

**Universidad Internacional del Ecuador**



**Facultad de Ingeniería en Mecánica Automotriz**

**Trabajo de Titulación Previo a la Obtención del Título de Ingeniero  
en Mecánica Automotriz**

**“Diseño de una Metodología de Diagnóstico del Estado del Sistema  
de Inyección Electrónica del Vehículo Toyota Prius Usando un  
Osciloscopio FSA-500”**

**Paul Arturo Segarra Luzuriaga**

**Director: Ing. Edwin Puente**

**GUAYAQUIL, SEPTIEMBRE 2018**

**Universidad Internacional Del Ecuador**

**Facultad de Ingeniería Automotriz**

**CERTIFICADO**

**Ing. Edwin Giovanni Puente Moromenacho**

**CERTIFICA:** Que el trabajo titulado “**Diseño De Una Metodología De Diagnóstico Del Estado Del Sistema De Inyección Electrónica Del Vehículo Toyota Prius Usando Un Osciloscopio FSA-500**”, realizado por el estudiante: **Paul Arturo Segarra Luzuriaga**, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple las normas estatutarias establecidas por la Universidad Internacional Del Ecuador, en el Reglamento de Estudiantes. Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional. El mencionado trabajo consta de un empastado y un disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil en PDF.

Guayaquil, Septiembre 2018

---

Ing. Edwin Giovanni Puente Moromenacho

Director del Proyecto.

**Universidad Internacional Del Ecuador**

**Facultad de Ingeniería Automotriz**

**Declaración de Responsabilidad**

Yo, Segarra Luzuriaga Paul Arturo

Declaro que:

La investigación de cátedra denominada “**Diseño De Una Metodología De Diagnóstico Del Estado Del Sistema De Inyección Electrónica Del Vehículo Toyota Prius Usando Un Osciloscopio FSA-500**”, a sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría, apoyados en la guía constante de mi docente.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico para la Facultad de Ingeniería Automotriz.

Guayaquil, Septiembre 2018

---

Segarra Luzuriaga Paul Arturo

C.I.: 0704630193

**Universidad Internacional Del Ecuador**

**Facultad de Ingeniería Automotriz**

### **AUTORIZACIÓN**

Yo, Segarra Luzuriaga Paul Arturo

Autorizo a la Universidad Internacional Del Ecuador, la publicación en la biblioteca virtual de la Institución, de la investigación de cátedra: **“Diseño De Una Metodología De Diagnóstico Del Estado Del Sistema De Inyección Electrónica Del Vehículo Toyota Prius Usando Un Osciloscopio FSA-500”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Guayaquil, Septiembre 2018

---

Segarra Luzuriaga Paul Arturo

C.I.: 0704630193

## DEDICATORIA

A mi familia y amigos por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien.

A mis padres por los ejemplos de perseverancia y constancia que los caracterizan y que me han infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres por darme la oportunidad de formarme en esta prestigiosa institución, siempre brindarme su apoyo en todos los proyectos y momentos.

De igual manera agradezco a mi tutor de tesis por su apoyo, que gracias a sus consejos y correcciones hoy puedo culminar este trabajo. A todos y cada uno de los profesores que tuve el placer de ser alumno, que me han visto crecer como persona, y gracias a sus conocimientos hoy puedo sentirme dichoso.

A todos mis familiares y amigos que estuvieron ahí para apoyarme a lo largo de mi carrera universitaria, con consejos y ejemplos que me encaminaron a seguir y poder culminar esta etapa de mi vida.

## ÍNDICE GENERAL

|  |      |
|--|------|
| CERTIFICADO .....  | ii   |
| DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD.....                                | iii  |
| AUTORIZACIÓN .....   | iv   |
| DEDICATORIA.....   | v    |
| AGRADECIMIENTO .....   | vi   |
| ÍNDICE GENERAL .....   | vii  |
| ÍNDICE DE TABLAS.....  | x    |
| ÍNDICE DE FIGURAS .....  | xi   |
| RESUMEN.....   | xiii |
| ABSTRACT .....   | xiv  |
| INTRODUCCIÓN.....  | 1    |
| CAPÍTULO I   |      |
| ANTECEDENTES .....   | 2    |
| 1. Planteamiento, formulación y sistematización del problema ..... | 2    |
| 1.1. Formulación del problema.....                                 | 2    |
| 1.2. Sistematización del problema .....                            | 2    |
| 1.3. Objetivos de la investigación.....                            | 3    |
| 1.3.1. Objetivo general .....                                      | 3    |
| 1.3.2. Objetivos específicos .....                                 | 3    |
| 1.4. Justificación y delimitación de la investigación .....        | 3    |
| 1.4.1. Justificación teórica.....                                  | 3    |
| 1.4.2. Justificación metodológica .....                            | 4    |
| 1.4.3. Justificación práctica.....                                 | 4    |
| 1.5. Delimitación temporal.....                                    | 4    |
| 1.6. Delimitación geográfica.....                                  | 4    |
| 1.7. Delimitación del contenido .....                              | 5    |
| 1.8. Marco de Referencia .....                                     | 5    |
| 1.8.1. Marco teórico .....   | 5    |
| 1.8.1.1. Combustibles .....  | 5    |
| 1.8.1.2. Diagnóstico del sistema de inyección .....                | 9    |

|  |    |
|--|----|
| 1.9. Marco conceptual.....   | 10 |
| 1.10. Variables de hipótesis.....  | 13 |
| 1.10.1. Variables de hipótesis.....  | 13 |
| 1.10.1.1. Variable independiente.....  | 13 |
| 1.10.1.2. Variable dependiente.....  | 13 |
| 1.11. Operacionalización de variables.....   | 14 |
| 1.12. Metodología de la investigación.....   | 14 |
| 1.12.1. Métodos.....   | 14 |
| 1.12.2. Tipo de estudio.....   | 15 |
| 1.12.3. Población y muestra.....   | 15 |
| 1.12.3.1. Población.....   | 15 |
| 1.12.3.2. Muestra.....   | 15 |
| 1.12.4. Recolección de información.....  | 16 |
| 1.12.5. Reactivos de investigación.....  | 16 |
| 1.12.6. Procesamiento de la información.....   | 16 |
| <b>CAPÍTULO II</b>   |    |
| ESTABLECER PROCESOS PARA EL CORRECTO USO DEL FSA-500.....                                    | 17 |
| 2.1. Recomendaciones importantes antes de operar el Módulo de medición compacto FSA-500..... | 18 |
| 2.2. Medidas de Seguridad.....   | 19 |
| 2.3. Simulación del Módulo FSA-500.....  | 20 |
| 2.3.1. Simulación de Sensores.....   | 20 |
| 2.3.1.1. Pruebas en Modulo ECUS.....   | 24 |
| 2.3.1.2. Pruebas en sensores.....  | 24 |
| 2.3.1.2.1. Pruebas en Toyota Prius.....  | 25 |
| 2.3.1.3. Pruebas en actuadores.....  | 28 |
| 2.3.1.3.1. Pruebas en Toyota Prius.....  | 28 |
| 2.3.1.3.2. Pruebas de señales en Toyota Prius.....   | 30 |
| 2.3.1.3.3. Pruebas de señales en inyectores Toyota Prius.....                                | 31 |
| 2.3.1.3.4. Pruebas señales en sensores y bobina.....   | 33 |
| <b>CAPÍTULO III</b>  |    |
| ESTADO DE ARTE.....  | 34 |
| 3.1. Estado de arte sobre sistemas de inyección para motores.....                            | 34 |



## CAPÍTULO IV

|  |    |
|--|----|
| INTERPRETACION DE RESULTADOS.....  | 38 |
| 4.1. Interpretacion de resultados obtenidos con el osciloscopio FSA-500..... | 38 |
| 4.1.1. Descripción del equipo FSA 500 .....                                  | 39 |
| 4.1.2. Móvil y flexible .....  | 40 |
| 4.1.3. Múltiples posibilidades de utilización .....                          | 40 |
| 4.1.4. Funciones de medición del osciloscopio .....                          | 41 |
| 4.1.5. Funciones y especificaciones del osciloscopio .....                   | 41 |

## CAPÍTULO V

|   |    |
|---|----|
| ELABORACIÓN DE MANUAL DE USO Y MANTENIMIENTO .....            | 45 |
| 5.1. Introducción.....  | 45 |
| 5.2. Ámbito de aplicación .....                               | 45 |
| 5.3. Alcance .....  | 45 |
| 5.4. Información general para acciones de Mantenimiento ..... | 46 |
| 5.4.1. Limpieza. ....   | 46 |
| 5.4.2. Puesta fuera de servicio pasajera .....                | 46 |
| 5.4.3. Cambio de ubicación .....                              | 46 |
| 5.4.4. Eliminación y desguace.....                            | 46 |
| 5.4.5. Piezas de recambio y de desgaste.....                  | 47 |
| 5.5. Datos técnicos referenciales del multímetro .....        | 53 |

## CAPÍTULO VI

|  |    |
|--|----|
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....                    | 57 |
| 6.1 Conclusiones.....                                  | 57 |
| 6.2. Recomendaciones .....                             | 58 |
| REFERENCIAS .....                                      | 59 |
| ANEXOS.....  | 61 |
| A. Estructura básica del sistema hibrido .....         | 62 |
| B. Vehículo eléctrico diseñado por Siemens.....        | 64 |
| C. Equipamiento interno del Toyota Prius Hibrido ..... | 66 |
| D. Control de propulsión del Toyota Prius.....         | 68 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla. 1. Operacionalización de variables dependiente e independiente de la investigación..... | 14 |
| Tabla. 2. Funciones y especificaciones del osciloscopio A.....                                 | 41 |
| Tabla. 3. Funciones y especificaciones del osciloscopio B.....                                 | 41 |
| Tabla. 4. Funciones de medición - Comprobación del motor.....                                  | 48 |
| Tabla. 5. Funciones de medición - Multímetro.....  | 50 |
| Tabla. 6. Especificación de los cables de medición.....  | 51 |
| Tabla. 7. Especificación de Medidas y peso.....  | 53 |
| Tabla. 8. Especificación de Datos de rendimiento.....  | 54 |
| Tabla. 9. Temperatura ambiente.....  | 54 |
| Tabla. 10. Especificación de Humilde del aire.....   | 54 |
| Tabla. 11. Especificación de Presión del aire.....   | 54 |
| Tabla. 12. Especificación de Fuente de Alimentación.....                                       | 55 |
| Tabla. 13. Especificación de Medidas y peso.....   | 55 |
| Tabla. 14. Especificación de Bluetooth Class 1 y 2.....  | 55 |
| Tabla. 15. Especificación de Generador de señales.....   | 56 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura. 1. Ubicación geográfica de la UIDE sede Guayaquil. ....                                     | 5  |
| Figura. 2. Vista frontal FSA 500. Fuente. ....  | 20 |
| Figura. 3. Simulación de Sensores. Fuente. ....   | 20 |
| Figura. 4. Comprobación de un componente en Sensores. ....  | 21 |
| Figura. 5. Puntas de prueba para Sensores. ....   | 21 |
| Figura. 6. Prueba de encendido para Sensores. ....  | 22 |
| Figura. 7. Señales emitidas en la prueba de Sensores. ....  | 22 |
| Figura. 8. Base de datos de curvas de referencias. ....   | 23 |
| Figura. 9. Comparación con señales de otros vehículos. ....   | 23 |
| Figura. 10. Cuadro de datos, ECU y sensores en óptimo funcionamiento. ....                          | 25 |
| Figura. 11. Prueba con falla en los sensores. ....  | 25 |
| Figura. 12. Cuadro de datos, falla en los sensores MAP y ECT. ....                                  | 26 |
| Figura. 13. Falla en los sensores MAP y ECT, y falla del encendido. ....                            | 26 |
| Figura. 14. Cuadro de datos, falla en los sensores MAP y ECT, y falla del encendido. ....           | 26 |
| Figura. 15. Prueba con falla del sensor MAP. ....   | 27 |
| Figura. 16. Prueba con falla de sensor MAP, ECT y del encendido. ....                               | 27 |
| Figura. 17. Cuadro de datos, con falla en los sensores MAP, ECT y del encendido. ....               | 27 |
| Figura. 18. Señal de inyectores, funcionamiento normal. ....  | 28 |
| Figura. 19. Señal del inyector, con falla del sensor MAP. ....                                      | 28 |
| Figura. 20. Señal de la bobina, en funcionamiento normal. ....                                      | 29 |
| Figura. 21. Señal de la bobina de encendido, con falla del sensor MAP. ....                         | 29 |
| Figura. 22. Señal del pulso de inyección, correcto funcionamiento. ....                             | 30 |
| Figura. 23. Señal del pulso de inyección, con falla del sensor MAP. ....                            | 30 |
| Figura. 24. Señal de la bobina de encendido: verde (cilindros 1 y 4) y rojo (cilindros 3 y 2). .... | 31 |
| Figura. 25. Señal de un inyector, con valor de señal de sensor ECT de 4,0V. ....                    | 31 |
| Figura. 26. Señal de un inyector, con valor de señal de sensor ECT de 0,5V. ....                    | 32 |
| Figura. 27. Señal de un inyector, con valor de señal de sensor TPS de 3,8V. ....                    | 32 |
| Figura. 28. Señal del inyector, con funcionamiento normal. ....                                     | 33 |
| Figura. 29. Señal de un inyector, con falla en el sensor MAP. ....                                  | 33 |
| Figura. 30. Señal de la bobina de encendido. ....   | 33 |
| Figura. 31. Vista frontal FSA 500. ....   | 39 |

Figura. 32. Piezas de recambio y de desgaste del FSA 500.....47

## **RESUMEN**

Esta investigación se ajusta en el diseño de una metodología de diagnóstico del estado del sistema de inyección electrónica del vehículo Toyota Prius usando un osciloscopio FSA-500.

De igual forma el estudio se enfocó en poder diagnosticar el sistema de inyección, así como identificar los procesos para el uso correcto del FSA – 500, además de identificar lo concerniente al estado de arte sobre sistemas de inyección de este tipo de vehículo Toyota Prius.

Por otra parte, se buscó la idea de aprender a interpretar los datos obtenidos con el equipo FSA-500 según los datos del fabricante, sus especificaciones y datos técnicos, para posteriormente lograr el desarrollo del manual de uso y mantenimiento del FSA – 500.

## **ABSTRACT**

This research is adjusted in the design of a methodology to diagnose the state of the electronic injection system of the Toyota Prius vehicle using an FSA-500 oscilloscope.

Likewise, the study focused on being able to diagnose the injection system, as well as identifying the processes for the correct use of the FSA - 500, as well as identifying the state of the art regarding injection systems of this type of Toyota Prius vehicle.

On the other hand, we sought the idea of learning to interpret the data obtained with the FSA-500 equipment according to the manufacturer's data, specifications and technical data, to subsequently achieve the development of the use and maintenance manual of the FSA-500.

# CAPÍTULO I

## ANTECEDENTES

### 1. Planteamiento, formulación y sistematización del problema

El problema se centra en la necesidad de realizar un diagnóstico del estado del sistema de inyección de un vehículo, para poder determinar si amerita un cambio del kit de reparación o sólo un mantenimiento y posteriormente ofrecer una solución al cliente. Este tipo de pruebas ampliaría el campo de acción de los estudiantes conociendo que en el campo laboral se está realizando.

#### 1.1 Formulación del problema

Es viable realizar el diagnóstico de un sistema de inyección electrónica a un vehículo Toyota Prius con el equipo FSA-500?

#### 1.2 Sistematización del problema

- ¿Cuáles son los fallos más comunes en un sistema de inyección electrónica?
- ¿Qué influencia tendrá la realización de este trabajo en los estudiantes de la facultad de ingeniería mecánica de la Universidad internacional del Ecuador sede Guayaquil?
- ¿Qué equipo se puede utilizar como instrumento de análisis para determinar la efectividad del funcionamiento de un sistema de inyección electrónica en un vehículo?
- ¿Qué instrumentos electrónicos y mecánicos se necesitarán para el desarrollo del trabajo?

## **1.3 Objetivos de la investigación**

### **1.3.1 Objetivo general**

Diseñar una metodología de diagnóstico de fallas para el sistema de inyección de un vehículo Toyota Prius con un recorrido mayor a 3000Km usando un osciloscopio FSA-500 para determinar posibles averías en el sistema y ofrecer soluciones que alarguen el tiempo de vida del automotor.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- ✓ Aprender a diagnosticar el sistema de inyección, así como los procesos para el uso correcto del FSA – 500.
- ✓ Plantear el estado de arte sobre sistemas de inyección
- ✓ Aprender a interpretar los datos obtenidos con el equipo FSA-500 según los datos del fabricante.
- ✓ Desarrollar el manual de uso y mantenimiento del FSA – 500

## **1.4 Justificación y delimitación de la investigación**

### **1.4.1 Justificación teórica**

Esta investigación se efectúa con el propósito de aportar con una metodología de diagnóstico que ayude a determinar los fallos en el sistema de inyección electrónica del vehículo Toyota Prius, y a su vez, esta pueda ser aplicada a otros automóviles de similares características.



### **1.4.2 Justificación metodológica**

Para la elaboración y diseño de la metodología de diagnóstico para detección de fallos en el sistema de inyección antes mencionado, en primera instancia se requerirá saber conocer mediante un modelo investigativo práctico los parámetros que se deben analizar y posteriormente por observación de los resultados adquirir la capacidad de interpretar estos resultados.

