



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

**TEMA:**

**ANÁLISIS DE LAS SEÑALES DEL SISTEMA DE ENCENDIDO  
PRIMARIO Y SECUNDARIO DE DISPARO PARA EL MÓDULO  
DEL VEHÍCULO CHEVROLET AVEO FAMILY 1.5L**

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

**AUTOR:**

**ALFONSO TEMÍSTOCLES CEVALLOS GALARZA**

**GUAYAQUIL, NOVIEMBRE DE 2016**

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRÍZ**

**CERTIFICADO**

MSc. Jorge Valdivieso I.

**CERTIFICA:**

Que el trabajo titulado “**ANÁLISIS DE LAS SEÑALES DEL SISTEMA DE ENCENDIDO PRIMARIO Y SECUNDARIO DE DISPARO PARA EL MÓDULO DEL VEHÍCULO CHEVROLET AVEO FAMILY 1.5L.**”, realizado por el estudiante: **Cevallos Galarza Alfonso Temístocles**, 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 de Acrobat. Autoriza al señor: Alfonso Temístocles Cevallos Galarza, que lo entregue a biblioteca de la Facultad, en su calidad de custodia de recursos y materiales bibliográficos.

Guayaquil, Noviembre 2016



MSc. Jorge Valdivieso I.

Director de Proyecto

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRÍZ**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, Alfonso Temístocles Cevallos Galarza

**DECLARO QUE:**

La investigación de cátedra denominada: **“ANÁLISIS DE LAS SEÑALES DEL SISTEMA DE ENCENDIDO PRIMARIO Y SECUNDARIO DE DISPARO PARA EL MÓDULO DEL VEHÍCULO CHEVROLET AVEO FAMILY 1.5L”**, 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, 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 en Mecánica Automotriz.

Guayaquil, Noviembre 2016.



Alfonso Temístocles Cevallos Galarza

C.I. 0914564067

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRÍZ**

**AUTORIZACIÓN**

Yo, Alfonso Temístocles Cevallos Galarza

Autorizo a la Universidad Internacional del Ecuador, la publicación en la biblioteca virtual de la Institución, de la investigación de cátedra: **“ANÁLISIS DE LAS SEÑALES DEL SISTEMA DE ENCENDIDO PRIMARIO Y SECUNDARIO DE DISPARO PARA EL MÓDULO DEL VEHÍCULO CHEVROLET AVEO FAMILY 1.5L”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Guayaquil, Noviembre 2016



Alfonso Temístocles Cevallos Galarza

C.I. 0914564067

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo lo dedico a mi amada esposa Mercy, por su apoyo incondicional y sacrificio de haberme tenido mucho tiempo ausente de su lado y dejar de compartir muchas actividades en el hogar, debido a mis estudios a lo largo de mi carrera. Confío que mi esfuerzo plasmado en este título académico sea un refrigerio a tu vida y te impulse a nuevas metas, que a mediano plazo pueda disfrutar junto a ti mi amor.

A mis padres que a pesar de estar un poco distantes, siempre han mantenido comunicación constante, espero haberles devuelto algo a cambio de vuestra vida llena de sacrificio y amor en el hogar, durante el tiempo que estuve con vosotros y después de independizarme, de igual forma me han sabido guiar con su sabiduría y comprensión.

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente deseo dar las gracias, a la persona que me ha sustentado durante todos mis estudios académicos y a lo largo de mi vida, que siendo muchas veces infiel, él ha permanecido fiel, Gracias por la vida, por la salud, por el pan diario, por el trabajo para sustentar mi hogar y mis estudios, por la sabiduría y conocimiento. Gracias, muchas gracias mi Señor Jesucristo!

A mi amada esposa por su paciencia y comprensión durante toda la carrera, me supiste soportar y darme ánimo cuando en ocasiones quería desmayar, gracias mi amor.

A la Universidad Internacional del Ecuador, especialmente a la Facultad de Ingeniería en Mecánica Automotriz, a mis estimados maestros, al personal administrativo y de control, que trabaja en diferentes oficios dentro del centro académico, a mis compañeros de clases y amigos que hice a lo largo de mi carrera, gracias a todas y todos por el conocimiento, aprendizaje adquirido y vuestro apoyo.

Un especial agradecimiento al Ing. Edwin Puente, director académico por su excelente gestión y apoyo brindado a lo largo de mi carrera, por sus buenos consejos, enseñanzas en las aulas y sus directrices en la ejecución y desarrollo del presente trabajo. También para mi tutor el MSc. Jorge Valdivieso, por su guía y soporte a lo largo del desarrollo del presente trabajo.

# ÍNDICE GENERAL

## Contenido

CARATULA .....	1
CERTIFICADO .....	ii
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD .....	iii
AUTORIZACIÓN .....	iv
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
ÍNDICE GENERAL .....	vii
ÍNDICE DE TABLAS .....	x
RESUMEN GENERAL .....	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I .....	3
GENERALIDADES .....	3
1.1    PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	3
1.2    FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.3    SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.4    OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	4
1.4.1    OBJETIVO GENERAL.....	4
1.4.2    OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
1.5    JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	5
1.5.1    JUSTIFICACIÓN TEÓRICA.....	5
1.5.2    JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA.....	6
1.5.3    JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA.....	6
1.5.4    DELIMITACIÓN TEMPORAL.....	6
1.5.5    DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA.....	7
1.5.6    DELIMITACIÓN DEL CONTENIDO.....	7
CAPITULO II .....	8
MARCO TEÓRICO.....	8
2.1    INTRODUCCIÓN AL SISTEMA DE ENCENDIDO.....	8
2.2    EL MOTOR.....	9
2.3    SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE.....	13

2.3.1	INYECCIÓN DE GASOLINA.....	15
2.4	SISTEMA DE ENCENDIDO.....	16
2.4.1	ENCENDIDO CONVENCIONAL (DISTRIBUIDOR). ....	16
2.4.1.1	AVANCE AL ENCENDIDO.....	28
2.4.1.2	RETARDO AL ENCENDIDO.....	28
2.4.2	ENCENDIDO TRANSISTORIZADO CON RUPTOR.....	28
2.4.3	SISTEMA TRANSISTORIZADO SIN RUPTOR.....	29
2.4.4	ENCENDIDOS CON ASISTENCIA ELECTRÓNICA.....	30
2.4.4.1	ENCENDIDO ELECTRÓNICO POR IMPULSOS DE INDUCCIÓN.....	30
2.4.4.2	ENCENDIDO ELECTRÓNICO CON GENERADOR HALL. ....	32
2.4.5	ENCENDIDO ELECTRÓNICO INTEGRAL.....	34
2.4.6	SISTEMA DE ENCENDIDO DIRECTO DIS.....	36
2.4.6.1	ENCENDIDO INDEPENDIENTE.....	38
2.4.6.2	ENCENDIDO SIMULTÁNEO.....	40
2.4.6.3	VENTAJAS DEL SISTEMA DIS. ....	42
2.4.7	BOBINAS COP. ....	43
2.4.7.1	BOBINAS COP CON TRANSISTOR DE POTENCIA INCORPORADO. ...	44
2.4.7.2	BOBINAS COP CON MÓDULO INCORPORADO. ....	45
2.5.4	MÓDULO DE ENCENDIDO.....	51
2.5.4.1	FUNCIONES DEL MÓDULO DE ENCENDIDO.....	51
2.5.6	CICLO DE CONTROL DE DETONACIÓN DEL MOTOR. ....	51
2.5.7	IDENTIFICACIÓN DE LA SEÑAL DE ENCENDIDO.....	52
2.5.8	ESTUDIO DEL ENCENDIDO CON OSCILOSCOPIO.....	53
2.5.8.1	Estudio del circuito convencional empleando el osciloscopio.....	57
2.5.8.3	ESTUDIO DE DISTORSIONES EN LAS FORMAS DE ONDA USANDO EL OSCILOSCOPIO. ....	64
2.5.8.4	ESTUDIO DE LAS FORMAS DE ONDA EN LOS CIRCUITOS ELECTRÓNICOS. ....	70
2.5.8.5	OSCILOGRAMAS DE SENSORES UTILIZADOS EN LOS CIRCUITOS DE ENCENDIDO.....	71
2.6.	CHEVROLET AVEO.....	72
2.6.1	SISTEMA DE IGNICIÓN “EI”. ....	75
2.6.1.1	MÓDULO DE CONTROL DEL MOTOR ECM.....	76
2.6.1.2	SENSORES INFLUYENTES DIRECTOS DEL SISTEMA DE IGNICIÓN. 78	



2.6.1.3	BOBINAS DE IGNICIÓN "IC" .....	81
2.6.1.4	MODOS DE OPERACIÓN DE LA IGNICIÓN. ....	82
2.6.1.5	PRECAUCIONES IMPORTANTE EN LA IGNICIÓN:.....	82
2.6.2	SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DEL AVEO. ....	83
CAPÍTULO III .....		85
COMPROBACIONES Y OBTENCIÓN DE DATOS .....		85
3.1	COMPROBACIONES.....	85
3.2	EQUIPOS DE COMPROBACIÓN. ....	85
3.3	HERRAMIENTAS EMPLEADAS. ....	86
3.4	EQUIPO DE DIAGNÓSTICO FSA 740 BOSCH.....	87
3.5	OSCILOSCOPIO DEL FSA 740.....	88
3.6	COMPROBACIÓN DEL ESTADO DE CARGA DE LA BATERÍA .....	92
3.7	Comprobación del valor óhmico del multímetro. ....	93
3.8	OBTENCIÓN DE DATOS.....	94
3.8.1	EQUIPOS DE DIAGNÓSTICO UTILIZADOS. ....	94
3.8.2	LOCALIZACIÓN DE COMPONENTES. ....	94
3.8.3	IDENTIFICACIÓN DE LA BOBINA DEL AVEO FAMILY 1.5L.....	95
3.8.4	OBTENCIÓN DE DATOS DE LA BOBINA DELPHI. ....	95
3.8.5	OBTENCIÓN DE DATOS DE LA BOBINA GENÉRICA. ....	99
3.8.6	OBTENCIÓN DE DATOS DE LA BOBINA GM 25182496.....	101
CAPÍTULO IV .....		103
ANÁLISIS DE RESULTADOS.....		103
4.1	ANÁLISIS DE LAS RESISTENCIAS DE LAS TRES BOBINAS EMPLEADAS (DELPHI – GENÉRICA Y GM 25182496).....	103
4.2	ANÁLISIS DE LOS VALORES OBTENIDOS EN LOS OSCILOGRAMAS DE LAS TRES BOBINAS EMPLEADAS (DELPHI – GENÉRICA Y GM 25182496).....	104
4.3	ANÁLISIS DE LOS OSCILOGRAMAS DEL PRIMARIO LAS TRES BOBINAS EMPLEADAS (DELPHI – GENÉRICA Y GM 25182496). ....	108
4.4	ANÁLISIS DE LOS OSCILOGRAMAS DEL SECUNDARIO LAS TRES BOBINAS EMPLEADAS (DELPHI – GENÉRICA Y GM 25182496) .....	110
CAPÍTULO V .....		115
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		115
5.1	CONCLUSIONES.....	115
5.2	RECOMENDACIONES .....	116
BIBLIOGRAFÍA.....		117
<b>ANEXO</b> .....		118

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Automóvil Chevrolet Aveo Family .....	74
Tabla 2: Especificaciones de sistema de ignición.....	83
Tabla 3: Equipos de comprobación .....	86
Tabla 4: Herramientas e implementos.....	86
Tabla 5: Descripción de manejo del osciloscopio .....	90
Tabla 6: Funcionas de medición del osciloscopio.....	92
Tabla 7: Datos de bobina Delphi .....	98
Tabla 8: Datos de bobina Genérica.....	100
Tabla 9: Datos de bobina GM. ....	102
Tabla 10: Comparación de resistencias entre bobinas .....	103
Tabla 11: Comparación de valores de oscilogramas entre bobinas.....	105

# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Motor ciclo Otto .....	9
Figura 2: Motor ciclo Otto .....	10
Figura 3: Ciclos del Motor Otto.....	11
Figura 4: Disposición de la rampa y los inyectores.....	15
Figura 5: Sistema convencional .....	17
Figura 6: Esquema eléctrico convencional .....	17
Figura 7: La batería.....	18
Figura 8: Esquema eléctrico de sistema convencional .....	19
Figura 9: Partes del distribuidor.....	21
Figura 10: Partes de la bujía .....	22
Figura 11: Grado térmico .....	24
Figura 12: Ajuste de la distancia disruptiva .....	25
Figura 13: Etapas de formación de la chispa en los electrodos de la bujía.....	26
Figura 14: Circuito de encendido, trabajo del condensador.....	27
Figura 15: Retardo al encendido .....	29
Figura 16: Esquema del generador de impulsos .....	31
Figura 17: Distribuidor con sensor Hall y oscilograma.....	33
Figura 18: <b>Esquema de sistema de encendido integral</b> .....	34
Figura 19: Esquema de encendido electrónico DIS y de bobina doble .....	36
Figura 20: Esquema de funcionamiento del encendido electrónico DIS .....	37
Figura 21: Esquema de encendido DIS simultáneo y bobina con módulo integrado.....	38
Figura 22: Esquema de conjunto de encendido DIS independiente .....	39

Figura 23: Esquema de funcionamiento de conjunto de encendido DIS independiente .....	40
Figura 24: Esquema de encendido electrónico DIS simultáneo.....	40
Figura 25: Flujo de corriente eléctrica en el encendido simultáneo .....	41
Figura 26: Bobina de encendido con diodo integrado.....	42
Figura 27: Diagrama de conexión de bobina Cop .....	43
Figura 28: Bobina COP transistorizada y diagrama de conexión.....	45
Figura 29: Esquema del módulo la Bobina COP y su conexión a la ECM .....	46
Figura 30: Verificación de la bobina .....	48
Figura 31: Verificación de la bobina .....	48
Figura 32: Oscilogramas superpuestos para detectar el ángulo de leva del ruptor. ....	49
Figura 33: Comprobaciones de bobina DIS y de encendido directo integral...	50
Figura 34: Comprobaciones de bobina DIS con un osciloscopio portátil .....	50
Figura 35: Detonación o cascabeleo .....	52
Figura 36: Oscilogramas normales del primario (derecha) y secundario (izquierda).....	54
Figura 37: <b>Oscilaciones del primario</b> .....	56
Figura 38: Oscilaciones del primario .....	57
Figura 39: Osciloscopio conectado al circuito primario .....	58
Figura 40: Oscilograma del circuito primario .....	59
Figura 41: Osciloscopio conectado al circuito secundario .....	61
Figura 42: Oscilograma del circuito secundario.....	62
Figura 43: Comparación entre oscilogramas de primario y secundario .....	63
Figura 44: Oscilogramas de primario y secundario en un sistema DIS.....	64

Figura 45: Línea de encendido alta en uno de los cilindros .....	65
Figura 46: Fugas de corriente .....	65
Figura 47: Defectos en la zona intermedia .....	66
Figura 48: Oscilogramas de los secundarios en línea de un motor de 4 cilindros .....	67
Figura 49: Oscilograma de un aislamiento perfecto en cilindro con cable desconectado.....	68
Figura 50: Oscilogramas de tensión de combustión excesiva en uno de los cilindros.....	68
Figura 51: Cilindro con falla combinada .....	69
Figura 52: Oscilograma del primario y secundario en un circuito electrónico .	70
Figura 53: Oscilogramas de un captador inductivo de régimen y PMS.....	71
Figura 54: Oscilogramas de un Captador de efecto Hall .....	72
Figura 55: <b>Automóvil Chevrolet Aveo Family</b> .....	72
Figura 56: Esquema de la centralita de gestión del motor ECM .....	76
Figura 57: Centralita de gestión del motor ECM.....	78
Figura 58: Taller Centralita de gestión del motor ECM.....	84
Figura 59: Automóvil Chevrolet Aveo Family 1.5l.....	85
Figura 60: Equipo FSA 740 .....	87
Figura 61: Imágenes de uso del software del FSA 740, para activar el osciloscopio .....	89
Figura 62: Oscilograma y curva de tensión de secundario .....	89
Figura 63: Puntas y conectores para medición de sistema de encendido .....	89
Figura 64: Taller Centralita de gestión del motor ECM .....	93
Figura 65: Taller Centralita de gestión del motor ECM .....	93

Figura 66: Localización de la bobina de encendido .....	94
Figura 67: Identificando pines de conexión de la bobina .....	95
Figura 68: Medición de resistencias del primario y secundario de la bobina Delphi.....	96
Figura 69: Conexión y oscilogramas del primario de la bobina Delphi.....	96
Figura 70: Conexión y oscilogramas del secundario de la bobina Delphi .....	97
Figura 71: Medición de resistencias del primario y secundario. Bobina genérica y montaje en el motor.....	99
Figura 72: Oscilogramas del primario (Izq.) y secundario (der.) de la bobina genérica .....	99
Figura 73: Medición de resistencias del primario y secundario. Bobina genérica y montaje en el motor.....	101
Figura 74: Oscilogramas del primario (Izq.) y secundario (der.) de la bobina GM 25182496 .....	101
Figura 75: <b>Comparativo de resistencias de bobinas</b> .....	104
Figura 76: Comparativo de resistencias de bobinas .....	106
Figura 77: <b>tiempos en primarios de encendido</b> .....	106
Figura 78: <b>tensiones de chispa y quemado en secundario</b> .....	107
Figura 79: <b>tiempos de quemado en secundario</b> .....	107
Figura 80: <b>Análisis de primario de bobina de encendido</b> .....	108
Figura 81: <b>Gráfico de análisis del secundario de bobinas de encendido</b>	111
Figura 82: <b>Gráfico de análisis del secundario de bobina GM 25182496</b> ..	113

## RESUMEN GENERAL

El presente trabajo titulado “Análisis de las señales del sistema de encendido primario y secundario de disparo para el módulo de encendido del vehículo Chevrolet Aveo Family 1.5l” se ha desarrollado para que con la ayuda del equipo de diagnóstico FSA 740 de Bosch, se puedan tomar lecturas y realizar el respectivo análisis.

El presente análisis tiene el fin de enseñar las particularidades que se presentan en este tipo de vehículo, el cual tiene una presencia importante en el parque automotriz nacional, y será útil como una guía para entender y aplicar el diagnóstico y conjunto de posibles soluciones a fallos en el sistema de encendido, en vehículos similares que utilizan el sistema DIS.

Se recomienda su lectura al maestro, estudiante y el técnico para enriquecer aún más el conocimiento y aptitudes, de tal forma que puedan brindar un mejor servicio de enseñanza, aprendizaje y en el campo laboral automotriz, entregar un soporte técnico a los vehículos que utilizan este tipo de sistema de encendido, con una mayor calidad y como resultado percibir la satisfacción de sus clientes.

## **ABSTRACT**

This study entitled "analysis of the signals of the ignition system primary and secondary shot for Chevrolet ignition module Aveo Family 1.5 l" has been developed with the help of the FSA 740 Bosch diagnostic equipment, they can take readings and the respective analysis.

This analysis is intended to teach the peculiarities which arise in this type of vehicle, which has a significant presence in the national automotive Park, and will be useful as a guide to understanding and applying the diagnosis and possible solutions to failures in the system of power, in similar vehicles that use the DIS system.

Recommended reading to the teacher, student and technician to further enrich the knowledge and skills, so that they can provide better service for teaching, learning and in the automotive field, delivering technical support to vehicles using this type of ignition, with higher quality and as a result receive the satisfaction of their customers.



# INTRODUCCIÓN

El sistema de encendido tiene la función de iniciar la combustión de la mezcla aire / combustible en el momento más apropiado, para un buen funcionamiento del motor de combustión interna. A lo largo de la historia automotriz ha habido un creciente desarrollo, en un principio era un encendido convencional con dispositivos mecánicos propensos a desgaste y falta de precisión en ciertos regímenes del motor, especialmente a altas revoluciones, las señales de velocidad del motor y la posición de los pistones eran enviadas por los sensores de posición de cigüeñal y posición de árbol de levas respectivamente y con la ayuda de la PCM. Esta detectaba el momento apropiado durante la compresión del cilindro y en ese instante enviaba una señal hacia el módulo de encendido y este enviaba una corriente al embobinado primario, que al ser cortado, inducía un alto voltaje al secundario y por el cable al distribuidor y por este al rotor el cual determina el cilindro y de allí a la terminal interna, para luego por medio del cable de alta tensión llegue a la bujía y descargue el chispazo para la combustión de la mezcla. En la actualidad ha habido importantes mejoras gracias al avance gigantesco en la electrónica, que ha permitido simplificar los elementos y dar mayor precisión, con lo cual se logra una chispa potente en el momento preciso, con la ayuda de otros sensores la computadora del vehículo tiene un mejor control y procesa con mayor precisión y rapidez y ejecuta las operaciones de manera más confiable de manera que el sistema de encendido se vuelve más eficiente, seguro y preciso, dando como resultado una mejor potencia del motor.

Entre los actuales sistemas tenemos el de encendido sin distribuidor y el sistema de encendido directo. En ambos carecen del mismo con lo cual desaparecen los pequeños componentes mecánicos que pasaban en movimiento constante y debido al desgaste causaban fallos en el normal funcionamiento del motor, las ventajas de estos sistemas son los siguientes: mayor control en la generación de la chispa de encendido, mayor tiempo para lograr un campo magnético ideal, para producir una chispa potente que consuma la mezcla. También se elimina definitivamente la interferencia eléctrica que venía del distribuidor, las bobinas de encendido quedan más cerca de las bujías. Con respecto al encendido puede manejarse un rango mayor en el avance y en el retardo, de esta manera se eliminan muchos fallos de encendido y se aprovecha de mejor manera la potencia en el motor de combustión interna.

# **CAPÍTULO I**

## **GENERALIDADES**

### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La falta de información especializada en los sistemas modernos de encendido electrónico de determinados vehículos de turismo, genera la necesidad de realizar el análisis de las señales del sistema de encendido primario y secundario de disparo para el módulo del vehículo Chevrolet Aveo Family 1.5l, para profundizar, diagnosticar y solucionar posibles averías en el sistema de encendido del motor, con este trabajo la comunidad universitaria, técnicos y profesionales obtendrán mayor conocimiento y una herramienta de consulta útil en el desarrollo de sus actividades en el ámbito teórico práctico del mundo automotriz.

El presente trabajo se ajustó a la línea de investigación de la Universidad Internacional del Ecuador, por lo cual con el estudio investigativo, práctica con equipos de diagnóstico de última generación y análisis del tema desarrollado nos apegamos al “PLAN NACIONAL DEL BUEN VIVIR”, cumpliendo con el objetivo N°4 que indica la necesidad de fortalecer las capacidades y potencialidades de la ciudadanía y también el objetivo N°10 que nos pide impulsar la transformación de la matriz productiva.

### **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.**

Con el análisis del sistema de encendido primario y secundario de disparo para el módulo del vehículo Chevrolet Aveo family 1.5l nos permitió

entender, profundizar, diagnosticar y solucionar fallos de encendido en el motor, como a la vez aprender el manejo del equipo de diagnóstico Bosch FSA 740 con su potente osciloscopio automotriz que nos ayudó en la captura de los oscilogramas de las señales de disparo de las bobinas primarias y secundarias del módulo de encendido.

### **1.3 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA.**

La razón de haber planteado y desarrollado este problema se llevó a cabo básicamente por la gran demanda en el país de este tipo de vehículo, el análisis de las señales del sistema de encendido primario y secundario de disparo para el módulo del vehículo Chevrolet Aveo family 1.5l, aportó con una importante información teórica y una práctica enriquecedora en este motor con el equipo de diagnóstico FSA 740, Bosch, aportando valiosa información para beneficio de la comunidad universitaria y para los técnicos y profesionales involucrada en el ámbito automotriz.

## **1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1 OBJETIVO GENERAL.**

Analizar las señales del sistema de encendido primario y secundario de disparo para el módulo de encendido del vehículo Chevrolet Aveo Family 1.5l.

## **1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- a) Analizar las señales del sistema de encendido primario de disparo para el módulo de encendido del vehículo Chevrolet Aveo Family 1.5l.
- b) Analizar las señales del sistema de encendido secundario de disparo para el módulo de encendido del vehículo Chevrolet Aveo Family 1.5l.
- c) Comparar las señales de encendido primario de disparo para el módulo de encendido del vehículo Chevrolet Aveo Family 1.5l.
- d) Comparar las señales de encendido secundario de disparo para el módulo de encendido del vehículo Chevrolet Aveo Family 1.5l.
- e) Desarrollar una guía práctica que permita utilizar el equipo FSA 740 de Bosch para el diagnóstico del sistema de encendido del módulo de encendido del vehículo Chevrolet Aveo Family 1.5l.

## **1.5 JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

A continuación se describen la justificación y delimitación de investigación del presente trabajo.

### **1.5.1 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA.**

La base teórica del trabajo se fundamenta en la investigación y recopilación de información confiable, relacionada al tema, que nos permitió desarrollarlo de manera que los lectores del mismo a pesar de desconocer a

profundidad del tema puedan entenderlo, y llenar vacíos y profundizar sobre este tema automotriz en particular.

### **1.5.2 JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA.**

En el desarrollo de este trabajo utilizamos la investigación cualitativa y cuantitativa, para obtener información teórica y la obtención y ordenamiento seguido de la cuantificación de los datos recogidos en el trabajo práctico, de esta forma esta metodología nos permitió cumplir con los lineamientos propuestos y conseguir los resultados esperados.

