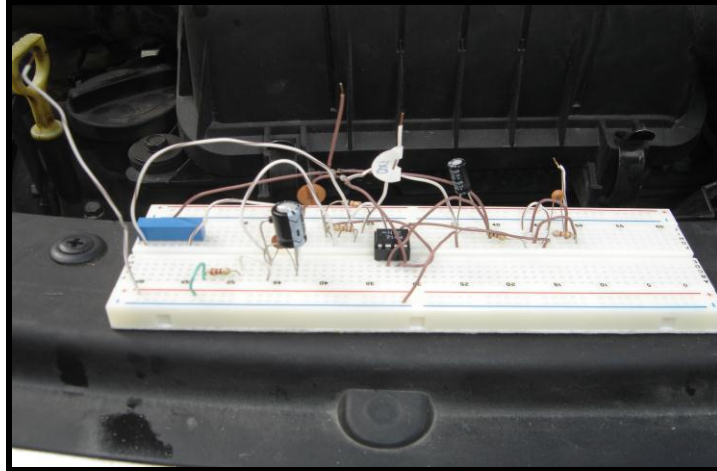
Mediante varias pruebas de funcionamiento se ha escogido los siguientes elementos electrónicos óptimos para el correcto funcionamiento del circuito eléctrico.

Elemento Electrónico	Característica	Cantidad
Capacitor	.1 μF	1
Capacitor	.33 μF	1
Capacitor	10 μF	1
Capacitor electrolítico	10 μF	1
Potenciómetro	10K	1
Resistencia	10K	1
Resistencia	1K	1
Resistencia	220 Ω	1
Resistencia	27K	1
Resistencia	3.3K	1
Capacitor electrolítico	220 μF	1
Diodo Zener	5V	1
Amplificador Operacional	NTE 7144	1

Fuente: Alex Calderón

Tabla 3.48. Elementos electrónicos

Para las pruebas en el protoboar con la ayuda de la simulación en el software LiveWire nosotros ubicaremos los elementos electrónicos con los rangos especificados y sus respectivas características de funcionamiento.



Fuente: Alex Calderón

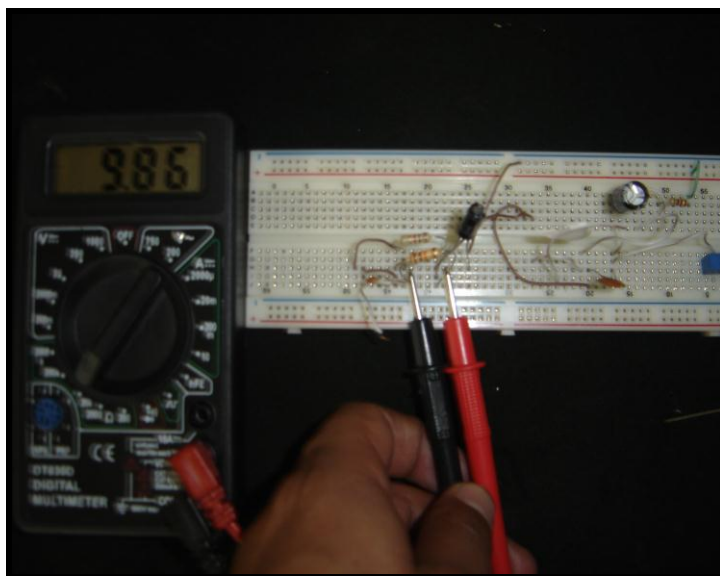
Figura 3.34. Protoboar y elementos electrónicos

Con la ubicación de los elementos electrónicos procedemos a realizar mediciones para su respectiva comprobación las cuales haremos en unidades de medida de Ω , $K\Omega$, V y continuidad.



Fuente: Alex Calderón

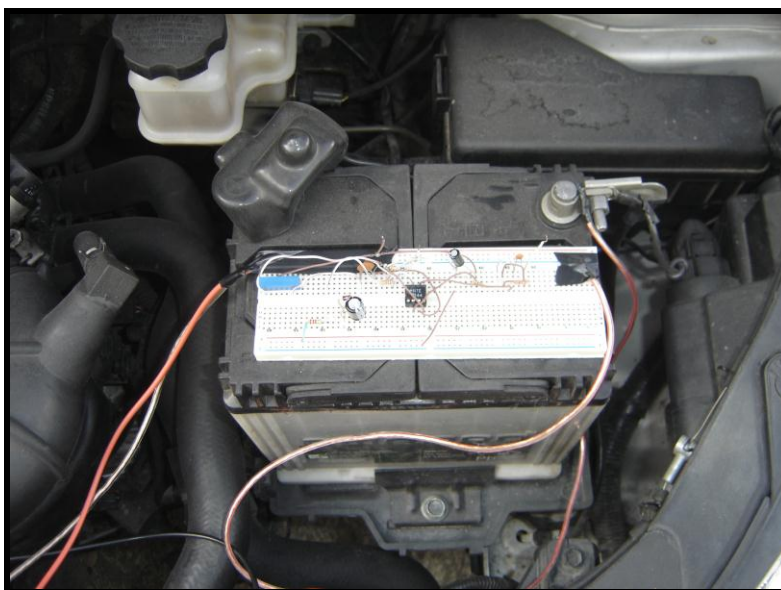
Figura 3.35. Medición con multímetro de resistencia



Fuente: Alex Calderón

Figura 3.36. Medición con multímetro de voltaje

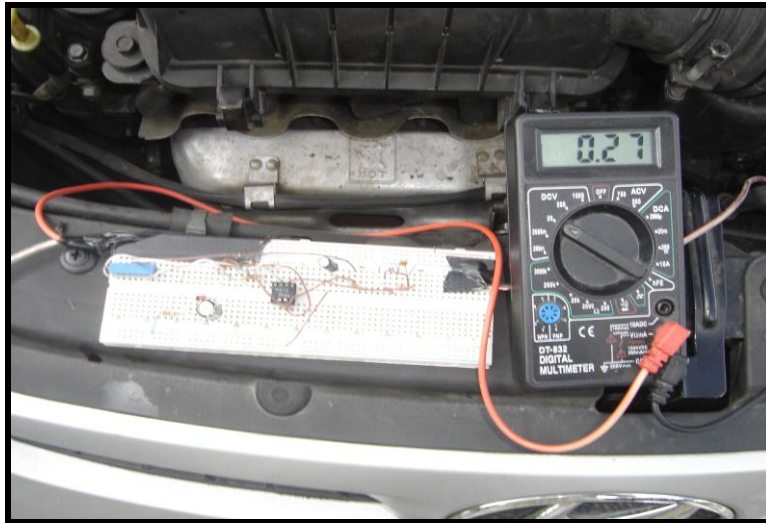
Una vez de cerciorarnos que las conexiones en el protoboar han pasado el control de mediciones procedemos a ponerlo en funcionamiento conectado con el vehículo.



Fuente: Alex Calderón

Figura 3.37. Conexión de protoboar con el auto

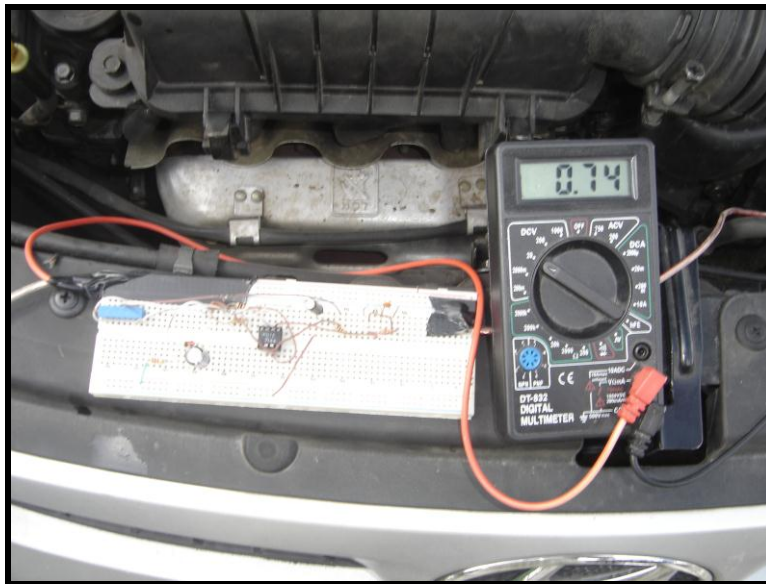
Prueba de protoboar con voltaje de 0.27 V mezcla pobre.



Fuente: Alex Calderón

Figura 3.38. Protoboar conectado con el auto ajustado para mezcla pobre

Prueba de protoboar con voltaje de 0.74 V mezcla rica.

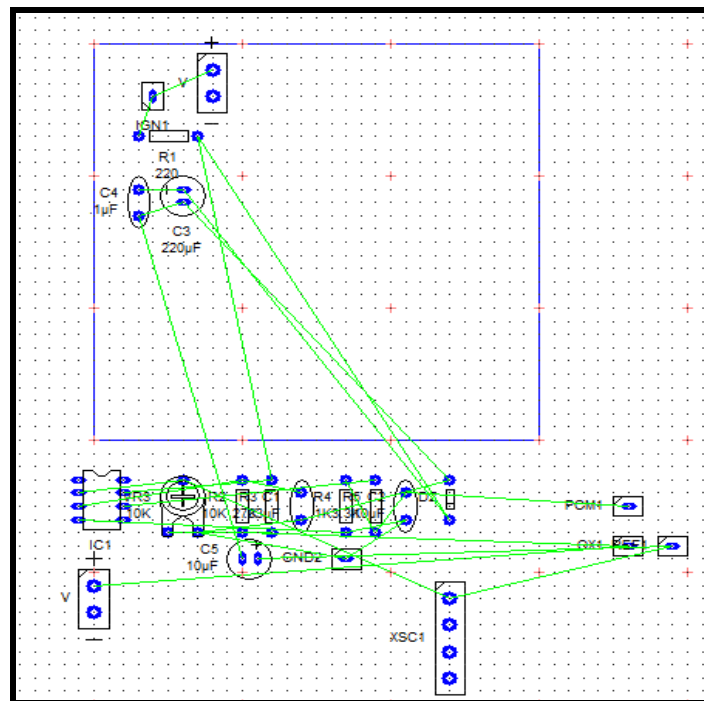


Fuente: Alex Calderón

Figura 3.39. Protoboar conectado con el auto ajustado para mezcla rica

3.16.- DISEÑO DE PLACA ELECTRÓNICA

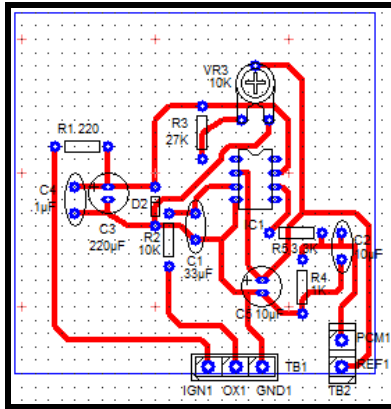
Con el circuito creado en el software livewire se procederá a convertir este circuito a una placa electrónica esto lo realiza este programa automáticamente pasándolo a otro software llamado PCB Wizard donde el software se encarga de ubicar los elementos electrónicos en una forma inteligente.



Fuente: Alex Calderón

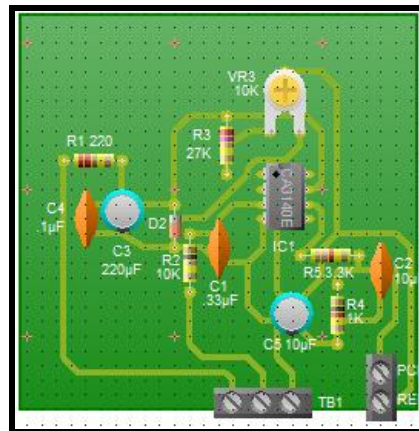
Figura 3.40. PCB Wizard convertidor de circuito a placa electrónica

Una vez que el software coloque de una forma inteligente los elementos electrónicos se podrá manipular manualmente las ubicaciones de los elementos electrónicos si fuese necesaria alguna modificación. Ya terminado el diseño de la placa electrónica se podrá observar el diseño de diversas formas que nos permite este software.



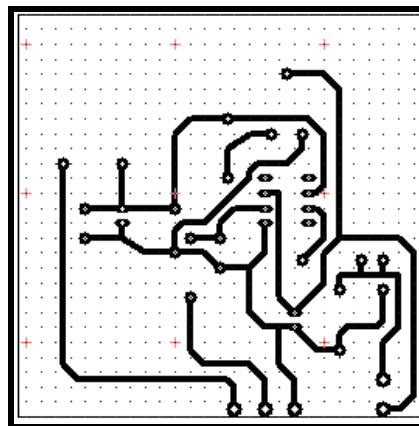
Fuente: Alex Calderón

Figura 3.41. Ruteado normal placa electrónica



Fuente: Alex Calderón

Figura 3.42. Ruteado real de trabajo



Fuente: Alex Calderón

Figura 3.43. Ruteado real de trabajo

CAPÍTULO IV

4.- PRUEBAS DEL SISTEMA

4.1.- MEDICIÓN DE TORQUE Y POTENCIA DEL MOTOR SERIE I10

La medición de torque y potencia del motor Hyundai i10 la realizaremos con la ayuda de un dinamómetro el cual mediante un software nos mostrará las curvas de potencia y torque en tiempo real.

Para esta medición se tomará en cuenta varios parámetros en el vehículo que se pondrán a consideración en el funcionamiento de este.

- 1.- Se deberá verificar que el auto no se encuentre con ningún daño mecánico o electrónico que pueda alterar o dañar la medición de potencia.
- 2.- El vehículo deberá encontrarse con su temperatura adecuada de funcionamiento óptimo.
- 3.- Por precaución se deberá tener el nivel de combustible sobre el medio tanque ya que las pruebas son exigentes y con un nivel bajo de combustible podría la bomba arrastrar alguna suciedad y se podría dañar.
- 4.- De igual forma se deberá mantener un control con el nivel de aceite del vehículo y con el kilometraje para su cambio.
- 5.- Verificaremos el nivel de agua del radiador ya que al ser exigentes las mediciones en el dinamómetro y al encontrarse el laboratorio en un lugar cerrado es de suma importancia que el sistema de refrigeración de auto se encuentre al 100%.

Ahora ya con el auto listo para la medición desbloquearemos los rodillos del dinamómetro para el montaje del vehículo sobre los rodillos.



Fuente: Alex Calderón

Figura 4.1. Montaje del vehículo Hyundai i10 sobre los rodillos del dinamómetro
Desarrollar la calibración de las rpm de los rodillos que deberá ser a 2000 rpm.



Fuente: Alex Calderón

Figura 4.2. Calibración rpm de rodillos

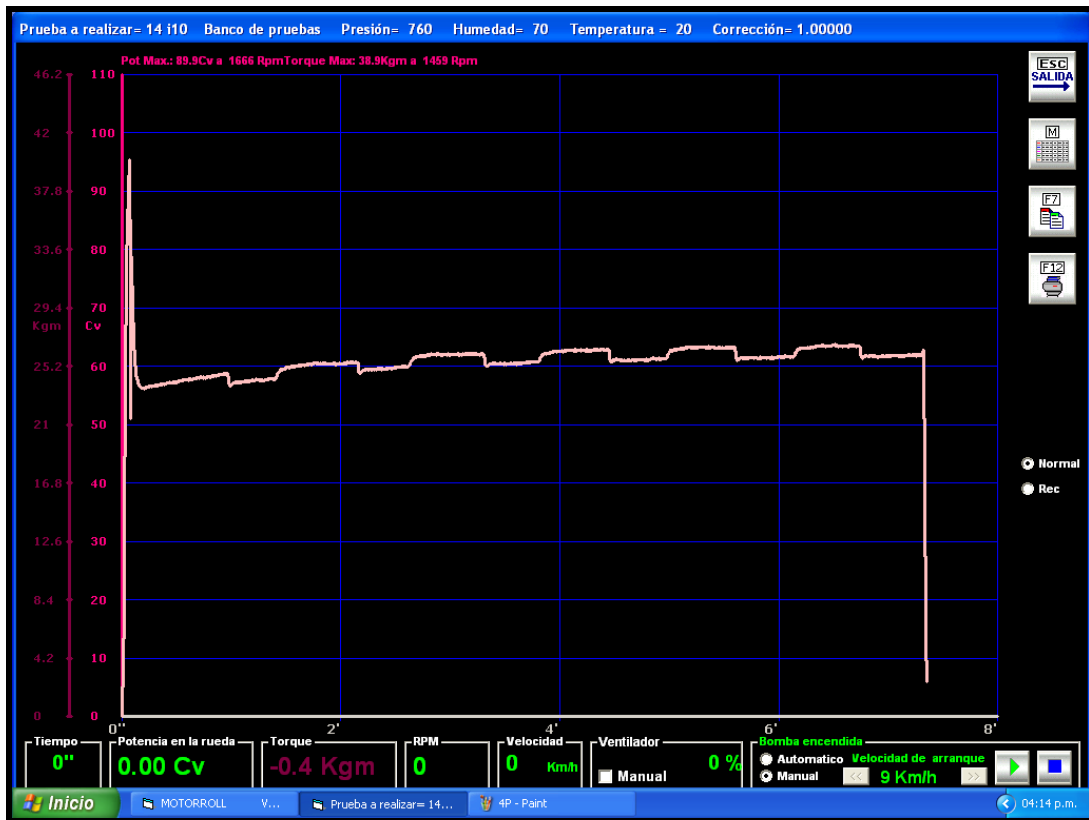
Una vez calibrados los rodillos se realizara las mediciones de torque y potencia.



Fuente: Alex Calderón

Figura 4.3. Primera prueba de potencia y torque del vehículo Hyundai i10 55 CV

Como podemos observar en la figura 4.3 la curva de potencia es de 55 CV que está por debajo del valor nominal que es de 65 CV por lo que podemos darnos cuenta que una de las causas podría ser que el dinamómetro no esté bien calibrado o que no sincronizamos de forma correcta las marchas del vehículo.



Fuente: Alex Calderón

Figura 4.4. Segunda prueba de potencia

Para esta medición que apreciamos en la figura 4.4 se calibrara nuevamente el dinamómetro y se obtuvo mejores resultados en el desempeño de la curva de potencia llegando a 63 CV acercándose al valor nominal característico del auto Hyundai i10.

Después de varios intentos se encontró la puesta a punto del auto y se consiguió la curva de potencia requerida de 65 CV que es la especificación del fabricante, realizando los cambios de marcha a 5500 rpm con excelente sincronización.



Fuente: Alex Calderón

Figura 4.5. Medición de potencia y torque correcta 65 CV

4.2.- AJUSTES Y VERIFICACIÓN DE PARÁMETROS PARA OPTIMIZAR LA POTENCIA DEL MOTOR SERIE I10

Para el ajuste y verificación de parámetros se ha realizado un monitoreo de PIDS general donde podemos apreciar los diferentes parámetros de funcionamiento del vehículo Hyundai i10 en diferentes rangos de trabajo del motor.

4.2.1.- PID RALENTÍ

PID	Description	Value	Units	Min	Mean	Max
SAE 0x0D	Vehicle speed	0	MPH	0	0	0
SAE 0x0B	Intake manifold absolute pressure	3.48	PSI	3.34	3.52	3.77
SAE 0x0C	Engine RPM	701	RPM	680.75	702.69	732.25
SAE 0x44	Fuel/Air commanded equivalence ratio	1		1	1	1
SAE 0x0F	Intake air temperature	125.6	F	116.6	121.28	125.6
SAE 0x04	Calculated load value	24.71	%	24.31	25.76	27.84
SAE 0x05	Engine coolant temperature	201.2	F	174.2	195.4	201.2
SAE 0x06	Short term fuel % trim - Bank 1	1.56	%	-2.34	0.37	3.91
SAE 0x07	Long term fuel % trim - Bank 1	-1.56	%	-1.56	-1.56	-1.56
SAE 0x0E	Ignition timing advance for #1 cylinder	3.5		2	4.91	8
SAE 0x11	Absolute throttle position	7.06	%	7.06	7.06	7.06
SAE 0x14	Oxygen sensor voltage (Bank 1, Sensor 1)	0.66	V	0.09	0.4	0.7
SAE 0x14	Short term fuel trim (Bank 1, Sensor 1)	0	%	-3.12	0.34	3.91
SAE 0x15	Oxygen sensor voltage (Bank 1, Sensor 2)	0.46	V	0.46	0.46	0.46
SAE 0x15	Short term fuel trim (Bank 1, Sensor 2)	-1	%	-1	-1	-1
SAE 0x1F	Time since engine start	896	sec	202	571.36	896
SAE 0x21	Distance traveled while MIL is activated	0	miles	0	0	0
SAE 0x2E	Commanded evaporative purge	0	%	0	0	0
SAE 0x30	Number of warm-ups since DTCs cleared	9		9	9	9
SAE 0x31	Distance traveled since DTCs cleared	463.54	miles	463.54	463.54	463.54
SAE 0x3C	Catalyst temperature (Bank 1 Sensor 1)	970.88	F	587.66	873.56	1001.66
SAE 0x43	Absolute load value	15.29	%	14.9	15.85	17.25

Fuente: Alex Calderón

Tabla 4.1. Pid ralentí general

En la tabla 4.1 se aprecia los rangos de trabajo del motor hyundai i10 entre los más importantes tenemos las RPM, ajustes de combustible, voltaje del sensor de oxígeno, temperatura del catalizador con los cuales hacemos una comparación con los parámetros de funcionamiento que nos da el fabricante y realizamos un análisis con lo que concluimos que deacuerdo a las condiciones de carga y esfuerzo que sometamos al vehículo este modificará los parámetros de funcionamiento que a continuación se observara en las siguientes tablas de funcionamiento.

