



**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

TEMA:

**COMPROBACIÓN DE LAS SEÑALES EMITIDAS POR LOS
INYECTORES EN DETERMINADOS REGÍMENES DEL MOTOR
UTILIZANDO EL OSCILOSCOPIO EN UN VEHÍCULO
CHEVROLET SAIL 1.4L**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

AUTOR:

JONATHAN RICARDO JIMÉNEZ VÁSQUEZ

GUAYAQUIL, NOVIEMBRE 2016

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ

CERTIFICADO

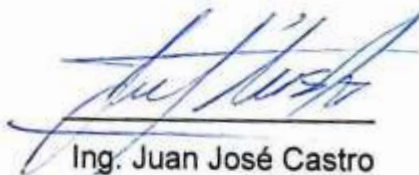
Ing. Juan José Castro

CERTIFICA:

Que el trabajo titulado **“COMPROBACIÓN DE LAS SEÑALES EMITIDAS POR LOS INYECTORES EN DETERMINADOS REGÍMENES DEL MOTOR UTILIZANDO EL OSCILOSCOPIO EN UN VEHÍCULO CHEVROLET SAIL 1.4L”** realizado por el estudiante: **Jonathan Ricardo Jiménez Vásquez**, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple 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 de Acrobat. Autoriza al señor: Jonathan Ricardo Jiménez Vásquez, que lo entregue a biblioteca de la Facultad, en su calidad de custodia de recursos y materiales bibliográficos.

Guayaquil, Noviembre del 2016



Ing. Juan José Castro
DIRECTOR DE PROYECTO

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Jonathan Ricardo Jiménez Vásquez,

DECLARO QUE:

La investigación de cátedra denominada: **“COMPROBACIÓN DE LAS SEÑALES EMITIDAS POR LOS INYECTORES EN DETERMINADOS REGÍMENES DEL MOTOR UTILIZANDO EL OSCILOSCOPIO EN UN VEHÍCULO CHEVROLET SAIL 1.4L”** ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría, apoyado 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 en Mecánica Automotriz.

Guayaquil, Noviembre del 2016


Jonathan Ricardo Jiménez Vásquez
C.I.: 0918184052

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN

Yo, Jonathan Ricardo Jiménez Vásquez,

Autorizo a la Universidad Internacional del Ecuador, la publicación en la biblioteca virtual de la Institución, de la investigación de cátedra: **“COMPROBACIÓN DE LAS SEÑALES EMITIDAS POR LOS INYECTORES EN DETERMINADOS REGÍMENES DEL MOTOR UTILIZANDO EL OSCILOSCOPIO EN UN VEHÍCULO CHEVROLET SAIL 1.4L”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Guayaquil, Noviembre del 2016


Jonathan Ricardo Jiménez Vásquez
C.I.: 0918184052

AGRADECIMIENTO

Un eterno agradecimiento a la Universidad Internacional del Ecuador, Facultad de Ingeniería Automotriz, por darme la oportunidad de forjarme como estudiante de esta hermosa carrera y a la vez pulir mis conocimientos para alcanzar el objetivo de ser un profesional y poder servir en esta sociedad.

Agradezco además, a cada una de las personas que componen la Universidad Internacional del Ecuador, Facultad de Ingeniería Automotriz, por brindarme su amistad, respeto y confianza en estos años de formación académica. Al Ing. Edwin Puente Director de la Facultad de Ingeniería Automotriz UIDE Guayaquil, mis más sinceros agradecimientos por sus consejos y apoyo a lo largo de mi carrera. Al Ing. Juan Castro Docente de la Facultad de Ingeniería Automotriz UIDE Guayaquil, mi agradecimiento por haber sido guía y consejero en la realización de este trabajo de titulación.

Finalmente, agradecer a todas y cada una de las personas que de una u otra manera me alentaron a no renunciar a este sueño, y que hoy lo puedo hacer realidad.

DEDICATORIA

En primer lugar, a Dios nuestro creador, por darme la vida y a su vez la dicha de llegar hasta donde estoy y realizarme como profesional. Nos demuestra que no estamos solos, y que siempre podemos contar con Él para cuando lo necesitemos.

A mis padres, Milton y Cecilia, quienes siempre han estado allí para cuando los he necesitado, y quienes han sido mis pilares sobre los cuales me sostuve cuando creía que me era imposible lograr este sueño. No alcanzan las palabras para expresarles lo orgulloso que me siento de tenerlos como mis padres. Fueron, son y serán por siempre mis ejemplos a seguir. Ustedes llevan la mayor parte de créditos de esto que estoy realizando hoy. Los AMO.

A mi compañera de vida y esposa, Margarita, por tener ese aguante y comprensión para entender el sacrificio que me tomaría llevar a cabo este sueño. A mis hijos, Matías y Ana Paula, ustedes le dieron un nuevo sentido a mi vida y son el propósito por el cual he luchado por culminar mi carrera y darles a ustedes un mejor futuro. Los AMO con todo mi ser.

Y a mis hermanos, Hugo y Kathiuska, por demostrarme que cuando uno se plantea un objetivo, lo puede cumplir. Ustedes con sus profesiones, me enorgullecen. Y yo no me podía quedar atrás.

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO	ii
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xi
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT	xiv
CAPÍTULO I ANTECEDENTES	1
1.1. Planteamiento del problema	1
1.2. Formulación del problema	1
1.3. Sistematización del problema	1
1.4. Objetivos de la investigación	2
1.4.1. Objetivo general.....	2
1.4.2. Objetivos específicos.....	2

1.5. Justificación y delimitación de la investigación	2
1.5.1. Justificación teórica.....	2
1.5.2. Justificación metodológica.....	3
1.5.3. Justificación práctica.....	3
1.5.4. Delimitación temporal.....	3
1.5.5. Delimitación geográfica.....	3
1.5.6. Delimitación del contenido.....	4
1.6. Hipótesis	4
CAPÍTULO II MARCO DE REFERENCIA	5
2.1. Diferencias entre Carburador e Inyección	5
2.1.1. Ventajas de la Inyección por sobre la Carburación	6
2.2. Inyectores	8
2.2.1. Clasificación de los inyectores	10
2.2.1.1. Clasificación de los inyectores por su impedancia	10
2.2.1.2. Clasificación de los inyectores por su forma de pulverización	11
2.2.1.3. Clasificación de los inyectores por el tipo de conector eléctrico	13
2.2.1.4. Clasificación de los inyectores por el tipo de alimentación de combustible	14
2.3. Curva característica del inyector	15
2.4. Señal al transistor de potencia que gobierna al inyector	17

2.5. El osciloscopio	18
2.5.1. Medida de voltaje.....	21
2.5.2. Medida de tiempo	22
2.5.3. Duración típica de los períodos del inyector.....	23
CAPÍTULO III COMPROBACIONES Y OBTENCIÓN DE DATOS	23
3.1. Comprobaciones de las señales emitidas por los inyectores	23
3.2. Obtención de datos de las señales emitidas por los inyectores	26
3.3. Tabla de resultados obtenidos	30
CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE RESULTADOS	32
4.1. Análisis de comprobaciones	32
4.2. Análisis de datos obtenidos	41
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	42
5.1. Conclusiones	42
5.2. Recomendaciones.....	43
BIBLIOGRAFÍA.....	44
ANEXOS	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Períodos del inyector	23
Tabla 2. Ficha técnica de vehículo Chevrolet Sail 1.4L	24
Tabla 3. Datos obtenidos en las comprobaciones	31
Tabla 4. Datos de la señal del inyector en ralentí	34
Tabla 5. Datos de la señal del inyector a 1500 rpm	36
Tabla 6. Datos de la señal del inyector a 2500 rpm	38
Tabla 7. Datos de la señal del inyector a 4000 rpm	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica de la Universidad Internacional Extensión Guayaquil	4
Figura 2. Carburación vs Inyección.....	6
Figura 3. Inyector.....	9
Figura 4. Inyector con pico tipo disco.....	12
Figura 5. inyector con pico tipo bolilla	12
Figura 6. Inyector con pico tipo perno	13
Figura 7. Conector de sistema L-Jetronic	13
Figura 8. Conector de sistema D-Jetronic.....	14
Figura 9. Inyectores Top-feed y Bottom-feed	15
Figura 10. Curva característica del inyector	16
Figura 11. Señal al transistor de potencia que gobierna al inyector	18
Figura 12. Gráfica Voltaje vs Tiempo	19
Figura 13. Señal de mando sobre un inyector a dos escalas de tiempo diferente	22
Figura 14. Diagrama de conexión del osciloscopio a los inyectores.....	24
Figura 15. Conexión del terminal positivo del osciloscopio al inyector	26
Figura 16. Conexión del terminal negativo del osciloscopio a tierra	26
Figura 17. Señal del inyector en ralentí.....	27
Figura 18. Señal del inyector a 1500 rpm	28
Figura 19. Señal del inyector a 2500 rpm	28

Figura 20. Señal del inyector a 4000 rpm	30
Figura 21. Análisis de la señal del inyector en ralentí	33
Figura 22. Análisis de la señal del inyector a 1500 rpm	35
Figura 23. Análisis de la señal del inyector a 2500 rpm	37
Figura 24. Análisis de la señal del inyector a 4000 rpm	39

RESUMEN

La comprobación de las señales que emiten los inyectores a diferentes regímenes del motor utilizando el osciloscopio tiene el propósito de instruir tanto la teoría como la práctica del estudio de estos elementos que son utilizados en los sistemas de inyección de combustible y el análisis de las gráficas que se obtienen mediante la utilización de un equipo de comprobación electrónico, en este caso el osciloscopio, a los estudiantes de la Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz UIDE Guayaquil, para brindarles herramientas de aprendizaje que les sirvan de apoyo durante el curso de su carrera.