### **1.4.3 Justificación práctica**

La metodología que se diseñó por medio del diagnóstico ayudará a minimizar los tiempos de análisis de sistemas de inyección electrónica para ejecutar buenas prácticas de mantenimiento preventivo y correctivo tal que el uso de estas partes y piezas no afecte directamente al tiempo de vida del sistema, sino que más bien contribuya a desarrollar una mayor eficiencia mecánica en el motor.

### **1.5 Delimitación temporal**

El diseño estará limitado temporalmente por el tiempo que dure cada prueba de diagnóstico hasta conseguir entender y diferenciar los posibles fallos que se puedan detectar con el equipo FSA-500.

### **1.6 Delimitación geográfica**

El trabajo se desarrollará en el taller de la Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz de la provincia del Guayas, sin embargo, al ser un diseño metodológico, este modelo puede ser utilizado en cualquier parte del mundo en el que las

características del automóvil y las capacidades de equipamiento del taller lo permitan.

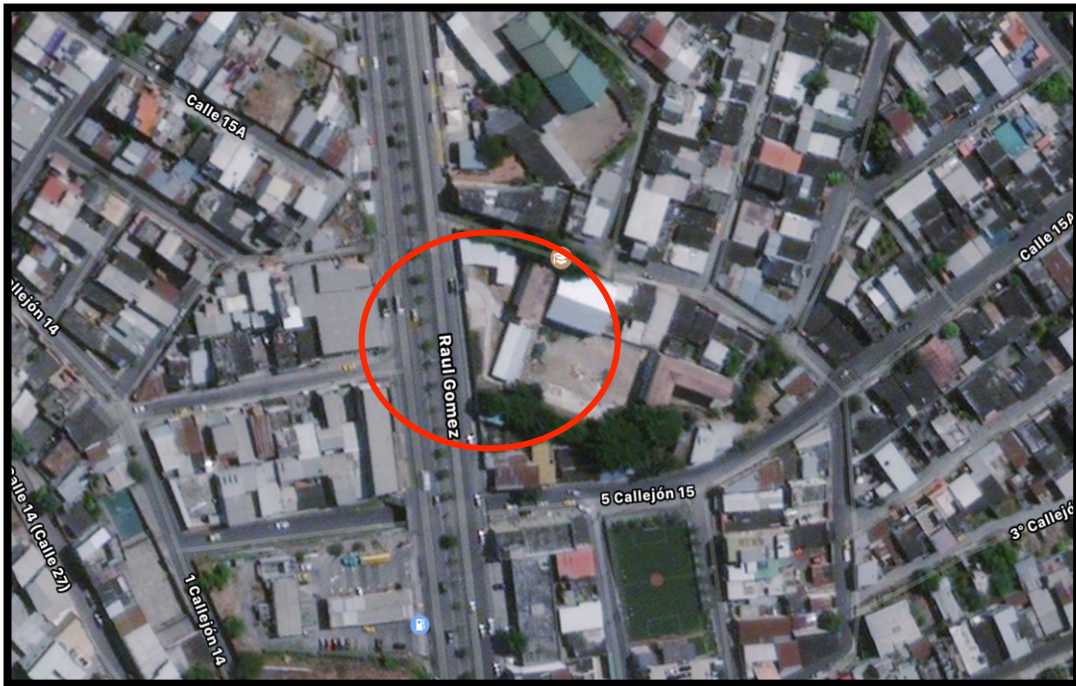


Figura 1. Ubicación Geográfica de la UIDE sede Guayaquil. (Google Maps, 2018)

## 1.7 Delimitación del contenido

En esta investigación se tratará acerca del diseño de una metodología de diagnóstico para detección de fallas en un sistema de inyección electrónico tomando como ejemplo el sistema de un Toyota Prius con más de 3000Km de recorrido usando un osciloscopio FSA-500 en todas las pruebas y ensayos al sistema mencionado anteriormente.

## 1.8 Marco de Referencia

### 1.8.1 Marco Teórico

### 1.8.1.1 Combustibles

Los combustibles empleados en automoción, salvo algunas excepciones, provienen de la destilación del petróleo. La destilación fraccionada consiste, básicamente, en someter al petróleo a una serie de procesos a determinadas presiones y temperaturas, para extraer del mismo sus diferentes subproductos. (Belló, 2011)

La gasolina es un producto derivado del petróleo que es muy volátil, de esta manera se destila en primer lugar, este lo hace a una temperatura aproximada de 200°C. Se forma por la mezcla de una gran variedad de hidrocarburos, y se le añaden aditivos para su mejor funcionamiento en el motor, mejoran sus características. En el pasado se utilizaba plomo, pero ya que era muy tóxico para los seres humanos. Las gasolinas deben poseer las siguientes características:

**Poder calorífico:** Es la cantidad de poder producir trabajo, mediante cambio de su energía química en energía calorífica. Las gasolinas comerciales oscila en torno a las 10.400 kilocalorías por cada kilogramo.

**Volatilidad:** Es la capacidad de evaporación que poseen. Es una característica de vital importancia, para favorecer su unión con el aire, al formar la mezcla. La volatilidad facilita la vaporización y la homogeneidad.

**Densidad:** Oscila entre 0,73 y 0,76 kg/litro, comercializándose actualmente gasolina cuya densidad es de 0,755 kg/litro, a 15°C de temperatura. Aunque comercialmente la gasolina se cuantifica en volumen, su dosificación se determina en relación a su masa, de ahí la importancia de que la densidad sea constante en todos los combustibles comerciales.

**Resistencia a la detonación:** Un componente esencialmente imperativo, dada la suma y la rapidez del daño causado por la maravilla de la explosión. Igualmente llamado poder antidetonante, se caracteriza como la oposición que tiene al peso, sin que surja la explosión. Se mide por el supuesto número de octano, contraído como NO, que se resuelve con diferentes métodos, siendo el RON (Número de Octano de Investigación) el número de octano de exploración más comúnmente utilizado. El marco MON se utiliza adicionalmente (número de octano motor) es el número de octano del motor, bajo requisitos previos más extremos, lo que implica que su NO es confiablemente debajo, alrededor de diez unidades de la normal, que se logra con el marco RON.

“El índice de octano es uno de los factores que influyen en el rendimiento de un motor, condicionando incluso su diseño y fabricación. Por una parte, cuanto mayor sea el NO, más elevado podrá ser el ángulo de avance al encendido que soporte el motor, obteniéndose por tanto mayor rendimiento, al incrementarse la presión media efectiva.” (Belló, 2011)

Su importancia radica en su mejor capacidad respecto al carburador para dosificar el combustible y dosificar la mezcla aire / combustible, es decir el factor lambda de tal modo que quede muy próxima a la estequiométrica (14,7:1 para la gasolina), es decir factor lambda próximo a 1 lo que garantiza una muy buena combustión con reducción de los porcentajes de gases tóxicos a la atmósfera. La relación estequiométrica es la proporción exacta de aire y combustible que garantiza una combustión completa de todo el combustible. En este caso el factor lambda es igual a 1. (Bosch, 2008)

La actividad depende de la estimación de ciertos parámetros de trabajo del motor, por ejemplo, la corriente del viento, la velocidad del motor, estos dos son los más fundamentales, y son los que deciden la carga del motor, es decir, la potencia esencial del encendido para adquirir un par , en otras palabras, un poder específico. Entonces otra vez es importante suministrar el combustible a alrededor de 2.5 - 3.5 bar a los inyectores, esto se logra con un eléctrico directo situado a la salida del tanque o dentro de él.

Asimismo, se consideran otras informaciones, por ejemplo, la temperatura del aire y del refrigerante, la condición de carga (sensor MAP) en los motores turboalimentados, la posición del acelerador y la medida de oxígeno en los humos (sensor EGO o Lambda), entre otros . Estas señales son preparadas por la unidad de control, lo que genera señales que se transmiten a los actuadores (inyectores) que controlan la infusión de combustible y diferentes partes del motor para adquirir una ignición mejorada, considerando continuamente las proporciones aire / combustible, es decir, el factor lambda

El sensor PAM o MAP (presión absoluta del complejo o complejo) muestra el peso total del complejo de admisión y el sensor EGO (gas oxígeno de escape) o "prueba lambda" la medida del oxígeno presente en los gases de ignición.

En estos marcos de infusión, el control de la dosis es responsable de una unidad de control electrónico. Dicho control se ayuda a través de los inyectores, al tiempo que deciden su tiempo de apertura, es decir, el tiempo que permanecen abiertos en cada ciclo de actividad del mismo. De esto se deduce que los inyectores no permanecen abiertos continuamente, por lo que es un marco de infusión discontinua y no persistente. Actualmente, todos los sistemas de inyección para

motores de gasolina son de este tipo, integrando también la gestión del sistema de encendido. Se trata por tanto de sistemas de gestión integral del motor, si bien, en los primeros sistemas de inyección electrónica, ambos sistemas eran independientes.

En la mayoría de este tipo de sistemas de inyección, la aportación de combustible se efectúa mayoritariamente en el colector de admisión, por lo que cabe catalogarlos como sistemas de inyección indirecta. No obstante, aunque con algunas diferencias, también existen sistemas electrónicos en los que el aporte se lleva a cabo en la propia cámara de combustión, siendo por tanto de inyección directa. (Belló, 2011).

#### **1.8.1.2 Diagnóstico del sistema de inyección**

Para el diagnóstico del sistema de inyección hay dos métodos más utilizados para solucionar los problemas, estos son:

- Diagnóstico por síntomas del motor.
- Diagnóstico por códigos de falla.

Se requiere un alto nivel de conocimientos, experiencia en casos relacionados al sistema de inyección para poder solucionar problemas del mismo. Es muy difícil la localización y reparación de averías cuando los síntomas no ocurren en el momento del diagnóstico, en esos casos se deben simular las mismas condiciones donde se origina el problema.

Cuando un DTC (código de falla) no aparece y el problema no puede ser identificado con una inspección básica, se procede a solucionarlo con un diagnóstico por síntomas.

1. No enciende, falta de gasolina o carece de chispa.
2. Arranque difícil.
3. Operación irregular del motor.
4. El motor pierde potencia.
5. Ralentí del motor irregular.
6. El motor se apaga.
7. Combustión anormal.
8. Consumo excesivo de combustible.
9. Ahogo en la desaceleración o en detención rápida.
10. Oscilación a velocidad constante.

Cada uno de estos síntomas se puede solucionar tomando un diagnóstico ya sea con equipos de comprobación electrónica o mediante otros procesos.

El diagnóstico por código de falla, se necesitan de nuevos conocimientos de equipos de comprobación. Los vehículos actualmente incorporan sofisticados programas para realizar el diagnóstico y corregir problemas. (Andrés Jacinto, 2008).

Cuando la ECU lee una avería o mal funcionamiento en el sistema, lanza una alerta, que consta de un aviso en el tablero que es el testigo MIL(malfunction indicator light), luz indicadora de malfuncionamiento, y también crea un DTC(código de falla), para que con la ayuda de los equipos de comprobación podamos leer esos códigos e interpretarlos. (MAP, 2014)

## **1.9 Marco conceptual**

**Inyección electrónica:** Es la inyección de combustible en el cilindro del motor gobernada por un unidad de control electrónico que mide las señales de los

sensores, las procesa y las envía a los actuadores para variar el volumen de combustible, corregir el punto de encendido, ralentí, etc. (Bosch, 2008)

**Circuito de alimentación:** Es el encargado de hacer llegar el combustible a los inyectores desde el depósito, a una presión estable y con un valor determinado, que oscila en 2 y 3 bares. (Belló, 2011)

**Combustión:** En el motor de gasolina se produce una combustión como consecuencia de una reacción química entre el combustible, mezcla de hidrocarburos compuestos principalmente por carbono e hidrógeno, y el comburente, el oxígeno contenido en el aire. (Sanchez, 2013)

**Inyectores:** Su función, como es sabido, consiste en introducir el combustible a presión, y finamente pulverizado, en el colector de admisión. Su apertura es de tipo electromagnético, disponiendo para ello de una bobina o solenoide, que al ser recorrida por la corriente, produce un campo magnético. Este a su vez provoca el desplazamiento de un núcleo, solidario a la aguja que tapona el conducto de salida, inyectándose por tanto el combustible a través del orificio u orificios dispuestos en dicho conducto. Al desplazamiento de la aguja y el núcleo se opone un muelle antagonista, que hace que la misma recupere la posición de cierre, cuando se interrumpe el paso de corriente por la bobina del electroimán. El recorrido de la aguja oscila en torno a 0.1 mm, suficiente para que el combustible pueda salir por los orificios, al tiempo que favorece su pulverización. (Belló, 2011)

**Inyección directa:** Se utiliza la técnica de inyección de combustible directamente en el interior del cilindro. Por la válvula de admisión solamente entra aire a la cámara y la mezcla se efectúa en su interior. (Sanchez, 2013)

**Inyección indirecta:** En estos sistemas de inyección, el control de la dosificación está a cargo de una centralita electrónica. Dicho control se efectúa a



través de los inyectores, al determinar su tiempo de apertura, es decir, el tiempo que permanecen abiertos en cada ciclo de funcionamiento de los mismos. De ahí se deduce que los inyectores no permanecen abiertos de forma constante, tratándose por tanto de un sistema de inyección intermitente, y no continuo. (Belló, 2011)

En la mayoría de este tipo de sistemas de inyección, la aportación de combustible se efectúa mayoritariamente en el colector de admisión, por lo que cabe catalogarlos como sistemas de inyección indirecta. (Belló, 2011)

**Unidad de control electrónico (ECU):** El funcionamiento de los sistemas de control electrónico debe conocerse previamente, antes de hablar de los procesos que gestiona. Así, todas las centralitas de los modernos sistemas de gestión son de funcionamiento digital, habiéndose empleado las de tipo analógico en los sistemas de primera generación.

En los sistemas vigentes, la centralita desarrolla las siguientes funciones:

1. Recibe los parámetros de entrada enviados por los sensores, transformando las señales eléctricas enviadas por los mismos para poder ser procesadas.
2. En una fase posterior procesa los datos recibidos, ya transformados en lenguaje digital, para poder elaborar las órdenes de salida. Para ello se sirve de la cartografía, software o programación que tenga grabada en su memoria.
3. Seguidamente elabora las correspondientes órdenes de salida, transformadas en señales eléctricas, para que puedan ser ejecutadas por los actuadores.
4. Posee la capacidad de almacenar datos procedentes de su funcionamiento, para así constituir la memoria de averías.
5. En caso de avería, según el componente deteriorado, establece una programación de emergencia, conocida como modo de emergencia, en la que el

motor permite la marcha del vehículo hasta el taller más cercano, moviéndose por sus propios medios. No obstante, la avería de ciertos elementos no permite la activación de esta fase de funcionamiento, al ser imprescindibles para la gestión del motor, por lo que éste no se puede poner en marcha. Es el caso del sensor de régimen de motor.

6. También posee una conexión con el sistema de redes de área del automóvil, para permitir su comunicación con otros sistemas de control electrónico, tales como el ABS, la transmisión automática, la climatización, etc. (Belló, 2011)

**Sensores:** Dispositivo que detecta una determinada acción externa, temperatura, presión, etc., y la transmite adecuadamente. (RAE, 2017)

**Actuadores:** Estos dispositivos son los encargados de ejecutar tareas en los sistemas del motor y en los sistemas de seguridad activa y pasiva del vehículo. Un actuador es un dispositivo inherentemente mecánico cuya función es proporcionar fuerza para mover o “hacer actuar” otro dispositivo mecánico. (CESVI, 2015)

## 1.10 Hipótesis

Sera posible desarrollar una metodología de diagnóstico con el equipo FSA-500 que permita obtener un detalle rápido y eficiente de posibles fallas en el sistema de inyección electrónica de un vehículo?

### 1.10.1 Variables de hipótesis

**1.10.1.1 Variable independiente:** Diagnóstico estándar del sistema de inyección

**1.10.1.2 Variable dependiente:** Análisis con el equipo FSA-500

## 1.11 Operacionalización de variables

| Variable                             | Tipo Variable | Dimensión  | Indicadores                                 |
|--------------------------------------|---------------|--|---|
| Diagnóstico del sistema de inyección | Independiente | Tipo diagnóstico, pruebas comunes  | 70% adquirida                               |
|                                      |               | Detección de fallos por vulnerabilidad en el diseño                            | 50% adquirida                               |
| Análisis con equipo FSA-500          | Dependiente   | Uso apropiado del equipo, limitaciones, capacidades y características técnicas | Adoptar modelos establecidos y normalizados |
|                                      |               | Interpretación adecuada de los resultados vrs los parámetros del fabricante    | Adoptar modelos establecidos y normalizados |

Tabla 1. Operacionalización de variables dependiente e independiente de la investigación

## 1.12 Metodología de la Investigación

### 1.12.1 Métodos

Se considera la aplicación del método deductivo inductivo ya que es prioritario que primero se aprenda a usar el equipo y dedicar cuales son las capacidades técnicas que posee para determinar fallos en el sistema de inyección del automóvil, posteriormente se usara el método de investigación cuantitativa, considerando que se diseñara un modelo de referencia que se puede aplicar teniendo en cuenta los parámetros y características técnicas de cada sistema por una simple correlación numérica en rangos y desviación en éstos.

Se buscará tener la información necesaria para conocer más acerca de sistemas de inyección. Una investigación de campo realzará el estudio ya que se tiene diferentes puntos de vista y además se verá de manera directa el diagnóstico

de sistemas de inyección. Lo cual permitirá conocer el motivo de realizar la investigación pertinente.

