



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**“IDENTIFICACIÓN Y MODELAMIENTO DEL SISTEMA
DE CONTROL DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DEL
VEHÍCULO MARCA KIA MODELO CERATO STD 1600
GS”**

**ACOSTA SÁNCHEZ EDUARDO LUIS
VELOZ LALALEO ANGEL VICENTE**

TRABAJO DE TITULACIÓN

TIPO: TRABAJOS EXPERIMENTALES

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

RIOBAMBA – ECUADOR

2017

ESPOCH

Facultad de Mecánica

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

2016-10-20

Yo recomiendo que el Trabajo de Titulación preparada por:

EDUARDO LUIS ACOSTA SÁNCHEZ

Titulada:

“IDENTIFICACIÓN Y MODELAMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DEL VEHÍCULO MARCA KIA MODELO CERATO STD 1600 GS”

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

Ing. Carlos José Santillán Mariño
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Cristian Germán Santiana Espín
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Luis Fernando Buenaño Moyano
ASESOR DE TESIS

ESPOCH

Facultad de Mecánica

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

2016-10-20

Yo recomiendo que el Trabajo de Titulación preparada por:

ÁNGEL VICENTE VELOZ LALALEO

Titulada:

“IDENTIFICACIÓN Y MODELAMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DEL VEHÍCULO MARCA KIA MODELO CERATO STD 1600 GS”

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

Ing. Carlos José Santillán Mariño
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Cristian Germán Santiana Espín
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Luis Fernando Buenaño Moyano
ASESOR DE TESIS

ESPOCH

Facultad de Mecánica

EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: EDUARDO LUIS ACOSTA SÁNCHEZ

TÍTULO DE LA TESIS: **“IDENTIFICACIÓN Y MODELAMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DEL VEHÍCULO MARCA KIA MODELO CERATO STD 1600 GS”**

Fecha de Examinación: 2017-07-11

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

| COMITÉ DE EXAMINACIÓN | APRUEBA | NO APRUEBA | FIRMA |
|--|---------|------------|-------|
| Ing. José Francisco Pérez Fiallos PRESIDENTE TRIB. DEFENSA | | | |
| Ing. Cristian Germán Santiana Espín DIRECTOR DE TESIS | | | |
| Ing. Luis Fernando Buenaño Moyano ASESOR | | | |

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. José Francisco Pérez Fiallos
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

ESPOCH

Facultad de Mecánica

EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: ANGEL VICENTE VELOZ LALALEO

TÍTULO DE LA TESIS: “IDENTIFICACIÓN Y MODELAMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DEL VEHÍCULO MARCA KIA MODELO CERATO STD 1600 GS”

Fecha de Examinación: 2017-07-11

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

| COMITÉ DE EXAMINACIÓN | APRUEBA | NO APRUEBA | FIRMA |
|--|---------|------------|-------|
| Ing. José Francisco Pérez Fiallos PRESIDENTE TRIB. DEFENSA | | | |
| Ing. Cristian Germán Santiana Espín DIRECTOR DE TESIS | | | |
| Ing. Luis Fernando Buenaño Moyano ASESOR | | | |

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. José Francisco Pérez Fiallos
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teórico-científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Eduardo Luis Acosta Sánchez

Ángel Vicente Veloz Lalaleo

DEDICATORIA

Dedico en primer lugar a Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mis padres, a quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo ese pilar fundamental en todo momento. Es por ello que soy lo que soy ahora. A mi hermana por ser un apoyo incondicional. A mi abuelita por ser confidente inesperable de cada jornada. Depositando su entera confianza en cada reto que se presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad. También dedico aquella mujer que llego en el momento adecuando a mi vida. Los amo con mi vida.

Eduardo Luis Acosta Sánchez

El presente trabajo está dedicado primeramente a Dios por haberme dado la vida y el privilegio de contar con una madre luchadora a quien también dedico este trabajo porque con su esfuerzo y sacrificio me ha permitido llegar a esta etapa de mi vida.

También me permito dedicar este trabajo a mis familiares, amigos y a todos quienes me han apoyado de una u otra manera y se han preocupado de mi vida profesional.

Ángel Vicente Veloz Lalaleo

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios por haberme guiado por el camino de la felicidad, a mis padres quienes han sido el pilar fundamental en mi vida, a mi hermana por ser la principal motivadora en mi trayecto, a mis abuelitas, esposa, y a toda mi familia que con su apoyo, consejos y motivación han permitido que llegue a la exitosa culminación de mi proyecto, también un sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería Automotriz, por brindarnos la oportunidad de obtener una profesión y ser personas útiles a la sociedad.

Eduardo Luis Acosta Sánchez

El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería Automotriz, por brindarnos la oportunidad de obtener una profesión y ser personas útiles a la sociedad.

Y en especial para todos los amigos, compañeros y personas que nos apoyaron de una u otra manera para culminar con éxito una etapa de nuestras vidas.

Ángel Vicente Veloz Lalaleo

TABLA DE CONTENIDO

| | | |
|-----------|---|----|
| 1. | INTRODUCCIÓN | |
| 1.1 | <i>Antecedentes</i> | 1 |
| 1.2 | <i>Justificación</i> | 1 |
| 1.3 | <i>Objetivos</i> | 2 |
| 1.3.1 | Objetivo general..... | 2 |
| 1.3.2 | Objetivos específicos: | 2 |
| 2. | MARCO TEÓRICO | |
| 2.1 | Introducción a los sistemas de control electrónico..... | 3 |
| 2.1.1 | Clasificación de los Sistemas de Inyección..... | 3 |
| 2.1.2 | Clasificación General de los Sistemas de Inyección..... | 3 |
| 2.1.2.1 | <i>Según el Lugar Donde Inyectan:</i> | 3 |
| 2.1.2.2 | <i>Según el Número de Inyectores:</i> | 4 |
| 2.1.2.3 | <i>Según el Número de Inyecciones:</i> | 4 |
| 2.2 | Clasificación Específica de los Sistemas de Inyección | 4 |
| 2.2.1 | Señales de Entrada | 5 |
| 2.2.2 | Señales Analógicas y Digitales | 5 |
| 2.2.2.1 | <i>Señales análogas:</i> | 5 |
| 2.2.2.2 | <i>Señales digitales:</i> | 5 |
| 2.3 | Señales de Salida..... | 6 |
| 2.4 | Sensores | 7 |
| 2.4.1 | Clasificación y Aplicación de los Sensores..... | 8 |
| 2.4.1.1 | <i>Sensor por Magnetismo</i> | 8 |
| 2.4.1.2 | <i>Sensor por Efecto Hall</i> | 9 |
| 2.4.1.3 | <i>Sensor por Conductividad eléctrica</i> | 9 |
| 2.4.1.5 | <i>Sensor por termoelectrónicos</i> | 10 |
| 2.4.1.6 | <i>Sensor por fotoeléctricos</i> | 10 |
| 2.4.1.7 | <i>Sensor por piezoeléctricos</i> | 11 |
| 2.4.1.7 | <i>Sensor por ultrasonido</i> | 11 |
| 2.5 | Sensores que intervienen en el sistema de inyección electrónica | 11 |

| | | |
|----------|--|----|
| 2.5.1 | Sensor de Posición de la Mariposa de Aceleración TPS..... | 11 |
| 2.5.2 | Sensor de temperatura del refrigerante ECT..... | 12 |
| 2.5.3 | Sensor MAP..... | 13 |
| 2.5.4 | Sensor de velocidad del vehículo VSS..... | 14 |
| 2.5.5 | Sensor de Oxígeno..... | 14 |
| 2.5.6 | Sensor de revoluciones (CKP)..... | 15 |
| 2.5.7 | Sensor de temperatura del aire de admisión (IAT)..... | 16 |
| 2.5.8 | Cuerpo del acelerador..... | 17 |
| 2.6 | Unidad de Control Electrónico..... | 18 |
| 2.6.1 | Identificación de bornes del enchufe de la ECU..... | 19 |
| 2.6.2 | Arquitectura de la ECU..... | 20 |
| 2.6.2.1 | <i>Conformador de Impulsos</i> | 20 |
| 2.6.2.2 | <i>Convertidor Analógico Digital</i> | 20 |
| 2.6.2.4 | <i>Microprocesador</i> | 21 |
| 2.6.2.5 | <i>Memoria ROM</i> | 21 |
| 2.6.2.6 | <i>Memoria PROM-EEPROM</i> | 21 |
| 2.6.2.7 | <i>Memoria RAM</i> | 21 |
| 2.6.2.8 | <i>Gestión de Lazo o Bucle Abierto</i> | 21 |
| 2.6.2.9 | <i>Gestión de Lazo o Bucle Cerrado</i> | 22 |
| 2.6.2.10 | <i>Indicador de Falla</i> | 22 |
| 2.6.2.11 | <i>Grabación de Códigos de Falla</i> | 23 |
| 2.6.2.12 | <i>Lectura de Códigos sin el Scanner</i> | 23 |
| 2.7 | Actuadores..... | 23 |
| 2.7.1 | Inyectores..... | 23 |
| 2.7.2 | Riel de inyectores..... | 24 |
| 2.7.3 | Bomba de combustible..... | 24 |
| 2.7.4 | Electrobomba de combustible..... | 25 |
| 2.7.5 | Válvula de ventilación eléctrica para las emisiones vaporativas o canister EVAP..... | 25 |
| 2.8 | Diagnóstico a Bordo..... | 26 |
| 2.8.1 | Sistemas de Autodiagnóstico..... | 26 |
| 2.8.2 | Sistema de Autodiagnóstico ABODO OBD II..... | 27 |
| 2.9 | Comparaciones OBD I Y OBD II..... | 28 |
| 2.10 | Sistemas Electrónicos del Vehículo KIA CERATO..... | 29 |
| 2.10.1 | Datos técnicos del vehículo..... | 29 |
| 2.10.2 | Sistema de control del motor de combustión interna..... | 30 |

| | | |
|----------|--|----|
| 2.10.3 | Sistema de Lubricación:..... | 30 |
| 2.10.4 | Sistema de alimentación:..... | 30 |
| 2.10.5 | Sistemas de enfriamiento: | 31 |
| 2.11 | Osciloscopio Hantek 1008c..... | 31 |
| 2.11.1 | Características técnicas del Osciloscopio Hantek 1008c | 32 |
| 2.12 | Tarjeta de adquisición de datos o dispositivo DAQ..... | 33 |
| 2.12.1 | <i>Partes de un sistema DAQ</i> | 34 |
| 2.12.2 | <i>Dispositivo DAQ</i> | 35 |
| 2.12.3 | <i>Componentes Clave de Medidas para un Dispositivo DAQ</i> | 35 |
| 2.12.3.1 | <i>Acondicionamiento de Señales</i> | 35 |
| 2.12.3.2 | <i>Convertidor Analógico Digital (ADC)</i> | 35 |
| 2.12.3.3 | <i>Bus de la PC</i> | 36 |
| 2.13 | Función de la PC en un Sistema DAQ | 36 |
| 2.14 | Software de Aplicación | 36 |
| 3 | METODOLOGÍA | |
| 3.1 | Procedimiento | 37 |
| 3.1.1 | <i>OBD-II PID</i> | 38 |
| 4 | CARACTERIZACIÓN | |
| 4.1 | Caracterización de los sensores..... | 49 |
| 4.1.1 | <i>Sensor MAP</i> | 49 |
| 4.1.1.1 | <i>Identificación del modelo</i> | 50 |
| 4.1.2 | <i>Sensor TPS</i> | 51 |
| 4.5 | Sensor oxígeno O2 | 53 |
| 4.5.1 | <i>Identificación del modelo</i> | 54 |
| 4.6 | Sensor de temperatura del motor ECT | 55 |
| 4.6.1 | <i>Identificación del modelo</i> | 56 |
| 4.7 | Sensor de temperatura del aire de admisión (IAT) | 57 |
| 4.7.1 | <i>Identificación del modelo</i> | 57 |
| 4.8 | Sensor de revoluciones (CKP) | 59 |
| 4.8.1 | <i>Identificación del modelo</i> | 59 |
| 4.9 | Sensor de velocidad (VSS)..... | 60 |
| 4.10 | Identificación de procesos cuando el vehículo está en movimiento | 62 |

| | | |
|---------|--|----|
| 4.10.1 | <i>TP- Velocidad</i> | 62 |
| 4.10.2 | <i>RPM – Velocidad</i> | 63 |
| 4.10.3 | <i>TP – RPM</i> | 64 |
| 4.10.3 | <i>TP – MAP</i> | 65 |
| 4.10.4 | <i>MAP – Velocidad</i> | 66 |
| 10.4 | Simulacion de los procesos dinamicos..... | 67 |
| 10.4.1 | <i>TP –RPM– VELOCIDAD</i> | 67 |
| 10.4.2 | <i>TP – MAP - RPM</i> | 68 |
| 4.11 | Identificación de proceso cuando el vehículo está en ralentí | 69 |
| 4.11.1 | <i>TP – RPM</i> | 70 |
| 4.11.2 | <i>TP – MAP</i> | 71 |
| 4.11.3 | <i>MAP - O2</i> | 72 |
| 4.11.4 | <i>Presión atmosférica - Angulo de Encendido</i> | 73 |
| 4.11.5 | <i>RPM - Angulo de Encendido</i> | 74 |
| 4.12 | Simulacion de los procesos estaticos | 75 |
| 4.12.1 | <i>TP – MAP – O2</i> | 75 |
| 4.12.2 | <i>TP – RPM – Angulo de encendido</i> | 75 |
| 4.13 | Programacion en la ECU..... | 76 |
| 4.13.1 | <i>Creación de un nuevo proyecto</i> | 77 |
| 4.13.2 | <i>Configuración del motor y secuenciales</i> | 78 |
| 4.13.3 | <i>Puesta en escena del inyector</i> | 78 |
| 4.13.4 | <i>Tipo de motor</i> | 79 |
| 4.13.5 | <i>Tamaño del inyector</i> | 79 |
| 4.13.6 | <i>Provechos por ciclo de motor</i> | 79 |
| 4.13.7 | <i>Motor trazo/Rotary (Engine Stroke)</i> | 79 |
| 4.13.8 | <i>Número de cilindros</i> | 79 |
| 4.13.9 | <i>Requerimiento de combustible (Required Fuel)</i> | 80 |
| 4.13.10 | <i>Características del inyector</i> | 80 |
| 4.13.11 | <i>Corrección de la tensión de la batería (ms/v)</i> | 80 |
| 4.13.12 | <i>Tipo de sensor EGO</i> | 81 |
| 4.13.12 | <i>Por encima del refrigerante (Active Above Coolant)</i> | 81 |
| 4.13.13 | <i>Activo por encima de RPM</i> | 81 |
| 4.13.14 | <i>Activa debajo de TPS</i> | 81 |
| 4.13.15 | <i>Activa debajo de MAP</i> | 81 |
| 4.13.16 | <i>Activa por encima de MAP</i> | 82 |

| | | |
|---------|--|----|
| 4.13.17 | <i>Calibración del sensor de la posición de la mariposa.....</i> | 82 |
| 5. | COSTOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN | 84 |
| 5.1 | Detalle de costos Directos..... | 84 |
| 5.2 | Detalle de Costos Indirectos..... | 84 |
| 6. | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:..... | 85 |
| 6.1 | Conclusiones | 85 |
| 6.2 | Recomendaciones..... | 86 |

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1-2: Características del Sensor de Revoluciones (CKP) | 16 |
| Tabla 2-2: Características del IAT | 17 |
| Tabla 3-2: Comparaciones de OBD I y OBM II | 28 |
| Tabla 4- 2: Osciloscopio Hantek 1008c | 32 |
| Tabla 4-2: (Continuación) Osciloscopio Hantek 1008c | 33 |
| Tabla 5- 3: Tipo de Trabajo | 37 |
| Tabla 6-3: OBD-II PID | 38 |
| Tabla 7- 3: OBD-II Modo 01 | 39 |
| Tabla 8-3: Intervalos de tiempo vs. Km/h..... | 41 |
| Tabla 9-3: Toma de Datos (Pruebas a 10m/s)..... | 42 |
| Tabla 10-3: Toma de Datos (Pruebas a 25m/s)..... | 42 |
| Tabla 11-3: Toma de Datos (Pruebas a 50m/s)..... | 42 |
| Tabla 12-3: Datos RPM vs. Tiempo | 43 |
| Tabla 13-3: Toma de Datos (Pruebas 10m/s)..... | 44 |
| Tabla 14-3: Toma de Datos (Pruebas 25m/s)..... | 44 |
| Tabla 15-3: Toma de Datos (Pruebas 50m/s)..... | 44 |
| Tabla 16-3: Función de Transferencia | 45 |
| Tabla 17-3: Lenguaje de Programación (MatLab)..... | 47 |
| Tabla 17-3: (Continuación) Lenguaje de Programación (MatLab)..... | 48 |
| Tabla 18-4: Datos técnicos del MAP | 49 |
| Tabla 19-4: Osciloscopio Hantek 1008c | 51 |
| Tabla 20-4: Sensor de Oxígeno..... | 53 |
| Tabla 21-4: Sensor ECT..... | 55 |
| Tabla 22 Sensor IAT | 57 |
| Tabla 23-4: Sensor CKP | 59 |
| Tabla 24-4: Sensor de Velocidad VSS..... | 60 |
| Tabla 25-4: Sub-Procesos - Procesos..... | 62 |
| Tabla 26-4: Sub-Procesos - Procesos..... | 69 |
| Tabla 27-4: Datos Técnicos | 78 |
| Tabla 30-4: Costos Directos..... | 84 |
| Tabla 31-4: Costos Indirectos | 84 |
| Tabla 32-4: Costos Totales..... | 84 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1-2. Señal Análoga..... | 5 |
| Figura 2-2. Señal Digital..... | 6 |
| Figura 3-2. Señales Análogas, Digital..... | 6 |
| Figura 4-2. Procesamiento de señal | 7 |
| Figura 5-2. Sensor por Magnetismo..... | 9 |
| Figura 6-2. Sensor por Efecto Hall | 9 |
| Figura 7-2. Sensor por Conductividad eléctrica..... | 9 |
| Figura 8-2. Sensor por Termoeléctricos..... | 10 |
| Figura 9-2. Sensor por Fotoeléctricos | 10 |
| Figura 10-2. Sensor por Piezoeléctrico | 11 |
| Figura 11-2. Sensor de posición de la mariposa del acelerador | 12 |
| Figura 12-2. Sensor de Temperatura del Refrigerante del Motor | 12 |
| Figura 13-2. Sensor MAP | 13 |
| Figura 14-2. Silicio Típico | 13 |
| Figura 15-2. Sensor de la Velocidad del Vehículo..... | 14 |
| Figura 16-2. Oxygen Sensor Voltaje (Sensor de Oxígeno)..... | 14 |
| Figura 17-2 Sensor de Revoluciones (CKP)..... | 15 |
| Figura 18-2. Pistón PSM..... | 15 |
| Figura 19-2. Sensor de Temperatura del Aire de Admisión (IAT) | 16 |
| Figura 20-2. Señal del ECM | 17 |
| Figura 21-2. Cuerpo del Acelerador..... | 18 |
| Figura 22-2. ECU..... | 19 |
| Figura 23-2. Identificación de Borne | 19 |
| Figura 24-2. Identificación de Bornes del enchufe de la ECU..... | 19 |
| Figura 25-2. Arquitectura de la ECU | 20 |
| Figura 26-2. Identificación de Falla..... | 22 |
| Figura 27-2. Inyectores | 23 |
| Figura 28-2. Riel de Inyectores..... | 24 |
| Figura 29-2. Bomba de Combustible | 25 |
| Figura 30-2. Electro Bomba de Combustible..... | 25 |
| Figura 31-2. EVAP | 26 |
| Figura 32-2. KIA CERATO FORTE | 29 |
| Figura 33-2. Sistema de Distribución..... | 30 |
| Figura 34-2. Sistema de Lubricación | 30 |

| | |
|---|----|
| Figura 35-2. Sistema de Alimentación..... | 31 |
| Figura 36-2. Sistema de Enfriamiento | 31 |
| Figura 37-2. Osciloscopio Hantek 1008c..... | 32 |
| Figura 38-2. Partes de la Tarjeta DAQ..... | 34 |
| Figura 39-2. Dispositivo DAQ..... | 35 |
| Figura 40-2. Software DAQ..... | 36 |
| Figura 41-3. Software CANMONITOR | 37 |
| Figura 42-3. Componentes de la Tarjeta DAQ | 40 |
| Figura 43-3. Software Can Monitor | 40 |
| Figura 44-3. Utilización del Software | 45 |
| Figura 45-3. Can Monitor Software | 45 |
| Figura 46-3. Importar Datos MATLAB..... | 46 |
| Figura 47-3. Matlab..... | 46 |
| Figura 48-4. FUNCIÓN DE TRASFERENCIA | 67 |
| Figura 49-4. Función de Transferencia | 68 |
| Figura 50-4. Proceso Completo del modo Dinámico | 69 |
| Figura 51-4. Función de Transferencia | 75 |
| Figura 52-4. Proceso Completo del modo Estático..... | 76 |
| Figura 53-4. TunerStudio MS | 77 |
| Figura 54-4. Creación de Nuevo Proyecto..... | 78 |
| Figura 55-4. Configuración de parámetros del Motor..... | 79 |
| Figura 56-4. Requerimiento de Combustible | 80 |
| Figura 57-4. Corrección de la batería..... | 81 |
| Figura 58-4. Configuración de Parámetros | 82 |
| Figura 59-4. Calibración del TPS..... | 82 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| Grafico 3-1. Ciclo de Conducción Dinámico..... | 41 |
| Grafico 3-2. Adquisición de Datos en RPM | 43 |
| Grafico 4-1.Señal de Entrada del Sensor MAP..... | 50 |
| Grafico 4-2.Señal de Salida del Sensor MAP Estabilizado | 51 |
| Grafico 4-3.TPS | 52 |
| Grafico 4-4. TPS Estabilizado..... | 53 |
| Grafico 4-5.Sensor de Oxigeno Entrada | 54 |
| Grafico 4-6.Sensor de Oxigeno Estabilizado | 54 |
| Grafico 4-7.ETC Entrada | 56 |
| Grafico 4-8.ETC Estabilizado..... | 56 |
| Grafico 4-9.Señal de Entrada sensor IAT | 57 |
| Grafico 4-10.Sensor IAT señal Estabilizada..... | 58 |
| Grafico 4-11.Curva Característica de Señal de Entrada CKP | 59 |
| Grafico 4-12.Curva Característica de Señal de Salida CKP Estabilizado..... | 60 |
| Grafico 4-13.VSS señal de Entrada | 61 |
| Grafico 4-14.VSS señal de Salida Estabilizada | 61 |
| Grafico 4-15.TP- Velocidad..... | 62 |
| Grafico 4-16.TP- Velocidad Estabilizada | 63 |
| Grafico 4-17.RPM - Velocidad | 63 |
| Grafico 4-18.RPM – Velocidad Estabilizado..... | 64 |
| Grafico 4-19.TP - RPM..... | 64 |
| Grafico 4-20.RPM – Velocidad Estabilizado..... | 65 |
| Grafico 4-21.TP - MAP | 65 |
| Grafico 4-22.TP – MAP Estabilizado | 66 |
| Grafico 4-23.MAP - Velocidad..... | 66 |
| Grafico 4-24.MAP – Velocidad Estabilizado | 67 |
| Grafico 4-25.Señales del proceso. TP-V-RPM..... | 67 |
| Grafico 4-26. Señales del proceso TP-V-RPM..... | 68 |
| Grafico 4-27.TP - RPM..... | 70 |
| Grafico 4-28.TP – RPM Estabilizado | 70 |
| Grafico 4-29.TP – MAP..... | 71 |
| Grafico 4-30.TP – MAP Estabilizado | 71 |
| Grafico 4-31.MAP – O2..... | 72 |

| | |
|---|----|
| Grafico 4-32.MAP – O2 Estabilizado..... | 72 |
| Grafico 4-33.Atmosférica – Angulo Encendido | 73 |
| Grafico 4-34.Atmosférica – Angulo Encendido Estabilizado..... | 73 |
| Grafico 4-35.RPM – Angulo Encendido..... | 74 |
| Grafico 4-36.RPM – Angulo Encendido Estabilizado..... | 74 |
| Grafico 4-37.Señales del Proceso | 75 |
| Grafico 4-38.Función de Transferencia | 75 |
| Grafico 4-39.Señales del Proceso | 76 |
| Grafico 4-40.TP-RPM..... | 83 |
| Grafico 4-41.TP- Momento de la Inyección | 83 |
| Grafico 4-42.TP – MAP..... | 83 |

LISTA DE ABREVIACIONES

| | |
|-----|--|
| ECM | Electronic Control Module |
| DTC | Diacnostin Trouble Codes |
| CAN | Controllor Area Network |
| OBD | On Board Diacnostig |
| ECU | UNIDAD de Control Electronica |
| TPS | Sensor de Posición del Acelerador |
| MAP | Sensor Presión Absoluta del Múltiple de Admisión |
| IAT | Sensor de Temperatura de Aire del Colector de Admisión |
| ECT | Sensor del temperatura del refrigerante del Motor |
| NTC | Coeficiente Térmico Negativo |
| CKP | Sensor de posición del Cigüeñal |
| RPM | Revoluciones por Minuto |
| VSS | Sensor de Velocidad |
| DAQ | Adquisición de datos |
| O2 | Sensor de Oxigeno |
| ALU | Unidad Aritmética Lógica |
| CPU | Unidad Central de Proceso |
| ROM | Read Only Memory (Memoria Solo de Lectura) |
| RAM | Memoria de Acceso Aleatorio |
| PTC | Coeficiente Térmico Positivo |
| PMS | Punto Muerto Superior |
| PMI | Punto Muerto Inferior |
| RTD | Detector de Temperatura Resistivo |

LISTA DE ANEXOS

- | | |
|----------------|---|
| ANEXO 1 | Ciclo de conducción dinámico. |
| ANEXO 2 | Ciclo estático. |
| ANEXO 3 | Conexión de la MEGASQUIRT II |
| ANEXO 4 | Programación de la MEGASQUIRT II (Virtual en CD) |

RESUMEN

En el presente trabajo se realizó la identificación y modelamiento del sistema de control de inyección electrónica del vehículo marca Kía Cerato modelo R1600 GS. Para lo cual se recopiló información actualizada sobre los sistemas de inyección electrónica, mediante esta información se obtuvo los elementos más relevantes que intervienen en el mismo, para ser analizados, caracterizados mediante paquetes computarizados (MATLAB) como también un software (CANPRO), también gracias a la ayuda de una tarjeta de adquisición de datos (NI9862) con un módulo de Automotive Diagnostig. Una vez que se caracterizó los sensores que intervienen en este sistema con los datos reales obtenidos, se pudo trabajar en las diferentes funciones de transferencia que comanda cada sensor. Para posteriormente trabajar en los diferentes procesos que intervienen en el sistema de inyección electrónica. Los resultados obtenidos con el análisis anteriormente mencionado y estudiados fueron los apropiados puesto que dieron como resultado el modelamiento del sistema de control, para en un futuro la ESPOCH pueda crear computadoras alternas. Para la validación del modelo y simulación final utilizamos una computadora programable (MEGASQUIR II) adquirida por los por los autores de este trabajo de titulación para el laboratorio de la Escuela de Ingeniería Automotriz y como complemento se adquirió un software (TUNERSTUDIO MS), para la comprobación del modelo encontrado dando como resultado final el correcto funcionamiento. Gracias a estos softwares se identificó los procesos inmersos en el sistema de inyección, y se procesó la información (datos) en el toolkit system identificación, los mismos que se presentaron con un grado de confiabilidad que varían entre (60 y 80) % en el porcentaje de estimación. El estudio que se realizó a estos sistemas en si debe ser los más correctos y confiables, puesto que es uno de los más importantes por su función ya que este es el que comanda todo el sistema electrónico del vehículo.