En el Capítulo 1 de este documento encontrará información referente a planteamiento, formulación, sistematización, objetivos, justificación e hipótesis del proyecto.

El Capítulo 2 da a conocer el marco teórico en el cual, de manera general se proporciona una explicación de los inyectores, su funcionamiento y clasificación. Así también se muestra la curva característica del inyector de gasolina.

En el Capítulo 3 se detallan las comprobaciones que se realizan para obtener las señales que emiten los inyectores además de los equipos e insumos que se utilizan para la realización de estas pruebas.

Los Capítulos 4 y 5 se refieren a los análisis de los datos obtenidos en las comprobaciones. Y a las conclusiones y recomendaciones que se generen a raíz de los resultados de las pruebas.

ABSTRACT

Checking the signals from the injectors at different engine speeds using the oscilloscope is designed to teach both the theory and practice of studying these elements are used in systems of fuel injection and the analysis of graphs are obtained by using electronic testing equipment, in this case the oscilloscope, students of the Faculty of Mechanical Engineering Automotive UIDE Guayaquil, to provide them with learning tools that serve them as support during the course of their career.

In Chapter 1 of this document you will find information concerning approach, formulation, systematization, objectives, rationale and assumptions of the project.

Chapter 2 discloses the theoretical framework in which, a general explanation of the injectors, operation and classification of themselves is provided. Also, the characteristic curve of the injector is shown.

In Chapter 3 checkings to obtain the signals of the injectors are being detailed. In addition, the equipment and inputs used for these tests are detailed too.

Chapters 4 and 5 are related to the analysis of the data obtained in the tests. And the conclusions and recommendations generated following the test results.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El problema es la necesidad de comprobar las señales que emiten los inyectores de un motor a determinados regímenes de trabajo utilizando un osciloscopio automotriz.

El desarrollo de este tipo de comprobaciones permitirá a los estudiantes de la Universidad Internacional del Ecuador extensión Guayaquil familiarizarse con los diferentes tipos de señales que emiten los inyectores de acuerdo a sus regímenes de funcionamiento. Además de poder establecer un diagnóstico del correcto desempeño de los inyectores tomando como referencia las gráficas obtenidas en dichas comprobaciones.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Es viable la comprobación de las señales emitidas por los inyectores en determinados regímenes de un motor utilizando el osciloscopio automotriz?

1.3. SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

- ¿Podemos verificar las señales emitidas por los inyectores?
- ¿Cómo se realizan las conexiones entre los inyectores y el osciloscopio?

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo general

Comprobar las señales que emiten los inyectores en determinados regímenes del motor utilizando un osciloscopio automotriz.

1.4.2. Objetivos específicos

- Comprobar las señales que emiten los inyectores.
- Realizar las conexiones adecuadas entre los inyectores y el osciloscopio.
- Obtener las gráficas de las señales que emiten los inyectores en determinados regímenes de funcionamiento del motor.

1.5. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. Justificación teórica

La base teórica del trabajo se fundamenta en la investigación acerca de los inyectores, sus componentes internos, su funcionamiento básico; y además en el concepto de qué es un osciloscopio automotriz y cuál es su aplicación.

1.5.2. Justificación metodológica

El tipo de metodología a utilizar en esta investigación será de tipo científico, investigativo, descriptivo y de campo.

1.5.3. Justificación práctica

La comprobación de las señales emitidas por los inyectores en determinados regímenes del motor utilizando un osciloscopio, ayudará a evaluar el funcionamiento de estos elementos mediante la obtención de gráficas las cuales al compararlas con otras pruebas nos podrán indicar si los inyectores están trabajando de manera correcta o se están generando fallas que afecten el normal desempeño del motor.

1.5.4. Delimitación temporal

El trabajo se desarrollará entre los meses de septiembre, octubre y noviembre del 2016, lapso que permitirá realizar la investigación, así como diseñar la propuesta.

1.5.5. Delimitación geográfica

El trabajo se desarrollará en la ciudad de Guayaquil, en la Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador, extensión Guayaquil, ubicada en las calles Tomas Martínez 520 entre General Córdova y Vicente Rocafuerte (fig. 1).



Figura 1. Ubicación geográfica de la Universidad Internacional Extensión Guayaquil

Fuente: Google Maps

1.5.6. Delimitación del contenido

La información detallada en el presente trabajo, está constituida en base a libros de inyección electrónica a gasolina y demás documentación, en donde se trate acerca de los inyectores y su funcionamiento en el motor.

1.6. HIPÓTESIS

La comprobación de las señales emitidas por los inyectores en determinados regímenes del motor utilizando el osciloscopio en un vehículo Chevrolet Sail 1.4L

CAPÍTULO II

MARCO DE REFERENCIA

2.1. DIFERENCIAS ENTRE CARBURADOR E INYECCIÓN

En los motores a gasolina, la mezcla se obtiene gracias a la utilización de un carburador o de un sistema de inyección. Hasta hace algunos años, el carburador era el medio más común de preparación de dicha mezcla, siendo este considerado un medio netamente mecánico (fig. 2).

Sin embargo, la tendencia a obtener la mezcla por medio de la inyección de combustible en el colector de admisión fue ganando terreno. Esta tendencia se da por las ventajas que significa la inyección de combustible en relación con las exigencias de potencia, consumo, comportamiento de marcha, así como de la eliminación de elementos contaminantes en los gases de escape. Las razones de estas ventajas radican en el hecho de que la inyección permite una dosificación muy precisa del combustible en función de los estados de marcha y de carga del motor; teniendo en cuenta así mismo el medio ambiente, controlando la

dosificación de tal forma que el contenido de elementos tóxicos en los gases de escape sea mínimo.

Además, asigna una electroválvula o inyector a cada cilindro para conseguir de esta manera una mejor distribución de la mezcla.

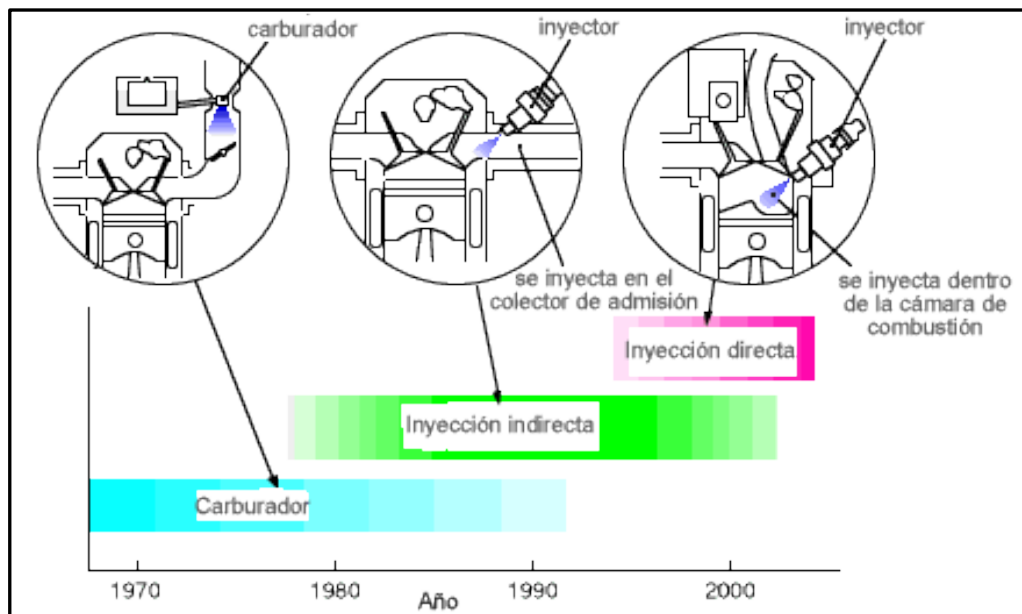


Figura 2. Carburación vs Inyección

Fuente: Sistemas de inyección electrónica

2.1.1. Ventajas de la Inyección por sobre la Carburación

La inyección presenta ventajas importantes con relación a la carburación. Siendo las más relevantes el impacto que tiene en el rendimiento del motor, y en el cuidado del medio ambiente. Se pone a consideración, cuatro características que se han considerado para explicar la diferencia entre estos dos tipos de generadores de mezcla.