### **1.12.2 Tipo de estudio**

Se considera que debido a la aplicabilidad y la forma de obtener los resultados esta es una investigación de tipo científico-práctico con componentes de observación en campo ya que el campo de estudio es de un ambiente controlado y especializado. El único recurso del cual depende la investigación es el equipamiento del taller de mecánica automotriz de la UIDE el cual posee el equipo FSA-500 y tiene como parte de su inventario para uso y pruebas un Toyota Prius en condiciones perfectas para el desempeño óptimo de la investigación.

### **1.12.3 Población y muestra**

#### **1.12.3.1 Población**

Como población para el desarrollo de la investigación, se consideran todos los vehículos que posean un sistema de inyección electrónica con más de 3000 Km de recorrido.

#### **1.12.3.2 Muestra**

Tomando en cuenta que este es un sistema adoptado por las nuevas generaciones de vehículos, no se necesita un cálculo numérico para determinar una muestra, basta con recrear en un ambiente controlado todas las posibles fallas que

este sistema pueda tener en un vehículo de prueba el cual está permanentemente en el taller de la facultad.

#### **1.12.4 Recolección de información**

La cogida de información se ejecutará empleando una investigación de campo, donde su autor acudirá al sitio antes mencionado a realizar la respectiva investigación de las personas relacionadas a fin de que se pueda obtener la información de manera directa.

#### **1.12.5 Reactivos de investigación**

Como técnica de investigación se aplicará la correlación de datos estadísticos por rangos de aplicabilidad, la cual será realizada usando los valores obtenidos de las pruebas ejecutadas para realizar una comparación estadística con los parámetros ofrecidos por el fabricante y las proyecciones que este ha realizado de uso y desgaste a las partes y piezas del automotor.

#### **1.12.6 Procesamiento de la información**

En cuanto al procesamiento de los datos, se determina que por tratarse de una investigación cuantitativa se deberá realizar el respectivo análisis de la información obtenida a través de la utilización de la herramienta de Excel, en donde serán tabulados los datos y posteriormente analizados.

## **CAPÍTULO II**

### **PROCESOS PARA EL CORRECTO USO DEL FSA-500**

La mayoría de los sistemas de inyección directa usan sensores de presión piezorresistivos en el lado de baja presión del sistema. Para conocer el Toyota Prius es necesario mencionar que este cuenta con un sistema Hibrid Synergy Drive el cual combina los beneficios de un eficiente motor de gasolina de ciclo atkinson y un motor eléctrico limpio y silencioso, lo que lo hace ser un vehículo híbrido completo. Este vehículo puede funcionar con solo el motor a gasolina, o solo el motor eléctrico, o una combinación de ambos seleccionando automáticamente el modo de operación más eficiente para obtener el mejor MPG (Millas Por Galón) posible. Este vehículo le ofrece al conductor tres modos de manejo EV, ECO; POWER.

Si de seguridad se trata, este vehículo cuenta con novedosos sistemas que aumentan la seguridad del conductor al momento de conducir en la ciudad, entre ellos tenemos el sistema de Control automático de la velocidad con Radar Dinámico (DRCC) el cual es el encargado de ajustar automáticamente la velocidad del vehículo para mantener una distancia preestablecida entre el Toyota Prius y el vehículo que se desplaza directamente en frente. También cuenta con un Sistema de Pre-Colisión (PCS) el cual trabaja en conjunto con el sistema DRCC empleando un sistema de radar del vehículo para determinar si una colisión frontal es inminente. Si es así, el sistema aplica automáticamente los frenos y retrae los cinturones de seguridad delanteros para prepararse para este escenario.

Tiene un diseño electrónico que trabaja como un Asistente de Manejo en Carril (LKA) el cual en el momento de detectar un cambio de carril involuntario, el LKA emite una señal acústica y muestra una advertencia en el panel de instrumentos. Y cuando el sistema DRCC se conecta, el LKA está diseñado para ayudar a mantener el Prius en su carril, proporcionando suaves correcciones a la dirección cuando sea necesario. También cuenta con un Sistema de Notificación de la Proximidad del Vehículo (VPNS) el cual Cuando el Prius viaja por debajo de 15 mph y funcionando sólo con energía eléctrica, a menudo es demasiado silencioso para que la gente lo oiga. Así que el VPNS emite un sonido mecánico ondulante para alertar a los

peatones y ciclistas de su presencia.

Mucho más eficiente que la calefacción a partir del motor de gasolina o los calefactores eléctricos de gran potencia, la bomba de calor puede calentar el interior de forma eficiente aprovechando el calor absorbido del aire exterior. El mecanismo de inyección de gas, que se acopla al sistema de la bomba de calor, garantiza un buen funcionamiento de la calefacción, aunque la temperatura exterior sea baja. Por otra parte, durante la carga, un nuevo Sistema de Calentamiento de la Batería calienta las celdas hasta una temperatura de funcionamiento eficiente con condiciones ambientales de tan solo -20°C. De esta forma, se garantiza que tanto la potencia como la eficiencia de la batería se mantienen a un nivel suficiente para minimizar el impacto del frío sobre la autonomía en modo eléctrico, y que toda la potencia está disponible desde el arranque incluso a temperaturas muy bajas.

Lo primero que se debe hacer es resetear el multímetro en la escala de 200 ohms, para medir la resistencia del inyector, conectando luego los conectores del tester a los polos del enchufe del inyector, sin importar polaridad, es decir, cada cable del multímetro se conecta indiferentemente a cada contacto del enchufe del inyector.

### *2.1 Recomendaciones importantes antes de operar el Módulo de medición compacto FSA-500*

En esta sección aunque el equipo es alimentado por batería, con conexión inalámbrica al sistema informático (tablet con sistema operativo Windows, DCU 130, laptop), de sencillo funcionamiento, manejo flexible en el vehículo y ampliable para la comprobación de vehículos eléctricos e híbridos mediante accesorios, es obligatorio y de suma importancia prestarle mucha atención y conocer su correcta manipulación antes de la puesta en funcionamiento para preservar el equipo en el tiempo y mantener la efectividad es las mediciones del FSA-500.

A continuación, se describe los pasos para su correcto uso, de forma segura:

- Apagar el Encendido

- Conectar el FSA-500 con la batería (B-) o con la masa del motor
- Conectar el encendido
- Apagar en encendido
- Desembornar el FSA-500 de la batería (B-) o de la masa del motor

En este orden de ideas, se debe cumplir estrictamente esta secuencia ya que si se realizan mediciones sin la conexión B- conectada a la masa del vehículo o al polo negativo de la batería, se correría el riesgo de provocar lesiones, paros cardiacos o la muerte debido a una descarga eléctrica.

No medir con cables de medición Multi CH1, CH2, de este equipo tensiones de red o niveles de tensiones similares ya que las mediciones de tensión mayor a 60VDC/30VAC/42VAC peak causan lesiones, fallo cardiaco o incluso la muerte a causa de descargas eléctricas.

## *2.2 Medidas de Seguridad:*

1. Según Categoría de Medición de la Comisión Electrotécnica Internacional IEC: Establece en su párrafo EN 61010-2-030:2010, fija los requisitos generales de seguridad para equipos eléctricos de comprobación y de medición y define las categorías de medición de 0 a 1V.

Por tal motivo el FSA 500 está diseñado para circuitos de ensayo y medición de la categoría O (equipos de comprobación de vehículos), es decir, para mediciones en circuitos de corriente que no tienen conexión directa a la red por lo tanto debe tenerse especial cuidado para evitar daños del hardware y software del mismo.

2. Según Directiva R&TTE: que establece los parámetros en equipos radioeléctricos y equipos terminales de telecomunicaciones, FSA-500 es un equipo de radiocomunicación de la categoría 1 con un rango de frecuencia de 2,4 GHz WLAN o Bluetooth (RETTE 1999/55/CE).



3. Según Normas de la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC): En su sección 15 establece los niveles permisibles de emisiones de radio frecuencias.

### 2.3 Simulación del Módulo FSA-500



Figura 2: Vista frontal FSA 500. (Manual FSA 500, 2013)

En la figura 2 podemos observar el equipo FSA-500 de vista frontal.

#### 2.3.1 Simulación de Sensores

En el menú del software del FSA-500 se incluye “prueba de componentes” y se selecciona el apartado “sensores generales”, como en la figura 3.

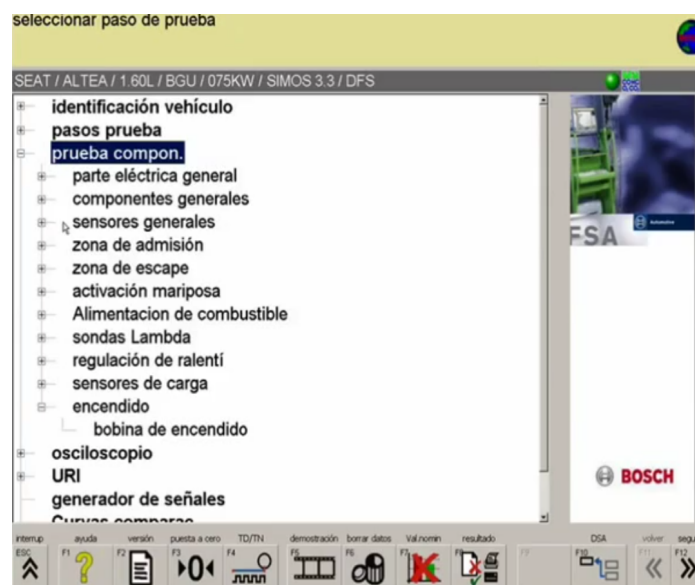


Figura 3. Simulación de Sensores. (Manual FSA 500, 2013)

Para comprobar un componente hay que aplicar las puntas de medición azul y amarilla en el canal uno al componente indicado. Como indica la figura 4:



*Figura 4.* Comprobación de un componente.

Para ello se recomienda utilizar puntas de prueba, si se requieren otros adaptadores o adaptadores de tamaños diferentes para la prueba de un componente, el FSA cuenta con distintos accesorios opcionales como indica la figura 5:



*Figura 5.* Puntas de prueba para Sensores.

Las indicaciones para la conexión de estos accesorios se pueden consultar en el menú de ayuda, una vez que el sensor al cual se le realizará la simulación se ha conectado al canal de medición, se puede arrancar el motor y observar la señal del sensor en pantalla como se indica en la figura 6 y figura 7.

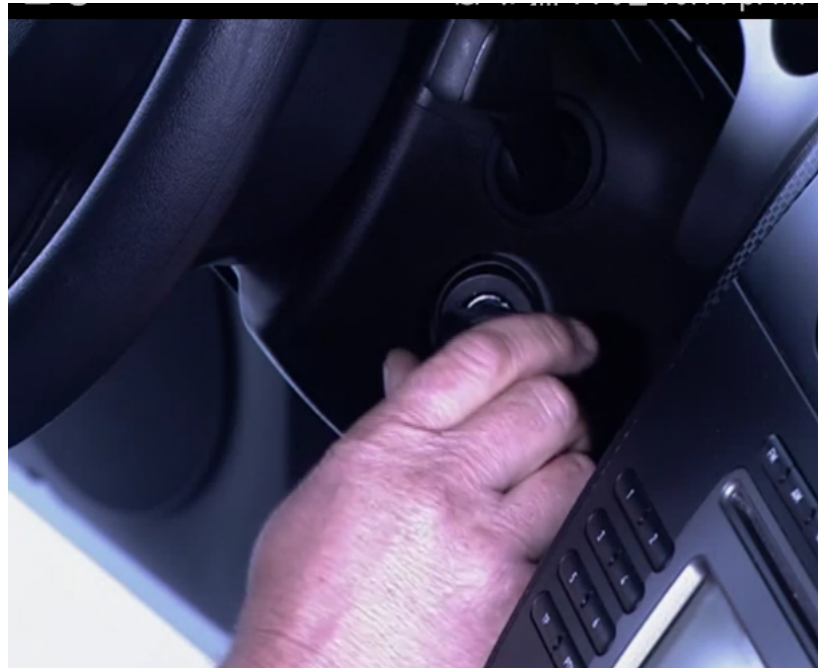


Figura 6. Prueba de encendido para Sensores.

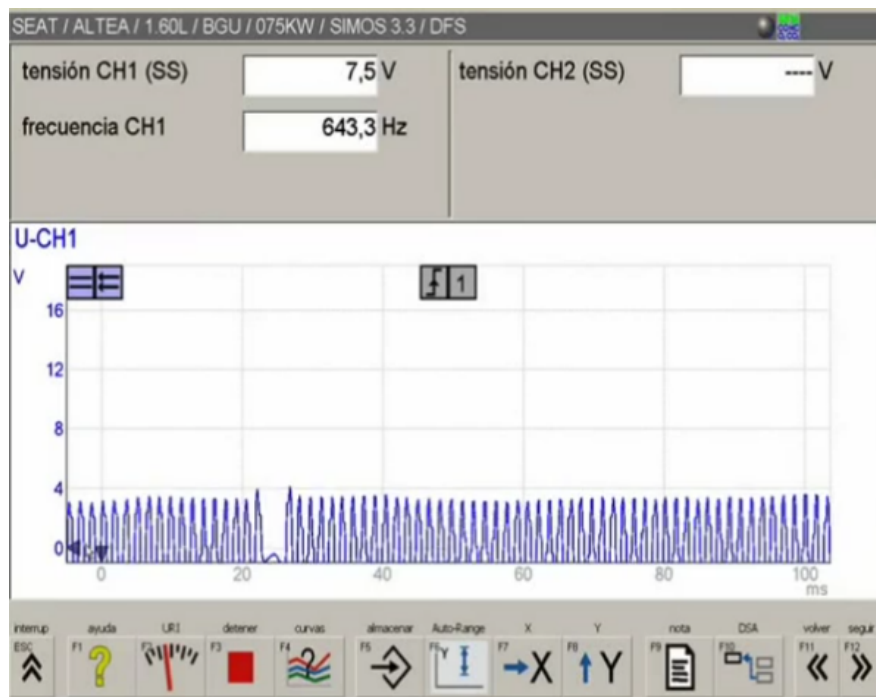


Figura 7. Señales emitidas en la prueba de Sensores.

Es posible detener la señal para realizar otras evaluaciones, a continuación, están disponibles las siguientes opciones, F4 para medir la señal mediante el cursor horizontal y vertical. Seguidamente, al pulsar F6 para guardar la curva de la señal como curva de referencia en la base de datos de curvas de referencias, como se muestra en la figura 8:

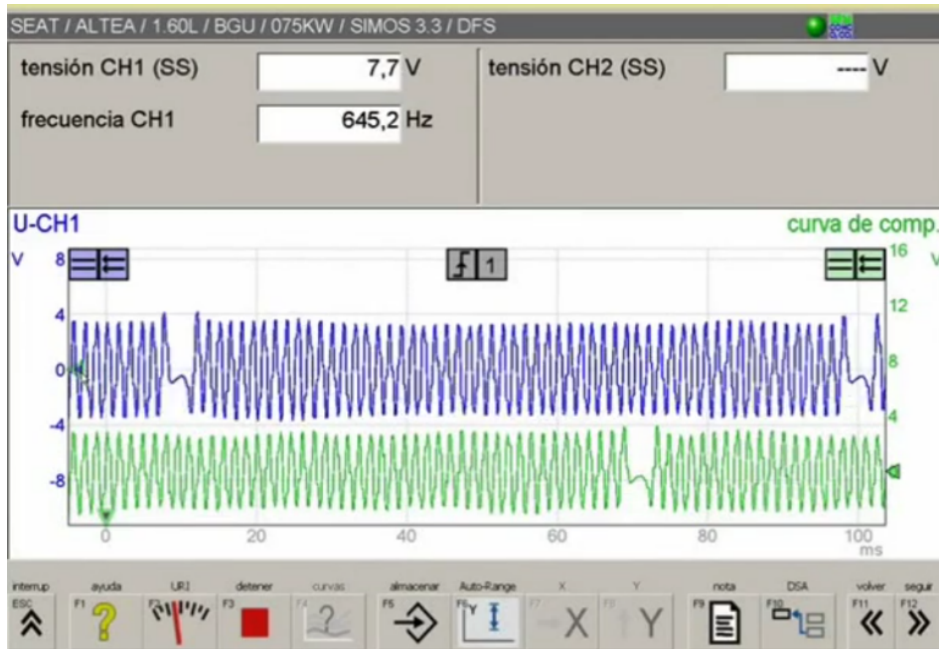


Figura 8. Base de datos de curvas de referencias.