Palabras claves: <INYECCIÓN ELECTRÓNICA>, <MATLAB (SOFTWARE)>, <CANPRO (SOFTWARE)>, <TARJETAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS>, <PAQUETES COMPUTARIZADOS>, <MODULO AUTOMOTIVE DIAGNOSTIG>, <EFECTOS MECÁNICOS>.

ABSTRACT

In the present work the identification and modeling was carried out of the control system of electronic injection of the vehicle brand Kia Cerato model R 1600 GS. For which, information was collected updated on the electronic injection system, through this information was obtained the most relevant elements that intervene in the same, to be analyzed, characterized through computerized packages (MATLAB) as well as, a software (CANPRO) Also thanks to the help of a data acquisition card (NI9862) with an Automotive Diagnostic module. Once, the sensors were characterized that intervene in this system with the actual data obtained, it was possible to work on the different transfer functions that each sensor commands. To later, work on the different processes that intervene in the electronic injection system. The results obtained with the previously mentioned analysis and studied were the appropriate since they were given as a result the modeling of the control system so the ESPOCH could in future create alternative computers. For the validation of the model and final simulation we used a programmable computer (MEGASQUIR II) acquired by the authors of this titration work for the laboratory of the Automotive Engineering School, and as a complement a (TUNERSTUDIO MS) software was acquired for the verification of the found Model, by giving as a final result the correct operation. Thanks to these two software the processes immersed were identified in the injection system, and the information (data) was processed in the toolkit system identification, the same ones that presented with a degree of reliability varying between (60 and 80) % in the percentage of estimation. The study that was performed to these systems in itself should be the most correct and reliable, because it is one of the most important for its function since this is the one that commands the entire electronic system of the vehicle.

Keywords: <ELECTRONIC INJECTION>, <MATLAB (SOFTWARE)>, < CANPRO (SOFTWARE)>, < DATA ACQUISITION CARDS>, <COMPUTERIZED PACKAGES>, < AUTIMOTIVE DIAGNOSTIC MODULE >, <MECHANICAL EFFECTS>.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Conforme la tecnología avanza, el sector Automotriz también se ha desarrollado, de tal forma, que se ha palpado grandes cambios, uno de ellos el “sistema de inyección de combustible en el vehículo.” Este sistema fue diseñado con el principal objetivo de reducir los gases contaminantes producidos por la combustión. Para lograr un ambiente amigable con la sociedad presente y las futuras generaciones.

El propósito de este Trabajo de Titulación tiene como finalidad contribuir con aporte investigativo y tecnológico para la nueva generación de estudiantes, ya que brindará conocimientos relevantes en el campo de la industria automotriz.

1.2 Justificación

En nuestro país existe un sinnúmero de ensambladoras de automóviles y la mayoría está utilizando partes o autopartes fabricadas en el país; la idea es fomentar plazas de trabajo.

El presente proyecto de investigación brindará a los interesados en el área automotriz a contar con un modelo matemático del proceso de inyección electrónica, el cual servirá para realizar ajustes del sistema de inyección de combustible, carga del motor entre otras, mediante la parametrización de sensores y actuadores para posteriormente incentivar una idea tentativa de crear computadoras automotrices por manos ecuatorianas. (QUINTERO, y otros, 2011)

La visión de este proyecto es que basados en los modelos matemáticos encontrados se creen propuestas de implementación de sistemas electrónicos en el Ecuador.

Este material pretende ser un complemento a los conceptos teóricos estudiados en un curso básico de Control Automático. Específicamente, en la aplicación de conceptos y técnicas para el diseño, análisis, selección e implementación de sistemas de control, modelamiento matemático, diagramas de bloques, funciones de transferencia, entre otros.

Matlab es un lenguaje de alto nivel y un entorno interactivo que permite realizar tareas computacionales intensivas más rápido. Simulink es un entorno para la simulación y diseño basado en modelos para sistemas dinámicos embebido. Matlab y Simulink desempeñan un papel

fundamental en la investigación, diseño y desarrollo de productos en una amplia gama de industrias. (QUINTERO, y otros, 2011)

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general.

Identificar y modelar un sistema de control de inyección electrónica en un vehículo a gasolina

1.3.2 Objetivos específicos:

- Caracterizar los sensores y actuadores que intervienen en el sistema de inyección electrónica.
- Identificar y modelar los procesos de dosificación de combustible al vehículo.
- Modelar y simular el sistema de control de inyección electrónica
- Validar el modelo parametrizando los parámetros y simular en una computadora programable.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Introducción a los sistemas de control electrónico

2.1.1 *Clasificación de los Sistemas de Inyección*

Mediante la exacta dosificación del combustible en función de la temperatura del motor y del régimen de arranque, se consiguen tiempos de arranque más breves y una aceleración más rápida y segura desde el ralentí. En la fase de calentamiento se realizan los ajustes necesarios para una marcha redonda del motor y una buena admisión de gas sin tirones, ambas con un consumo mínimo de combustible, lo que se consigue mediante la adaptación exacta del caudal de éste. (OROZCO, 2015)

2.1.2 *Clasificación General de los Sistemas de Inyección*

Se pueden clasificar en función de cuatro características distintas:

- 1.-Según el lugar donde inyectan.
- 2.-Según el número de inyectores.
3. Según el número de inyecciones.
4. Según las características de funcionamiento. (OROZCO, 2015)

2.1.2.1 *Según el Lugar Donde Inyectan:*

Inyección Directa: El inyector introduce el combustible directamente en la cámara de combustión. Este sistema de alimentación es el más novedoso y se está empezando a utilizar ahora en los motores de inyección gasolina como el motor GDi de Mitsubishi o el motor IDE de Renault. (OROZCO, 2015)

Inyección indirecta: El inyector introduce el combustible en el colector de admisión, encima de la válvula de admisión, que no tiene por qué estar necesariamente abierta. Es la más usada actualmente. (OROZCO, 2015)

2.1.2.2 Según el Número de Inyectores:

Inyección Mono punto: Hay solamente un inyector, que introduce el combustible en el colector de admisión, después de la mariposa de gases. Es la más usada en vehículos turismo de baja cilindrada que cumplen normas de anti contaminación. (OROZCO, 2015)

Inyección Multipunto: Hay un inyector por cilindro, pudiendo ser del tipo "inyección directa o indirecta". Es la que se usa en vehículos de media y alta cilindrada, con anti contaminación o sin ella. (OROZCO, 2015)

2.1.2.3 Según el Número de Inyecciones:

Inyección Continua: Los inyectores introducen el combustible de forma continua en los colectores de admisión, previamente dosificada y a presión, la cual puede ser constante o variable. (OROZCO, 2015)

Inyección Intermitente: Los inyectores introducen el combustible de forma intermitente, es decir; el inyector abre y cierra según recibe información del módulo electrónico. La inyección intermitente se divide a su vez en tres tipos. (OROZCO, 2015)

Secuencial: El combustible es inyectado en el cilindro con la válvula de admisión abierta, es decir; los inyectores funcionan de uno en uno de forma sincronizada. (OROZCO, 2015)

Semisecuencial: El combustible es inyectado en los cilindros de forma que los inyectores abren y cierran de dos en dos. (OROZCO, 2015)

Simultanea: El combustible es inyectado en los cilindros por todos los inyectores a la vez, es decir; abren y cierran todos los inyectores al mismo tiempo. (OROZCO, 2015)

2.2 Clasificación Específica de los Sistemas de Inyección

La inyección electrónica se clasifica

- Inyección mecánica
- Inyección Electromecánica
- Inyección Electrónica

2.2.1 Señales de Entrada

Las señales de entrada, son las que permiten captar las diferentes condiciones del régimen de funcionamiento del motor de combustión interna, transmisión, frenos ABS, etc. De acuerdo a los sistemas utilizados en el vehículo, mencionadas señales son captadas por transductores (sensores). (CUADERNO DIDACTICO BÁSICO, 1998)

2.2.2 Señales Analógicas y Digitales

Los circuitos electrónicos se pueden dividir en dos amplias categorías según el tipo de señal con el que trabajan: señal analógica y señal digital. Explicaremos cuales son las características de cada señal. (CUADERNO DIDACTICO BÁSICO, 1998)

2.2.2.1 Señales análogas:

Es preciso indicar que la señal analógica, es un sistema de comunicaciones de las mismas características, mantiene dicho carácter y deberá ser reflejo de la generada por el usuario. Esta necesaria circunstancia obliga a la utilización de canales lineales, es decir canales de comunicación que no introduzcan deformación en la señal original. (CUADERNO DIDACTICO BÁSICO, 1998)

Figura 1-2. Señal Análoga



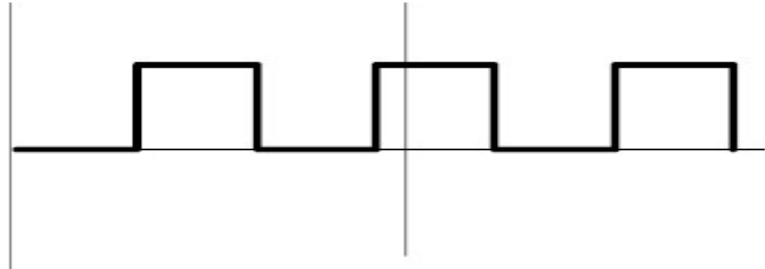
Fuente: (CUADERNO DIDACTICO BÁSICO, 1998)

2.2.2.2 Señales digitales.

Una señal digital es aquella que presenta una variación discontinua con el tiempo y que sólo puede tomar ciertos valores discretos. Su forma característica es ampliamente conocida: la señal básica

es una onda cuadrada (pulsos) y las representaciones se realizan en el dominio del tiempo. (CUADERNO DIDACTICO BÁSICO, 1998)

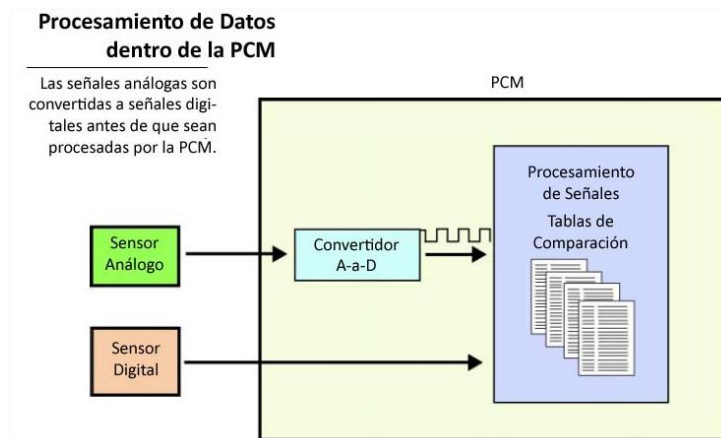
Figura 2-2. Señal Digital



Fuente: (CUADERNO DIDACTICO BÁSICO, 1998)

Los principales usos de los circuitos electrónicos son el control, el procesado, la distribución de información, la conversión y la distribución de la energía eléctrica.

Figura 3-2. Señales Análogas, Digital



Fuente: (CUADERNO DIDACTICO BÁSICO, 1998)

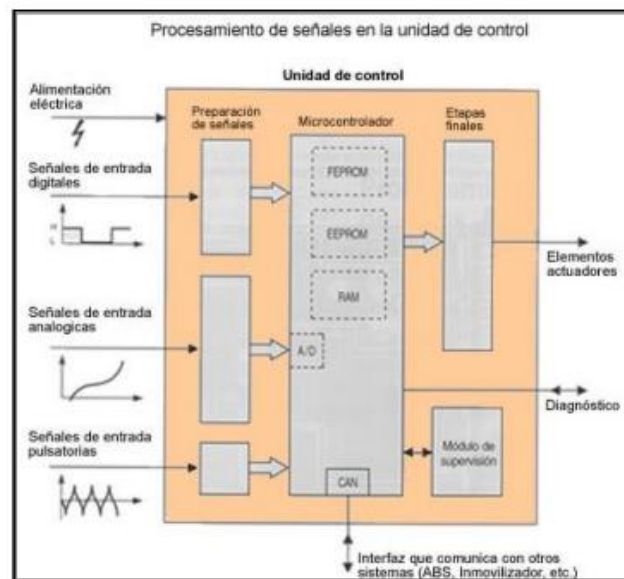
2.3 Señales de Salida

Los datos elaborados en el interior de la ECU se envían al exterior a través de las etapas de salida, que envían señales eléctricas elaboradas a los actuadores.

Cualquier ajuste o modificación externo de la inyección estará asociado al control electrónico interno de la inyección del motor (a menos que se desconecte). La unidad electrónica de control del motor intenta en todo momento regular la inyección de combustible a través de una sonda lambda binaria y, en algunas gestiones, otra proporcional, para tener una combustión lo más estequiometría en algunos regímenes estacionarios. (OÑATE, 2010)

Si hay fallos en alguna magnitud básica (Caudalímetro; Hall; Sensores de rpm y PMS), generalmente el motor no arranca. Pero si durante la marcha se produce una avería en el hall o sensor de PMS, el motor sigue funcionando debido a las señales memorizadas por la ECU en el momento del arranque. Una avería en magnitudes de corrección (sensor líquido refrigerante; potenciómetro de mariposa), va a repercutir en las prestaciones y rendimiento del motor, puede arrancar con dificultad y mostrará comportamientos poco estables en ralentí. (CUADERNO DIDACTICO BÁSICO, 1998)

Figura 4-2. Procesamiento de señal



Fuente: (CUADERNO DIDACTICO BÁSICO, 1998)

2.4 Sensores

Elementos encargados de obtener información llamados técnicamente transductores y son capaces de transformar cualquier magnitud biológica química o física en una magnitud eléctrica.

Las variables de instrumentación pueden ser:

- Intensidad lumínica
- Temperatura
- Distancia
- Aceleración
- Inclinación
- Presión
- Desplazamiento

- Fuerza
- Torsión
- Humedad
- Movimiento
- pH

Una magnitud eléctrica puede ser una resistencia eléctrica como en una RTD, una capacidad eléctrica (un sensor de humedad), una tensión eléctrica (un termopar), una corriente eléctrica (un fototransistor). (OÑATE, 2010)

2.4.1 Clasificación y Aplicación de los Sensores

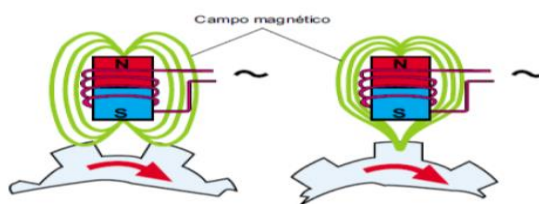
Según el principio de funcionamiento se realiza la siguiente clasificación:

1. Magnético;
2. Efecto Hall;
3. Conductividad eléctrica;
4. Termoeléctricos;
5. Fotoeléctricos;
6. Piezoeléctricos;
7. Por ultrasonido;
8. Por radiofrecuencia. (CUADERNO DIDACTICO BÁSICO, 1998).

2.4.1.1 Sensor por Magnetismo

Sensores cuya relación existente es entre el campo magnético que este genera y la electricidad. Este tipo de sensor suele estar ubicado en diversas partes del motor como por ejemplo en el volante de inercia, en la polea del cigüeñal, o directamente en el block del motor, cuando existe fallo en este tipo de sensores el motor normalmente se detiene. (CUADERNO DIDACTICO BÁSICO, 1998)

Figura 5-2. Sensor por Magnetismo

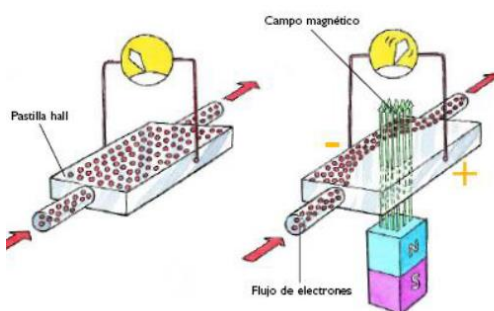


Fuente: (CUADERNO DIDACTICO BÁSICO, 1998)

2.4.1.2 Sensor por Efecto Hall

Este tipo de sensor se basa en el denominado efecto hall que se produce cuando un cierto tipo de semiconductor al ser recorrido por una corriente eléctrica y sometida a un campo magnético, genera en sus extremos una diferencia de potencial. En determinados sistemas va ubicado en el distribuidor, en la tapa del retén del cigüeñal del lado del volante de inercia. (CUADERNO DIDACTICO BÁSICO, 1998)

Figura 6-2. Sensor por Efecto Hall

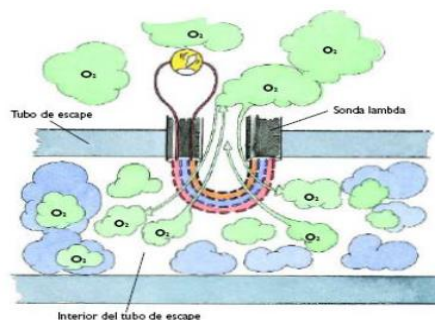


Fuente: (CUADERNO DIDACTICO BÁSICO, 1998)

2.4.1.3 Sensor por Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica define la facilidad con que atraviesa la corriente por una sustancia cuando se allá sometida a determinadas condiciones físicas. Este tipo de termistor lo podemos hallar en la sonda lambda (sensor de oxígeno). (CUADERNO DIDACTICO BÁSICO, 1998)

Figura 7-2. Sensor por Conductividad eléctrica

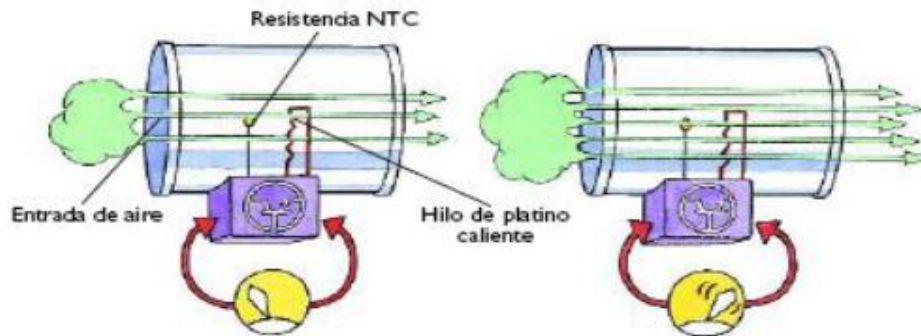


Fuente: (CUADERNO DIDACTICO BÁSICO, 1998)

2.4.1.5 Sensor por termoelectricos

El aumento de temperatura dilata los cuerpos y en el caso de los metales modifica la resistencia dando origen a resistencias tipo PTC o NTC. Entre las aplicaciones podemos mencionar: transmisores de temperatura de líquidos refrigerantes, aceites lubricantes y medidores de masa de aire. (CUADERNO DIDACTICO BÁSICO, 1998)

Figura 8-2. Sensor por Termoelectricos

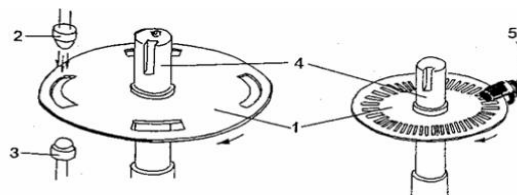


Fuente: (CUADERNO DIDACTICO BÁSICO, 1998)

2.4.1.6 Sensor por fotoelectricos

Elementos sensibles a diferentes formas de radiación luminosa, las aplicaciones son los sensores fotoelectricos para medición de revoluciones del motor, células solares, sensor de infrarrojos. (CUADERNO DIDACTICO BÁSICO, 1998)

Figura 9-2. Sensor por Fotoelectricos



1. Lámina ranurada
2. Emisor de luz
3. Sensor fotoelectrico

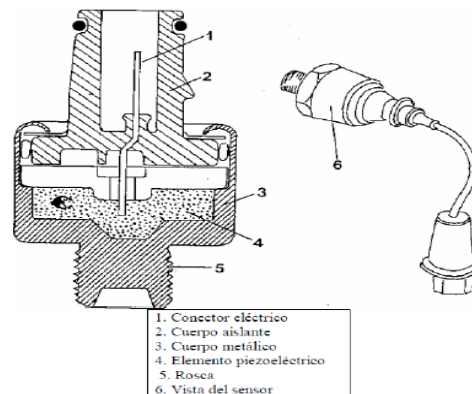
4. Eje del distribuidor
5. Conexión eléctrica
6. Señal de salida

Fuente: (CUADERNO DIDACTICO BÁSICO, 1998)

2.4.1.7 Sensor por piezoeléctricos

Consiste en la aparición de una polarización eléctrica en un material a deformarse bajo la acción de una fuerza. Estos sensores tienen la siguiente aplicación: transmisión de presión del colector, sensor de golpeteo (pistoneo), transmisión de revoluciones y sistema de estabilidad. (CUADERNO DIDACTICO BÁSICO, 1998)

Figura 10-2. Sensor por Piezoeléctrico



Fuente: (CUADERNO DIDACTICO BÁSICO, 1998)

2.4.1.7 Sensor por ultrasonido.

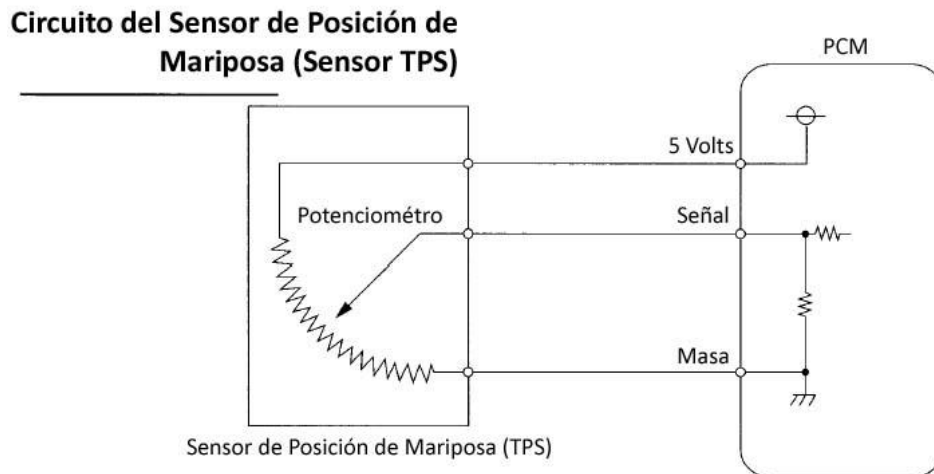
Se define como los sonidos cuya frecuencia de vibración es superior al límite perceptible por el oído humano su principal aplicación es en el sensor volumétrico. (CUADERNO DIDACTICO BÁSICO, 1998)

2.5 Sensores que intervienen en el sistema de inyección electrónica

2.5.1 Sensor de Posición de la Mariposa de Aceleración TPS

Su función radica en registrar la posición de la mariposa, reemplaza el Venturi del carburador, enviando así la información hacia la unidad de control, al igual registra la posición de la mariposa enviando la información hacia la unidad de control que se encuentra localizado en el cuerpo de aceleración. (GARZÓN, 2011)

Figura 11-2. Sensor de posición de la mariposa del acelerador



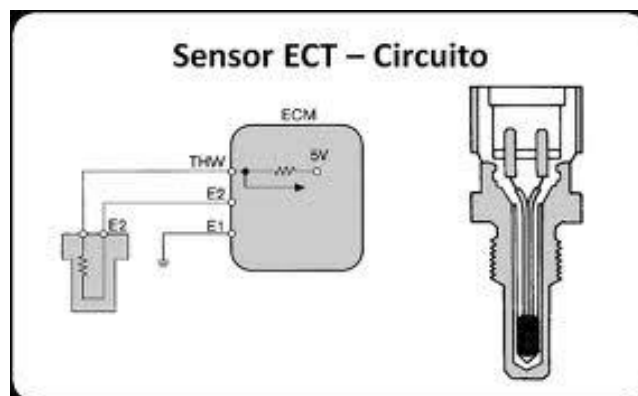
Fuente: (GARZÓN, 2011)

2.5.2 Sensor de temperatura del refrigerante ECT

Este sensor es la resistencia a la temperatura variable, que por lo general tiene un coeficiente de temperatura negativo. Es un termistor de dos hilos sumergido en refrigerante y mide su temperatura. El ordenador de a bordo utiliza la señal de la TEC como el factor de corrección principal en el cálculo del avance del encendido y la duración de la inyección. (GARZÓN, 2011)

Se sensor se utiliza para medir la temperatura del refrigerante del motor de combustión interna. Las lecturas de este sensor se alimentan entonces de nuevo a la unidad de control del motor (ECU), que utiliza estos datos para ajustar la inyección de combustible y el tiempo de encendido. En algunos vehículos el sensor también se puede usar para encender el ventilador de refrigeración eléctrico. Los datos también se pueden utilizar para proporcionar lecturas para un indicador de temperatura del líquido refrigerante en el salpicadero. (GARZÓN, 2011)

Figura 12-2. Sensor de Temperatura del Refrigerante del Motor



Fuente: (GARZÓN, 2011)

2.5.3 Sensor MAP

Figura 13-2. Sensor MAP

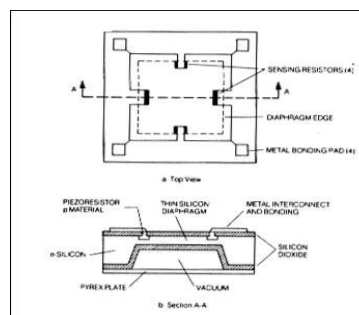


Fuente: (RIBBENS, 2015)