4.2.2.- PID 1500 RPM

PID	Description	Value	Units	Min	Mean	Max
SAE 0x0D	Vehicle speed	0	MPH	0	0	0
SAE 0x0B	Intake manifold absolute pressure	2.9	PSI	2.61	3.44	4.93
SAE 0x0C	Engine RPM	1504.25	RPM	680.75	761.72	1506
SAE 0x44	Fuel/Air commanded equivalence ratio	1		1	1	1
SAE 0x0F	Intake air temperature	131	F	116.6	125.24	131
SAE 0x04	Calculated load value	20	%	18.43	24.91	33.73
SAE 0x05	Engine coolant temperature	215.6	F	174.2	202.34	215.6
SAE 0x06	Short term fuel % trim - Bank 1	-3.12	%	-4.69	-0.31	3.91
SAE 0x07	Long term fuel % trim - Bank 1	-1.56	%	-1.56	-1.56	-1.56
SAE 0x0E	Ignition timing advance for #1 cylinder	33		2	7.5	33
SAE 0x11	Absolute throttle position	9.02	%	7.06	7.25	9.8
SAE 0x14	Oxygen sensor voltage (Bank 1, Sensor 1)	0.1	V	0.06	0.4	0.76
SAE 0x14	Short term fuel trim (Bank 1, Sensor 1)	-2.34	%	-5.47	-0.34	3.91
SAE 0x15	Oxygen sensor voltage (Bank 1, Sensor 2)	0.46	V	0.46	0.46	0.46
SAE 0x15	Short term fuel trim (Bank 1, Sensor 2)	-1	%	-1	-1	-1
SAE 0x1F	Time since engine start	1124	sec	202	832.68	1124
SAE 0x21	Distance traveled while MIL is activated	0	miles	0	0	0
SAE 0x2E	Commanded evaporative purge	0	%	0	0	0
SAE 0x30	Number of warm-ups since DTCs cleared	9		9	9	9
SAE 0x31	Distance traveled since DTCs cleared	463.54	miles	463.54	463.54	463.54
SAE 0x3C	Catalyst temperature (Bank 1 Sensor 1)	948.56	F	587.66	925.86	1001.66
SAE 0x43	Absolute load value	12.94	%	10.98	15.3	20

Fuente: Alex Calderón

Tabla 4.2. Pid 1500 rpm general

El monitoreo de PIDS para 1500 rpm se encuentra un ajuste de combustible a corto plazo SFT negativo de -3.12% y una corrección de ajuste de combustible a largo plazo LFT negativo de -1.56% encontrándose dentro de los parámetros del fabricante.

4.2.3.- PID 2000 RPM

PID	Description	Value	Units	Min	Mean	Max
SAE 0x0D	Vehicle speed	0	MPH	0	0	0
SAE 0x0B	Intake manifold absolute pressure	2.76	PSI	2.61	3.4	4.93
SAE 0x0C	Engine RPM	2067	RPM	653.25	869.1	2097.75
SAE 0x44	Fuel/Air commanded equivalence ratio	1		1	1	1
SAE 0x0F	Intake air temperature	134.6	F	116.6	127.58	134.6
SAE 0x04	Calculated load value	20	%	16.86	24.7	35.69
SAE 0x05	Engine coolant temperature	210.2	F	174.2	203.42	215.6
SAE 0x06	Short term fuel % trim - Bank 1	1.56	%	-15.62	-0.59	3.91
SAE 0x07	Long term fuel % trim - Bank 1	-1.56	%	-1.56	-1.56	-1.56
SAE 0x0E	Ignition timing advance for #1 cylinder	33.5		-5.5	9.7	35
SAE 0x11	Absolute throttle position	10.2	%	7.06	7.49	13.73
SAE 0x14	Oxygen sensor voltage (Bank 1, Sensor 1)	0.28	V	0.04	0.39	0.78
SAE 0x14	Short term fuel trim (Bank 1, Sensor 1)	-1.56	%	-12.5	-0.56	3.91
SAE 0x15	Oxygen sensor voltage (Bank 1, Sensor 2)	0.46	V	0.46	0.46	0.46
SAE 0x15	Short term fuel trim (Bank 1, Sensor 2)	-1	%	-1	-1	-1
SAE 0x1F	Time since engine start	1285	sec	202	942.9	1285
SAE 0x21	Distance traveled while MIL is activated	0	miles	0	0	0
SAE 0x2E	Commanded evaporative purge	13.33	%	0	0.87	13.33
SAE 0x30	Number of warm-ups since DTCs cleared	9		9	9	9
SAE 0x31	Distance traveled since DTCs cleared	463.54	miles	463.54	463.54	463.54
SAE 0x3C	Catalyst temperature (Bank 1 Sensor 1)	980.78	F	587.66	933.84	1001.66
SAE 0x43	Absolute load value	12.94	%	10.98	15.23	23.53

Fuente: Alex Calderón

Tabla 4.3. Pid 2000 rpm general

El monitoreo de PIDS para 1500 rpm se encuentra un ajuste de combustible a corto plazo SFT positivo de $+1.56\%$ y una corrección de ajuste de combustible a largo plazo LFT negativo de -1.56% encontrándose dentro de los parámetros del fabricante.

4.2.4.- PID 2500 RPM

PID	Description	Value	Units	Min	Mean	Max
SAE 0x0D	Vehicle speed	0	MPH	0	0	0
SAE 0x0B	Intake manifold absolute pressure	3.05	PSI	2.32	3.38	4.93
SAE 0x0C	Engine RPM	2506.25	RPM	653.25	959.91	2610.5
SAE 0x44	Fuel/Air commanded equivalence ratio	1		1	1	1
SAE 0x0F	Intake air temperature	140	F	116.6	129.08	140
SAE 0x04	Calculated load value	20	%	14.9	24.47	35.69
SAE 0x05	Engine coolant temperature	206.6	F	174.2	204.51	215.6
SAE 0x06	Short term fuel % trim - Bank 1	-5.47	%	-15.62	-0.55	6.25
SAE 0x07	Long term fuel % trim - Bank 1	-1.56	%	-1.56	-1.56	-1.56
SAE 0x0E	Ignition timing advance for #1 cylinder	33.5		-5.5	11.09	35
SAE 0x11	Absolute throttle position	10.98	%	7.06	7.7	13.73
SAE 0x14	Oxygen sensor voltage (Bank 1, Sensor 1)	0.08	V	0.04	0.39	0.8
SAE 0x14	Short term fuel trim (Bank 1, Sensor 1)	-2.34	%	-12.5	-0.53	7.03
SAE 0x15	Oxygen sensor voltage (Bank 1, Sensor 2)	0.46	V	0.46	0.46	0.46
SAE 0x15	Short term fuel trim (Bank 1, Sensor 2)	-1	%	-1	-1	-1
SAE 0x1F	Time since engine start	1401	sec	202	1012.9	1401
SAE 0x21	Distance traveled while MIL is activated	0	miles	0	0	0
SAE 0x2E	Commanded evaporative purge	16.47	%	0	1.69	17.65
SAE 0x30	Number of warm-ups since DTCs cleared	9		9	9	9
SAE 0x31	Distance traveled since DTCs cleared	463.54	miles	463.54	463.54	463.54
SAE 0x3C	Catalyst temperature (Bank 1 Sensor 1)	1038.74	F	587.66	945.05	1038.74
SAE 0x43	Absolute load value	13.73	%	10.2	15.14	23.53

Fuente: Alex Calderón

Tabla 4.4. Pid 2500 rpm general

El monitoreo de PIDS para 1500 rpm se encuentra un ajuste de combustible a corto plazo SFT positivo de%+1.56 y una corrección de ajuste de combustible a largo plazo LFT negativo de %-1.56 encontrándose dentro de los parámetros del fabricante.

4.2.5.- PID 3000 RPM

PID	Description	Value	Units	Min	Mean	Max
SAE 0x0D	Vehicle speed	0	MPH	0	0	0
SAE 0x0B	Intake manifold absolute pressure	3.05	PSI	2.32	3.36	4.93
SAE 0x0C	Engine RPM	3017	RPM	653.25	1114.42	3126.5
SAE 0x44	Fuel/Air commanded equivalence ratio	1		1	1	2
SAE 0x0F	Intake air temperature	145.4	F	116.6	131.25	145.4
SAE 0x04	Calculated load value	19.22	%	14.9	24.07	35.69
SAE 0x05	Engine coolant temperature	210.2	F	174.2	205.58	215.6
SAE 0x06	Short term fuel % trim - Bank 1	4.69	%	-15.62	-0.52	8.59
SAE 0x07	Long term fuel % trim - Bank 1	-1.56	%	-1.56	-1.56	-1.56
SAE 0x0E	Ignition timing advance for #1 cylinder	32		-5.5	12.57	35
SAE 0x11	Absolute throttle position	11.37	%	7.06	7.99	13.73
SAE 0x14	Oxygen sensor voltage (Bank 1, Sensor 1)	0.71	V	0.01	0.39	0.82
SAE 0x14	Short term fuel trim (Bank 1, Sensor 1)	8.59	%	-12.5	-0.48	8.59
SAE 0x15	Oxygen sensor voltage (Bank 1, Sensor 2)	0.46	V	0.46	0.46	0.46
SAE 0x15	Short term fuel trim (Bank 1, Sensor 2)	-1	%	-1	-1	-1
SAE 0x1F	Time since engine start	1552	sec	202	1098.92	1552
SAE 0x21	Distance traveled while MIL is activated	0	miles	0	0	0
SAE 0x2E	Commanded evaporative purge	27.45	%	0	3.03	27.45
SAE 0x30	Number of warm-ups since DTCs cleared	9		9	9	9
SAE 0x31	Distance traveled since DTCs cleared	463.54	miles	463.54	463.54	463.54
SAE 0x3C	Catalyst temperature (Bank 1 Sensor 1)	1170.68	F	587.66	969.13	1170.68
SAE 0x43	Absolute load value	13.33	%	9.8	15	23.53

Fuente: Alex Calderón

Tabla 4.5. Pid 3000 rpm general

El monitoreo de PIDS para 1500 rpm se encuentra un ajuste de combustible a corto plazo SFT positivo de%+4.69 y una corrección de ajuste de combustible a largo plazo LFT negativo de %-1.56 encontrándose dentro de los parámetros del fabricante.

4.2.6.- PID 3500 RPM

PID	Description	Value	Units	Min	Mean	Max
SAE 0x0D	Vehicle speed	0	MPH	0	0	0
SAE 0x0B	Intake manifold absolute pressure	2.9	PSI	2.32	3.36	6.09
SAE 0x0C	Engine RPM	3546.5	RPM	653.25	1207.95	3608.75
SAE 0x44	Fuel/Air commanded equivalence ratio	1		0.94	1	2
SAE 0x0F	Intake air temperature	149	F	116.6	133.65	149
SAE 0x04	Calculated load value	20.78	%	14.9	24.13	35.69
SAE 0x05	Engine coolant temperature	210.2	F	174.2	206.2	215.6
SAE 0x06	Short term fuel % trim - Bank 1	2.34	%	-15.62	-0.44	8.59
SAE 0x07	Long term fuel % trim - Bank 1	-1.56	%	-1.56	-1.56	-1.56
SAE 0x0E	Ignition timing advance for #1 cylinder	33		-5.5	12.93	35
SAE 0x11	Absolute throttle position	12.94	%	7.06	8.14	13.73
SAE 0x14	Oxygen sensor voltage (Bank 1, Sensor 1)	0.64	V	0	0.4	0.82
SAE 0x14	Short term fuel trim (Bank 1, Sensor 1)	-3.12	%	-12.5	-0.39	8.59
SAE 0x15	Oxygen sensor voltage (Bank 1, Sensor 2)	0.46	V	0.46	0.46	0.46
SAE 0x15	Short term fuel trim (Bank 1, Sensor 2)	-1	%	-1	-1	-1
SAE 0x1F	Time since engine start	1727	sec	202	1194.14	1727
SAE 0x21	Distance traveled while MIL is activated	0	miles	0	0	0
SAE 0x2E	Commanded evaporative purge	37.25	%	0	3.87	37.25
SAE 0x30	Number of warm-ups since DTCs cleared	9		9	9	9
SAE 0x31	Distance traveled since DTCs cleared	463.54	miles	463.54	463.54	463.54
SAE 0x3C	Catalyst temperature (Bank 1 Sensor 1)	1247.9	F	587.66	1005.26	1247.9
SAE 0x43	Absolute load value	14.51	%	9.8	15.04	23.53

Fuente: Alex Calderón

Tabla 4.6. Pid 3500 rpm general

El monitoreo de PIDS para 1500 rpm se encuentra un ajuste de combustible a corto plazo SFT positivo de $+4.69\%$ y una corrección de ajuste de combustible a largo plazo LFT negativo de -1.56% encontrándose dentro de los parámetros del fabricante.

4.2.7.- PID 4000 RPM

PID	Description	Value	Units	Min	Mean	Max
SAE 0x0D	Vehicle speed	0	MPH	0	0	0
SAE 0x0B	Intake manifold absolute pressure	2.9	PSI	2.32	3.36	6.09
SAE 0x0C	Engine RPM	4034.75	RPM	653.25	1232.1	4034.75
SAE 0x44	Fuel/Air commanded equivalence ratio	1		0.94	1	2
SAE 0x0F	Intake air temperature	150.8	F	116.6	134.77	150.8
SAE 0x04	Calculated load value	21.96	%	14.9	24.17	46.27
SAE 0x05	Engine coolant temperature	204.8	F	174.2	206.04	215.6
SAE 0x06	Short term fuel % trim - Bank 1	-3.91	%	-15.62	-0.45	8.59
SAE 0x07	Long term fuel % trim - Bank 1	-1.56	%	-1.56	-1.56	-1.56
SAE 0x0E	Ignition timing advance for #1 cylinder	33		-5.5	12.95	35
SAE 0x11	Absolute throttle position	14.12	%	7.06	8.18	15.29
SAE 0x14	Oxygen sensor voltage (Bank 1, Sensor 1)	0.08	V	0	0.4	0.82
SAE 0x14	Short term fuel trim (Bank 1, Sensor 1)	-4.69	%	-12.5	-0.4	8.59
SAE 0x15	Oxygen sensor voltage (Bank 1, Sensor 2)	0.46	V	0.46	0.46	0.46
SAE 0x15	Short term fuel trim (Bank 1, Sensor 2)	-1	%	-1	-1	-1
SAE 0x1F	Time since engine start	1796	sec	202	1231.53	1796
SAE 0x21	Distance traveled while MIL is activated	0	miles	0	0	0
SAE 0x2E	Commanded evaporative purge	0	%	0	3.61	37.25
SAE 0x30	Number of warm-ups since DTCs cleared	9		9	9	9
SAE 0x31	Distance traveled since DTCs cleared	463.54	miles	463.54	463.54	463.54
SAE 0x3C	Catalyst temperature (Bank 1 Sensor 1)	1256.18	F	587.66	1022.84	1256.18
SAE 0x43	Absolute load value	15.29	%	9.02	15.04	23.53

Fuente: Alex Calderón

Tabla 4.7. Pid 4000 rpm

El monitoreo de PIDS para 1500 rpm se encuentra un ajuste de combustible a corto plazo SFT negativo de -3.91% y una corrección de ajuste de combustible a largo plazo LFT negativo de -1.56% encontrándose dentro de los parámetros del fabricante.

4.2.8.- PID 4500 RPM

PID	Description	Value	Units	Min	Mean	Max
SAE 0x0D	Vehicle speed	0	MPH	0	0	0
SAE 0x0B	Intake manifold absolute pressure	3.34	PSI	2.32	3.36	6.09
SAE 0x0C	Engine RPM	4539.75	RPM	653.25	1254.3	4539.75
SAE 0x44	Fuel/Air commanded equivalence ratio	1		0.94	1	2
SAE 0x0F	Intake air temperature	150.8	F	116.6	135.58	150.8
SAE 0x04	Calculated load value	24.71	%	14.51	24.19	46.27
SAE 0x05	Engine coolant temperature	208.4	F	174.2	206.42	215.6
SAE 0x06	Short term fuel % trim - Bank 1	-1.56	%	-15.62	-0.5	8.59
SAE 0x07	Long term fuel % trim - Bank 1	-1.56	%	-1.56	-1.56	-1.56
SAE 0x0E	Ignition timing advance for #1 cylinder	33.5		-5.5	12.97	35
SAE 0x11	Absolute throttle position	16.08		7.06	8.22	16.86
SAE 0x14	Oxygen sensor voltage (Bank 1, Sensor 1)	0.72	V	0	0.4	0.83
SAE 0x14	Short term fuel trim (Bank 1, Sensor 1)	-3.12	%	-12.5	-0.45	8.59
SAE 0x15	Oxygen sensor voltage (Bank 1, Sensor 2)	0.46	V	0.46	0.46	0.46
SAE 0x15	Short term fuel trim (Bank 1, Sensor 2)	-1	%	-1	-1	-1
SAE 0x1F	Time since engine start	1867	sec	202	1268.63	1867
SAE 0x21	Distance traveled while MIL is activated	0	miles	0	0	0
SAE 0x2E	Commanded evaporative purge	0	%	0	3.4	37.25
SAE 0x30	Number of warm-ups since DTCs cleared	9		9	9	9
SAE 0x31	Distance traveled since DTCs cleared	463.54	miles	463.54	463.54	463.54
SAE 0x3C	Catalyst temperature (Bank 1 Sensor 1)	1261.22	F	587.66	1036.28	1261.22
SAE 0x43	Absolute load value	17.65	%	9.02	15.11	39.61

Fuente: Alex Calderón

Tabla 4.8. Pid 4500 rpm general

El monitoreo de PIDS para 1500 rpm se encuentra un ajuste de combustible a corto plazo SFT negativo de%-1.56 y una corrección de ajuste de combustible a largo plazo LFT negativo de %-1.56 encontrándose dentro de los parámetros del fabricante.

4.2.9.- PID 5000 RPM

PID	Description	Value	Units	Min	Mean	Max
SAE 0x0D	Vehicle speed	0	MPH	0	0	0
SAE 0x0B	Intake manifold absolute pressure	3.92	PSI	2.32	3.37	6.09
SAE 0x0C	Engine RPM	5042.75	RPM	653.25	1288.07	5042.75
SAE 0x44	Fuel/Air commanded equivalence ratio	1		0.94	1	2
SAE 0x0F	Intake air temperature	152.6	F	116.6	136.47	152.6
SAE 0x04	Calculated load value	28.63	%	14.51	24.25	54.51
SAE 0x05	Engine coolant temperature	215.6	F	174.2	206.67	215.6
SAE 0x06	Short term fuel % trim - Bank 1	0	%	-15.62	-0.52	8.59
SAE 0x07	Long term fuel % trim - Bank 1	-1.56	%	-1.56	-1.56	-1.56
SAE 0x0E	Ignition timing advance for #1 cylinder	36		-5.5	13.07	37.5
SAE 0x11	Absolute throttle position	17.65	%	7.06	8.31	18.82
SAE 0x14	Oxygen sensor voltage (Bank 1, Sensor 1)	0.64	V	0	0.4	0.83
SAE 0x14	Short term fuel trim (Bank 1, Sensor 1)	-1.56	%	-12.5	-0.48	8.59
SAE 0x15	Oxygen sensor voltage (Bank 1, Sensor 2)	0.46	V	0.46	0.46	0.46
SAE 0x15	Short term fuel trim (Bank 1, Sensor 2)	-1	%	-1	-1	-1
SAE 0x1F	Time since engine start	1936	sec	202	1305.47	1936
SAE 0x21	Distance traveled while MIL is activated	0	miles	0	0	0
SAE 0x2E	Commanded evaporative purge	69.02	%	0	3.67	69.02
SAE 0x30	Number of warm-ups since DTCs cleared	9		9	9	9
SAE 0x31	Distance traveled since DTCs cleared	463.54	miles	463.54	463.54	463.54
SAE 0x3C	Catalyst temperature (Bank 1 Sensor 1)	1315.4	F	587.66	1049.46	1315.4
SAE 0x43	Absolute load value	20.39	%	9.02	15.14	39.61

Fuente: Alex Calderón

Tabla 4.9. Pid 5000 rpm general

El monitoreo de PIDS para 1500 rpm se encuentra un ajuste de combustible a corto plazo SFT negativo de%-1.56 y una corrección de ajuste de combustible a largo plazo LFT negativo de %-1.56 encontrándose dentro de los parámetros del fabricante.