A fin de utilizarla en la comparación con señales de otros vehículos, con F8 se puede guardar un registro e imprimirlo como se muestra en la figura 9:

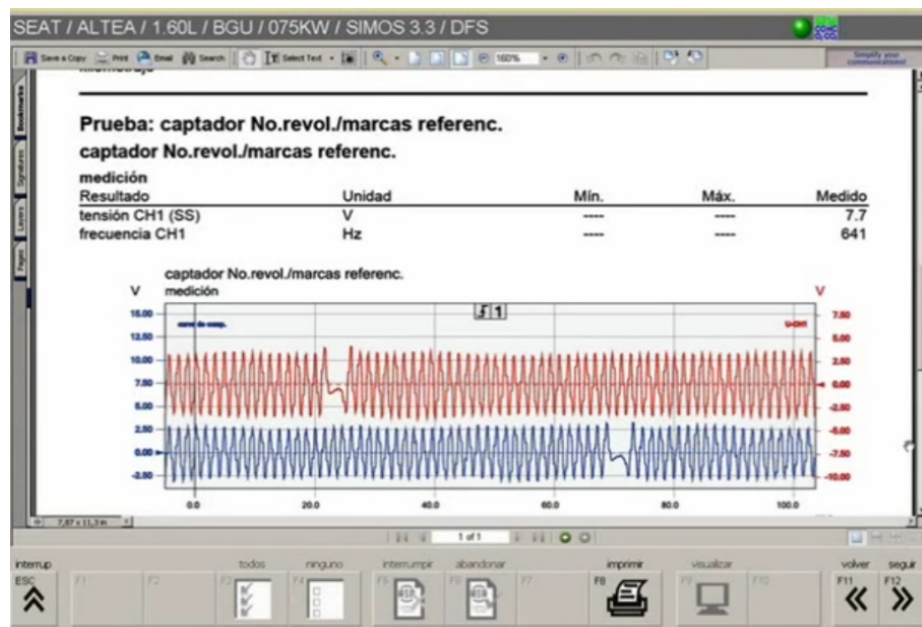


Figura 9. comparación con señales de otros vehículos.

### **2.3.1.1 Pruebas en Módulo ECUS:**

La prueba en Modulo o ECUS permite verificar que la interface entre: el programa LabVIEW, la tarjeta de adquisición de datos, la ECU y los simuladores de actuadores; se encuentre correctamente conectada.

Una vez conectada la ECU al módulo de Prueba FSA-500, es necesario verificar que se enciendan las luces de la bomba de combustible y la luz de los demás sensores en el Cluster del Vehículo, para constatar que las ECUS se encuentran alimentadas correctamente.

Se debe considerar que, en el caso del vehículo Toyota Prius, la luz de la bomba de combustible se enciende cuando se envía la señal del sensor Hall hacia la ECU; mientras que, la bomba enciende durante 3 segundos.

A continuación, se exterioriza cómo se realiza las pruebas en cada uno de los sensores

### **2.3.1.2 Pruebas en sensores:**

Estas pruebas se efectúan constatando que el simulador de los sensores del módulo de prueba FSA-500 estén enviando correctamente todas las señales hacia la ECU. Una vez comprobadas las señales de los sensores, se verifica que éstos no presenten ninguna avería; es decir, que el motor se encuentre en condiciones ideales de funcionamiento: que el rpm sea mínimo, que la temperatura se encuentre normal y que los actuadores se activen de forma precisa.

A continuación, se indica dos ejemplos de cómo se efectúa las pruebas en una ECU de un vehículo con el Módulo de Prueba FSA-500, mediante los cuales se podrá observar datos del automóvil en tiempo real y su variación en el momento de fallo.

### 2.3.1.2.1 Pruebas en Toyota Prius:

En las figuras 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 y 17 tenemos cuadros con datos en tiempo real del vehículo, en el momento de las pruebas.

| Nombre de artículo(P.1/4)    | Valor | Unidad | Nombre de artículo(P.2/4) | Valor | Unidad |
|------------------------------|-------|--------|---------------------------|-------|--------|
| ESTADO DEL MOTOR             | Idle  |        | INYECCIÓN DE TIEMPO       | 2.0   | ms     |
| Régimen mínimo deseado       | 800   | rpm    | START INJECTION TIME      | 17.7  | ms     |
| VELOCIDAD DEL MOTOR          | 795   | rpm    | VOLTAJE DE BATERIA        | 14.1  | V      |
| MAP                          | 26.5  | kPa    | MTIA DUTY                 | 17.1  | %      |
| SENSOR DE TP                 | 5.6   | '      | Avance del encendido      | TDC 0 | '      |
| REFRIGERANTE DEL MOTOR TEMP  | 93.0  | 'F     | KNOCK SENSOR DE VOLTAJE   | 0.7   | V      |
| TOMA DE TEMPERATURA DEL AIRE | 45.0  | 'F     | CANISTER PURGE DUTY       | 0.0   | %      |
| PRESION BAROMETRICA          | 73.9  | kPa    | EGR COMANDO               | 0.0   | %      |
| SENSOR DE O2                 | 73    | mV     | ACTUAL MTIA               | 0.0   | '      |
| CLIMATIZADA DEL SENSOR DE O2 | 411   | mV     | DESEADO MTIA              | 26.2  | '      |

Figura 10. Cuadro de datos, ECU y sensores en óptimo funcionamiento.

| Code  | Description(1/2)  |
|-------|---|
| P0107 | Presión absoluta del múltiple (MAP) Sensor de baja tensión              |
| P0118 | Temperatura del refrigerante del motor (ECT) Voltaje del sensor de alta |

Figura 11. Prueba con falla en los sensores.

| Análisis de Datos(Todos los artículos) |       |        |                           |       |        |
|--|-------|--------|---------------------------|-------|--------|
| Nombre de artículo(P.1/4)              | Valor | Unidad | Nombre de artículo(P.2/4) | Valor | Unidad |
| <b>ESTADO DEL MOTOR</b>                | Idle  |        | INYECCIÓN DE TIEMPO       | 2.5   | ms     |
| Régimen mínimo deseado                 | 800   | rpm    | START INJECTION TIME      | 17.7  | ms     |
| VELOCIDAD DEL MOTOR                    | 794   | rpm    | VOLTAJE DE BATERIA        | 14.1  | V      |
| MAP                                    | 50.0  | kPa    | MTIA DUTY                 | 16.7  | %      |
| SENSOR DE TP                           | 5.6   | '      | Avance del encendido      | TDC 0 | '      |
| REFRIGERANTE DEL MOTOR TEMP            | 93.8  | 'F     | KNOCK SENSOR DE VOLTAJE   | 0.6   | V      |
| TOMA DE TEMPERATURA DEL AIRE           | 45.8  | 'F     | CANISTER PURGE DUTY       | 0.0   | %      |
| PRESION BAROMETRICA                    | 99.9  | kPa    | EGR COMANDO               | 0.0   | %      |
| SENSOR DE O2                           | 919   | mV     | ACTUAL MTIA               | 0.0   | '      |
| CLIMATIZADA DEL SENSOR DE O2           | 411   | mV     | DESEADO MTIA              | 27.7  | '      |

Figura 12. Cuadro de datos, falla en los sensores MAP y ECT.

| Análisis de DTC |   |
|-----------------|---|
| Code            | Description(1/4)  |
| <b>P0107</b>    | Presión absoluta del múltiple (MAP) Sensor de baja tensión              |
| <b>P0118</b>    | Temperatura del refrigerante del motor (ECT) Voltaje del sensor de alta |
| <b>P0351</b>    | Control de encendido circuito A Fallo                                   |
| <b>P0352</b>    | Control de encendido circuito B Fallo                                   |

Figura 13. Falla en los sensores MAP y ECT, y falla del encendido.

| Análisis de Datos(Todos los artículos) |       |        |                            |        |        |
|--|-------|--------|----------------------------|--------|--------|
| Nombre de artículo(P.1/4)              | Valor | Unidad | Nombre de artículo(P.2/4)  | Valor  | Unidad |
| ESTADO DEL MOTOR                       | CRANK |        | <b>INYECCIÓN DE TIEMPO</b> | 9.6    | ms     |
| Régimen mínimo deseado                 | 800   | rpm    | START INJECTION TIME       | 17.3   | ms     |
| VELOCIDAD DEL MOTOR                    | 449   | rpm    | VOLTAJE DE BATERIA         | 11.4   | V      |
| MAP                                    | 65.2  | kPa    | MTIA DUTY                  | 39.4   | %      |
| SENSOR DE TP                           | 10.8  | '      | Avance del encendido       | BTDC 6 | '      |
| REFRIGERANTE DEL MOTOR TEMP            | 91.5  | 'F     | KNOCK SENSOR DE VOLTAJE    | 4.9    | V      |
| TOMA DE TEMPERATURA DEL AIRE           | 46.5  | 'F     | CANISTER PURGE DUTY        | 0.0    | %      |
| PRESION BAROMETRICA                    | 73.9  | kPa    | EGR COMANDO                | 0.0    | %      |
| SENSOR DE O2                           | 220   | mV     | ACTUAL MTIA                | 0.0    | '      |
| CLIMATIZADA DEL SENSOR DE O2           | 411   | mV     | DESEADO MTIA               | 15.1   | '      |

Figura 14. Cuadro de datos, falla en los sensores MAP y ECT, y falla del encendido.

| Análisis de Datos(Todos los artículos) |           |          |                           |          |        |
|--|-----------|----------|---------------------------|----------|--------|
| Nombre de artículo(P.1/4)              | Valor     | Unidad   | Nombre de artículo(P.2/4) | Valor    | Unidad |
| ESTADO DEL MOTOR                       | PART LOAD |          | INYECCIÓN DE TIEMPO       | 4.7      | ms     |
| Régimen mínimo deseado                 | 800       | rpm      | START INJECTION TIME      | 17.7     | ms     |
| VELOCIDAD DEL MOTOR                    | 3617      | rpm      | VOLTAJE DE BATERIA        | 14.1     | V      |
| MAP                                    | 50.0      | kPa      | MTIA DUTY                 | 24.7     | %      |
| SENSOR DE TP                           | 18.7      | '        | Avance del encendido      | BTDC 33  | '      |
| REFRIGERANTE DEL MOTOR TEMP            | 89.3      | 'F       | KNOCK SENSOR DE VOLTAJE   | 1.8      | V      |
| TOMA DE TEMPERATURA DEL AIRE           | 45.8      | 'F       | CANISTER PURGE DUTY       | 3.1      | %      |
| PRESION BAROMETRICA                    | 99.9      | kPa      | EGR COMANDO               | 0.0      | %      |
| SENSOR DE O2                           | 963       | mV       | ACTUAL MTIA               | 0.0      | '      |
| CLIMATIZADA DEL SENSOR DE O2           | 411       | mV       | DESEADO MTIA              | 3.9      | '      |
| Función                                |           | Detalles |                           | Registro |        |

Figura 15. Prueba con falla del sensor MAP.

| Análisis de DTC |   |
|-----------------|---|
| Code            | Description(1/4)  |
| P0107           | Presión absoluta del múltiple (MAP) Sensor de baja tensión              |
| P0118           | Temperatura del refrigerante del motor (ECT) Voltaje del sensor de alta |
| P0351           | Control de encendido circuito A Fallo                                   |
| P0352           | Control de encendido circuito B Fallo                                   |

Figura 16. Prueba con falla de sensor MAP, ECT y del encendido.

| Análisis de Datos(Todos los artículos) |       |        |                           |        |        |
|--|-------|--------|---------------------------|--------|--------|
| Nombre de artículo(P.1/4)              | Valor | Unidad | Nombre de artículo(P.2/4) | Valor  | Unidad |
| ESTADO DEL MOTOR                       | CRANK |        | INYECCIÓN DE TIEMPO       | 7.6    | ms     |
| Régimen mínimo deseado                 | 800   | rpm    | START INJECTION TIME      | 17.2   | ms     |
| VELOCIDAD DEL MOTOR                    | 457   | rpm    | VOLTAJE DE BATERIA        | 12.7   | V      |
| MAP                                    | 67.3  | kPa    | MTIA DUTY                 | 40.8   | %      |
| SENSOR DE TP                           | 10.3  | '      | Avance del encendido      | BTDC 6 | '      |
| REFRIGERANTE DEL MOTOR TEMP            | 92.3  | 'F     | KNOCK SENSOR DE VOLTAJE   | 0.9    | V      |
| TOMA DE TEMPERATURA DEL AIRE           | 46.5  | 'F     | CANISTER PURGE DUTY       | 0.0    | %      |
| PRESION BAROMETRICA                    | 73.9  | kPa    | EGR COMANDO               | 0.0    | %      |
| SENSOR DE O2                           | 377   | mV     | ACTUAL MTIA               | 0.0    | '      |
| CLIMATIZADA DEL SENSOR DE O2           | 411   | mV     | DESEADO MTIA              | 22.3   | '      |

Figura 17. Cuadro de datos, con falla en los sensores MAP, ECT y del encendido.



### 2.3.1.3 Pruebas en actuadores:

Estas pruebas se elaboran confirmando visualmente que los simuladores luces se enciendan perfectamente y en un orden adecuado. Además, también se comprueba las señales de los actuadores mediante el uso de un osciloscopio, permitiendo de esta manera visualizar cómo cambia la forma de la señal de los actuadores, tal como la variación del ancho del pulso de un inyector.

En las figuras 18-30 se observan las señales que presentan los actuadores del motor.

#### 2.3.1.3.1 Pruebas en Toyota Prius

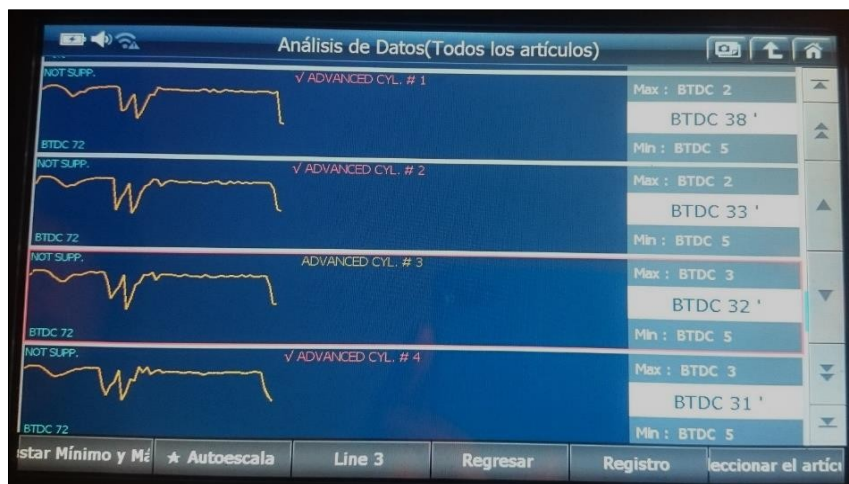


Figura 18. Señal de inyectores, funcionamiento normal.

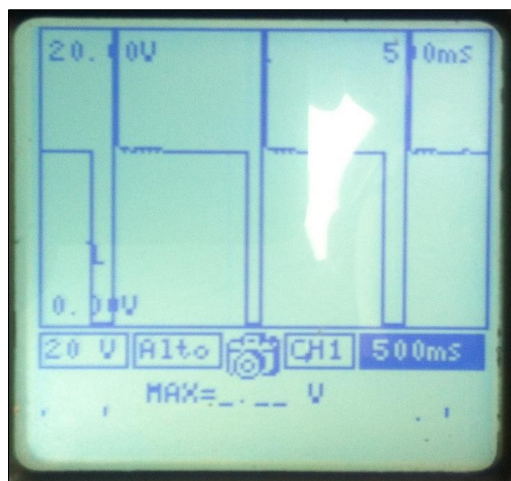


Figura 19. Señal del inyector, con falla del sensor MAP.

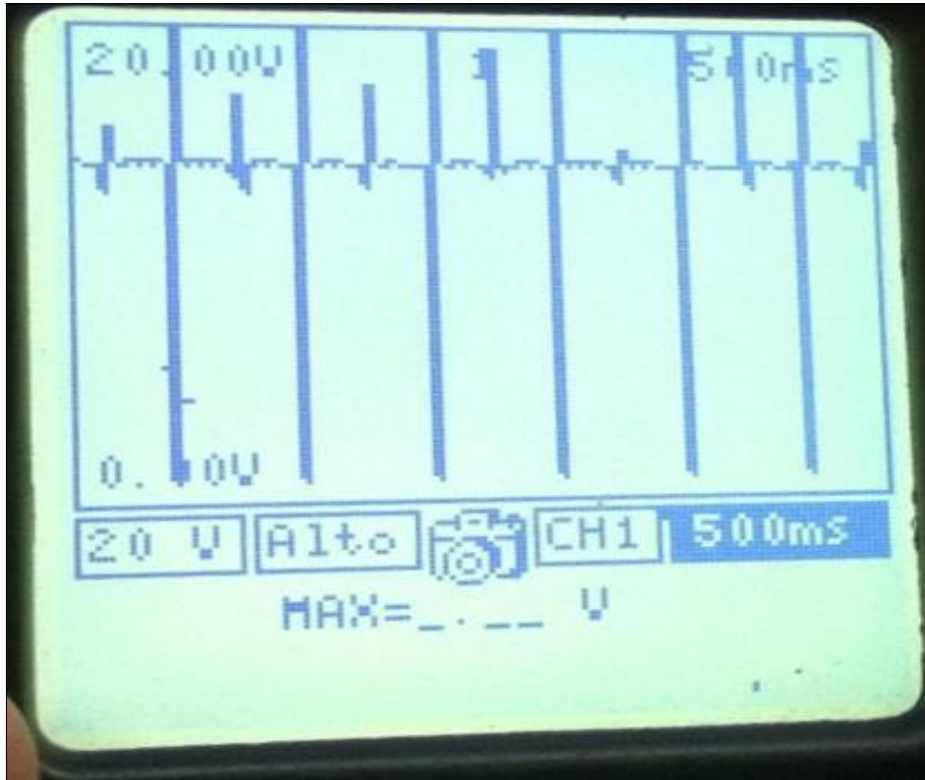


Figura 20. Señal de la bobina, en funcionamiento normal.