### **1.5.3 JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA.**

El análisis de las señales del sistema de encendido primario y secundario de disparo para el módulo de encendido del vehículo Chevrolet Aveo Family 1.5l, nos ayudó a comprender, evaluar e interpretar el funcionamiento del sistema de encendido de este vehículo, donde fue posible reconocer las verías que se presentaron durante el desarrollo de este trabajo y aprender a tomar la solución más apropiada y oportuna. Con la ayuda del equipo Bosch FSA 740, complementando se desarrolló una guía práctica para el uso del equipo de última generación para el diagnóstico del sistema de encendido del motor.

### **1.5.4 DELIMITACIÓN TEMPORAL.**

El trabajo se desarrolló desde el mes de septiembre de 2016, hasta Noviembre de 2016, periodo utilizado para realizar la presente investigación.

### **1.5.5 DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA.**

El trabajo se desarrolló en la ciudad de Guayaquil, en la Facultad de Ingeniería de Mecánica Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador, Sede Guayaquil.

### **1.5.6 DELIMITACIÓN DEL CONTENIDO.**

La información detallada en el presente trabajo, está constituida en base a libros académicos, manuales de taller del fabricante, catálogos bajados de páginas confiables en la internet y de centros de capacitaciones con trayectoria en el campo automotriz, que nos ayudó a profundizar en los sistemas de encendido y nos facilitó el desarrollo del análisis de las señales del sistema de disparo primario y secundario del módulo de encendido del vehículo Chevrolet Aveo Family 1.5l.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 INTRODUCCIÓN AL SISTEMA DE ENCENDIDO.**

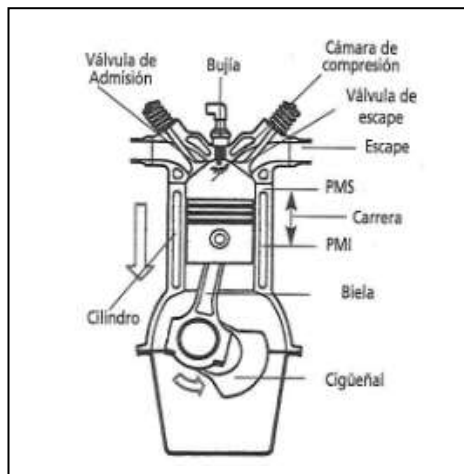
El sistema de encendido es uno de los sistemas principales para el arranque y un funcionamiento ideal en los motores de combustión interna, el cual es utilizado para encender la mezcla aire combustible que se introduce y comprime en el interior de sus cilindros, esto se logra a través una elevada tensión generada por una bobina que transforma los 12V de la batería en una tensión de un rango aproximado de 6.000V a 24.000V ocasionando una chispa eléctrica en los electrodos de las bujías de encendido, con esto se inflama la mezcla, iniciando la combustión en las cámaras; También cabe señalar que es necesario que se reparta a cada uno de los cilindros en el momento preciso y en el orden establecido dependiendo de la configuración del motor de combustión, ejemplo en un motor de 4 cilindros, generalmente el orden de encendido es de 1 - 3 - 4 -2, y también los hay 1 - 4 - 2 - 3; cabe indicar que esto solo es un eslabón en la cadena de procesos que se suceden muy rápidamente y que detallaremos más adelante. Gracias a los avances inmensos en la electrónica, su aplicación en el sistema de encendido automotriz ha sido posible en la actualidad mejorar significativamente el funcionamiento del sistema de encendido y mejorando el rendimiento del motor, dejando atrás los sistemas convencionales donde había muchos elementos mecánicos propensos al desgaste y poca precisión en el momento



de generar la chispa apropiada en los diferentes regímenes del motor de combustión interna.

## 2.2 EL MOTOR.

Es la máquina de combustión interna, que aprovecha la energía térmica del combustible en la explosión para transformarla en energía mecánica de trabajo e impulsar el vehículo en el caso de la industria automotriz y en otras aplicaciones que se le dan a los motores de combustión interna como en la agricultura, minería, industria naviera, equipos electrógenos, etc.

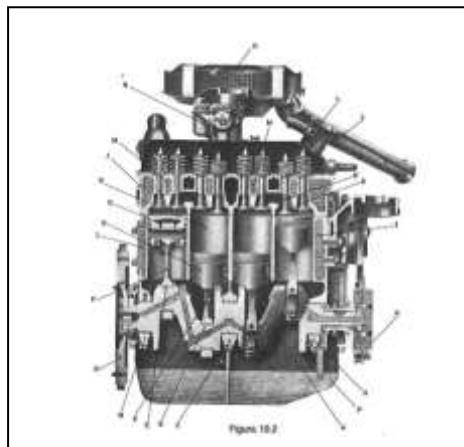


**Figura 1: Motor ciclo Otto**

**Fuente:** Manual de Automóviles, M. Arias-Paz, pág. 54

El motor de combustión de un automóvil está constituido por varios cilindros, los más comunes son de 4 cilindros, dentro de los cuales se produce la explosión de la mezcla aire- combustible, en motores anteriores se usan todavía el carburador, actualmente los sofisticados sistemas de inyección electrónica, en ambos casos para suministrar o inyectar el combustible que proviene de un depósito a través de un sistema de bombeo y filtrado del

mismo, y el aire que es aspirado por el mismo motor a través de su sistema de admisión con su respectivo filtrado, garantizando la limpieza de la mezcla. La fuerza de las explosiones que se llevan a cabo en cada uno de los cilindros del motor es transmitida a las ruedas del vehículo esto gracias a una cadena de sistemas como son el embrague, la caja de velocidades y demás transmisiones, lográndose de esta manera el impulso necesario para la puesta en marcha del vehículo.



**Figura 2: Motor ciclo Otto**

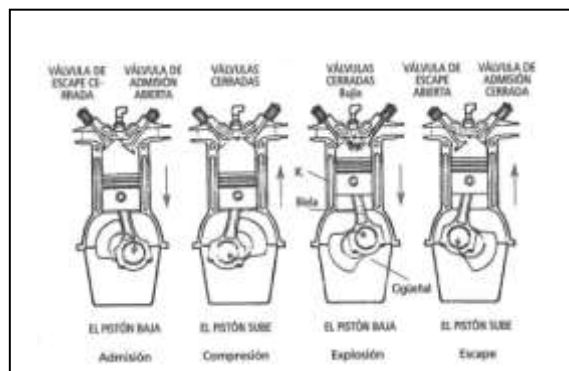
**Fuente:** Electricidad del automóvil, J. M. Alonso Pérez, pág. 164

Entrando en mayor detalle, tenemos que dentro de cada cilindro, se mueve hacia arriba y abajo un pistón H, perfectamente acoplado con un juego preciso esto gracias a la ayuda de un set de aros elásticos llamados rines que sellan la salida de los gases a través de sus paredes. Con la ayuda de las bielas F cada uno de los pistones se acopla al cigüeñal A, en sus codos E, de esta forma se logra convertir el movimiento alternativo del pistón en un movimiento rotacional del cigüeñal, con lo que se logra el accionamiento de las ruedas del vehículo, como mencionamos anteriormente. El motor Otto se impulsa

generalmente con gasolina, trabaja en cuatro tiempos, para la ejecución de un ciclo de trabajo se necesitan 4 carreras del pistón que equivale a 2 vueltas del cigüeñal.

### ➤ TIEMPOS DEL CICLO DEL MOTOR OTTO.

Los 4 tiempos del ciclo del motor Otto son: admisión, compresión, explosión y escape.



**Figura 3: Ciclos del Motor Otto**

**Fuente:** Manual de Automóviles, M. Arias-Paz, pág. 55

**1° TIEMPO ADMISIÓN.-** el movimiento descendente del pistón se produce por el aumento del volumen se sucede una depresión de 0.1 a 0.2 bar es decir una aspiración de aire, la válvula de admisión se abre, mientras la válvula de escape permanece cerrada.

**2° TIEMPO DE COMPRESIÓN.-** el pistón asciende el aire se comprime hasta la sexta o décima parte del volumen inicial del cilindro, la válvulas de admisión y escape permanecen cerradas, la temperatura se eleva en rango aproximado de 400°C a 500°C y la presión final de compresión alcanza

aproximadamente 18 bar. Y esta ayuda a la mezcla íntima del aire con el combustible.

**3° TIEMPO DE EXPLOSIÓN.-** también conocido como expansión o de combustión en motores diesel, esta etapa es la que se produce el trabajo, la mezcla ya está comprimida y lista para la combustión, con la generación de la chispa de encendido entre los electrodos de la bujía, las válvulas de admisión y escape permanecen cerradas, el tiempo transcurrido entre el salto de la chispa y total desarrollo de las llamas es de 0.001 seg. A una velocidad de combustión de 20m/seg. Por esta razón es conveniente que la chispa de encendido debe saltar, en base al número de revoluciones del motor entre 0° y 40° antes del PMS. Para que la combustión alcance poco después del PMS. La máxima temperatura aproximadamente de 2000°C a 2500°C y la presión de combustión alcance de 30 bar a aproximadamente 60bar. Con el movimiento de descenso del pistón hacia el PMI se ha transformado la energía térmica en trabajo mecánico.

**4° TIEMPO DE ESCAPE.-** también conocido como expulsión, donde se produce el vaciado del gas combustionado, para esto la válvula de admisión permanece cerrada mientras la válvula de escape se abre ya entre 40° y 90° antes del PMI. Debido a la presión de 3bar a 4bar que todavía hay en el interior del cilindro los gases quemados salen del cilindro a la velocidad del sonido. Para ayudar al vaciado total, la válvula de escape se cierra después del PMS mientras la válvula de admisión comienza a abrirse, el solapamiento de los tiempos produce un mejor vaciado y refrigera la cámara de combustión.

## **2.3 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE.**

El motor requiere que sus cilindros reciban el máximo de llenado de la mezcla aire y gasolina, esto es regulado por la distribución y se trata de conseguir un excelente rendimiento volumétrico en cualquier régimen de revoluciones, pero también a la par se requiere en instancias que la mezcla sea rica y en otras sea pobre, entonces tenemos que el objetivo del dosificador es preparar la mezcla en las proporciones ideales para cada régimen del motor.

La relación estequiométrica nos indica que se necesita 14.7 gramos de aire para quemar totalmente 1 gramo de gasolina, esto se logra con una mezcla homogénea, que se traduce en que las moléculas de la gasolina estén vaporizadas, y que cada una de ellas este rodeada de la cantidad de oxígeno que se requiere para una exitosa combustión. Es conocido por todos que en la realidad se producen variantes que dificulta que se logre alcanzar esta relación teórica. Las mezclas con cantidades mayores de aire a 14.7:1 se consideran mezclas pobres y las inferiores serán mezclas ricas. Para obtener potencias máximas en altas revoluciones se emplea mezcla rica, la gasolina arde más rápido, es más refrigerante porque absorbe calor y más antidetonante. En cambio cuando el automotor avanza a marcha estable, velocidad moderada (2/3 del régimen máximo) sin variaciones bruscas, se recomienda usar mezcla pobre, reduciendo el consumo de gasolina con los beneficios que conlleva para el medio ambiente y economía.

En el arranque en frío, se requiere enriquecer la mezcla por la poca vaporización que se alcanza debido a la temperatura baja de inicio del motor. Al arranque parte del combustible queda impregnado en el colector y el resto

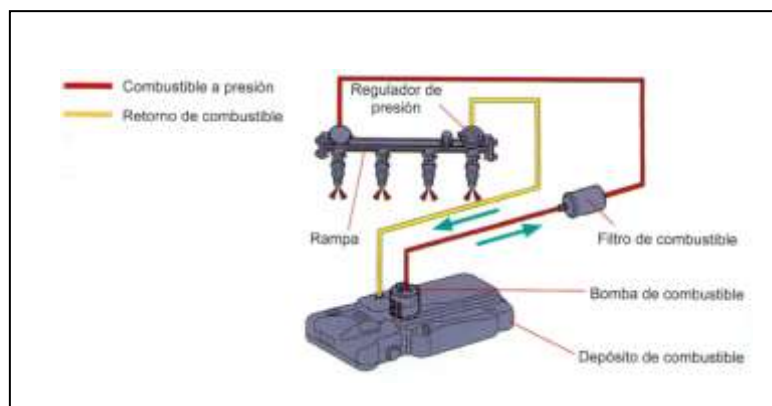
llega en forma de gotas a las paredes de los cilindros, lo que dificulta el encendido, por lo que se hace necesario enriquecer la mezcla. Otro caso es cuando tenemos el motor en ralentí, ya que a bajas revoluciones, el ingreso de aire por la admisión es muy baja, inferior a la presión de los gases de escape, también se presenta que muchos gases quemados retornan a la cámara y se mezclan con los nuevos haciendo la combustión incompleta, por lo que se necesita enriquecer la mezcla. En ambos casos parte del combustible es expulsado sin combustionarse formando monóxido de carbono (CO). Al conducir el vehículo el régimen del motor varía constantemente ya sea por pendientes, curvas, por paradas obligadas en cruce de calles, por el tráfico y así tenemos muchas situaciones que nos obliga a la necesidad de acelerar y desacelerar, arrancadas, pasando de un régimen a otro esto provoca cambios constantes en el vacío del colector y las variantes velocidades de los gases influyen de manera significativa en la homogeneización y dosificación de la mezcla.

El acelerador es una válvula de mariposa, su objetivo es estrangular el paso de la mezcla a su paso por los colectores. Al presionar el acelerador de manera rápida, la mariposa se abre bruscamente y la depresión disminuye, también la velocidad de la mezcla, recordemos que el aire pesa menos que la gasolina, por lo que la mezcla llega empobrecida a los cilindros, con lo que el motor tiende a pararse, evitando esto al enriquecer la mezcla momentáneamente, haciendo que el motor gire a mayor revoluciones y se restablezca la velocidad de los gases. En cambio cuando soltamos el pedal del acelerador la mariposa del carburador se cierra, se disminuye la aspiración de aire y el vacío crece, enriqueciendo la mezcla. Cuando sucede esto se trata de

bajar la velocidad del motor, ya que nos es necesaria la potencia, que actúa como freno en este caso, pudiendo empobrecer la mezcla.

### 2.3.1 INYECCIÓN DE GASOLINA.

La cantidad de gasolina alimentada es proporcional al volumen de aire que atraviesa el conducto de admisión y no considera volumen real (peso) ya que no se considera la temperatura ni la presión atmosférica, debido a la diferencia de pesos de la gasolina y el aire, hace que este último se adelante a los colectores ocasionando mezclas pobres en el arranque y también en las aceleraciones.



**Figura 4: Disposición de la rampa y los inyectores**

**Fuente:** Sistemas auxiliares del motor, pág. 111

En los sistemas actuales de inyección cambia el asunto, la gasolina es inyectada antes de cada una de las válvulas de admisión de manera veloz y no es ayudada por el aire como en el caso de los carburadores. Con esto se elimina los fallos causados por la diferencia de las inercias. El volumen inyectado de gasolina en cada ciclo está en función del aire aspirado, y a la vez recibe correcciones de parte de la computadora ECM en base a la información

que recibe de los sensores tales como el de temperatura del aire, del refrigerante, presión en el colector, oxígeno, el distribuidor de encendido y otros según la configuración de los fabricantes. Ventajas de la inyección: menor consumo por una controlada dosificación, eleva la potencia aproximadamente en un 10%, aumenta el par motor a bajas revoluciones y finalmente reducción de emisión de gases contaminantes.

## **2.4 SISTEMA DE ENCENDIDO.**

Sistema de encendido se llama al conjunto de dispositivos que sirven para inflamar la mezcla aire comprimido-combustible dentro de los cilindros a través de una chispa eléctrica que salta entre los electrodos de la bujía.

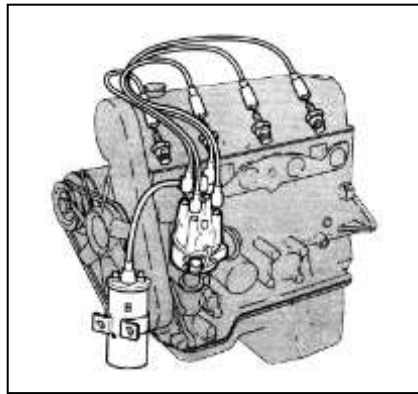
Los sistemas de encendido se clasifican en:

- Encendido convencional (distribuidor): Convencional, transistorizado con ruptor, transistorizado sin ruptor, por condensador.
- Encendido con asistencia electrónica: por impulsos de inducción, generador hall, descarga de condensador y voltaje magnético.
- Sistema de encendido integral
- Sistema de encendido directo (DIS)

### **2.4.1 ENCENDIDO CONVENCIONAL (DISTRIBUIDOR).**

El sistema de encendido convencional está constituido por los siguientes elementos: Batería, Interruptor de encendido (llave de contacto), Bobina, Distribuidor, Condensador y bujías – cables de alta tensión

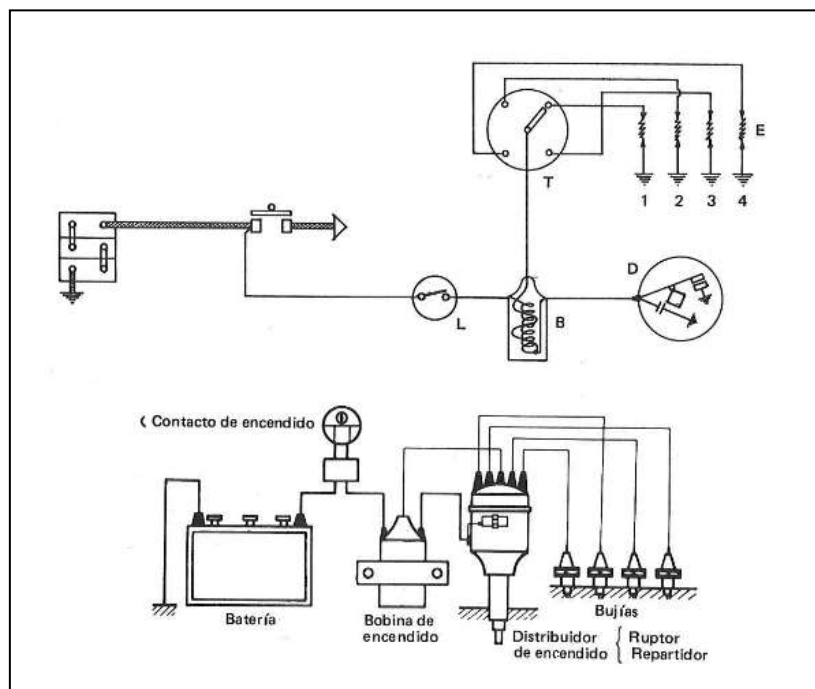




**Figura 5: Sistema convencional**

**Fuente:** Electricidad del automóvil, J. M. Alonso Pérez, pág. 163

Abajo en la fig. 6 tenemos el esquema eléctrico de un circuito convencional y también podemos apreciar el conjunto de elementos agrupados, como comúnmente se encuentran instalados en el motor: la llave de contacto L, bobina de encendido B, el delco D y su tapa T aquí lo vemos separados, y las bujías E



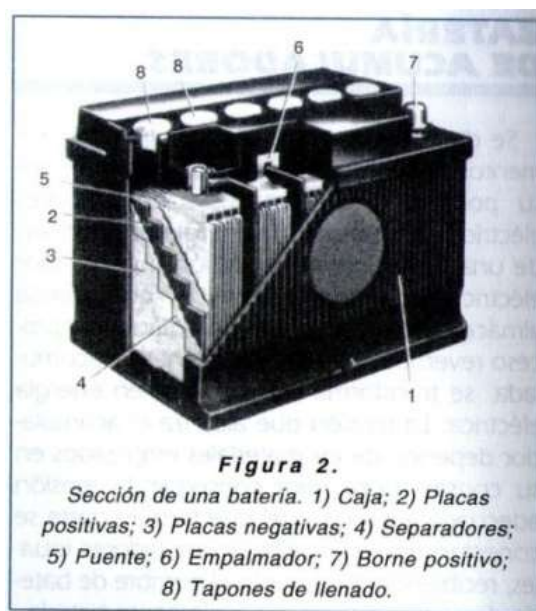
**Figura 6: Esquema eléctrico convencional**

**Fuente:** Electricidad del automóvil, J.M. Alonso Pérez, pág. 169

El circuito de encendido es el corazón del motor de combustión interna, ya que es el que suministra energía eléctrica, para que se realicen las explosiones en el interior de los cilindros y es de vital importancia para un buen funcionamiento del motor y evitar fallos por algún desperfecto o mala calibración de su sistema.

## ➤ LA BATERÍA.

La instalación eléctrica del vehículo y el conjunto de sistemas electrónicos requiere para su funcionamiento de una fuente de energía y esta es la batería, que es un acumulador de energía química que es transformada en energía eléctrica en el momento que hay consumo (etapa de descarga de la batería) por parte de los elementos del vehículo como el motor de arranque, bobina de encendido y el alumbrado. Cuando el vehículo está en marcha la batería es recargada por el alternador.



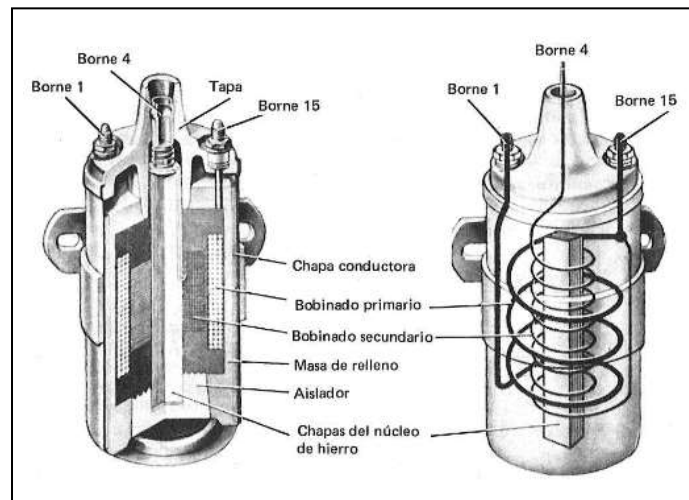
**Figura 7: La batería**

**Fuente:** Manual CEAC del automóvil, pág. 434

Partes de la batería: tenemos los electrodos positivo y negativo en forma de placas (placas de óxido de plomo PbO), carcasa, bornes, tapones de cierre, empalmador de elementos y separadores, también tiene en su interior el electrolito, formado por ácido sulfúrico  $\text{SO}_4\text{H}_2$  y agua destilada. Gracias a una reacción química donde debido a la ionización del electrolito se logra circular una corriente eléctrica de una placa a otra.

### ➤ LA BOBINA.

La bobina de encendido tiene la función de elevar significativamente la tensión recibida de la batería y entregar esta tensión que se acumula brevemente y luego se envía a los electrodos de la bujía en forma de descarga eléctrica a través de los cables de encendido.



**Figura 8: Esquema eléctrico de sistema convencional**

**Fuente:** Electricidad del automóvil, J.M. Alonso Pérez, pág. 170

Es decir que simplificando la bobina es un transformador eléctrico, su núcleo es un conjunto de chapas de hierro alrededor del mismo está el arrollamiento de alambre de cobre delgado que se constituye como el de alta

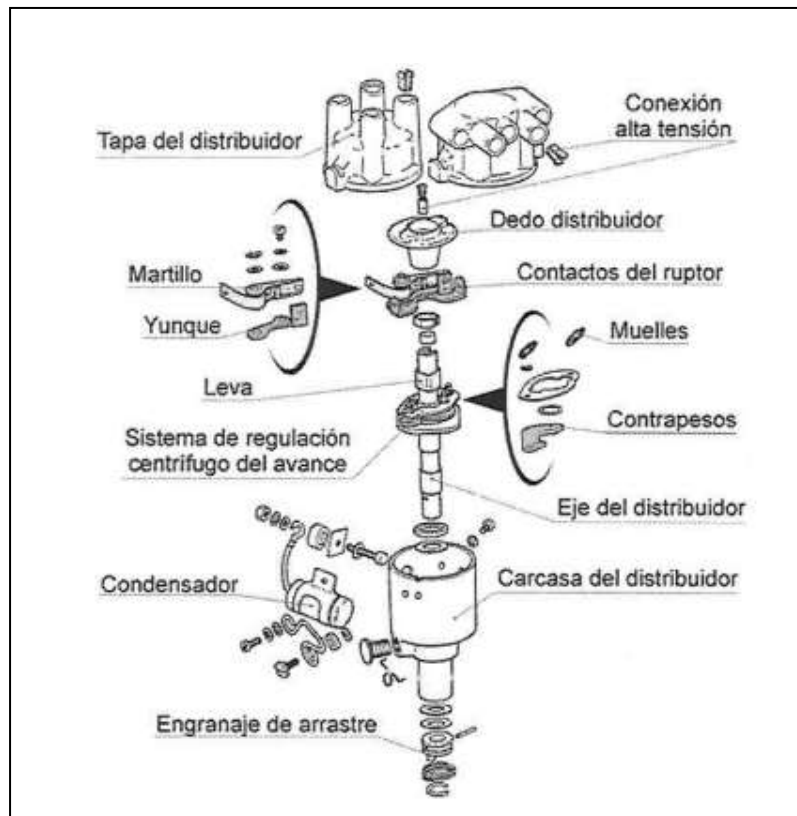
tensión y por encima el arrollamiento de cobre aislado pero más grueso, que forma el primario.