Varias configuraciones de sensor MAP se han utilizado en aplicaciones de automoción. Los primeros sensores se derivaron de los conceptos de instrumentación aeroespaciales, pero estos resultaron ser más costosos que deseable para aplicaciones de automoción y han sido reemplazados con diseños más rentables. Es interesante observar que ninguno de los sensores de MAP en el uso de medida de presión del colector directamente, sino que en lugar de medir el desplazamiento de un diafragma que está desviado por la presión del colector. Los detalles del desplazamiento del diafragma y la medición de este desplazamiento varían de una configuración a otra. (RIBBENS, 2015)

Una configuración del sensor de MAP es ser medidor de deformación difuso de silicio-diafragma. Este sensor utiliza un chip de silicona que es de aproximadamente 3 milímetros cuadrados. A lo largo de los bordes exteriores, el chip es de aproximadamente 250 micrómetros (1 micrómetro = 1 millonésima parte de un metro) de espesor, pero la zona central es de sólo 25 micrómetros de espesor y forma un diafragma. El borde del chip se sella a una placa de prex bajo vacío, formando de este modo una cámara de vacío entre la placa y la zona centro del chip de silicio. (RIBBENS, 2015)

Figura 14-2. Silicio Típico



Fuente: (RIBBENS, 2015)

2.5.4 *Sensor de velocidad del vehículo VSS*

Genera un impulso magnético en la forma de una onda proporcional a la velocidad del vehículo es decir, imaginar un vehículo en movimiento a gran velocidad, la VSS generará una señal de alta frecuencia directamente proporcional a esto. Regula las presiones de dirección asistida para una mayor asistencia a bajas velocidades, por lo que las maniobras de estacionamiento más fácil de realizar. Mientras que en el freno antibloqueo (ABS) utiliza la información de VSS para determinar cuándo una rueda se bloquea y libera la presión a la rueda para mantener la estabilidad direccional. (DE LA GARZA, 2014)

Figura 15-2. Sensor de la Velocidad del Vehículo



Fuente: (DE LA GARZA, 2014)

2.5.5 *Sensor de Oxígeno*

El sensor de oxígeno es uno de los sensores clave en los sistemas de control de motor computarizados, el cual proporciona información precisa ante problemas de conducción, el aumento del consumo de combustible y las emisiones de fallos que pueden resultar. A menudo se suele denominar como sensor de "O₂" ya que el O₂ es la fórmula química de oxígeno (átomos de oxígeno siempre viajan en parejas, nunca solo). También puede ser referido como el H₂O₂ para el sensor de oxígeno calentado, ya que tiene un circuito calentador interno para llevar el sensor de la temperatura de funcionamiento después de un arranque en frío. (NATIONAL, 2017)

El sensor de oxígeno normalmente generará hasta alrededor de 0,9 voltios cuando la mezcla de combustible es rica y hay poco oxígeno sin quemar en el escape, funciona como un generador en miniatura y produce su propia tensión cuando se calienta. (NATIONAL, 2017)

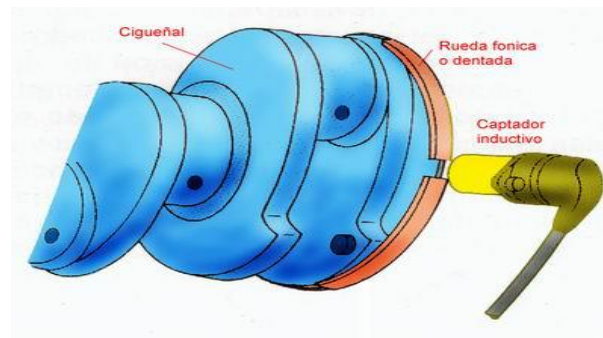
Figura 16-2. Oxygen Sensor Voltaje (Sensor de Oxígeno)



Fuente: (NATIONAL, 2017)

2.5.6 Sensor de revoluciones (CKP)

Figura 17-2 Sensor de Revoluciones (CKP)



Fuente: (MEJÍA, 2015)

El (CKP) está localizado en el bloque de cilindros próximo a una rueda dentada ubicada en el cigüeñal. El CKP utiliza el principio de inducción magnética que genera corriente alterna cuando la rueda dentada gira solidaria al cigüeñal. El voltaje alterno generado es utilizado por la ECU para determinar la velocidad angular del cigüeñal. La rueda dentada se compone de un total de 60 dientes incluyendo dos dientes perdidos. (MEJÍA, 2015)

Estos espacios vacíos son conocidos como “dientes perdidos” o “diente largo”. El diente largo es utilizado para determinar la proximidad del primer pistón al PMS en fase de compresión y también para determinar el momento exacto del salto de la chispa en el cilindro correspondiente. (MEJÍA, 2015)

Figura 18-2. Pistón PSM



Fuente: (MEJÍA, 2015)

Tabla 1-2: Características del Sensor de Revoluciones (CKP)

| NUMERO DE CABLE | COLOR |
|-----------------|----------|
| 1 | Violeta |
| 2 | Verde |
| 3 | Amarillo |

Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

| NUMERO DE CABLE | COLOR |
|-----------------|---------------------------------|
| 1 | Es la alimentación del sensor |
| 2 | Es la señal que emite el sensor |
| 3 | Es la masa del sensor |

Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

2.5.7 *Sensor de temperatura del aire de admisión (IAT)*

Figura 19-2. Sensor de Temperatura del Aire de Admisión (IAT)



Fuente: (MEJÍA, 2015)

El sensor de temperatura del aire de admisión (IAT) se compone de un termistor que tiene una resistencia variable de acuerdo con los cambios de temperatura, la resistencia baja cuando la temperatura se eleva y sube cuando la temperatura baja. Esta resistencia está conectada en serie con el termistor de modo que la resistencia eléctrica del termistor se ve alterado por cambios en la temperatura del aire de admisión, que alteran la señal de salida. Esta señal es analógica y es utilizada por la ECM para ajustar la cantidad de combustible para la inyección y el reglaje del encendido. (MEJÍA, 2015)

Figura 20-2. Señal del ECM



Fuente: (MEJÍA, 2015)

Tabla 2-2: Características del IAT

| NUMERO DE CABLE | COLOR |
|-----------------|--------|
| 1 | Blanco |
| 2 | Café |
| 3 | Rojo |

Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

| NUMERO DE CABLE | COLOR |
|-----------------|---------------------------------|
| 1 | Es la masa del sensor |
| 2 | Es la señal que emite el sensor |
| 3 | Es la alimentación del sensor |

Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

2.5.8 *Cuerpo del acelerador*

El aire admitido en el motor es controlado por la válvula mariposa la que está ubicada cerca del acelerador. El cuerpo del acelerador consiste de los siguientes componentes principales:

- Válvula de control de aire de marcha mínima (IAC).
- Sensor de posición del acelerador (TPS). Placas del acelerador.
- Varias conexiones de vacío y recirculación de gases.

Las placas del acelerador se asientan a través del cuerpo del acelerador y controlan el flujo de aire que entra al múltiple de admisión y son controladas por el conductor a través del cable del acelerador. (KATSUHIKO, 2017)

Figura 21-2. Cuerpo del Acelerador



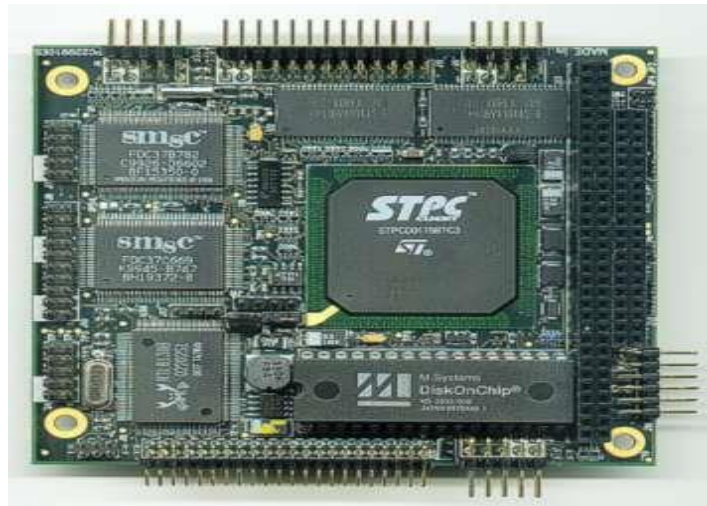
Fuente: (KATSUHIKO, 2017)

2.6 Unidad de Control Electrónico

Las señales que transmiten los sensores las recibe la unidad de control electrónica y son procesadas por sus circuitos electrónicos. La señal de salida de la ECU consiste en impulsos de mando a los inyectores. Estos impulsos determinan la cantidad de combustible que hay que inyectar al influir en la duración de la apertura de los inyectores a cada vuelta del cigüeñal. Los impulsos de mando son enviados simultáneamente de forma que todos los inyectores se abren y se cierran al mismo tiempo. El ciclo de inyección de los sistemas L-Jetronic y Motronic se ha concebido de forma que a cada vuelta del cigüeñal los inyectores se abren y se cierran una sola vez. (ZAPATERIA, 2012)

Las unidades de control de motor más simples sólo controlan la cantidad de combustible que es inyectado en cada cilindro en cada ciclo de motor. Las más avanzadas controlan el punto de ignición, el tiempo de apertura/cierre de las válvulas, el nivel de impulso mantenido por el turbocompresor, y control de otros periféricos. La ECU determinará la cantidad de combustible que se inyecta basándose en un cierto número de parámetros. Si el acelerador está presionado a fondo, el ECU abrirá ciertas entradas que harán que la entrada de aire al motor sea mayor. La ECU inyectará más combustible según la cantidad de aire y la presión de la gasolina que esté pasando al motor. Si el motor no ha alcanzado la temperatura suficiente, la cantidad de combustible inyectado será mayor. (ZAPATERIA, 2012)

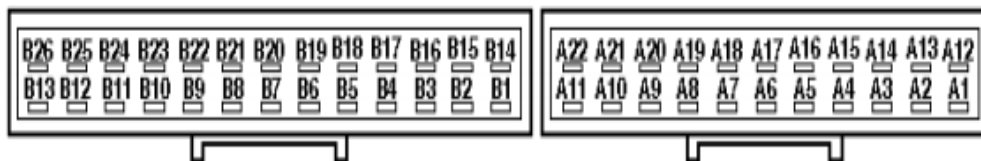
Figura 22-2. ECU



Fuente: (ZAPATERIA, 2012)

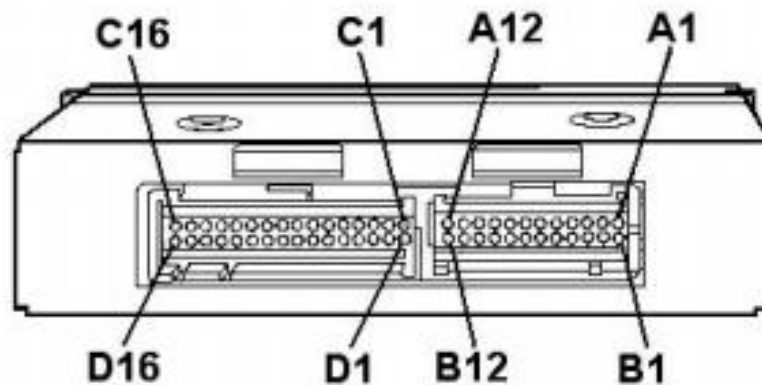
2.6.1 *Identificación de bornes del enchufe de la ECU*

Figura 23-2. Identificación de Borne



Fuente: (HARPER, 1994)

Figura 24-2. Identificación de Bornes del enchufe de la ECU

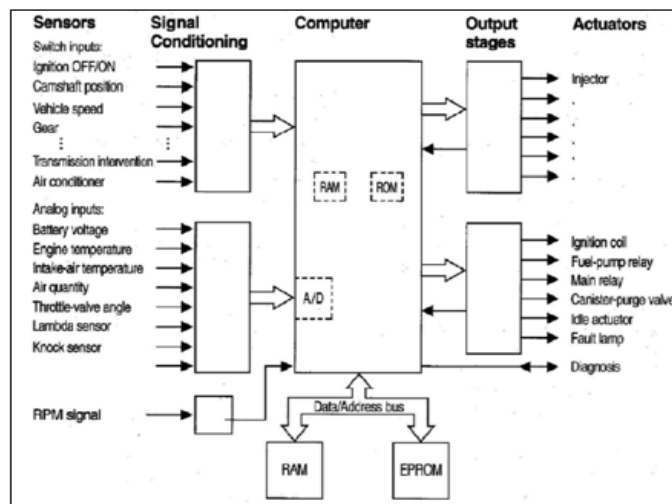


Fuente: (HARPER, 1994)

2.6.2 Arquitectura de la ECU

La ECU es el conjunto de componentes electrónicos que tiene por función procesar la información recibida de los sensores, y calcular las señales de activación para los elementos actuadores. Contiene, un conformador de impulsos, un convertidor analógico-digital, bus digital de transmisión y un microprocesador; que se compone una unidad aritmética lógica (ALU) de funcionamiento digital. (NORBYE, 2000)

Figura 25-2. Arquitectura de la ECU



Fuente: (NORBYE, 2000)

2.6.2.1 Conformador de Impulsos

Actúa para recibir los impulsos de tensión de los órganos de información del encendido. Estos impulsos son modificados en magnitud y forma, para dejarlos en condiciones que pueden ser procesados por el microprocesador. Una vez hechas estas transformaciones, pasan al circuito de entrada salida. (NORBYE, 2000)

2.6.2.2 Convertidor Analógico Digital

Es el encargado de recibir las señales que se producen por variaciones de tensión y que corresponden al resto de la información producida por los sensores. Sin embargo, estas variaciones de tensión, que podrían ser procesadas de una manera analógica, son convertidas en señales digitales. (NORBYE, 2000)

2.6.2.4 *Microprocesador*

Es la unidad central de proceso (CPU) y contiene en su interior tres dispositivos fundamentales que son:

- Unidad Aritmética Lógica.
- Acumulador.
- La Unidad de Control.

2.6.2.5 *Memoria ROM*

Contiene el programa de funcionamiento y operación de la ECU. Es la memoria que analiza las señales de entrada y dice: “Cuando vea ocurrir esto, debo hacer que ocurra aquello”. La ROM es una memoria no volátil, es decir cuando se le suprime la alimentación de energía, retiene su programación y memoria. (NORBYE, 2000)

2.6.2.6 *Memoria PROM-EEPROM.*

Se le conoce como unidad de calibración, es el microprocesador fina y no volátil, similar a la ROM. Este chip contiene información específica acerca del auto. (NORBYE, 2000)

2.6.2.7 *Memoria RAM.*

Es utilizada por la ECU para el almacenamiento temporal de información del código de falla, o para efectuar computaciones matemáticas. Además la ECU almacena información acerca de la historia de la relación aire combustible del motor y fallas que se detectan en los circuitos, sensores y actuadores del sistema de inyección. (ZURITA, 2011 pág. 23)

2.6.2.8 *Gestión de Lazo o Bucle Abierto*

Un sistema de bucle abierto no monitorea su salida y ni hace ajustes de acuerdo a esta. El control de temperatura en un vehículo, que no está equipado con aire acondicionado automático.

La ECM estará en modo de lazo abierto:

- Al arrancar el motor.
- Cuando el motor está frío.
- Durante la aceleración.

- Durante el corte de combustible.
- Con la mariposa totalmente abierta. (NORBYE, 2000)

2.6.2.9 Gestión de Lazo o Bucle Cerrado

Es un sistema que controla su salida mediante el monitoreo de su salida se dice que es un sistema de circuito cerrado. Un ejemplo de un sistema de circuito cerrado es el sistema de carga del vehículo. El regulador de voltaje ajusta el voltaje de salida del alternador por la comprobación del voltaje de salida del alternador. Si la tensión es demasiado baja, el regulador de tensión incrementará la salida del alternador. Sin el regulador de voltaje, la salida del alternador no podría ser ajustada para que coincida con las cargas eléctricas. Muchos sistemas son de circuito cerrado. Algunos otros ejemplos son: control de cruceo, control de encendido del sistema de detonación, el control de la velocidad de ralenti y control de corrección de mezcla aire/combustible. Cuando la ECM corrige la relación aire/combustible basada en el sensor de oxígeno o en el sensor aire/combustible, se dice que es el sistema es de lazo cerrado o de bucle cerrado. (NORBYE, 2000)

2.6.2.10 Indicador de Falla

La luz que indica check engine (revise el motor) en el tablero de la cabina del vehículo, enciende de forma automática cada vez que el sistema de diagnóstico automático, OBD por sus siglas en inglés, de la ECU del auto, detecta una posible fuente de fallos. Entre los sistemas que revisa se encuentran el de control de emisiones, el cual comprende errores en la mezcla de combustible. También el sistema eléctrico, el manejo del tren de dirección, e incluso, a otros sensores de funcionamiento. Podría ser que la falla reportada sea fácil de reparar o que se trate de un gasto mayor y como nunca se sabe con seguridad, a muchos conductores les atemoriza la señal. (NATIONAL, 2017)

Figura 26-2. Identificación de Falla



Fuente: (NATIONAL, 2017)

2.6.2.11 Grabación de Códigos de Falla

Un código de falla es automáticamente grabado en la memoria RAM de la ECU cuando existe algún fallo en la gestión electrónica, la memoria es apagada cuando la batería es desconectada en lo mínimo durante 10 segundos, pero si no se corrige el error, el código de falla permanecerá grabado y aparecerá de inmediato, apenas el motor entre en funcionamiento o se dé arranques.

2.6.2.12 Lectura de Códigos sin el Scanner

Para leer el código de falla sin escáner se lo utiliza por medio de la llave del vehículo, poner el switch en posición de ignición sin que arranque tres veces consecutivas en un lapso no mayor a 5 segundos y solo observas lo la luz de servicio o check engine light, seguidamente anotar los parpadeos de la luz que es la que te indica el código. Esto lo puedes hacer en vehículos incluso posteriores al año o modelo 2000, con la ventaja que en sistemas OBD 2, algunos vehículos que cuentan con un sistema de mensaje, el cual dará el código y la descripción del mismo. En sistemas obd1 o vehículos que aún no te dan los códigos por medio de un mensaje tendrás que buscar el significado del código que te aparezca. (FLORÉZ, 2010)

2.7 Actuadores

Realizan los trabajos que les asigna la ECU, en base a voltajes de salida enviados por la misma, entre los actuadores tenemos los siguientes:

2.7.1 Inyectores

La válvula de inyección es del tipo electromagnético y los impulsos de inyección se producen con la misma frecuencia que los impulsos del circuito de encendido. El combustible se pulveriza encima de la mariposa en forma de hoz. Para poder dosificar cantidades mínimas de combustible, tanto el inducido como el muelle, presentan masas reducidas que permiten tiempos de apertura del inyector inferiores a una milésima de segundo. En caso de avería el motor se para por falta de combustible. (BLASCO, 2013)

Figura 27-2. Inyectores



Fuente: (BLASCO, 2013)

2.7.2 Riel de inyectores

Se encuentra montado en la sección inferior del múltiple de admisión y distribuye el combustible entre los cilindros a través de inyectores individuales. Consiste de un cuerpo alargado que contiene una pluralidad de enchufes de inyector de combustible el cual se extiende transversalmente y separa axialmente a cada uno de los enchufes que están adaptados para recibir una perfecta inyección para así suministrar el combustible desde su enchufe hacia el motor, el cuerpo además tiene un sistema de pase de combustible que se extiende axialmente, la parte inferior del riel intersecta los enchufes para distribuir el combustible hacia los enchufes y así caracterizar que la dimensión vertical del pasaje exceda considerablemente en la dimensión horizontal del pasaje mediante lo cual el vapor del combustible retenido en el combustible que fluye a través del pasaje se recoge en la porción superior y la porción inferior suministra solamente combustible líquido hacia los enchufes del inyector de combustible. (CELIS, 2017)

Figura 28-2. Riel de Inyectores



Fuente: (CELIS, 2017)

2.7.3 Bomba de combustible

Consiste en un motor eléctrico que hace girar una bomba multicelular a rodillos. Puede estar ubicada en el interior del depósito o fuera de éste según los modelos. Su misión es la de bombear combustible a presión para alimentar el inyector. El caudal enviado es muy superior al necesario, pero de esta manera se tiene en circulación una gran cantidad de combustible que refrigera el sistema. La alimentación eléctrica se la proporciona un relé que es gobernado por la unidad de control del sistema mono punto. En caso de avería, el motor se para por falta de combustible. (KATSUHIKO, 2017)

Figura 29-2. Bomba de Combustible



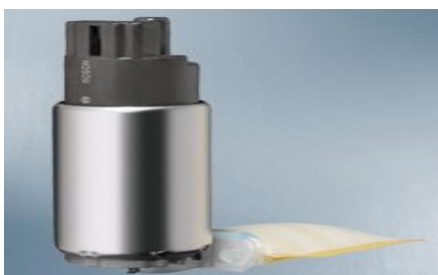
Fuente: (KATSUHIKO, 2017)

2.7.4 *Electrobomba de combustible.*

Suministra al motor el combustible suficiente y en la presión adecuada para una óptima inyección en todas las condiciones de funcionamiento. Asume, cada vez más, la función de una bomba de pre-suministro en los sistemas de inyección directa más modernos. Tanto en los motores diésel como los de gasolina. Los requisitos principales son:

- Caudal de suministro entre 60 y 200 l/h a un voltaje nominal
- Presión en el sistema de combustible entre 300 y 450 kPa (3-4,5 bares)
- Generación de la presión del sistema fiable; incluso ante un arranque en frío.

Figura 30-2. *Electro Bomba de Combustible*



Fuente: (CELIS, 2017)

2.7.5 *Válvula de ventilación eléctrica para las emisiones vaporativas o canister EVAP.*

El funcionamiento del subsistema electrónico se resume de la siguiente forma, se recibe las diferentes señales de voltaje de los sensores por parte de la unidad de control, la misma que procesa dicha información con el fin de calcular el tiempo que van a permanecer abiertos los inyectores. (CELIS, 2017 pág. 3)

Figura 31-2. EVAP



Fuente: (CELIS, 2017)

2.8 Diagnóstico a Bordo

Es un conjunto de estrategias monitoreadas incorporadas hacia la computadora a bordo para detectar componentes o mal funcionamiento del sistema. La estandarización reduce los costos, la complejidad de diagnóstico, fallas, protocolos de comunicación, conectores de diagnóstico, herramientas de exploración, códigos de falla de ayuda para identificar componentes dañados, información del diagnóstico en tiempo real, proporcionar continuamente actualizando los parámetros y datos del motor, y en formación en cuadros de congelamiento de datos. (OROZCO, 2015)

Los objetivos del diagnóstico a bordo son:

- Reducir altas emisiones en vehículos que estén describiendo mal funcionamiento en este sentido.
- Reducir el tiempo entre la aparición de mal función y sea detectado y reparado.
- Asistir en el diagnóstico y reparar la emisión describiendo el problema. (OROZCO, 2015)

2.8.1 *Sistemas de Autodiagnóstico*

El diagnóstico a bordo, u OBD, en un contexto automotor, es un término genérico que refiere a una capacidad de autodiagnóstico del vehículo. Los sistemas de OBD dan al técnico automotriz acceso al estado de la información del funcionamiento de los varios subsistemas del vehículo. La cantidad de información de diagnóstico disponible vía OBD ha variado extensamente desde su

introducción en los años 80 y es así como tenemos dos generaciones desarrolladas completamente, y una tercera que se está desarrollando. (BLASCO, 2013)

El sistema OBDI comenzó con el modelo del año 1988 que monitorea los siguientes sistemas:

- Medición de combustible.
- Recirculación de los gases de escape (EGR).
- Emisiones adicionales, relacionadas a componentes eléctricos.

Dispone de una lámpara indicadora de fallas para dar aviso al conductor de la misma, se conoce con las siglas MIL (Check Engine) (BLASCO, 2013)

El almacenamiento de los códigos de diagnóstico de fallas para identificar la parte defectuosa de manera precisa, lo que se conoce con las siglas DTC (códigos de falla). Para acceder a los códigos de error si los hubiere se deberá cortocircuitar entre sí las pines A y B en el conector de diagnóstico, los códigos se verán en la lámpara del tablero como flashes que habrá que contar para saber el número. (BLASCO, 2013)

Por ejemplo, el once es: flash pausa flash.

Para borrar el código de error de la memoria desconectar el negativo de la batería durante al menos 15 segundos. (BLASCO, 2013)

2.8.2 Sistema de Autodiagnóstico ABODO OBD II

OBD II es una norma que procura disminuir los niveles de polución producida por los vehículos automotores.

Los estudios iniciales comenzaron en California (EUA), antes de 1982, debido al crecimiento de la polución en la zona de Los Ángeles - California. La primera norma implantada fue la OBD I en 1988, que monitoreaba algunas partes del sistema como: sonda lambda, sistema EGR y ECM (Modulo de control). El gran problema encontrado es que esos requisitos no estaban normalizados, variando de armadora o modelo de vehículo, dificultando el diagnóstico de fallas. En 1989 comenzaron los estudios para una norma más completa con normalización llamada OBD II, que fue implantada inicialmente en California en 1994. Solamente a partir de 1996 la norma fue adoptada en todos los Estados Unidos de América. A partir de esta fecha los vehículos fabricados e importados por los EUA tendrían que cumplir con esta norma. En Latinoamérica esa norma aparece en vehículos de una forma muy complicada ya que tenemos vehículos importados de EUA sin ser OBD II (aun teniendo el conector normalizado), vehículos europeos y asiáticos que pueden tener el sistema. (KATSUHIKO, 2017)

OBD II no es, por lo tanto, un sistema de inyección electrónica, sino un conjunto de normalizaciones que procuran facilitar el diagnóstico y disminuir el índice de emisiones de contaminantes de los vehículos. (CARRIÓN, 2014 pág. 123)

2.9 Comparaciones OBD I Y OBD II

En la siguiente tabla podemos notar la diferencia que existe con el avance tecnológico, entre OBD I y OBD II

Tabla 3-2: Comparaciones de OBD I y OBD II

| OBD I | OBD II |
|-------------------------------------|--|
| Sensor de oxígeno | Sensor de oxígeno ampliado/avanzado |
| Sistema EGR | Sistema EGR ampliado/avanzado |
| Sistema de combustible | Sistema de combustible ampliado/avanzado |
| Componentes electrónicos de entrada | Componentes electrónicos de entrada |
| Diagnóstico de información | Componentes electrónicos de salida |
| Códigos de falla | Eficiencia del catalizador |
| | Calentamiento del catalizador |
| | Perdida de chispa en el motor |
| | Sistema evaporativo |
| | Sistema de aire secundarios |
| | Información de diagnóstico |
| | Códigos de falla |
| | Parámetros de datos del motor |
| | Congelamientos de datos del motor |
| | Estandarización |

Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

2.10 Sistemas Electrónicos del Vehículo KIA CERATO

2.10.1 Datos técnicos del vehículo

Figura 32-2. KIA CERATO FORTE



Fuente: Acosta, E; Veloz, A; 2017

El KIA CERATO MODELO 1600 cuenta con MOTOR

- Combustible: gasolina
- Cilindrada: 1599
- Potencia: 128/6300 hp/rpm
- Torque: 157/4850 N·m/rpm
- Alimentación: inyección electrónica multipunto
- Cilindros: 4 en línea
- Válvulas: 16

TRANSMISIÓN Y CHASIS

- Motor - tracción: delantero - delantera
- Transmisión: manual 6 velocidades
- Neumáticos: 195/65/R15
- Frenos (del. - tras.): discos ventilados - discos sólidos
- Suspensión delantera: independiente tipo McPherson
- Suspensión trasera: eje de torsión

2.10.2 *Sistema de control del motor de combustión interna*

El sistema de control del motor de combustión interna se clasifica en lo siguiente.