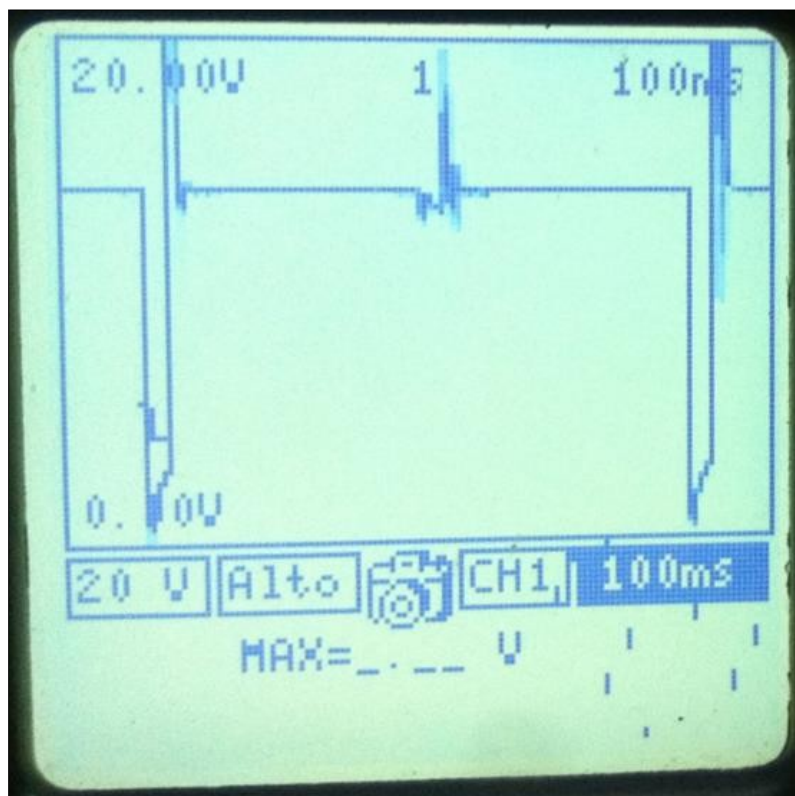


Figura 21. Señal de la bobina de encendido, con falla del sensor MAP.

### 2.3.1.3.2 Pruebas de Señales en Toyota Prius:

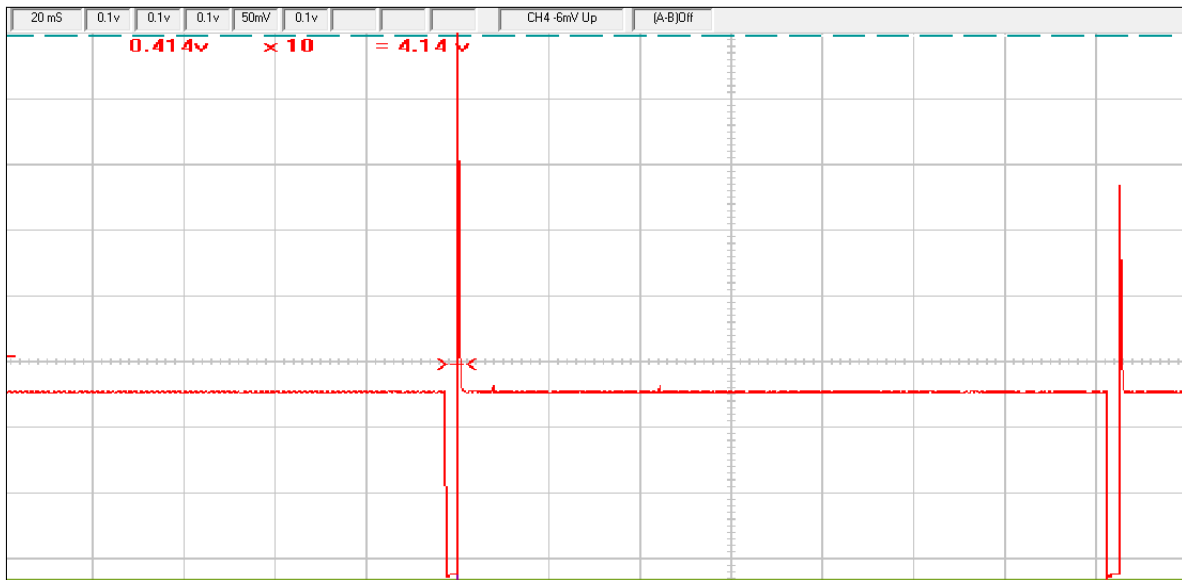


Figura 22. Señal del pulso de inyección, correcto funcionamiento.

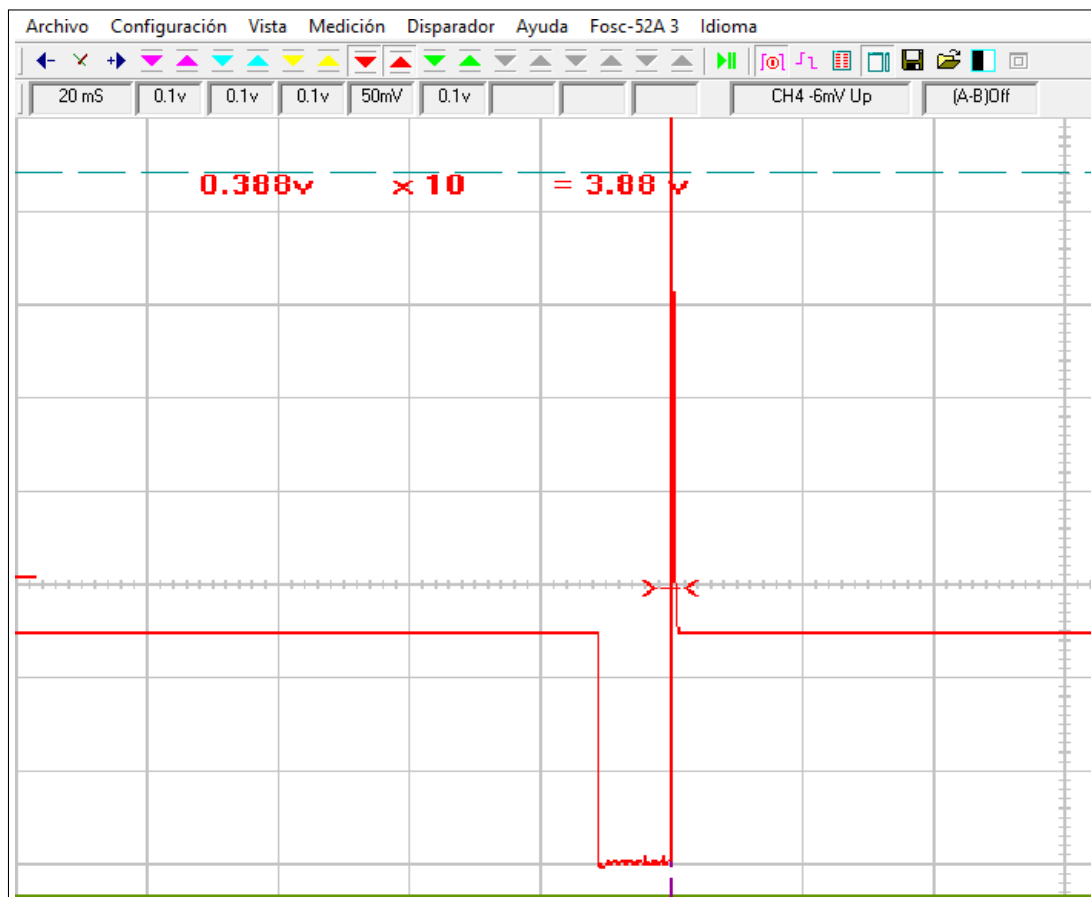


Figura 23. Señal del pulso de inyección, con falla del sensor MAP.

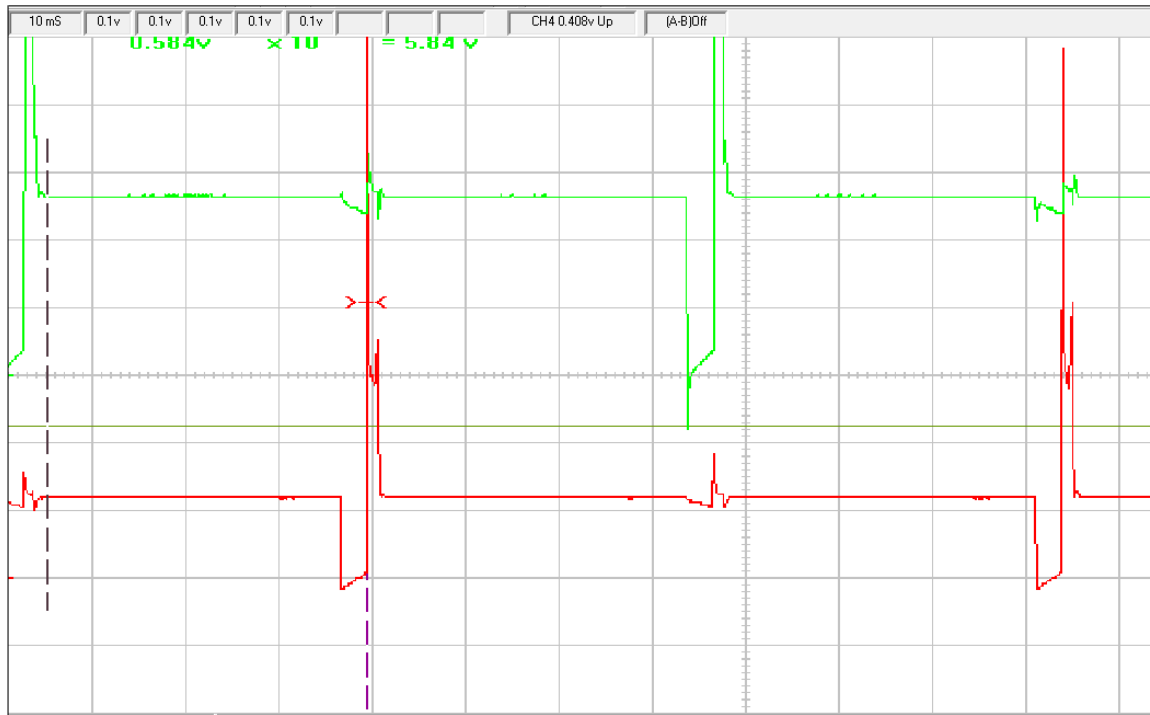


Figura 24. Señal de la bobina de encendido: verde (cilindros 1 y 4) y rojo (cilindros 3 y 2).

### 2.3.1.3.3 Pruebas señales en inyectores Toyota Prius

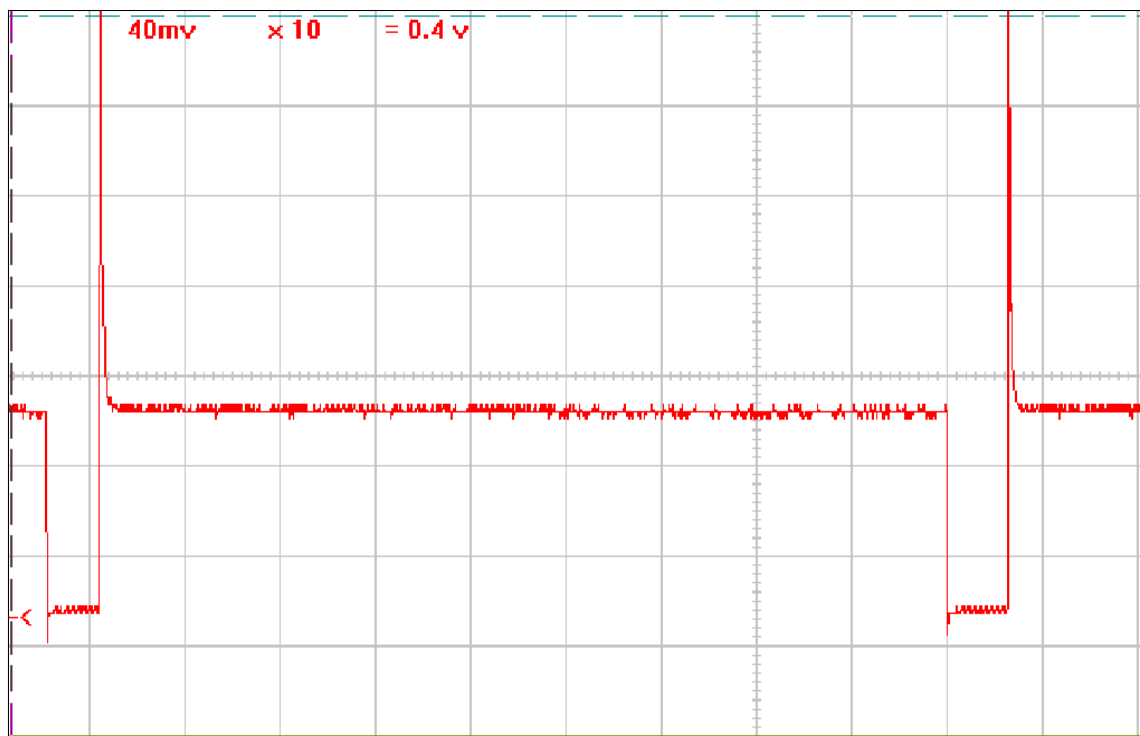


Figura 25. Señal de un inyector, con valor de señal de sensor ECT de 4,0V.

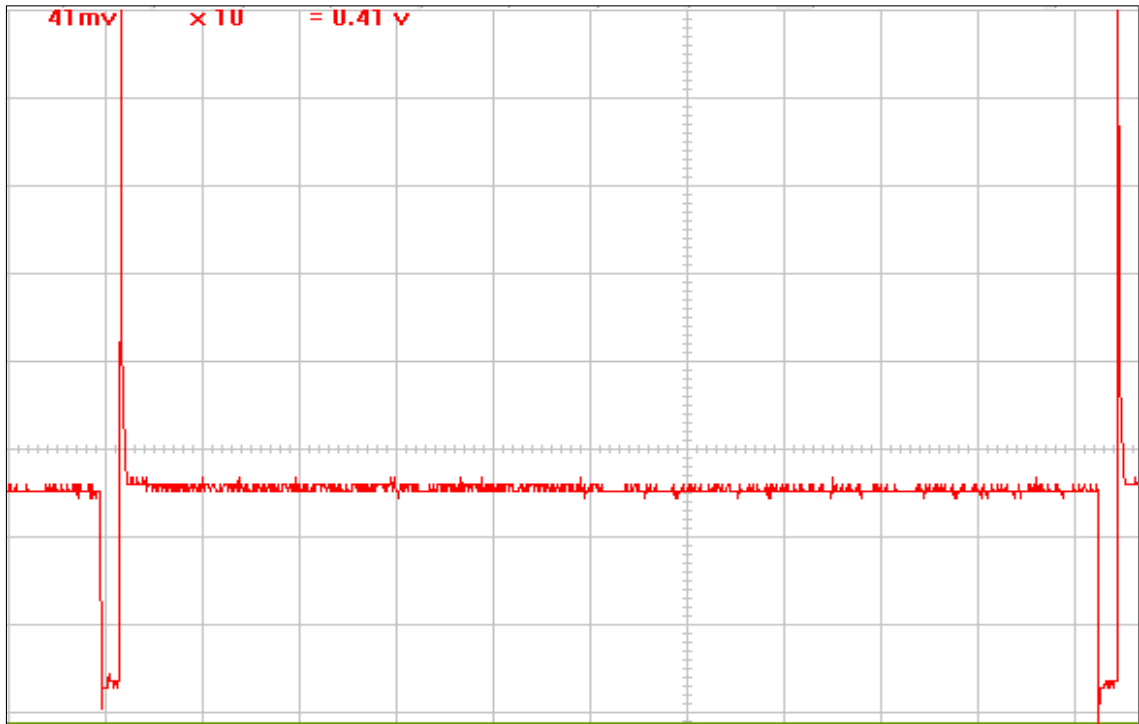


Figura 26. Señal de un inyector, con valor de señal de sensor ECT de 0,5V.