Un extremo del primario y secundario se unen entre si y van al borne 1 en tanto el otro extremo del primario va al borne 15 así como el otro extremo del secundario va al borne 4. Al pasar una corriente eléctrica por el primario se forma un campo magnético que se incrementa por tener un núcleo de hierro dulce, el primario tiene en la parte externa de la bobina con los signos (+) y (-). Continuando con el funcionamiento, si cortamos la corriente en el primario esto produce que se induzca una fuerza electromotriz en el secundario y esta energía es directamente proporcional al flujo producido por el primario y también al número de espiras del secundario y al mismo tiempo es inversamente proporcional al tiempo que se tarda en cortar la corriente (fenómeno de inducción). En el secundario es donde se induce una tensión en las bobinas de encendido que pueden alcanzar fácilmente los 20.000V a 24.000 V.

El circuito primario se abre y cierra con la ayuda del elemento ruptor y se requiere que este interruptor automático, corte la corriente en el primario, justo cuando los cilindros estén listos para la explosión, esto es cuando el pistón se encuentre en el PMS. Iniciando el ciclo de explosión.

### ➤ **DISTRIBUIDOR.**

Conjunto Distribuidor también conocido como “delco” es un mecanismo que va acoplado al motor. Por motivos de sincronismo con el giro del motor el distribuidor y el ruptor se montan juntos en una sola unidad.



**Figura 9: Partes del distribuidor**

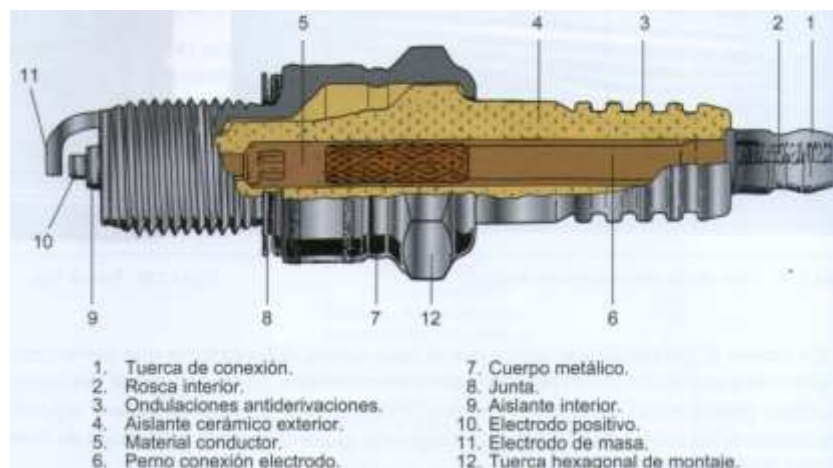
**Fuente:** Sistemas Auxiliares del Motor, J.M. Alonso Pérez, pág. 28

La tapa del distribuidor es de un material aislante y resistente donde van labrados un borne central y bornes laterales tantos como sea el número de cilindros. Sobre el eje tenemos la leva del ruptor, se monta el rotor distribuidor en material aislante y sobre este se tiene una lámina metálica con un carbón y un resorte cuando la leva abre los contactos del ruptor, llega al borne un impulso de alta tensión que pasa al rotor por medio del carbón y este a su vez con la lámina apunta a uno de los bornes laterales y es así como se transfiere a uno de los bornes y de allí llega a la bujía correspondiente con la ayuda del cable de encendido.

## ➤ LA BUJÍA.

La bujía tiene la función de producir la chispa para encender la mezcla aire-combustible, la chispa salta entre los electrodos de la bujía, debe estar bien acoplada y hermética en la culata.

La temperatura de los gases próximos a la bujía al terminar la carrera de admisión alcanza los 100 grados centígrados y 0.9 bar, cuando se inicia la combustión sucede que en milfracciones de segundo la temperatura ahora es de 2500 a 3000 grados y una presión mayor aproximado de 50 bar a esto se debe sumar una tensión de hasta 40kv y otros factores como el ataque químico por residuos de la combustión, confirmando las drásticas exigencias mecánicas, térmicas, eléctricas y químicas, por tal motivo los electrodos de la bujía debe cumplir con normas mínimas de resistencia y buen sellado, para evitar fugas de los gases.



**Figura 10: Partes de la bujía**

**Fuente:** Sistemas auxiliares del motor, M. A. Pérez Belló, pág. 22

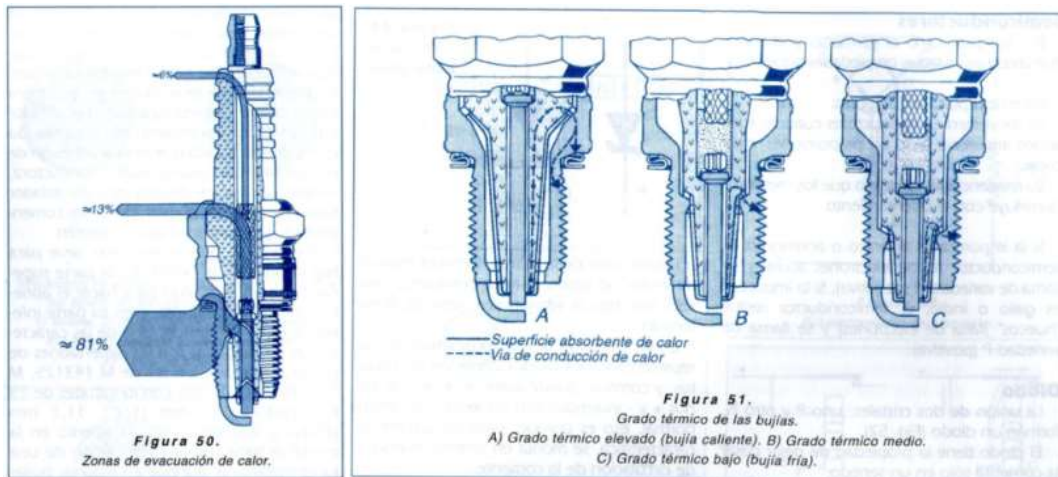
Como material aislante la bujía utiliza porcelana y para los electrodos se emplean aleaciones de níquel-magnesio, de hierro-cromo, plata o platino. Las bujías se seleccionan en base a la recomendada por el fabricante del vehículo, ya que con la seleccionada fue configurado los parámetros de funcionamiento del motor, para un buen desarrollo y menos contaminación.

### ➤ **GRADO TÉRMICO DE LA BUJÍA.**

Grado térmico es la capacidad que tiene para transferir el calor desde la inferior del cuerpo aislante hasta la tapa de cilindro y por consiguiente al sistema de refrigeración del motor, es importante que la bujía se caliente en su extremo que está en contacto con la cámara de combustión a una temperatura mínima de 400 grados centígrados para que se realice la llamada “autolimpieza” y se quemen los residuos de la combustión que se acumulan en sus electrodos; y como límite máximo de temperatura no sobrepase los 850 grados porque se produciría el llamado autoencendido, al contacto de la mezcla aire-combustible con las superficies calientes e incandescentes de la bujía.

### ➤ **EQUILIBRIO TÉRMICO.**

Equilibrio térmico se alcanza cuando el calor que recibe la bujía es igual al calor que disipa.



**Figura 11: Grado térmico**

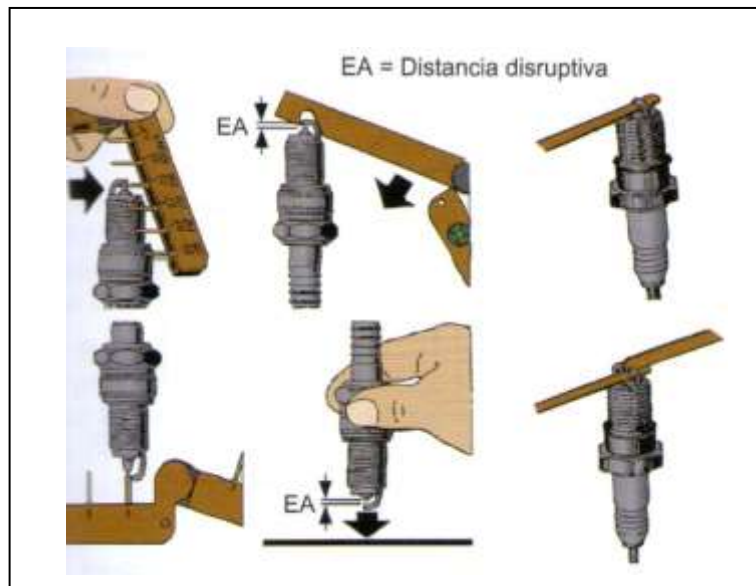
**Fuente:** Manual CEAC del automóvil, pág. 286, 287

Cuando un motor opera muy estable, la bujía elegida conforme la recomendación del fabricante, se adapta a una temperatura de trabajo en el rango de 400 y los 850 grados centígrados. Por debajo o encima de este rango se presentaran fallos. Las bujías se clasifican por su grado térmico en “frías” y “calientes”, pero también hay actualmente las multigrado, explicando la función de esta última se entenderá toda la clasificación.

### ➤ **CALIBRACIÓN DE LA BUJÍA.**

Cuando reemplazamos una o más bujías usadas es recomendable retirarlas todas y colocar el juego de bujías nuevo, antes de instalarlas podemos revisar la luz entre electrodos con el calibre, a pesar que son precalibradas en fabrica, puede suceder que para un motor determinado se requiera una distancia de apertura especial.



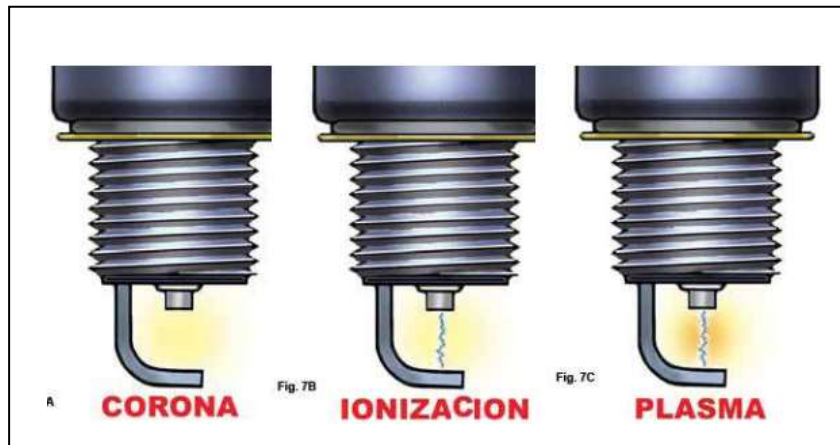


**Figura 12: Ajuste de la distancia disruptiva**

**Fuente:** Sistemas auxiliares del motor, pág. 29

Generalmente se usa una luz de 0.7 a 1.1mm. cuando es menor tiene mayor reserva de voltaje pero poca acceso a la mezcla y se pueden presentar fallos al encendido y si tiene mucha luz la reserva de voltaje disminuye aunque haya mayor acceso a la mezcla. En los sistemas de encendido electrónico se pueden trabajar con mayor luz entre los electrodos, a mayor luz se logra una inflamación de mayor duración, esto ayuda a las mezclas pobres.

El desgaste en las bujías por su trabajo, o contaminación que ha acortado su vida útil, es causante de problemas de encendido, rendimiento deficiente, propenso a detonaciones por autoencendido (puntos incandescentes en los electrodos), aumento en el consumo de combustible generando mayor contaminación (mayor producción de CO, HC y NOx.) e incurriendo en más gastos.



**Figura 13: Etapas de formación de la chispa en los electrodos de la bujía**

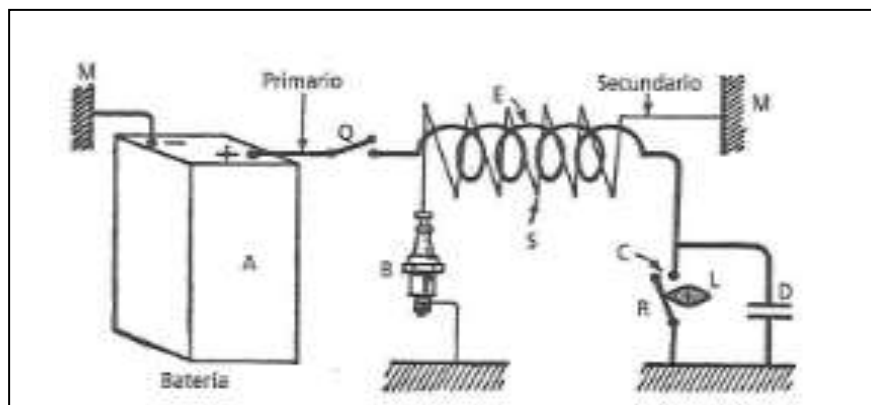
**Fuente:** [www.encendidoelectronico.com](http://www.encendidoelectronico.com)

Previo a la formación del arco electrónico entre los electrodos tenemos que la bobina del secundario conectada a la bujía, los electrones se mueven a través de la separación de los electrodos de la bujía, que se convierte en un circuito abierto, la tensión o f.e.m. empuja a los electrones a saltar de un electrodo al otro, la tensión es tan fuerte que se forma una capa alrededor de ellos llamada “CORONA” que iniciará la etapa de “IONIZACIÓN”. Por medio del voltaje de ruptura se fuerza a los electrones vencer esta resistencia (la abertura), mientras mayor sea la calibración de los electrodos de la bujía, también lo será el voltaje de ruptura. La ionización crea un camino entre los electrodos para el paso de los electrones libres e iones positivos, formando la última etapa llamada “PLASMA”, el cual es un gas caliente ionizado, esto reduce la resistencia y facilita el paso de la corriente a masa, esto ocurrirá hasta que la energía del bobinado secundario se agote.

### ➤ **CONDENSADOR.**

El condensador es un elemento electrónico capaz de acumular y conservar cargas eléctricas de signos contrarios, está constituido por dos láminas finas

que pueden ser de estaño, aluminio o plomo aisladas entre por un papel parafinado. Cuando se abre el ruptor R (fig. 14) que viene de la bobina primaria, corta el paso de la corriente primaria y en ese momento se genera una corriente de alta tensión en la bobina secundaria que pasa por los electrodos de la bujía, con la ayuda del distribuidor se distribuye al resto de bobinas y sus respectivos cilindros. Los dos contactos C de del ruptor R por medio de la leva L que gira con el motor y esta puesta punto, hace trabajar al ruptor constantemente miles de veces por minuto abriendo y cerrando el circuito.



**Figura 14: Circuito de encendido, trabajo del condensador**

**Fuente:** Manual de Automóviles, M. Arias-Paz, pág. 634

Tenemos entonces que cada vez que se abren los contactos C salta una chispa entre ellos por lo inmensamente numeroso de las mismas, esto quemaría muy pronto los contactos dejando fuera de servicio el dispositivo, para ayudar a evitar este desgaste se coloca un condensador D y se une los contactos C en paralelo a los del elemento condensador para que absorba las chispas y descargue a masa, alargando así la vida útil de los contactos en mención.

### **2.4.1.1 AVANCE AL ENCENDIDO.**

Altera el movimiento de ruptura del primario adelantando de esta manera la generación de la chispa, se incrementará este avance a medida que el motor aumente su velocidad. Para esto los sistemas antiguos utilizan unos contrapesos que por efecto de la fuerza centrífuga se abren proporcionalmente a la velocidad. En estos el avance puede ser:

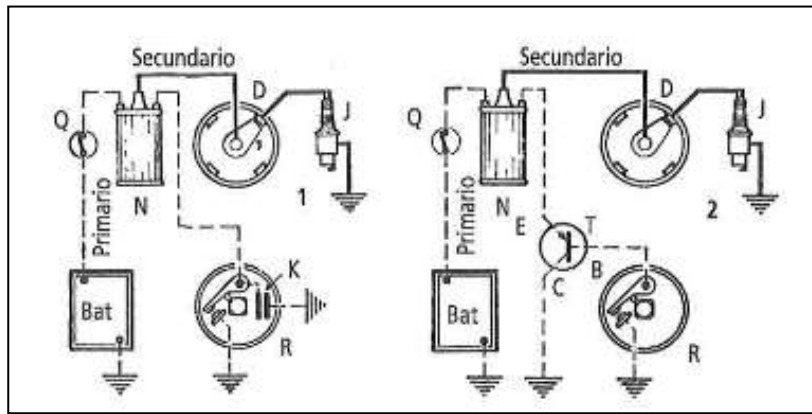
- a. Fijo el conductor no puede alterarlo
- b. Automático mecánico
- c. Mixto, es decir automático y de vacío

### **2.4.1.2 RETARDO AL ENCENDIDO.**

Su función es demorar el momento del encendido en diferentes regímenes del motor ejemplo en marcha en vacío y sobre-revolucionado, mejorando el gas de escape. El vacío se toma detrás de la mariposa del colector de admisión, el diafragma anular se acciona junto con la barra de tracción a la izquierda cuando se produce el vacío accionando en este momento al disco ruptor en el mismo sentido del eje del distribuidor.

### **2.4.2 ENCENDIDO TRANSISTORIZADO CON RUPTOR.**

Incorporan al circuito un transistor y es eliminado el condensador. Tienen la capacidad de trabajar con mayor tensión a revoluciones altas del motor, el uso de elementos electrónicos es que no necesitan de mantenimiento, son de larga duración, y es una ventaja al sistema anterior ya que este tenía limitaciones con respecto a capacidad de carga eléctrica y mecánica en los contactos del ruptor.



**Figura 15: Retardo al encendido**

**Fuente:** Manual de Automóviles, M. Arias-Paz, pág. 646

También en estos sistemas, según el fabricante, suelen añadirle un diodo Zener calibrado en derivación con el transistor con el objeto de proteger el elemento de una sobretensión, cuando pasa un valor de 80V en el primario, salta el diodo Zener descargando a masa, de esta manera protege el transistor. En estos circuitos se sabe incluirse unas resistencias, La ventaja con este circuito electrónico es que la tensión del secundario es constante y más elevada con leves variaciones disminuyendo solo a partir de las 4500 rpm.

La chispa es más potente y rápida, facilitando la inflamación de los gases y se reduce la formación de depósitos, se corroe menos los electrodos de las bujías alargando su vida útil a más del doble. Los transistores comúnmente son de germanio tipo PNP. Con este sistema transistorizado también se logra a reducir el consumo de combustible entre el 5% y 10% y aumenta la potencia.

### **2.4.3 SISTEMA TRANSISTORIZADO SIN RUPTOR.**

En estos circuitos el ruptor es reemplazado por un generador de impulsos G (figura 19) el trabajo de la leva lo hace ahora un aspa de hierro con

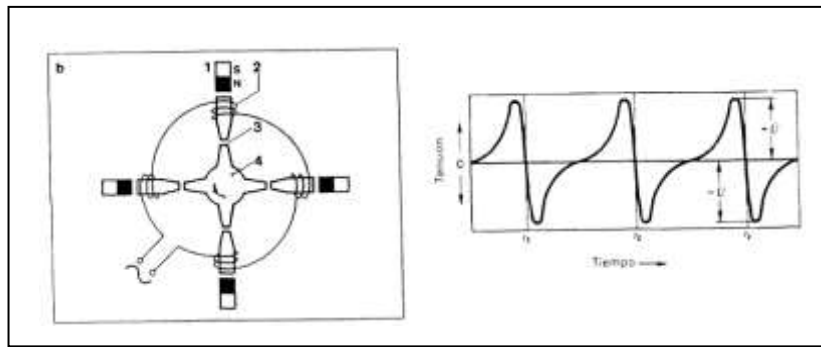
dientes, cada vez que pasa un diente por el núcleo del electroimán H se cierra el circuito y rápidamente desaparece, con esto se induce una corriente en la bobina H, estos impulsos ya sincronizados con el motor de combustión interna actúan sobre la base del transistor y se envía la corriente al primario del sistema de encendido, tenemos varias configuraciones como la Delco Remy y Bosch.

## **2.4.4 ENCENDIDOS CON ASISTENCIA ELECTRÓNICA.**

A continuación se describen los diferentes tipos de encendido con asistencia electrónica.

### **2.4.4.1 ENCENDIDO ELECTRÓNICO POR IMPULSOS DE INDUCCIÓN.**

Utiliza los mismos elementos que el sistema convencional como bobina, distribuidor, bujías, etc. Para la regulación del punto de encendido también usa dispositivo de avance centrífugo (contrapesos) y por depresión (cámara de vacío). En este sistema el ruptor es reemplazado por un generador de impulsos los mismos que son receptados por un módulo electrónico que los procesa y determina el instante más conveniente para el corte de la corriente en la bobina primaria para inducir la tensión en el secundario y este produzca la chispa en los electrodos de la bujía



**Figura 16: Esquema del generador de impulsos**

**Fuente:** Organización y procesos de mantenimiento de vehículo, pág. 13.7

Tenemos el esquema del generador de impulsos en la fig. 16, los imanes permanentes 1 junto a las bobinas de inducción 2 componen el estator, formando una unidad, internamente gira la rueda dentada 4 que es el rotor, solidario al eje de mando del distribuidor, en este caso tiene cuatro dientes o salientes conforme al número de cilindros del motor de combustión. Trabaja de la siguiente manera al girar el rotor origina una variación periódica del entrehierro entre el rotor y estator causando una variación del flujo magnético, induciendo una tensión alterna en el devanado, reflejada en el tiempo como se muestra en la misma figura. La magnitud de la cresta es en función de las rpm. Y puede ser aprox. de 0.5V a 100V. Sucede que al aproximarse las salientes del rotor con las del estator, el flujo magnético crece y induciendo una tensión que va incrementando desde cero y progresivamente se eleva de forma rápida cuando está a punto de enfrentarse cara con cara los dientes de rotor con las salientes del estator, ese es el valor positivo más alto de tensión. Ocurre que cuando empieza a alejarse, en cambio la tensión descende y bruscamente cambia de dirección debido a que el flujo magnético pierde fuerza, es en este preciso instante ( $t_2$ ) donde se genera el encendido. Las ventajas del generador de impulsos por inducción son que las vibraciones o sacudones lo perturban

muy poco y los intervalos de encendido es de apenas 0.3°, menor al sistema convencional. El módulo electrónico está constituido de tres partes principales:

➤ **MODULADOR DE IMPULSOS.**

El modulador de impulsos convierte la tensión alterna recibida del generador en impulsos de longitud y corriente apropiada para el manejo de la corriente primaria y el corte de la misma, cabe indicar que estas magnitudes son independientes de la velocidad del motor.

➤ **MANDO DEL ÁNGULO DE CIERRE.**

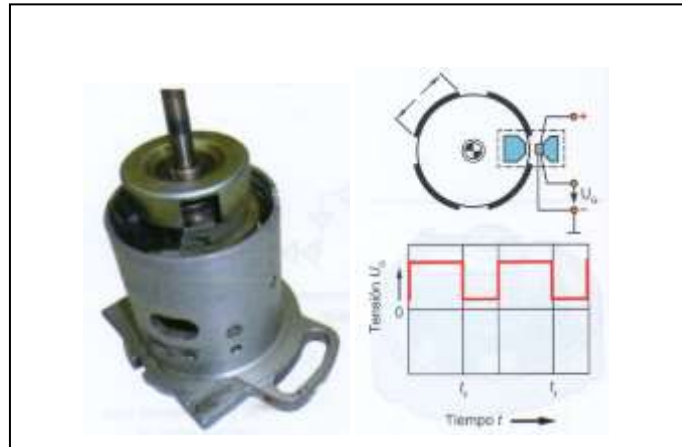
El mando del ángulo de cierre varía la duración de los impulsos en base a la velocidad del motor.

#### **2.4.4.2 ENCENDIDO ELECTRÓNICO CON GENERADOR HALL.**

Este sistema utiliza también un generador de impulsos que aprovecha el efecto hall, En la fig. 17 podemos apreciar, se conforma básicamente de una barrera magnética (parte fija) y un tambor obturador (parte móvil-giratoria), el campo magnético forma una barrera, esta es producto de un imán permanente con partes conductoras 2 y un circuito integrado 3 de semiconductor Hall, que es básicamente un interruptor electrónico. Sucede que al ubicarse una de las duelas 1 frente al entrehierro 4 corta la barrera magnética, bloqueando el campo que estaba fluyendo hacia el circuito integrado 3 anulando la tensión entre los bornes del generador, desconectando el circuito Hall. Al alejarse la



duela del tambor obturador del entrehierro el campo magnético fluye otra vez hacia la capa Hall restableciendo nuevamente la tensión en los bornes del generador; en ese instante se produce el encendido.



**Figura 17: Distribuidor con sensor Hall y oscilograma**

**Fuente:** Sistemas auxiliares del motor, M.A. Pérez Belló, pág. 46

El ángulo de cierre (ángulo de levas en el sistema convencional) y magnitud resultan iguales en cada cilindro, gracias a la simetría de las duelas del tambor obturador. El módulo electrónico es muy parecido a los sistemas de encendido con ayuda electrónica, se constituye de tres partes: la salida Darlington (ruptor del circuito), pre-amplificación de impulsos y finalmente el circuito de protección contra sobretensiones. La modulación y amplificación de los impulsos los ejecuta el circuito integrado del generador Hall. La secuencia es la siguiente una vez conectadas las etapas de excitación y salida del Darlington quedan bloqueadas y detenido el paso de la corriente en la bobina primaria de encendido, al cruzar una duela del tambor obturador por el campo magnético, el circuito Hall desconecta su corriente de señal entonces la etapa de salida Darlington activa el paso de corriente por el primario de la bobina de

encendido. Cuando el circuito Hall restablece la corriente de señal, Darlington corta la corriente en el primario y en ese instante se genera el encendido.