- Consumo reducido
- Mayor potencia
- Gases de escape menos contaminantes
- Arranque en frío y fase de calentamiento
- **Consumo reducido:** Con la utilización de carburadores, en los colectores de admisión se producen mezclas desiguales de aire/gasolina para cada cilindro. La necesidad de formar una mezcla que tenga la capacidad de inyectar incluso al cilindro más desfavorecido obliga, en general, a dosificar una cantidad de combustible demasiado elevada. La consecuencia de esto es un excesivo consumo de combustible y una carga desigual de los cilindros. Al asignar un inyector a cada cilindro, en el momento oportuno y en cualquier estado de carga se asegura la cantidad de combustible, exactamente dosificada.
- **Mayor potencia.** El uso de los sistemas de inyección permite optimizar de mejor forma el combustible en los colectores de admisión y por consiguiente mejor llenado de los cilindros. El resultado se traduce en una mayor potencia y un aumento del par motor.
- **Gases de escape menos contaminantes.** La concentración de los elementos contaminantes en los gases de escape depende directamente de la proporción aire/gasolina. Para reducir la emisión

de contaminantes es necesario preparar una mezcla de una determinada proporción. Los sistemas de inyección permiten ajustar en todo momento la cantidad necesaria de combustible respecto a la cantidad de aire que entra en el motor.

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

2.2. INYECTORES

Los inyectores son elementos que forman parte del sistema de inyección de combustible del motor que se encargan de pulverizar de manera refinada la gasolina proveniente de la línea de presión e introducirla en el colector de admisión. Dicho en otras palabras, los inyectores son electroválvulas capaces de abrir y cerrarse millones de veces gracias a su rápida reacción a pulsos eléctricos que permiten accionarlas, sin que exista fuga de combustible alguna.

Existen dos tipos de inyección básicas que pueden realizar estos elementos: la inyección directa, la cual la realiza directamente dentro de la cámara de combustión; y la inyección indirecta, la cual se genera en una cámara auxiliar o también conocida como pre cámara.

Los inyectores de gasolina, como se puede apreciar en la figura 3, están constituidos por un cuerpo electroinyector, una aguja, un núcleo magnético, un muelle antagonista que recupera la posición de cierre de la aguja, un devanado o también llamado bobinado, una boquilla, una guía de aguja, un filtro, y las juntas tóricas.

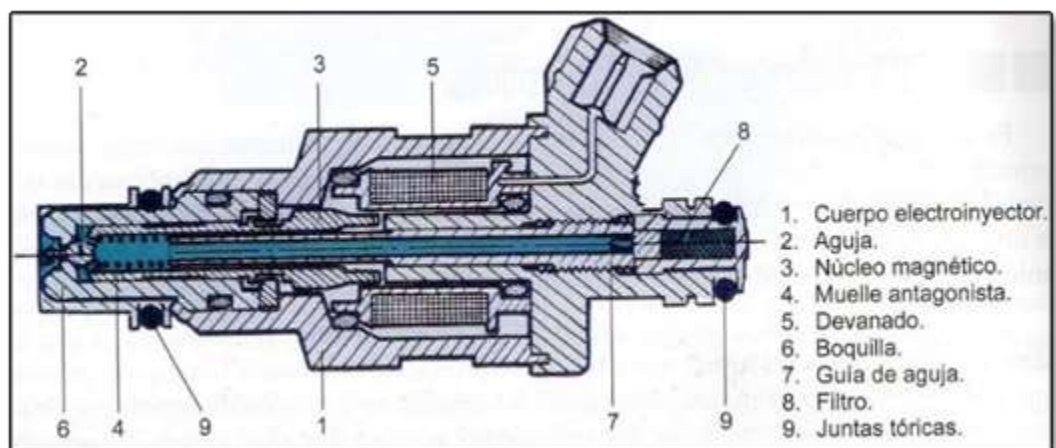


Figura 3. Inyector

Fuente: Sistemas auxiliares del motor.

La apertura de los inyectores es de tipo electromagnético. Para ello, cuentan con un solenoide o bobina, la cual al ser recorrida por la corriente,

genera un campo magnético. Al mismo tiempo se produce el desplazamiento de un núcleo quien es solidario con la aguja que sella el conducto de salida, permitiendo de esta manera la inyección a través de un orificio u orificios dispuestos en dicho conducto. Así mismo, al interrumpirse el paso de corriente hacia la bobina, un muelle antagonista se opone a la aguja con el fin de que esta recupere su posición de cierre. El recorrido que tiene esta aguja que se sitúa dentro del inyector es de 0.1mm aproximadamente, lo necesario para favorecer la salida del combustible pulverizado por los orificios del inyector.

La corriente de alimentación que encontramos para los inyectores es de 12V, mientras que el valor óhmico de su solenoide o bobina oscila entre los 12 y los 17 ohmios.

2.2.1. Clasificación de los inyectores

Los inyectores los podemos clasificar basándonos en 4 parámetros básicos:

- Por su impedancia: Alta y baja impedancia
- Por su forma de pulverización
- Por el tipo de conector eléctrico
- Por el tipo de alimentación de combustible

2.2.1.1. Clasificación de los inyectores por su impedancia

La impedancia en los inyectores viene dada por el valor en ohmios (Ω) de la resistencia eléctrica que posea el solenoide o bobina del inyector. Es así que encontramos inyectores de alta impedancia, los cuales registran valores entre 12 y 17 Ω . Este tipo de inyectores son los más comúnmente usados por los fabricantes de vehículos. Una ventaja de este tipo de inyectores es que generan menos calor en los transistores de potencia que los comandan.

Los inyectores de baja impedancia tienen valores entre los 1.5 y 3 Ω . Su principal característica es el corto tiempo de accionamiento, lo cual los hace ideales para motores con gran cilindraje puesto que mejora sustancialmente el ralentí gracias a su velocidad de respuesta.

2.2.1.2. Clasificación de los inyectores por su forma de pulverización

Existen tres formas principales de pulverización, de acuerdo al tipo de pico que posean los inyectores.

- **Inyector tipo disco:** Este tipo de inyector está constituido por un disco plano y una placa con pequeñas perforaciones (fig. 4).



Figura 4. Inyector con pico tipo disco

Fuente: Sistemas de control de emisiones.

- **Inyector tipo bolilla:** Este tipo de inyector se constituye, como su nombre lo indica, de una bolilla y un alojamiento que hace las veces de válvula y pulverizador (fig. 5).



Figura 5. Inyector con pico tipo bolilla

Fuente: Sistemas de control de emisiones.

- **Inyector tipo perno:** Este tipo de inyector consta de una aguja afilada la cual va sobre el asiento del inyector. Cuando el solenoide o bobina

del inyector se energiza, esta aguja se abre permitiendo la pulverización del combustible (fig. 6).



Figura 6. Inyector con pico tipo perno

Fuente: Sistemas de control de emisiones.

2.2.1.3. Clasificación de los inyectores por el tipo de conector eléctrico

Existen dos tipos de conectores eléctricos. Los primeros son aquellos en los que el enchufe calza por fuera del inyector, generando así un sello impermeable (fig. 7). Este tipo de conexión se mantiene hasta el presente desde el año 1974 con la aparición del sistema de inyección L-Jetronic el cual utilizaba este conector.



Figura 7. Conector de sistema L-Jetronic

Fuente: Sistemas de control de emisiones.

El segundo tipo de conectores son aquellos en los que el enchufe se inserta dentro del inyector pero con la desventaja de no proteger la conexión entre el conector del inyector y dicho enchufe (fig. 8). Hoy en día, existen algunos inyectores que utilizan este tipo de enchufe como por ejemplo los inyectores Bosch del sistema D-Jetronic, el cual tuvo su aparición entre los años de 1967 y 1973.



Figura 8. Conector de sistema D-Jetronic

Fuente: Sistemas de control de emisiones.

2.2.1.4. Clasificación de los inyectores por el tipo de alimentación de combustible

Existen dos tipos de alimentación de combustible para inyectores a gasolina: top-feed o alimentación superior de combustible los cuales son los más comúnmente utilizados a nivel automotriz, y los de alimentación lateral

de combustible o también llamados bottom-feed. Este tipo de inyector se encuentra en los sistemas de inyección monopunto (fig. 9).