Una vez que se obtiene todos los parámetros óptimos de funcionamiento se analizara los rangos más óptimos y se tomara estos resultados como referencia ajustando el sensor de oxígeno a parámetros mínimos permitidos y máximos permitidos para en un futuro no tener alteraciones ni defectos de funcionamiento; para ello, se ha estudiado detenidamente como está constituido cada elemento electrónico que controla al motor Hyundai i10.

4.3.- MONITOREO DE PIDS DEL SISTEMA DE AJUSTE DE COMBUSTIBLE

Anteriormente, se habló que existen dos tipos de ajustes de combustibles a corto plazo y a largo plazo quienes reciben la señal del sensor de oxígeno acorde a las exigencias del motor para realizar la dosificación en cada cilindro del motor, a continuación mostraremos el monitoreo de PIDS de los ajustes de combustible para exigencias tanto en carretera como carga al motor.

4.3.1.- MONITOREO DE PIDS CARRETERA

a).- Pids 50 km/h

En el monitoreo de PIDS para 50 km/h on board en tiempo real los ajustes de combustible para un SFT tenemos un valor %-7.81 y para un LFT un valor %-1.56 encontrándose dentro de los valores requeridos por el vehículo.

0x07	Long term fuel % trim - Bank 1	-1.56	%
0x06	Short term fuel % trim - Bank 1	-7.81	%

Fuente: Alex Calderón

Tabla 4.10. Ajuste de combustible SFT y LFT 50 km/h

Correcciones para los ajuste de combustible SFT y LFT



Fuente: Alex Calderón

Figura 4.6. Ajuste de combustible SFT -%



Fuente: Alex Calderón

Figura 4.7. Ajuste de combustible SFT +%



Fuente: Alex Calderón

Figura 4.8. Ajuste de combustible LFT -%

b).- Pids 80 km/h

En el monitoreo de PIDS para 50 km/h on board en tiempo real los ajustes de combustible para un SFT tenemos un valor %-1.56 y para un LFT un valor %-0.78 encontrándose dentro de los valores requeridos por el vehículo.

0x07	Long term fuel % trim - Bank 1	-0.78	%
0x06	Short term fuel % trim - Bank 1	-1.56	%

Fuente: Alex Calderón

Tabla 4.11. Ajuste de combustible SFT y LFT 80 km/h

Correcciones para los ajuste de combustible SFT y LFT



Fuente: Alex Calderón

Figura 4.9. Ajuste de combustible SFT -%



Fuente: Alex Calderón

Figura 4.10. Ajuste de combustible SFT +%



Fuente: Alex Calderón

Figura 4.11. Ajuste de combustible LFT -%

c).- Pids 100 km/h

En el monitoreo de PIDS para 50 km/h on board en tiempo real los ajustes de combustible para un SFT tenemos un valor %-9.38 y para un LFT un valor %-0.78 encontrándose dentro de los valores requeridos por el vehículo.

0x07	Long term fuel % trim - Bank 1	-0.78	%
0x06	Short term fuel % trim - Bank 1	-9.38	%

Fuente: Alex Calderón

Tabla 4.12. Ajuste de combustible SFT y LFT 100 km/h

Correcciones para los ajuste de combustible SFT y LFT



Fuente: Alex Calderón

Figura 4.12. Ajuste de combustible SFT -%



Fuente: Alex calderón

Figura 4.13. Ajuste de combustible SFT +%



Fuente: Alex calderón

Figura 4.14 Ajuste de combustible LFT -%

d).- Pids 120 km/h

En el monitoreo de PIDS para 50 km/h on board en tiempo real los ajustes de combustible para un SFT tenemos un valor %-4.69 y para un LFT un valor %-2.34 encontrándose dentro de los valores requeridos por el vehículo.

0x07	Long term fuel % trim - Bank 1	-2.34	%
0x06	Short term fuel % trim - Bank 1	-4.69	%

Fuente: Alex calderón

Tabla 4.13. Ajuste de combustible SFT y LFT 120 km/h

Correcciones para los ajuste de combustible SFT y LFT



Fuente: Alex Calderón

Figura 4.15. Ajuste de combustible SFT -%



Fuente: Alex Calderón

Figura 4.16. Ajuste de combustible SFT +%



Fuente: Alex Calderón

Figura 4.17. Ajuste de combustible LFT -%

4.4.- MEDICIONES CON OSCILOSCOPIO PARA OBTENCIÓN DE CURVAS ELÉCTRICAS DEL SISTEMA ESTÁNDAR

Para la obtención de curvas eléctricas se utilizara el osciloscopio automotriz OTC donde se tomara la señal del sensor de oxígeno y de los inyectores como actuadores.

4.4.1.- CURVA ELÉCTRICA SENSOR DE OXÍGENO

Para obtener la curva del sensor de oxígeno se procederá a realizar las conexiones con el osciloscopio conectando la punta amarilla a la salida de señal del sensor de oxígeno y la punta negra a masa (negativo de batería) esta prueba se lo realiza en KOER.



Fuente: Alex Calderón

Figura 4.18. Conexión osciloscopio sensor de oxígeno motor Hyundai i10

Una vez conectado el OTC se buscara la opción de sensores y presionamos la opción Sensor de oxígeno O_2 y se obtendrá la curva eléctrica del sensor de oxígeno.



Fuente: Alex Calderón

Figura 4.19. Señal estándar del sensor de oxígeno

En la figura 4.19 se aprecia como cicla la señal del sensor de oxígeno que se encuentra en una escala de 0.2 V por lo que este fluctúa de 0.1 V a 0.8 V lo que nos indica que se encuentra en perfectas condiciones.

4.4.2.- CURVAS ELÉCTRICAS INYECTORES (ACTUADORES)

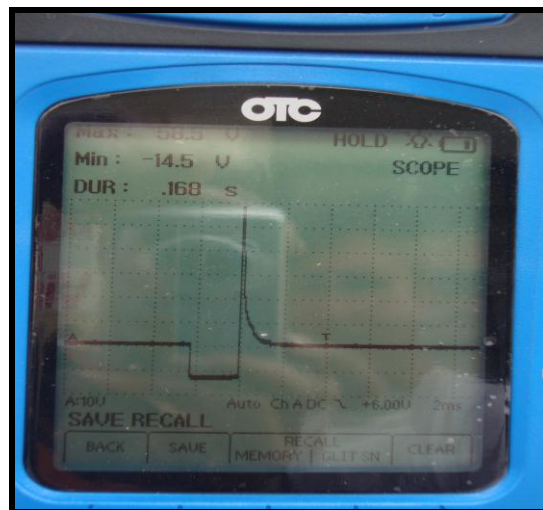
Para obtener las curvas de los inyectores procedemos a realizar las conexiones con el osciloscopio en este caso inyector por inyector conectaremos la punta amarilla en la salida de señal del inyector y la punta negra en la masa del mismo inyector esta prueba se lo realiza en KOER con el auto encendido.



Fuente: Alex Calderón

Figura 4.20. Conexión osciloscopio inyector Hyundai i10

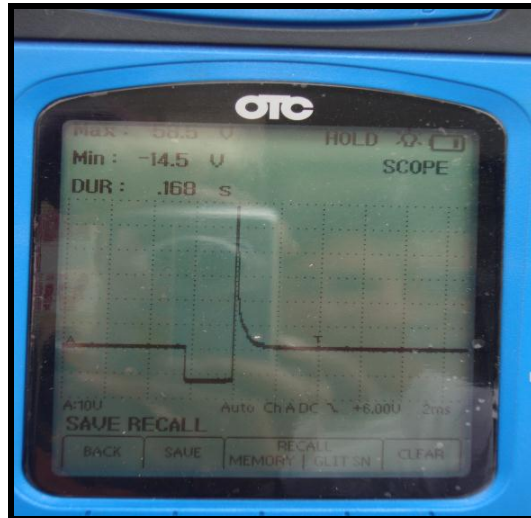
Una vez conectado el OTC se buscará la opción actuadores y presionamos inyector cilindro # 1 y obtenemos la curva eléctrica del inyector.



Fuente: Alex Calderón

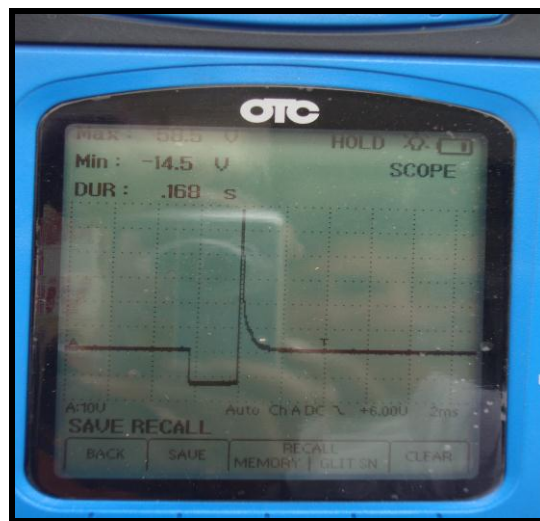
Figura 4.21. Curva eléctrica inyector cilindro #1 Hyundai i10

Se observa en la figura 4.21 la escala del tiempo es de 2 ms y la de voltaje es de 10V por lo que se obtiene en el cilindro # 1 un tiempo de quemado de 2ms y un voltaje pico de 58.8 V y se deduce que este inyector se encuentra en perfecto estado.



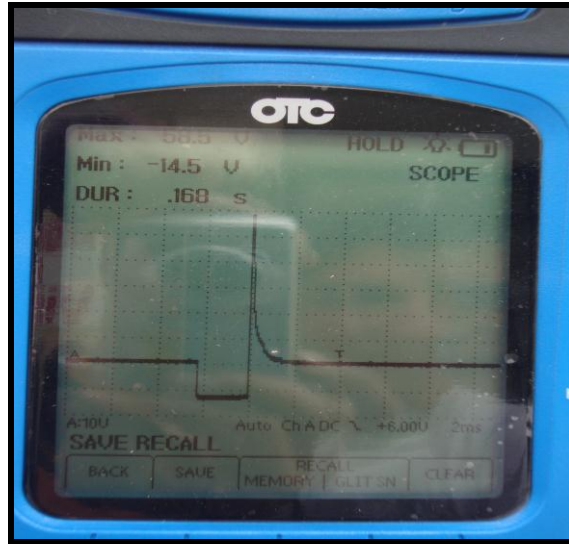
Fuente: Alex Calderón

Figura 4.22. Curva eléctrica inyector cilindro #2 Hyundai i10



Fuente: Alex Calderón

Figura 4.23. Curva eléctrica inyector cilindro #3 Hyundai i10

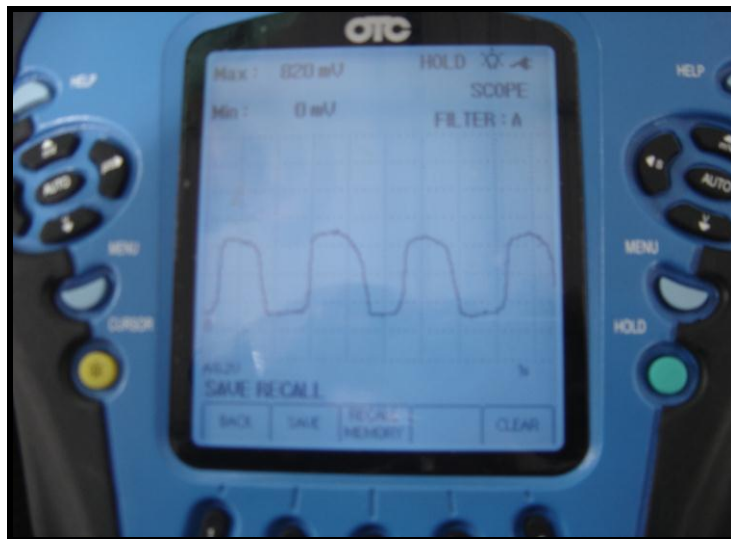


Fuente: Alex Calderón

Figura 4.24. Curva eléctrica inyector cilindro #4 Hyundai i10

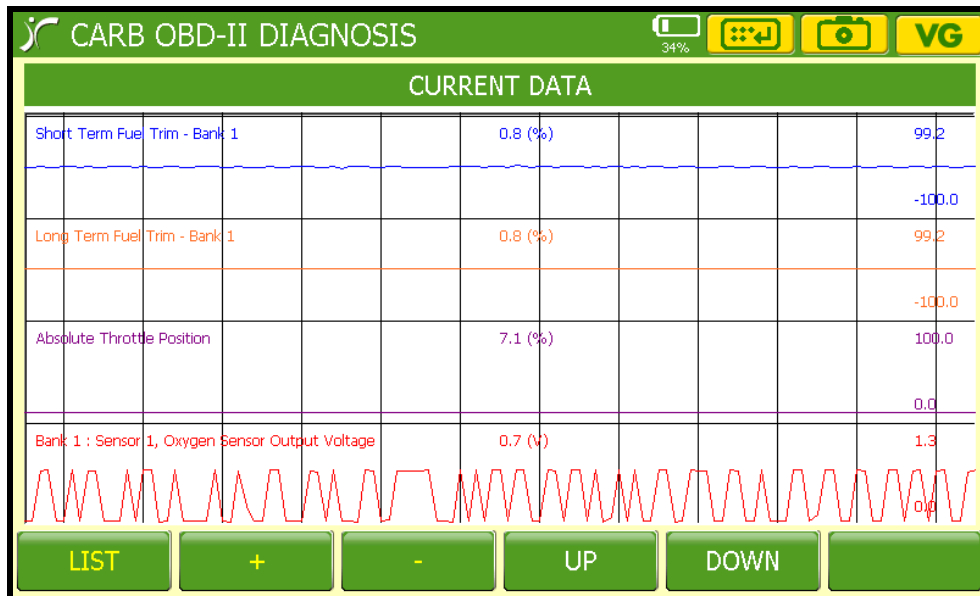
4.5.- AJUSTE PUESTA A PUNTO DEL SENSOR DE OXÍGENO

Para la puesta a punto del sensor de oxígeno se monitoreara la señal de este sensor tanto con un osciloscopio y scanner del vehículo para previamente revisar las condiciones de funcionamiento, rangos y parámetros.



Fuente: Alex Calderón

Figura 4.25. Señal sensor de oxígeno funcionamiento normal



Fuente: Alex Calderón

Figura 4.26. Señal sensor de oxígeno scanner

Una vez claro el funcionamiento, rangos, parámetros y la información que nos da el fabricante se realizara un análisis del mejor desempeño que se da en el funcionamiento del sensor de oxígeno, se tomara esos valores para la calibración de la placa electrónica.

4.6.- VERIFICACIÓN Y CONTROL DE COMPONENTES

En la verificación y control de componentes se tomara en cuenta varios parámetros como son los voltajes de operación, watajjes, campos de acción y resistencias.

Para ello, con la ayuda del software de diseño electrónico se simulara el circuito que ayudara a encontrar inconsistencias y posteriormente corregirlas.

En cuanto, al control de componentes con la ayuda de un multímetro se procederá a realizar las mediciones necesarias a los componentes electrónicos activándolos a estos con una fuente de 9V.

También se verificara físicamente el aspecto de los componentes electrónicos ya que estos son muy sensibles y cualquier mala operación de manipulación podría dañarlos o dejarlos sin sus propiedades iniciales.

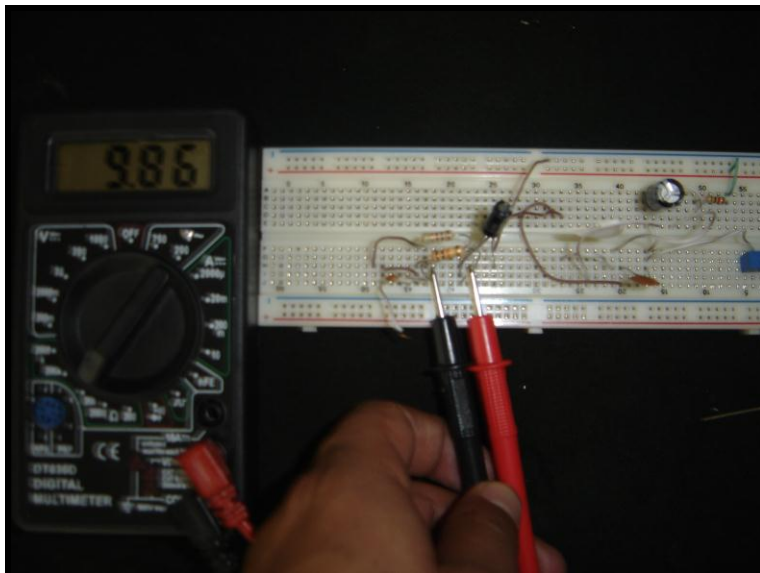
Medición de una resistencia de 1 Ω en perfecto estado.



Fuente: Alex Calderón

Figura 4.27. Medición para el control de componente electrónico (resistencia)

Medición de una resistencia de 10 Ω en perfecto estado.



Fuente: Alex Calderón

Figura 4.28. Medición de voltaje para el control de componentes electrónicos

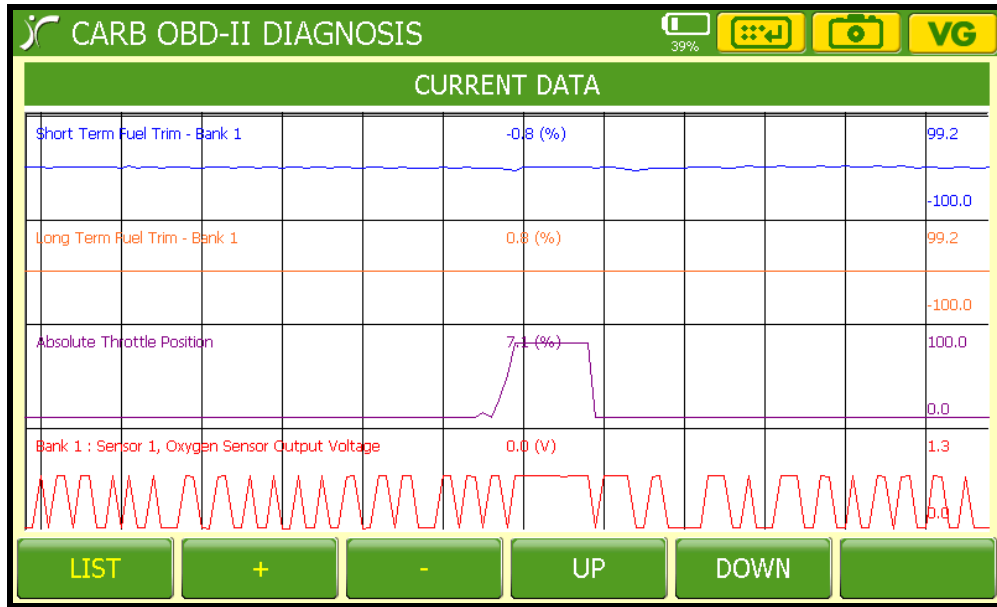
4.7.- PRUEBAS INICIALES DEL SISTEMA DE ELEVACIÓN DE POTENCIA

Una vez ya conocido el funcionamiento de rangos y parámetros del sensor de oxígeno procederemos a instalar el dispositivo de elevación de potencia con las siguientes recomendaciones:

- 1 Con el auto apagado desconectar la batería del vehículo el polo negativo y positivo.
- 2 Identificar el cable de señal del sensor de oxígeno de donde se tomara la señal para la placa electrónica y esta a su vez la enviará hacia la PCM.
- 3 Alimentar la placa electrónica a 12V que se tomara directamente de la batería del vehículo para evitar daños eléctricos que podríamos ocasionar tomando energía del mismo sensor o de algún otro componente electrónico del auto.

Instalada la placa electrónica de pruebas de forma improvisada en el vehículo Hyundai i10 se procederá a verificar las conexiones del sensor de oxígeno hacia la placa electrónica y de la placa electrónica a la ECU y la alimentación de 12 V al dispositivo electrónico.

Encender el vehículo y verificar en el tablero que no se encienda la luz de diagnóstico, apagada esta se monitoreara permanentemente con el scanner la señal del sensor de oxígeno la cual en ralentí debe ser exactamente igual a la señal normal del auto estándar.