## 2.4.5 ENCENDIDO ELECTRÓNICO INTEGRAL.

Se compone de un equipo estático, que está constituido por una corona dentada acoplada en el volante del motor y en la carcasa va fijado un sensor de posición del tipo bobina con imán permanente donde se generan tensiones eléctricas variantes cada vez que pasa un diente frente al sensor, estas señales son enviadas al módulo electrónico con lo cual sabe la posición del cigüeñal y su velocidad; por otro lado un sensor de vacío con cápsula manométrica va conectado por una manguera al circuito de admisión enviando el valor de vacío al módulo electrónico, con lo que realiza el avance de vacío. El módulo con estos datos enviados por los sensores los procesa y en base a lo programado en su memoria en base a los diferentes regímenes del motor, procede a realizar la apertura y cierre del circuito primario.

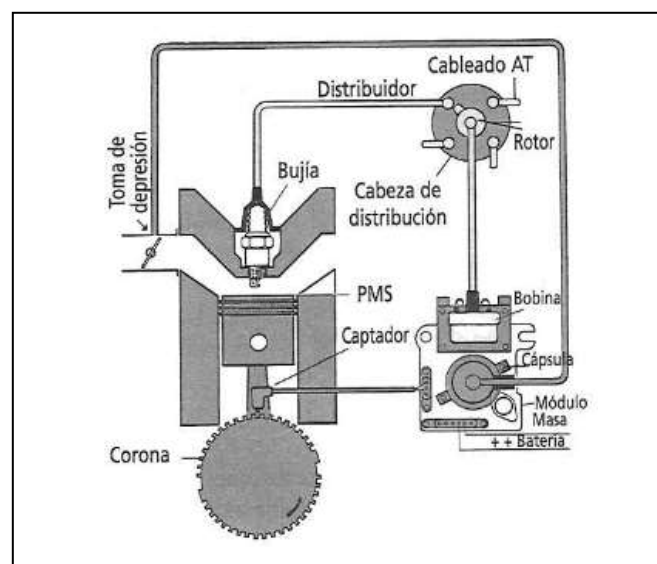


Figura 18: **Esquema de sistema de encendido integral**

**Fuente:** Manual de Automóviles, M .Arias-Paz, pág. 651

La ventaja de este sistema electrónico integral, es que genera una chispa de calidad, potente y más precisa a la vez que se suprimen todos los elementos mecánicos de rozamiento, contrapesos, etc. Por componentes electrónicos que a su vez necesitarán más consumo de corriente debido que lo emplea para mejorar el encendido.

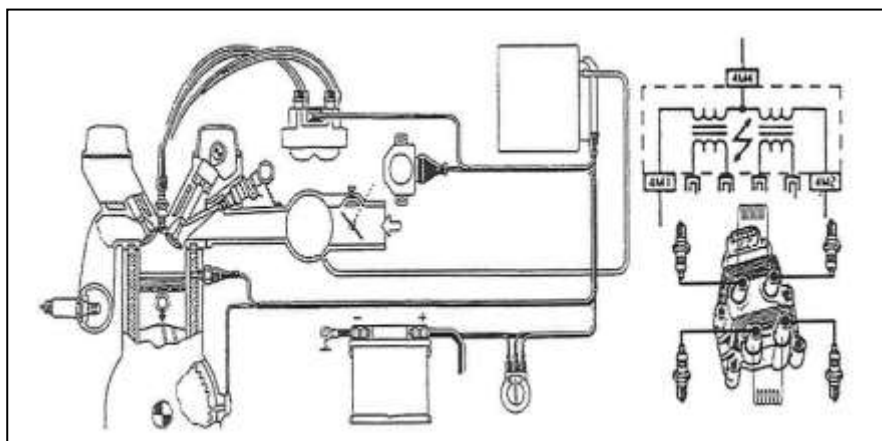
Este sistema también cuenta con un procesador electrónico que se encarga de recopilar y analizar informaciones de régimen y carga del motor a través de los diferentes sensores procediendo a generar el adecuado avance de encendido, a la vez revisa las señales de mando para la apertura o cierre de la corriente del primario de la bobina de encendido, generando así el momento preciso del salto de la chispa en los electrodos de la bujía que corresponda.

La corona dentada acoplada al volante de inercia y el sensor CKP instalado frente a la misma se convierten en un generador de impulsos, al girar genera sucesivas variaciones del flujo magnético, por el paso de los dientes frente al sensor (imán permanente enrollado por una bobina) la bobina induce una tensión en forma de impulsos sucesivos que indican la velocidad del motor, en la configuración de la corona dentada esta tiene un diente más ancho y por consiguiente una ranura igual de ancha en comparación al resto de dientes, están ubicados a  $90^\circ$  antes de cada posición del PMS. entonces tenemos que desde este punto y el diente ancho hay 12 dientes pequeños, como se aprecia en la fig. 18, al pasar uno de estos dientes por el frente del sensor CKP al girar la corona se induce una pequeña tensión en la bobina del sensor, estos pulsos de tensiones le permiten contar los dientes al sensor. Al pasar el diente ancho

la tensión inducida es mayor, con lo que el módulo electrónico sabrá que un pistón alcanzará el PMS 12 dientes más tarde.

#### **2.4.6 SISTEMA DE ENCENDIDO DIRECTO DIS.**

El sistema de encendido directo DIS (Distributorless ignition system), suprime el distribuidor eliminando los últimos elementos mecánicos en movimiento, reduciendo el número de fallos. Se divide en sistema simultáneo e independiente. En la figura 19 abajo se muestra el esquema de un sistema de encendido estático DIS para un motor de 4 cilindros, el cual utiliza una bobina doble de cuatro salidas de alta tensión, cada una de las 2 bobinas tiene sus respectivas bobinas primarias conectadas en paralelo y sus bobinas secundarias están aisladas entre si y de sus respectivos primarios.

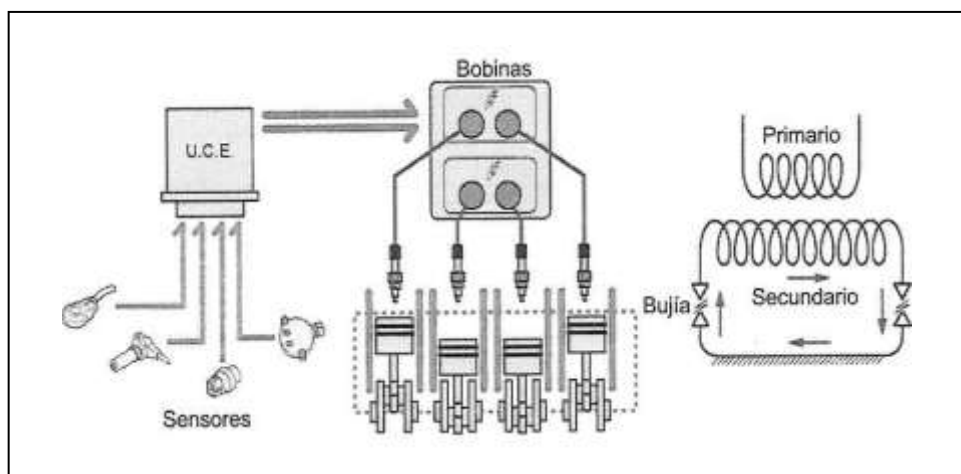


**Figura 19: Esquema de encendido electrónico DIS y de bobina doble**

**Fuente:** Sistemas auxiliares del motor, J.M. Alonso Pérez, pág. 76

Desde los extremos de los terminales del secundario de la bobina se conectan el par de bujías que se encuentran en cilindros hermanados, al

momento del disparo de la bobina la chispa que va al cilindro en compresión enciende la mezcla aire-gasolina; mientras que la chispa en el otro cilindro se pierde en su carrera de escape. Mediante el modulo se controla el orden de encendido de la bobina. Al momento del disparo de una de las bobinas, una bujía enciende con polaridad positiva y la otra bujía enciende con polaridad negativa, simultáneamente. La bujía que esta con el pistón en carrera de compresión requiere más tensión de trabajo. El flujo de la corriente y ángulo de contacto en el primario de la bobina es controlado por el circuito de control que está en el módulo de encendido. El sistema supervisa en el ciclo previo la corriente para que no exceda sus límites en un rango de 7A a 10A para proteger la bobina. En caso de no alcanzar el rango máximo, el modulo incrementa el tiempo de intervalo para que la bobina se sature, en el caso que se alcance el rango máximo el modulo reduce el intervalo (ángulo de contacto) con el objetivo de disminuir el consumo del circuito y protegerlo a la vez.



**Figura 20: Esquema de funcionamiento del encendido electrónico DIS**

**Fuente:** Sistemas auxiliares del motor, J. M. Alonso Pérez, pág. 76

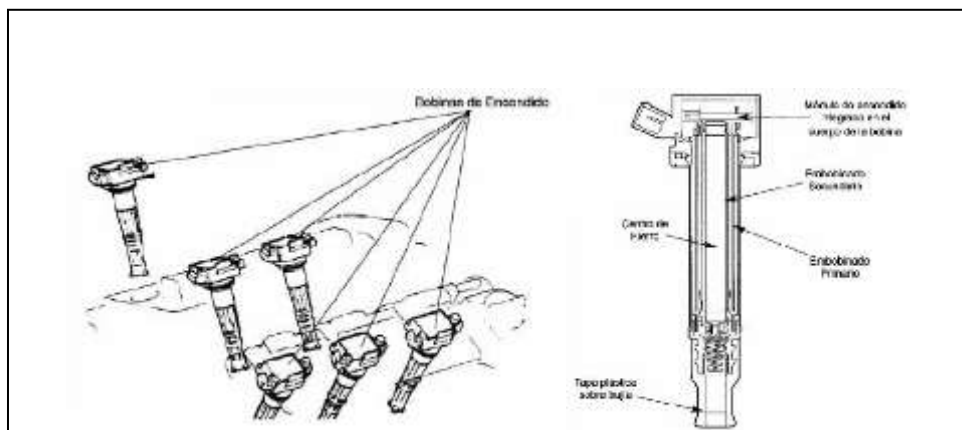
En el sistema DIS las bobinas de encendido van montadas sobre las bujías y se fabrican en dos configuraciones: independiente y simultáneo.

### 2.4.6.1 ENCENDIDO INDEPENDIENTE.

En el encendido independiente no necesitan cables de alta tensión para llegar a las bujías y las bobinas van directas una por cada cilindro. El módulo de encendido va insertado dentro del cuerpo de la bobina, generalmente son 4 cables que forman parte del circuito primario de la bobina de encendido:

- Voltaje de batería
- Señal STE
- Señal SCE
- Masa (tierra)

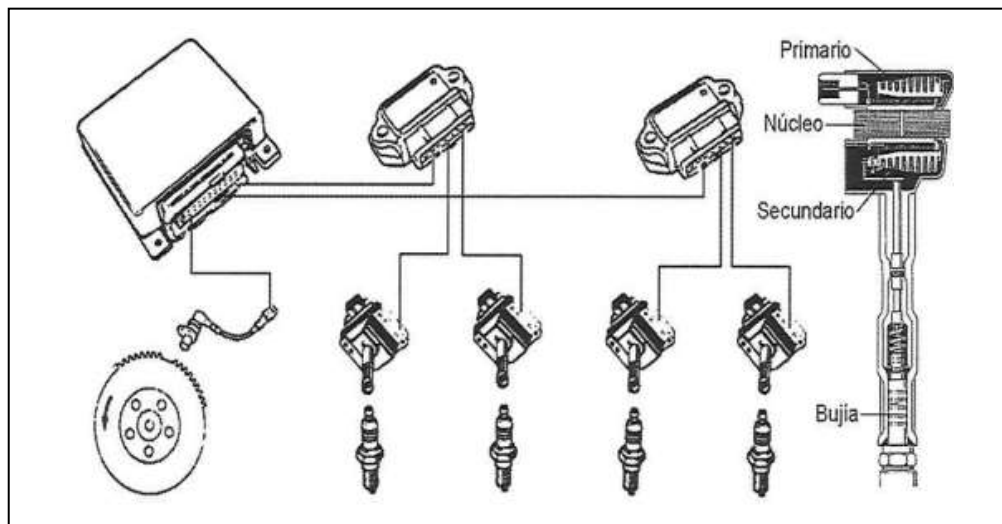
La PCM tiene la capacidad identificar la bobina que no está operando en función del momento en que la señal SCE es recibida, ya que la computadora sabe el momento en que cada uno de los cilindros requiere encenderse y en consecuencia la bobina que espera la señal SCE.



**Figura 21: Esquema de encendido DIS simultáneo y bobina con módulo integrado**

**Fuente:** Secretos de encendido electrónico, pág. 24

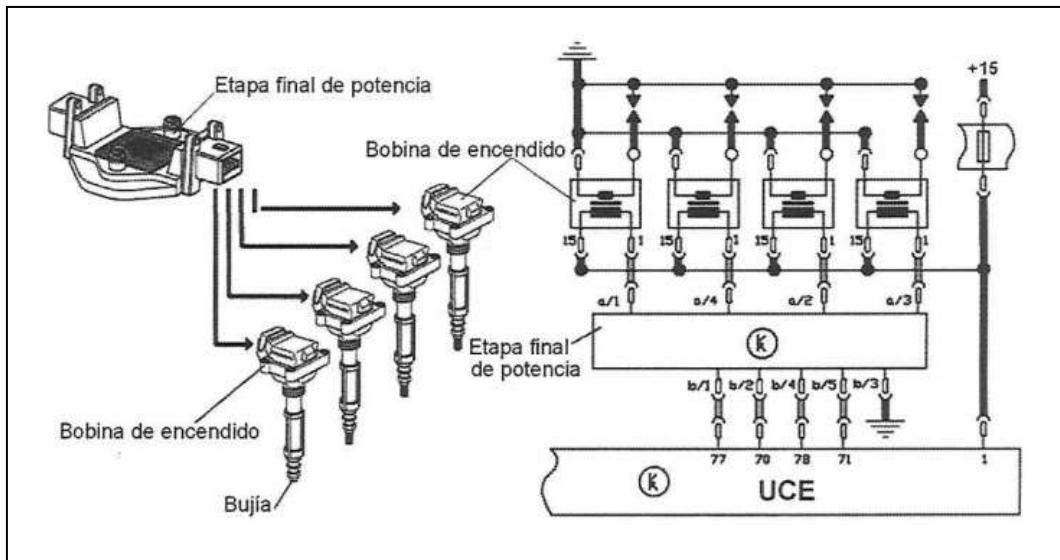
En las bobinas con módulo de encendido integrado en el cuerpo de la bobina, son las más utilizadas en el sistema DIS independiente, es vital contar con el diagrama eléctrico para poder identificarlos, cabe anotar que en este tipo de bobinas es imposible ejecutar mediciones de resistencia.



**Figura 22: Esquema de conjunto de encendido DIS independiente**

**Fuente:** Sistemas auxiliares del motor, J. M. Alonso Pérez, pág. 77

El empleo de una bobina por cilindro presenta una ventaja respecto al sistema simultáneo de bobina dobles y es que se elimina el salto de chispa perdida en uno de los cilindros hermanado lo cual en ocasiones puede generar explosiones en la admisión en ciertos motores que tienen por su configuración un elevado cruce de válvulas.

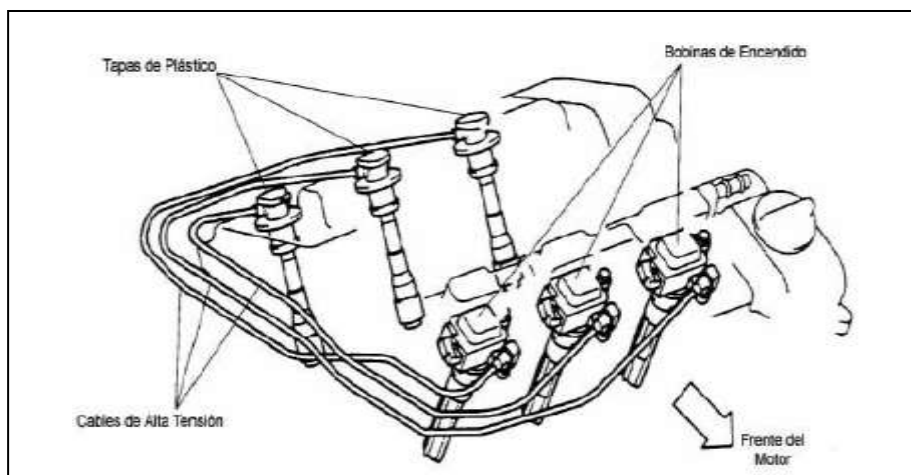


**Figura 23: Esquema de funcionamiento de conjunto de encendido DIS independiente**

**Fuente:** Sistemas auxiliares del motor, J. M. Alonso Pérez, pág. 77

### 2.4.6.2 ENCENDIDO SIMULTÁNEO.

En el encendido simultáneo se emplea una bobina por cada par de cilindros, donde dicha bobina va montada sobre una bujía y de allí se conecta a la otra bujía del cilindro hermanado a través de un cable de alta tensión, por esta razón la chispa de encendido ocurre en ambos cilindros a la vez.

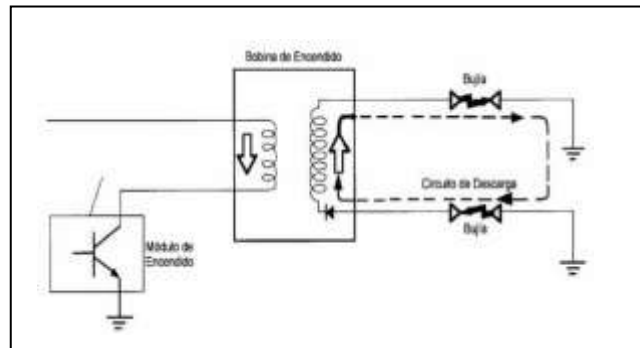


**Figura 24: Esquema de encendido electrónico DIS simultáneo**

**Fuente:** Secretos de encendido electrónico, pág. 25



En el encendido simultáneo, dos cilindros se emparejan conforme a la posición del pistón, con el objetivo de simplificar el tiempo de encendido y disminuir el voltaje necesario para el circuito secundario.



**Figura 25: Flujo de corriente eléctrica en el encendido simultáneo**

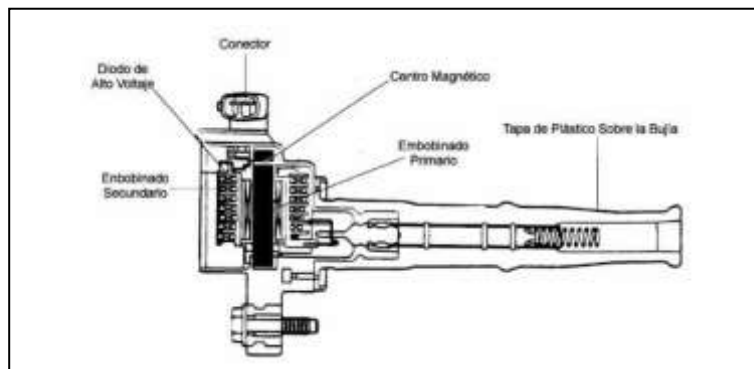
**Fuente:** Secretos de encendido electrónico, pág. 28

La tensión que se genera en la bobina del secundario es aplicada a cada bujía. La chispa recorre del electrodo central hacia el electrodo lateral de la bujía y en cambio en la otra bujía en viceversa, la chispa va desde el electrodo lateral al electrodo central. En estos sistemas por lo general se emplean bujías con punta de platino ya que es un material de alta resistencia y ductibilidad.

Hay que tener presente que la tensión necesaria para que la chispa se descargue depende de la calibración de los electrodos de la bujía y presión de la compresión en el modo simultáneo si el ajuste en ambas bujías es el mismo, el voltaje será proporcional a la presión necesaria para que ocurra la descarga dentro del cilindro. Cabe anotar que la chispa se conduce mejor en la compresión debido a la alta presión, contrario cuando un cilindro está en la

carrera de escape, donde hay menor presión muy cercana a la atmosférica, en este caso se necesita poco voltaje para generar la chispa.

En el sistema DIS el módulo electrónico puede ser uno solo para todos los cilindros o también un módulo para cada cilindro, esto depende del diseño del fabricante.



**Figura 26: Bobina de encendido con diodo integrado**

**Fuente:** Secretos de encendido electrónico, pág. 30

En este sistema de encendido se incorpora un diodo de alto tensión con el propósito de que haya un corte de corriente rápido en el secundario de la bobina de encendido.

### **2.4.6.3 VENTAJAS DEL SISTEMA DIS.**

Las ventajas de este sistema son:

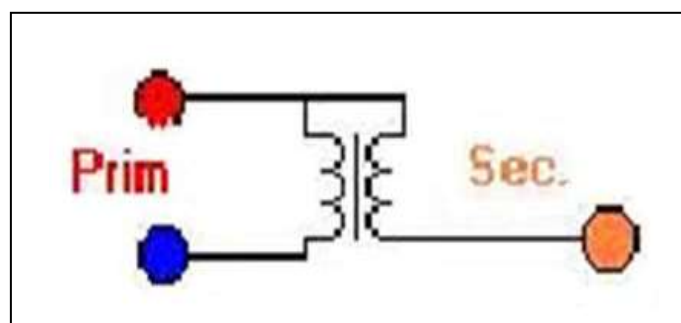
- Mejor control en la generación de la chispa de encendido, porque en este sistema el campo magnético es más grande por el incremento de tiempo de la corriente en la bobina.

- Al no haber distribuidor se eliminan posibles interferencias, debido a que las bobinas están muy cercanas a las bujías.
- Mayor control del tiempo de encendido, al haberse ampliado el rango, evitando que se descargara el cilindro incorrecto por aplicar demasiado avance o retraso como en el sistema convencional.

### 2.4.7 BOBINAS COP.

Son bobinas con una configuración muy distinta al resto, estas no requieren de cable de alta tensión, ya que van conectadas sobre cada bujía, esto es una ventaja ya que reduce la resistencia de alta tensión como se logra un mejor quemado; vienen de varias configuraciones, la más simple trae dos pines de conexión, un transformador sencillo compuesto de un devanado primario y uno secundario, los cuales se encuentran alrededor de un núcleo de hierro.

La relación de espira en estas bobinas, ejemplo en las NGK es de 1:150 a 1:200, la calidad del recubrimiento de las bobinas impiden se produzcan descargas en el interior de la bobina o fuera de ella.



**Figura 27: Diagrama de conexión de bobina Cop**

**Fuente:** <http://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/173-bobinas-cop-coil>

En estas bobinas la configuración eléctrica está constituida por un positivo de contacto, una masa de la ECM y una salida de alta tensión hacia la bujía, como se muestra en la fig. 26. En el primario tenemos, el terminal rojo es un positivo de contacto y el terminal azul corresponde a la masa; en el secundario observamos que comparte positivo con el primario, de esta forma toda descarga de secundario va al final al electrodo de masa de la bujía. Para comprobaciones colocamos el osciloscopio en el primario como se lo hace en los sistemas convencionales o sistemas DIS, con lo cual podremos ejecutar diagnósticos confiables.

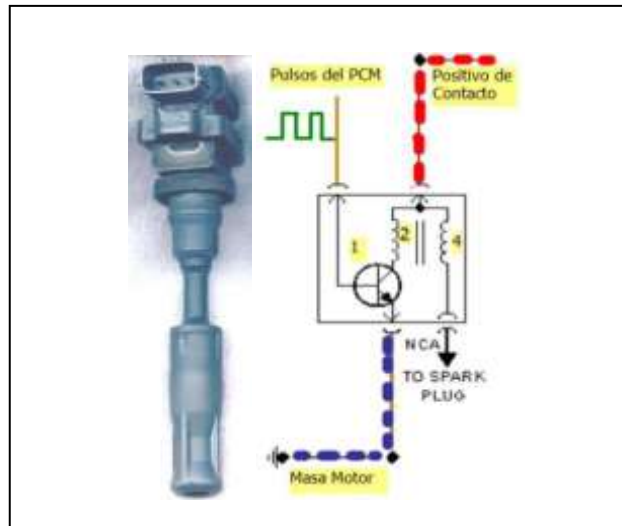
➤ **VALORES PARA UN BUEN FUNCIONAMIENTO DEL PRIMARIO DE ENCENDIDO:**

- Ángulo Dwell bien fijado a masa
- El positivo debe de tener una caída inferior a 1 voltio
- El pico inductivo deberá estar en un rango de 300V a 450V
- El tiempo de quemado de 1 a 1.7ms. a 3000 rpm.
- Se debe observar que después del tiempo de quemado se generen oscilaciones.

Tenemos dentro de la familia de bobinas COP otras configuraciones:

#### **2.4.7.1 BOBINAS COP CON TRANSISTOR DE POTENCIA INCORPORADO.**

En esta configuración de bobinas se integra un transistor, comandado por la ECM a través de pulsos, cada cilindro lleva una de estas bobinas, estas constan de tres terminales de conexión, los cuales corresponden a una masa, un positivo y una señal (pulsos que envía la ECM).