Sistema de distribución: Es el conjunto de piezas que regula la entrada y salida de los gases en el cilindro.

Figura 33-2. Sistema de Distribución

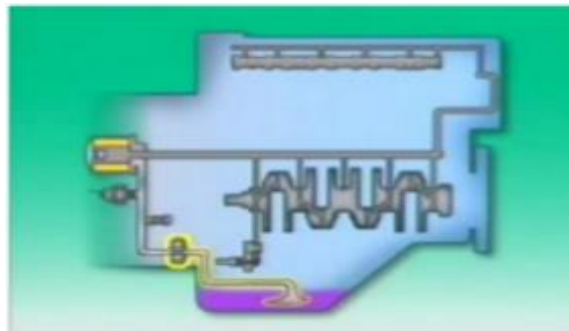


Fuente: (HARPER, 1994)

2.10.3 *Sistema de Lubricación:*

La función principal de este es la de reducir el rozamiento entre las piezas del motor gracias a la aplicación de un aceite lubricante.

Figura 34-2. Sistema de Lubricación

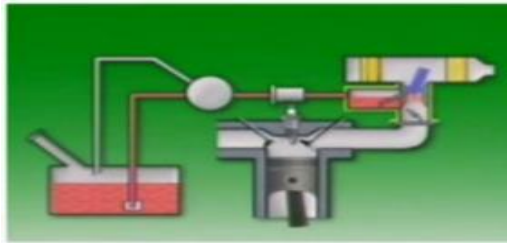


Fuente: (HARPER, 1994)

2.10.4 *Sistema de alimentación:*

Es el encargado de suministrar la cantidad de combustible requerida por el motor de acuerdo a las exigencias del mismo.

Figura 35-2. Sistema de Alimentación

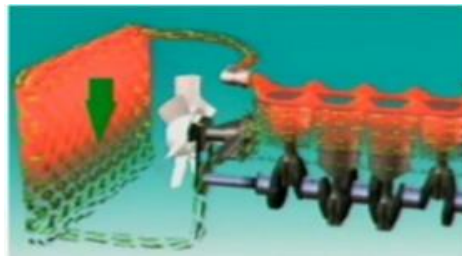


Fuente: (HARPER, 1994)

2.10.5 *Sistemas de enfriamiento:*

Encargado de evacuar el calor que se produce en el motor evitando así que el motor se sobrecaliente.

Figura 36-2. Sistema de Enfriamiento



Fuente: (HARPER, 1994)

2.11 **Osciloscopio Hantek 1008c**

El osciloscopio es un instrumento que permite visualizar fenómenos transitorios así como formas de ondas en circuitos eléctricos y electrónicos. Por ejemplo en el caso de los televisores, las formas de las ondas encontradas de los distintos puntos de los circuitos están bien definidas, y mediante su análisis podemos diagnosticar con facilidad cuáles son los problemas del funcionamiento, son instrumentos versátiles que transforman una magnitud física en señal eléctrica. (HARPER, 1994)

Los equipos electrónicos se dividen en dos tipos: Analógicos y Digitales.

Los osciloscopios analógicos trabajan con variables continuas mientras que los osciloscopios digitales lo hacen con variables discretas además de utilizar previamente un conversor analógico digital (A/D). Los analógicos son aconsejables cuando es esencial observar señales de entrada en

tiempo real; mientras que los digitales se utilizan cuando se desea visualizar y procesar datos no repetitivos. (HARPER, 1994)

Figura 37-2. Osciloscopio Hantek 1008c



Fuente: (NATIONAL, 2017)

2.11.1 Características técnicas del Osciloscopio Hantek 1008c

Tabla 4- 2: Osciloscopio Hantek 1008c

| | | |
|---------------------|---------------------------------------|--|
| Marca y modelo | | 1008c Hantek |
| Vertical | Canal analógico | 8 |
| | Impedancia de entrada | Resistencia: 1mΩ |
| | Sensibilidad de entrada | 10 mV / div a 5V / div |
| | Acoplamiento de entrada | DC |
| | Resolución | 12 bits |
| Horizontal | Profundidad de memoria | 4K |
| | Max.entrada | 400v (dc + CA pico) |
| | Frecuencia de muestreo en tiempo real | 2.4msa / s |
| | Rango de base de tiempo | 1ns / div a 20000S / div (1-2-5 secuencias) |
| | Base de tiempo de precisión | 50ppm ± |
| Desencadenar | Fuente | CH1. CH2. CH3. CH4. CH5. CH6. CH7. CH8 |
| | Modo | Borde |
| Modo XY | De entrada del eje x | CH1 |
| | Entrada de eje y | CH2 |
| Cursores y medición | Medición de la tensión | VPP, empeine, vmax, vmin, Vtop, VMID, Vbase, vpromedio, Vrms, vcrms, preimpulso, rebasamiento |
| | La medición del tiempo | Frecuencia, período, tiempo de subida, tiempo de caída, anchura positiva, anchura negativa, ciclo de trabajo |
| | Medición cursores | Pista, modos de medición automática verticales horizontales |

Tabla 5-2: (Continuación) Osciloscopio Hantek 1008c

| | | |
|-----------------------------------|--------|--|
| Proceso de señal de forma de onda | | +, -, X, ÷, FFT, invertido |
| Rango de voltaje | | 10mV a 5v / div @ x 1 sonda |
| | | 100mv a 50V / div @ x 10 sonda |
| | | 10v a 5000V / div @ x 1.000 sonda |
| | | 100V a 50000v / div @ x 10000 sonda |
| | | 200mv a 100V / div @ 20: 1 |
| Alcance actual | | 100mA a 50.0a / div @ cc65 (20a) |
| | | 1000ma para 500.0a / div @ cc65 (65a) |
| | | 1a a 100.0a / div @ CC650 (60a) |
| | | 10a a 1000.0a / div @ CC650 (650a) |
| | | 1a a 200.0a / div @ CC1100 (100a) |
| | | 10a a 2000.0a / div @ CC1100 (1100a) |
| Cursor | | / diferencia de frecuencia, diferencia de voltaje tiempo |
| FFT | | rectangular, Hanning, Hamming, ventana Blackman |
| Mates | | suma, resta, multiplicación, división |
| Generador programable | | |
| Canal | | 8 |
| Nivel de salida | | LVTTTL |
| Rango de frecuencia | | 0-250khz |
| Interfaz | | USB 2.0 |
| Poder | | no necesita fuente de alimentación adicional |
| Medición | Tamaño | 185 x 150 x 27 (mm) |
| | Peso | 0.35KG |

Fuente: (NATIONAL, 2017)

Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

2.12 Tarjeta de adquisición de datos o dispositivo DAQ

La toma de datos (DAQ) es el proceso de medir con una computadora un fenómeno eléctrico o físico como voltaje, corriente, presión o sonido. Un sistema DAQ consiste de sensores, hardware de medidas DAQ y una PC con software programable. Comparados con los sistemas de medidas

tradicionales, los sistemas DAQ basados en PC aprovechan la potencia del procesamiento, la productividad, la visualización y las habilidades de conectividad de las PCs estándares en la industria proporcionando una solución de medidas más potente, flexible y rentable. (NATIONAL, 2017)

2.12.1 Partes de un sistema DAQ

Los sistemas DAQ están basados en computadora que aprovechan la potencia del procesamiento, la productividad, la visualización y las habilidades de conectividad de las PCs estándares en la industria para proporcionar una solución de medidas más potente, flexible y rentable que los sistemas de medidas tradicionales. Para aprovechar al máximo este enfoque de adquisición de datos, tenga en mente varias consideraciones al escoger su hardware, software y PC. Use esta guía y lista de preguntas para aprender cómo escoger los siguientes componentes para su sistema DAQ. (NATIONAL, 2017)

- Sensor
- Dispositivo DAQ
- Bus de la PC
- PC
- Software Controlador
- Software de Aplicación
- Formato de Almacenamiento de Datos
- Herramientas de Análisis
- Herramientas de Visualización
- Herramientas para Reportes. (NATIONAL, 2017)

Figura 38-2. Partes de la Tarjeta DAQ



Fuente: (NATIONAL, 2017)

2.12.2 *Dispositivo DAQ*

El hardware DAQ trabaja como la interfaz entre una computadora y señales del mundo exterior. Este funciona principalmente como un dispositivo que digitaliza señales analógicas entrantes para que una PC pueda interpretarlas. Los tres componentes claves de un dispositivo DAQ usado para medir una señal son el circuito de acondicionamiento de señales, convertidor analógico-digital (ADC) y un bus de PC. (NATIONAL, 2017)

Figura 39-2. Dispositivo DAQ



Fuente: (NATIONAL, 2017)

2.12.3 *Componentes Clave de Medidas para un Dispositivo DAQ*

2.12.3.1 *Acondicionamiento de Señales*

Las señales de los sensores o del campo exterior pueden ser ruidosas o demasiado peligrosas para medirse directamente. El circuito de acondicionamiento de señales manipula una señal de tal forma que es apropiado para entrada a un ADC. Este circuito puede incluir amplificación, atenuación, filtrado y aislamiento. Algunos dispositivos DAQ incluyen acondicionamiento de señales integrado diseñado para medir tipos específicos de sensores. (NATIONAL, 2017)

2.12.3.2 *Convertidor Analógico Digital (ADC)*

Las señales analógicas de los sensores deben transformarse en digitales antes de ser manipuladas por el equipo digital como una computadora. Un ADC es un chip que proporciona una representación digital de una señal analógica en un instante de tiempo. En la práctica, las señales analógicas varían continuamente con el tiempo y un ADC realiza muestras periódicas de la señal a una razón predefinida. Estas muestras son transferidas a una PC a través de un bus, donde la señal original es reconstruida desde las muestras en software. (NATIONAL, 2017)

2.12.3.3 Bus de la PC

Los dispositivos DAQ se conectan a una computadora a través de un puerto o una ranura. El bus de la Computadora sirve como la interfaz de comunicación entre el dispositivo DAQ y la computadora para pasar instrucciones y datos medidos. Los dispositivos DAQ se ofrecen en los buses de PC más comunes, incluyendo USB, PCI, PCI Express y Ethernet. Recientemente, los dispositivos DAQ han llegado a estar disponibles para 802.11 Wi-Fi para comunicación inalámbrica. Hay varios tipos de buses y cada uno de ellos ofrece diferentes ventajas para diferentes tipos de aplicaciones. (NATIONAL, 2017)

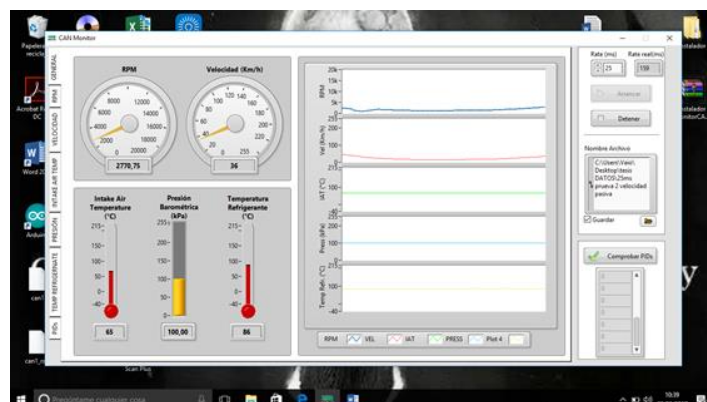
2.13 Función de la PC en un Sistema DAQ

Una computadora con software programable controla la operación del dispositivo DAQ y es usada para procesar, visualizar y almacenar datos de medida. Diferentes tipos de PCs son usadas en diferentes tipos de aplicaciones. Una PC de escritorio se puede utilizar en un laboratorio por su poder de procesamiento, una portátil se puede utilizar por su portabilidad o una PC industrial se puede utilizar en una planta de producción por su robustez. (NATIONAL, 2017)

2.14 Software de Aplicación

El software de aplicación nos ayuda en la interacción entre la computadora y el usuario para adquirir, analizar y presentar datos de medidas. Puede ser una aplicación pre-construida con funcionalidad predefinida o un entorno de programación para construir aplicaciones con funcionalidad personalizada. Las aplicaciones personalizadas generalmente son usadas para automatizar múltiples funciones de un dispositivo DAQ, realizar algoritmos de procesamiento de señales y mostrar interfaces de usuario personalizadas. (NATIONAL, 2017)

Figura 40-2. Software DAQ



Fuente: Can Monitor

Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1 Tipo de trabajo de titulación propuesto

Tabla 6- 3: Tipo de Trabajo

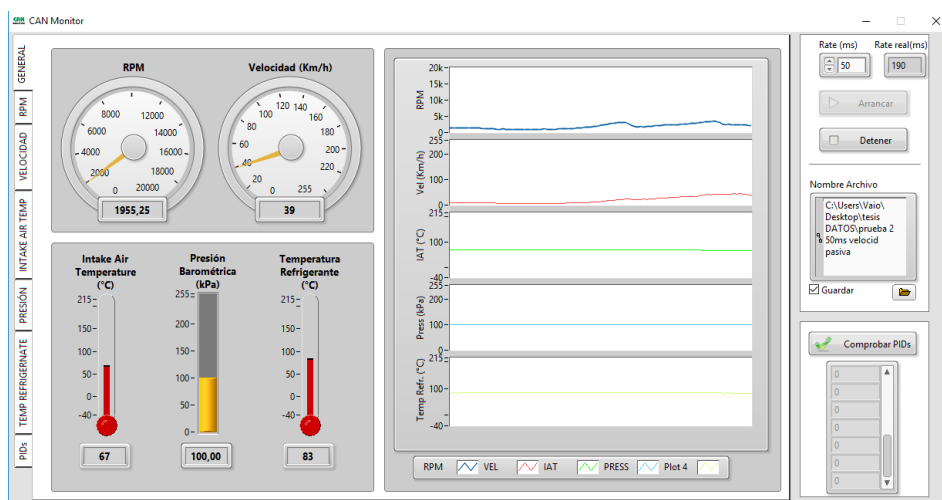
| | |
|---------------------------|---|
| TIPO TRABAJO | |
| Proyecto de Investigación | |
| Propuesta tecnología | |
| Proyecto Técnico | |
| Trabajo Experimental | X |

Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

3.2 Procedimiento

Diseñar y elaborar un software que permita navegar por la red can del vehículo Software CAN Monitor.

Figura 41-3. Software CANMONITOR



Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

Can monitor lee datos en tiempo real del comportamiento de cada uno de los sensores que controlan el sistema de inyección electrónica del combustible.

3.2.1 OBD-II PID

PID, son códigos para comunicarse con el sistema de diagnóstico a bordo de un vehículo

Modos

El estándar OBD-II SAE J1979 define diez modos de operación.

Tabla 7-3: OBD-II PID

| Modo (hex) | Descripción |
|---------------|---|
| 01 | Muestra los parámetros disponible |
| 02 | Muestra los datos almacenados por evento |
| 03 | Muestra los códigos de falla de diagnóstico (DTC) |
| 04 | Borra los datos almacenados, incluyendo los DTC |
| 05 | Resultados de la prueba de monitoreo de sensores de oxígeno (solo aplica a vehículos sin comunicación CAN) |
| 06 | Resultados de la prueba de monitoreo de componente/sistema (Vehículos con comunicación CAN) |
| 07 | Muestra DTC detectados durante el último ciclo de manejo o el actual. |
| 08 | Operación de control de los componentes/sistemas a bordo |
| 09 | Solicitud de información del vehículo |
| 0A | Códigos de falla (DTC) permanente (borrados) |

Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

Usar un dispositivo, escáner o tarjeta de datos (DAQ), para comunicarse con el sistema OBD-II y obtener la información.

Tabla 8- 3: OBD-II Modo 01

| PID (hex) | Bytes de respuesta | Descripción | Valor Mínimo | Valor Máximo | Unidad | Fórmula |
|-----------|--------------------|--|----------------------|----------------------|----------------------------|---|
| 05 | 1 | Temperatura refrigerante del motor (ECT) | -40 | 215 | °C | A-40 |
| 0B | 1 | Presión absoluta del colector de admisión (MAP) | 0 | 255 | KPa | A |
| 0C | 2 | RPM del Motor | 0 | 16 383,75 | rpm | $\frac{(A * 256) + B}{4}$ |
| 0D | 1 | Velocidad del vehículo (VSS) | 0 | 225 | Km/h | A |
| 0E | 1 | Avance del tiempo | -64 | 63,5 | °Relativo al cilindro N° 1 | $\frac{A}{2} - 64$ |
| 0F | 1 | Temperatura del aire del colector de admisión (IAT) | -40 | 215 | °C | A-40 |
| 11 | 1 | Posición del acelerador (TP) | 0 | 100 | % | $\frac{(A * 100)}{255}$ |
| 14 | 2 | Sensor de oxígeno (O2) A: voltaje B: Ajuste de combustible a corto plazo | 0 -100 (pobre) | 1,275 99,2 (rico) | Voltios % | A: A/200 B: (B-128*100/128 (si B==FF, entonces el sensor no se usa el cálculo del ajuste |
| 33 | 1 | Presión barométrica absoluta | 0 | 255 | kPa (absoluta) | A |

Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

Para la adquisición de datos emplear un sistema DAQ el cual consiste de sensores, hardware de medidas DAQ y una PC con software programable.

Figura 42-3. Componentes de la Tarjeta DAQ

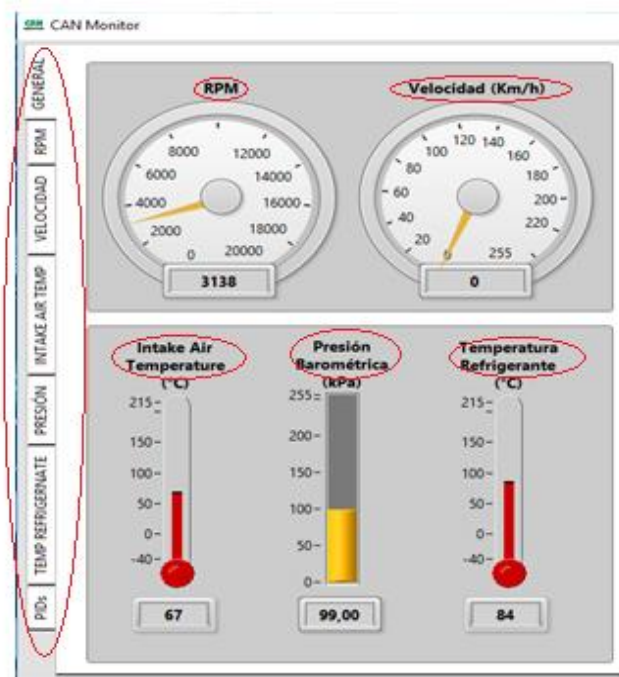


Fuente: (NATIONAL, 2017)

Conectar el dispositivo DAQ en el puerto OBD-II que está ubicado en la parte inferior del tablero de instrumentos del automóvil Kía Cerato

Establecer conexión entre el CAN bus del vehículo y el software, activando cada uno de los Pis.

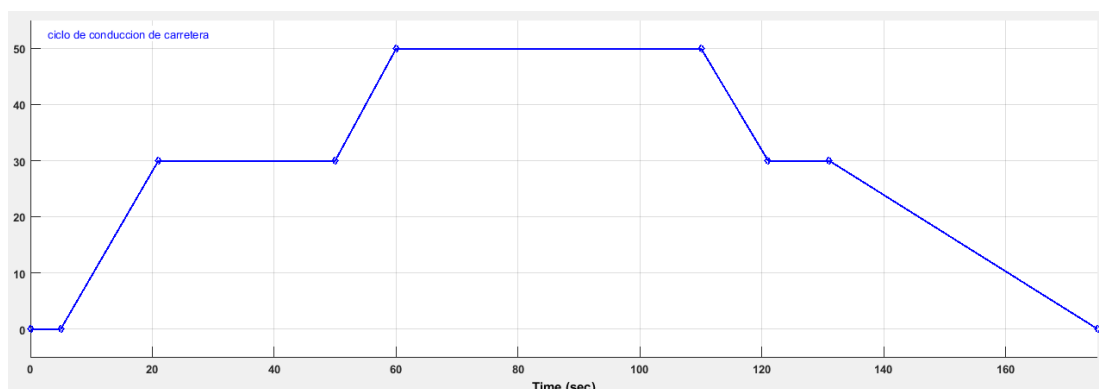
Figura 43-3. Software Can Monitor



Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

Elaborar un ciclo de conducción que gobernara la toma de datos.

Grafico 3-1. Ciclo de Conducción Dinámico



Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

La figura indica el ciclo de conducción en modo dinámico con un estilo de manejo que hace referencia a la circulación dentro de una ciudad en zona poblada; para lo cual se aplica una velocidad tope de 50 Km/h la cual está establecida por la ley orgánica de transporte terrestre tránsito y seguridad vial; los datos fueron adquiridos con condiciones geográficas a nivel del mar. A continuación se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 9-3: Intervalos de tiempo vs. Km/h

| Velocidad(Km/h) | Intervalo de tiempo(Seg) | T. duración (Seg) |
|----------------------|--------------------------|-------------------|
| Arranque en 0 | 0-5 | 5 |
| Incremento de 0-30 | 5-21 | 16 |
| Estabilización en 30 | 21-50 | 29 |
| Incremento de 30-50 | 50-60 | 10 |
| Estabilización en 50 | 60-110 | 60 |
| Reducción de 50-30 | 110-120 | 10 |
| Estabilización en 30 | 120-130 | 10 |
| Reducción de 30-0 | 130-171 | 31 |
| Tiempo total | del ciclo | 171 |

Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

Can monitor permite la adquisición de datos en diferentes tiempos de muestreo, para lo cual se ha realizado diversas pruebas;

Adquisidor de datos en modo dinámico

Adquisición de datos en tiempo de muestreo 10ms:

Tabla 10-3: Toma de Datos (Pruebas a 10m/s)

| Numero de prueba | Denominación | Tiempo de muestre | Nº- de datos obtenidos |
|------------------|-----------------------------|-------------------|------------------------|
| 1 | Motor frio | 10ms | 479 |
| 2 | Ciclo de conducción | 10ms | 479 |
| 3 | Culminar jornada de trabajo | 10ms | 479 |

Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

Adquisición de datos en tiempo de muestreo 25ms:

Tabla 11-3: Toma de Datos (Pruebas a 25m/s)

| Numero de prueba | Denominación | Tiempo de muestre | Nº- de datos obtenidos |
|------------------|-----------------------------|-------------------|------------------------|
| 1 | Motor frio | 25ms | 497 |
| 2 | Ciclo de conducción | 25ms | 497 |
| 3 | Culminar jornada de trabajo | 25ms | 497 |

Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

Adquisición de datos en tiempo de muestreo 50ms:

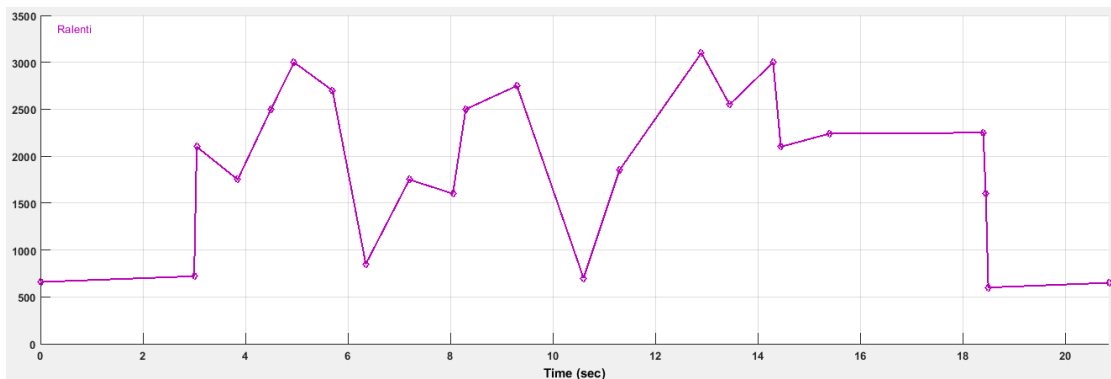
Tabla 12-3: Toma de Datos (Pruebas a 50m/s)

| Numero de prueba | Denominación | Tiempo de muestre | Nº- de datos obtenidos |
|------------------|-----------------------------|-------------------|------------------------|
| 1 | Motor frio | 50ms | 958 |
| 2 | Ciclo de conducción | 50ms | 958 |
| 3 | Culminar jornada de trabajo | 50ms | 958 |

Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

Adquisición de datos en modo estático:

Grafico 3-2. Adquisición de Datos en RPM



Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

La figura indica la variación de las revoluciones con respecto al tiempo; este comportamiento resulta de realizar diferentes pruebas en ralenti.