Fuente: Alex Calderón

Figura 4.29. Señal sensor de oxígeno con el dispositivo de elevación de potencia electrónica

También se monitoreara la señal del sensor de oxígeno con un osciloscopio automotriz donde se tomara directamente la señal del sensor.



Fuente: Alex Calderón

Figura 4.30. Conexión osciloscopio señal sensor de oxígeno



Fuente: Alex Calderón

Figura 4.31. Señal sensor de oxígeno con placa electrónica

Con todos los parámetros y rangos en orden después de haber conectado el dispositivo electrónico de elevación de potencia se deduce que la placa electrónica se encuentra trabajando perfectamente y que esta responderá con su función cuando al motor se le genere una carga exigente.

Considerando que el medio ambiente es de suma importancia se realizó muestras de HC con un analizador de gases arrojando resultados interesantes.



Fuente: Alex Calderón

Figura 4.32. Analizador de gases

Reporte del analizador de gases con dispositivo electrónico 155 ppm permisible dentro de las normas del país.

Taller: ESPE INGENIERIA AUTOMOTRIZ			
Dirección: LATACUNGA			
Teléfono: ----			
Fax: ----			
E-mail: ww.espe.edu.ec			
CO: 04.563	% Vol.	λ: 0,56	
HC: 00155	ppm Vol.	AFR: 8,351	
CO2: 11.06	% Vol.	COc: 12,07	
O2: 01.19	% Vol.	RPM: 0000	
NOx: ---	ppm Vol.	Temp: ---	°C

Fuente: Alex Calderón

Figura 4.33. Resultados Analizador de gases con dispositivo electrónico y carga al motor
Reporte del analizador de gases vehículo estándar 128 ppm permisible dentro de las normas del país.

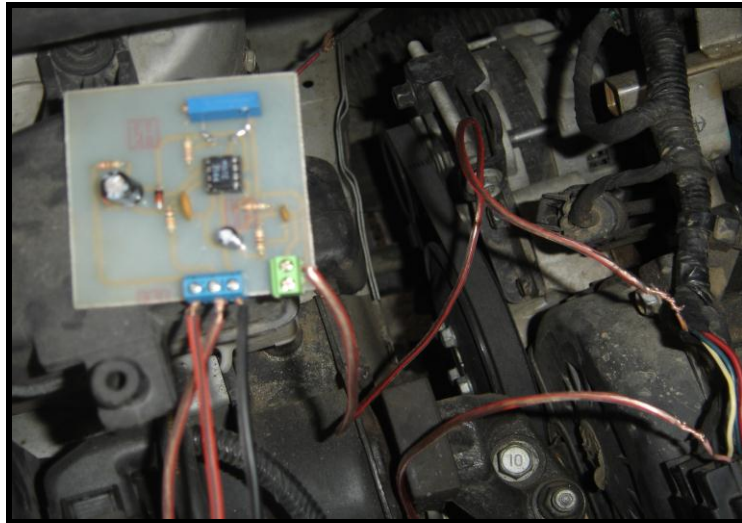
Taller: ESPE INGENIERIA AUTOMOTRIZ			
Dirección: LATACUNGA			
Teléfono: ----			
Fax: ----			
E-mail: ww.espe.edu.ec			
CO: 04.521	% Vol.	λ: 0,55	
HC: 00128	ppm Vol.	AFR: 8,123	
CO2: 09.75	% Vol.	COc: 12,33	
O2: 01.11	% Vol.	RPM: 0000	
NOx: ---	ppm Vol.	Temp: ---	°C

Fuente: Alex Calderón

Figura 3.34. Resultados Analizador de gases vehículo estándar con carga al motor
Con los resultados de la muestra de HC de 155 ppm con el dispositivo electrónico 128 ppm estándar nos encontramos dentro del rango permisible por la corpaire que es de 200 ppm por lo que los niveles de contaminación del vehículo son totalmente aceptables.

4.8.- COMPROBACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

Para la comprobación del funcionamiento del sistema se montara la placa electrónica en el vehículo en una forma improvisada y se realizara distintas pruebas que demuestren el correcto funcionamiento del dispositivo electrónico.



Fuente: Alex Calderón

Figura 4.35. Montaje improvisado de placa electrónica en el vehículo

A continuación se procederá a poner a punto al dispositivo electrónico de elevación de potencia ajustando su valor nominal a 0.7V ya que los parámetros de mezcla rica del auto Hyundai i10 según el fabricante se encuentran de 0.6V a 0.9V.



Fuente: Alex Calderón

Figura 4.36. Puesta a punto del dispositivo de elevación de potencia

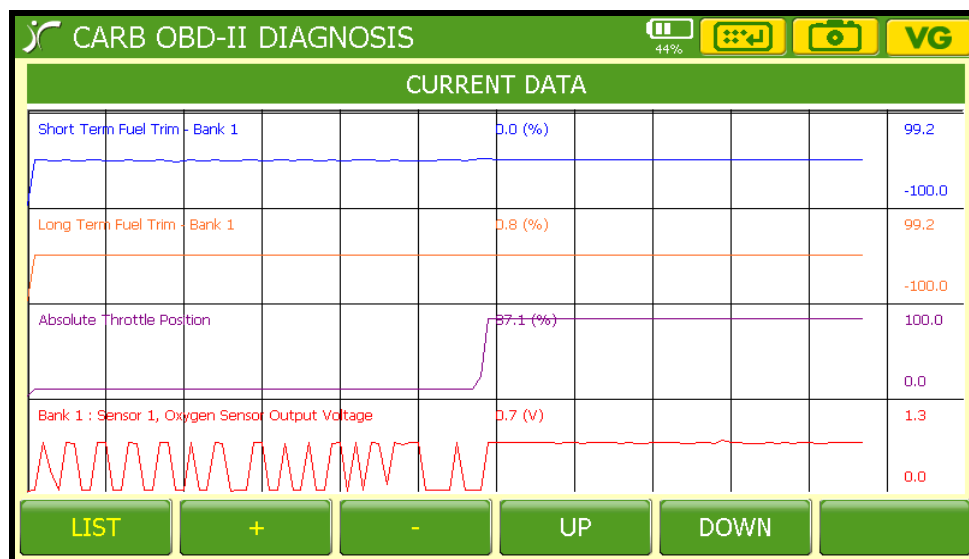
Se monitoreara constantemente las señales del sensor de oxígeno con el scanner y osciloscopio automotriz donde se verificara el cambio de la onda que debe registrar con el dispositivo de elevación de potencia para lo cual estas pruebas se las realizará en el dinamómetro proporcionando carga al motor.



Fuente: Alex Calderón

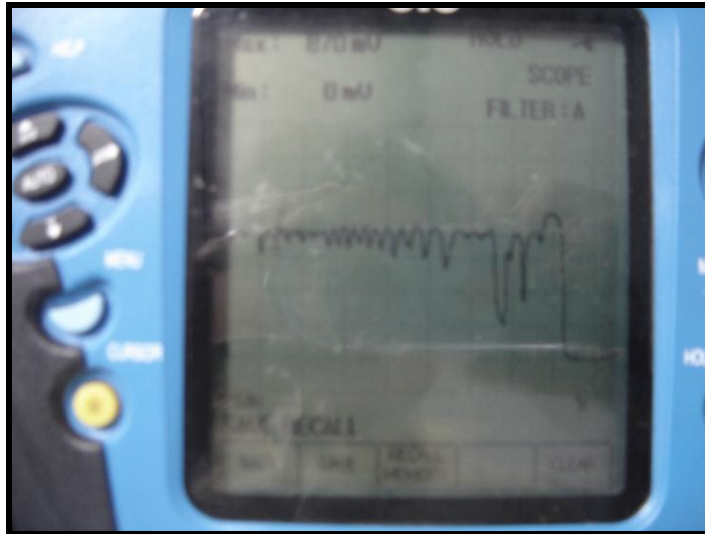
Figura 4.37. Monitoreo con carga del vehículo Hyundai i10 en el dinamómetro

Con el auto ya en funcionamiento se verificara las curvas eléctricas registradas en el scanner y en el osciloscopio.



Fuente: Alex Calderón

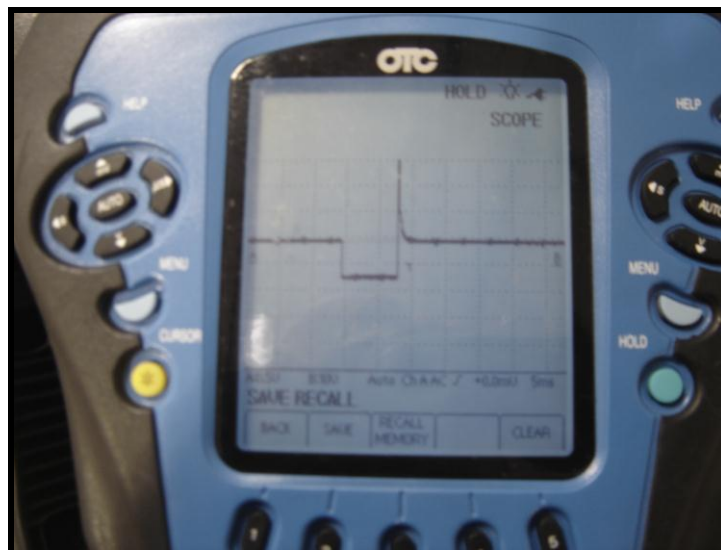
Figura 4.38. Monitoreo scanner sensor de oxígeno con dispositivo electrónico



Fuente: Alex Calderón

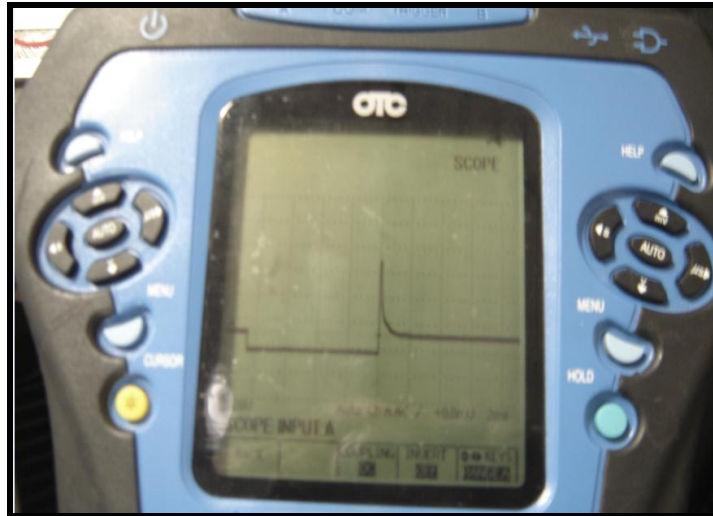
Figura 4.39. Señal sensor de oxígeno clavado alto

Como se puede apreciar en las anteriores figuras se observa que la señal del sensor se encuentra clavada a las condiciones de funcionamiento del dispositivo electrónico de elevación de potencia con lo cual incrementa el rendimiento del auto y mejora notablemente su respuesta de reacción gracias a los ajustes de combustibles exactos que hace que exista un aumento de tiempo de quemado en el inyector.



Fuente: Alex Calderón

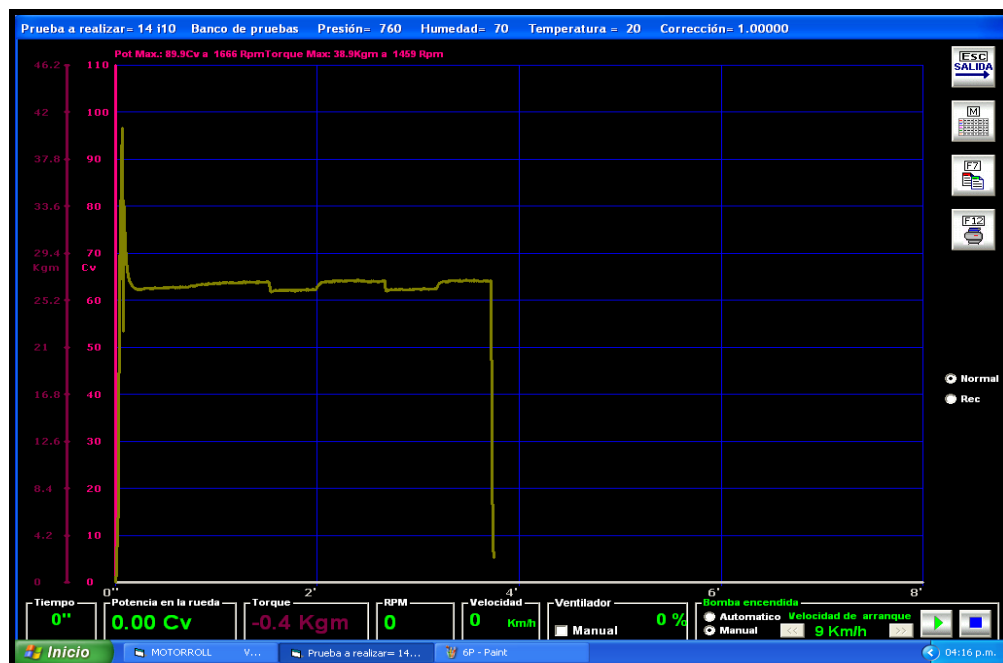
Figura 4.40. Señal inyector estándar tiempo de quemado 7ms



Fuente: Alex Calderón

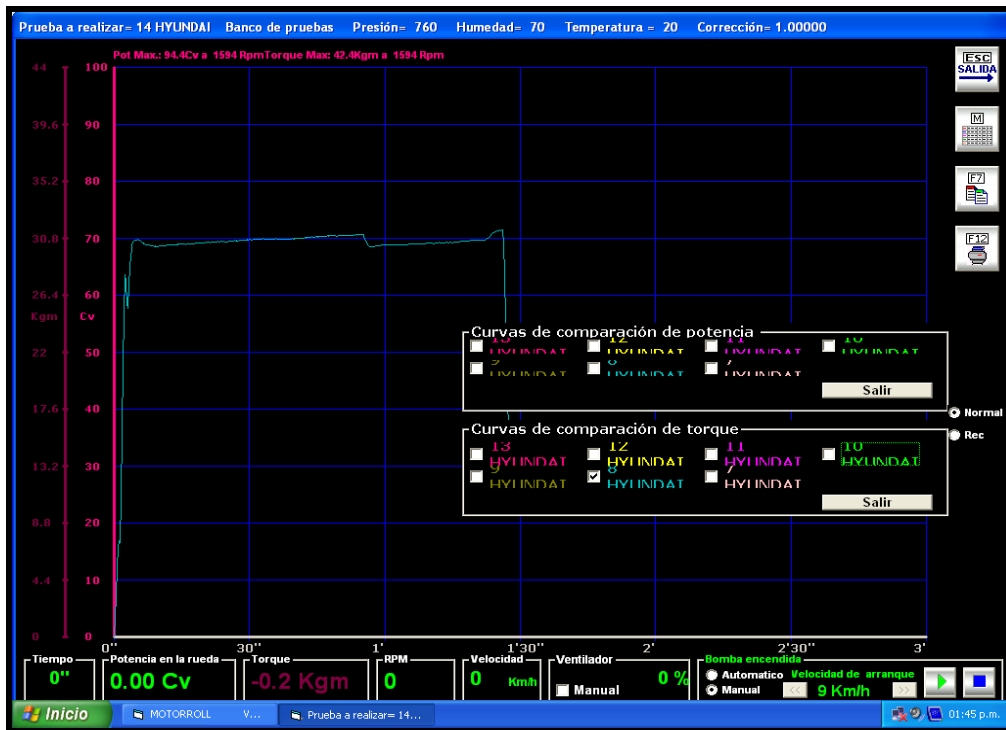
Figura 4.41. Señal inyector con dispositivo de elevación de potencia tiempo de quemado 9ms

Ya con la obtención de los monitoreos del sensor de oxígeno y de los inyectores tras analizarlos técnicamente con un criterio bien fundamentado y basándose en las especificaciones impuestas por el fabricante acertaríamos que si existe un incremento de potencia en el vehículo Hyundai i10.



Fuente: Alex Calderón

Figura 4.42. Potencia estándar del vehículo Hyundai i10 66 CV



Fuente: Alex Calderón

Figura 4.43. Aumento de potencia vehículo Hyundai i10 70 CV

El incremento de potencia con el dispositivo electrónico es de un 6% por lo que todos los análisis hechos anteriormente confirman su validez y despejan las inquietudes del funcionamiento del sistema de elevación de potencia.

Por lo tanto, con un incremento de potencia que demanda un mayor tiempo de inyección y los ajustes de combustible en mezcla rica, nos hemos preocupado de los niveles de contaminación que podría generar este incremento por lo que realizamos mediciones de HC con un analizador de gases, el cual nos revelará datos reales de los niveles de contaminación que deben estar dentro de las 200 ppm que es la normativa que se maneja en Ecuador.

Para esta prueba, el vehículo deberá estar a su temperatura nominal de funcionamiento y con carga para que el análisis sea verdaderamente real.

Taller: ESPE INGENIERIA AUTOMOTRIZ		
Dirección: LATACUNGA		
Teléfono: ----		
Fax: ----		
E-mail: www.espe.edu.ec		
CO: 04.575	% Vol.	λ: 0,56
HC: 00158	ppm Vol.	AFR: 8,371
CO2: 11.12	% Vol.	COc: 12,06
O2: 01.26	% Vol.	RPM: 0000
NOx: ---	ppm Vol.	Temp: --- °C

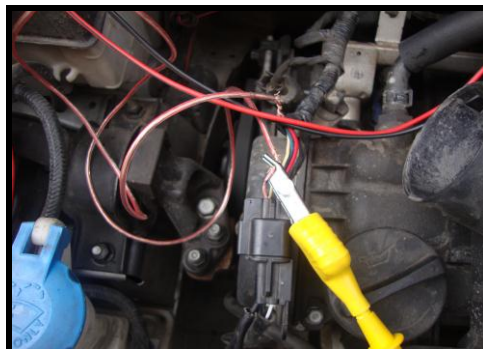
Fuente: Alex Calderón

Figura 4.44. Resultado del analizador de gases con dispositivo electrónico y carga al motor

Con los resultados obtenidos con el analizador de gases los niveles de contaminación de HC se encuentra en 158 ppm por lo que no es preocupante ya que lo permisible es 200 ppm.

4.9.- MEDICIONES CON OSCILOSCOPIO PARA OBTENCIÓN DE CURVAS ELÉCTRICAS DEL SISTEMA DE ELEVACIÓN DE POTENCIA

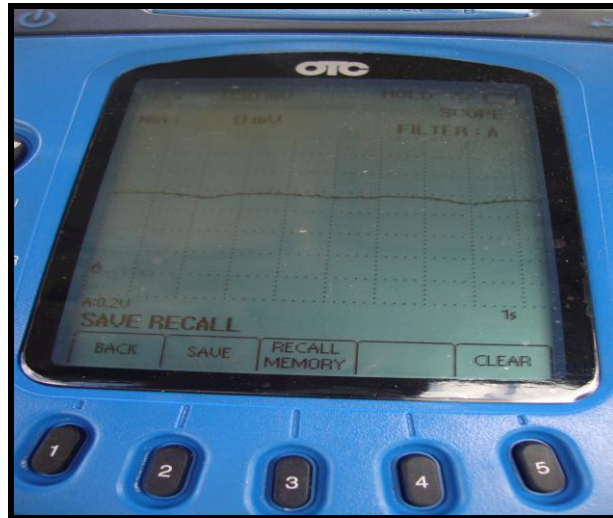
Para la obtención de curvas eléctricas del sistema de elevación de potencia conectaremos la placa electrónica con un funcionamiento en diversas condiciones de carga al motor y se tomara las señales con el osciloscopio.



Fuente: Alex Calderón

Figura 4.45. Conexión osciloscopio placa electrónica señal sensor de oxígeno

Una vez realizadas las conexiones en el OTC se busca la opción Sensor de oxígeno O₂ y se obtendrá la curva eléctrica del sensor de oxígeno corregida.



Fuente: Alex Calderón

Figura 4.46. Curva eléctrica sensor de oxígeno corregida mezcla rica

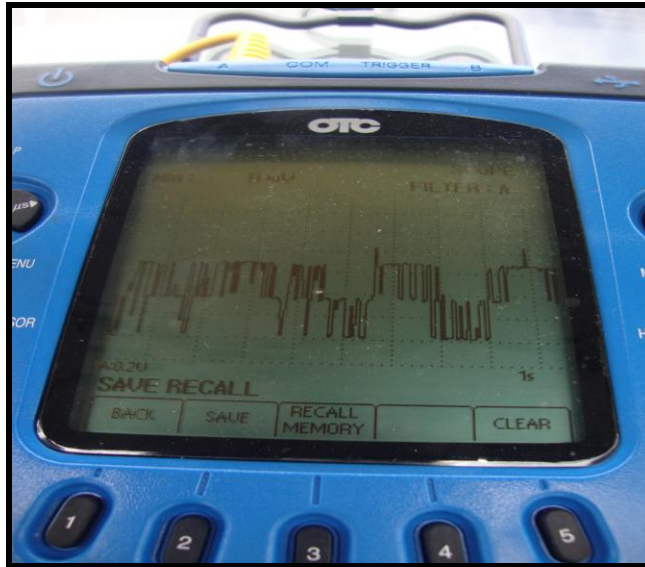
Como se observa en la figura 4.46 la curva eléctrica se encuentra estabilizada alta y se tiene una mezcla rica para los ajustes de combustible, para esta prueba la señal del sensor de oxígeno se encuentra estabilizada en 0.75V.