**Figura 28: Bobina COP transistorizada y diagrama de conexión**

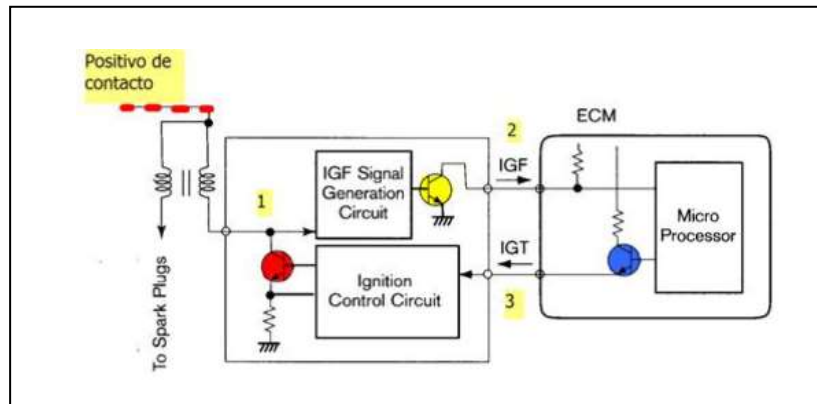
**Fuente:**<http://www.cise.com/porta/otas-tecnicas/item/173-bobinas-cop-coil>

En la figura 27 observamos la conexión donde el sombreado con rojo es el positivo de contacto (ignición), con azul tenemos la masa y finalmente con verde se aprecia los pulsos que envía la ECM para excitar la base del transistor de potencia (1) permitiendo la conexión entre el colector y emisor (anclado a masa) logrando la saturación de la bobina (2) , la inducción en la bobina secundaria (2) cuando se produce la desconexión y respectiva generación de la chispa en los electrodos de la bujía.

#### **2.4.7.2 BOBINAS COP CON MÓDULO INCORPORADO.**

Estas bobinas llevan incorporado un módulo que se encarga de generar una señal de retroalimentación a la ECM en cada instante que se produzca una correcta inducción en el devanado primario. Estas bobinas vienen con cuatro terminales de conexión.

Estas bobinas son similares a las anteriores, con la diferencia que gracias a un cuarto pin esta envía una señal a la ECM. cada instante que se genera en el primario una inducción.



**Figura 29: Esquema del módulo la Bobina COP y su conexión a la ECM**

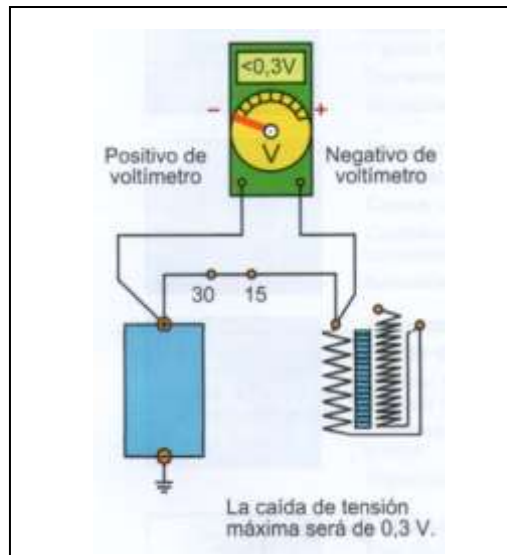
**Fuente:**<http://www.cise.com/porta/notes-technicas/item/173-bobinas-cop-coil>

En la figura 28 apreciamos el esquema interno del módulo y su conexión de cada una de las bobinas COP de este tipo con la ECM. Describiendo tenemos la ECM. Internamente tiene un circuito con un transistor NPN, (azul) el cual está conectado al microprocesador, el cual envía un pulso positivo, a la bobina el que se denomina como IGT (Ignición time), este pulso va a l circuito ICC (Ignición control circuit) el cual activa la base del transistor (rojo) el cual tiene la misión de entregar masa a la bobina primaria. El circuito IGF (Ignición geneation circuit) sirve para confirmar a la ECM. que la bobina primaria generó la inducción.

## **2.4.8 MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ENCENDIDO CONVENCIONAL Y ELECTRÓNICO.**

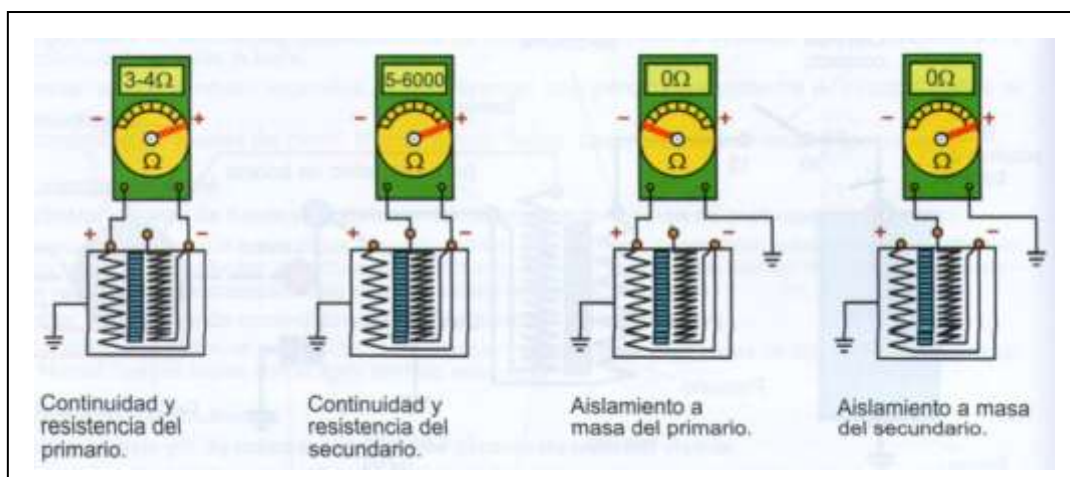
En los sistemas de encendido electrónico para el análisis y detección de fallos es similar al revisado en los sistemas convencionales, con la diferencia de aquellos que cuentan con elementos o circuitos electrónicos, donde se requiere una revisión especial utilizando para ello de los esquemas eléctricos e instrucciones de los fabricantes. Un punto particular es ángulo Dwell que es variante directamente proporcional en función del régimen del motor, hasta cierto límite ya establecido. Se lo revisa con la ayuda de un polímetro o el osciloscopio.

La revisión general del sistema de ignición se iniciará por la limpieza de las bujías y reglaje si lo requiere, estado del cable de alta tensión, tapa de distribuidor, y bobina; luego de estas revisiones preliminares se procede a comprobar el punto de encendido en aquellos que lo requieran. En caso de que se presenten dificultades para el encendido luego de todas estas revisiones se recomienda comprobar si las bujías están generando la chispa, en caso de ausencia de alta tensión en la bobina del secundario, distribuidor, cables y bujías sin causa aparente; en este caso se deberá realizar la revisión iniciando por el sistema del primario de la bobina.



**Figura 30: Verificación de la bobina**

**Fuente:** Sistemas auxiliares del motor, pág. 28



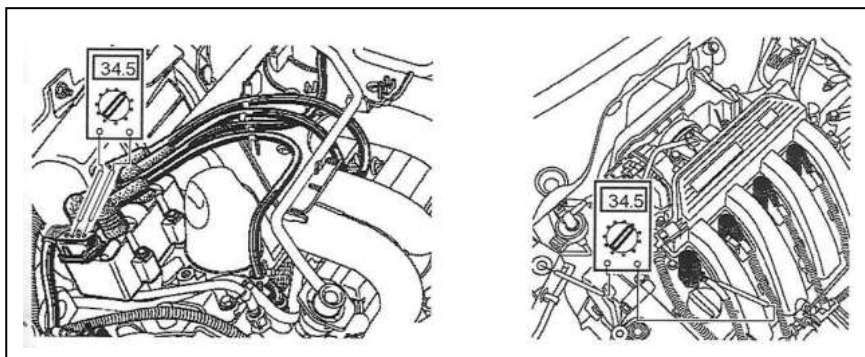
**Figura 31: Verificación de la bobina**

**Fuente:** Sistemas auxiliares del motor, pág. 28

En los sistemas electrónicos estáticos son similares a los sistemas antes mencionados, cuando el motor no quiere arrancar o su funcionamiento es muy inestable, se procede a revisar si se está generando la chispa en la bujía, en caso no obtener resultado, se procede a chequear la señal de activación de la bobina, conectando un polímetro entre el borne del primario que está conectado a la ECM y masa como se aprecia en la figura abajo, se deberá



conseguir una señal determinada de frecuencia al momento de accionarse el motor de arranque. Si no hay resultado nos indicaría que existen fallos con la ECM o el cableado.

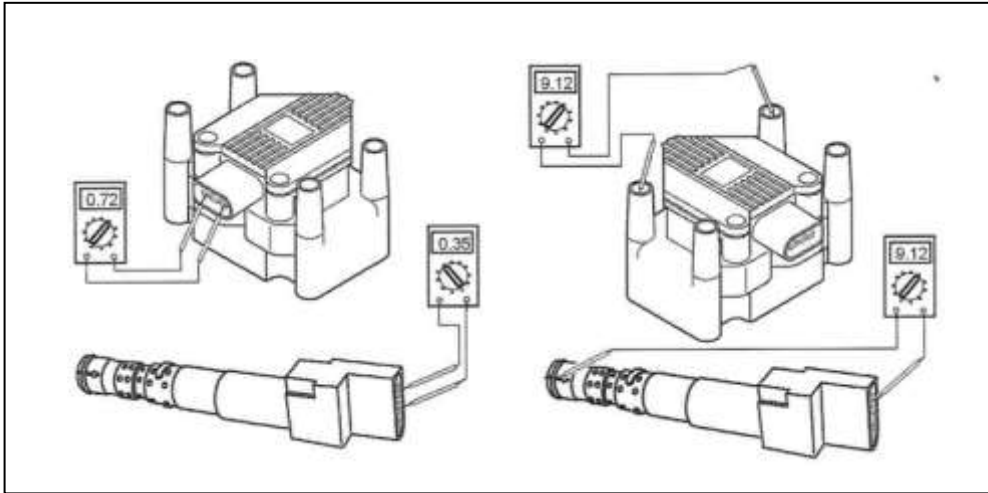


**Figura 32: Oscilogramas superpuestos para detectar el ángulo de leva del ruptor.**

**Fuente:** Sistemas auxiliares del motor, J. M. Alonso Pérez, pág. 81

Y si en caso el resultado es bueno, y seguimos sin tener chispa en la bujía, entonces debemos chequear el estado de las bobinas, midiendo la resistencia de sus primarios y secundarios.

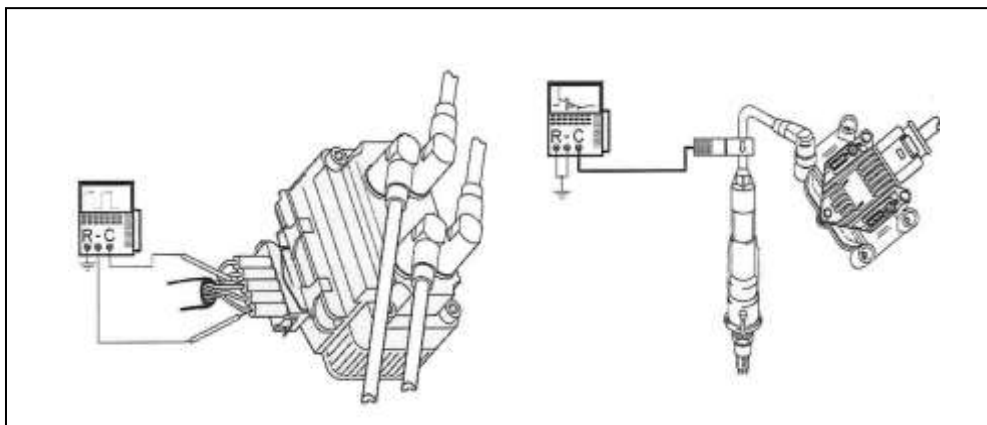
En la figura abajo se muestra las conexiones a una bobina DIS y otra de encendido directo integral, cabe resaltar que estas llevan incorporado el circuito electrónico de mando en la propia bobina, y en estas se dificulta la comprobación del primario por ser riesgoso para el circuito electrónico para lo cual debemos respaldarnos con el esquema eléctrico e instrucciones del manual de servicio del fabricante si fuere el caso. Para comprobar el secundario de la bobina doble procedemos a conectar el óhmetro entre las salidas de alta tensión de un mismo devanado y para el caso de las bobinas independientes se conecta el óhmetro entre la entrada de la corriente y el conector de la bujía (salida de alta tensión).



**Figura 33: Comprobaciones de bobina DIS y de encendido directo integral.**

**Fuente:** Sistemas auxiliares del motor, J. M. Alonso Pérez, pág. 82

Para la comprobación de los sistemas de encendido electrónico se recomienda el empleo del equipo osciloscopio, siendo el procedimiento muy similar al empleado en los sistemas convencionales. En la figura abajo vemos la forma de conectar el osciloscopio a los terminales del primario y secundario en módulos de encendido DIS.



**Figura 34: Comprobaciones de bobina DIS con un osciloscopio portátil**

**Fuente:** Sistemas auxiliares del motor, J. M. Alonso Pérez, pág. 82

## **2.5.4 MÓDULO DE ENCENDIDO.**

La función principal del módulo de encendido, indiferente de las distintas marcas que lo fabrican, es la de activar y desactivar el flujo de corriente en el primario de la bobina de encendido, en función de la señal de tiempo de encendido STE. que envía la PCM. El módulo puede venir incorporado en la misma PCM o en la parte exterior.

### **2.5.4.1 FUNCIONES DEL MÓDULO DE ENCENDIDO.**

Funciones del módulo de encendido:

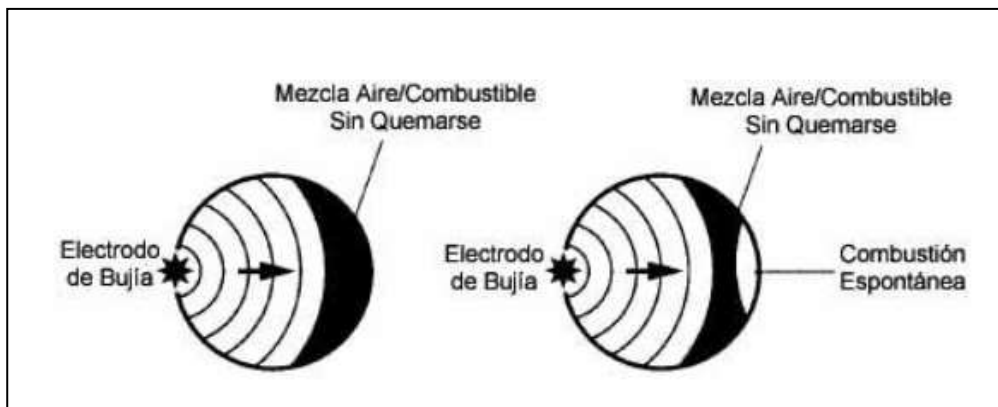
- a. Generación de señal de confirmación de encendido SCE.
- b. Control del ángulo de contacto
- c. Circuito de prevención de arresto
- d. Circuito de prevención de sobrecargas de voltaje
- e. Circuito de límite de corriente
- f. Señal de tacómetro

## **2.5.6 CICLO DE CONTROL DE DETONACIÓN DEL MOTOR.**

Durante el funcionamiento del motor pueden aparecer cascabeleos, esto es percibido por el sensor knock, el cual transforma las vibraciones generadas en señales eléctricas de voltaje que son enviadas a la computadora, la PCM las procesará y hará las correcciones, en este caso retardará el tiempo de encendido poco a poco hasta lograr que se elimine el cascabeleo del motor, cuando sucede esto la PCM para el retardo del encendido y luego inicia el

avance del encendido paso a paso, en caso aparezca nuevamente el cascabeleo, la PCM nuevamente procederá al retardo, se mantiene en este ciclo de ajuste, para mantener al motor funcionando de la manera más estable posible durante los diferentes regímenes de trabajo.

Cuando la bujía enciende la mezcla aire-combustible, la presión dentro del cilindro se incrementa. Si el incremento en calor y presión dentro de la cámara de combustión es suficientemente elevado, la mezcla se encenderá en un sitio distinto al electrodo de la bujía produciendo dos frentes de llama que chocarán una contra otro. Esto se conoce como combustión espontánea y produce detonaciones con sonidos similares a cascabeleos dentro del motor.



**Figura 35: Detonación o cascabeleo**

**Fuente:** Secretos de encendido electrónico, pág. 17

## 2.5.7 IDENTIFICACIÓN DE LA SEÑAL DE ENCENDIDO.

En la figura 36 podemos observar como la PCM tiene la capacidad de identificar cual es el cilindro que está cascabeleando gracias al instante en el que llega la señal de detonación. Por otro lado las señales de los sensores CKP y de posición del árbol de levas, le indican a la computadora el cilindro que se

encuentra en carrera de compresión. Con lo cual la PCM procederá de manera más confiable a realizar el retardo del encendido en el cilindro correcto. Las señales falsas que no cumplen con la amplitud de banda son ignoradas por la PCM. Hay que tener presente en el caso de haber desgastes o fisuras en biela, pistón o cilindro nos pueden generar también vibraciones, obligando a la PCM proceda a realizar un retardo al encendido.

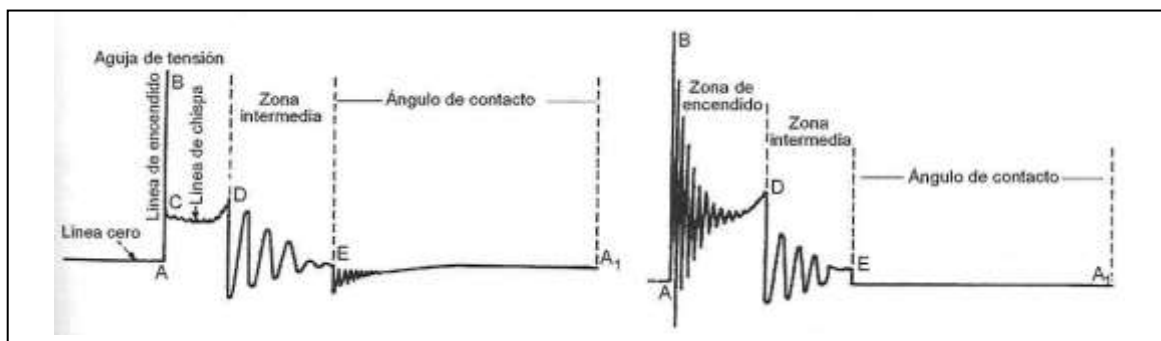
### **2.5.8 ESTUDIO DEL ENCENDIDO CON OSCILOSCOPIO.**

Para el estudio del sistema de encendido, tenemos una herramienta muy útil como es el osciloscopio, bien empleado nos ayuda para el análisis y detección de fallos, con el cual podemos observar el proceso eléctrico – electrónico total del encendido, a través de una imagen u oscilograma donde se muestran los impulsos o señales eléctricas del circuito primario como secundario en cada instante durante el funcionamiento del sistema de ignición.

Cuando este trabaja con normalidad tenemos una imagen característica de una señal de calidad, en cambio se presenta un fallo o avería en la ignición, es decir un comportamiento defectuoso del encendido, la imagen u oscilograma sufre alteraciones o deformaciones, comparado a la imagen característica de buen funcionamiento.

Cada porción o parte del oscilograma que se nos muestra en la pantalla de nuestro osciloscopio, nos representa algún elemento del conjunto de encendido, lo que nos obliga a adquirir un conocimiento apropiado del circuito de ignición tanto como de su forma de oscilograma y lógicamente de una destreza en el manejo correcto del equipo osciloscopio.

Todos los osciloscopios en sus diferentes modelos son muy similares, con el equipo podemos observar señales de entrada y salida del circuito primario y secundario de la bobina de encendido, salida de alta tensión de la bobina y bujías. La pantalla de los osciloscopios está graduada en kilovoltios en su eje vertical mientras en su eje horizontal nos muestra los grados o % Dwell, los mandos nos permiten el desplazamiento de la imagen o ampliación de la misma, otras opciones que tenemos es la de seleccionar imágenes del primario o secundario, o de todos los cilindros en línea para superponer o distanciar las imágenes entre sí.



**Figura 36: Oscilogramas normales del primario (derecha) y secundario (izquierda)**

**Fuente:** Sistemas auxiliares del motor, J. M. Alonso Pérez, pág. 53

En esta figura 35 tenemos a los imágenes del primario (derecha) y secundario (izquierda), donde el punto A nos muestra el momento de apertura de los contacto del ruptor, en el preciso momento donde ocurre el impulso de alta tensión en el secundario y se inicia la carga del condensador, la línea AB el pico de tensión que se necesita para ionizar el espacio disruptivo de la bujía para que salte la chispa o arco eléctrico. En el punto B se logra la tensión para la ignición produciéndose la chispa en la bujía, esto ocasiona que la tensión en el secundario disminuya notablemente por la descarga de corriente en el

momento de la transferencia del arco eléctrico entre los electrodos de la bujía, la línea BC muestra este suceso. Por otra parte la línea CD nos muestra el tiempo de duración de la chispa en una determinada tensión (tensión de combustión). En el oscilograma del primario (derecha) en el segmento CD podemos notar oscilaciones mayores a las del mismo tramo en el secundario, esto se debe a que en el primario se están produciendo las primeras y sucesivas descargas del condensador.

En el punto D cesan las oscilaciones debido a que la energía acumulada en el campo magnético de la bobina ha disminuido y no es suficiente para mantener la chispa de encendido. En este punto se inicia la etapa de amortiguación mostrada por el segmento DE donde podemos apreciar una serie de oscilaciones amortiguadas en ambos circuitos tanto primario como secundario, durante este lapso de tiempo el condensador se descarga totalmente. Ahora en el punto E se cierran los contactos del ruptor lo que produce una caída brusca a cero de la tensión; donde el segmento EA es el tiempo durante el cual se mantienen cerrados los contactos del ruptor (ángulo de leva), en el secundario comienza una alzada de tensión con oscilaciones, producidas por la tensión inducida en el mismo por el campo magnético del primario, cuando se llega a la saturación del campo magnético es decir al valor máximo de la corriente en el primario, es cuando dejan de mostrarse las oscilaciones que sería el punto A1; donde a partir del mismo punto se iniciará un nuevo ciclo.

Entonces tenemos que con el análisis de los oscilogramas se pueden diagnosticar el buen funcionamiento como también la presencia de fallos en el sistema de encendido o en el funcionamiento del motor por otras razones

ajenas al circuito propio de ignición. Ejemplo cuando se muestra distorsiones en los oscilogramas de todos los cilindros, la avería tendría su origen en un elemento o dispositivo que afecte a todo el conjunto por igual; mientras si la distorsión se produce en uno o varios de los cilindros el origen sería en uno de los componentes de dicho cilindro o cilindros involucrados. Debemos tener en consideración que las distorsiones en el oscilograma normal de funcionamiento se podrían ver afectados por fallas de tipo eléctricas-electrónicas como por fallas mecánicas del motor como pueden ser: fugas de compresión, defectos en válvulas, descalibración de balancines, bielas flojas o con desgaste, etc.

En la onda del primario cuando el tiempo de quemado termina, apreciaremos una pendiente ascendente y después en oscilaciones (entre 2 y 5) que nos indican de la buena calidad de la bobina de encendido que a pesar de haber generado la chispa todavía conserva energía, como se parecía en las ondulaciones amortiguadas.

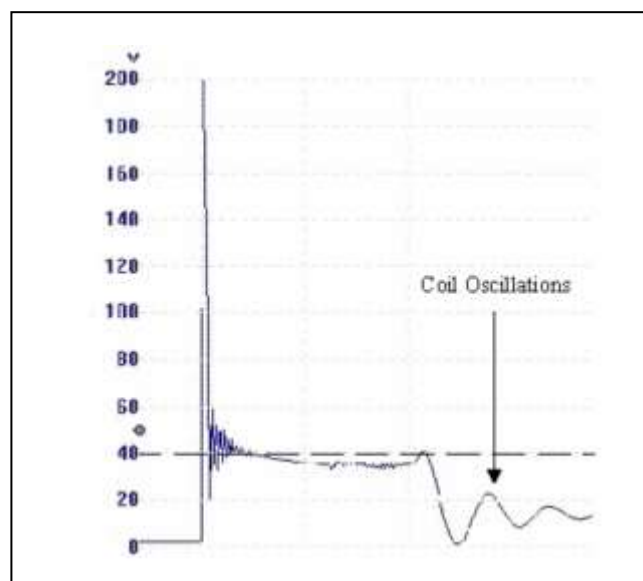
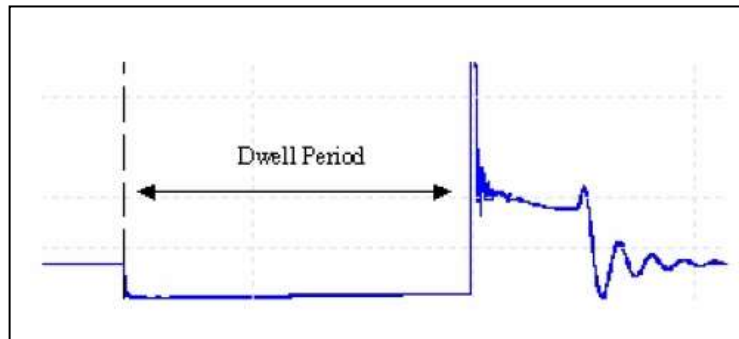


Figura 37: **Oscilaciones del primario**

**Fuente:** Cise Electronics



Aquí podemos observar el ángulo Dwell, generado por el transistor de potencia del PCM o módulo el mismo que tiene una duración de 2,5 a 3,5ms (es el tiempo con que se satura la bobina). El valor máximo de corriente en la bobina es de 6 a 8 Amperios en los diversos sistemas.