Tabla 13-3: Datos RPM vs. Tiempo

| Revoluciones(RPM) | Intervalo de tiempo(Seg) | T. duración (Seg) |
|-----------------------------|--------------------------|-------------------|
| Arranque en 658 | 0 | 0 |
| Aceleración de 658-720 | 0-3 | 3 |
| Aceleración de 720-2100 | 3-3,05 | 0,5 |
| Desaceleración de 2100-1740 | 3,05-3,85 | 0,8 |
| Aceleración de 1740-2500 | 3,85-4,5 | 0,65 |
| Aceleración de 2500-3000 | 4,5-4,95 | 0,45 |
| Desaceleración de 3000-2680 | 4,95-5,7 | 0,75 |
| Desaceleración de 2680-760 | 5,7-6,35 | 0,65 |
| Aceleración de 760-1750 | 6,35-7,2 | 0,85 |
| Desaceleración de 1750-1600 | 7,2-8,05 | 0,85 |
| Aceleración de 1600-2540 | 8,05-8,3 | 0,25 |
| Aceleración de 2540-2750 | 8,3-9,3 | 1 |
| Desaceleración de 2750-700 | 9,3-10,6 | 0,3 |
| Aceleración de 700-1850 | 10,6-11,3 | 0,7 |
| Aceleración de 1850-3100 | 11,3-12,9 | 1,6 |
| Desaceleración de 3100-2550 | 12,9-13,45 | 0,55 |
| Aceleración de 2550-3010 | 13,45-14,3 | 0,85 |
| Desaceleración de 3010-2100 | 14,3-14,45 | 0,15 |
| Aceleración de 2100-2240 | 14,45-15,4 | 0,95 |
| Aceleración de 2240-2250 | 15,4-18,4 | 3 |
| Desaceleración de 2250-1600 | 18,4-18,45 | 0,05 |
| Desaceleración de 1600-600 | 18,45-18,5 | 0,05 |
| Aceleración de 600-650 | 18,5-20,85 | 2,35 |
| Tiempo total del ciclo | | 20,85 |

Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

Adquisición de datos en modo estático:

Tabla 14-3: Toma de Datos (Pruebas 10m/s)

| Numero de prueba | Denominación | Tiempo de muestre | Nº- de datos obtenidos |
|------------------|-----------------------------|-------------------|------------------------|
| 1 | Motor frio | 10ms | 479 |
| 2 | Ciclo de conducción | 10ms | 479 |
| 3 | Culminar jornada de trabajo | 10ms | 479 |

Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

Tabla 15-3: Toma de Datos (Pruebas 25m/s)

| Numero de prueba | Denominación | Tiempo de muestre | Nº- de datos obtenidos |
|------------------|-----------------------------|-------------------|------------------------|
| 1 | Motor frio | 25ms | 497 |
| 2 | Ciclo de conducción | 25ms | 497 |
| 3 | Culminar jornada de trabajo | 25ms | 497 |

Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

Tabla 16-3: Toma de Datos (Pruebas 50m/s)

| Numero de prueba | Denominación | Tiempo de muestre | Nº- de datos obtenidos |
|------------------|-----------------------------|-------------------|------------------------|
| 1 | Motor frio | 50ms | 407 |
| 2 | Ciclo de conducción | 50ms | 407 |
| 3 | Culminar jornada de trabajo | 50ms | 407 |

Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

Función de Transferencia.

$$G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{b_m s^m + b_{m-1} s^{m-1} + \dots + b_1 s + b_0}{a_n s^n + a_{n-1} s^{n-1} + \dots + a_1 s + a_0} = \frac{N(s)}{D(s)}$$

$$G(s) = \frac{\text{transformada de laplace de la señal de salida}}{\text{transformada de laplace de la señal de entrada}}$$

Las raíces del polinomio del numerador N(s) son los ceros del sistema.

Las raíces del polinomio del denominador D(s) son los polos del sistema.

El orden del sistema se corresponde con el grado del polinomio del denominador D(s)

Tabla 17-3: Función de Transferencia

| Tiempo de muestreo | Función de transferencia ceros/polos | Grado del polinomio | Fit to estimación data (%) |
|--------------------|--------------------------------------|---------------------|----------------------------|
| 10ms | 25/36 | 36 | 6-25 |
| 25ms | 15/25 | 25 | 25-50 |
| 50ms | 6/7 | 7 | 50-100 |

Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

Al realizar el análisis de la tabla anterior se puede decir que el tiempo de muestreo de 50ms es el más adecuado para realizar el procesamiento de datos en el toolkit system identificación; tiempo en el cual se puede obtener las funciones de transferencia con un ajuste de estimación de datos superior, respecto a los otros tiempos.

Conectar el dispositivo DAQ en el puerto OB-II del automóvil:

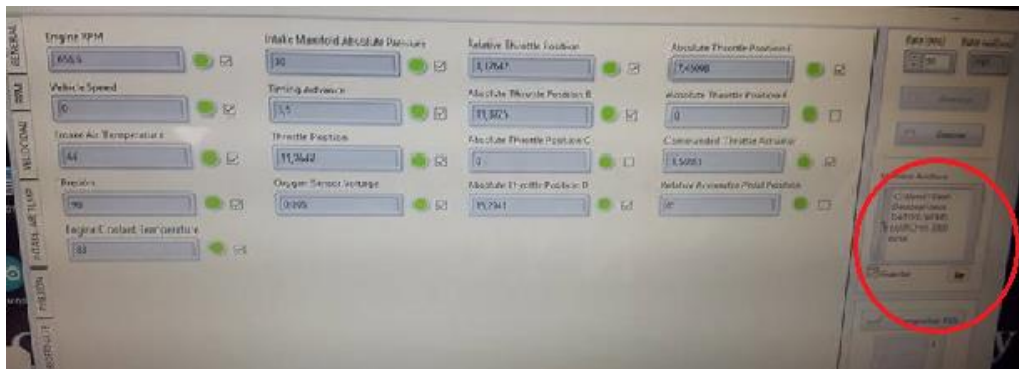
Figura 44-3. Utilización del Software



Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

Correr el programa CAN monitor, activar los PID's que intervienen en el sistema de inyección electrónica y proceder a la toma de datos, los mismos que se graban en modo archivo de lectura

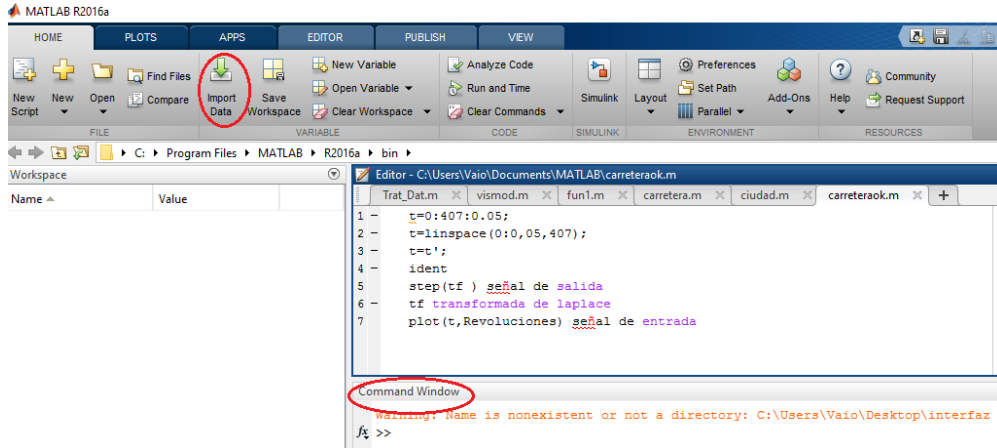
Figura 45-3. Can Monitor Software



Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

Ejecutar el programa MATLAB e importar los datos para procesar la información y obtener graficas que indican el comportamiento en tiempo real de los sensores y actuadores.

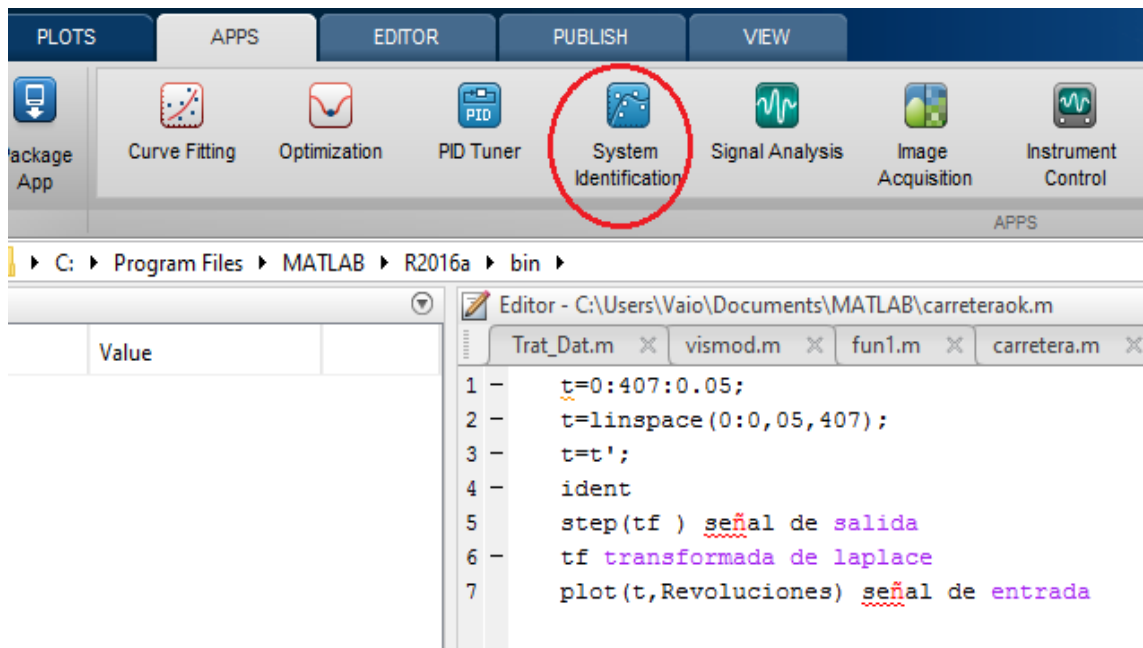
Figura 46-3. Importar Datos MATLAB



Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

Utilizar la herramienta System Identification que se encuentra en la librería del programa:

Figura 47-3. Matlab



Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

Cargar los datos en el programa para reproducir el comportamiento del sensor en la variación del tiempo y posteriormente realizar el estudio de la señal.

Los datos o señales de entrada y salida servirán para visualizar las gráficas que en tiempo real.
 Lenguaje de programación en Command Window para el procesamiento de datos:

Tabla 18-3: Lenguaje de Programación (MatLab)

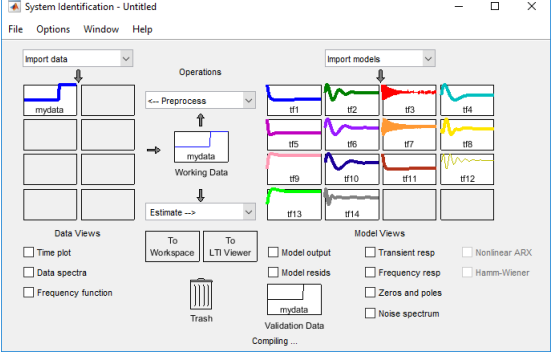
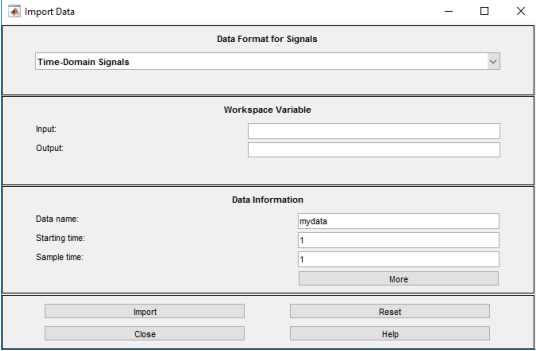
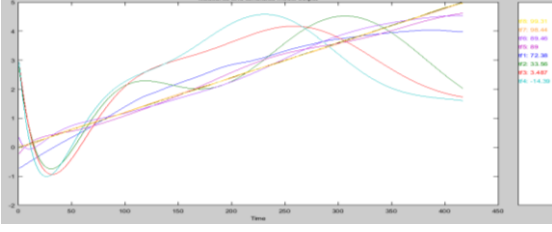
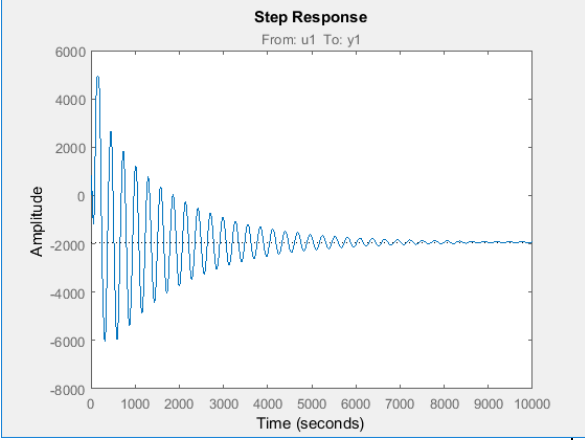
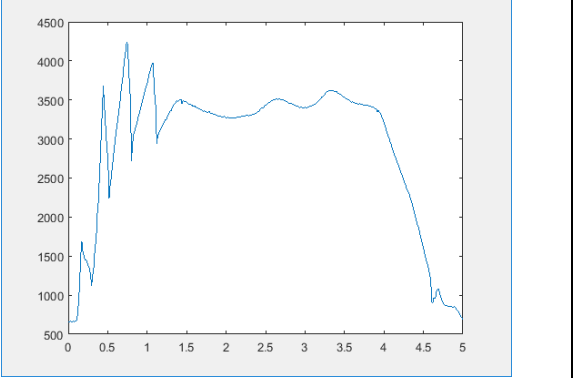
| Comandos | Denominación | |
|------------------------|--|--|
| t=0:407:0.05; | Asignar número de datos | Dependiendo el tipo de conducción Dinámica Estática |
| t=linspace(0:0,05,407) | Crea matriz (Tiempo vs datos) | <pre> 1 0 2 2 2 0 0 0 1 </pre> |
| t=t'; | Transpones número de filas por columnas | Igualar el mismo número de filas y columnas |
| ident | Aplicación de system identification; cargar datos input y output respectivamente y |   |
| Modelo optimo | Model Output mostrara la gráfica adecuada para el estudio de la señal. |  |

Tabla 19-3: (Continuación) Lenguaje de Programación (MatLab)

| | | |
|---------------------------------|--|--|
| <p>step(tf) señal de salida</p> | <p>Gráfico de estabilización de la señal</p> |  <p>Step Response From: u1 To: y1</p> |
| <p>tf</p> | <p>transformada de laplace</p> | $G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{b_m s^m + b_{m-1} s^{m-1} + \dots + b_1 s + b_0}{a_n s^n + a_{n-1} s^{n-1} + \dots + a_1 s + a_0} = \frac{N(s)}{D(s)}$ |
| <p>plot</p> | <p>Grafico en dos dimensiones</p> |  |

Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

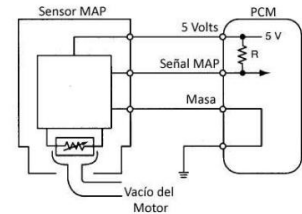

CAPÍTULO IV

4.1 Caracterización de los sensores

La caracterización se realizó en el estilo de conducción dinámico con un ciclo de conducción establecido en el capítulo anterior.

4.1.1 Sensor MAP

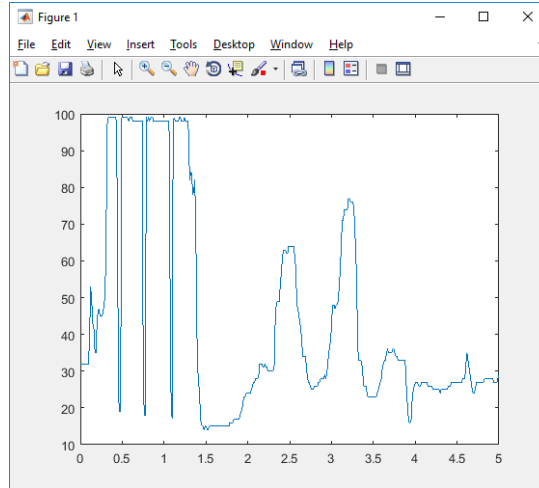
Tabla 20-4: Datos técnicos del MAP

| | |
|---|---|
| Nombre del Sensor: | MAP |
| Características: | <ul style="list-style-type: none"> • Controla la entrega de combustible en función de la carga y la aceleración. • Monitorea la presión dentro del múltiple de admisión • Calcula la masa de aire entrante al motor. |
| Principio de Funcionamiento: | Piezo eléctrico |
| Tipo de Señal: | Análogica |
| Rango de Voltaje: | 0.2 ~ 5 v |
| Conexión Eléctrica:  | 3 cables: <ol style="list-style-type: none"> 1. Tierra (GND) 2. Alimentación (5v) 3. Señal (0.2~0.4v hasta 4.8~5 v) |
| Otras condiciones de funcionamiento: | Motor desacelerado: Señal 0.8v Ralentí 950 (RPM): Señal 0.9v alto vacío y 1.5v a succión. Aceleración: Señal 1.5 hasta 4.8 ~ 5 v |
| Ubicación en el vehículo:  | El sensor MAP puede estar montado en el filtro de aire, en el armazón del acelerador, en el múltiple de admisión. |

Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

4.1.1.1 Identificación del modelo

Grafico 4-1. Señal de Entrada del Sensor MAP



Fuente: Dispositivo y Tarjeta DAQ

Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

La grafica muestra una respuesta transitoria de un sistema que se presenta cuando hay un cambio en la entrada es decir el comportamiento de la señal del sensor MAP en la variación del tiempo. Se aprecia un incremento bastante pronunciado de la presión en colector de admisión debido a una aceleración que se realiza bajo las condiciones establecidas por el ciclo de conducción.

$$F_{(s)} = \frac{47.52s^8 - 7.88s^7 + 3.918s^6 - 0.1531s^5 + 0.0614s^4 + 0.0002754s^3 + 0.0001854s^2 + 4.058e^{-06}s - 5.471e^{-09}}{s^{10} + 0.1197s^9 + 0.2185s^8 + 0.01639s^7 + 0.01279s^6 + 0.0005828s^5 + 0.0002055s^4 + 6.37e^{-06}s^3 + 9.644e^{-07}s^2 + 1.636e^{-08}s + 9.249e^{-10}}$$

La función de transferencia encontrada nos denota la respuesta del sensor MAP y la transformada de la señal de entrada, que en este caso es la variación del tiempo.

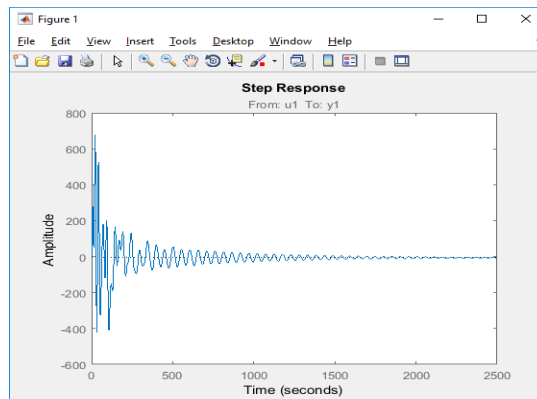
Apreciamos que esta función tiene:

Zeros = 8

Polos = 10

Fit to Estimation = 57.95%

Grafico 4-2. Señal de Salida del Sensor MAP Estabilizado



Fuente: Dispositivo y Tarjeta DAQ

Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

En la anterior figura representa la respuesta en estado permanente es decir cuando la señal a alcanzado su estabilidad en 1500 s aproximadamente con respecto a un step (cambio escalonado), por tanto las señales transitorias han desaparecido.

4.1.2 Sensor TPS

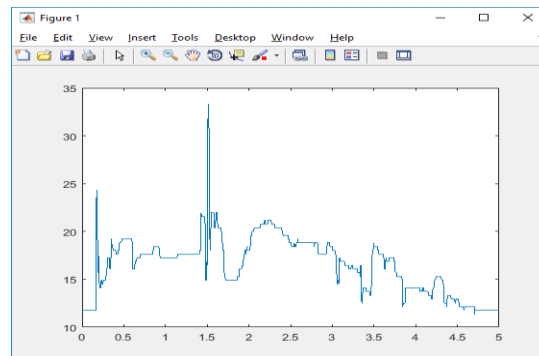
Tabla 21-4: Osciloscopio Hantek 1008c

| | |
|---|--|
| Nombre del Sensor: | TPS |
| Características: | <ul style="list-style-type: none"> • Controla la mezcla adecuada aire- combustible • Avance de encendido • Velocidad en ralentí |
| Principio de Funcionamiento: | Conductividad eléctrica (Tipo resistor) |
| Tipo de Señal: | Análoga |
| Rango de Voltaje: | 0 ~ 5 v |
| Equivalencia de voltaje: | 0v : Mariposa cerrada, mezcla pobre 5v: Mariposa Abierta, mezcla rica. |
| Conexión Eléctrica: | 3 cables: 4. Tierra (GND) 5. Alimentación (5v) 6. Señal |
| Otras condiciones de funcionamiento: | Ralentí: (Mariposa cerrada) Señal 0.6 a 0.9 v Acelerado: (Mariposa Totalmente Abierta) Señal 3.5 a 4.7 v |
| Ubicación en el vehículo: | El sensor TPS generalmente se encuentra montado en el cuerpo de aceleración. |

Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

Identificación del modelo

Grafico 4-3.TPS



Fuente: Dispositivo y Tarjeta DAQ

Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

La grafica muestra una respuesta transitoria de un sistema que se presenta cuando hay un cambio en la entrada es decir el comportamiento de la señal del sensor TPS en la variación del tiempo.

Se aprecia una variación constante en la señal esto debido al cambio en la posición del acelerador lo cual podemos argumentar que existe una relación directa entre el pedal del acelerador y el desplazamiento de la mariposa o lengüeta que está dentro del cuerpo de aceleración.

$$F(s) = \frac{1.364e^{-9}s - 1.44e^{-12}}{s^7 + 0.01819s^6 + 0.002719s^5 + 4.342e^{-5}s^4 + 1.02e^{-6}s^3 + 6.98e^{-9}s^2 + 8.61e^{-11}s + 2.358e^{-13}}$$

La función de transferencia encontrada nos denota la respuesta del sensor TPS y la transformada de la señal de entrada, que en este caso es la variación del tiempo.

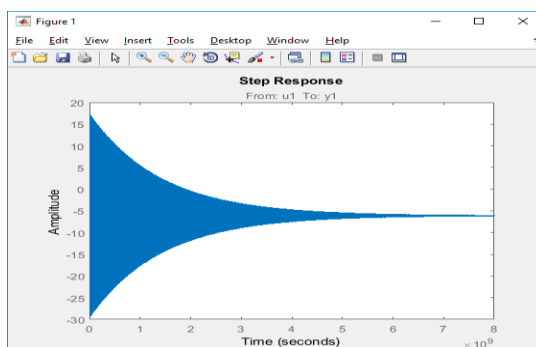
Apreciamos que esta función tiene:

Zeros = 1

Polos = 7

Fit to Estimation = 68.35%

Grafico 4-4. TPS Estabilizado



Fuente: Dispositivo y Tarjeta DAQ

Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

En la anterior figura representa la respuesta en estado permanente es decir cuando la señal a alcanzado su estabilidad por tanto las señales transitorias han desaparecido.

4.5 Sensor oxigeno O2

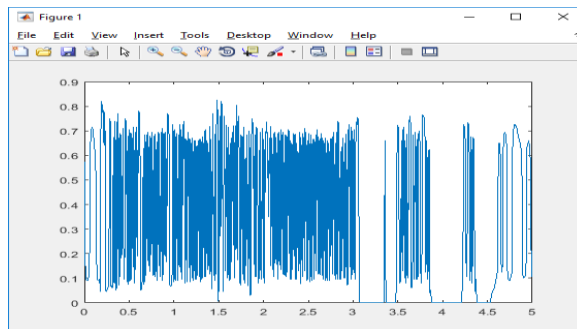
Tabla 22-4: Sensor de Oxigeno

| | |
|--------------------------------------|---|
| Nombre del Sensor: | Sensor de Oxigeno |
| Características: | <ul style="list-style-type: none"> • Medir los gases de escape • Corregir la mezcla aire – combustible |
| Principio de Funcionamiento: | Conductividad eléctrica |
| Tipo de Señal: | Análoga |
| Rango de Voltaje: | 0.1v a 0.9 v |
| Equivalencia de voltaje: | 0.1 a 0.45 Mezcla rica 0.45 a 0.9 Mezcla pobre |
| Conexión Eléctrica: | 3 cables: <ol style="list-style-type: none"> 7. Tierra (GND) 8. Alimentación (5v) 9. Señal 0.45v |
| Otras condiciones de funcionamiento: | Oxigeno alto = Tensión de la señal baja Oxigeno bajo= Tensión de la señal alta |
| Ubicación en el vehículo: | Se encuentra uno antes y uno después del convertidor catalítico. |

Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

4.5.1 Identificación del modelo

Grafico 4-5. Sensor de Oxigeno Entrada



Fuente: Dispositivo y Tarjeta DAQ

Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

La grafica no indica la presencia moléculas de oxígeno a la salida del sistema de escape; lo muestra que la mezcla estequiometria no es la adecuada ya que existe enriquecimiento de aire y por tanto la ECU debe corregir el funcionamiento del sistema de inyección, aumentando la inyección de combustible y regular la relación.

$$F(s) = \frac{-12.44s^6 + 1.645s^5 - 0.211s^4 + 0.03919s^3 - 20.007082s^2 - 2.102e^{-6}s + 6.753e^{-9}}{s^6 + 0.1637s^5 + 0.1082s^4 + 0.009638s^3 + 0.002074s^2 + 4.25e^{-6}s + 2.034e^{-8}}$$

La función de transferencia encontrada nos denota la respuesta del sensor TPS y la transformada de la señal de entrada, que en este caso es la variación del tiempo.

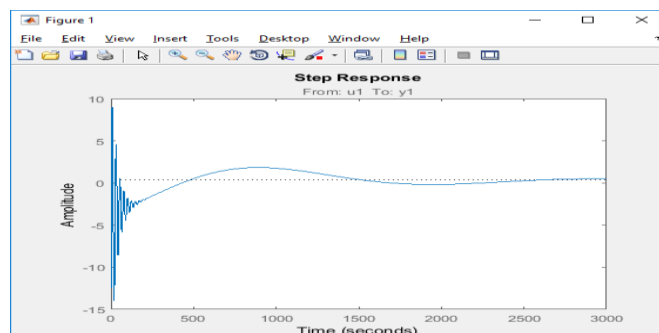
Apreciamos que esta función tiene:

Zeros = 6

Polos = 6

Fit to Estimation = 6.87%

Grafico 4-6. Sensor de Oxigeno Estabilizado



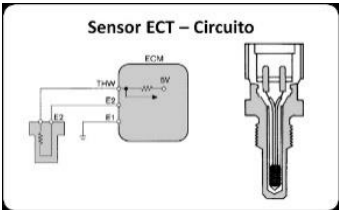

Fuente: Dispositivo y Tarjeta DAQ

Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

En la anterior figura representa la respuesta en estado permanente es decir cuando la señal a alcanzado su estabilidad por tanto las señales transitorias han desaparecido.