Fuente: Alex Calderón

Figura 4.47. Referencia de voltaje de señal sensor de oxígeno mezcla rica

También existen restricciones para elevar la señal a su máximo ya que este sensor trabaja en rangos de 0.1 V a 0.9 V con lo que empeoraríamos el rendimiento del vehículo ya que la ECM observará señales inconsistentes y los ajustes de combustible no serán los correctos.



Fuente: Alex Calderón

Figura 4.48. Curva eléctrica sensor de oxígeno exceso mezcla rica



Fuente: Alex Calderón

Figura 4.29. Referencia de voltaje sensor de oxígeno exceso mezcla rica

Con las diferentes pruebas realizadas se obtuvo varias conclusiones como son los rangos máximos de operación, rangos mínimos de operación y excesos de señal dando como resultado la señal óptima para una mezcla rica es de 0.75 V y para una mezcla pobre lo mínimo permisible es de 0.10 V.

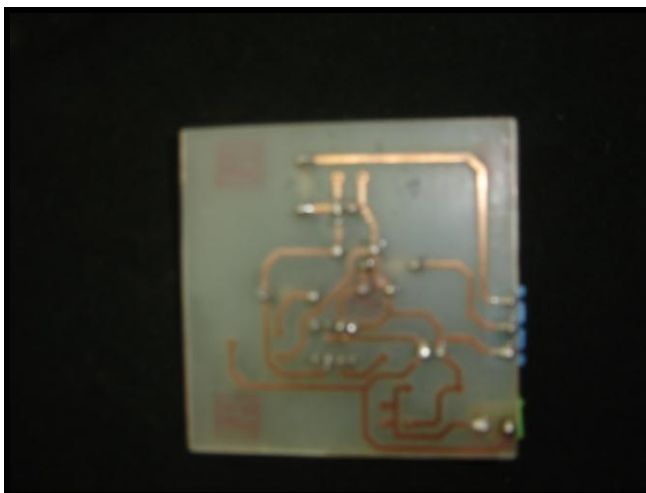
4.10.- DIAGNÓSTICO DE LA PLACA ELECTRÓNICA

Para el diagnóstico de la placa electrónica se realizara una inspección visual la cual nos ayudará a analizar detalles físicos que pueden dañar la integridad de la placa electrónica.



Fuente: Alex Calderón

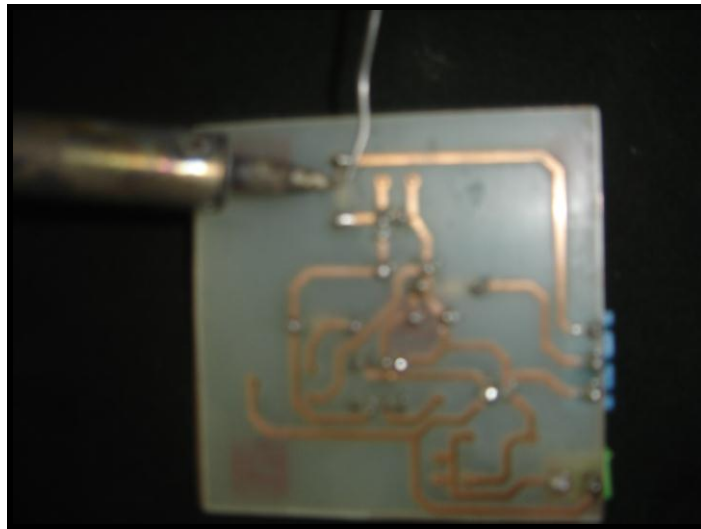
Figura 4.50. Inspección visual placa electrónica elementos electrónicos



Fuente: Alex Calderón

Figura 4.51. Inspección visual placa electrónica pistas y soldadura

En el caso de existir inconsistencias en la placa electrónica se procederá a reparar el daño manipulando las herramientas de arreglo con sumo cuidado ya que se podría dañar algún elemento electrónico y para ello utilizaremos un cautín, estaño necesario y pomada de soldadura.

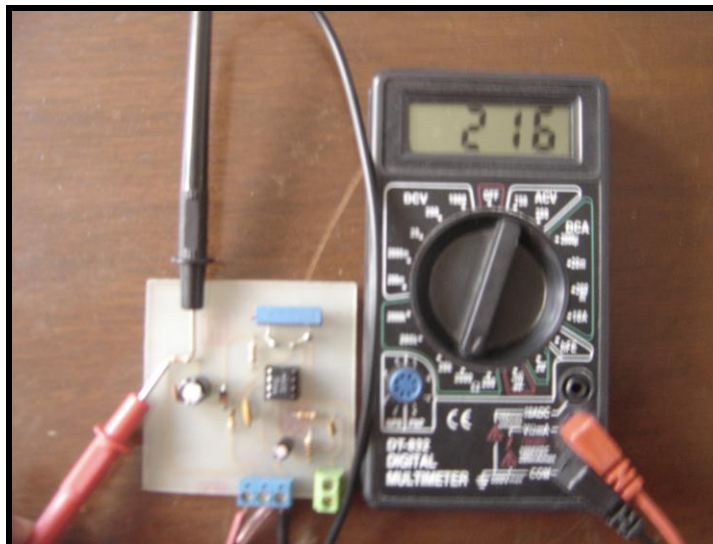


Fuente: Alex Calderón

Figura 4.52. Reparación de placa electrónica

Con la ayuda de un multímetro diagnosticaremos el estado de los elementos electrónicos y verificaremos la continuidad de las pistas de conducción de energía.

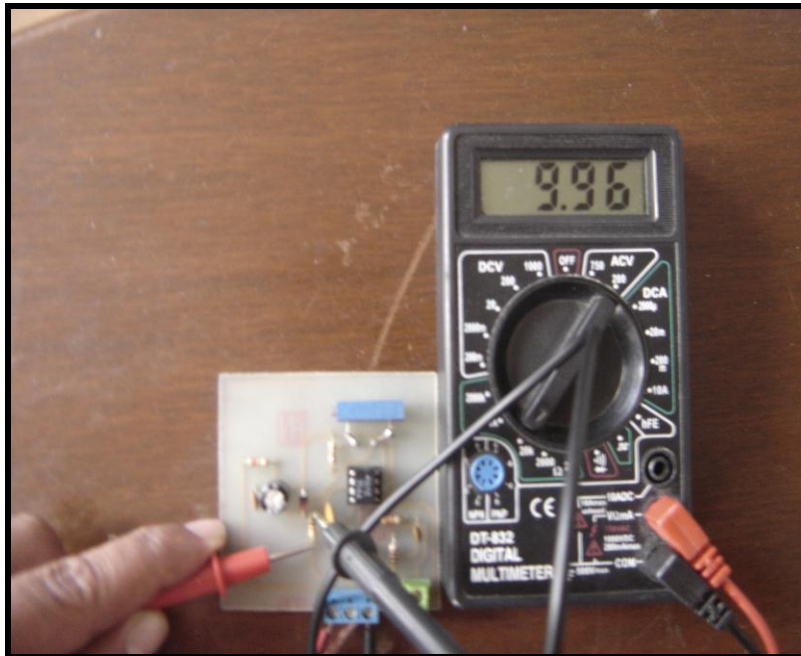
Medición de la resistencia de 220Ω en perfecto estado.



Fuente: Alex Calderón

Figura 4.53. Medición elemento electrónico #1

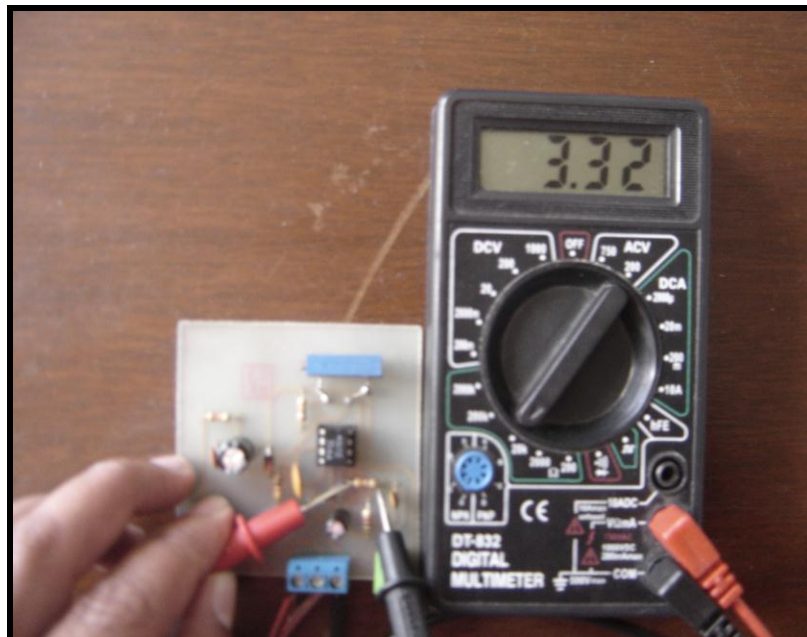
Medición de la resistencia de $10\ \Omega$ en perfecto estado.



Fuente: Alex Calderón

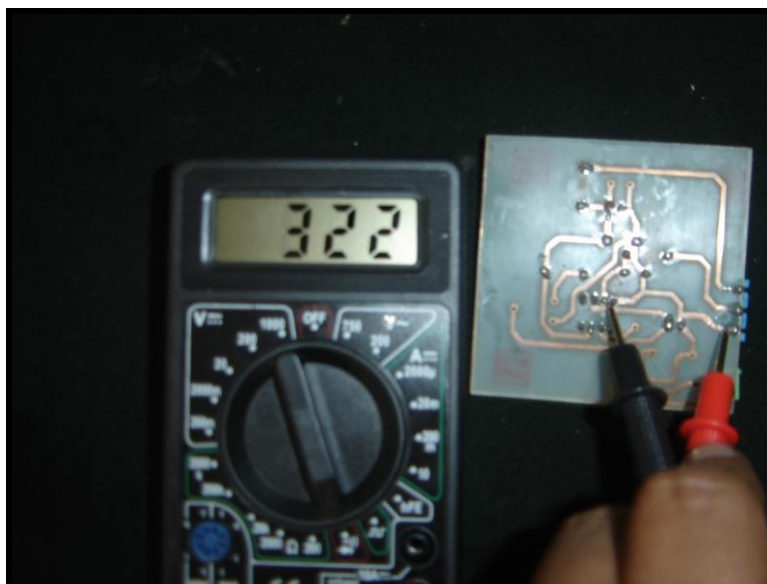
Figura 4.54. Medición elemento electrónico #2

Medición de la resistencia de $3.3\ \Omega$ en perfecto estado.



Fuente: Alex Calderón

Figura 4.55. Medición elemento electrónico #3



Fuente: Alex Calderón

Figura 4.56. Verificación de continuidad de pista

Con las especificaciones técnicas de los elementos electrónicos que utilizamos en la construcción de la placa electrónica y las mediciones realizadas con el multímetro se podrá deducir cual elemento electrónico es el causante de un mal funcionamiento del dispositivo electrónico y se diagnosticara de forma exacta el problema.

CAPÍTULO V

5.- MONTAJE Y PRUEBAS FINALES

5.1.- MONTAJE DE LA PLACA ELECTRÓNICA

Para el montaje de la placa electrónica se tomará en cuenta varias consideraciones que no afecten el funcionamiento óptimo del dispositivo electrónico.

Se busca un espacio de fácil acceso para la manipulación y control del dispositivo electrónico.

Los factores a tomar en cuenta para el montaje de la placa electrónica son los de temperatura, contacto con agua, exposición a suciedad.

El lugar que cumple todos los requisitos exigidos para el montaje de la placa electrónica es en el motor del vehículo junto al filtro de aire ya que este es un sitio donde el dispositivo no se va a exponer a los factores anteriormente mencionados y se va a encontrar dentro de una caja de fibra de carbono.

El recubrimiento o protección de la placa electrónica constará de una mica transparente recubierta de fibra de carbono tipo caja con ventilación incorporada.



Figura 5.1. Montaje de placa electrónica

Fuente: Alex Calderón

5.2.- INSTALACIÓN DEL MÓDULO DE PRUEBAS EN EL VEHÍCULO HYUNDAI I10

Para la instalación del módulo de pruebas se tomara en cuenta la ubicación perfecta del dispositivo electrónico, verificando si existe accesibilidad para su manipulación.

Se tomará a consideración los siguientes aspectos:

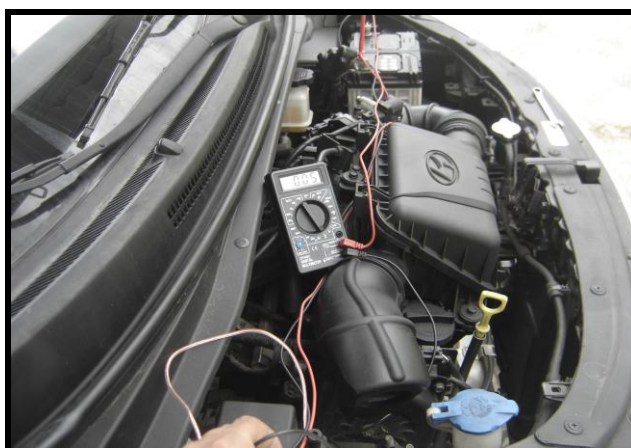
- 1.- La placa electrónica deberá ser protegida con material aislante en nuestro caso se utilizará plástico.
- 2.- Los cables para la conexión deberán ser de aplicación automotriz.
- 3.- Todas las conexiones serán aisladas totalmente con recubrimientos térmicos.
- 4.- Se utilizará una denominación de cableado impuesta por la Sociedad Internacional de Ingenieros Automotrices (SAE).

COLOR	FUNCION
Rojo	Positivo +
Negro	Negativo -
Azul/Verde	Señal del sensor

Fuente: Alex Calderón

Tabla 5.1. Denominación de cableado

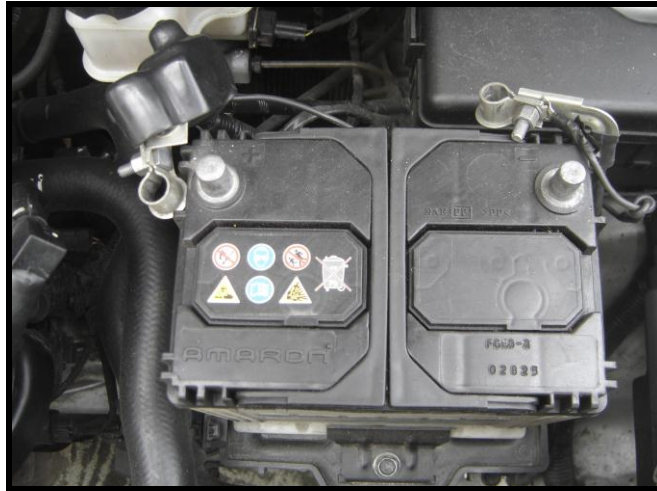
- 5.- Se realizará pruebas de continuidad de los cables de conexión verificando su perfecto estado



Fuente: Alex Calderón

Figura 5.2. Continuidad de cables de conexión

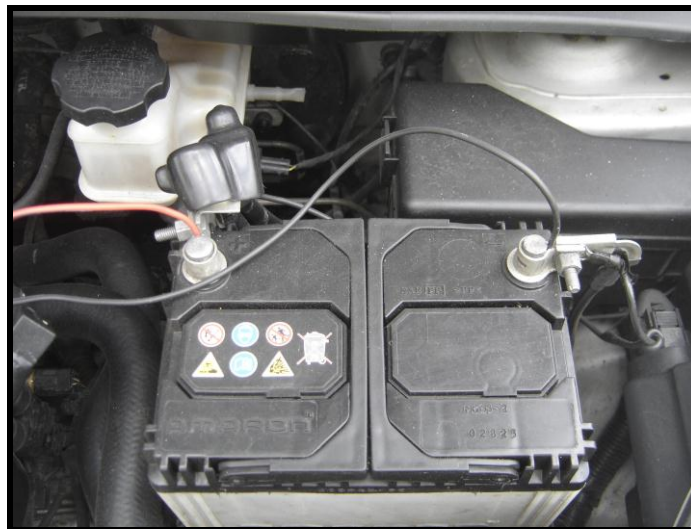
6.- Desconectar la batería del vehículo por seguridad de alguna inconsistencia que podría existir en la instalación del dispositivo electrónico.



Fuente: Alex Calderón

Figura 5.3. Desconexión de batería

7.- Una vez ya verificado que no existen inconsistencias se tomará la fuente de 12V directamente de la batería del vehículo para precautelar las funciones de los diferentes dispositivos electrónicos que se encuentran en el vehículo.



Fuente: Alex Calderón

Figura 5.4. Conexión fuente de 12 V para dispositivo electrónico

8.- Finalmente se encenderá el vehículo y se verificara en el tablero que la luz de diagnóstico esté apagada, así podremos asegurarnos que el dispositivo se encuentra instalado de una forma correcta.



Fuente: Alex Calderón

Figura 5.5. Instalación de dispositivo electrónico en la guantera del vehículo

5.3.- PUESTA A PUNTO DEL MOTOR CON EL MÓDULO DE PRUEBAS

Dentro de la puesta a punto del motor Hyundai i10 se realiza el control de los sistemas que permiten el funcionamiento del motor.

Los sistemas son:

1.- Sistema de lubricación: Se verifica el nivel de aceite y se realiza el cambio de este siguiendo las recomendaciones del fabricante en cuanto a kilometraje, marca y especificación de aceite.



Fuente: Alex Calderón

Figura 5.6. Control nivel de aceite

2.- Sistema de encendido: Se revisara el estado de los cables de bujías y con un multímetro automotriz se medirá la resistencia de cada cable, se comparara con los valores que recomienda el fabricante y se dará un diagnóstico técnico.

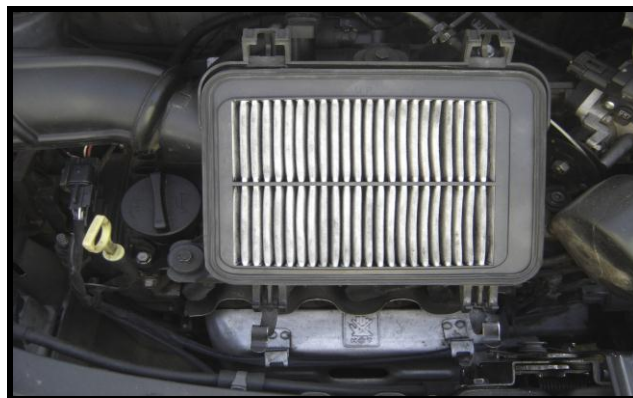
Se retira las bujías para su respectivo diagnóstico. En caso de calibración o cambio seguir las especificaciones del fabricante.



Fuente: Alex Calderón

Figura 5.7. Cables de bujía

3.- Sistema de admisión: Se procede al chequeo del filtro de aire, en el caso de encontrar irregularidades dentro del período de funcionamiento se realizaría un mantenimiento que consiste en limpiar el filtro con aire comprimido pero si las condiciones del filtro son extremadamente malas se procederá a cambiarlo con las recomendaciones del manual del auto Hyundai i10.



Fuente: Alex Calderón

Figura 5.8. Filtro de aire Hyundai i10

4.- Sistema de refrigeración: Se realiza una inspección visual del nivel de agua y tapa del radiador asegurando que tengan un correcto funcionamiento, de no serlo así se procederá al cambio siguiendo las especificaciones del fabricante.



Fuente: Alex Calderón

Figura 5.9. Nivel de agua del radiador



Fuente: Alex Calderón

Figura 5.10. Tapa del radiador

Con el funcionamiento óptimo del motor se colocara el dispositivo electrónico el cual se calibrara bajo las condiciones de funcionamiento que recomienda el fabricante que permite rangos para una mezcla rica de 0.6V a 0.9V



Fuente: Alex Calderón

Figura 5.11. Motor Hyundai i10

5.4.- PRUEBAS DE DESEMPEÑO EN EL DINAMÓMETRO

Para la utilización del dinamómetro se realizara una revisión y control de los elementos que hacen posible el funcionamiento correcto del dinamómetro.