**Figura 38: Oscilaciones del primario**

**Fuente:** Cise Electronics

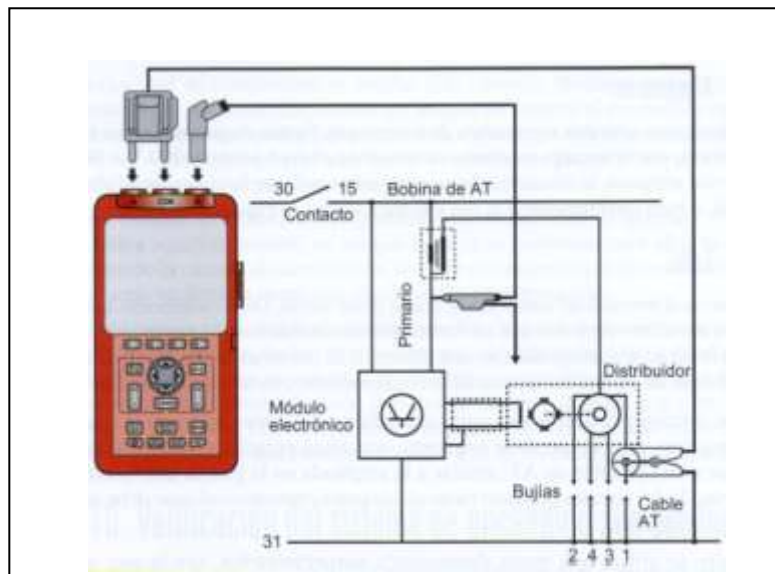
Tenemos sistemas diversos de encendido y en varios de ellos la PCM se encarga de enviar una señal de disparo al módulo amplificador de poder, quien tiene control sobre el primario de la bobina de encendido. Este disparo al módulo de poder es un pulso (+) con una magnitud de 2.5V a 4.5V. en el pulso va los datos del Dwell y el avance en caso de que este pulso no sea sentido en el módulo no se disparará la bobina. Debemos recordar que generalmente en el cable de disparo el módulo que viene de la PCM habrá 0V.

### **2.5.8.1 Estudio del circuito convencional empleando el osciloscopio.**

A continuación se detalla un análisis al circuito primario con osciloscopio

## a) CIRCUITO PRIMARIO.

La forma de onda representa la tensión que tenemos entre el negativo de la bobina y la masa. En la figura abajo podemos apreciar la forma de conectar el osciloscopio al circuito primario, para su análisis. La pinza se pondrá en contacto con el cable del primario entre la bobina y el módulo electrónico, mientras con la pinza capacitiva se insertará en los cables de alta tensión (AT) de cada una las bujías. Se recomienda graduar la escala de tensión y tiempo de manera que pueda obtener un oscilograma claro y detallado.



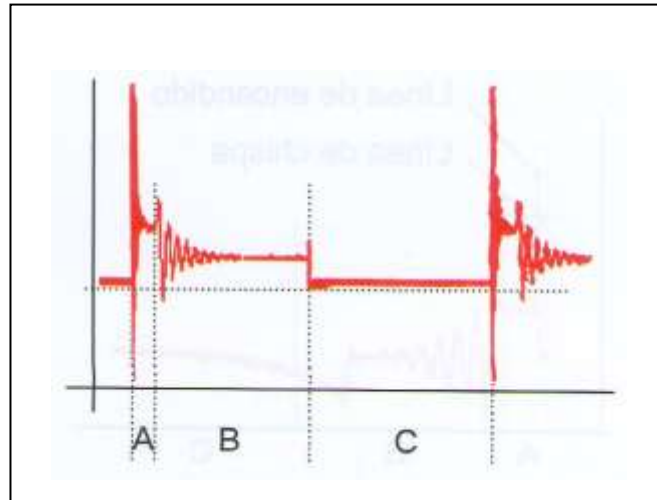
**Figura 39: Osciloscopio conectado al circuito primario**

**Fuente:** Sistemas auxiliares del motor, M. A. Pérez Belló, pág. 58

### ➤ SEGMENTO A DEL OSCILOGRAMA DEL PRIMARIO.

En el arranque del ciclo de funcionamiento la tensión es cero, ya que los contactos están cerrados y la corriente está circulando por el primario, debido a la conexión a masa. Cuando se abren los contactos, se incrementa notablemente la tensión gracias a la f.e.m. la se induce en el primario,

generando una variación del flujo magnético en la bobina, esto por la interrupción de la corriente. Entonces se genera un pico de tensión máximo de hasta 300V a la par de esto el condensador inicia el trabajo de carga.



**Figura 40: Oscilograma del circuito primario**

**Fuente:** Sistemas auxiliares del motor, M. A. Pérez Belló, pág. 59

Durante el tiempo que transcurre el encendido (línea de encendido) suceden una cadena de oscilaciones, esto se debe en que esta etapa el condensador está suministrando su carga. El mismo que tiene que enfrentarse a su autoinducción que se opone a dicha carga (Ley de Lenz) y también a la tensión inducida en el primario; esto genera oscilaciones donde la corriente se vuelve alterna ya que alcanza valores negativos, también tenemos disipación de energía en forma de calor (efecto Joule) durante este proceso que provoca una reducción de la intensidad de las oscilaciones. El fin de las oscilaciones se da en el inicio del punto B en la forma de onda donde a su vez se extingue la chispa en los electrodos de la bujía.

### ➤ **SEGMENTO B DEL OSCILOGRAMA DEL PRIMARIO.**

En este segmento se aprecia la energía residual de la chispa ya extinguida que a pesar de ser un poco elevada no es suficiente para mantener el arco eléctrico, y se va disipando en una serie de oscilaciones hasta llegar a formar el tramo estable horizontal que nos dirá que se ha alcanzado la tensión propia de la batería debido a la apertura de los contactos. Podemos comprobar la capacidad apropiada del condensador en base al número de oscilaciones. También debemos saber que el punto de finalización de este segmento de la forma de onda será en función del reglaje de apertura de los contactos o ángulo de cierre (% Dwell).

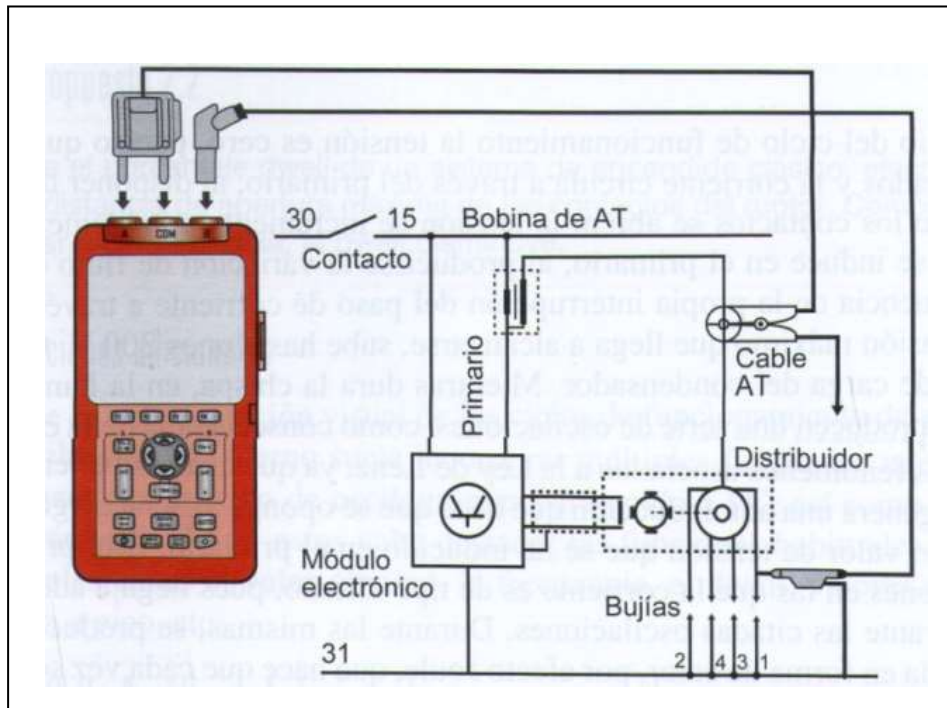
### ➤ **SEGMENTO C DEL OSCILOGRAMA DEL PRIMARIO.**

En este segmento los contactos están cerrados, por lo tanto volvemos a una tensión de 0V. se genera un ligero pico ascendente, por efecto de la autoinducción. Este segmento se relaciona con el ángulo de cierre (% Dwell).

### **b) FORMA DE ONDA DEL CIRCUITO SECUNDARIO.**

En esta imagen se aprecia el oscilograma con las variaciones de tensión que se suscitan durante el funcionamiento de la bobina secundaria.

La siguiente figura indica la forma de conectar el osciloscopio para la medición en el circuito secundario. La pinza capacitiva en contacto con la salida de alta tensión (AT) entre la salida y el distribuidor, luego vamos verificando cada cilindro con la pinza a la salida de su respectivo cable de alta tensión (AT). Se recomienda graduar la escala de tensión y tiempo de manera que pueda obtener un oscilograma claro y detallado.

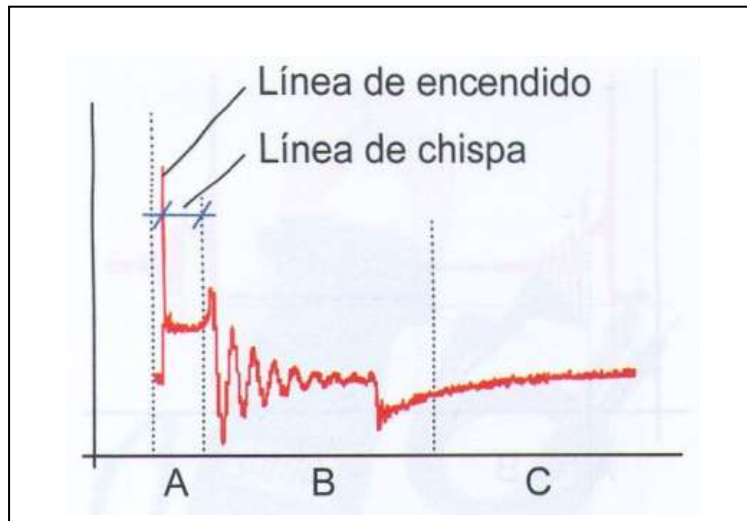


**Figura 41: Osciloscopio conectado al circuito secundario**

**Fuente:** Sistemas auxiliares del motor, M. A. Pérez Belló, pág. 60

### ➤ **SEGMENTO A DEL OSCIOGRAMA DEL SECUNDARIO**

En el desarrollo de este segmento, se inicia con tensión de 0V. hasta el momento donde se produce el salto de chispa, comienzo del segmento A. al momento de la separación de los contactos se origina el pico máximo de tensión (tensión de ruptura) o línea de encendido provocando el salto de chispa en los electrodos de la bujía. Se dice que tal valor se eleva a un tope de 10Kv. La cual es suficiente para iniciar el salto de chispa, pero el aumento de esta tensión generada por la bobina se la emplea para prolongar el tiempo del salto de la chispa donde se consume esta energía, estabilizándose en un rango de 1,5Kv a 2Kv. Con un tiempo propio de duración de la chispa de 1,3 a 2 milisegundos.

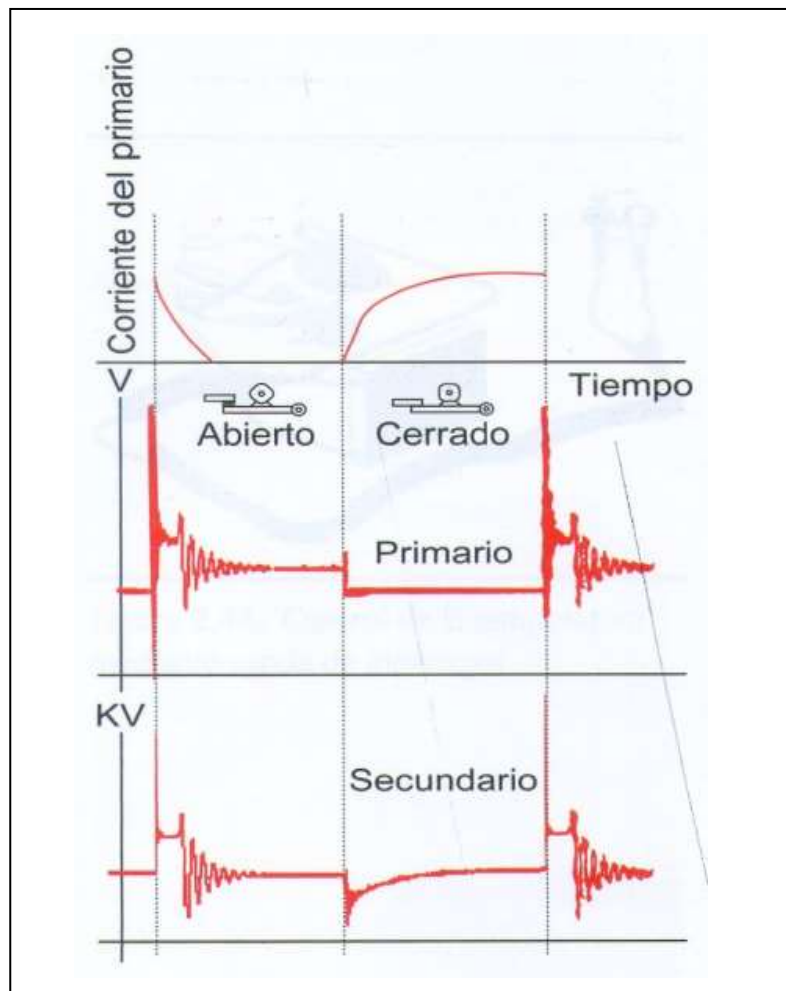


**Figura 42: Oscilograma del circuito secundario**

**Fuente:** Sistemas auxiliares del motor, M. A. Pérez Belló, pág. 60

### ➤ **SEGMENTO B Y C DEL OSCIOGRAMA DEL SECUNDARIO**

Tenemos a igual que en el primario una disipación de la energía después de extinguirse el salto de chispa, una energía residual que se disipa en la misma bobina hasta alcanzar el punto C, donde en su inicio se cierran los contactos, restableciéndose el paso de la corriente y a la par se da la descarga del condensador también sobre el primario. Estos dos eventos generan que se induzca un impulso de signo negativo en el secundario (Ley de Lenz).



**Figura 43: Comparación entre oscilogramas de primario y secundario**

**Fuente:** Sistemas auxiliares del motor, M. A. Pérez Belló, pág. 60

En esta figura se aprecia el oscilograma de un sistema de encendido DIS las formas de onda del primario de la bobina de los dos cilindros hermanados son similares; pero en el oscilograma del secundario la diferencia de las formas de onda es bien notable donde uno de los picos de tensión máxima es bastante menor y corresponde al cilindro que está en la carrera de escape, esta disminución se debe a la poca resistencia a la chispa entre los electrodos de la bujía gracias a la poca presión existente en el cilindro.



**Figura 44: Oscilogramas de primario y secundario en un sistema DIS**

**Fuente:** Sistemas auxiliares del motor, M. A. Pérez Belló, pág. 62

### **2.5.8.3 ESTUDIO DE DISTORSIONES EN LAS FORMAS DE ONDA USANDO EL OSCILOSCOPIO.**

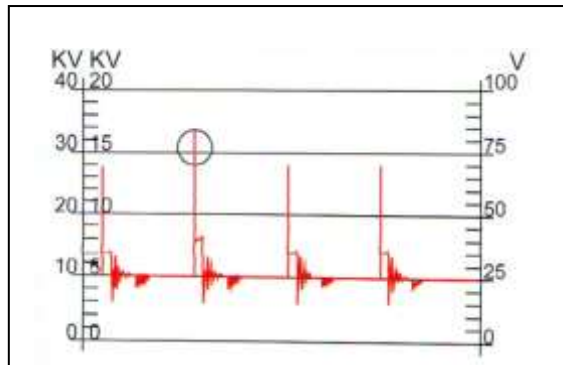
Para esto es recomendable hacerlo en régimen y condiciones de carga constante, lo siguiente es tener una imagen de todas las señales juntas, para ver si existe alguna diferencia en la forma de onda entre el conjunto de cilindros y para e esto es aconsejable ir ubicando las señales de izquierda a derecha en función del orden de encendido.

#### **a. LÍNEA DE ENCENDIDO MUY ALTA.**

Puede producirse por algún corte o reducción de la sección de los cables de alta tensión, en ocasiones es tan elevada que puede desaparecer la línea de salto de chispa. Recordemos que son bastante numerosas y amplias las oscilaciones debido que toda la energía se disipa por ellas, ya que por masa no pasa corriente o es muy poca la que logra pasar. También puede darse que el pico de encendido no es tan alto como el anterior, en este caso puede ser producto de una separación mayor a la recomendada en los electrodos de la bujía, suciedad, o acumulación de carbonilla en los electrodos (perlado), o quizás a una distancia excesiva del dedo del distribuidor respecto a los bornes



de conexión en la tapa. En la figura abajo podemos apreciar la forma de onda con la línea de encendido muy alta en uno de los cilindros.

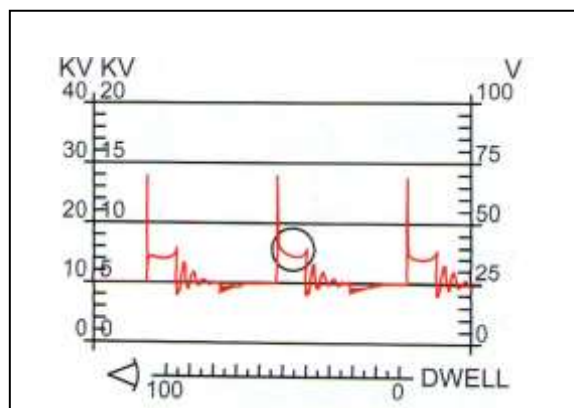


**Figura 45: Línea de encendido alta en uno de los cilindros**

**Fuente:** Sistemas auxiliares del motor, M. A. Pérez Belló, pág. 61

## **b. FUGAS DE CORRIENTE.**

Apreciamos en la forma descendente en la onda del secundario, esto es por efecto de fugas de corriente por derivación, es decir por humedad, rotura de recubrimiento de su aislante; pero otras razones pueden ser contaminación o desgaste en las bujías, tapa o dedo distribuidor o cables de alta tensión deteriorados.

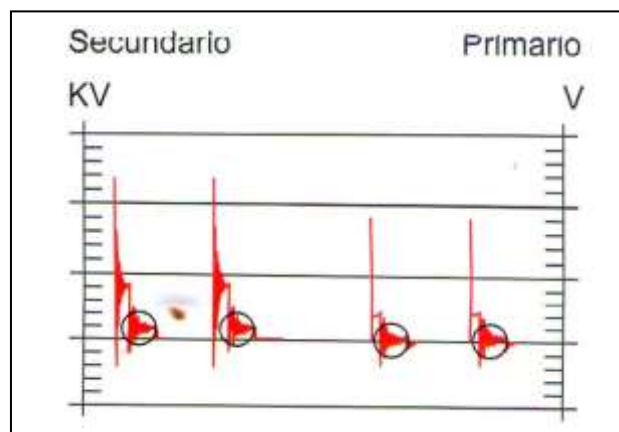


**Figura 46: Fugas de corriente**

**Fuente:** Sistemas auxiliares del motor, M. A. Pérez Belló, pág. 61

### c. ZONA INTERMEDIA IRREGULAR.

Esta distorsión en las oscilaciones se puede presentar en ambos circuitos ya sea primario o secundario, como nos muestra la figura. Debemos contarlas, cuando tenemos más de 5 oscilaciones significa que el condensador está descargando excesivamente, y si por lo contrario, contamos menos de 5 oscilaciones significa que el capacitor está en corto o también puede ser causa de corto en la bobina.



**Figura 47: Defectos en la zona intermedia**

**Fuente:** Sistemas auxiliares del motor, M. A. Pérez Belló, pág. 61

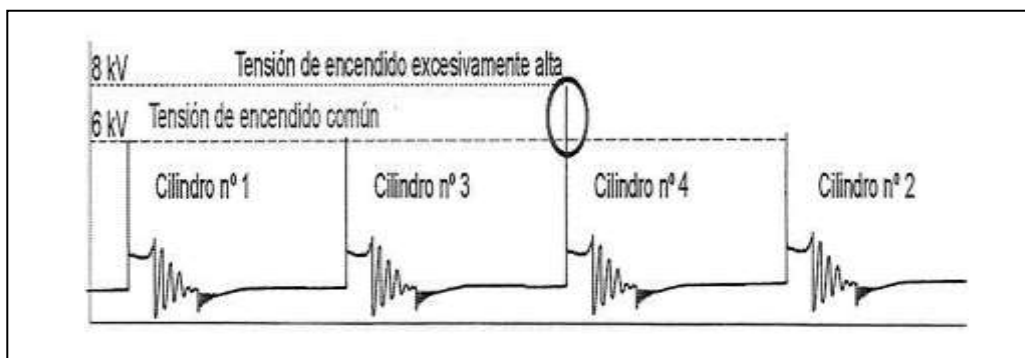
### d. PROBLEMAS POR COMBUSTIÓN.

Cuando el motor presenta un cierre defectuoso de sus válvulas, pierde hermeticidad y se disminuye la presión en la cámara de combustión, presentándose problemas en la combustión que se verán reflejados en forma de rizado en la línea de salto de chispa en el circuito secundario.

### e. TENSIÓN DE ENCENDIDO.

Para esto es necesario ajustar la imagen del secundario con los oscilogramas de todos los cilindros en línea, uno a continuación de otro. La

tensión de encendido deberá ser la misma en todas ellas y también en las variaciones en las aceleraciones del motor. En ciertos caso un valor superior a 6KV en alguno de los cilindros nos supone un daño ya sea en dicha bujía, cable de alta o desperfecto mecánico en los componentes de dicho cilindro; para ayudar a encontrar el origen se recomienda intercambiar en este caso la bujía y/o el cable de alta tensión por el de otro cilindro, para así confirmar si el fallo es por los elementos en mención (bujía-cable) o de elementos en el propio cilindro.



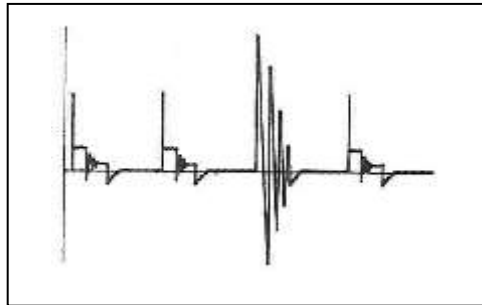
**Figura 48: Oscilogramas de los secundarios en línea de un motor de 4 cilindros**

**Fuente:** Sistemas auxiliares del motor. J. M. Alonso Pérez, pág. 54

Cuando se aprecia valores muy elevados en la aguja de tensión de uno de los cilindros, esto puede ser producto de: mucha separación entre los electrodos de la bujía, cable de bujía abierto o resistencia alta, encendido atrasado, compresión alta, mezcla pobre; En cambio si los valores son bajos nos supone: muy poca separación entre electrodos de la bujía, tapa del distribuidor comunicada, riqueza excesiva de la mezcla, compresión baja, etc.

También puede ocurrir que en una o varias agujas de tensión no alcancen los valores prescritos, en este caso suele ser por fugas de corrientes de alta

tensión, en este caso debemos desconectar el cable de bujía sospechoso y alejarlo para evitar interferencias, al momento de revisar la imagen en el oscilograma deberíamos obtener una imagen como el de la figura abajo, la cual nos indicaría que existe un buen excelente aislamiento.

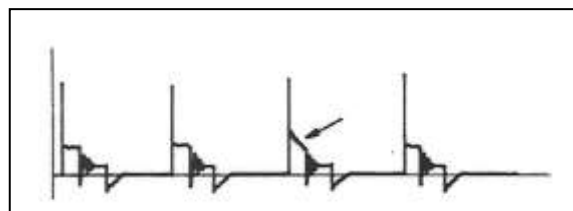


**Figura 49: Oscilograma de un aislamiento perfecto en cilindro con cable desconectado**

**Fuente:** Sistemas auxiliares del motor, J. M. Alonso Pérez, pág. 54

## f. TENSIÓN DE COMBUSTIÓN.

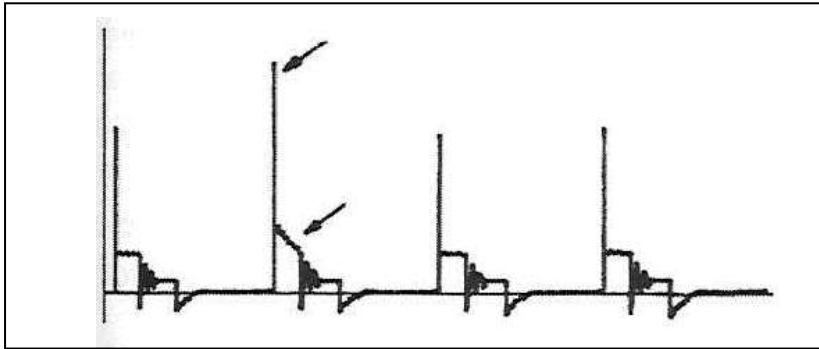
El segmento de combustión debe mantenerse igual en altura y longitud en todos los cilindros comúnmente en un valor de 2KV. Cuando se observa que en uno de los cilindros el segmento de combustión se distorsionó de forma inclinada como se aprecia abajo en la figura, nos da aviso de que existiría una resistencia excesiva en el cable de alta tensión de la bujía.