4.6 Sensor de temperatura del motor ECT

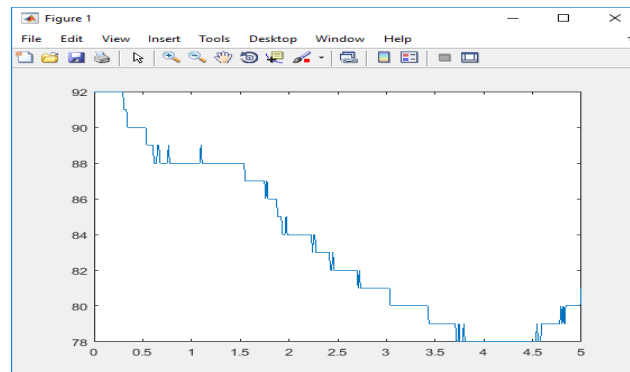
Tabla 23-4: Sensor ECT

| Nombre del Sensor: | Temperatura del Motor ECT |
|--|--|
| Características: | <ul style="list-style-type: none"> • Medir la temperatura del refrigerante del motor. • Actúa como interruptor para activar el electro ventilador. |
| Principio de Funcionamiento: | Conductividad eléctrica |
| Tipo de Señal: | Análoga |
| Rango de Voltaje: | 0 a 5v |
| Equivalencia de voltaje: | 3 a 4 v Motor frio (20 °C) 0.5 a 0.8 v Condiciones normales de funcionamiento (85 ~ 95°C) |
| Conexión Eléctrica:  | 3 cables: 10. Tierra (GND) 11. Alimentación (5v) 12. Señal 5v |
| Otras condiciones de funcionamiento: | Mientras más se calienta el sensor menor es su resistencia. Resistencia Tipo NTC |
| Ubicación en el vehículo:  | El sensor ECT está generalmente enroscado dentro del Block del motor, cabezote. |

Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

4.6.1 Identificación del modelo

Grafico 4-7.ETC Entrada



Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

Al arrancar el vehículo la temperatura del motor todavía no alcanzado su temperatura adecuada para su trabajo, lo cual podemos observar en la figura una temperatura inicial de 30°C; a medida que transcurre el tiempo podemos visualizar el incremento de la temperatura hasta llegar a la adecuada la cual está sobre los 90°C.

$$F(s) = \frac{5151s^5 + 477.4s^4 + 20.25s^3 + 0.8052s^2 - 0.0007852s + 2.189e^{-06}}{s^8 + 2.625s^7 + 3.11s^6 + 1.871s^5 + 0.8374s^4 + 0.07023s^3 + 0.002975s^2 + 0.0001083s + 2.669e^{-11}}$$

La función de transferencia encontrada nos denota la respuesta del sensor TPS y la transformada de la señal de entrada, que en este caso es la variación del tiempo.

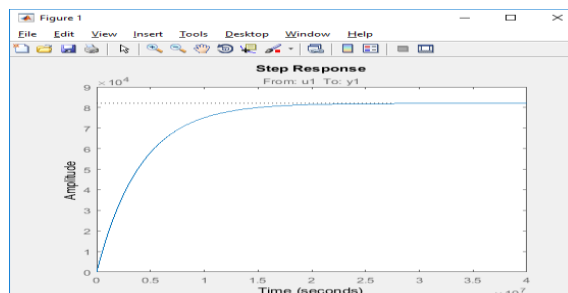
Apreciamos que esta función tiene:

Zeros = 5

Polos = 8

Fit to Estimation = 84.48%

Grafico 4-8.ETC Estabilizado



Fuente: Dispositivo y Tarjeta DAQ

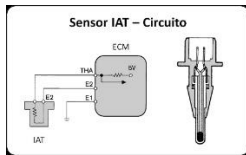
Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

En la anterior figura representa la respuesta en estado permanente es decir cuando la señal a alcanzado su estabilidad por tanto las señales transitorias han desaparecido.

4.7 Sensor de temperatura del aire de admisión (IAT)

Tabla 24 Sensor IAT

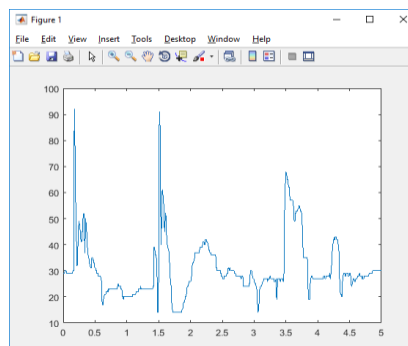
| | |
|--------------------------------------|---|
| Nombre del Sensor: | temperatura del aire de admisión (IAT) |
| Características: | <ul style="list-style-type: none"> • Corrige el tiempo de inyección |
| Principio de Funcionamiento: | Conductividad eléctrica (termistor) |
| Tipo de Señal: | Análoga |
| Rango de Voltaje: | 0 a 5v |
| Equivalencia de voltaje: | Mayor temperatura Aire = menor resistencia = poco oxígeno al motor. Menor temperatura Aire = mayor resistencia = mayor oxígeno al motor. |
| Conexión Eléctrica: | 2 cables: 13. Alimentación (5v) 14. Señal |
| Otras condiciones de funcionamiento: | Mientras más se calienta el sensor menor es su resistencia. Resistencia Tipo NTC |
| Ubicación en el vehículo: | El sensor se localiza en la parte posterior del pleno de admisión. |



Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

4.7.1 Identificación del modelo

Gráfico 4-9. Señal de Entrada sensor IAT



Fuente: Dispositivo y Tarjeta DAQ

Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

La grafica muestra una respuesta transitoria de un sistema que se presenta cuando hay un cambio en la entrada es decir el comportamiento de la señal del sensor IAT en la variación del tiempo. Inicialmente inicia con una temperatura de 30 °C y alcanza un pico de 90 °C es donde la computadora tiende a rectificar la cantidad de aire en el colector para que exista una correcta mezcla en el cilindra.

$$F(s) = \frac{1060s^6 + 168.8s^5 + 13.17s^4 + 0.7115s^3 + 0.01826s^2 + 0.0006274s + 1.252e^{-7}}{s^6 + 0.07118s^5 + 0.06226s^4 + 0.00044s^3 + 0.0001967s^2 + 5.736e^{-7}s + 1.322e^{-7}}$$

La función de transferencia encontrada nos denota la respuesta del sensor IAT y la transformada de la señal de entrada, que en este caso es la variación del tiempo.

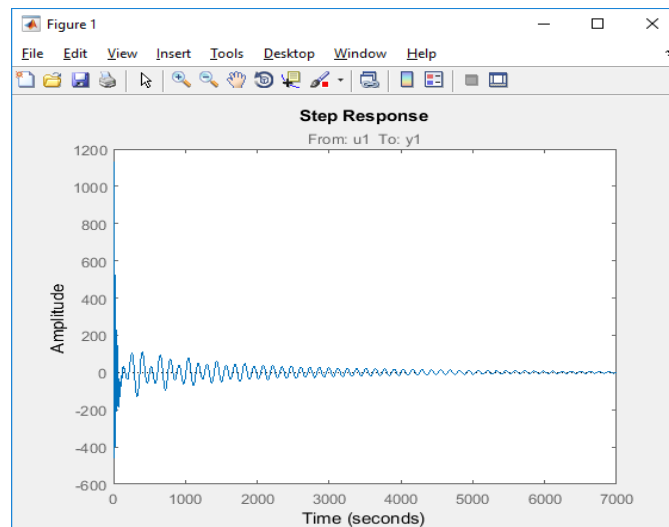
Apreciamos que esta función tiene:

Zeros = 6

Polos = 6

Fit to Estimation = 78 %

Grafico 4-10.Sensor IAT señal Estabilizada



Fuente: Dispositivo y Tarjeta DAQ

Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

En la anterior figura representa la respuesta en estado permanente es decir cuando la señal a alcanzado su estabilidad por tanto las señales transitorias han desaparecido.

4.8 Sensor de revoluciones (CKP)

Tabla 25-4: Sensor CKP

| Nombre del Sensor: | Revoluciones CKP |
|--------------------------------------|--|
| Características: | <ul style="list-style-type: none"> • Posición del cigüeñal • Revoluciones del motor |
| Principio de Funcionamiento: | Efecto Hall |
| Tipo de Señal: | Digital |
| Rango de Voltaje: | 0 a 5v |
| Conexión Eléctrica: | 3 Cables: <ol style="list-style-type: none"> 1. Alimentación (5v) 2. Señal (5v) 3. GND |
| Otras condiciones de funcionamiento: | Ayuda a la computadora para que utilice esta información para determinar el pulso de inyección y la sincronización de la chispa. |
| Ubicación en el vehículo: | Este sensor se encuentra ubicado a un costado de la polea del cigüeñal o volante cremallera. |

Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

4.8.1 Identificación del modelo

Grafico 4-11. Curva Característica de Señal de Entrada CKP



Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

En la figura podemos observar que partimos de ralentí a unas 750 RPM a medida que se va manipulando el pedal del acelerador alcanzamos un pico de 4500 RPM y podemos apreciar un corte de inyección debido a la manipulación del acelerador por parte del conductor; esto para satisfacer sus necesidades de manejo.

$$F(s) = \frac{34,83 s^4 + 0,8077 s^3 + 0,01048 s^2 + 0,0001644 s - 2,282e^{-07}}{s^6 + 0,06963 s^5 + 0,004122 s^4 + 0,0001428 s^3 + 1,618 e^{-0,6} s^2 + 3,34 e^{-0,8} s + 1,302e^{-10}}$$

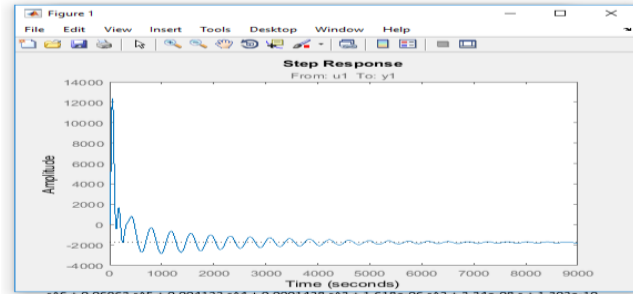
Apreciamos que esta función tiene:

Zeros = 4

Polos = 6

Fit to Estimation = 79.05%

Grafico 4-12. Curva Característica de Señal de Salida CKP Estabilizado



Fuente: dispositivo y tarjeta DAQ

Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

En la anterior figura representa la respuesta en estado permanente es decir cuando la señal a alcanzado su estabilidad por tanto las señales transitorias han desaparecido.

4.9 Sensor de velocidad (VSS)

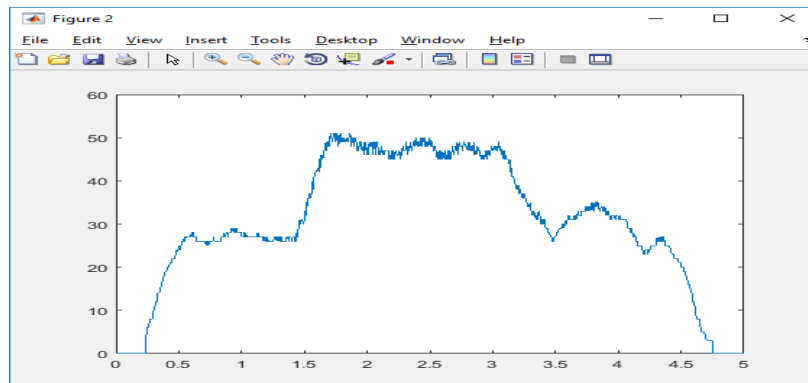
Tabla 26-4: Sensor de Velocidad VSS

| | |
|--------------------------------------|---|
| Nombre del Sensor: | Velocidad VSS |
| Características: | <ul style="list-style-type: none"> • Controla el velocímetro • Controla el odómetro |
| Principio de Funcionamiento: | Imán permanente (Magnético inductivo) |
| Tipo de Señal: | Análogo |
| Rango de Voltaje: | 0 a 12v |
| Equivalencia de voltaje: | Mayor velocidad = mayor frecuencia = mayor voltaje Menor velocidad = menor frecuencia= menor voltaje |
| Conexión Eléctrica: | 3 Cables: 4. Alimentación (12v) 5. Señal (5v) 6. GND |
| Otras condiciones de funcionamiento: | Enriquecimiento de combustible “Durante la aceleración”. Corte de combustible durante la desaceleración. |
| Ubicación en el vehículo: | En la transmisión, cable del velocímetro o atrás del tablero de instrumentos |

Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

Identificación del modelo

Grafico 4-13. VSS señal de Entrada



Fuente: dispositivo y tarjeta DAQ

Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

En la figura podemos apreciar un comportamiento similar al ciclo de conducción establecido, ya que este sensor nos indica la velocidad o a su vez las condiciones de manejo en una zona poblada por eso su velocidad varía entre 30 – 50 k/h la cual para cumplir la ley.

$$F(s) = \frac{0.06267s^3 - 0.0002263s^2 + 1.325e - 05s - 2.65e - 08}{s^6 + 0.4629s^5 + 0.003065s^4 + 0.0001228s^3 + 1.446e^{-6}s^2 + 3.19e^{-7}s + 1.185e^{-10}}$$

La función de transferencia encontrada nos denota la respuesta del sensor TPS y la transformada de la señal de entrada, que en este caso es la variación del tiempo.

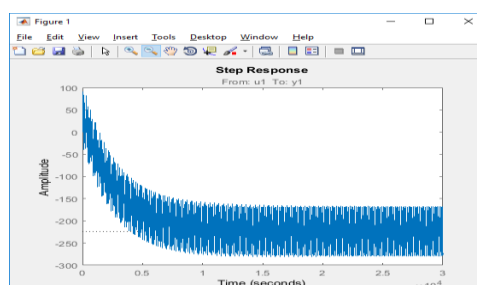
Apreciamos que esta función tiene:

Zeros = 3

Polos = 6

Fit to Estimation = 80.92%

Grafico 4-14. VSS señal de Salida Estabilizada



Fuente: dispositivo y tarjeta DAQ

Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

En la anterior figura representa la respuesta en estado permanente es decir cuando la señal a alcanzado su estabilidad por tanto las señales transitorias han desaparecido.

4.10 Identificación de procesos cuando el vehículo está en movimiento

En cumplimiento con lo planteado en el objetivo número tres, después de haber estudiado minuciosamente el principio de funcionamiento del sistema de inyección electrónica se planteó los siguientes sub-procesos, para posteriormente encontrar los procesos que forman parte del sistema. A continuación se muestra el planteamiento de los sub-procesos y procesos.

Tabla 27-4: Sub-Procesos - Procesos

| SUB- PROCESOS | PROCESOS |
|---------------|------------------|
| TP-VELOCIDAD | |
| RPM-VELOCIDAD | TP-VELOCIDAD |
| TP-RPM | TP-RPM-VELOCIDAD |
| TP-MAP | TP-MAP-VELOCIDAD |
| MAP-VELOCIDAD | |

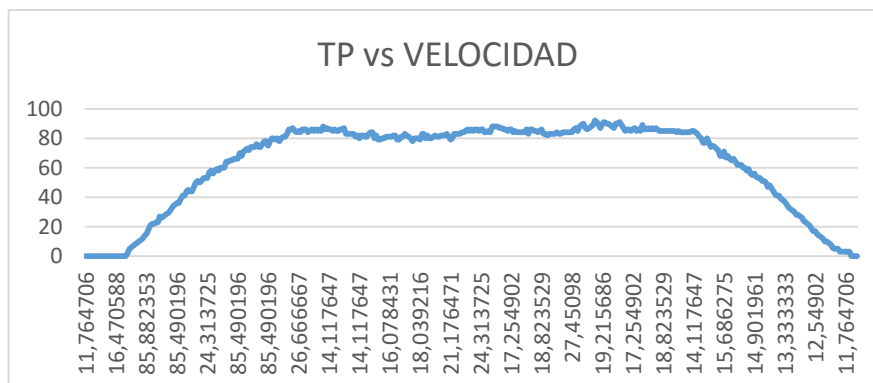
Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

Una vez identificado cada proceso se procede a encontrar su función de transferencia y su respectivo porcentaje de estimación.

A continuación se detalla el comportamiento de todos y cada uno de los sub-proceso propuesto en la tabla anterior.

4.10.1 TP- Velocidad

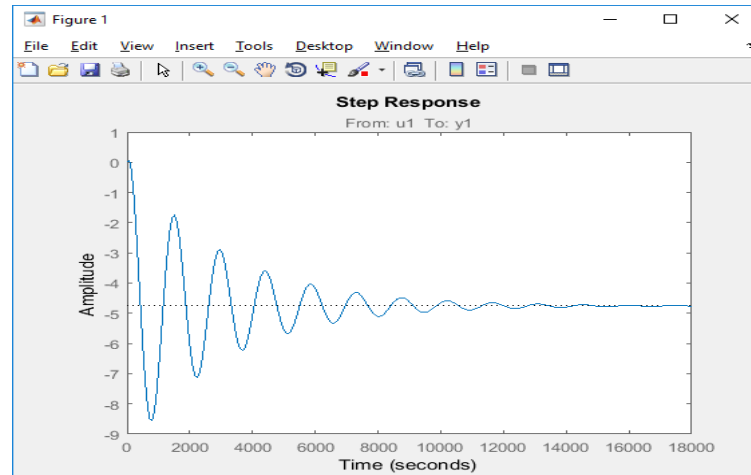
Grafico 4-1.TP- Velocidad



Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

$$F(s) = \frac{0.001218s^4 + 0.0001583s^3 + 6.054e^{-06}s^2 + 4.839e^{-07}s - 1.408e^{-08}}{s^6 + 0.404s^5 + 0.04279s^4 + 0.002282s^3 + 0.000159s^2 + 1.453e^{-07}s + 2.96e^{-09}}$$

Grafico 4-2.TP- Velocidad Estabilizada



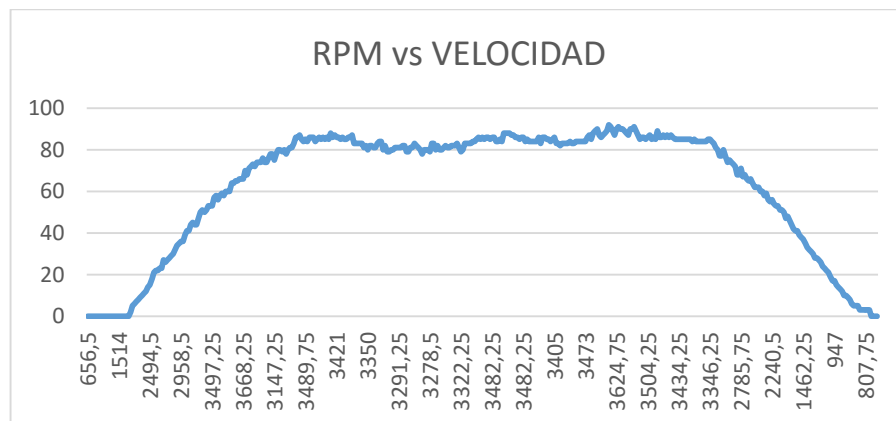
Fuente: dispositivo y tarjeta DAQ

Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

Esta salida lo encontramos gracias a la utilización del toolkit system tool identification de MatLab con una estimación del 69.48%.

4.10.2 RPM – Velocidad

Grafico 4-3.RPM - Velocidad

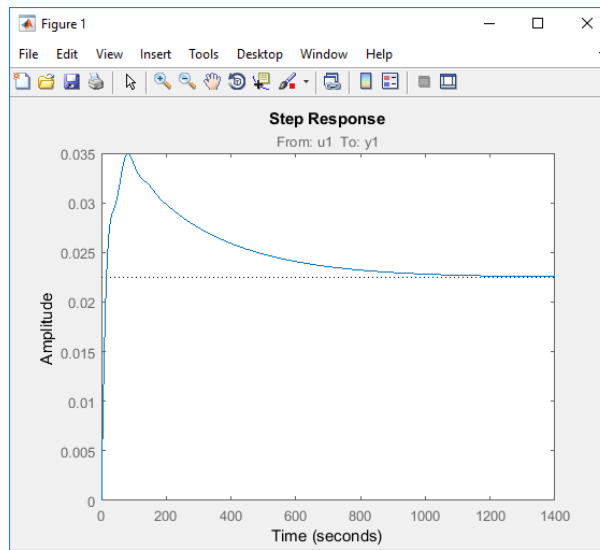


Fuente: tarjeta DAQ Excel

Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

$$F(s) = \frac{0.001924s^5 + 0.0006408s^4 + 5.685e^{-05}s^3 + 4.322e^{-06}s^2 + 1.067e^{-07}s + 2.223e^{-10}}{s^6 + 0.3385s^5 + 0.04173s^4 + 0.003868s^3 + 0.0001733s^2 + 3.218e^{-06}s + 9.899e^{-09}}$$

Grafico 4-4.RPM – Velocidad Estabilizado



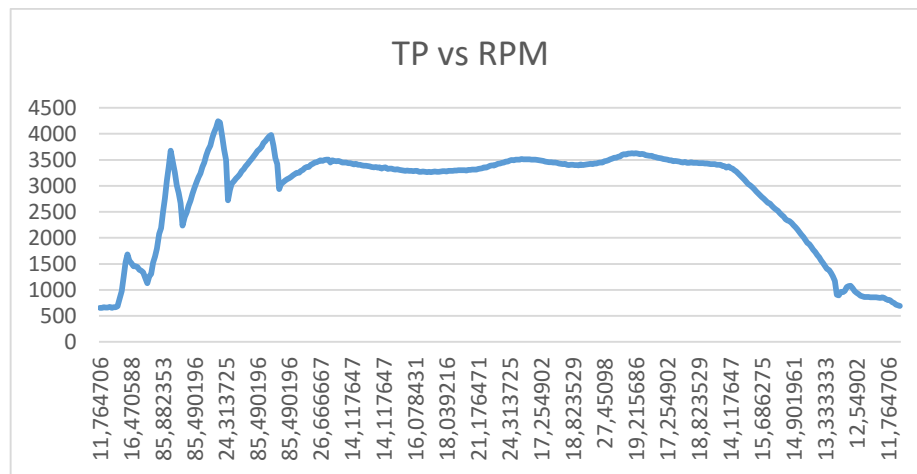
Fuente: dispositivo y tarjeta DAQ

Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

Esta lo encontramos con una estimación del 91.41%.

4.10.3 TP – RPM

Grafico 4-5.TP - RPM

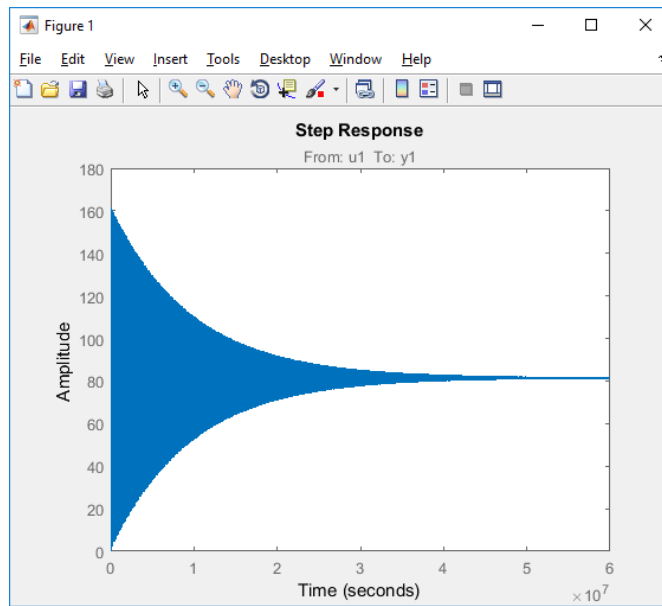


Fuente: tarjeta DAQ Excel

Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

$$F(s) = \frac{2.029s^6 + 0.03594s^5 + 0.2551s^4 + 0.002926s^3 + 0.000727s^2 + 9.948e^{-06}s + 1.046e^{-07}}{s^8 + 0.5471s^7 + 0.2624s^6 + 0.06489s^5 + 0.0157s^4 + 0.0002814s^3 + 1.996e^{-05}s^2 + 1.872e^{-08}s + 1.277e^{-9}}$$

Grafico 4-6.RPM – Velocidad Estabilizado



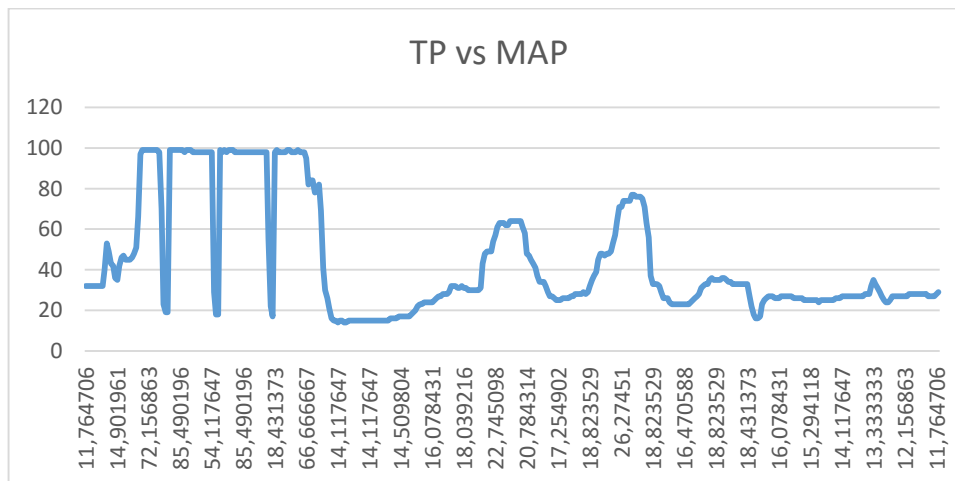
Fuente: dispositivo y tarjeta DAQ

Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

Esta lo encontramos con una estimación del 67.55%.