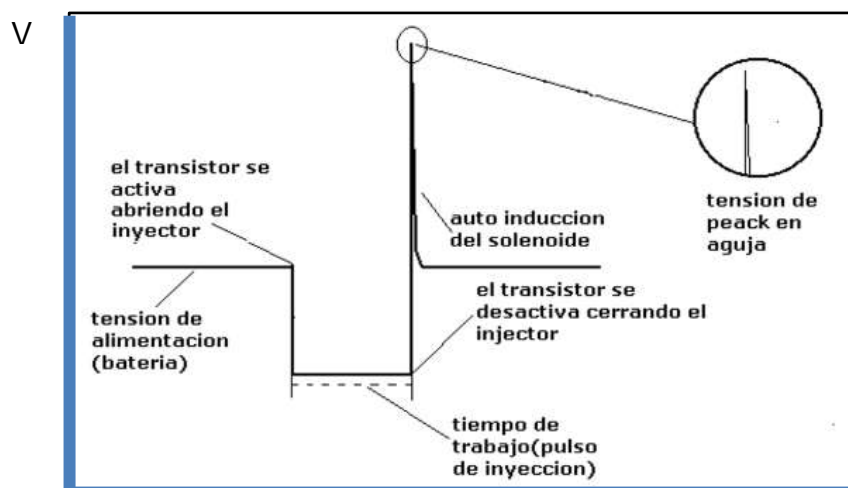


Figura 9. Inyectores Top-feed y Bottom-feed

Fuente: Manual de taller para Inyección electrónica de combustible

2.3. CURVA CARACTERÍSTICA DEL INYECTOR

La curva característica del inyector viene dada a continuación por una gráfica de voltaje vs tiempo, en donde se detalla lo que sucede en cada tramo de la misma (fig. 10)



t

Figura 10. Curva característica del inyector

Fuente: Manual de Inyección electrónica

Una tensión de alimentación proveniente de la batería es suministrada al inyector. La tensión nominal de funcionamiento generalmente es de 12V, pero hay situaciones ideales donde la tensión suele llegar a más de 13V. Este punto se lo conoce como tensión de circuito abierto, y es crítico debido a que al haber un déficit de voltaje, el inyector no consigue suficiente corriente de saturación por ende influye en el rendimiento del inyector.

Luego de esto, el transistor se activa abriendo el inyector y el sistema de control completa el circuito de tierra. La forma de onda en este punto debe ser limpia, similar al lado de un cuadrado. En casos en los que esta línea se presente distorsionada (bordes redondeados), es producto de que el transistor que gobierna el circuito del inyector dentro de la unidad de control esté débil o defectuoso. Además, es en este período que la saturación del devanado del inyector está teniendo lugar.

Nos encontramos ahora en el tiempo de trabajo o pulso de inyección. Representa el tiempo en milisegundos que el inyector está siendo energizado o abierto. En este punto, la línea que se forma debe permanecer plana. Cualquier distorsión o curvatura hacia arriba significa un problema de

tierra, un corto circuito, o un transistor débil. Al final, el transistor se desactiva cerrando el inyector y por ende, el tiempo de la inyección.

Se produce entonces, la autoinducción del solenoide o bobina del inyector. Hay una elevación de voltaje hasta llegar a un pico inductivo de 60V o más, e inmediatamente esta tensión se va disipando, generandose así el cierre definitivo del inyector y el ciclo de inyección.

2.4. SEÑAL AL TRANSISTOR DE POTENCIA QUE GOBIERNA AL INYECTOR

Hemos analizado ya la señal que genera un inyector al momento de la inyección de combustible. Pero es importante también analizar la señal que envía la unidad de control hacia el inyector. Existe un microprocesador dentro de esta unidad de control el cual genera una señal que llega a un transistor de potencia que gobierna la conexión y desconexión del inyector. Dicho transistor de tres pines funciona como un interruptor: al llegar la señal una señal eléctrica a su pin de excitación, permite la comunicación entre los dos pines restantes.

Estos dos pines están conectados, el uno a tierra y el otro a uno de los pines del inyector. Es así que al llegar la señal digital del

microprocesador al transistor, este conecta al inyector a tierra, y cuando deja de existir señal alguna, el inyector es desconectado. Todo este proceso ocurre a altas frecuencias. Además, el microprocesador maneja el tiempo de la señal mediante la modulación del ancho de pulso (PWM), técnica utilizada para modificar el ciclo de trabajo de una señal periódica (fig. 11).

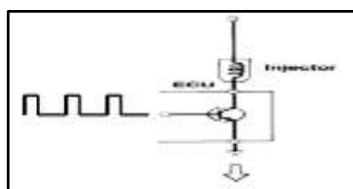


Figura 11. Señal al transistor de potencia que gobierna al inyector

Fuente: Manual de Inyección JDM.

2.5. EL OSCILOSCOPIO

El osciloscopio es un instrumento de medida que presenta en una pantalla una imagen gráfica de una señal eléctrica que se repite en el tiempo. Esa imagen se la denomina forma de onda. Puede mostrar muchas forma de onda que corresponden a un gran número de fenómenos físicos, siempre que el osciloscopio se halle provisto de la sonda adecuada o transductor (el transductor es un elemento que convierte una magnitud física en señal eléctrica) será capaz de darnos el valor de una presión, el ritmo cardiaco, la potencia de sonido, y en el campo del automóvil: señales eléctricas sobre actuadores y sensores, por ejemplo el tiempo de inyección, los oscilogramas de encendido, etc.

La imagen es trazada sobre una pantalla en la que se reproduce un eje de coordenadas y donde el eje vertical (Y) representa la tensión eléctrica mientras que el horizontal (X) representa el tiempo. Este modo de presentar la imagen y el método de medida que proporciona el osciloscopio permite determinar los valores de tiempo y tensión de una señal y puede calcularse así la frecuencia de una señal que varía (cambia) periódicamente de valor (fig. 12).

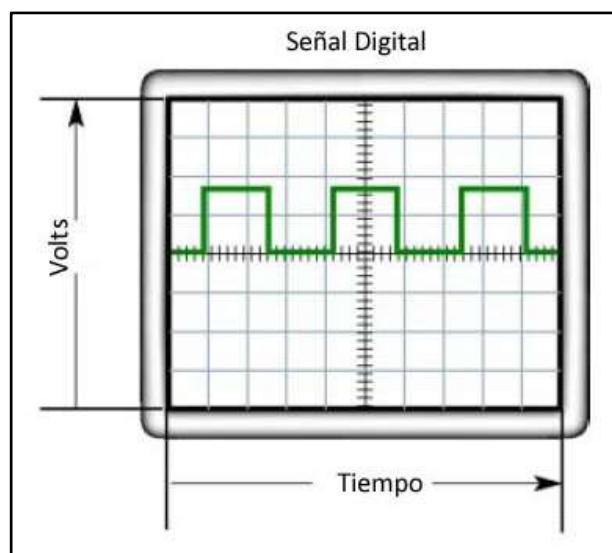


Figura 12. Gráfica Voltaje vs Tiempo

Fuente: Sistemas de encendido electrónico.

2.5.1. Tipos de osciloscopios automotrices

- Análogos: Realizan un seguimiento de la señal
- Digitales: Capturan la señal y la construyen con la imagen.

El uso del osciloscopio automotriz toma una mayor cantidad de muestras por segundo. La forma de onda (oscilograma) es trazada a partir del voltaje de la señal y el tiempo. El voltaje es medido en el eje vertical y el tiempo en el eje horizontal.

2.5.2. Ajustes del osciloscopio automotriz

Al usar un osciloscopio de tipo automotriz o digital, existen tres cosas que se deben ajustar:

- La amplitud de la señal
- La base del tiempo
- El gatillo o disparador (TRIGGER) para estabilizar una señal repetitiva.

En el mercado se encuentran diferentes tipos de osciloscopios, pero las funciones de operación van a ser iguales en todos los modelos

independientemente de las funciones adicionales que se tengan. Lo primero la gráfica de la señal en función del tiempo y del voltaje.

Como conclusión, unos de los procedimientos para realizar diagnósticos acertados en las reparaciones automotrices, es el buen uso del osciloscopio, este permite interpretar gráficamente lo que está sucediendo con el componente y también hace posible que logremos medidas a escala de tiempo pequeñas, tan pequeñas como son los diferentes tipos de señales.

2.5.3. Medida de voltaje

Para la medida de voltajes con un osciloscopio se ha de contar el número de divisiones verticales que ocupa la señal en la pantalla (eje Y). Ajustando la señal con el mando de posicionamiento horizontal podemos utilizar las subdivisiones de la rejilla para realizar una medida más precisa. Es importante que la señal ocupe el máximo espacio de la pantalla para realizar medidas fiables, para ello actuaremos sobre el conmutador del amplificador vertical. Algunos osciloscopios poseen en la pantalla un cursor que permite tomar las medidas de tensión sin contar el número de divisiones que ocupa la señal. El cursor son dos líneas horizontales para la medida de

voltajes y dos líneas verticales para la medida de tiempos que podemos desplazar individualmente por la pantalla. La medida se visualiza de forma automática en la pantalla del osciloscopio.