**Figura 50: Oscilogramas de tensión de combustión excesiva en uno de los cilindros**

**Fuente:** Sistemas auxiliares del motor, J. M. Alonso Pérez, pág. 53

Si esta distorsión (inclinación del segmento de combustión) se presenta en todos los cilindros, el fallo sería en el rotor del distribuidor o en el cable de bujía. Otro caso es cuando apreciamos que el segmento de combustión es más grueso de lo normal y con presencia de pequeñas oscilaciones superpuestas, es señal que tenemos las bujías muy contaminadas debido a depósitos de hollín o engrasadas. Cuando se aprecia una aguja de tensión más alta sumado a esta un segmento de combustión inclinada es señal de que tenemos una excesiva separación entre los electrodos de la bujía o también posible desgaste de los mismos; en caso de no ser así después de la revisión respectiva suele ser por efectos de carburación debido a mezclas pobres.

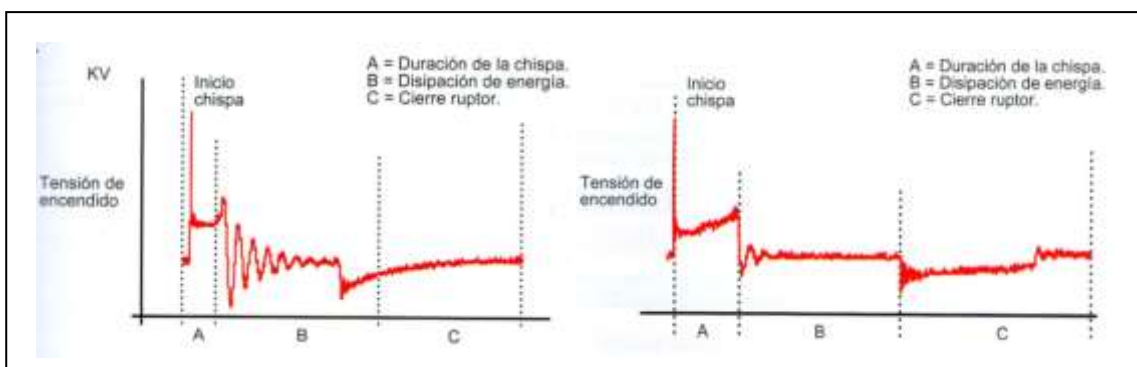


**Figura 51: Cilindro con falla combinada**

**Fuente:** Sistemas auxiliares del motor, J. M. Alonso Pérez, pág. 55

#### 2.5.8.4 ESTUDIO DE LAS FORMAS DE ONDA EN LOS CIRCUITOS ELECTRÓNICOS.

Tenemos ciertas diferencias en la forma de onda respecto a los circuitos convencionales. En el circuito primario, tenemos una mayor duración del salto de chispa (línea de encendido más larga) esto gracias a disponer de mayor cantidad de energía; y por último en el secundario tenemos igualmente una mayor duración del salto de chispa en torno a 1.5milisegundos, y la otra variante es que las oscilaciones son menores en la zona intermedia, esto gracias a la precisión y seguridad de la electrónica al momento del corte y reconexión del primario.



**Figura 52: Oscilograma del primario y secundario en un circuito electrónico**

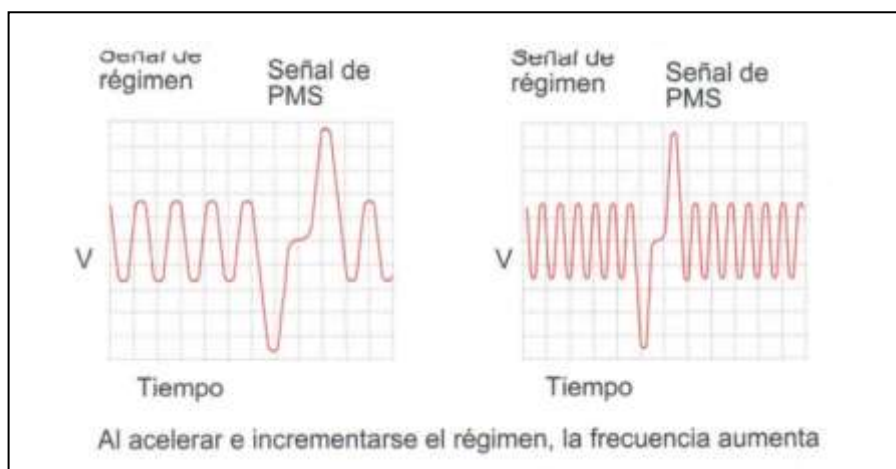
**Fuente:** Sistemas auxiliares del motor, M.A. Pérez Belló, pág. 61

## 2.5.8.5 OSCILOGRAMAS DE SENSORES UTILIZADOS EN LOS CIRCUITOS DE ENCENDIDO.

En este no se consideran los sensores que actúan en el sistema de alimentación del motor, solo los empleados por el circuito de encendido.

### a. SENSOR INDUCTIVO.

La forma de onda es alterna oscilatoria con presencia de una línea vertical muy alta que coincide con el inicio del salto de chispa de la bujía, y que junta líneas de diferente signos. Ver figura abajo

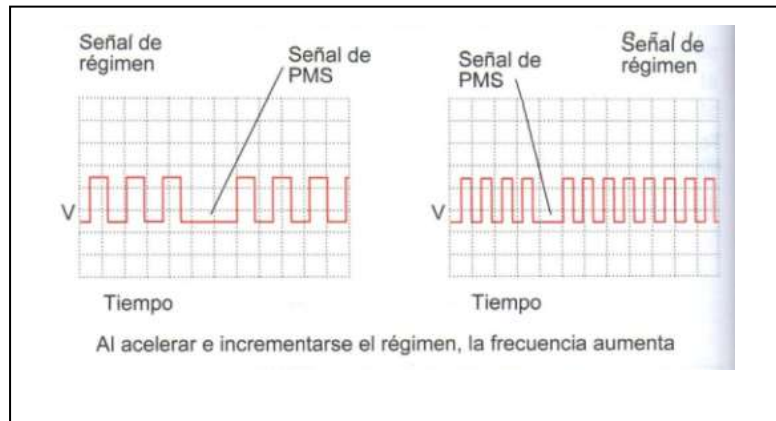


**Figura 53: Oscilogramas de un captador inductivo de régimen y PMS**

**Fuente:** Sistemas auxiliares del motor, M.A. Pérez Belló, pág. 62

### b. SENSOR DE EFECTO HALL.

La forma de onda es cuadrada-rectangular, el ángulo de cierre son representadas por las líneas superiores, cuando las pantallas obturan las líneas de fuerza del campo magnético. El salto de la chispa se generará en la primera línea vertical en cada ciclo y se cuenta de izquierda a derecha. En la figura abajo podemos apreciar.



**Figura 54: Oscilogramas de un Captador de efecto Hall**

Fuente: Sistemas auxiliares del motor, M.A. Pérez Belló, pág. 62

## 2.6. CHEVROLET AVEO.

El vehículo Chevrolet Aveo Family es un sedan con un motor a gasolina de 4 cilindros, 1.5 litros, 8 válvulas SOHC con inyección multipunto de combustible y una potencia máxima de 83 hp a 5600 rpm. Cuenta con tracción delantera, dirección hidráulica y transmisión manual de 5 velocidades.

Este vehículo usa el sistema de encendido DIS, La función del sistema de encendido es encender, en el instante preciso, la mezcla de aire y combustible que se encuentra en la cámara de combustión. Recuerda que este "instante preciso" se presenta al final de la carrera de compresión y al principio de la carrera de fuerza.



**Figura 55: Automóvil Chevrolet Aveo Family**

Fuente: <http://www.chevrolet.com.ec/aveo-family-auto-economico.html>



El sistema de encendido es uno de los sistemas más importantes del automóvil. Si este sistema no arroja una chispa a la cámara en el momento exacto, el motor no trabajará correctamente; de hecho, puede suceder que no produzca suficiente potencia para poner a funcionar el automóvil.

Tabla 1: Automóvil Chevrolet Aveo Family

<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>	
<b>Motor</b>	<b>1.5L AC</b>
<b>Alternador</b>	14,2V - 85Ah
<b>Amortiguadores</b>	Gas
<b>Asistencia</b>	Hidráulica
<b>Batería</b>	12V - 60Ah
<b>Configuración</b>	En línea
<b>Desplazamiento (CC)</b>	1,498
<b>Diámetro x Carrera</b>	76,5 x 81,5
<b>Dirección</b>	Piñón y cremallera
<b>Embrague</b>	Hidráulico
<b>Inyección</b>	MPI
<b>N° Cilindros</b>	4
<b>Posición</b>	Transversal
<b>Potencia Neta (Hp / rpm)</b>	83 / 5600
<b>Radio de Giro (mts) andenes</b>	4.89
<b>Radio de Giro (mts) paredes</b>	5.12
<b>Relación Compresión</b>	9,5:1
<b>Sistema de Freno Delantero</b>	Disco Ventilado (256mm)
<b>Sistema de Freno Mano</b>	Mecánico en ruedas posteriores
<b>Sistema de Freno Posterior</b>	Tambor (200mm)
<b>Sistema de Freno Tipo</b>	Hidráulicos, circuito cruzado
<b>Suspensión Delantera</b>	Helicoidales
<b>Resortes</b>	
<b>Suspensión Delantera Tipo</b>	Mc Pherson
<b>Suspensión Posterior</b>	Helicoidales
<b>Resortes</b>	
<b>Suspensión Posterior Tipo</b>	Semi independiente eje de torsión
<b>Tipo</b>	SOHC
<b>Torque Neto (Kg.-m / rpm)</b>	13 / 3000
<b>Transmisión</b>	Manual 5 vel.

Fuente: <http://www.chevrolet.com.ec/aveo-family-auto-economico.html>

## **2.6.1 SISTEMA DE IGNICIÓN “EI”.**

La función del sistema de ignición es generar una chispa secundaria de alta energía controlada, para encender la mezcla aire-combustible en el momento preciso, con esto se logra un rendimiento eficiente, menor control de las emisiones y un ahorro de combustible. El sistema de ignición emplea una bobina por cada pareja de cilindros. Es decir que siempre hay dos cilindros en el PMS. el cilindro que se encuentra en carrera de compresión se lo conoce como cilindro de evento y el que está en la carrera de escape se le llama cilindro inútil. Al momento de producirse el disparo de la bobina, la chispa se produce en ambas bujías a la vez. El cilindro de evento absorbe la mayor tensión, generando una chispa potente; lo inverso se da en el cilindro inútil por cuanto en él existe baja presión por consiguiente muy poca resistencia, y a esta se la conoce como chispa perdida o inútil. El sistema de ignición está constituido por los siguientes componentes:

### **➤ LA COMPUTADORA ECM.**

La computadora ECM. tiene la misión de mantener la apropiada regulación de inyección de combustible y de las bujías de encendido para todas las condiciones de conducción. La computadora ECM aplica el método de regulación electrónica de la chispa (EST) para controlar el avance de la chispa.

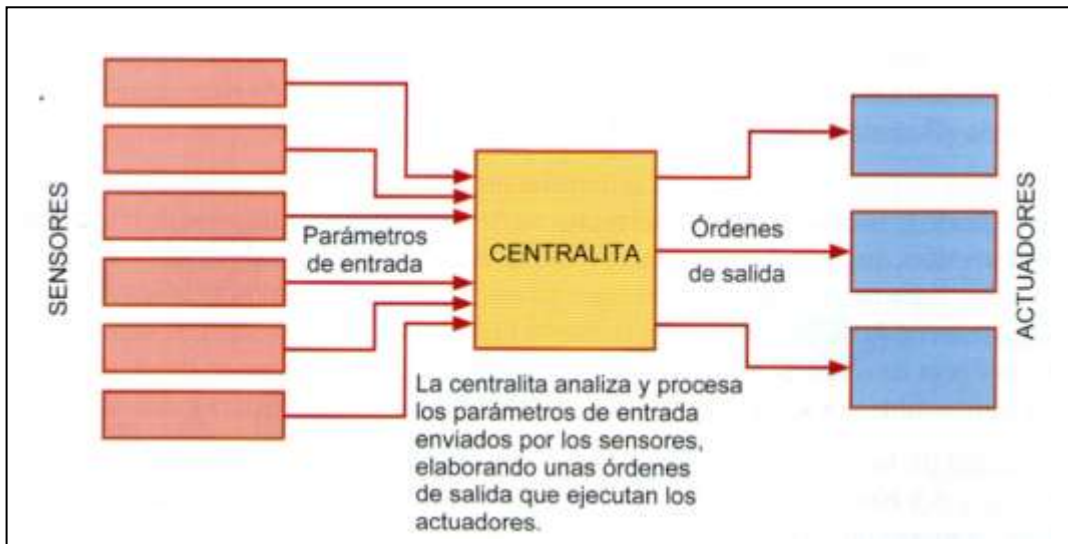
### **➤ EL MÓDULO DE ENCENDIDO.**

El módulo de encendido se encuentra integrado dentro de la computadora la misma que controla directamente el ENCENDIDO/APAGADO de la bobina primaria, además la computadora ECM supervisa las señales de entrada de los siguientes sensores que la retroalimentan para el proceso de regulación de la chispa de ignición:

- Sensor de posición del cigüeñal (CKP)
- El sensor de posición de la mariposa (TP)
- El sensor de temperatura del refrigerante del motor (ECT)
- El sensor de presión absoluta del múltiple (MAP).
- El sensor de la temperatura del aire en la admisión (IAT)
- El sensor de velocidad del vehículo (VSS)
- El sensor de golpe (Ks)

### 2.6.1.1 MÓDULO DE CONTROL DEL MOTOR ECM.

La computadora o módulo de control del motor ECM tiene almacenado en su memoria interna valores calculados y calibrados que se vuelven en acciones predeterminadas, para que en caso de haber un mal funcionamiento en el motor estas acciones eviten una pérdida completa en el desempeño del motor.



**Figura 56: Esquema de la centralita de gestión del motor ECM**

**Fuente:** Sistemas auxiliares del motor, M. A. Pérez Belló, pág. 111

El ECM es el cerebro que controla los demás sistemas de controles del motor. La computadora controla los siguientes componentes:

- El sistema de inyección de combustible
- El sistema de ignición
- Los sistemas de control de emisión
- Los diagnósticos a bordo
- Los sistemas de ventilador y de A/C
- El sistema de control del acelerador (TAC) (si está equipado)
- El sistema de control de aire de ralentí (IAC) (si está equipado)
- El sistema de control de velocidad a ralentí (ISC) (si está equipado)

La computadora ECM constantemente supervisa la información de varios sensores y otras entradas, como también controla los sistemas que afectan el desempeño del vehículo y emisiones. Además ejecuta pruebas de diagnóstico en diferentes sistemas del motor y si detecta problemas de funcionamiento procede a alertar al conductor por medio de la MIL. En este caso la computadora almacena un DTC con códigos para determinar el área afectada y el ayudar al técnico con una guía para la reparación correspondiente.

La computadora ECM tiene la capacidad de suministrar 5 voltios, 12 voltios o masa (tierra) a varios sensores o interruptores. Esto se logra gracias circuitos de resistencias variables a fuentes de energía reguladas dentro de la misma computadora. La computadora ECM comanda los circuitos de salida al controlar la tierra o el circuito de alimentación de energía con la ayuda de los transistores o de un dispositivo denominado un módulo de transmisión de salida.



**Figura 57: Centralita de gestión del motor ECM**

**Fuente:** Sistemas auxiliares del motor, M. A. Pérez Belló, pág. 97

### ➤ **PRECAUCIONES DE SERVICIO DEL ECM.**

Se debe tener precaución para evitar sobrecargar algún circuito de la computadora durante las operaciones de comprobación. No es recomendable conectar a tierra o aplicar voltaje, a cualquier circuito de la misma a no ser que el procedimiento de diagnóstico nos lo indique.

Se recomienda el empleo de un multímetro digital DMM para probar los circuitos de la computadora y obtener lecturas de mayor precisión.

### **2.6.1.2      **SENSORES INFLUYENTES DIRECTOS DEL SISTEMA DE IGNICIÓN.****

Los sistemas de encendido electrónicos requieren de importantes parámetros de los diferentes regímenes del motor de combustión interna, para lo cual la PCM se ayuda con un básico grupo de sensores, que a continuación detallaremos.

## ➤ **SENSORES DE POSICIÓN.**

Los sensores de posición alimentan de tres tipos básicos de información: la posición, velocidad y cambio de velocidad de un elemento o componente que en el motor se trata del cigüeñal y árbol de levas; y estos sensores se configuran en captador magnético (reluctor variable), efecto Hall y sensor óptico y estos diseños son empleados de manera indiferente en los automóviles.

### **a. SENSOR DE POSICIÓN DEL CIGÜEÑAL CKP.**

El sensor de posición del cigüeñal (CKP) es un generador de imán permanente es decir un sensor de reluctancia variable el cual genera un voltaje AC de frecuencia y amplitud variable. La frecuencia es en función de la velocidad del cigüeñal, la salida de AC de acuerdo a la posición del cigüeñal y la tensión de la batería. El sensor CKP funciona en conjunto con una rueda reluctora de 58 dientes solidaria al cigüeñal. Al girar la rueda cada uno de sus dientes pasan frente al sensor CKP, esto produce una variación en el campo magnético creando un pulso de encendido/apagado, en este caso de 58 veces por revolución del cigüeñal. La computadora ECM procesa las pulsaciones y determina la posición del cigüeñal; sincronizando de esta manera la regulación de la ignición, la regulación del inyector de combustible y el golpe de la chispa, en función también de las señales enviadas por el sensor de posición del árbol de levas (CMP) y el sensor CKP. Cabe resaltar que con la ayuda del sensor CKP también se emplea para indicar las rpm del motor, visualización del tacómetro y fallos de arranque. Los circuitos del sensor CKP consisten de un circuito de señal, un circuito de referencia baja y un circuito de tierra de

protección. La rueda reluctora solidaria con el cigüeñal tiene 58 dientes y una abertura de referencia, cada diente de la rueda está separada 6 grados con un espacio de 12 grados para la abertura de referencia. El pulso de la abertura de referencia se lo llama pulso de sincronización, el cual se lo para sincronizar la secuencia de explosión de la bobina con la posición del cigüeñal, mientras el otro diente suministra la ubicación del cilindro durante el giro.

#### **b. SENSOR DE POSICIÓN DEL ÁRBOL DE LEVAS.**

El sensor de la posición del árbol de levas (CMP) es un sensor de efecto hall. La señal CMP es un pulso de ENCENDIDO/APAGADO digital, generada una vez por revolución del árbol de levas, no influye directamente en el normal funcionamiento del sistema de ignición.

La señal generada por el sensor CMP es empleada por la computadora ECM para determinar la posición del tren de válvulas relacionado con la posición del cigüeñal. Con esto proceder a activar con precisión los inyectores de combustible, permitiéndole a la computadora ECM procesar es decir calcular el modo de inyección de combustible secuencial verdadero de funcionamiento.

En caso de perderse la señal CMP en pleno funcionamiento del motor, el sistema de inyección de combustible pasará a funcionar en modo de inyección de combustible secuencial calculada para esto se registrará en el último pulso de inyección de combustible permitiendo que el motor continúe su marcha. El sensor CMP está conformado de un circuito de voltaje de ignición 1, un circuito de tierra y un circuito de señal.

La rueda reluctora del árbol de levas está fijada con un perno a la parte delantera del árbol de levas. La rueda es una pista refinada, cuya mitad es de



perfil más bajo que el de la otra mitad. Esta pista se lee en una manera radial o axial respectivamente. Esto ayuda a que el sensor CMP genere una señal tan pronto como la llave se enciende, debido a que lee el perfil de pista en lugar de la muesca.

### **c. SISTEMA DE SENSOR DE GOLPE KS.**

El sistema del sensor de golpe (KS) ayuda a la computadora ECM a tener un mejorar la regulación de la ignición y evita detonaciones peligrosamente perjudiciales al motor. Es decir si existe cascabeleo ruido anormal o golpe de chispa. Para esto utiliza un sensor de 3 cables, constituido de un cristal piezoeléctrico que genera una señal de voltaje AC de amplitud diversa y frecuencia en función de la vibración del motor o el nivel del ruido. Conforme al nivel de la detonación que perciba el sensor KS será la amplitud y frecuencia de dicha señal. En la computadora ECM está grabada una canal de ruido para el motor ya calibrada para los diferentes regímenes, cuando el sonido es normal la señal del sensor KS permanece dentro de los límites de ese canal, el mismo que se modifica conforme varía la carga y la velocidad del motor manteniendo así la señal del sensor en los parámetros establecidos en la computadora. En el caso de existir golpe de chispa “cascabeleo” es decir una señal fuera del canal de ruido, la computadora ECM procede a retardar la regulación de la ignición.

### **2.6.1.3 BOBINAS DE IGNICIÓN “IC”.**

La bobina de ignición (IC) suministra el voltaje en forma simultánea a las 2 bujías. La IC está conformada de set de bobinas encargadas de suministrar a cada bujía el voltaje de manera directa. La computadora ECM ejecutará ON

(encender) al circuito de IC, haciendo posible el flujo de la corriente a través de la bobina primaria para el ángulo de parada o tiempo adecuado. Cuando la computadora ECM ejecuta el apagado del circuito IC, causando la interrupción del flujo de corriente a través de la bobina primaria. El campo magnético generado en la bobina primaria colapsará a través de la bobina secundaria, induciendo una tensión elevada la cual viaja de la terminal de salida de la bobina a través del cable de la bujía y a través de la abertura de la bujía al bloque del motor.

#### **2.6.1.4 MODOS DE OPERACIÓN DE LA IGNICIÓN.**

Con la chispa bajo el control de la computadora ECM tenemos un modo normal de funcionamiento. En cambio el motor podría dejar de funcionar si se produce una pérdida de los pulsos del sensor CKP. Si se diera la pérdida de señal de la posición del árbol de levas (CMP) se presentará un tiempo de dar marcha al motor más largo, debido a que la ECM no podrá determinar en qué movimiento están los pistones. En todo caso si se presentaran fallos en el sistema de ignición; existen establecidos los códigos de problema, y con la ayuda de la herramienta de exploración se podrá diagnosticar con precisión.

#### **2.6.1.5 PRECAUCIONES IMPORTANTE EN LA IGNICIÓN:**

Debemos considerar estas precauciones al momento de ejecutar tareas de servicio, a continuación detallo:

- El voltaje secundario de salida de las bobinas de la ignición es de más de 40,000 voltios. Evite el contacto de alguna parte del cuerpo humano con los elementos secundarios de alto voltaje del circuito de encendido,

durante el funcionamiento del motor, ya que podrían ocasionar lesiones personales a la salud.

- Evite causar daños a las cubiertas de la bobina secundaria cuando este manipulando por temas de mantenimiento.
- Favor gire cada uno de los cables de alta tensión antes de retirar la cubierta
- Jamás taladre la cubierta de la ignición secundaria.

**Tabla 2: Especificaciones de sistema de ignición**

APLICACIÓN	Especificación	
	Métrico	Inglés
Orden de encendido	1-3-4-2	
Resistencia de cable de bujía	2,000-12,000 ohms	
Claro de la Bujía	1.0-1.1 mm	0.039-0.043 pulg
Torque de las bujías	25 N·m	18 Lb Pies
Tipo de bujía	Woojin - BKR6E-11	

**Fuente:** Manual de servicio Chevrolet Aveo

## 2.6.2 SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DEL AVEO.

La computadora ECM es el cerebro del sistema de inyección de combustible, siempre está recibiendo la información de los sensores en base a la cual tiene control de los sistemas que inciden en el rendimiento del motor. La computadora también realiza el diagnóstico de los sistemas, de esta manera puede identificar fallos y dar aviso al conductor, por medio de alertas visuales en el panel, y almacena los códigos de fallo para que sirvan al técnico, de guía y pueda ubicar el área del fallo.

La computadora ECM es muy difícil de reparar, los ajustes se guardan en su memoria. La computadora activa los sensores y/o interruptores, enviando una tensión en el rango de 5V a 12V, la ECM controla a través de los transistores la masa en los circuitos de salida entre ellos tenemos: los inyectores de combustible, la válvula de control de aire en ralentí (IAC), el revelador del embrague de A/C, etc.



**Figura 58: Taller Centralita de gestión del motor ECM**

**Fuente:** Sistemas auxiliares del motor, M. A. Pérez Belló, pág. 97

## CAPÍTULO III

### COMPROBACIONES Y OBTENCIÓN DE DATOS

#### 3.1 COMPROBACIONES.

Para las respectivas comprobaciones tenemos el vehículo Chevrolet Aveo Family 1.5l, del año 2013 y con un recorrido de 252,990 Km. El cual fue ingresado al taller de la facultad de Ingeniería en Mecánica Automotriz y donde se utilizaron los equipos de medición y diagnóstico de última generación.