Revisar el nivel de agua de la bomba hidráulica.



Fuente: Alex Calderón

Figura 5.12. Control de nivel del agua

Se conecta el compresor que nos ayudará a trabar o destrabar los rodillos y a su vez generar frenado o resistencia a la carga del auto.



Fuente: Alex Calderón

Figura 5.13. Funcionamiento del rodillo

Para las pruebas de desempeño en el dinamómetro deberemos calibrarlo a 2000 rpm de los rodillos que nos mostrará en la pantalla del software del dinamómetro.



Fuente: Alex Calderón

Figura 5.14. Software de funcionamiento del dinamómetro

Puesto a punto el dinamómetro se procederá a realizar las diferentes pruebas de torque y potencia del vehículo.



Fuente: Alex Calderón

Figura 5.15. Vehículo Hyundai i10 en el dinamómetro

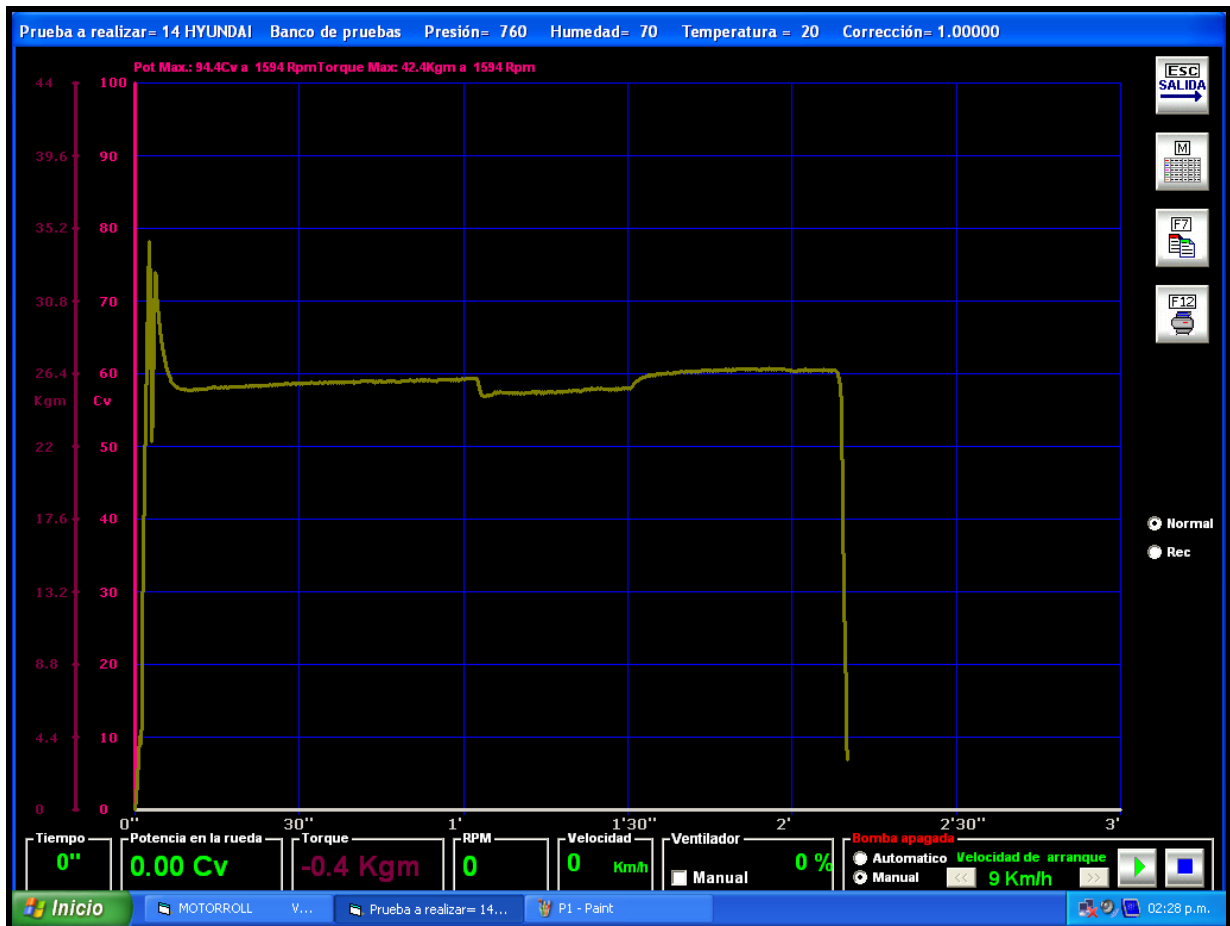
Características estándar del vehículo Hyundai i10.

Combustible	Gasolina
Cilindrada (cc)	1.086
Potencia Máxima (Cv / r.p.m.)	65/5500
Tracción	Delantera

Fuente: Manual Hyundai i10 Service Training Especificaciones Técnicas

Tabla 5.2. Especificaciones estándar del vehículo Hyundai i10

En las primeras pruebas de desempeño en el dinamómetro tras la mala sincronización de marchas y aceleración el auto no tuvo un desempeño del 100% que fue evidente en la curva de potencia que nos muestra el software del dinamómetro.



Fuente: Alex Calderón

Figura 5.16. Potencia Hyundai i10 60 CV

Al realizar los cambios a 5500 rpm recomendadas por el fabricante para alcanzar la potencia máxima del vehículo las pruebas de desempeño en el dinamómetro serían exactas ya que el software del dinamómetro nos indicaría la curva de potencia real estándar del vehículo Hyundai i10.



Fuente: Alex Calderón

Figura 5.17. Potencia estándar real vehículo Hyundai i10 66 CV

Con esta prueba de desempeño en el dinamómetro se pudo constatar la veracidad del fabricante al no equivocarse y darnos los parámetros exactos para obtener la máxima potencia del vehículo Hyundai i10.

Colocar el dispositivo electrónico en el vehículo Hyundai i10 y con la mismas sincronización de marchas a 5500 rpm se verificara y analizara la curva de potencia.



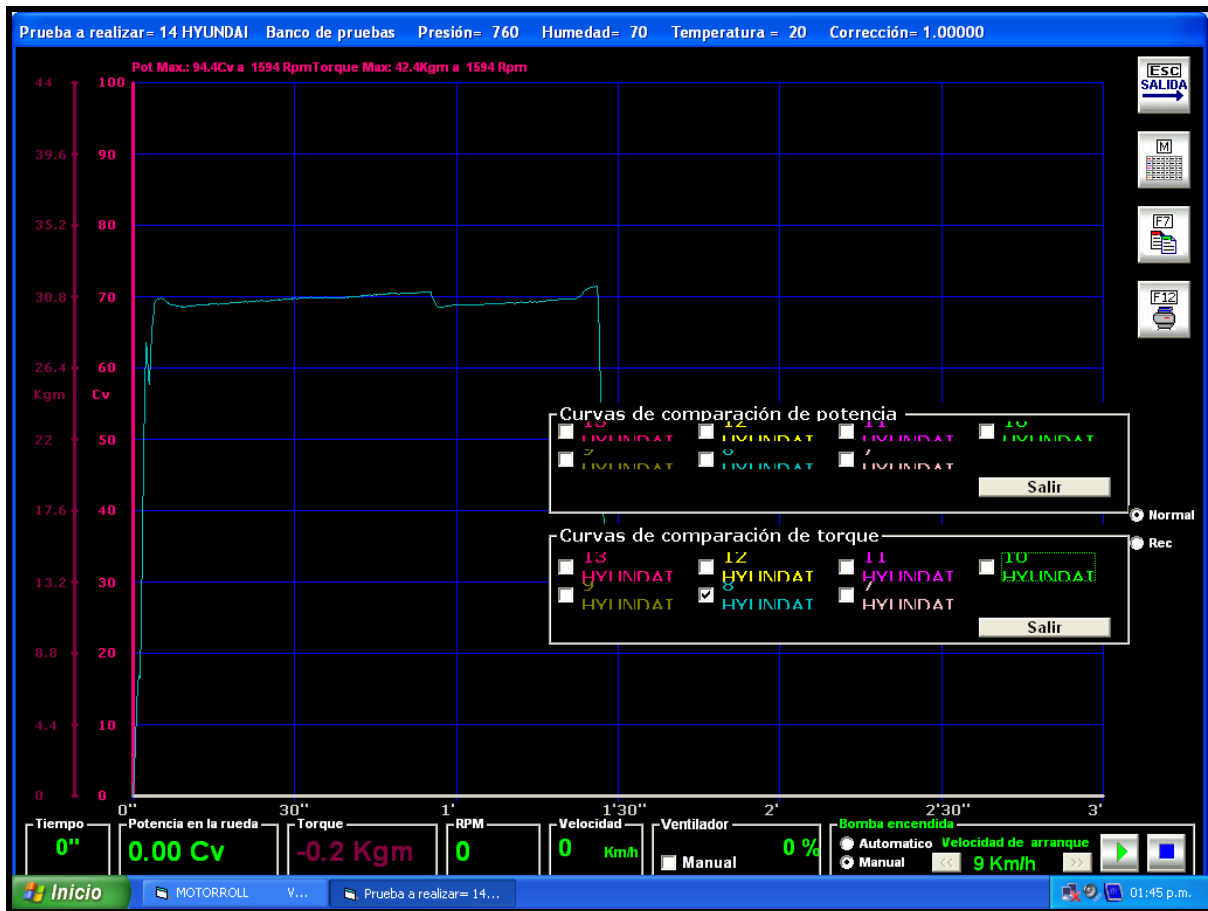
Fuente: Alex Calderón

Figura 5.18. Curva de potencia Hyundai i10 con dispositivo electrónico

Obtenida la curva de potencia instalado el dispositivo electrónico en el vehículo se puede verificar que existe un ligero incremento de potencia y una mejor respuesta de reacción del vehículo Hyundai i10.

Tras encontrar la calibración exacta del dispositivo electrónico después de varias pruebas en el dinamómetro se pudo evidenciar claramente una mejora de potencia y reacción del vehículo donde se consolidaría su máximo aumento de potencia de 70 CV con dispositivo electrónico.

Con el incremento de un 6% de potencia de su valor nominal la ganancia es de 66CV a 70CV con 4CV más de potencia y una mejor reacción del vehículo.



Fuente: Alex Calderón

Figura 5.19. Potencia máxima con dispositivo electrónico del vehículo Hyundai i10

5.5.- PRUEBAS DE DESEMPEÑO EN CARRETERA

Para las pruebas de desempeño en carretera se manejó los mismos parámetros que se puso en consideración en las pruebas realizadas en el dinamómetro que fueron recomendadas por el fabricante.

Uno de los factores muy importantes para realizar las pruebas de carretera fue pensar en la seguridad vial ya que las pruebas se realizarían al máximo de potencia del vehículo por lo que el Autódromo internacional de Yahuarcocha "José Tobar Tobar" fue el más propicio.



Fuente: <http://www.ibarraestodo.com/autodryahuarcocha/>

Figura 5.20. Trazado Autódromo internacional Yahuarcocha “Jose Tobar Tobar”

Se pondrá en consideración 5 pruebas a realizarse que son:

1.- Tiempo de reacción de 0 a 100 Km/h estándar.

Vehículo	Tiempo de 0 a 100 Km/h
Hyundai i10	18 seg

Fuente: Alex Calderón

Tabla 5.3. Tiempo de reacción estándar



Fuente: Alex Calderón

Figura 5.21. Prueba de reacción vehículo estándar

2.- Tiempo de reacción de 0 a 100 Km/h con dispositivo electrónico.

Vehículo	Tiempo de 0 a 100 Km/h
Hyundai i10	16 seg

Fuente: Alex Calderón

Tabla 5.4. Tiempo de reacción modificado con dispositivo electrónico



Fuente: Alex Calderón

Figura 5.22. Prueba de reacción vehículo con dispositivo electrónico

3.- Tiempo promedio de vuelta en pista con vehículo estándar.

Vehículo	Tiempo promedio de vuelta
Hyundai i10	2'18''00

Fuente: Alex Calderón

Tabla 5.5. Promedio de vuelta vehículo estándar



Fuente: Alex Calderón

Figura 5.23. Auto Hyundai i10 promedio de vuelta estándar

4.- Tiempo promedio de vuelta en pista con vehículo modificado con dispositivo electrónico

Vehículo	Tiempo promedio de vuelta
Hyundai i10	2'15''00

Fuente: Alex Calderón

Tabla 5.6. Promedio de vuelta vehículo modificado con dispositivo electrónico



Fuente: Alex Calderón

Figura 5.24. Auto Hyundai i10 con dispositivo

5.- Consumo de combustible del vehículo Hyundai i10 con dispositivo electrónico

Vehículo	Consumo de combustible Km/gln
Hyundai i10 estándar	75 Km/gln
Hyundai i10 modificado	70 Km/gln

Fuente: Alex Calderón

Tabla 5.7. Consumo de combustible auto con dispositivo electrónico



Fuente: Alex Calderón

Figura 5.25. Auto Hyundai i10 prueba de consumo de combustible

5.6.- COMPARACIÓN DE PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS OBTENIDOS EN EL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA

Tras a ver realizado varias pruebas de funcionamiento al vehículo Hyundai i10 se ha llegado a un análisis de datos donde se ve las mejoras que presenta este vehículo a continuación en la siguiente tabla de datos.

Vehículo Hyundai i10	Estándar	Modificado
Voltaje sensor de oxígeno (ralentí)	Cicla de 0.1 a 0.9 V	Cicla de 0.1 a 0.9 V
Voltaje sensor de oxígeno (carga)		Clavado de 0.6 a 0.9 V
Tiempo de quemado del inyector (ralentí)	2ms	2ms
Tiempo de quemado del inyector (carga)	7ms	9ms
Potencia	65 Cv	70 Cv
Tiempo de reacción de 0 a 100 Km/h	18 seg	16 seg
Tiempo promedio de vuelta circuito yahuarcocha	2'18''00	2'15''00
Consumo de combustible Km/gln	75 Km	70 Km
Cambio de aceite	5000 Km	3000 Km
Cambio filtro de aceite	Cada cambio de aceite	Cada cambio de aceite
Cambio de filtro de combustible	10000 Km	8000 Km
Cambio de filtro de aire	10000 Km	5000 Km
Limpieza de inyectores	30000 Km	20000 Km
Nivel de contaminación HC (ralentí)	83 ppm	128 ppm
Nivel de contaminación HC (carga)	122 ppm	155 ppm
λ (ralentí)	1,90	0,50
λ (carga)	0,55	0,56

Fuente: Alex Calderón

Tabla 5.8. Comparación de parámetros obtenidos en el motor de combustión interna

5.7.- MONITOREO ELECTRÓNICO DEL SISTEMA IMPLEMENTADO

El monitoreo electrónico del dispositivo electrónico implementado en el auto Hyundai i10 se lo realizará con un scanner automotriz y un osciloscopio OTC automotriz.

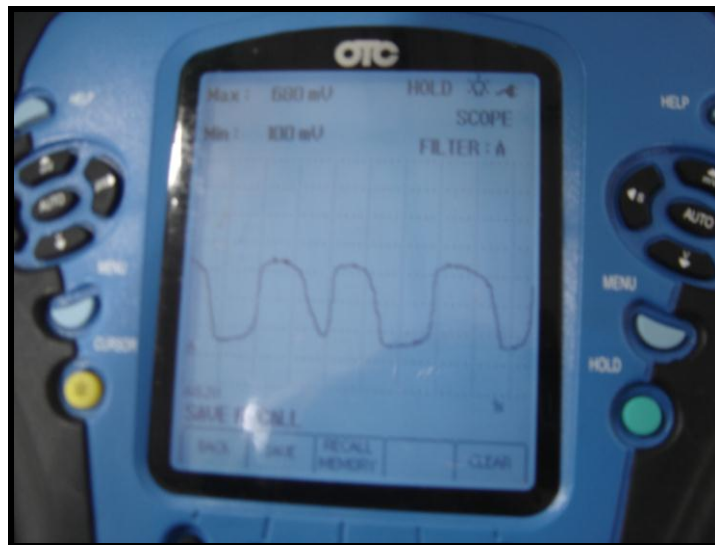
Los monitoreos se los realizará de forma continua y bajo condiciones de funcionamiento en ralentí y con carga.



Fuente: Alex Calderón

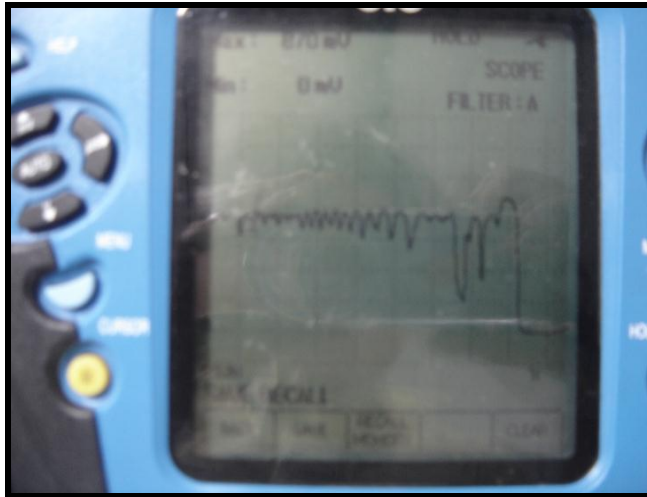
Figura 5.26. Monitoreo de dispositivo electrónico auto Hyundai i10

Con el osciloscopio OTC automotriz se tomara la señal directa del sensor de oxígeno y la señal de la placa electrónica hacia la PCM.



Fuente: Alex Calderón

Figura 5.27. Señal sensor de oxígeno directa con dispositivo electrónico ralentí

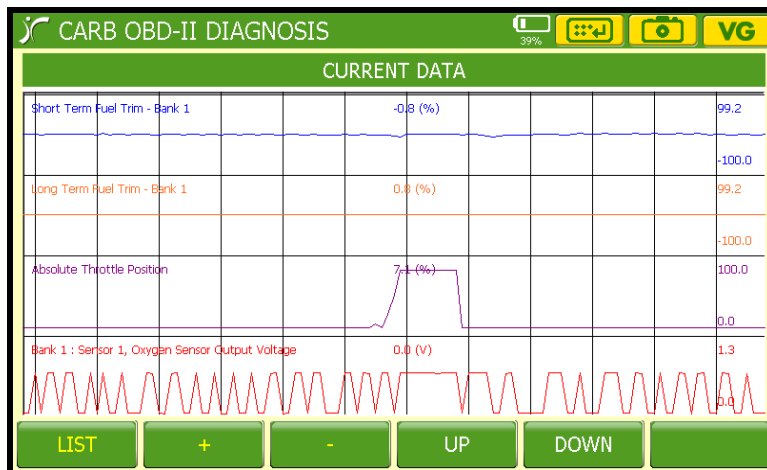


Fuente: Alex Calderón

Figura 5.28. Señal de placa electrónica hacia la PCM

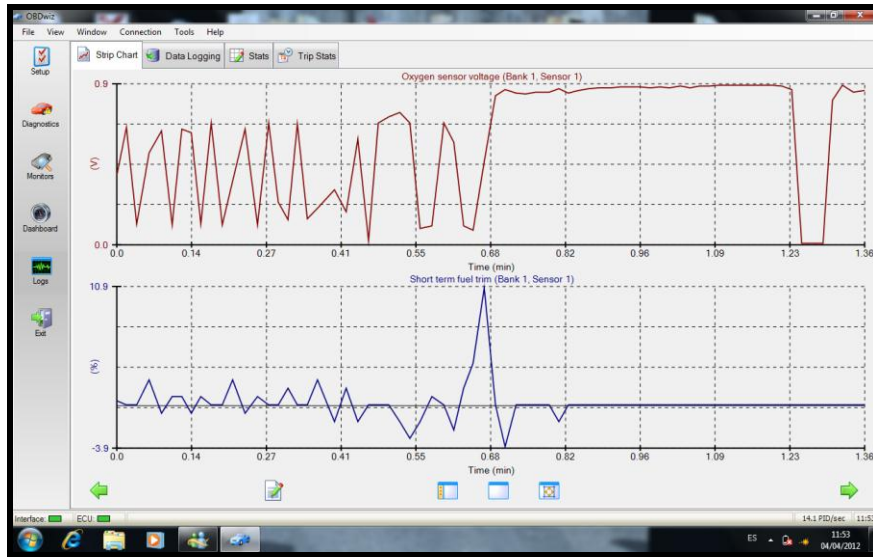
Como se aprecia las señales en las figuras anteriores el funcionamiento en ralentí es exactamente igual al sistema estándar del vehículo, ciclando entre 0.1 a 0.9 V. Pero la diferencia se ve cuando el vehículo se encuentra con carga cambia las condiciones de ciclado del sensor de oxígeno quedándose este clavado en un voltaje alto generando un ajuste de combustible de mezcla rica producido por las condiciones de funcionamiento de la placa electrónica.