2.5.4. Medida de tiempo

La medida de tiempos se utiliza la escala horizontal del osciloscopio (eje X). Esto incluye la medida de periodos, anchura de impulsos y tiempo de subida y bajada de impulsos. La frecuencia es una medida indirecta y se realiza calculando la inversa del periodo. Al igual que para medida de voltajes, la medida de tiempos será más precisa si el tiempo objeto de medida ocupa la mayor parte de la pantalla, para ello actuaremos sobre el conmutador de la base de tiempos (fig. 13).

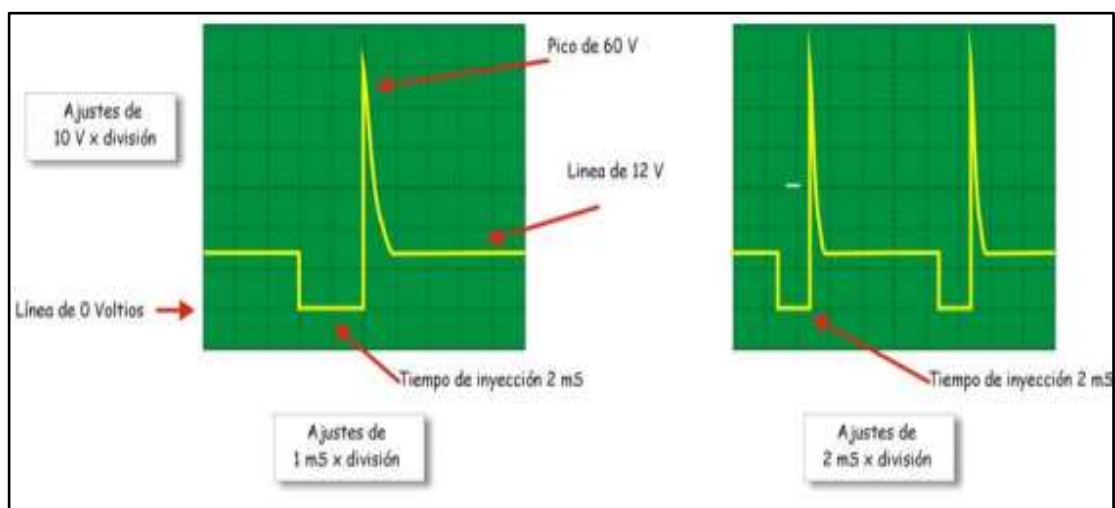


Figura 13. Señal de mando sobre un inyector a dos escalas de tiempo diferente.

Fuente: Manual de Inyección electrónica

2.5.5. Duración típica de los períodos del inyector

A continuación, se muestra una tabla donde se indica la duración promedio de los períodos del inyector, expresados en tiempo (ms).

Tabla 1. Periodos del inyector

Elaborado por: Jonathan Jiménez

Estado	Duración
Ralentí	1-6 ms
2000-3000 rpm	1-6 ms
Mariposa a plena carga	6-35 ms

CAPÍTULO III

COMPROBACIONES Y OBTENCIÓN DE DATOS

3.1. COMPROBACIONES DE LAS SEÑALES EMITIDAS POR LOS INYECTORES

Para iniciar con las comprobaciones de las señales que emiten los inyectores se debe tener en claro cómo se debe realizar la conexión del

osciloscopio a los inyectores. En la figura 14 se detallan las conexiones a realizarse en el vehículo.

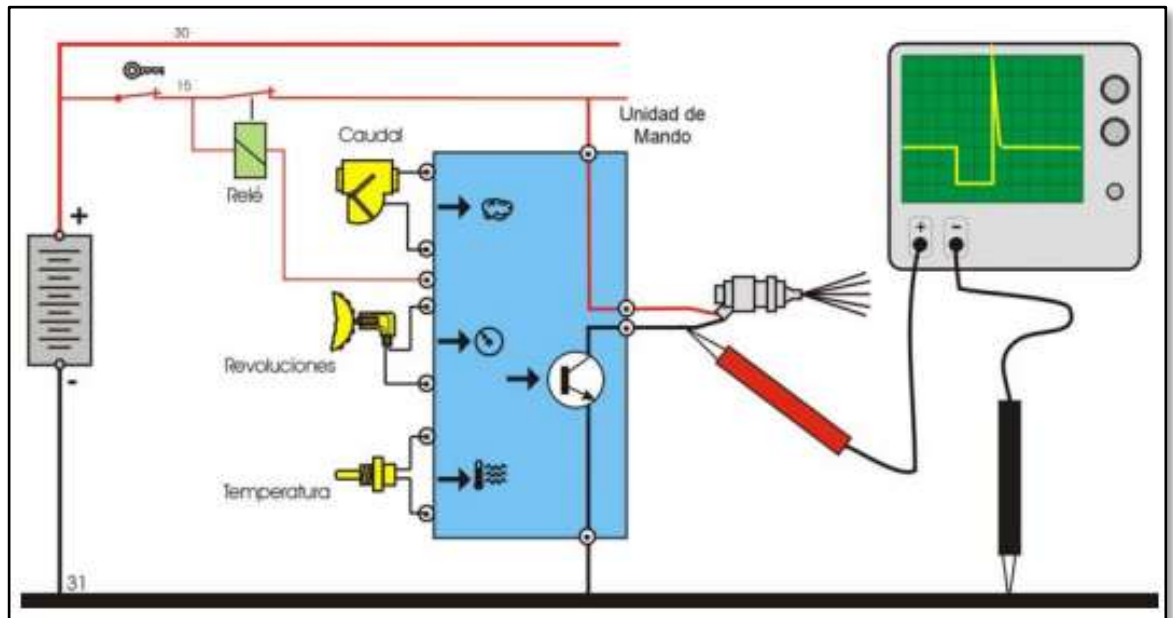


Figura 14. Diagrama de conexión del osciloscopio a los inyectores.

Fuente: Técnicas de operación del osciloscopio.

El vehículo a analizar es un Chevrolet Sail 1.4L el cual presenta las siguientes características generales, descritas en la siguiente tabla:

Tabla 2. Ficha técnica de vehículo Chevrolet Sail 1.4L

Elaborado por: Jonathan Jiménez

Motor	1.4L, DOCH
Número de cilindros	4
Número de válvulas	16

Potencia	102 HP @ 6000 rpm
Torque	131 Nm @ 4200 rpm
Tracción	Delantera

Con el motor encendido, se procede a realizar las conexiones de los terminales del osciloscopio. El terminal positivo (rojo) lo conectamos en el pin del inyector (amarillo) procedente de la unidad de control del motor (fig. 15). Y el negativo (negro) a tierra, en este caso al borne negativo de la batería (fig. 16). Luego, se comprueba en el osciloscopio si aparece alguna onda o señal en la pantalla. Hay que cerciorarse si la señal es la indicada, de lo contrario verificar la conexión en el inyector. Una vez corroboradas las conexiones, pasamos a la aceleración del vehículo para verificar si hay oscilaciones en la señal. Finalmente, se realizan las pruebas en ralentí, 1500 rpm, 2500 rpm y 4000 rpm.

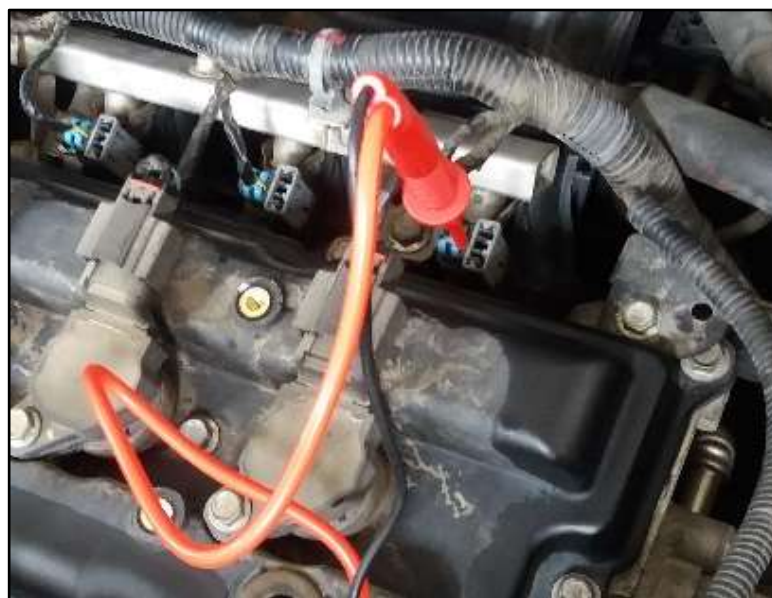


Figura 15. Conexión del terminal positivo del osciloscopio al inyector

Fuente: Jonathan Jiménez



Figura 16. Conexión del terminal negativo del osciloscopio a tierra

Fuente: Jonathan Jiménez

3.2. OBTENCIÓN DE DATOS DE LAS SEÑALES EMITIDAS POR LOS INYECTORES

Los parámetros bajo los cuales nos vamos a regir para comprobar las señales en el osciloscopio serán los siguientes: en el eje de las Y (voltaje) tendremos una escala de 10V. Y en el eje de las X (tiempo) una escala de 1ms. La primera gráfica que obtenemos es la de ralentí (fig. 17).