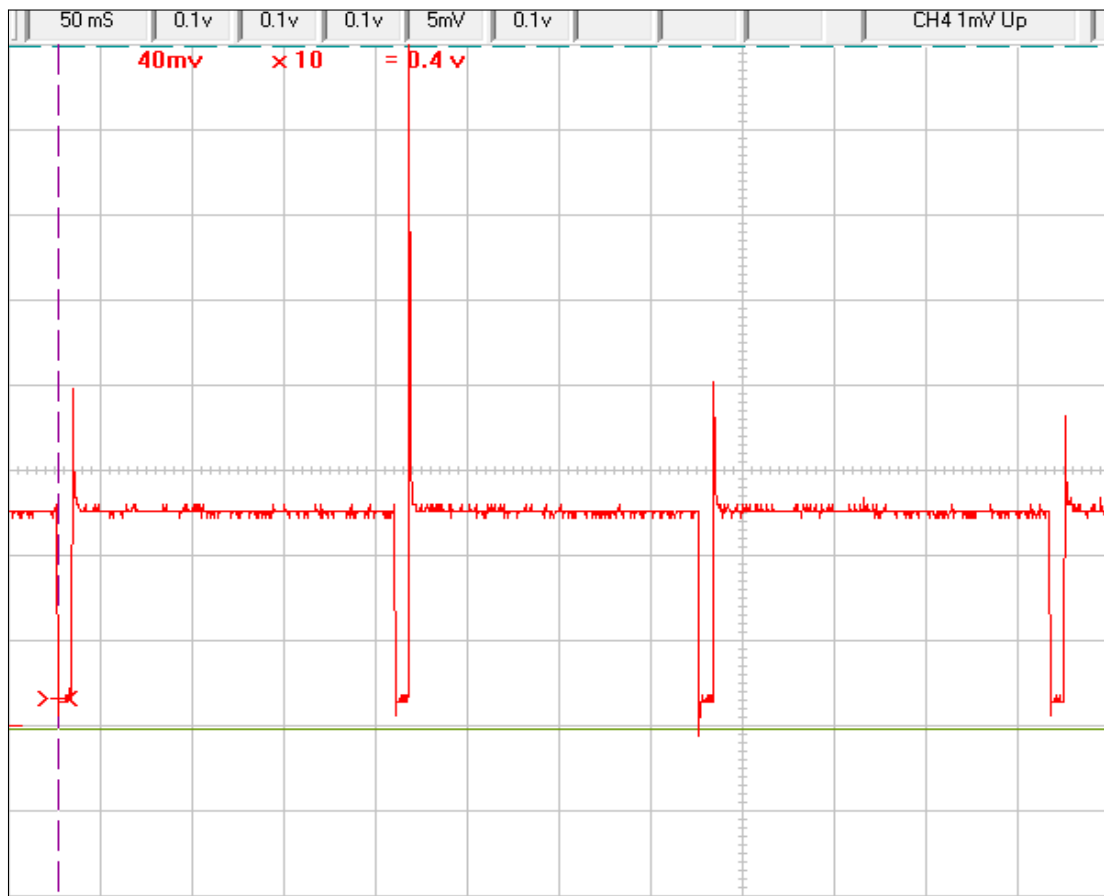


Figura 27. Señal de un inyector, con valor de señal de sensor TPS de 3,8V.

### 2.3.1.3.4 Pruebas señales en inyectores, sensores y bobina.

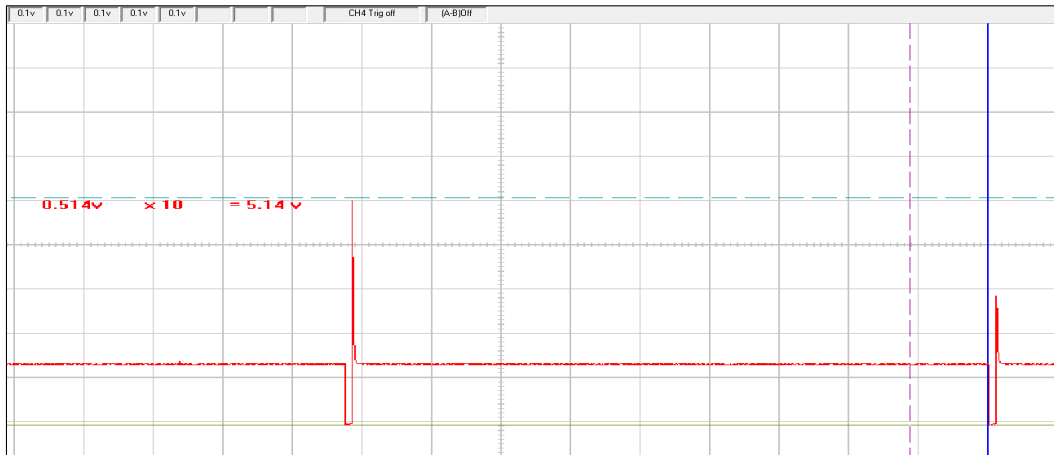


Figura 28. Señal del inyector, con funcionamiento normal.

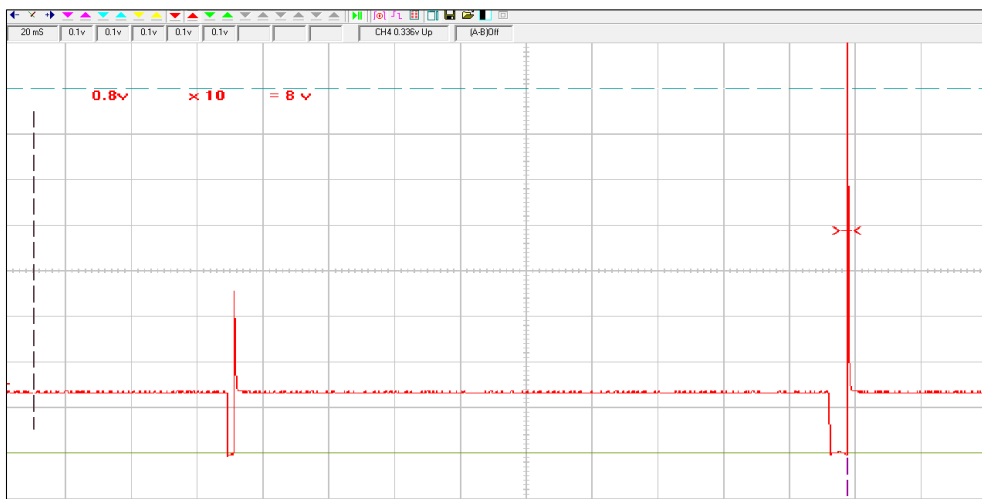


Figura 29. Señal de un inyector, con falla en el sensor MAP.

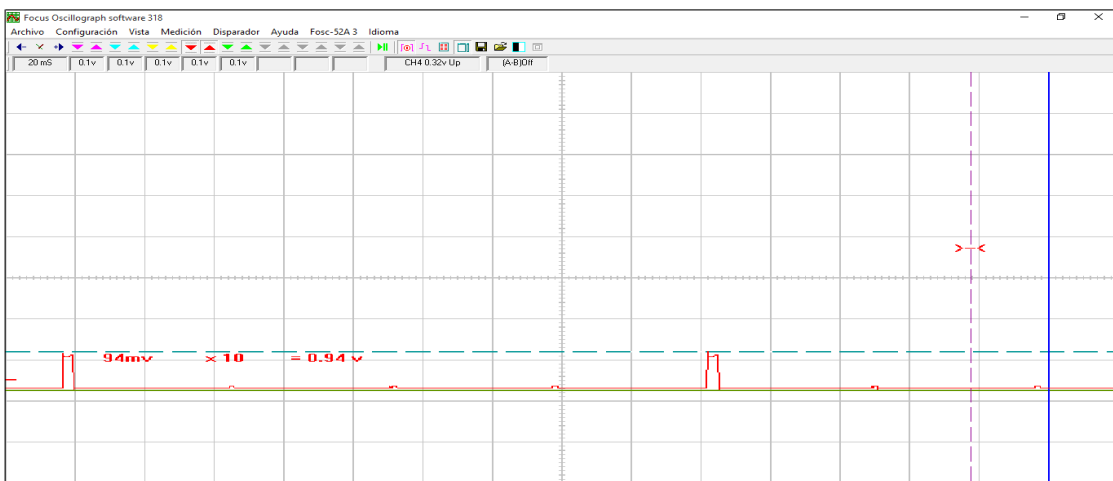


Figura 30. Señal de la bobina de encendido.

## **CAPÍTULO III**

### **ESTADO DE ARTE**

#### **3.1. Estado de arte sobre sistemas de inyección para motores**

Investigando la vitrina de autos actual podemos ver el estallido, que va de solicitud y suministro, vehículos de mezcla de varios tipos: gasolina, diesel, paralelo, en serie, mezclado, "independencia ampliada", y así sucesivamente. Esta realidad se obtiene del avance y la transformación del segmento como un componente de la oferta a los clientes y la diferencia en la mentalidad social completada últimamente. La disminución en la utilización, un elemento decisivo dados los costos de las potencias y el patrón ascendente, y las ventajas en cuanto a potencia (como las de un automóvil con un motor caliente habitual) son las realidades cruciales del sólido incremento en las ofertas que se han encontrado estos vehículos.

Sin olvidar el aspecto ecológico y medioambiental, del cual estamos cada día más concienciados todos, y cuyas consecuencias, el llamado efecto invernadero, son cada día más perceptibles. Como bien sabemos todos, los recursos energéticos convencionales, los combustibles fósiles, están llegando a su fin. En este periodo de transición se tiende a la electrificación de todos los elementos que son dependientes y que necesitan una energía para su funcionamiento, y el sector del transporte no podía ser una excepción. Ya que ningún cambio es radical ni instantáneo, poco a poco se va intentando dejar de lado la dependencia de estos combustibles mientras que se va adquiriendo como fuente de energía la electricidad.

Es así cómo, en este periodo de tránsito, nacen los vehículos híbridos. Los estudios indican que el transporte, del cual el 84% es transporte terrestre, es el responsable del 28% de la contaminación de efecto invernadero. Además, el transporte privado consume el 47% del petróleo mundial, y depende de los combustibles fósiles en un 95%. En este proceso progresivo de electrificación de los medios de transporte, las baterías juegan un papel muy importante, por no decir decisivo.

Actualmente, un gran avance han sido las baterías de litio-ion, cuyas principales ventajas son la ligereza de los componentes, su elevada capacidad energética y resistencia a la descarga, y su poco efecto memoria. Aunque las más comúnmente utilizadas en la industria del transporte han sido las baterías de Ni e hidruro metálico, poco a poco van siendo sustituidas por las de litio-ion debido a sus mejores características.

Como hemos comentado, en este proceso de transición son los vehículos híbridos el paso natural para ir olvidando un antiguo sistema de propulsión e ir incorporando uno nuevo. En este momento, según qué sistema aporte la potencia al eje motriz, nos encontraremos con dos tipos de hibridación:

- Hibridación del sistema de tracción: aumenta prestaciones y disminuye consumo.
- Hibridación del sistema de alimentación de energía: aumenta autonomía.

Aparte de esta clasificación según el aporte de la potencia, existe otra clasificación según su principio de funcionamiento:

- Híbridos en serie: no hay conexión directa entre MACI/Pila combustible y las ruedas. El vehículo es impulsado por un motor eléctrico que aprovecha la energía suministrada por el MACI/Pila combustible.
- Híbridos en paralelo: tanto el MACI/Pila de combustible como el motor eléctrico pueden proporcionar tracción directa a las ruedas. Ambos sistemas pueden propulsar a la vez, o que el MACI actúe como generador.
- Híbridos mixtos: el MACI/Pila de combustible puede propulsar el vehículo o bien puede cargar las baterías. Pueden propulsar el vehículo el MACI/Pila de combustible sólo, exclusivamente los motores eléctricos o bien ambos a la vez.

El mismo que el Toyota Prius, y con los cuales nos podemos hacer una idea real del estado del arte, son los siguientes:



*PSA HYbrid4*: El grupo formado por Citroën-Peugeot comercializó su primer vehículo con la tecnología HYbrid4 en 2012 con el Peugeot 3008 HYbrid4. Este vehículo, con apenas unas emisiones de 99g CO<sub>2</sub>/km y un consumo de 3,8 l/100km, fue el pionero de la marca en usar este sistema caracterizado por:

- Motor Diesel 2.0 de 163 CV de tracción delantera.
- Motor Eléctrico de imanes permanentes de 27 kW de tracción trasera.
- 4 modos de conducción: Auto, ZEV, 4WD y Sport.
- Híbrido en paralelo, montado en más modelos del grupo.

*GM*: General Motors, bajo las marcas de Opel y Chevrolet, desarrolló la base para el comúnmente conocido en Europa como Opel Ampera. Un híbrido en serie, en el que un motor de apenas 1,4 litros gasolina alimenta unas baterías que, al 100% y siempre según datos oficiales, aportan una autonomía de 100 km. Las principales características del vehículo son:

- Motor AC síncrono de 111 kW.
- Consumo medio de 1,2 l/100km
- Generador gasolina 1,4 l y 86 CV a 4800 rpm.
- Cx = 0,28 - Honda Insight:

Es el punto de referencia de la marca, similar al Prius para Toyota. La marca japonesa construyó este modelo, con su armazón medio y medio IMA (Integrated Motor Assist) casi en un estándar con su rival japonés, poniendo su original disponible en 1999. Desde ese punto, las mejoras en cada edad han implicado que en la actualidad Este modelo tiene los atributos esenciales que caracterizan a este poder prepararse:

- Motor AC imanes permanentes sin escobillas de 10 kW situado en el cigüeñal, que recarga las baterías en las frenadas y deceleraciones suaves y da soporte

para la aceleración.

- Motor Gasolina de 1,3 litros de cubicaje que ofrece 98 CV (73 kW) combinado con una CVT (Continuously Variable Transmission)
- Batería Ni-MH de 84 módulos que trabaja a una tensión nominal de 100,8 V a una intensidad de 5,75 Ah.
- Mismo tren de potencia montado en diferentes plataformas y modelos.

*Volkswagen Jetta Hybrid*: El modelo a competir con el Toyota Prius de la marca alemana presenta un sistema de híbrido en paralelo, con las siguientes características:

- Motor eléctrico de imanes permanentes de 20 kW
- Motor térmico de 1.4 l que aporta 150 CV con un par de 250 Nm.
- Batería de li-ion de capacidad 1,1 kWh, más compacta que la de Ni-MH.
- Cambio de 7 marchas automático.

*BMW Serie 3 ActiveHybrid*: En la marca germana encontramos el sistema denominado ActiveHybrid, montado en varios modelos de la marca. Es un sistema que incorpora un motor eléctrico de imanes permanentes de 42 kW junto con una batería de iones de litio que ayuda en la reducción de consumo actuando en pendientes, en el inicio de la marcha (hasta 3-4 km y 60 km/h) y que durante la frenada o descenso de estas pendientes recarga la batería. Va montado junto a un motor gasolina de 6 cilindros que desarrolla 304 CV, con lo que la comparativa está muy lejos de poder realizarse con el Prius. Además de estos modelos, también se monta en la serie 5 y 7.

Este es el panorama actual de los modelos híbridos del mismo segmento que el Prius. Como podemos ver, no todas las marcas apuestan por este tipo de carrocerías debido al fuerte desarrollo que hay que hacer para conseguir unos resultados tan buenos como los que veremos posteriormente para el vehículo de estudio.

Casi todas, por no decir todas, las marcas y grupos automovilísticos tienen su modelo híbrido. Aunque lo más común suele ser montarlo en las grandes berlinas, en

las que un pequeño sistema híbrido mejora mucho los consumos y las emisiones, en todo camino (mismo principio que las grandes berlinas) y coches de los segmentos A y B, más destinados a un recorrido urbano, donde no se requiere una gran autonomía ni grandes potencias.

Algunos fallos presentes en los inyectores se deben a depósitos de carbón en la tobera, es decir, en la punta donde sale el chorro de inyección de combustible. Estos depósitos pueden obstruir este orificio variando el caudal de este chorro y provocando fallas en el sistema. Para realizar la limpieza del inyector en el mercado encontraremos los aparatos de limpieza, a base de ultrasonido, que logran una limpieza muy eficaz gracias a las burbujas que se producen por ultrasonido en el líquido limpiante que utilizan.

## **CAPÍTULO IV**

### **INTERPRETACION DE RESULTADOS**

#### **4.1. Interpretacion de resultados obtenidos con el osciloscopio FSA-500**

FSA 500 es un aparato portátil de comprobación para la técnica de comprobación de vehículos en talleres. FSA 500 es apropiado para la comprobación de vehículos con motor de gasolina, diésel o Wankel. Se comprueban por completo el sistema eléctrico y la electrónica en turismos, furgonetas y motocicletas. Asimismo, registra señales específicas del vehículo y las transfiere a un PC/ ordenador portátil a través de Bluetooth o a través de la interfaz USB (no contenido en el volumen de suministro).

- FSA 500 no es apropiado como aparato de medición para marchas de prueba.

- La tensión máxima de medición en las entradas múltiples de medición es de 200 voltios. Por esta razón, FSA 500 no se puede utilizar para la medición de la eliminación de tensión en vehículos eléctricos o híbridos.

FSA 500 contiene las siguientes funciones:

- Identificación del vehículo R Ajustes
- Pasos de prueba para la comprobación de motores Otto y motores diésel
- Mediciones de multímetro para tensión, corriente y resistencia
- Generador de señales (p. ej. para la comprobación de sensores)
- Prueba de componentes (comprobación de componentes de vehículo)
- Trazador de curvas
- Osciloscopio universal de 4 canales/2 canales
- Osciloscopio de encendido primario
- Osciloscopio de encendido secundario
- Mediciones de aislamiento con FSA 050 (accesorios especiales).

Para la evaluación de los resultados de la medición se pueden guardar en el sistema de medición curvas de referencia detectadas como buenas.

#### **4.1.1 Descripción del equipo FSA 500**

Se compone de la unidad de medición con alimentación activa de batería, una fuente de alimentación con cable de conexión a red para la alimentación de la unidad de medición y para cargar la batería interna. Para la conexión con el PC/ordenador portátil se utiliza el cable de conexión USB o el adaptador Bluetooth. De forma adicional se suministran diferentes cables de sensores para el registro de mediciones.