Ahora se monitorea con el scanner automotriz las señales del sensor de oxígeno y de la placa electrónica a través de la PCM del vehículo Hyundai i10.



Fuente: Alex Calderón

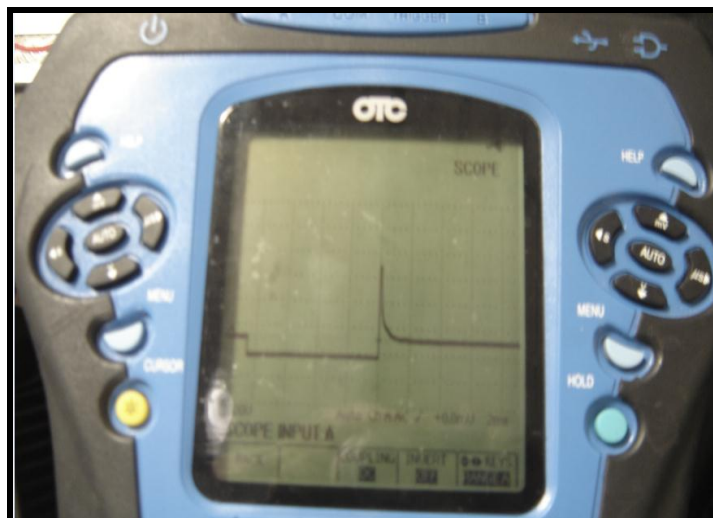
Figura 5.29. Señal sensor de oxígeno en ralentí con dispositivo electrónico



Fuente: Alex Calderón

Figura 5.30. Señal sensor de oxígeno clavada con placa electrónica

Observando las diferentes señales tomadas con el scanner automatizado se notará que el vehículo en ralentí su funcionamiento es normal, el ciclado de la onda va de 0.1 a 0.9 V y cuando se proporciona carga al vehículo se notará la diferencia del ciclado quedándose clavada la señal en un voltaje alto de funcionamiento del sensor de oxígeno generando un ajuste de combustible de mezcla rica por lo que el tiempo de inyección incrementa.



Fuente: Alex Calderón

Figura 5.31. Tiempo de quemado de inyector con placa electrónica 9ms

Dentro del monitoreo se ha considerado el análisis de gases realizando la medición de los niveles de contaminación donde se obtuvo resultados positivos al tener un nivel moderado de HC de 155 ppm que dentro de las normas del país esto es permisible.

Taller: ESPE INGENIERIA AUTOMOTRIZ			
Dirección: LATACUNGA			
Teléfono: ----			
Fax: ----			
E-mail: ww.espe.edu.ec			
CO: 04.563	% Vol.	λ: 0,56	
HC: 00155	ppm Vol.	AFR: 8,351	
CO2: 11.06	% Vol.	COc: 12,07	
O2: 01.19	% Vol.	RPM: 0000	
NOx: ---	ppm Vol.	Temp: ---	°C

Fuente: Alex Calderón

Figura 5.32. Medición de niveles de contaminación con dispositivo electrónico

5.8.- DESPLIEGUE DE DATOS Y VALORES

Con la utilización de implementos de diagnóstico automotriz avanzados se obtuvo datos y valores del funcionamiento del vehículo Hyundai i10 al realizar pruebas estándar y modificado.

Vehículo Hyundai i10	Valores
Activación de placa electrónica	12V(+) (-) Masa
Voltaje sensor de oxígeno estándar	Cicla 0.1 a 0.9 V
Ajuste de combustible mezcla rica	0.6 a 0.9 V
Ajuste de combustible mezcla pobre	0.4 a 0.1 V
Voltaje sensor de oxígeno con placa electrónica (ralentí)	Cicla 0.1 a 0.9 V
Voltaje sensor de oxígeno con placa electrónica (carga)	Clavado de 0.6 a 0.9 V
Tiempo de quemado del inyector estándar (ralentí)	2ms
Tiempo de quemado del inyector estándar (carga)	7ms
Tiempo de quemado del inyector modificado (ralentí)	2ms
Tiempo de quemado del inyector estándar (carga)	9ms
Potencia estándar	65Cv
Potencia modificada	70Cv
Ganancia porcentual de potencia	6%

Tiempo de reacción de 0 a 100 Km/h estándar	18 seg
Tiempo de reacción de 0 a 100 Km/h modificado	16 seg
Tiempo promedio de vuelta circuito yahuarcocha (estándar)	2'18''00
Tiempo promedio de vuelta circuito yahuarcocha (modificado)	2'15''00
Consumo de combustible Km/gln estándar	75 Km
Consumo de combustible Km/gln modificado	70 Km
Cambio de aceite estándar	5000 Km especificación fabricante
Cambio de aceite modificado	3000 Km
Cambio filtro de aceite estándar o modificado	Cada cambio de aceite
Cambio de filtro de combustible estándar	10000 Km especificación fabricante
Cambio de filtro de combustible modificado	8000 Km
Cambio de filtro de aire estándar	10000 Km especificación fabricante
Cambio de filtro de aire modificado	5000 Km
Limpieza de inyectores estándar	30000 Km especificación fabricante
Limpieza de inyectores modificado	20000 Km
Nivel de contaminación HC estándar (ralentí)	83 ppm
Nivel de contaminación HC estándar con carga	122 ppm
Nivel de contaminación HC modificado (ralentí)	128 ppm
Nivel de contaminación HC modificado con carga	155 ppm
λ Estándar (ralentí)	1,90
λ Estándar (carga)	0,50
λ Modificado (ralentí)	0,55
λ Modificado (carga)	0,56

Fuente: Alex Calderón

Tabla 5.9. Despliegue de datos y valores

Dentro del despliegue de datos con el software del dinamómetro se puede apreciar varias pruebas realizadas con el vehículo estándar y otras pruebas realizadas ya con el dispositivo electrónico donde observamos un incremento importante de potencia del vehículo Hyundai i10.

Ver tabla Prueba actual: 13 HYUNDAI MOTORROLL

Intervalo de tiempo: 1" 2" 5" 10" 20" 40" 1' 5'

Fecha y Hora: 23/03/2012 12:32:18

Corrección atmosférica: 1

Relación: 0.91

Tiempo	Rpm rodillo	Rpm vehiculo	Velocidad (Km/h)	Torque en rueda (Kg)	Potencia en rueda (Cv)
0"	510	464	15.9	0.77	0.55
1"	1014	923	31.5	10.92	15.47
2"	1553	1413	48.3	31.01	67.26
3"	1589	1446	49.4	41.48 Max	92.04 Max
4"	1560	1420	48.5	35.60	77.58
5"	1422	1294	44.2	36.11	71.72
6"	1410	1283	43.9	33.89	66.75
7"	1421	1293	44.2	32.79	65.08
8"	1427	1299	44.4	32.40	64.55
9"	1430	1301	44.5	32.28	64.47
10"	1438	1309	44.7	32.18	64.61
11"	1437	1308	44.7	32.12	64.47
12"	1443	1313	44.9	32.10	64.71
13"	1448	1318	45.0	31.98	64.68
14"	1451	1320	45.1	32.01	64.88
15"	1452	1321	45.2	32.00	64.88
16"	1454	1323	45.2	31.99	64.98
17"	1457	1326	45.3	31.94	65.00
18"	1460	1329	45.4	31.90	65.04
19"	1460	1329	45.4	31.92	65.09
20"	1461	1330	45.4	31.92	65.14
21"	1461	1330	45.4	31.90	65.10
22"	1462	1330	45.5	31.92	65.16
23"	1465	1333	45.6	31.89	65.26

Potencia con dispositivo electronico (92.04 Cv)

Potencia estandar (64.61 Cv)

Fuente: Alex Calderón

Tabla 5.10. Despliegue de datos y valores software dinamómetro

CAPÍTULO VI

6.- MARCO ADMINISTRATIVO

6.1.- RECURSOS

Los recursos humanos, tecnológicos y materiales son de vital importancia, para el adecuado desarrollo de un proyecto; por ello, en este capítulo abordaremos todo el aspecto técnico – operativo del mismo. La planificación es fundamental para la correcta utilización de los recursos y así obtener los mejores resultados.

6.1.1.- RECURSOS HUMANOS

En este proyecto de tesis “Optimización de la potencia en un motor de combustión interna a gasolina mediante el control de ajustes de combustible y el monitoreo del sensor de oxígeno”, el principal recurso fue el humano, ya que mi tarea investigativa y práctica fue el pilar para el desarrollo del mismo. Así como, el asesoramiento del Ing. Germán Erazo, como Director, quien aportó sobremanera en la consecución de este proyecto, tanto en la investigación como en la operatividad y por la colaboración para la ejecución del Ing. Mauricio Cruz, Codirector.

6.1.2.- RECURSOS TECNOLÓGICOS

Este proyecto constituye en sí una herramienta tecnológica que ayuda a la optimización de la potencia de un motor de combustión interna a gasolina, que interactúa con la ECU del vehículo.

Asimismo, la realización del proyecto necesitó de la utilización de distintos dispositivos tecnológicos como: scanner, osciloscopio, multímetro, cámara de fotos, computadoras, internet, dinamómetro, interface, que facilitaron la ejecución de este trabajo.

6.1.3.- RECURSOS MATERIALES

Entre los recursos materiales puedo mencionar: vehículo Hyundai i10, placa electrónica, transistores, capacitores, resistencias, yodos, amplificador operacional 7144, entre los más representativos.

6.2.- PRESUPUESTO

Para cumplir con el proyecto “Optimización de la potencia en un motor de combustión interna a gasolina mediante el control de ajustes de combustible y el monitoreo del sensor de oxígeno”, fue necesario contar con un presupuesto, el mismo que se detalla a continuación:

ORDEN	Elemento Electrónico	Característica	TOTAL USD
1	Capacitor	.1 μ F	0,20
2	Capacitor	.33 μ F	0,20
3	Capacitor	10 μ F	0,30
4	Capacitor electrolítico	10 μ F	0,50
5	Potenciómetro	10K	1,50
6	Resistencia	10K	0,20
7	Resistencia	1K	0,20
8	Resistencia	220 Ω	0,20
9	Resistencia	27K	0,20
10	Resistencia	3.3K	0,20
11	Capacitor electrolítico	220 μ F	0,50
12	Diodo Zener	5V	0,35
13	Amplificador Operacional	NTE 7144	5,00
14	Diseño Placa Electrónica		40,00
15	Cables	5 mtr	2,50
16	Swich	1	1,00
17	Borneras	2	2,00

TOTAL= 55,05\$

Fuente: Alex Calderón

Tabla 6.1. Presupuesto dispositivo electrónico

ORDEN	Elemento Electrónico	Característica	TOTAL USD
1	Interface software	OBD-II	500,00
2	Sensor de Oxígeno	1	150,00
3	Caja fibra de carbono	1	100,00
4	Multímetro digital	2 unidades	30,00
5	Batería	9V	5,00
6	Protoboard		30,00
7	Varios		300,00

TOTAL= 1115,00\$

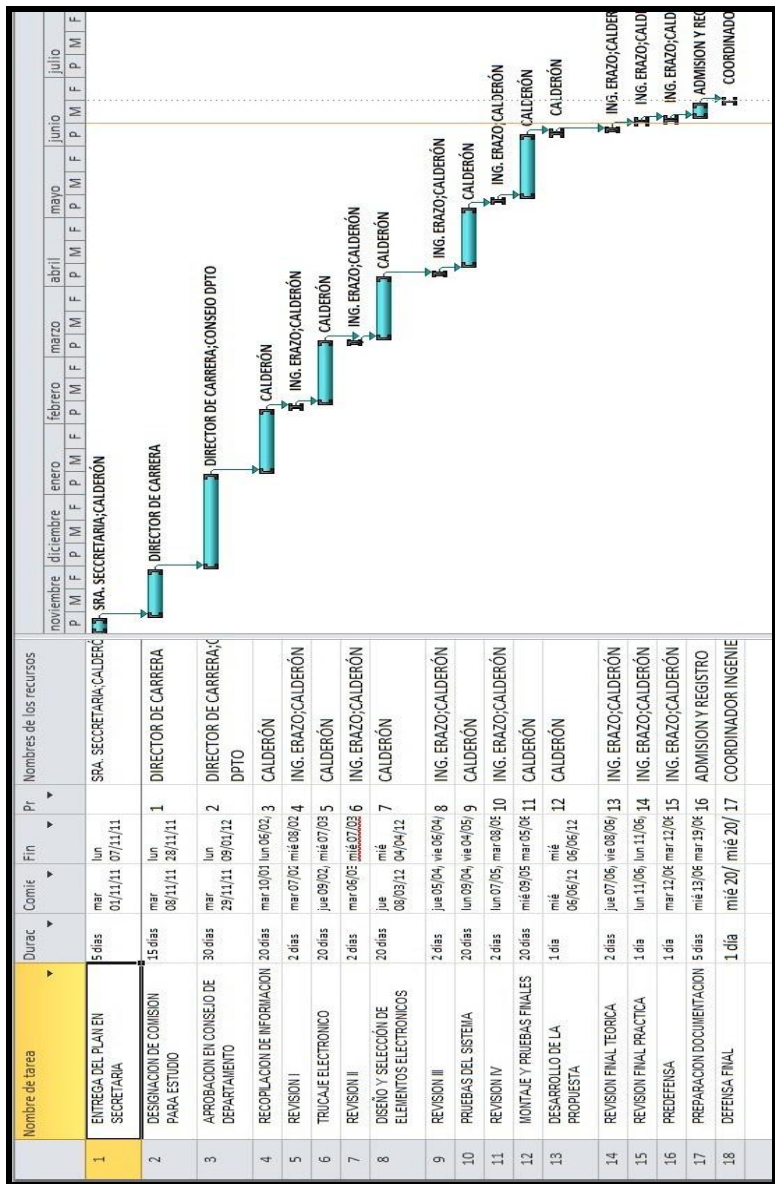
Fuente: Alex Calderón

Tabla 6.2. Presupuesto tesis

6.3.- FINANCIAMIENTO

Este proyecto está financiado en su totalidad por el realizador del mismo Alex Calderón Calderón.

5.4.- CRONOGRAMA



Fuente: Alex Calderón

Figura 6.1. Cronograma

CONCLUSIONES:

Finalizando este trabajo de investigación, presento las siguientes conclusiones y recomendaciones, a fin de que sean consideradas por quien utilice el presente como fuente de consulta.

- Se seleccionó los elementos eléctricos y electrónicos que permitieron la realización del trucaje electrónico de un vehículo de fabricación serie, mediante la elaboración de la placa electrónica, la misma que interactúa con la ECU del vehículo, optimizando la potencia del mismo y cumpliendo así con el objetivo del proyecto.
- Se desarrolló las pruebas de comparación torque y potencia en un vehículo de fabricación serie con y sin el dispositivo a implementarse y se obtuvieron los resultados esperados, se puede elevar el 7% de potencia de un motor estándar.
- Se estableció los rangos de operación para la señal del sensor de oxígeno a través de un circuito electrónico para obtener mejoras en la potencia al freno de un vehículo serie. Además se demostró que con el dispositivo con una aceleración de 0 a 100 km/h obtendremos una mejor respuesta del vehículo al reducir su tiempo de reacción, estimado en 3 segundos en 3500 metros.
- Es importante recalcar que no se han trabajado dispositivos de optimización de potencia, por lo que el proyecto es viable e innovador en el campo automotriz.
- La CORPAIRE exige que la emisión de gases sea de 200 partes por millón, con el dispositivo se logra alcanza de 150 a 160 parte por millón, alcanzando niveles adecuados para el impacto ambiental.

RECOMENDACIONES:

- Recomiendo se introduzca a los estudiantes trabajar el tema de optimización de motores mediante dispositivos electrónicos; por cuanto es un tema fundamental en el desarrollo profesional.
- Elaborar dispositivos electrónicos que puedan interactuar con la computadora del auto; ya que en la actualidad la electrónica del automóvil es la base del funcionamiento de todo automotor.
- Para la utilización de este dispositivo es necesario tener conocimientos técnicos de electrónica básica.
- Fomentar la utilización de software que permitan simular el funcionamiento de dispositivos electrónicos.
- Utilizar este dispositivo en el campo automovilístico; por cuanto se comprobó la optimización de potencia del automóvil y por ende la disminución de tiempo en carrera.

BIBLIOGRAFÍA

- José, A. (2002).Tecnologías avanzadas del automóvil. Madrid
- William, C. (2002).Puesta a Punto y Rendimiento del motor. México: Alfaomega
- Graw, H. (2003). SISTEMÁS DIGITALES, Madrid.
- Hyundai Motor Company. (2011) Manual de Fallas Eléctricas. Korea
- Hyundai Motor Company. (2011). Manual de Taller tomo 1.Korea
- Hyundai Service Training. (2011). Sensor de oxígeno.
- De Castro, M. (2005). *CEAC "MANUAL DEL AUTOMOVIL"*. España: Esparta
- RUIZ/BERMUDEZ/BROATCH/CLIMENT/LOPEZ//TORMOS.(2005). *PRACTICAS DE MOTORES DE COMBUSTION*. México: Serrano
- THOMSON. (2002). *FUNDAMENTOS TECNOLOGICOS DEL AUTOMOVIL*. Madrid

NET GRAFÍA

- Augeri, F. (s.f.). *CISE ELECTRONICS*. Recuperado el Enero de 2012, de CISE ELECTRONICS:
www.cise.com
- CORPAIRE. (s.f.). *CORPAIRE*. Recuperado el Marzo de 2012, de CORPAIRE:
www.corpaire.org
- HYUNDAI MOTOR. (s.f.). *HYUNDAI*. Recuperado el febrero de 2012, de HYUNMOTOR:
www.hyunmotor.com
- MECANICA FÁCIL. (s.f.). *MECANICA FÁCIL*. Recuperado el febrero de 2012, de MECANCA FÁCIL:
www.mecanicafacil.info
- MECANICA VIRTUAL. (s.f.). *MECANICA VIRTUAL*. Recuperado el Diciembre de 2011, de MECANICA VIRTUAL:
www.mecanicavirtual.org

ANEXOS

ANEXO A: MANUAL DE USUARIO

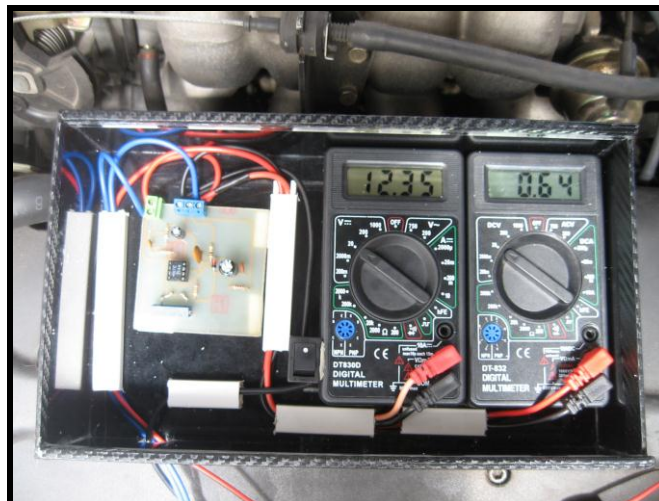
Optimización de la potencia en un motor de combustión interna gasolina mediante el control de ajustes de combustible y el monitoreo del sensor de oxígeno.

Procedimiento:

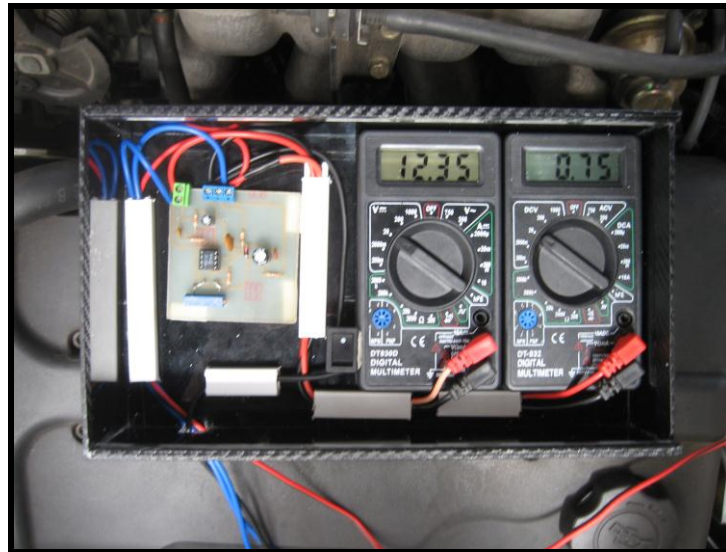
Encender el dispositivo electrónico instalado en el vehículo Hyundai i10 que se encuentra en el motor junto al filtro de aire.