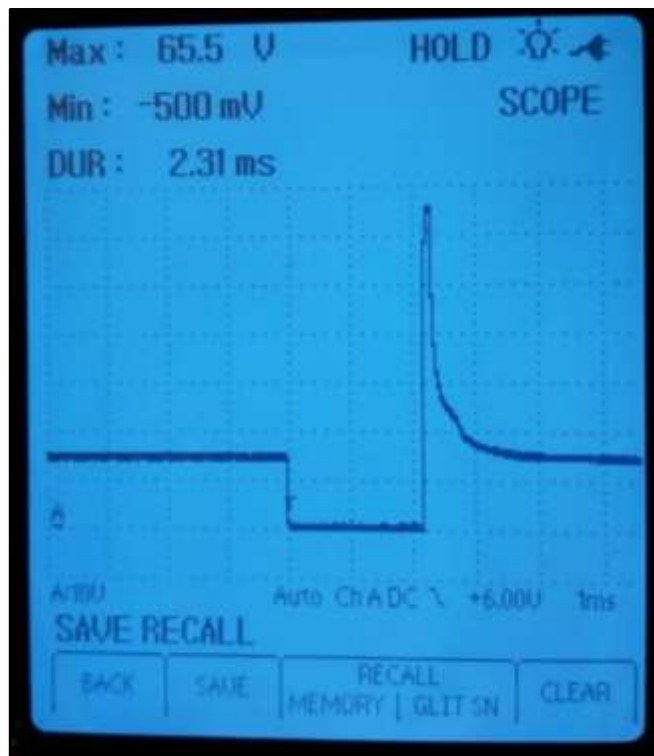


Figura 17. Señal del inyector en ralentí

Fuente: Jonathan Jiménez

La siguiente señal obtenida es a 1500 rpm (fig. 18).

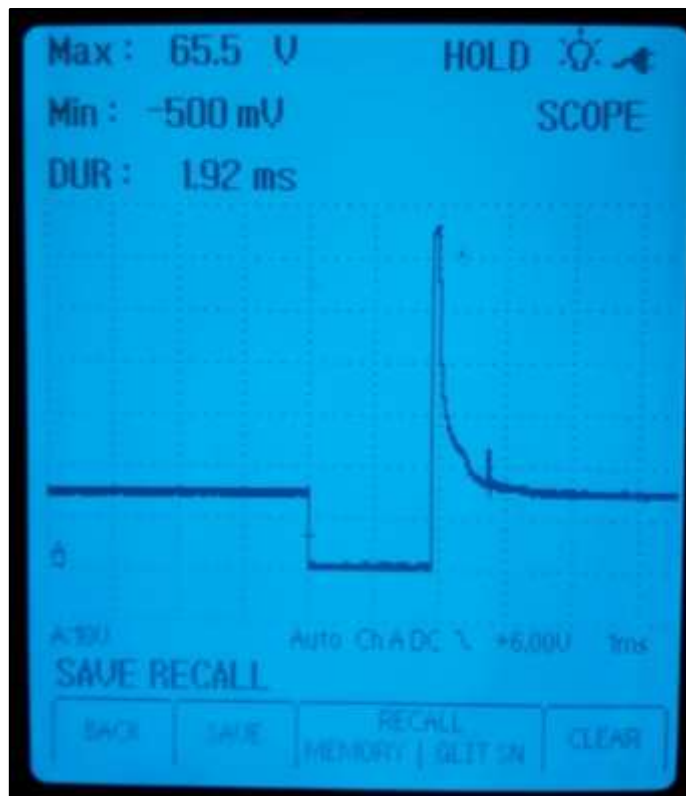


Figura 18. Señal del inyector a 1500 rpm

Fuente: Jonathan Jiménez

Continuamos con las comprobaciones. Esta vez obtendremos una señal a 2500 rpm (fig. 19).



Figura 19. Señal del inyector a 2500 rpm

Fuente: Jonathan Jiménez

Finalmente, realizamos la comprobación de la señal que emite el inyector a 4000 rpm (fig. 20)

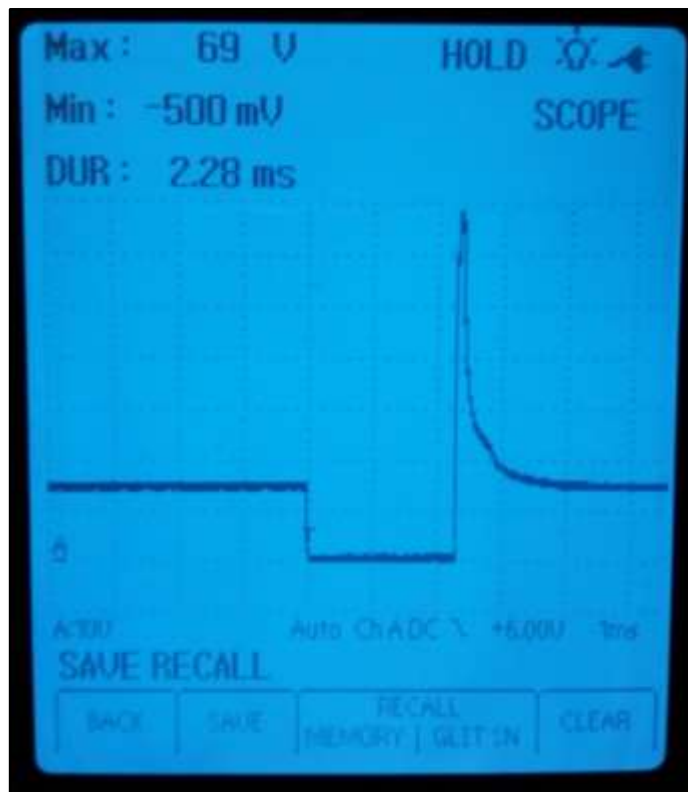


Figura 20. Señal del inyector a 4000 rpm

Fuente: Jonathan Jiménez

3.3. TABLA DE RESULTADOS OBTENIDOS

De acuerdo a los datos obtenidos en las comprobaciones realizadas al motor del vehículo Chevrolet Sail, procedemos a realizar una tabla de datos comparativos con los valores que arrojaron las gráficas (tabla 3).

Tabla 3. Datos obtenidos en las comprobaciones

Elaborado por: Jonathan Jiménez

Estado	Voltaje (V)	Tiempo (ms)
Ralentí	65.5 V	2.31 ms
1500 rpm	65.5 V	1.92 ms
2500 rpm	65.5 V	2.05 ms
4000 rpm	69 V	2.28 ms

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS DE COMPROBACIONES

Los datos obtenidos en las gráficas de los inyectores a diferentes regímenes del motor permiten analizar los valores de voltaje y tiempo bajo los cuales se produce la inyección. Se han realizado las pruebas bajo cuatro regímenes de motor específico: en estado ralentí, acelerando el motor a 1500 rpm, a 2500 rpm, y finalmente a 4000 rpm. Estas comprobaciones, además, se desarrollaron con un vehículo en buenas condiciones mecánicas, y que no presentaba mayores defectos. Se recalca esto, puesto que puede llegar a darse un caso en el cual no sea posible realizar las pruebas debido a que la muestra, en este caso el vehículo, no se encuentre en óptimas condiciones. Aquí podremos apreciar si el inyector se encuentra en correcto funcionamiento, o si existe algún inconveniente con la bobina del inyector, por ejemplo.

A continuación, se analiza la señal del inyector en estado de ralentí donde se estudia el comportamiento del mismo en cada una de las etapas que dura la señal (fig. 21).