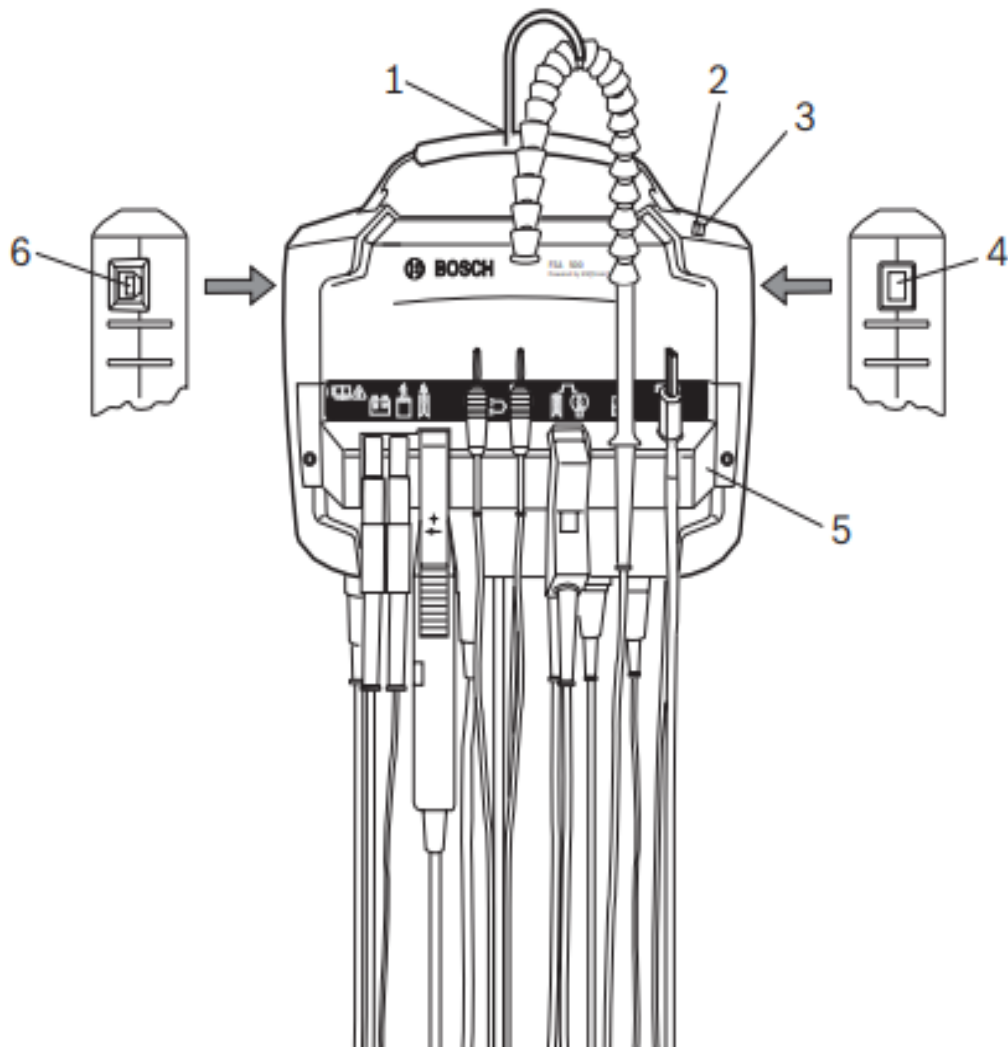


Figura 31. Vista frontal FSA 500. (Manual FSA 500,2013).

- 1 Correa de transporte con gancho
- 2 LED A: indicación de estado
- 3 LED B: indicación del estado de carga
- 4 Interruptor conexión / desconexión
- 5 Soporte del sensor
- 6 Conexión USB

Su interpretación se enfoca en un módulo de medición para entrar al diagnóstico de los sistemas eléctrico y electrónico.

#### 4.1.2 Móvil y flexible

- Módulo de medición compacto, alimentado por batería, con conexión inalámbrica al sistema informático (tablet con sistema operativo Windows, DCU 130, laptop)
- Funcionamiento sencillo
- Manejo flexible en el vehículo
- Ampliable para la comprobación de vehículos eléctricos e híbridos mediante FSA 050

#### 4.1.3 Múltiples posibilidades de utilización

- Prueba de componentes estando montados, con ahorro de tiempo
- Aprox. 30 tests de componente preconfigurados
- Generador de señales para simular señales del sensor
- Software para la prueba de los componentes eléctricos y electrónicos más importantes del vehículo
- Medición de la corriente de reposo de la batería hasta 24 horas
- Cómodo osciloscopio universal con modos de 2 canales (2 x 40 MS/s) y 4 canales (4 x 1 MS/s)
- Test de los sistemas bus del vehículo (por ej. CAN bus)
- Carga y almacenamiento de curvas comparativas
- Para todos los requisitos estándar para la comprobación eléctrica y electrónica
- Funciones de test del motor
- Scope del encendido
- Visualización cómoda de los valores reales del diagnóstico de la unidad de control en combinación con el módulo KTS

#### 4.1.4 Funciones de medición del osciloscopio

| <b>Funciones de medición</b> | <b>Rango de medición*)</b> | <b>Sensores</b>       |
|------------------------------|----------------------------|-----------------------|
| Tensión secundaria           | 5 kV - 50 kV               | Transmisor secundario |

|                  |                                    |                                   |
|------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
|                  |                                    | de valores de medición            |
| Tensión primaria | 20 V - 500 V                       | Conexión Bo. 1                    |
| Tensión          | 200 mV - 200 V                     | Cable de medición Multi CH1 / CH2 |
| Acoplamiento     | CA 200 mV - 5 V                    | Cable de conexión B+/B-           |
| Corriente        | 2 A<br>5 A<br>10 A<br>20 A<br>30 A | Pinzas de corriente 30 A          |
| Corriente        | 50 A<br>100 A<br>200 A<br>1000 A   | Pinzas de corriente 1000 A        |

Tabla 2. Funciones y especificaciones del osciloscopio A.

El rango de medición es positivo o negativo en función de la línea cero.

#### 4.1.5 Funciones y especificaciones del osciloscopio

| Función   | Especificación   |
|---|--|
| Acoplamiento de entrada CH1/CH2   | AC/DC  |
| Impedancia de entrada<br>Impedancia de entrada CH1/CH2 (referida a la masa)                             | 1 MOhm   |
| Impedancia de entrada CH1/CH2 (aislada galvánicamente)<br>Anchura de banda CH1/CH2 (referida a la masa) | 1 MOhm (5 - 200 V)<br>10 MOhm (200 mV - 2V)<br>> 1 MHz = 200 mV - 2 V<br>> 5 MHz = 5 V - 200 V |
| Anchura de banda CH1/CH2 (aislada galvánicamente)   | > 100 kHz = 200 mV - 2 V<br>> 500 kHz = 5 V - 200 V  |
| Anchura de banda Pinzas de corriente 1000 A   | > 1 kHz  |
| Anchura de banda Pinzas de corriente 30 A   | > 50 kHz   |
| Anchura de banda Transmisor secundario de valores de medición   | > 1 MHz  |
| Anchura de banda Conexión Bo. 1   | > 100 kHz (20 V)<br>> 1 MHz (50 V - 500 V)   |
| Rangos temporales (referidos a 500 puntos de exploración)   | 10 $\mu$ s - 100 s   |
| Rangos temporales (referidos a 1 punto)   | 20 ns - 200 ms   |

|   |   |
|---|---|
| de exploración)                                 |   |
| Exactitud de la base temporal                   | 0,01 %                                    |
| Exactitud vertical<br>Aparato sin sensores      | $\pm 2$ % del valor de medición           |
| • Error de offset para rango > 1 V              | $\pm 0,3$ % del valor de medición         |
| • Error de offset para rango 200 mV – 1 V       | $\pm 5$ mV                                |
| Resolución vertical                             | 10 bit10 bit                              |
| Profundidad almacenamiento                      | 4 Mega valores de exploración o 50 curvas |
| Tasa de exploración por canal (referida a masa) | 40 Ms/s                                   |
| Tasa de exploración por canal                   | 1 Ms/s                                    |

Tabla 3. *Funciones y especificaciones del osciloscopio B.*

El equipo FSA 500 es el aspirante perfecto para examinar los sistemas del vehículo con un coste razonable. El módulo de medición es totalmente autónomo gracias a sus baterías y a su conexión con el PC vía Bluetooth. Su superioridad la demuestra en la comprobación precisa de todos los componentes electrónicos y eléctricos importantes del vehículo. Lo que le convierte en una inversión segura para el futuro.

Equipado para rentabilizar su uso:

- Compacto, con batería y conexión inalámbrica al PC (PC o portátil).
- Software para probar los componentes electrónicos más importantes del vehículo.
- Pruebas de componentes sin desmontarlos para ahorrar tiempo.
- Alrededor de 30 ensayos de componentes predefinidos.
- Generador de señal para la simulación de señales de los sensores.
- Prueba de medición de batería de 24 horas.
- Osciloscopio universal de 2 canales (2 x 40 MS/s) y modo de 4 canales (4 x 1 MS/s).
- Prueba de los buses de datos (por ejemplo, CAN-Bus).
- Almacenamiento de curvas y gráficos para su comparación posterior.



- Funciones de prueba de motor y prueba de encendido

El FSA 500 ofrece todas las expectativas para comprobar los sistemas existentes, así como la opción de ampliarse a un sistema de comprobación más completo.

A continuación, se detallará los resultados obtenidos de las pruebas de funcionamiento, en sensores y en actuadores, en el vehículo Toyota Prius:

1. En este automóvil, cuando los sensores están funcionando óptimamente y el motor se encuentra en el régimen de ralentí, el ancho del pulso de inyección es de 1,7ms.
1. Los sensores que influyen directamente al funcionamiento de los actuadores son: MAP, TPS y ECT.
2. Los pulsos de inyección varían notablemente con la señal del sensor MAP. Cuando el valor de la señal del sensor es próximo a 0V o el sensor está desconectado, el ancho del pulso de inyección se incrementa hasta 2,5ms.
3. Cuando los sensores MAP y ECT presentan fallos o se encuentran desconectados, el ancho del pulso de inyección se incrementa hasta 3ms.
4. Al instante del arranque, cuando la bobina de encendido está desconectada o presenta alguna falla, la señal del ancho de pulso de inyección asciende a 9ms.
5. Al momento de emular una avería en uno a varios sensores, el ancho de pulso de la señal de las bobinas de encendido no cambia; únicamente se incrementa o disminuye su frecuencia.
6. Cuando los sensores MAP y ECT presentan fallos o se encuentran desconectados, el ancho del pulso de inyección se incrementa hasta 3ms.
7. Al momento del arranque, cuando la bobina de encendido está desconectada o presenta alguna falla, la señal del ancho de pulso de inyección asciende a 8ms.
8. Al momento de emular una avería en uno a varios sensores, el ancho de pulso de la señal de las bobinas de encendido no cambia; únicamente se incrementa o disminuye su frecuencia.
9. Para alimentar una ECU y evitar cualquier daño en la misma, es imprescindible comprobar su pinout con la ayuda del diagrama correspondiente y de un multímetro.

Para la programación y simulación de los sensores de un vehículo, se utiliza el Módulo de Prueba FSA-500.

10. Los sensores que más influyen en la variación del pulso de inyección son: MAP, TPS y ECT. Cuando falla el sensor MAP, el pulso de inyección se vuelve inestable, tendiendo a incrementarse y a acortar el tiempo de apertura del inyector hasta provocar que el motor se apague.
11. En todas las ECUS, el sensor TPS actúa como un mecanismo de seguridad, cortando los pulsos de inyección cuando alcanza un voltaje de 3,8V. El sensor ECT, en función de la señal que emite, disminuye el ancho del pulso de inyección.
12. Las señales de las bobinas de encendido no sufren ninguna variación en el ancho del pulso; únicamente se incrementa o disminuye la frecuencia de los pulsos de estas bobinas.
13. Los sensores MAP, TPS y ECT, son los que más influyen en la variación del pulso de inyección. Cuando falla el sensor MAP, el pulso de inyección se vuelve inestable, tendiendo a incrementarse y a acortar el tiempo de apertura del inyector hasta provocar que el motor se apague.
14. El sensor TPS, en todas las ECUS, actúa como un mecanismo de seguridad, cortando los pulsos de inyección cuando alcanza un voltaje de 3,8V. El sensor ECT, en función de la señal que emite, disminuye el ancho del pulso de inyección.
15. Las señales de las bobinas de encendido no toleran variación alguna en el ancho del pulso; solo se incrementa o disminuye la frecuencia de estas bobinas desde de los pulsos.

## **CAPÍTULO V**

### **ELABORACIÓN DE MANUAL DE USO Y MANTENIMIENTO**

#### **5.1. Introducción**

Para este estudio se debe disponer de los datos técnicos relacionados con los equipos FSA 500, el cual es el equipo que se encargará de la realización de pruebas para el vehículo Toyota Prius, desde los sensores, actuadores, hasta cada componente que tenga alguna relación de índole eléctrico y/o electrónico.

#### **5.2. Ámbito de aplicación**

Este manual de uso y mantenimiento describe los procedimientos que se utilizan para la puesta en funcionamiento de un equipo en particular, como lo esté en este caso, el FSA 500.

#### **5.3. Alcance**

FSA 500 es un aparato portátil de comprobación para la técnica de comprobación de vehículos en talleres. FSA 500 es apropiado para la comprobación de vehículos con motor de gasolina, diésel o Wankel. Se comprueban por completo el sistema eléctrico y la electrónica en turismos, furgonetas y motocicletas. FSA 500 registra señales específicas del vehículo y las transfiere a un PC/ ordenador portátil a través de Bluetooth o a través de la interfaz USB (no contenido en el volumen de suministro). Se tiene que instalar. FSA 500 CompacSoft [plus] en el PC/ordenador portátil.

## **5.4. Información general para acciones de Mantenimiento**

### **5.4.1 Limpieza**

- La carcasa del FSA 500 sólo debe limpiarse con un paño suave y con productos de limpieza neutrales. No utilizar productos de limpieza abrasivos ni trapos bastos de limpieza del taller.

### **5.4.2 Puesta fuera de servicio pasajera**

Cuando no se utiliza durante un tiempo prolongado:

- > Separar la unidad FSA 500 de la red eléctrica.

### **5.4.3 Cambio de ubicación**

> Cuando se traspasa la FSA 500, debe entregarse también toda la documentación incluida en el volumen de suministro.

> La FSA 500 sólo debe transportarse en el embalaje original o en un embalaje de igual calidad.

> Desacoplar la conexión eléctrica.

> Tener en cuenta las indicaciones para la puesta en marcha.

### **5.4.4 Eliminación y desguace**

> Separar la FSA 500 de la red eléctrica y retirar el cable de conexión a la red.

> Desarmar la FSA 500, clasificar los materiales y eliminarlos de acuerdo con las normativas vigentes.

### 5.4.5 Piezas de recambio y de desgaste

En caso de reposición de las piezas deben considerarse estos datos técnicos para el proceso de reposición, con piezas acorde a la calidad del equipo.

| Designación  | Número de referencia           |
|--|--------------------------------|
| FSA 500  | 0 684 010 530                  |
| Fuente de alimentación<br>con cable de conexión a red  | 1 687 023 592<br>1 684 461 106 |
| Cable de conexión USB (3 m) <sup>&lt;1&gt;</sup>   | 1 684 465 562                  |
| Transmisor de valores secundarios <sup>&lt;1&gt;</sup>   | 1 687 225 017                  |
| Pinza de disparo <sup>&lt;1&gt;</sup>  | 1 687 225 018                  |
| Cable de conexión primario (UNI 2) <sup>&lt;1&gt;</sup>  | 1 684 461 185                  |
| Cable de medición Multi CH1 <sup>&lt;1&gt;</sup>   | 1 684 460 288                  |
| Cable de medición Multi CH2 <sup>&lt;1&gt;</sup>   | 1 684 460 289                  |
| Cable de medición con divisor de tensión   | 1 687 224 301                  |
| Pinzas de corriente 1000 A <sup>&lt;1&gt;</sup>  | 1 687 225 019                  |
| Acoplamiento con tubo flexible   | 1 686 430 053                  |
| Activador a distancia  | 1 684 463 828                  |
| Cable de conexión B+/B- <sup>&lt;1&gt;</sup>   | 1 684 460 286                  |
| Sensor de temperatura de turismos <sup>&lt;1&gt;</sup>   | 1 687 230 068                  |
| Borne de conexión negro <sup>&lt;1&gt;</sup>   | 1 684 480 022                  |
| Adaptador USB para Bluetooth   | 1 687 023 449                  |
| Maletín  | 1 685 438 644                  |
| Juego de puntas de comprobación <sup>&lt;1&gt;</sup>   | 1 684 485 362                  |
| Juego de accesorios con<br>Puntas de comprobación negras y rojas<br>Pinzas de derivación rojas y negras<br>Enchufe adaptador negro, rojo, gris | 1 687 016 118                  |
| Bloque de acumulador <sup>&lt;1&gt;</sup>  | 1 687 335 039                  |

Tabla 4: Piezas de recambio y de desgaste del FSA 500. (Manual FSA 500,2013).