4.10.3 TP – MAP

Grafico 4-7.TP - MAP

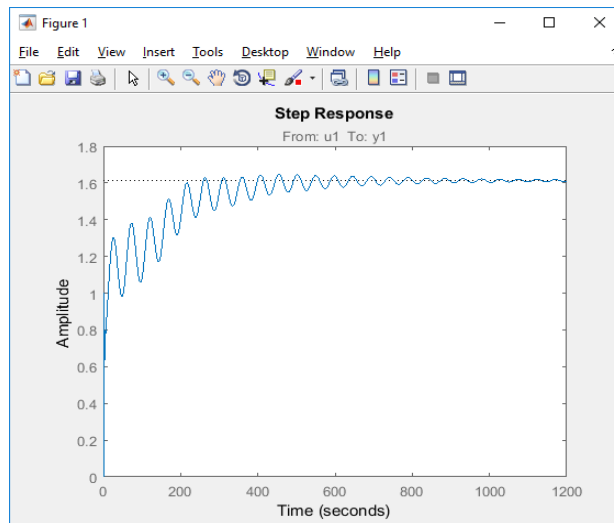


Fuente: tarjeta DAQ Excel

Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

$$F(s) = \frac{4.738s^5 + 0.201s^4 + 0.1147s^3 + 0.04s^2 + 0.0001229s + 1.449e^{-06}}{s^7 + 1.365s^6 + 6.924s^5 + 0.2436s^4 + 0.128s^3 + 0.003149s^2 + 0.0001286s + 8.985e^{-07}}$$

Grafico 4-8.TP – MAP Estabilizado



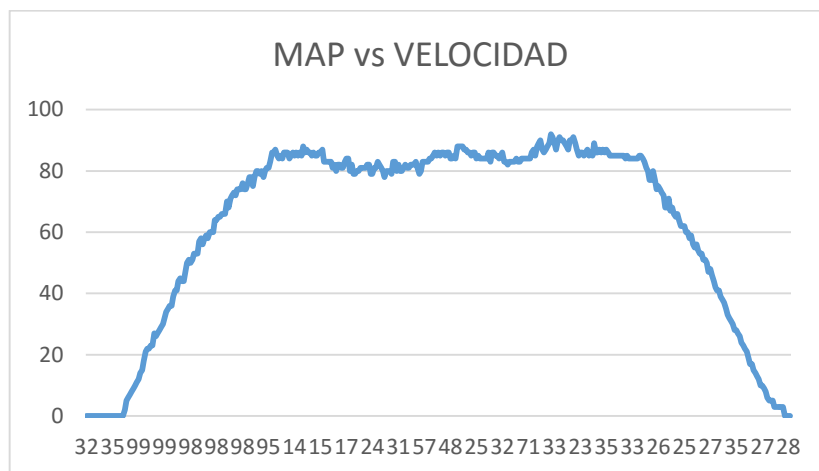
Fuente: dispositivo y tarjeta DAQ

Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

Esta lo encontramos con una estimación del 58.85%.

4.10.4 MAP – Velocidad

Grafico 4-9.MAP - Velocidad

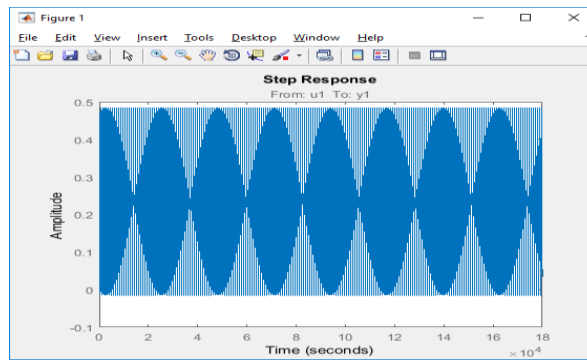


Fuente: tarjeta DAQ Excel

Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

$$F(s) = \frac{4.738s^5 + 0.201s^4 + 0.1147s^3 + 0.04s^2 + 0.0001229s + 1.449e^{-06}}{s^7 + 1.365s^6 + 6.924s^5 + 0.2436s^4 + 0.128s^3 + 0.003149s^2 + 0.0001286s + 8.985e^{-07}}$$

Grafico 4-10.MAP – Velocidad Estabilizado



Fuente: dispositivo y tarjeta DAQ

Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

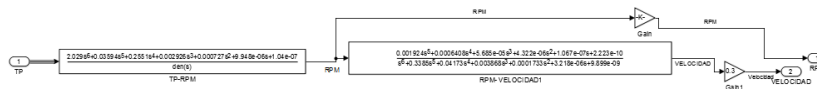
Esta lo encontramos con una estimación del 58.85%.

Una vez finalizado con la caracterización de los procesos se procede al modelamiento y simulación. Lo cual se realizara con la ayuda del software MATLAB y aplicación de su herramienta SIMULINK la cual se encuentra en la librería del programa.

10.4 Simulación de los procesos dinámicos

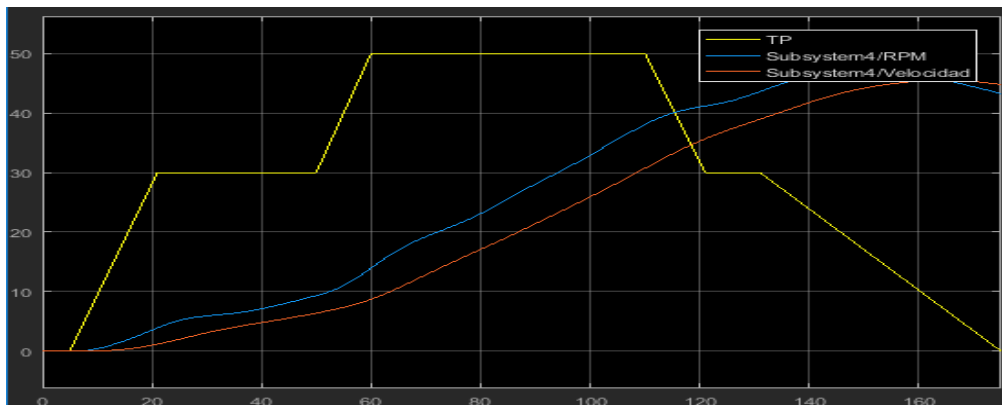
10.4.1 TP –RPM– Velocidad

Figura 48-4. FUNCIÓN DE TRASFERENCIA



Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

Grafico 4-11.Señales del proceso. TP-V-RPM



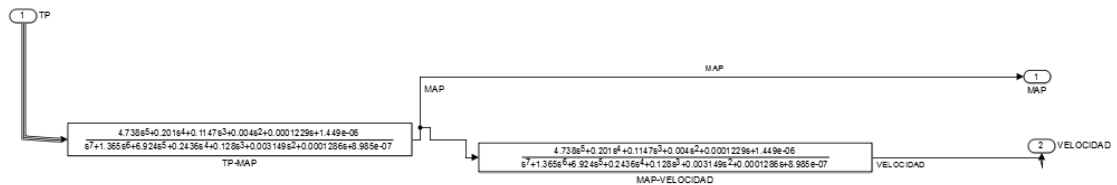
Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

Una vez establecido un ciclo de conducción (línea amarilla) se precede a simular el comportamiento de las resoluciones (línea azul) del vehículo con respecto a la posición de pedal del acelerador (sensor TP). Se igual manera se puede observar que la señal de la velocidad (línea roja) está acorde a la posición del pedal del acelerador.

Con lo establecido anteriormente se puede verificar que el proceso establecido; es el adecuado, ya que se observa que las señales se acogen al estilo de conducción establecido.

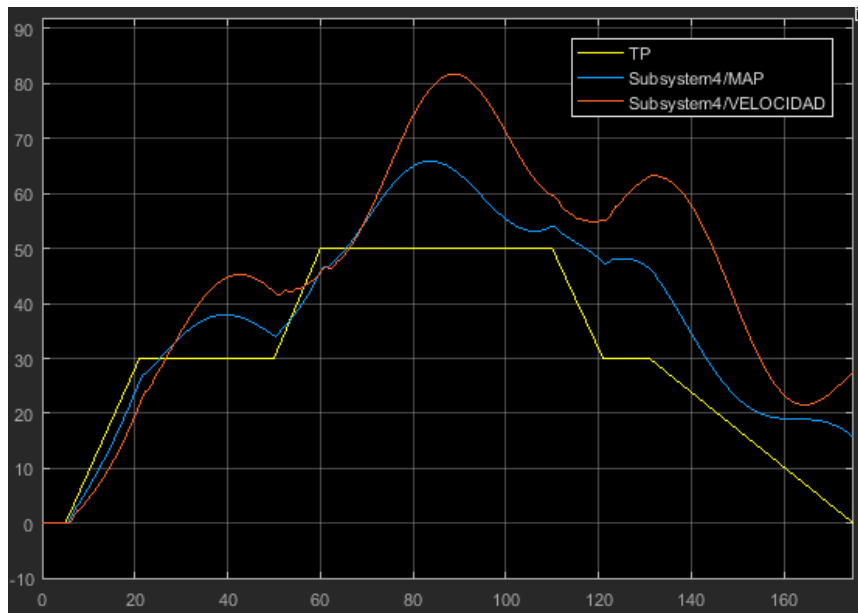
10.4.2 TP – MAP - RPM

Figura 49-4. Función de Transferencia



Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

Grafico 4-12. Señales del proceso TP-V-RPM

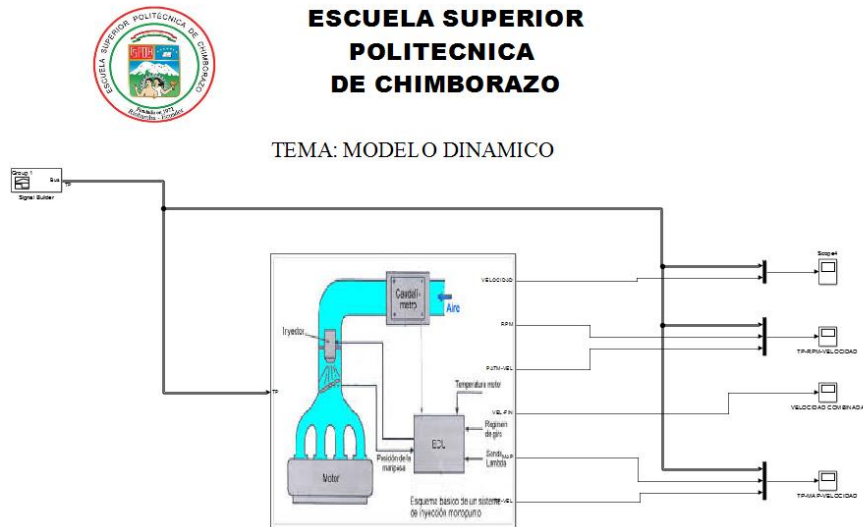


Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

La figura muestra el comportamiento del proceso cuyos valores o condiciones iniciales se acercan considerablemente al ciclo de conducción, por tanto se establece y nos atrevemos a decir que el modelo es el adecuado.

A continuación se presenta el modelo de inyección electrónica encontrada:

Figura 50-4. Proceso Completo del modo Dinámico



Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

Una vez finalizado con la caracterización de los procesos en estado estático (ralentí) se procede al modelamiento y simulación. Lo cual se realizara con la ayuda del software MATLAB y aplicación de su herramienta SIMULINK la cual se encuentra en la librería del programa.

4.11 Identificación de proceso cuando el vehículo está en ralentí.

Después de haber estudiado minuciosamente el principio de funcionamiento del sistema de inyección electrónica se planteó los siguientes sub-procesos, para posteriormente encontrar los procesos que forman parte del sistema en estado estático (ralentí). A continuación se muestra el planteamiento de los sub-procesos y procesos.

Tabla 28-4: Sub-Procesos - Procesos

| SUB- PROCESOS | PROCESOS |
|----------------------|----------------------|
| TP – RPM | |
| RPM - ADELAN ENC. | TP-MAP-O2 |
| TP – MAP | TP- RPM- ADELAN ENC. |
| MAP – O2 | |
| P. ATM.- ADELAN ENC. | |

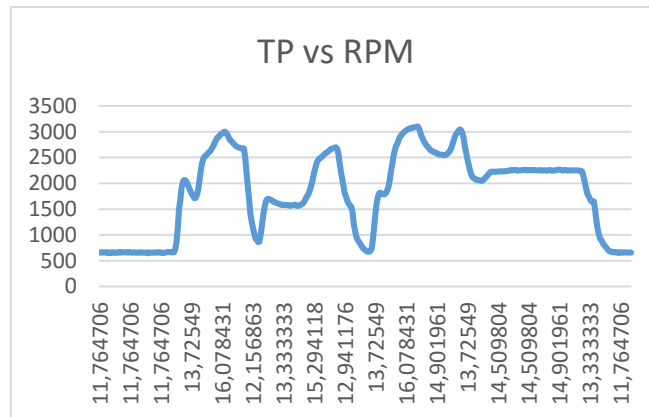
Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

Una vez identificado cada proceso se procede a encontrar su función de transferencia y su respectivo porcentaje de estimación.

A continuación se detalla el comportamiento de todos y cada uno de los sub-proceso propuesto en la tabla anterior.

4.11.1 TP – RPM

Grafico 4-13.TP - RPM

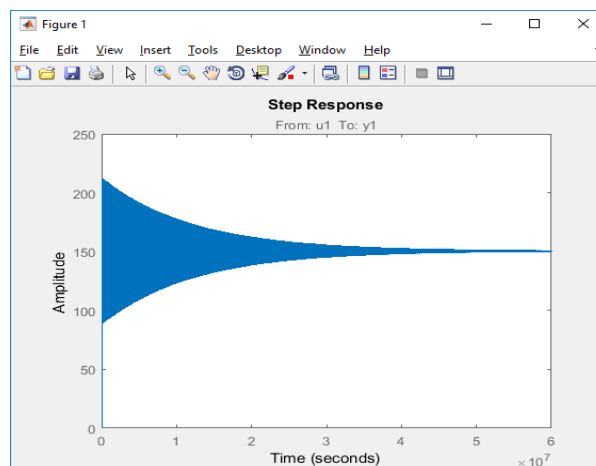


Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

$F(s)$

$$= \frac{31.3s^5 + 1.186s^4 + 0.115s^3 + 0.005366s^2 + 5.06e^{-05}s + 2.564e^{-06}}{s^7 + 0.2876s^6 + 0.2143s^5 + 0.005742s^4 + 0.001157s^3 + 2.395e^{-05}s^2 + 8.644e^{-07}s + 1.704e^{-08}}$$

Grafico 4-14.TP – RPM Estabilizado



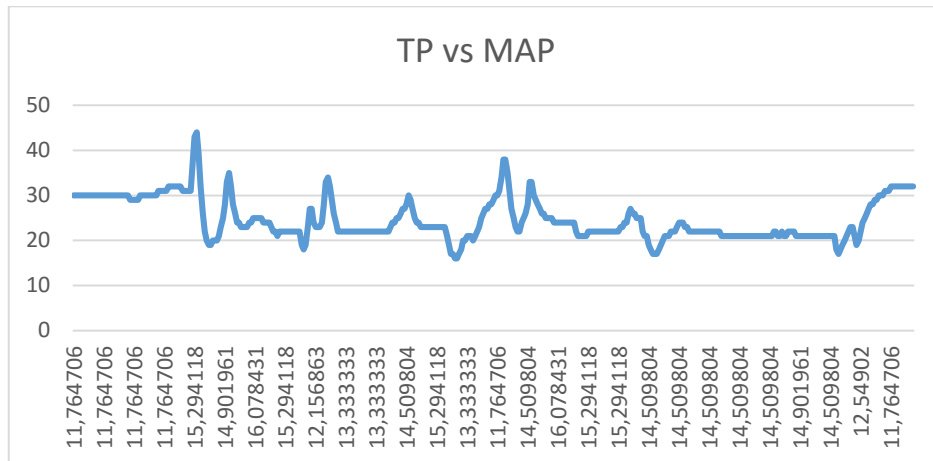
Fuente: dispositivo y tarjeta DAQ

Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

Esta salida lo encontramos gracias a la utilización del toolkit sistem identificacion de MatLab con una estimación del 66.01%.

4.11.2 TP – MAP

Grafico 4-15.TP – MAP

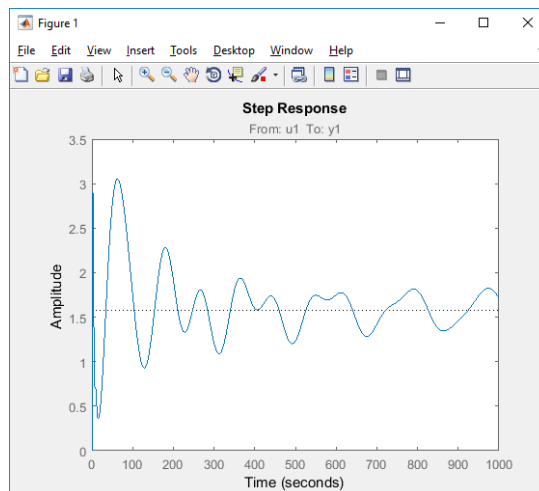


Fuente: tarjeta DAQ Excel

Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

$$F(s) = \frac{2.328s^8 + 1.852s^7 - 0.04637s^6 + 0.023s^5 - 0.00031s^4 + 8.07e^{-05}s^3 + 4.695e^{-07}s^2 + 5.907e^{-08}s + 7.428e^{-10}}{s^9 + 0.8396s^8 + 0.8582s^7 + 0.06938s^6 + 0.01021s^5 + 0.0004861s^4 + 3.377e^{-5}s^3 + 8.815e^{-07}s^2 + 2.552e^{-08}s + 4706e^{-10}}$$

Grafico 4-16.TP – MAP Estabilizado



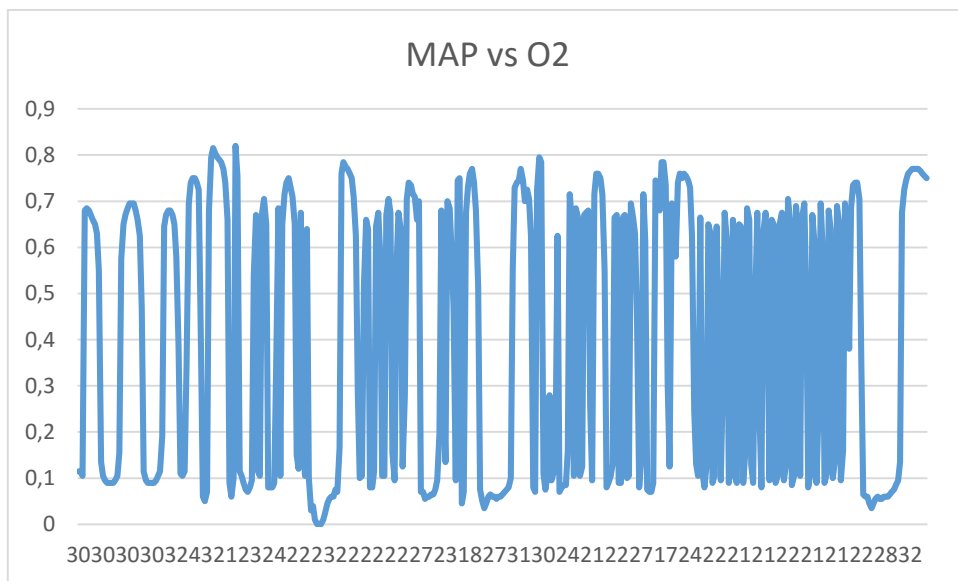
Fuente: dispositivo y tarjeta DAQ

Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

Esta lo encontramos con una estimación del 45.69%.

4.11.3 MAP - O2

Grafico 4-17.MAP – O2

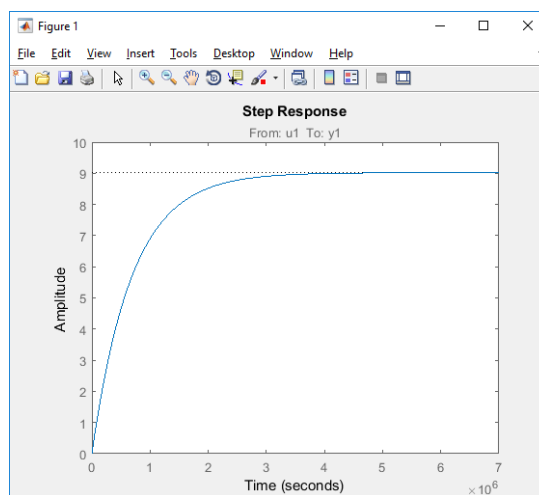


Fuente: tarjeta DAQ Excel

Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

$$F(s) = \frac{3.428e^{-5}s^8 + 2.508e^{-6}s^7 + 1.224e^{-6}s^6 + 6.877e^{-8}s^5 - 7.786e^{-9}s^4 + 4.467e^{-10}s^3 + 9.476e^{-12}s^2 + 5.556e^{-13}s + 5.483e^{-16}}{s^{11} + 0.03836s^{10} + 0.08986s^9 + 0.003196s^8 + 0.002329s^7 + 7.527e^{-5}s^6 + 1.941e^{-5}s^5 + 5.051e^{-7}s^4 + 5.312e^{-8}s^3 + 6.929e^{-10}s^2 + 4.202e^{-11}s + 6.079e^{-17}}$$

Grafico 4-18.MAP – O2 Estabilizado



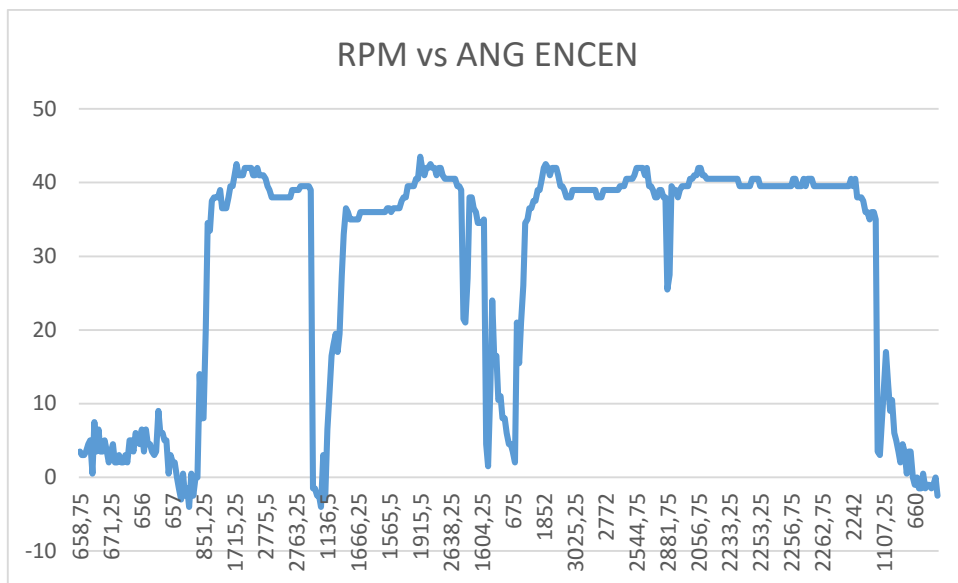
Fuente: dispositivo y tarjeta DAQ

Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

Esta lo encontramos con una estimación del 11.44%.

4.11.5 RPM - Angulo de Encendido

Grafico 4-21.RPM – Angulo Encendido



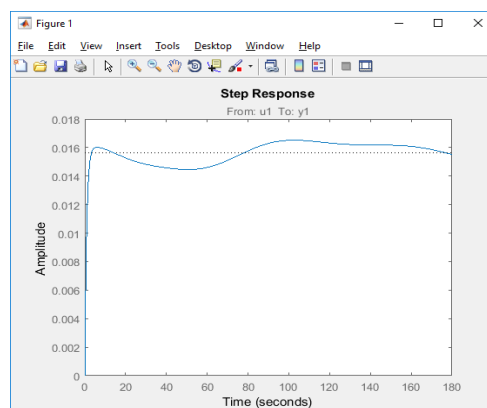
Fuente: tarjeta DAQ Excel

Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

$F(s)$

$$= \frac{0.01757s^6 + 0.001502s^5 + 0.0004777s^4 + 1.503e^{-5}s^3 + 2.609e^{-6}s^2 + 1.306e^{-8}s + 2.506e^{-9}}{s^7 + 1.178s^6 + 0.1195s^5 + 0.03129s^4 + 0.001081s^3 + 0.0001716s^2 + 1.111e^{-6}s + 1.605e^{-7}}$$

Grafico 4-22.RPM – Angulo Encendido Estabilizado



Fuente: dispositivo y tarjeta DAQ

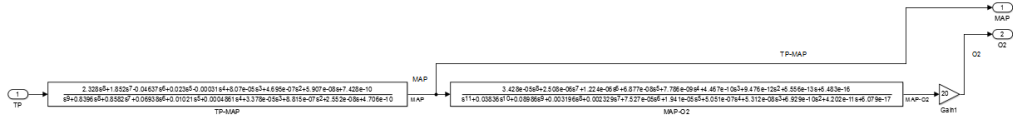
Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

Esta lo encontramos con una estimación del 55.41%.

4.12 Simulación de los procesos estáticos

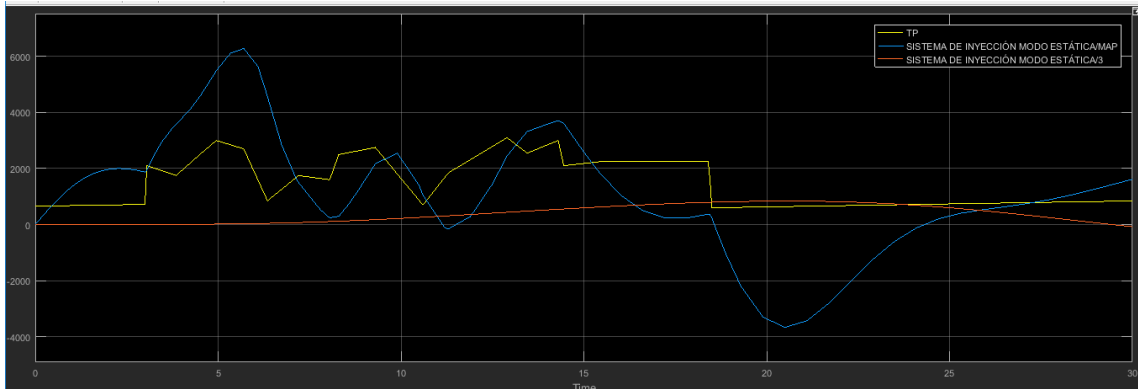
4.12.1 TP – MAP – O2

Figura 51-4. Función de Transferencia



Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

Grafico 4-23. Señales del Proceso

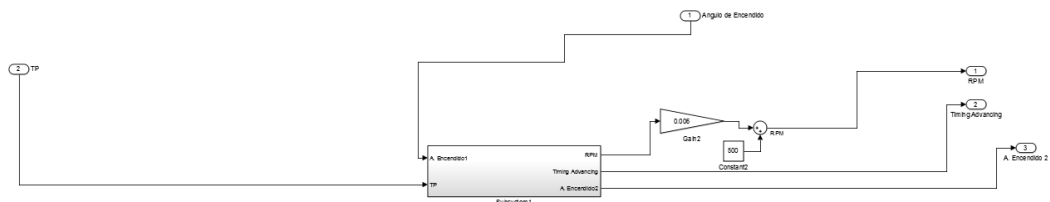


Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

En la figura se puede apreciar el comportamiento del proceso evidenciado una correcta variación en los picos del sensor MAP (línea azul), ya que aumenta o disminuye la presión en el colector de admisión esto debido a la alteración en el pedal de aceleración, teniendo como conclusión que el proceso es el adecuado ya que cumple con lo esperado.