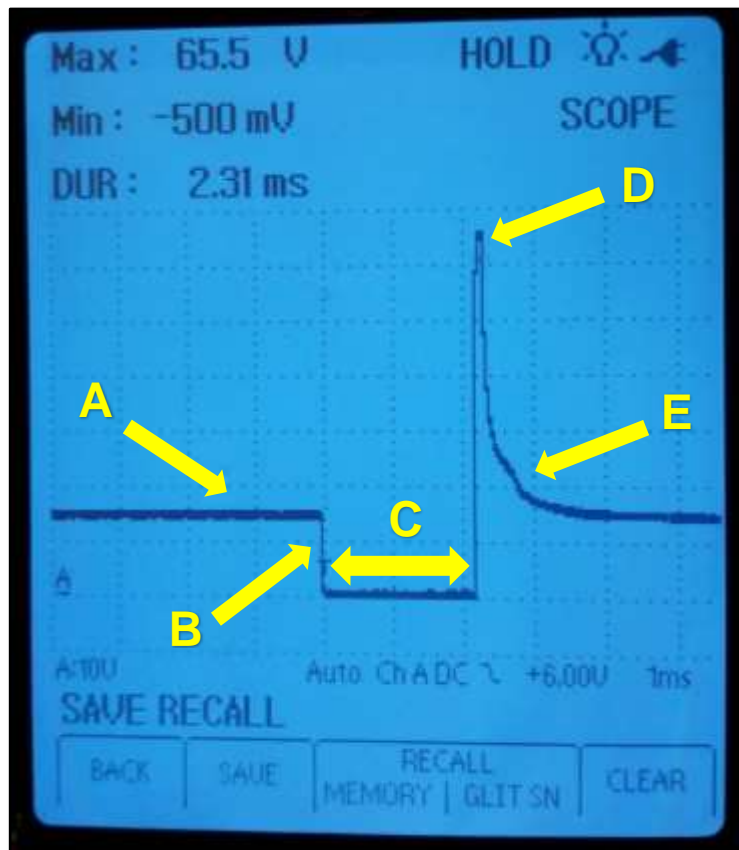


Figura 21. Análisis de la señal del inyector en ralentí

Fuente: Jonathan Jiménez

En la siguiente tabla se detallan el significado de cada una de las etapas de la señal del inyector mostradas en la figura anterior.

Tabla 4. Datos de la señal del inyector en ralentí

Elaborado por: Jonathan Jiménez

Punto	Voltaje	Descripción
A	12 V	Tensión de alimentación de batería
B	12-0 V	Caída de voltaje. Transistor se activa e inyector se abre
C	0 V	Se genera el pulso de inyección. Su tiempo de duración es de 2.31 ms
D	0-65.5 V	Transistor se desactiva e inyector se cierra. Se produce una autoinducción de la bobina del inyector generando un pico de tensión.
E	65.5-12 V	Tensión de voltaje se va disipando. Campo magnético generado por la bobina se reduce hasta cerrar completamente al inyector.

Como podemos observar, los datos obtenidos de la señal del inyector se encuentran dentro de los rangos normales de funcionamiento de un inyector. Su tiempo de inyección en estado de ralentí es de 2.31 ms y su pico de voltaje es de 65.5 V, lo cual nos indica que este inyector está en muy buenas condiciones.

Continuamos con el análisis de la señal del inyector a un régimen de funcionamiento de 1500 rpm (fig. 22).

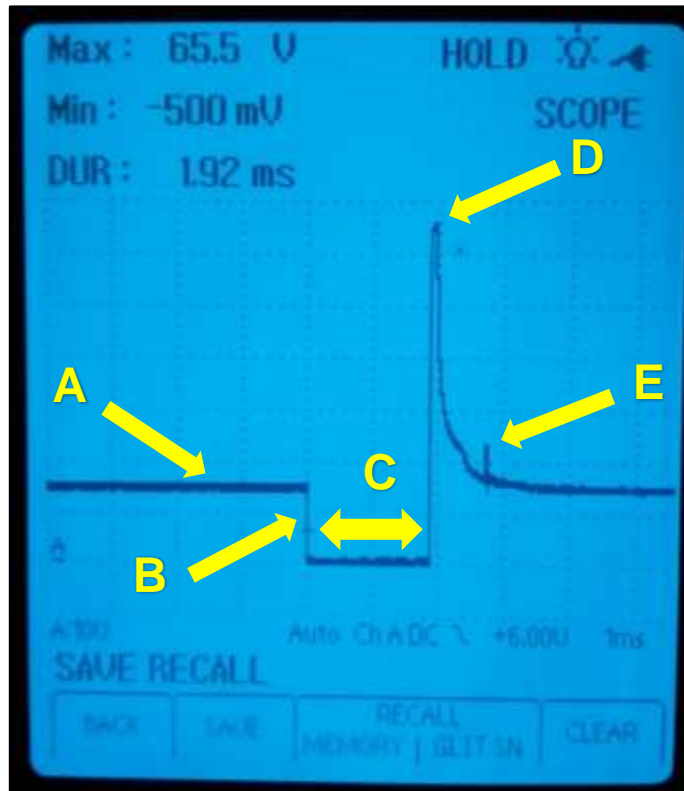


Figura 22. Análisis de la señal del inyector a 1500 rpm

Fuente: Jonathan Jiménez

Se analizan los datos de esta gráfica en la siguiente tabla:

Tabla 5. Datos de la señal del inyector a 1500 rpm

Elaborado por: Jonathan Jiménez

Punto	Voltaje	Descripción
A	12 V	Tensión de alimentación de batería
B	12-0 V	Caída de voltaje. Transistor se activa e inyector se abre
C	0 V	Se genera el pulso de inyección. Su tiempo de duración es de 1.92 ms
D	0-65.5 V	Transistor se desactiva e inyector se cierra. Se produce una autoinducción de la bobina del inyector generando un pico de tensión.
E	65.5-12 V	Tensión de voltaje se va disipando. Se aprecia una pequeña joroba producto del campo magnético de la bobina. Este fenómeno se conoce como “fluctuación de la aguja obturadora”.

La señal del inyector a un régimen de 1500 rpm, no difiere mucho de la señal anterior (estado ralenti). Si podemos apreciar que la única diferencia se suscita en el tiempo de la inyección. Este se acorta debido a que el motor gira a mayor número de revoluciones, por ende el inyector debe trabajar con mayor rapidez para generar los pulsos de inyección necesarios. Esta

condición no es constante, ya que en la siguiente gráfica vamos a observar la señal del inyector a 2500 rpm, y tendremos un tiempo de inyección otra vez mayor a 2 ms. Las gráficas en el osciloscopio fluctúan de acuerdo a la señal que emitan los inyectores, pero siempre estando dentro los rangos normales de funcionamiento (fig. 23).

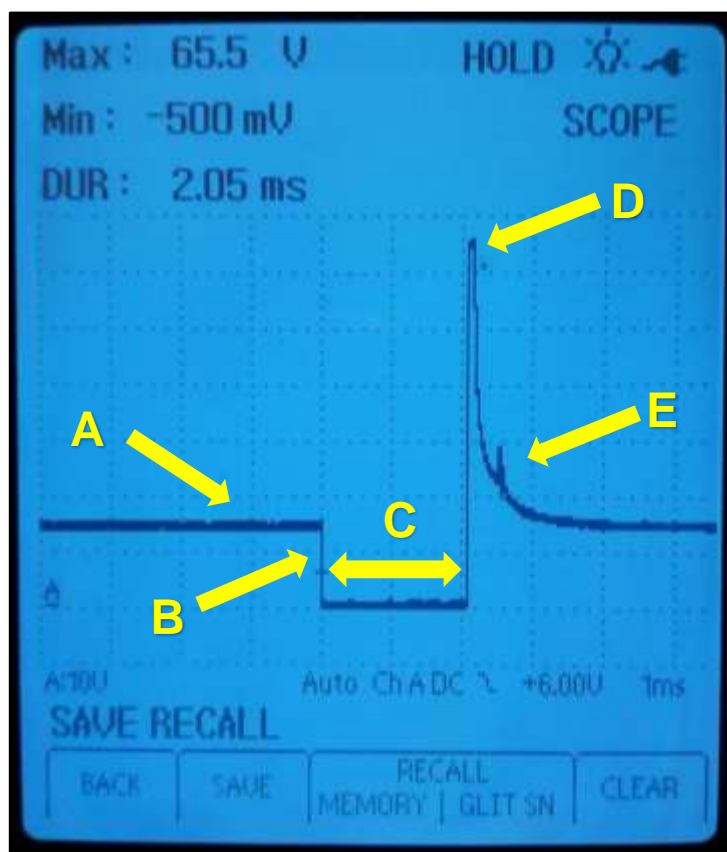


Figura 23. Análisis de la señal del inyector a 2500 rpm

Fuente: Jonathan Jiménez

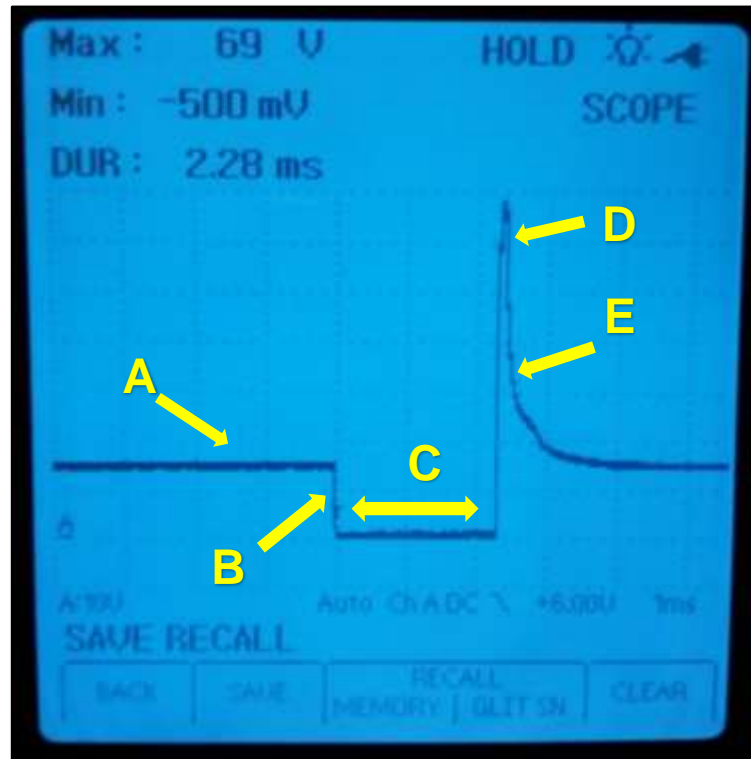
Tabla 6. Datos de la señal del inyector a 2500 rpm