| Funciones de medición                  | Rangos de medición   | Resolución                           | Sensores  |
|--|--|--------------------------------------|---|
| No. revoluc.                           | 450 rpm - 6000 rpm<br>100 rpm - 12000 rpm<br>250 rpm - 7200 rpm<br>100 rpm - 500 rpm | 10 rpm<br>10 rpm<br>10 rpm<br>10 rpm | Cable de conexión B+/B-<br>Pinza de disparo, transmisor secundario de valores de medición<br>Cable de conexión primario (UNI 2)<br>Pinzas de corriente 30 A, captador de pinza diésel, pinzas de corriente 1000 A (corriente de arrancador) |
| Temperatura del aceite                 | -20 °C - 150 °C  | 0,1 °C                               | Sensor de temperatura del aceite  |
| Batería U                              | 0 - 60 V DC  | 0,1 V                                | Cable de conexión B+/B-   |
| Bo. U 15                               | 0 - 60 V DC  | 0,1 V                                | Cable de conexión primario (UNI 2)  |
| Bo. U 1                                | 0 -10 y 0 - 20 V   | 10 mV<br>20 mV                       | Cable de conexión primario (UNI 2)  |
| Tensión de cebado, tensión de ignición | ±50 kV<br>±10 kV   | 1 kV 0,1 kV                          | Cable de conexión primario (UNI 2), transmisor secundario de valores de medición  |

|   |                             |                   |  |
|---|-----------------------------|-------------------|--|
| Duración de ignición                                    | 0 - 10 ms                   | 0,01 ms           | Cable de conexión primario (UNI 2), transmisor secundario de valores de medición |
| Compresión relativa a través de corriente de arrancador | 0 - 200 Ass                 | 0,1 A             | Cable de conexión primario (UNI 2), transmisor secundario de valores de medición |
| Ondulación generador U                                  | 0 - 200 %                   | 0,1 %             | Cable de medición Multi CH1  |
| Arrancador 1<br>Generador 1<br>Bujías 1                 | 0 - 1000 A                  | 0,1 A             | Pinzas de corriente 1000 A   |
| Primario I  | 0 - 30 A                    | 0,1 A             | Pinzas de corriente 30 A   |
| Ángulo de cierre  | 0 - 100 %<br>0 - 360 °      | 0,1 %<br>0,1 °    | Cable de conexión primario (UNI 2)   |
| Tiempo de cierre  | 0 - 50 ms<br>50 ms - 100 ms | 0,01 ms<br>0,1 ms | Transmisor secundario de valores de medición<br>Pinzas de corriente 30 A         |
| Presión (aire)  | -800 hPa - 1500 hPa         | 1 mbar            | Sensor presión aire  |
| Relación de impulsos                                    | 0 - 100 %                   | 0,1 %             | Cable de medición Multi CH1 / CH2  |
| Tiempo de inyección                                     | 0-25 ms                     | 0,01 ms           | Cable de medición Multi CH1 / CH2  |
| Tiempo de precalentamiento                              | 0 - 20 ms                   | 0,01 ms           | Cable de medición Multi CH1/CH2  |

Tabla 5. Funciones de medición - Comprobación del motor

| Funciones de medición  | Rangos de medición   | Resolución  | Sensores                           |
|--|--|---|------------------------------------|
| No. revoluc.   | como en comprobación del motor   |   |                                    |
| Batería U  | 0 - 60 V DC  | 72 mV   | Cable de conexión B+/B-            |
| Bo. U 15   | 0- 60 V DC <sup>1)</sup>   | 72 mV   | Cable de conexión primario (UNI 2) |
| U-CC mín./máx..  | $\pm 200$ mV - $\pm 20$ V<br>$\pm 200$ mV - $\pm 200$ V <sup>1)</sup>          | 0,001 V 0,01 V  | Cable de medición Multi CH1 / CH2  |
| 1-1000 A   | $\pm 1000$ A   | 0,1 A   | Pinzas de corriente 1000 A         |
| 1-30 A   | $\pm 30$ A   | 0,01 A  | Pinzas de corriente 30 A           |
| Resistencia (R-Multi 1)  | 0 - 1000<br>1 $\mu\Omega$ - 10 $\mu\Omega$<br>10 $\mu\Omega$ – 999 $\mu\Omega$ | 0,001 $\mu\Omega$<br>0,1 $\mu\Omega$<br>100 $\mu\Omega$ | Cable de medición Multi CH1        |
| Presión P-aire   | -800 hPa - 1500 hPa  | 2,5 hPa   | Sensor presión aire                |
| Presión P-líquido  | 0 - 1000 kPa   | 0,25 kPa  |                                    |
| Temperatura del aceite   | -20 °C - 150 °C  | 0,2 °C  | Sensor de temperatura del aceite   |
| Temperatura del aire   | -20 °C - 100 °C  | 0,1 °C  | Sensor de temperatura del aire     |
| Comprobación de los diodos<br>• Tensión de prueba<br>• Corriente de prueba | max. 4,5 V<br>max. 2 mA  |   |                                    |
| Prueba de continuidad  | 0 - 10 Ohm   |   |                                    |

Tabla 6. Funciones de medición - Multímetro



| Designación   | Número de referencia   | Categoría de medición   | Tensión de medición máxima                  | Sensibilidad de salida del cable de medición    | Tensión de salida máxima del cable de medición |
|---|--|-------------------------|---|---|--|
| Cable de conexión B+/B-   | 1 684 460 286  | CAT 0                   | 60 V DC/30 V                                | -   | 60 V   |
| Pinza de disparo  | 1 687 225 018  | CAT 0                   | 30 kV ACpeak                                | 2)  | 5V   |
| Cable de conexión primario (UNI 2)  | 1 684 461 185  | CAT 0                   | 32 V DC/30 V AC/ 320 V                      | 3)  | 320 V  |
| Cable múltiple de medición CH1<br>Cable múltiple de medición CH2                          | 1 684 460 288<br>1 684 460 289   | CAT 0                   | 60 V DC/30 V AC/ 42 V ACpeak                | 3)  | 60 V   |
| Cable de medición con divisor de tensión  | 1 687 224 301  | CAT 0                   | 60 V DC/30 V AC/ 300 V /                    | 25 V/V  | 20V  |
| Juego de accesorios con: puntas de comprobación<br>pinzas de derivación enchufe adaptador | 1 687 016 118<br>1684485434/...435<br>1684480403/...404<br>1 684 480 125 | CAT 3<br>CAT 2<br>CAT 2 | 1000 V DC/AC<br>1000 V DC/AC<br>600 V DC/AC | -<br>-<br>-                                     | 30 V<br>300 V<br>30 V                          |
| Pinzas de corriente 1000 A  | 1 687 225 019  | CAT 0                   | 300 V DC/AC                                 | 100 mV/A  | 5V   |
| Pinzas de corriente 30 A  | 1 687 225 020  | CAT 0                   | 300 V DC/AC                                 | 4 mV/A  | 5V   |
| Juego de accesorios con puntas de comprobación, bornes de comprobación                    | 1 684 485 362  | CAT 0                   | 30 V DC/ACpeak                              | -   | 60 V   |
| Transmisor de valores secundarios   | 1 687 225 017  | CAT 0                   | 30 kV ACpeak                                | 20 mV/kV <sup>1)</sup>                          | 1 V  |
| Sensor de temperatura de turismos   | 1 687 230 068  | CAT 0                   | 5 V   | Resistencia:<br>1005 C1 a 25 °C<br>1530 A 90 °C | 5 V  |

Tabla 7. Especificación de los cables de medición

Valores de medición secundarios

2) 1,6 V<sub>peak</sub> ±30% con una modificación de corriente de 100 mA dentro de 200 ns y conexión a la entrada de la pinza de activación (L/C aprox. 136 pH/5 nF)

3) Con tensiones >60 V se aplica  $U[V] \times t[ms] \times 3200 V \cdot ps$ , p. ej. una tensión de 200 V puede estar aplicada 16 ps como máximo. La tensión máxima se reduce en frecuencias >1 MHz con 20 dB/década, p. ej. seno 1 MHz Peak máximo = 200 V/seno 10 MHz Peak máximo= 20 V

### 5.5 Datos técnicos referenciales del multímetro.

| Característica                        | Valor/rango                                 |
|---------------------------------------|---|
| Dimensiones<br>(ancho x alto x fondo) | 200 x 280 x 110 mm<br>7.9 x 11.0 x 4.3 inch |
| Peso (sin accesorios)                 | 1,5 kg<br>3.3 lb                            |

Tabla 8. Especificación de Medidas y peso

| Característica         | Valor/rango |
|------------------------|-------------|
| Tensión nominal U(V)   | 19 CC       |
| Potencia nominal P(W)v | 60          |
| Tipo de protección     | IP 30       |

Tabla 9. Especificación de Datos de rendimiento

### Especificación de Temperatura, humedad del aire y presión del aire

| Característica          | Valor/rango                    |
|-------------------------|--------------------------------|
| Almacenaje y transporte | 5 °C - 40 °C<br>41 °F - 104 °F |
| Función                 | 5 °C - 40 °C<br>41 °F - 104 °F |
| Exactitud de medición   | 10 °C - 35 °C<br>50 °F - 95 °F |

|                                    |          |
|------------------------------------|----------|
| Temperatura de carga de la batería | 0 - 45°C |
|------------------------------------|----------|

Tabla 10. *Temperatura ambiente*

| Característica          | Valor/rango |
|-------------------------|-------------|
| Almacenaje y transporte | 30 % - 60 % |
| Función                 | 20 % - 80 % |
| Exactitud de medición   | 30 % - 60 % |

Tabla 11. *Especificación de Humilde del aire*

| Característica           | Valor/rango        |
|--------------------------|--------------------|
| Almacenaje y transporte  | 700 hPa - 1060 hPa |
| Función (a 25 °C y 24 h) | 700 hPa - 1060 hPa |
| Exactitud de medición    | 700 hPa - 1060 hPa |

Tabla 12. *Especificación de Presión del aire*

*Emisión de ruidos <70 dB(A)*

| Característica          | Valor/rango     |
|-------------------------|-----------------|
| Frecuencia              | 50 Hz - 60 Hz   |
| Tensión de entrada (CA) | 100 V~ - 240 V~ |
| Corriente de entrada    | 1,5 A           |
| Tensión de salida (CC)  | 19 V            |
| Corriente de salida     | 3,7 A           |

Tabla 13. *Especificación de Fuente de Alimentación*

| Característica  | Valor/rango |
|---|-------------|
| Duración de la batería  | < 4 h       |
| Tiempo de carga para capacidad de batería > 70% (en caso de batería descargada y FSA 500 apagado; el tiempo de carga se alarga en el caso de realizar mediciones de forma paralela) | < 1 h       |

Tabla 14. *Especificación de Medidas y peso*

|  |                       |
|--|-----------------------|
| <b>Radiocomunicación Class 1 (100 mW)</b>                        | <b>Alcance mínimo</b> |
| Entorno del taller en un campo libre                             | 30 m                  |
| En caso de mediciones en el compartimento del motor del vehículo | 10 m                  |
| <b>Radiocomunicación Class 2 (10 mW)</b>                         | <b>Alcance mínimo</b> |
| Entorno del taller en un campo libre                             | 3 m                   |
| En caso de mediciones en el compartimento del motor del vehículo | 1 m                   |

Tabla 15. Especificación de Bluetooth Class 1 y 2

| <b>Función</b>  | <b>Especificación</b>   |
|---|---|
| Amplitud  | - 10 V - 12 V<br>(Carga < 10 mA) contra masa  |
| Formas de señal   | CC, seno, triángulo, rectángulo   |
| Rango de frecuencias  | 1 Hz - 1 kHz  |
| Corriente máx.. de salida                                   | 75 mA   |
| Impedancia  | aprox. 60 Ohm   |
| Simetría  | 10 % - 90 %<br>(triángulo, rectángulo)  |
| Generación de curvas  | Tasa de salida hasta 100000 valores/s, Resolución 8 bit.<br>Área completa Y ajustable (bit),<br>servicio unipolar / bipolar |
| A prueba de cortocircuitos contra corriente ajena, estática | < 50 V  |
| A prueba de cortocircuitos contra corriente ajena, dinámica | < 500 V / 1 ms  |

Tabla 16. Especificación de Generador de señales

Adicional:

- Filtros y elementos de atenuación activados automáticamente para mejorar la calidad de las señales.

- Desconexión automática en caso de cortocircuito, detección de tensión ajena al arrancar el generador de señales.

## **CAPÍTULO VI**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **6.1. Conclusiones**

1. Desde la perspectiva del diagnóstico y los procesos vinculados con el FSA 500, se concluye que para poder diagnosticar una posible avería en el sistema de inyección de gasolina de un vehículo como el Toyota Prius, es ineluctable comprender el funcionamiento de una ECU, así como también su estructura interna, sus etapas de procesamiento de datos, sus posibles fallas y averías, sus sistemas de abordó, sus sensores y sus actuadores.
2. Desde el punto de vista del estado de arte, hay que recalcar, que, según los índices de propulsión eléctrica, y los hechos efectuados anteriormente, en referencia se toman como punto de partida la construcción de un vehículo híbrido, debido a que es un mercado bastante amplio.
3. Por medio de la interpretación de resultados obtenidos con el osciloscopio FSA-500, la operación del Módulo de prueba FSA-500 permitió comprender: cuáles pueden ser sus componentes; las medidas necesarias para su diagnóstico, la cual dependerá de los requerimientos de los usuarios; sus señales de entrada y de salida; y, la interface / interacción del programa. El Módulo de Prueba FSA-500 permite realizar diferentes pruebas de funcionamiento de las ECUS, lo que facilitará a los usuarios poner en práctica los conocimientos teóricos adquiridos, así como desarrollar nuevas destrezas.
4. Con la elaboración de manual de uso y mantenimiento se concluye que este servirá para diferentes estudios, asimismo, se contará con los datos técnicos relacionados con los equipos FSA 500, el cual es el equipo que se encargará de la realización de pruebas para el vehículo Toyota Prius u otros de la

categoría híbrido, desde los sensores, actuadores, hasta cada componente que tenga alguna relación de índole eléctrico y/o electrónico.

## **6.2. Recomendaciones**

1. Para efectuar las diferentes pruebas de funcionamiento de las ECUS, es necesario conocer previamente lo concerniente a la Electrónica y saber interpretar los diagramas electrónicos automotrices; así como también, comprender la estructura de la ECU y sus procedimientos de verificación.
2. Si el caso es que se minimicen y eviten todo lo relacionado a las intermitencias durante la comprobación, se recomienda utilizar - en lo posible- el conector original; de no tenerlo, se sugiere usar conectores adecuados al tamaño de los pines de la ECU.
3. Se recomienda usar manecillas anti estáticas para evitar daños en los circuitos y micro controladores, cuando se vaya a sustituir uno de estos componentes por encontrarse dañados.
4. Se sugiere la aplicación de más pruebas en diferentes tiempos para establecer patrones comparativos sobre las tendencias efectuadas sobre el FSA 500, con respecto a los vehículos Toyota Prius.

## **REFERENCIAS**

- Andrés Jacinto, U. G. (2008). Manual práctico de diagnóstico y corrección de fallas referentes al sistema de inyección electrónica en los vehículos de la línea toyota. Quito: QUITO/ EPN/ 2008.
- Arias, F. (2008). El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica. Caracas: Editorial Texto, C.A.
- Best, J. (2008). Cómo investigar en educación. Madrid: Ediciones Morata.
- Belló, M. Á. (2011). Sistemas auxiliares del motor. Madrid: Paraninfo.
- Bosch. (06 de Agosto de 2008). Sistemas de inyección electrónica. Sistemas

de inyección electrónica. Brasilia, Distrito Federal, Brasil: Bosch.

- Bosch. (2008). Manual de técnica del automóvil. Buer&Parnet: Alemania.
- Bosch. (2009). Manual de la técnica del automovil. Barcelona: Reverte S.A.
- Catálogo Bosch. (2013). Recuperado el 2014, de [http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF\\_es/Inyecci%C3%B3n/Sistemas\\_de\\_Inyecci%C3%B3n.pdf](http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF_es/Inyecci%C3%B3n/Sistemas_de_Inyecci%C3%B3n.pdf):
- CESVI. (21 de Noviembre de 2015). Autocrash. Recuperado el 03 de Julio de 2018, de Principales actuadores en el vehículo y sus posibles fallos: <http://www.revistaautocrash.com/electromecanica-principales-actuadores-en-el-vehiculo-y-sus-posibles-fallos/>
- Comercio, E. (2011). El nuevo octanaje de la gasolina en el ecuador. Recuperado el 04 de Julio de 2018, de <https://especiales.elcomercio.com/2012/04/gasolina/>
- Crouse, W. (2008). Mecanica del Automovil. Barcelona: McGraw-Hill .
- De Castro Vicente, M. (2008). Inyeccion y encendido. Barcelona: CEAC.
- Del Castillo, Á. (2008). 18 Axiomas Fundamentales de la Investigación de Mercados. La Coruña: Netbiblo.
- Diccionario de la Real Academia Española . (01 de 01 de 2014). Real Academia Española. Recuperado el 03 de 02 de 2014, de <http://lema.rae.es/drae/?val=CARBURADOR>
- Fracica, G. (1988). Modelo de simulación en muestreo. Bogotá: Universidad de la Sabana.
- Grupo Bosch. (2000). Manual práctico del automóvil - reparación, mantenimiento y prácticas. Madrid: Grupo cultural.
- Google Maps. (01 de Noviembre de 2013). Google Maps. Obtenido de Ciudad de Guayaquil.
- MAP. (2014). Motorist Assurance Program. Recuperado el 04 de Julio de 2018, de Check engine light: <http://motorist.org/articles/check-engine-light>
- RAE. (2017). Diccionario de la real academia española. Recuperado el 03 de Julio de 2018, de <http://dle.rae.es/?id=XaY03jU>
- Rodríguez, J. (2013). Recuperado el 21 de Febrero de 2014, de [http://www.ehowenespanol.com/historia-del-carburador-hechos\\_103090/](http://www.ehowenespanol.com/historia-del-carburador-hechos_103090/):
- Sanchez, E. (2013). Sistemas auxiliares del motor. Madrid: Macmillan.

- Srinivasan, S. (2008). Automotive Mechanics . New Dheli: Tata McGraw-Hill Education