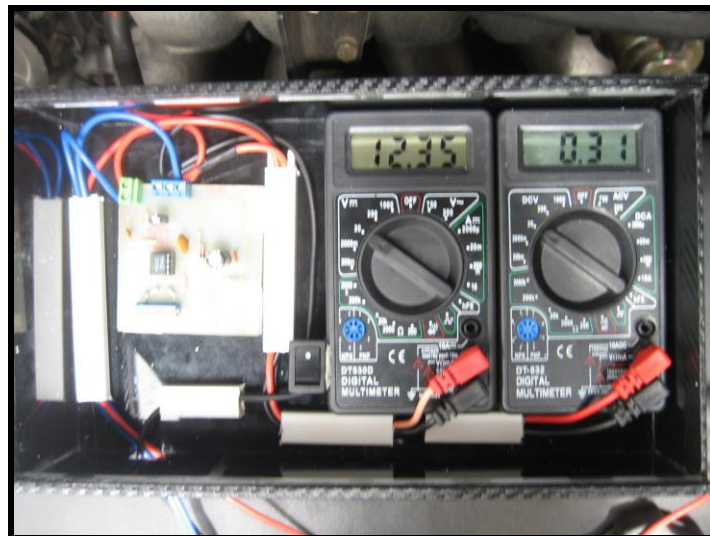
Verificar los indicadores de voltaje de funcionamiento de la placa electrónica que se encuentre en 12V.

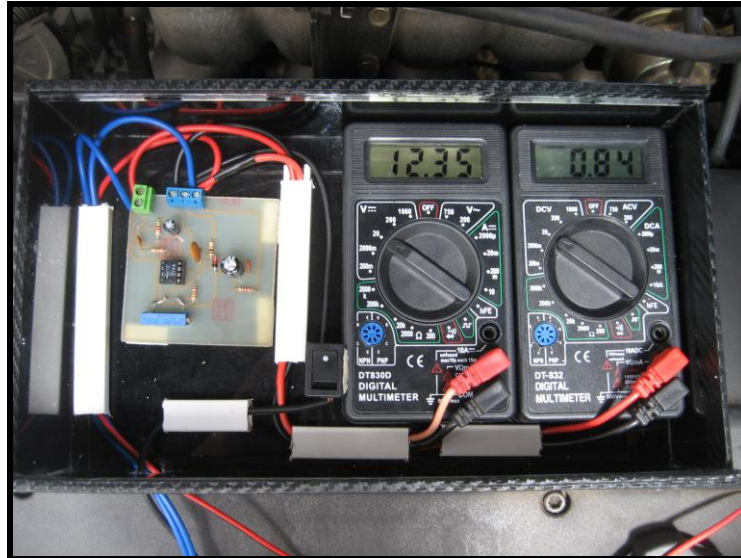


Verificar el rango de voltaje de señal del sensor de oxígeno que se encuentre calibrado el dispositivo electrónico el cual deberá ser mayor a 0.6 V hasta 0.9 V mezcla rica



En caso de no encontrarse calibrado el dispositivo electrónico se procederá a la calibración adecuada para una mezcla rica que trabaja en rangos de 0.6 V a 0.9 V como recomendación lo adecuado sería dejarlo en 0.84 V





Una vez que el dispositivo se encuentre a punto proceder a colocar la tapa de la caja.



Proceder a encender el vehículo verificando en el tablero no se encuentre prendido la luz de diagnóstico.



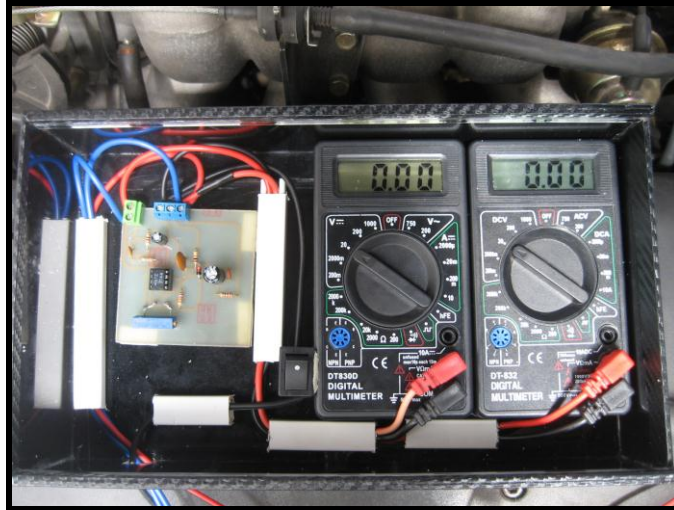
Para apagarlo hay que detener el motor.



Proceder a retirar la tapa de protección



Apagar el dispositivo electrónico



ANEXO B: NORMAS CORPAIRE

NORMAS CORPAIRE

VALORES MÁXIMOS (UMBRAL TIPO III) DE EMISIONES DE VEHÍCULOS A GASOLINA (RTV 2009)			
PRUEBA EN VACIO EN ALTAS Y BAJAS REVOLUCIONES:			
ANO MODELO	CO (% V) Monóxido de carbono	HC (ppm) Hidrocarburos	O2 (% V) Oxigeno
2000 Y POSTERIORES	1	200	5
1990 – 1999	4.5	750	5
MENOR A 1989	7	1300	5

ANEXO C: ARTICULO

OPTIMIZACIÓN DE LA POTENCIA EN UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA GASOLINA MEDIANTE EL CONTROL DE AJUSTES DE COMBUSTIBLE Y EL MONITOREO DEL SENSOR DE OXÍGENO

Alex Calderón

Carrera de Ingeniería Automotriz. Escuela Politécnica del Ejército Sede Latacunga,
Quijano y Ordóñez y Márquez de Maenza S/N Latacunga, Ecuador

Email : alexcalderon@hotmail.com

Resumen.

El sistema de optimización de potencia de un motor de combustión interna a gasolina es una innovación en cuanto a la interacción de la computadora del vehículo con el sensor de oxígeno.

El software y la placa electrónica nos permitirán mejorar y optimizar la potencia del vehículo lo cual nos servirá como un aporte al estudio del rendimiento del motor por lo que los estudiantes tendrán la facilidad de medir y comparar las curvas del sensor y ajustes de combustible.

I. INTRODUCCIÓN.

En los últimos años el parque automotriz ha ido evolucionando considerablemente con nuevas tecnologías como es la electrónica quien hoy en día por medio de la PCM comanda a todos los sensores y actuadores del vehículo quienes permiten que el vehículo funcione en óptimas condiciones y así aumentando su fiabilidad, seguridad y desde luego minimizando el impacto ambiental.

Por tal razón se ha llevado a cabo la innovación de sensores en el automóvil como es el sensor de oxígeno el cual en tiempos anteriores no aparecían pero hoy en día todos los vehículos lo poseen ya que son realmente muy importantes para el funcionamiento óptimo del vehículo.

El sensor de oxígeno en el vehículo influye directamente sobre los ajuste de combustible con la cual optimizamos la potencia y brindamos seguridad bajo cualquier emergencia al conductor.

El sensor de oxígeno es muy importante en el vehículo ya que de acuerdo a las condiciones que este proporcione a la PCM realiza los distintos ajustes de combustible con lo cual a medida que se le proporcione cierta carga al motor nos va a entregar mayor potencia o menor potencia.

Las ventajas que reporta el sensor de oxígeno son variadas siendo una de las más importantes el ajuste exacto de combustible con la cual ahorramos combustible y reducimos notablemente los niveles de contaminación a comparación de otros autos que no llevan este sensor.

Finalmente para concluir los sensores de oxígeno han ido evolucionando notablemente a lo largo del tiempo mejorando notablemente su eficiencia y capacidad de respuesta por lo que se han incorporado nuevas tecnologías en lo que se refiere al funcionamiento y control de este sistema.

II. CREACIÓN DEL DISPOSITIVO ELECTRÓNICO

Con el circuito creado en el software livewire se procederá a convertir este circuito a una placa electrónica esto lo realiza este programa automáticamente pasándolo a otro software llamado PCB Wizard donde el software se encarga de ubicar los elementos electrónicos en una forma inteligente.

Una vez que el software coloque de una forma inteligente los elementos electrónicos se podrá manipular manualmente las ubicaciones de los elementos electrónicos si fuese necesaria alguna modificación. Ya terminado el diseño de la placa electrónica se podrá observar el diseño de diversas formas que nos permite este software.

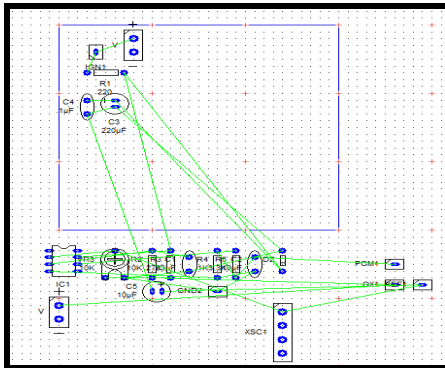


Figura 1. PCB Wizard convertidor de circuito a placa electrónica

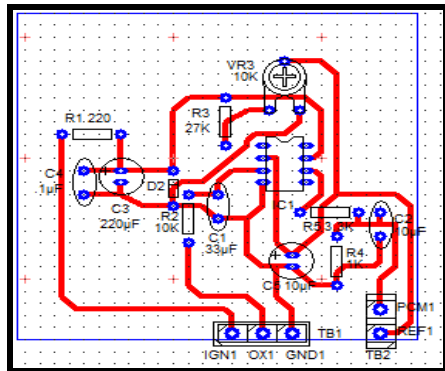


Figura 2. Ruteado normal placa electrónica

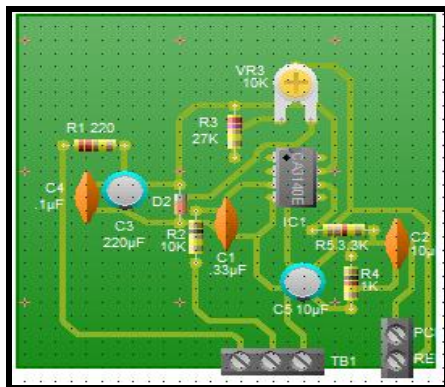


Figura 3. Ruteado real de trabajo

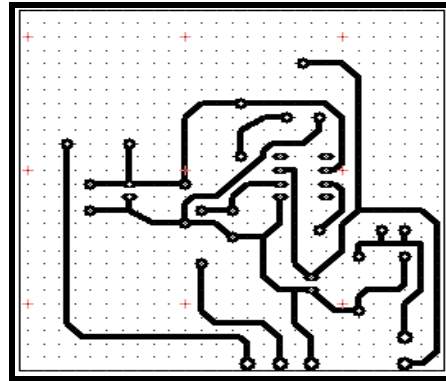


Figura 4. Ruteado real de trabajo

III. SIMULACIÓN ELECTRÓNICA DE FUNCIONAMIENTO MEDIANTE SOFTWARE

Para la simulación de funcionamiento utilizaremos un software llamado livewire el cual nos permitirá realizar circuitos electrónicos donde con las respectivas opciones de comprobación y mediciones que tiene este programa podremos darnos cuenta ciertas anomalías que pueda este presentar y así poderlas corregir.

Este software presenta varias opciones importantes como es la utilización de voltímetros y osciloscopio con lo que así podemos hacer un control de componentes y la verificación de la señal por medio de ondas.

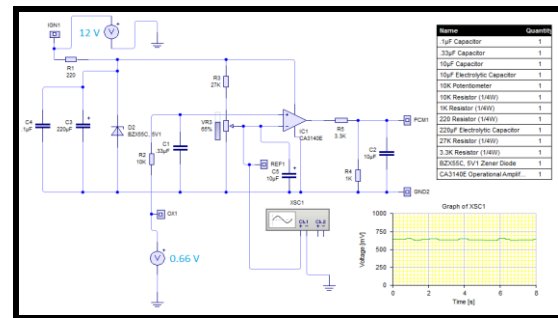


Figura 5. Simulación electrónica de funcionamiento mediante software mezcla rica

En la figura 5 realizamos un control de voltaje mediante un voltímetro ajustamos el voltaje de entrada del sensor de oxígeno en este caso alto que sería una mezcla rica de 0.66 V y verificamos la señal con el osciloscopio

donde podemos apreciar que la onda se encuentra estabilizada.

IV. MONTAJE DEL DISPOSITIVO ELECTRÓNICO

Para el montaje de la placa electrónica se tomará en cuenta varias consideraciones que no afecten el funcionamiento óptimo del dispositivo electrónico.

Se busca un espacio de fácil acceso para la manipulación y control del dispositivo electrónico.

Los factores a tomar en cuenta para el montaje de la placa electrónica son los de temperatura, contacto con agua, exposición a suciedad.



Figura 6. Montaje dispositivo electrónico

V. PRUEBAS DE DESEMPEÑO EN EL DINAMÓMETRO

Para la utilización del dinamómetro se realizara una revisión y control de los elementos que hacen posible el funcionamiento correcto del dinamómetro.

Se revisa el nivel de agua de la bomba hidráulica.



Figura 7. Control de nivel del agua

Se conecta el compresor que nos ayudará a trabar o destrabar los rodillos y a su vez generar frenado o resistencia a la carga del auto.



Figura 8. Funcionamiento del rodillo

Para las pruebas de desempeño en el dinamómetro deberemos calibrarlo a 2000 rpm de los rodillos que nos mostrará en la pantalla del software del dinamómetro.



Figura 9. Software de funcionamiento del dinamómetro

Puesto a punto el dinamómetro se procederá a realizar las diferentes pruebas de torque y potencia del vehículo.



Figura 10. Vehículo Hyundai i10 en el dinamómetro

Características estándar del vehículo Hyundai i10.

Combustible	Gasolina
Cilindrada (cc)	1.086
Potencia Máxima (Cv / r.p.m.)	65/5500
Tracción	Delantera

Tabla 1. Especificaciones estándar del vehículo Hyundai i10

Obtenida la curva de potencia instalado el dispositivo electrónico en el vehículo se puede verificar que existe un ligero incremento de potencia y una mejor respuesta de reacción del vehículo Hyundai i10.

Tras encontrar la calibración exacta del dispositivo electrónico después de varias pruebas en el dinamómetro se pudo evidenciar claramente una mejora de potencia y reacción del vehículo donde se consolidaría su máximo aumento de potencia de 70 CV con dispositivo electrónico.

Con el incremento de un 6% de potencia de su valor nominal la ganancia es de 66CV a 70CV con 4CV más de potencia y una mejor reacción del vehículo.

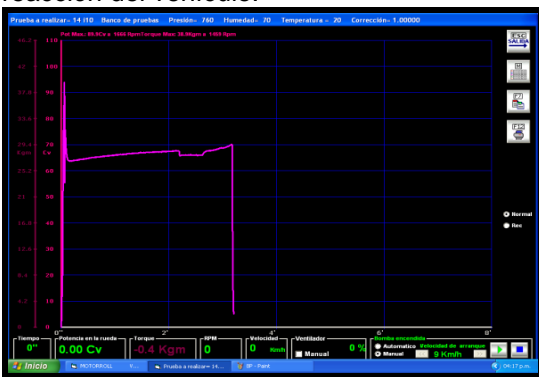


Figura 11. Curva de potencia Hyundai i10 con dispositivo electrónico

VI. PRUEBAS DE CARRETERA

Para las pruebas de desempeño en carretera se manejó los mismos parámetros que se

puso en consideración en las pruebas realizadas en el dinamómetro que fueron recomendadas por el fabricante.

Uno de los factores muy importantes para realizar las pruebas de carretera fue pensar en la seguridad vial ya que las pruebas se realizarían al máximo de potencia del vehículo por lo que el Autódromo internacional de Yahuarcocha "José Tobar Tobar" fue el más propicio.



Figura 12. Trazado Autódromo internacional Yahuarcocha "Jose Tobar Tobar"

1.- Tiempo de reacción de 0 a 100 Km/h estándar.

Vehículo	Tiempo de 0 a 100 Km/h
Hyundai i10	18 seg

Tabla 2. Tiempo de reacción estándar



Figura 12. Prueba de reacción vehículo estándar

2.- Tiempo de reacción de 0 a 100 Km/h con dispositivo electrónico.

Vehículo	Tiempo de 0 a 100 Km/h
Hyundai i10	16 seg

Tabla 3. Tiempo de reacción modificado con dispositivo electrónico



Figura 13. Prueba de reacción vehículo con dispositivo electrónico

3.- Tiempo promedio de vuelta en pista con vehículo estándar.

Vehículo	Tiempo promedio de vuelta
Hyundai i10	2'18''00

Tabla 4. Promedio de vuelta vehículo estándar



Figura 14. Auto Hyundai i10 promedio de vuelta estándar

4.- Tiempo promedio de vuelta en pista con vehículo modificado con dispositivo electrónico

Vehículo	Tiempo promedio de vuelta
Hyundai i10	2'15''00

Tabla 5. Promedio de vuelta vehículo modificado con dispositivo electrónico



Figura 15. Auto Hyundai i10 con dispositivo 5.- Consumo de combustible del vehículo Hyundai i10 con dispositivo electrónico

Vehículo	Consumo de combustible Km/gln
Hyundai i10 estándar	75 Km/gln
Hyundai i10 modificado	70 Km/gln

Tabla 6. Consumo de combustible auto con dispositivo electrónico

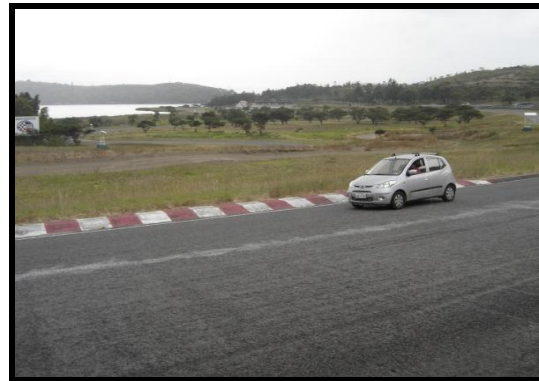


Figura 16. Auto Hyundai i10 prueba de consumo de combustible

VII. PRESUPUESTO

Para cumplir con el proyecto "Optimización de la potencia en un motor de combustión interna a gasolina mediante el control de ajustes de combustible y el monitoreo del sensor de oxígeno", fue necesario contar con un presupuesto, el mismo que se detalla a continuación:

ORDEN	Elemento Electrónico	Característica	TOTAL USD
1	Capacitor	.1 μ F	0,20
2	Capacitor	.33 μ F	0,20
3	Capacitor	10 μ F	0,30
4	Capacitor electrolítico	10 μ F	0,50
5	Potenciómetro	10K	1,50
6	Resistencia	10K	0,20
7	Resistencia	1K	0,20
8	Resistencia	220 Ω	0,20
9	Resistencia	27K	0,20
10	Resistencia	3.3K	0,20
11	Capacitor electrolítico	220 μ F	0,50
12	Diodo Zener	5V	0,35
13	Amplificador Operacional	NTE 7144	5,00
14	Diseño Placa Electrónica		40,00
15	Cables	5 mtr	2,50
16	Swich	1	1,00
17	Borneras	2	2,00

TOTAL= 55,05\$

Tabla 7. Presupuesto dispositivo electrónico

VIII. CONCLUSIONES

Finalizando este trabajo de investigación, presento las siguientes conclusiones y a fin de que sean consideradas por quien utilice el presente como fuente de consulta.

- Se seleccionó los elementos eléctricos y electrónicos que permitieron la realización del trucaje electrónico de un vehículo de fabricación serie, mediante la elaboración de la placa electrónica, la misma que interactúa con la ECU del vehículo, optimizando la potencia del mismo y cumpliendo así con el objetivo del proyecto.
- Se desarrolló las pruebas de comparación torque y

potencia en un vehículo de fabricación serie con y sin el dispositivo a implementarse y se obtuvieron los resultados esperados, se puede elevar el 7% de potencia de un motor estándar.

- Se estableció los rangos de operación para la señal del sensor de oxígeno a través de un circuito electrónico para obtener mejoras en la potencia al freno de un vehículo serie. Además se demostró que con el dispositivo con una aceleración de 0 a 100 km/h obtendremos una mejor respuesta del vehículo al reducir su tiempo de reacción, estimado en 3 segundos en 3500 metros.
- Es importante recalcar que no se han trabajado dispositivos de optimización de potencia, por lo que el proyecto es viable e innovador en el campo automotriz.
- La CORPAIRE exige que la emisión de gases sea de 200 partes por millón, con el dispositivo se logra alcanza de 150 a 160 parte por millón, alcanzando niveles adecuados para el impacto ambiental.

Latacunga, Junio de 2012.

AUTOR:

Alex Fabricio Calderón Calderón

DIRECTOR DE CARRERA:

Ing. Juan Castro Clavijo

UNIDAD DE ADMISIÓN Y REGISTRO:

Dr. Rodrigo Vaca