Punto	Voltaje	Descripción
A	12 V	Tensión de alimentación de batería
B	12-0 V	Caída de voltaje. Transistor se activa e inyector se abre
C	0 V	Se genera el pulso de inyección. Su tiempo de duración es de 2.05 ms
D	0-65.5 V	Transistor se desactiva e inyector se cierra. Se produce una autoinducción de la bobina del inyector generando un pico de tensión.
E	65.5-12 V	Tensión de voltaje se va disipando. Se vuelve a apreciar una joroba. Este fenómeno se conoce como “fluctuación de la aguja obturadora”.

Elaborado por: Jonathan Jiménez

Finalmente, se realiza el análisis de la señal del inyector a un régimen de trabajo de 4000 rpm (fig. 24).

Figura 24. Análisis de la señal del inyector a 4000 rpm



Fuente: Jonathan Jiménez

Tabla 7. Datos de la señal del inyector a 4000 rpm

Elaborado por: Jonathan Jiménez

Punto	Voltaje	Descripción
A	12 V	Tensión de alimentación de batería
B	12-0 V	Caída de voltaje. Transistor se activa e inyector se abre
C	0 V	Se genera el pulso de inyección. Su tiempo de duración es de 2.28 ms
D	0-69 V	Transistor se desactiva e inyector se cierra. Se produce una autoinducción de la bobina del inyector generando un pico de tensión.
E	69-12 V	Tensión de voltaje se va disipando. Campo magnético generado por la bobina se reduce hasta cerrar completamente al inyector.

En esta última señal, obtenida a 4000 rpm, encontramos otra variación. El pico de voltaje es de 69 V. Esto significa que la bobina del inyector está generando una autoinducción acorde al régimen de carga del motor y no excede los rangos normales de funcionamiento establecidos para los inyectores.

4.2. ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS

El resultado de las comprobaciones a los inyectores y de sus señales permite obtener datos reales que se asemejan a los datos teóricos presentes en libros y manuales de inyección electrónica. Al analizar las gráficas obtenidas en el osciloscopio, podemos hacer una comparación de los valores y llegar a la conclusión de que los inyectores utilizados en esta prueba se encuentran dentro del rango óptimo de funcionamiento de un sistema de inyección electrónico. No existe avería alguna en dichos componentes. Y que estos datos van a servir como guía para futuras prácticas en las cuales se necesiten tener conocimiento de las señales que se generan en los inyectores cuando estos son sometidos a diferentes regímenes de trabajo del motor.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Mediante la realización de este trabajo, se lograron obtener las gráficas de las señales que emiten los inyectores a diferentes regímenes de funcionamiento, con la ayuda del instrumento automotriz ideal para aquello, el osciloscopio. Se pudieron hacer comparaciones de dichas señales y concluir que la señal no difiere mucho en diferentes condiciones de trabajo del inyector.
- El uso del osciloscopio viene dado por una guía que debe ser de conocimiento de los estudiantes o practicantes ya que se deben conocer los terminales correctos a los cuales se van a adherir las pinzas del instrumento de diagnóstico.
- Se procedió con la obtención y posterior análisis de las gráficas que emiten los inyectores, logrando identificar y explicar detalladamente cada una de las etapas de la señal del inyector.

5.2. RECOMENDACIONES

- Antes de realizar la práctica, el estudiante debe estar identificado con la señal característica que emite un inyector.
- Leer detenidamente las instrucciones de uso y manejo del osciloscopio. Ubicar los terminales de conexión tanto del inyector como del osciloscopio en sí. Utilizar guantes de ser necesario.
- Saber identificar entre una señal de inyector en correcto estado de funcionamiento y una señal defectuosa. Esto ayudará en el respectivo diagnóstico si se presenta alguna irregularidad en la gráfica que muestra el osciloscopio.

BIBLIOGRAFÍA

- PÉREZ, Miguel Ángel; Sistemas auxiliares del motor; Editorial Paraninfo, 2011.
- RUEDA SANTANDER, Jesús; Manual técnico de Fuel Injection; Editorial Diseli, 2006
- ALONSO J., Técnicas del automóvil: Inyección de gasolina y Dispositivos Anticontaminación; Thomson - Paraninfo Editores, 2002
- BOSCH; Manual de la técnica del automóvil; 4ta edición 2005.
- CUELLO SERRANO, Efrén; Sistemas de inyección electrónica de gasolina; Ediciones América, 2002.
- http://www.240edge.com/manuals/89-90_240sx/waveform.pdf
- http://es-ww.bosch-automotive.com/es/internet/ww/products_workshopworld/testing_equipment_products/engine_system_testing/fsa_740_edition_1/fsa_740_edition.html

ANEXOS

ANEXO 1

Características del equipo FSA 740

FSA 740: El sistema universal de diagnóstico para un trabajo efectivo en el taller

- Solo con el FSA de Bosch: El generador de señales hace posible la prueba de sensores incluyendo cables y conexiones cuando están instalados. Para una exacta localización de la falla: Tecnología de medición y despliegue en el monitor para el componente respectivo, el cual es probado de una forma rápida y sin necesidad de removerlo.
- Análisis de motores: El módulo de medición del FSA, con su extensa variedad de sensores, puede realizar todas las funciones de medición de señales relacionadas con el motor de los analizadores de motores clásicos como señales de encendido primario y secundario, velocidad, sincronización del cilindro N° 1 y momento de encendido.
- Diagnóstico de ECU (Unidades de control): El escáner KTS 540 inalámbrico realiza la lectura de la memoria de errores en el sistema electrónico del vehículo.
- Diseño de sistema modular: Adaptable a los sistemas de diagnóstico existentes y expandible a un sistema completo de prueba para el

taller. Sistema de PC con componentes individuales óptimamente conjuntados Además del módulo de medición FSA y el equipamiento de sensores, el FSA 740 también incluye una PC de alto rendimiento con un monitor de pantalla plana TFT, control remoto e impresora.

ANEXO 2

Prueba de voltaje del inyector

- 1) Gire la llave de encendido a la posición "On". No es necesario para arrancar el motor.
- 2) Desconecte el cable donde se aloja el socket del inyector.
- 3) Encienda el multímetro en "V". Inserte el multímetro negro y rojo en cada lado de los terminales del inyector. Debido a que se está probando el voltaje no es necesario tener una conexión sobre un lado específico de los terminales.
- 4) Lea el multímetro. El voltaje debe ser de aproximadamente 12 voltios.
- 5) Vuelva a colocar el cableado para cualquier conjunto único que no pasa la prueba de 12 voltios. Asegúrese de probar todos los cables antes de reemplazar un conjunto único. Los fallos de comunicación pueden indicar un fallo en el relé de inyección electrónica o en la unidad de control del motor.

ANEXO 3

Pruebas de resistencia del inyector

- 1) Cambie el multímetro a "Ohms"
- 2) Coloque el multímetro al enchufe del inyector de combustible. No es necesario disponer de los cables de color negro o rojo en un lado específico de la terminal del enchufe. Lea los Ohms, o resistencia, producida por el inyector de combustible. Tenga en cuenta el valor o escríbalo.
- 3) Pruebe todas las lecturas de ohmios de combustible del inyector. Compare el valor de cada lectura para los otros valores. Los inyectores de combustible operativos tendrán valores de Ohm iguales o muy similares. Un inyector en falla no será resistente o lo será demasiado y el valor de Ohm será muy diferente a las otras lecturas.
- 4) Sustituya el inyector si el valor de Ohm es significativamente diferente de otros inyectores. Como los inyectores fallidos aún pueden disparar, esto conduce a creer que el problema está en el cableado.