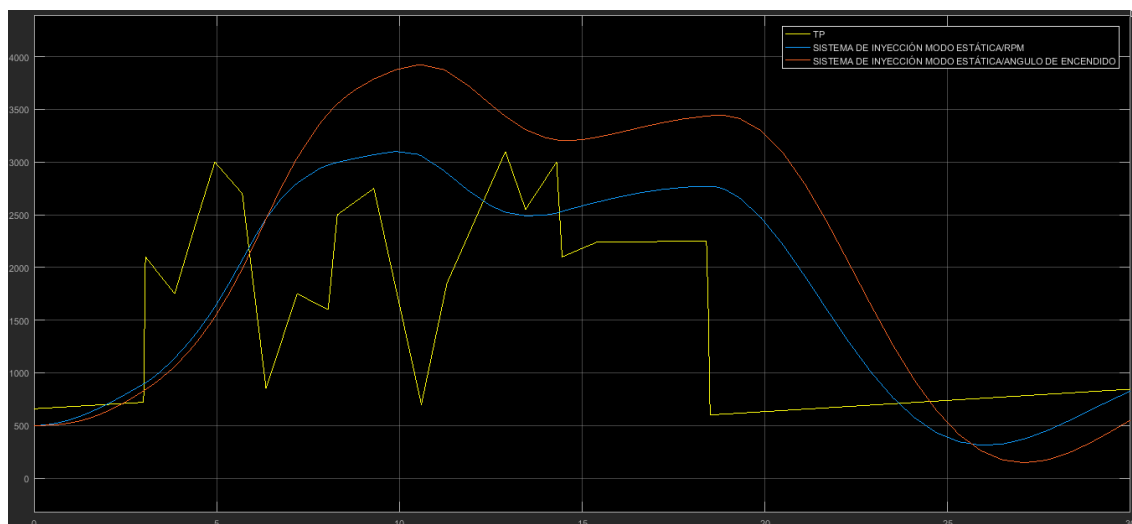
4.12.2 TP – RPM – ángulo de encendido

Grafico 4-24. Función de Transferencia



Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

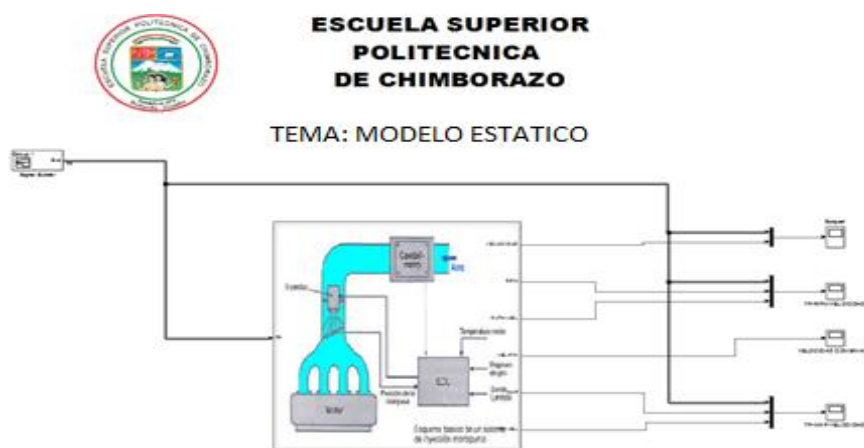
Grafico 4-25.Señales del Proceso



Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

En la figura podemos observar que las señales de los procesos que se obtuvo como resultado cumple con lo deseado ya que se asemeja a la señal establecida (línea amarilla) que es el TP vs RPM. Ya que todo nuestro proceso ha estado comandado por la posición del pedal del acelerador.

Figura 52-4. Proceso Completo del modo Estático



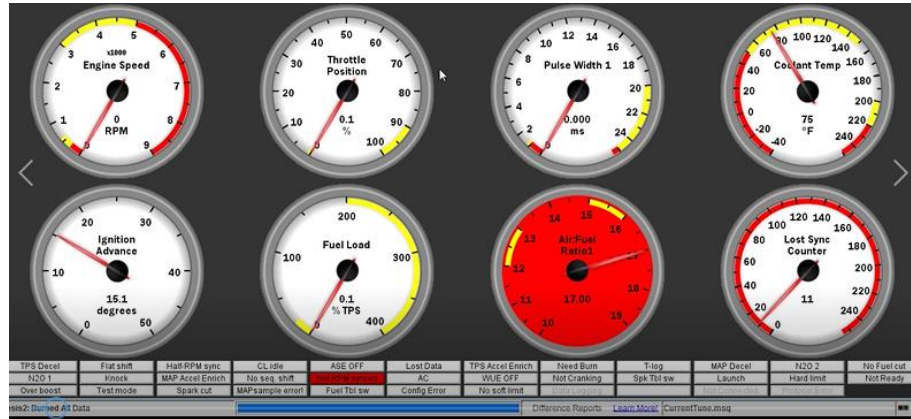
Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

4.13 Programación en la ECU

Una vez que se ha modelado el sistema de control de inyección electrónica pasamos a modelarlo en una computadora programable. Para ello se utilizó la ECU MEGASQUIRT II existente en el laboratorio de la escuela de Ingeniería Automotriz, para realizar la programación es necesario

descargar el software TunerStudio MS e instalarlo. La plataforma de comunicación básica de la ECU MegaSquirt II se muestra como indica en siguiente figura.

Figura 53-4. TunerStudio MS



Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

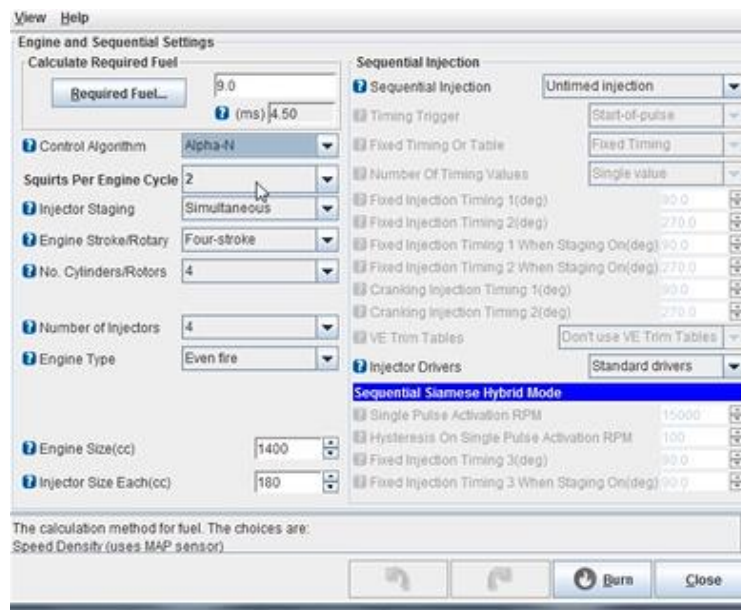
Para la programación de la ECU, se lo realiza en base a mapas y cuadros de valores que representan la estequiometría de la mezcla aire-combustible. Previo al primer arranque del motor, es necesario ingresar parámetros iniciales de funcionamiento en la ECU programable con lo cual se puede encender el motor y tener acceso a la programación.

4.13.1 Creación de un nuevo proyecto.

Como primer paso para el inicio de la programación de la ECU MegaSquirt II tenemos la opción de nuevo proyecto en la cual se configura los parámetros iniciales con los cuales se desea trabajar como es el tipo de sensor de oxígeno y en que grados se requiere ver las lecturas de temperatura.

Como primer paso previo a la programación de la ECU se debe realizar la configuración del sistema operativo de la laptop al vincularlo con la ECU MegaSquirt II mediante el cable serial a USB, la programación requiere de los procesos que se detallaran de acuerdo a las necesidades del sistema de inyección y las características del motor, así como los parámetros de funcionamiento.

Figura 54-4. Creación de Nuevo Proyecto



Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

4.13.2 Configuración del motor y secuenciales.

La computadora MegaSquirt dispone en su programación inicial los cálculos de los parámetros a modificar en base a los datos que se ingresa como la cilindrada del motor, número de cilindros, tipo de motor y el caudal del inyector. Para el cálculo del requerimiento de combustible es necesario disponer de los datos que se encuentran en la siguiente tabla.

Tabla 29-4: Datos Técnicos

| | |
|-----------------------|-----------|
| Cilindrada: | 1600cc |
| Números de cilindros: | 4 |
| Tiempos del motor: | 4 tiempos |

Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

4.13.3 Puesta en escena del inyector.

En esta opción se puede escoger entre dos tipos de inyección la simultánea y la alternativa, en el tipo de inyección simultánea todos los inyectores inyectan a la vez, mientras que en el tipo de inyección alternativa la inyección de combustible se realiza de dos en dos, es decir el 1 con el 4 y el 2 con el 3, si no se lo hace en este orden el motor va a ser bastante inestable e ineficiente ya que el orden de encendido en un motor de 4 cilindros es 1-3-4-2.

4.13.4 Tipo de motor.

En esta opción se puede elegir el tipo de encendido con el cual se requiere trabajar en este caso es incluso fuego (even fire) ya que el motor trabaja con un encendido por CDI.

4.13.5 Tamaño del inyector.

En esta opción se escoge el caudal del inyector, que para este sistema es de 115 cc/min.

4.13.6 Provechos por ciclo de motor.

En esta opción se elige el chorro de inyección para el motor, ya que es una inyección alternativa se selecciona un valor de 2.

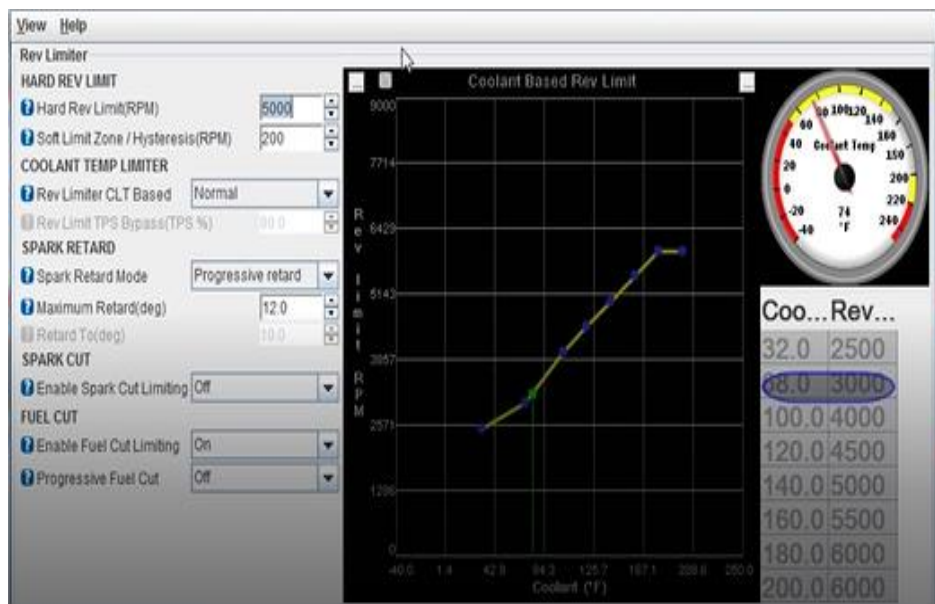
4.13.7 Motor trazo/Rotary (Engine Stroke).

En esta opción se selecciona el tipo de motor el cual es de 4 tiempos (Four-Stroke).

4.13.8 Número de cilindros.

En esta opción se elige el número de cilindros a trabajar, se elige el valor de 4 cilindros.

Figura 55-4. Configuración de parámetros del Motor



Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

4.13.9 *Requerimiento de combustible (Required Fuel).*

El requerimiento de combustible se configura dependiendo las necesidades y características del motor, para lo cual se requiere insertar parámetros conocidos y de esta manera verificar el desempeño y reacción del motor, teniendo que para el motor Corsa de 400cc requiere un valor de 4.5 de requerimiento de combustible.

Figura 56-4. Requerimiento de Combustible



Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

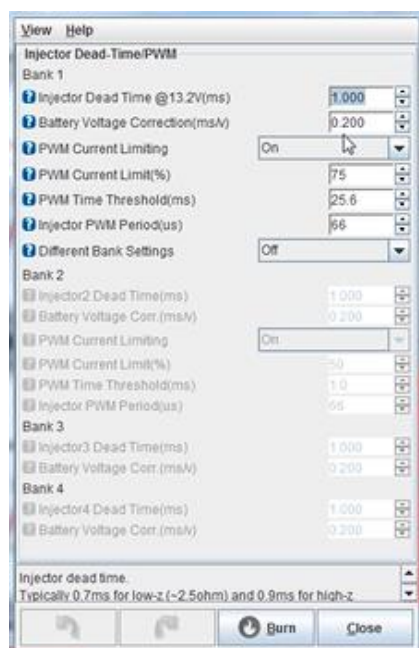
4.13.10 *Características del inyector.*

En esta opción se ingresa las características generales de los inyectores, que son necesarias para la programación en conjunto con los demás parámetros para conseguir una buena calibración de la electrónica MegaSquirt II en conjunto con los elementos que conforman el sistema de inyección.

4.13.11 *Corrección de la tensión de la batería (ms/v).*

En esta opción se ingresa el número de milisegundos que la computadora incrementa el voltaje a la bobina de encendido, para de esta manera poder compensar las variaciones de voltaje, esta se encuentra en un rango de 0.1 a 0.2 ms. En este caso se optó por una corrección de 0.2ms ya que la corrección será más amplia.

Figura 57-4. Corrección de la batería



Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

4.13.12 Tipo de sensor EGO.

En esta opción se escoge el tipo de sonda a utilizar la cual es de banda estrecha (Narrow Band).

4.13.12 Por encima del refrigerante (Active Above Coolant).

Esta opción permite elegir cual es la temperatura por encima del agua a la cual se enviara información a la ECU, se colocó un valor de 71.1 °C la cual es la temperatura de funcionamiento del motor.

4.13.13 Activo por encima de RPM.

En esta opción se coloca a cuantas rpm empieza a captar señal la ECU del sensor, que se estableció desde las 1300 rpm.

4.13.14 Activa debajo de TPS.

En esta opción la ECU deja de recibir información del sensor TPS cuando la apertura de la mariposa esté con un 70%.

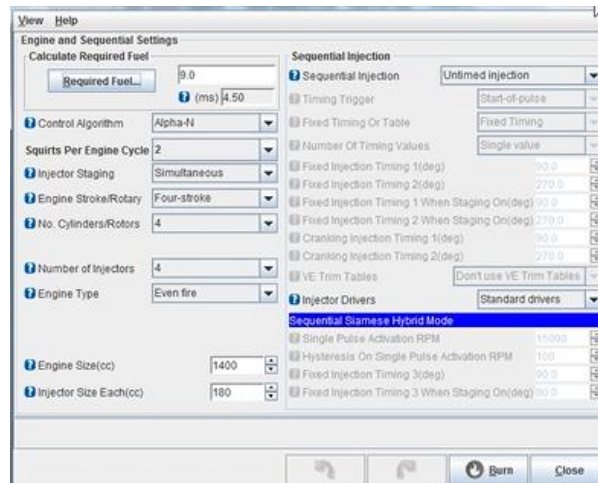
4.13.15 Activa debajo de MAP.

En esta opción se elige el valor de la depresión en el colector de admisión para que la ECU deje de tomar información del sensor cuando el MAP marque una depresión de 90 KPa.

4.13.16 Activa por encima de MAP.

En esta opción permite elegir la depresión que marcará en el MAP para que la ECU comience a tomar información del sensor, en este caso se eligió un valor de 20 KPa.

Figura 58-4. Configuración de Parámetros

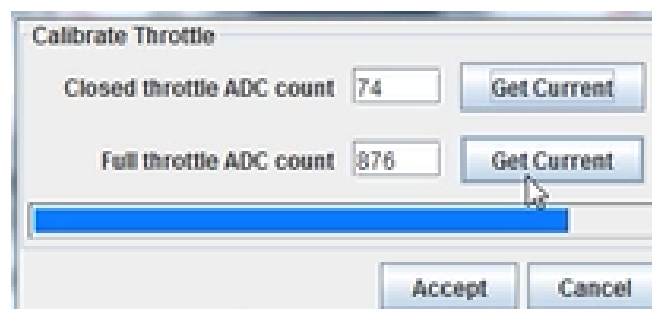


Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

4.13.17 Calibración del sensor de la posición de la mariposa.

Como todo nuestro trabajo está referente a la posición de la mariposa de aceleración entonces en este caso la ECU MegaSquirt II reconoce la posición de la mariposa de aceleración por medio de la señal emitida por el sensor TPS, en posición de ralentí y con apertura total, para calibrar el sensor TPS debemos asegurarnos que el acelerador esté cerrado y posteriormente se procede a abrir completamente el acelerador y la ECU MegaSquirt II calibrará el sensor de forma inmediata.

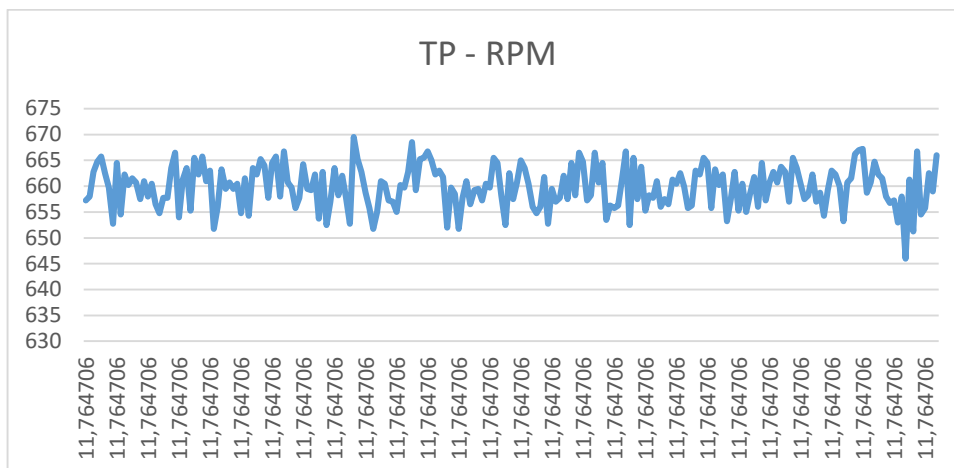
Figura 59-4. Calibración del TPS



Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

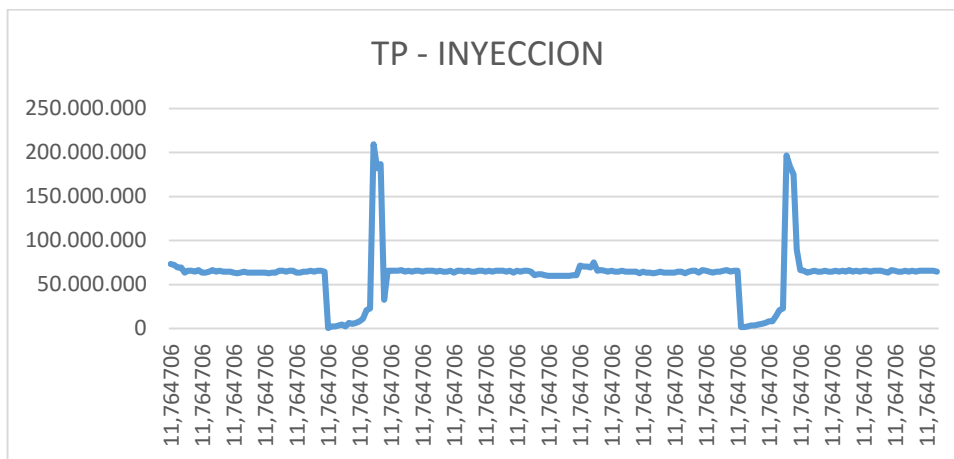
Una vez que se ha programado la ECU con los parámetros establecidos por el modelo obtenido tenemos las siguientes gráficas.

Grafico 4-26.TP-RPM



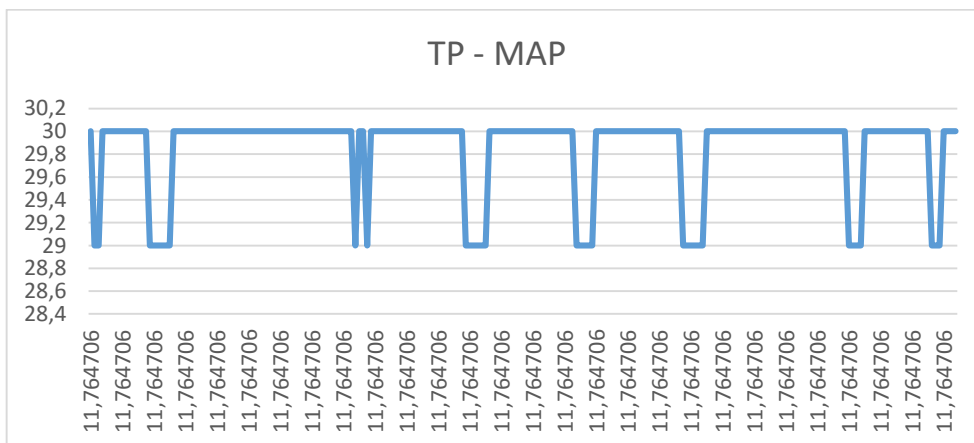
Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

Grafico 4-27.TP- Momento de la Inyección



Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

Grafico 4-28.TP – MAP



Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

CAPITULO V

5. COSTOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

5.1 Detalle de costos Directos

Tabla 30-4: Costos Directos

| DESCRIPCIÓN | COSTO |
|---|------------------|
| Bibliografía | \$250 |
| Asesoría técnica | \$400 |
| Tarjeta de adquisición de datos NI9862 con módulo Automotive Diagnostic | \$500 (Alquiler) |
| TOTAL: | \$1150 |

Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

5.2 Detalle de Costos Indirectos

Tabla 31-4: Costos Indirectos

| DESCRIPCIÓN | COSTO |
|---------------|--------------|
| Alimentación | \$100 |
| Estadía | \$140 |
| Transporte | \$100 |
| Impresiones | \$300 |
| Imprevistos | \$200 |
| TOTAL: | \$840 |

Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

5.3 Costos totales

Tabla 32-4: Costos Totales

| | |
|---------------------------|---------------|
| Costos Directos: | \$1150 |
| Costos Indirectos: | \$840 |
| Costos Totales: | \$1990 |

Elaborado por: Acosta, E; Veloz, V; 2017

CAPITULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

6.1 Conclusiones

- Se realizó la caracterización de los sensores y actuadores que intervienen en el sistema de inyección electrónica del vehículo marca Kía modelo Cerato, mediante métodos y técnicas de medición, con el aporte del software CAN Monitor, el mismo que ayudo a identificar el tiempo de muestreo ideal para poder modelar y hacer una toma de datos apegados a la realidad.
- Se identificó los procesos inmersos en el sistema de inyección, y se procesó la información (datos) en el toolkit system identificación, los mismos que se presentaron con un grado de confiabilidad que varían entre (60 y 80) % en el porcentaje de estimación.
- Al realizar la simulación de los procesos que intervienen en el sistema de inyección electrónica, se observó el comportamiento de las señales de dosificación de combustible del vehículo con el aporte de system identification y se validó con las señales tomadas del vehículo con las simuladas en Simulink de Matlab.
- Se parametrizó el ciclo de conducción estático para posteriormente cargarlo en una computadora programable (MEGASQUIRT II) y observar el comportamiento de los diferentes dispositivos (sensores y actuadores) para validar con las señales obtenidas del modelo encontrado.

6.2 Recomendaciones

- Establecer un ciclo de conducción para realizar la adquisición de datos lo cual ayudara a minimizar el porcentaje de error cuando se realiza la toma de datos de prueba a prueba
- Tener en cuenta que el software CAN monitor se ejecuta; una vez que se inicia la comunicación entre la tarjeta de adquisición de datos (DAQ) y al puerto OBD-II.
- Al momento de recopilar información asegúrese de que estas provengan de fuentes confiables; es decir, de libros y artículos científicos, debido a que no toda la información que nos encontramos es la verdadera y en ocasiones está alejada de la realidad.
- Para no tener inconvenientes durante la programación de la ECU se debe conocer parámetros tales como características del motor y el tipo de inyección que es la más adecuada para dichas características.

BIBLIOGRAFÍA

- BLASCO, Vicente.** Sistema de Diagnostico OBD. 2013.pp. 100-101-102-103-104-105.
- CARRIÓN, Steven.** Sistema OBDII. Madrid : New edition, 2014.pp.60-61
- CELIS, Enrique.** Evaporative Emission Control. 2017.
- CUADERNO DIDACTICO BÁSICO, N 6.** Gestiones Electronicas Sensores y Actuadores. Barcelona : 1era edicion, 1998.cap 5.
- DE LA GARZA, Francisco.** Automecanicos. [En línea] 2014.automecanico.com/auto2027
- KATSUHIKO, Ogata.** Ecured. 01 de Junio de 2017. www.ecured.cu/Bobina_del_encendido.
- OÑATE, Jesus.** Electronica Digital. 2010. sites.google.com/site/electronikdigital5241/sensores
- FLORÉZ, Jesús Andres Alvarez.** Máquinas térmicas motoras (volum I). 2010.
- NORBYE, Juan.** Fullmecanica. 12 de Mayo de 2000. fullmecanica.com/definiciones.
- GARZÓN, Luis.** Estudio para la Construcción de un Sistema de Inyección. Quito : s.n., 2011.
- HARPER, Enriquez.** Fundamentos de Electricidad. Dispositivos y circuitos en corriente continua. Volumen 2. Mexico:Limusa : s.n., 1994.
- MEJÍA, Abel.** Caracterizacion de los Sensores y Actuadores del Motor Armfiel. Cuenca. 2015.
- NATIONAL, Instrumen.** National Instrumen.26 de Junio de 2017. <http://www.ni.com/data-acquisition/what-is/esa/>.
- OROZCO, Gilbert.** Sistemas de Inyeccion. 2015.pp.80-81
- PEREZ, Mario, Hidalgo , Analia y Perez , Eliza.** Introduccion de los Sistemas de Control. 2007.pp. 450-451
- QUINTERO, Christian y OÑATE, Jesus.** Control Automtico Aplicado Pracitca de Laboratorio. Barranquilla : s.n., 2011.
- RIBBENS, William.** Contributions to Previous Editions. 2015.pp. 150-151
- RUEDA, Jesús.** Manual técnico de fuel injection. Guayaquil : s.n., 2005.pp. 131-135
- ZAPATERIA, Oscar.** Unidades de Control Elecrtico. 2012.120-127
- ZURITA, Daniel.** Arquitectura ECU, Automotriz. Mexico : Nnueva era, 2011.