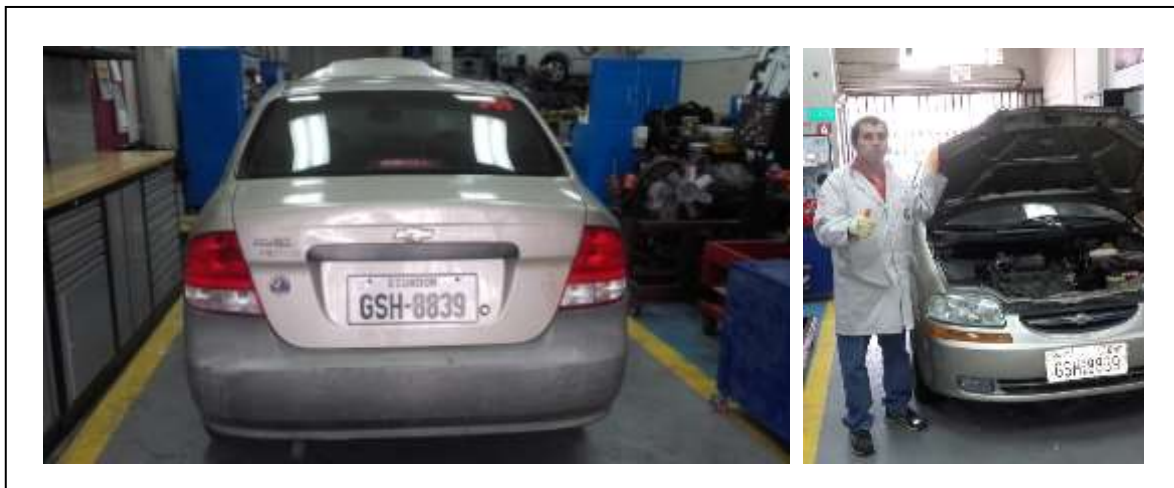


Figura 59: Automóvil Chevrolet Aveo Family 1.5l

#### 3.2 EQUIPOS DE COMPROBACIÓN.

A continuación detallamos los equipos que usamos para la comprobación y recopilación de datos, esto detallamos en la siguiente tabla.

**Tabla 3: Equipos de comprobación**

<b>EQUIPOS DE COMPROBACIÓN</b>	
1	FSA 740 Bosch
1	Manual del usuario del FSA 740
1	Multímetro
1	Laptop

**Fuente:** Alfonso Cevallos

### **3.3 HERRAMIENTAS EMPLEADAS.**

A continuación detallamos las herramientas utilizadas para la comprobación de las bobinas de encendido (Delphi, GM. Y genérica), empleadas para el presente trabajo.

**Tabla 4: Herramientas e implementos**

<b>HERRAMIENTAS Y VARIOS</b>	
1	Caja de herramientas
1	Set dados
1	Set de bujías originales
1	Batería nueva
1	Equipos de protección personal

**Fuente:** Alfonso Cevallos

### 3.4 EQUIPO DE DIAGNÓSTICO FSA 740 BOSCH.

Es un sofisticado equipo diseñado y fabricado por Bosch, el FSA 740 es un sistema de análisis vehicular universal con prueba de sensores. Tareas de diagnóstico.

El registro de las comprobaciones de los elementos del automóvil son enviados a una PC con programa Windows, por medio de una interfaz USB. Comprobaciones que podemos realizar con el equipo son las siguientes:

1. 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.



**Figura 60: Equipo FSA 740**

**Fuente:** Alfonso Cevallos

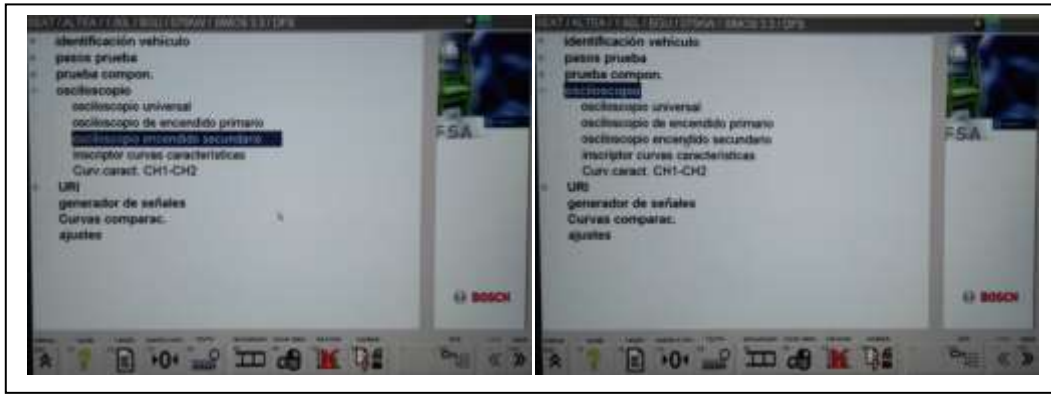
2. Análisis de motores: El módulo de medición del FSA, con su extensa variedad de sensores, puede realizar todas las funciones de medición de señales relacionadas con el motor.
3. Análisis de las señales de encendido primario y secundario, velocidad, sincronización del cilindro N° 1 y momento de encendido. Para esto el equipo cuenta con un osciloscopio universal potente, los nuevos regímenes de frecuencia alcanzan 50 MHz.
4. 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.

**Importante:** Nosotros en este caso lo utilizaremos el FSA 740 específicamente para las comprobaciones y obtención de datos indicados en el punto 3.

### **3.5 OSCILOSCOPIO DEL FSA 740.**

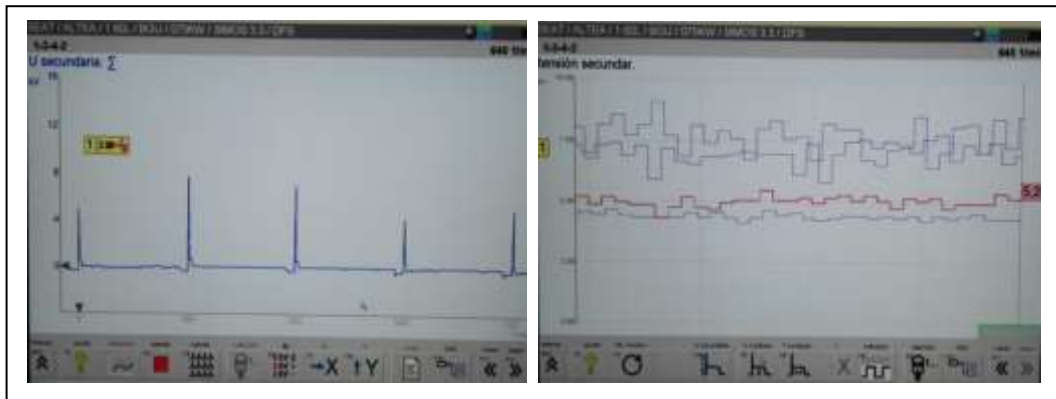
Es un equipo potente y muy confiable en el pudimos observar y capturar los oscilogramas para comprobar la forma de onda de disparo del primario y secundario del módulo de encendido, como también se pueden comprobar el estado de los sensores del motor.





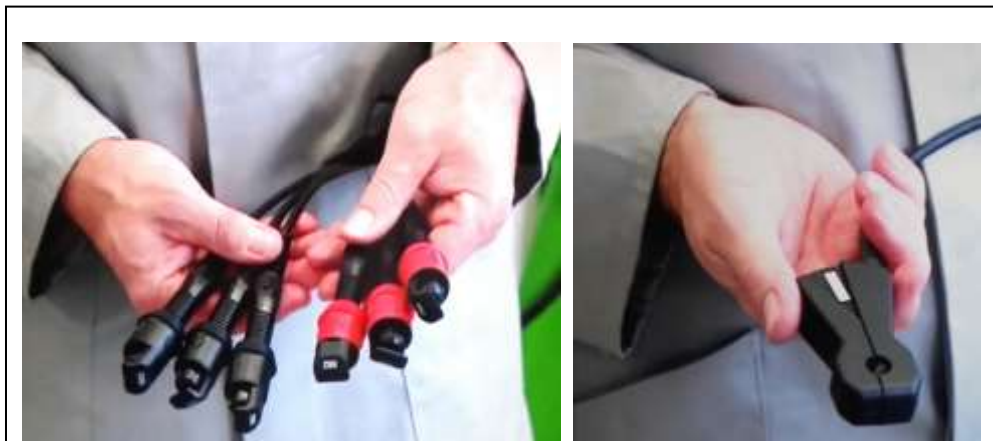
**Figura 61: Imágenes de uso del software del FSA 740, para activar el osciloscopio**

Fuente: FSA 740 Bosch



**Figura 62: Oscilograma y curva de tensión de secundario**

Fuente: FSA 740 Bosch



**Figura 63: Puntas y conectores para medición de sistema de encendido**

Fuente: FSA 740 Bosch

**Tabla 5: Descripción de manejo del osciloscopio**

<b>MANEJO DE OSCILOSCOPIO</b>	
<p><b>Sistema de excitador</b></p> <p>Free Run (ciclo sin activación en <math>\geq 1s</math>)</p> <p>Auto (salida de curva incluso sin excitador)</p> <p>Auto-Level (como auto umbral de excitación en mitad de señal)</p> <p>Normal (umbral de excitación manual salida de curva solo con evento de excitación)</p> <p>Secuencia individual</p>	<p><b>Tipos de servicio de memoria y modos de salida de curvas</b></p> <p>Modo Roll (salida de puntos aislados) con registro completo de las señales con desviaciones con <math>X \geq 1s</math></p> <p>Modo de leyenda (salida de curvas) con registro completo de las señales con desviaciones con <math>X \geq 1ms</math></p> <p>Modo normal con registro de las 50 últimas curvas con desviaciones con <math>X \geq 1ms</math></p>
<p><b>Flanco de excitación</b></p> <p>Flanco (pos. /neg. en señal)</p>	<p><b>Sistema de medición con 8 funciones de medición automáticas</b></p> <p>Valor medio</p> <p>Valor efectivo</p> <p>Mín.</p> <p>Máx.</p> <p>Punta-punta</p> <p>Impulso</p> <p>Relación de impulso</p> <p>Frecuencia</p>
<p><b>Fuentes de excitación</b></p> <p>Motor (excitador en cilindro 1....12 por medio de pinza de disparo Bo. 1, transmisor Kv.)</p> <p>Excitador externo a través de Bo. 1_1 pinza de disparo</p>	<p><b>Rango señales seleccionable</b></p> <p>Curva completa o entre punteros del ratón.</p> <p><b>Zoom</b></p>

Cable de medición Multi CH1/CH2	Sección de la curva seleccionable para ampliación horizontal - vertical
<b>Parte anterior a excitación</b>  0-100%, desplazable medio ratón	<b>Cursor desplazable con visualización para</b>  X1, X2 delta X y 1 así como 2 (canal 2) y 1 así como 2 (canal 2)
<b>Modos de registro</b>  Max. Min. (Peak/Giltchdetect) Registro de impulsos perturbadores Muestra (exploración equidistante)	<b>Curvas de referencia</b>  Guardar, cargar, comentar, Preajuste de Scope-Setup para curvas Live

**Fuente:** Manual del usuario FSA 740 Bosch

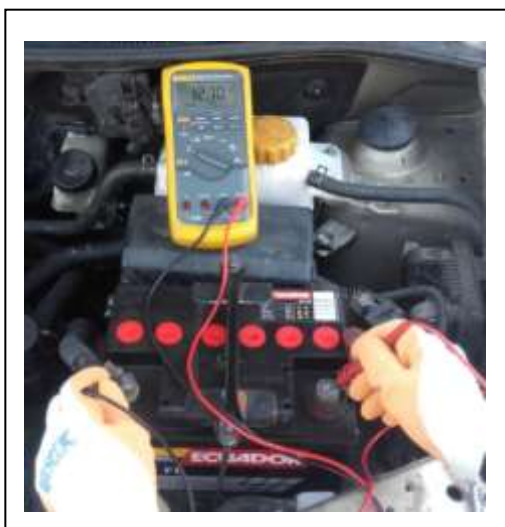
**Tabla 6: Funcionas de medición del osciloscopio**

<b>Funciones de medición</b>	<b>Áreas de medición</b>	<b>Sensores</b>
Tensión secundaria	5 Kv a 50 Kv	Transmisor de valor de medición secundario
Tensión primaria	5 V a 500 V	Cable de conexión primario (UNI 4)
Tensión	200 mV – 200 V 5 V – 500 V	Cable de medición multi CH1/CH2 Cable de medición con divisor de tensión
Acoplamiento CA.	200 mV – 5 V	Cable de conexión B+/B-
Corriente	(2-5-10-20-30) A	Pinzas de corriente 30A
Corriente	(50-100-200-1000) A	Pinzas de corriente 1000A

**Fuente:** Manual del usuario FSA 740 Bosch

### **3.6 COMPROBACIÓN DEL ESTADO DE CARGA DE LA BATERÍA**

El estado de la batería para esta comprobación debe tener una tensión igual o mayor a 11,5 voltios. Para esta prueba se utilizó una batería nueva marca Ecuador, la cual nos muestra un valor de 12,6 V



**Figura 64: Taller Centralita de gestión del motor ECM**

**Fuente:** Alfonso Cevallos

### **3.7 Comprobación del valor óhmico del multímetro.**

Comprobamos el valor de la resistencia de nuestro multímetro ( $0.2 \Omega$ ); para luego restarlo de los valores óhmicos de las bobinas de encendido.



**Figura 65: Taller Centralita de gestión del motor ECM**

**Fuente:** Alfonso Cevallos

### **3.8 OBTENCIÓN DE DATOS.**

Para la recopilación de datos para el análisis del módulo de disparo del primario y secundario de la bobina de encendido, utilizamos equipos de diagnóstico de última generación, así como un kit de herramientas básicas.

#### **3.8.1 EQUIPOS DE DIAGNÓSTICO UTILIZADOS.**

Para la obtención de datos del primario y secundario de la bobina de encendido, tales como resistencia de los devanados y oscilogramas de la forma de onda de disparo, requerimos de ciertos equipos de medición, los cuales están detallados anteriormente en la tabla 3.

#### **3.8.2 LOCALIZACIÓN DE COMPONENTES.**

Ubicamos el vehículo en la mejor posición para las tareas de comprobación y obtención de datos, levantamos el capó, y tenemos como muestra la figura 90 la ubicación de nuestra bobina de encendido.

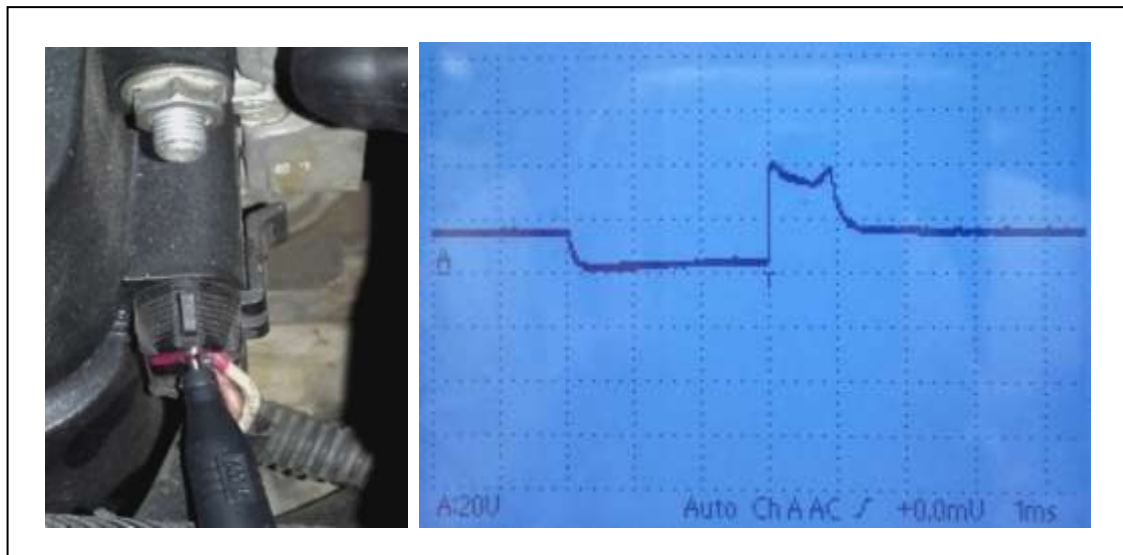


**Figura 66: Localización de la bobina de encendido**

**Fuente:** Alfonso Cevallos

### 3.8.3 IDENTIFICACIÓN DE LA BOBINA DEL AVEO FAMILY 1.5L.

En la figura 85 podemos apreciar los tres terminales de la bobina de chispa perdida, la cual consta de tres pines: pin positivo para las dos bobinas y pines negativos cada uno corresponde a una bobina.



**Figura 67: Identificando pines de conexión de la bobina**

Fuente: Alfonso Cevallos

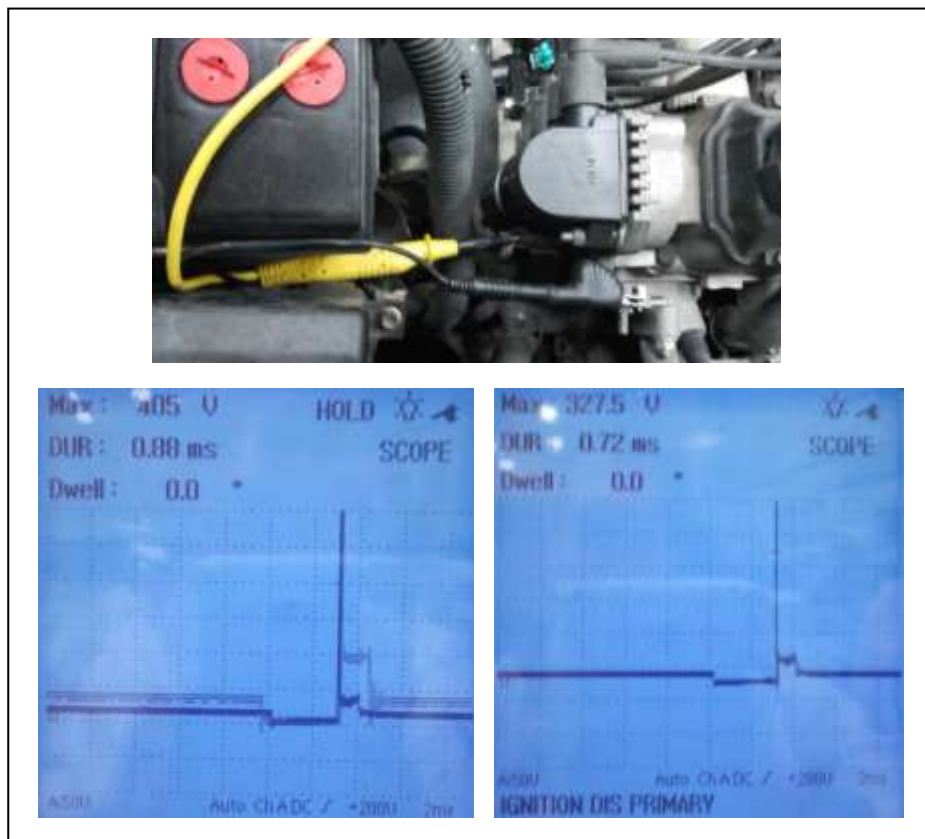
### 3.8.4 OBTENCIÓN DE DATOS DE LA BOBINA DELPHI.

Procedimos a recopilar los datos de la bobina Delphi instalada en el vehículo, tales como resistencia de bobinas, oscilogramas del primario y secundario.



**Figura 68: Medición de resistencias del primario y secundario de la bobina Delphi**

**Fuente:** Alfonso Cevallos



**Figura 69: Conexión y oscilogramas del primario de la bobina Delphi**

**Fuente:** Alfonso Cevallos



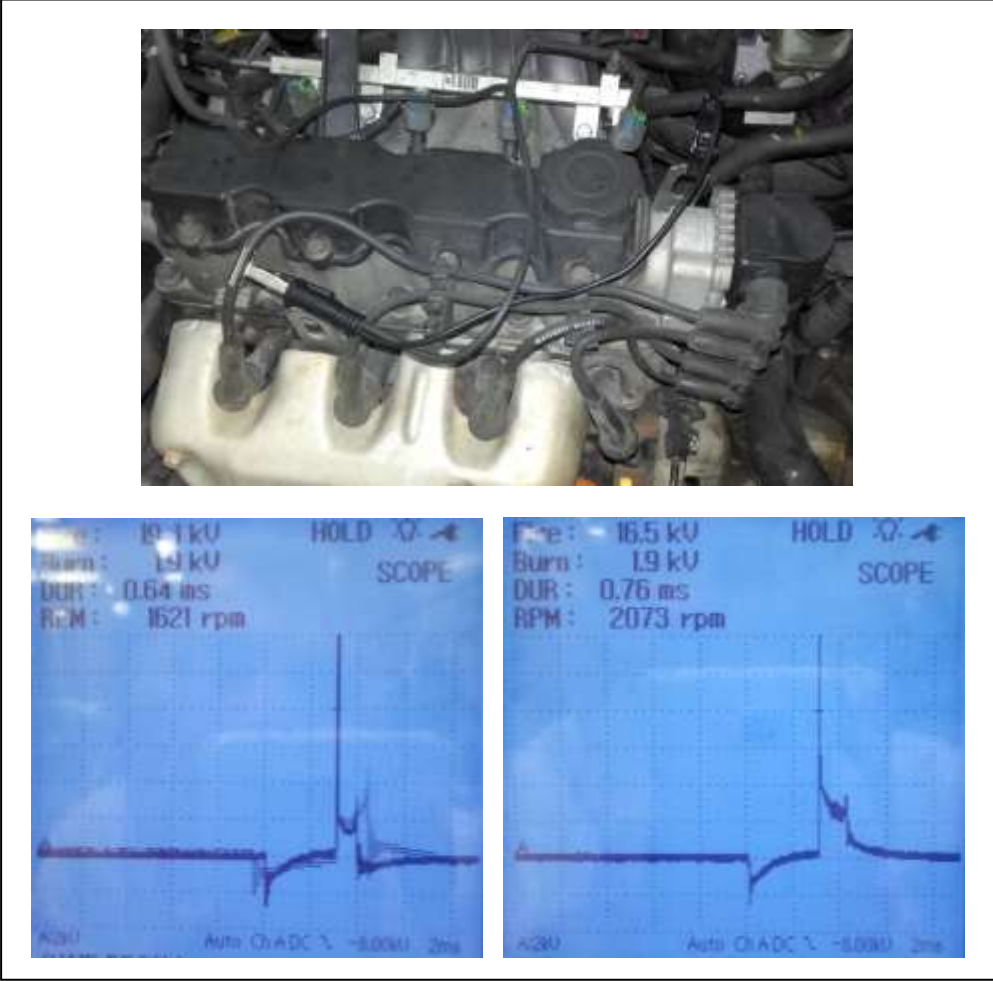


Figura 70: Conexión y oscilogramas del secundario de la bobina Delphi

Fuente: Alfonso Cevallos

A continuación en la siguiente tabla detallamos los datos obtenidos:

**Tabla 7: Datos de bobina Delphi**

<b>DATOS DE LA BOBINA DELPHI (original)</b>	
<b>RESISTENCIAS DE LAS BOBINA</b>	
Bobina primaria	0.6 $\Omega$
Bobina secundaria	4.973 K $\Omega$
<b>OSCILOGRAMA PRIMARIO DE ENCENDIDO</b>	
Tensión (FIRE)	405 V
Tiempo (DUR)	0.88 ms
RPM	Ralentí - 2073
<b>OSCILOGRAMA SECUNDARIO DE ENCENDIDO</b>	
Tensión de chispa (FIRE)	16.5 Kv
Tensión de quemado (BURN)	1.9 Kv
Tiempo de quemado (DUR)	0.76 ms
RPM.	Ralentí - 2073

**Fuente:** Alfonso Cevallos

NOTA: Se utilizaron para esta prueba y toma de datos BUJÍAS NGK BPR5EY

### 3.8.5 OBTENCIÓN DE DATOS DE LA BOBINA GENÉRICA.

Procedimos a recopilar los datos de la bobina Genérica instalada en el mismo vehículo, tales como resistencia de bobinas, oscilogramas del primario y secundario.

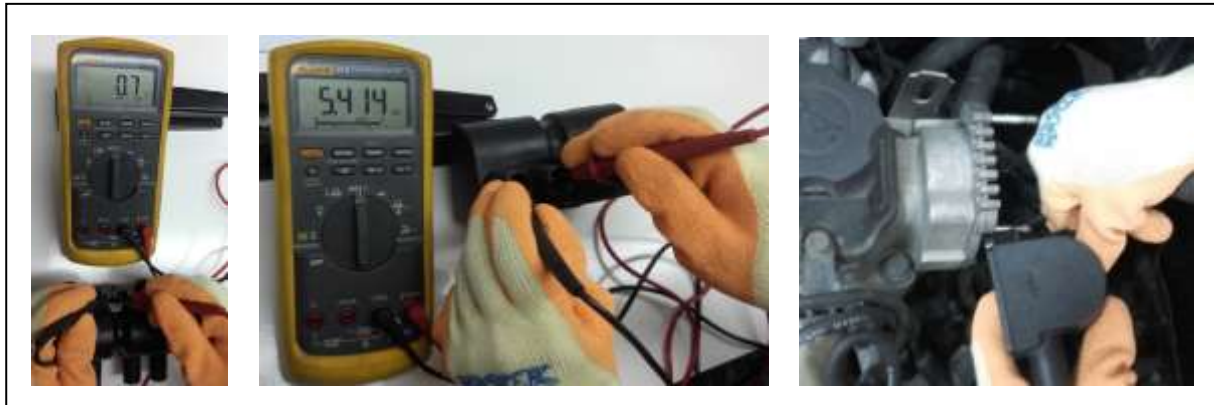


Figura 71: Medición de resistencias del primario y secundario. Bobina genérica y montaje en el motor

Fuente: Alfonso Cevallos

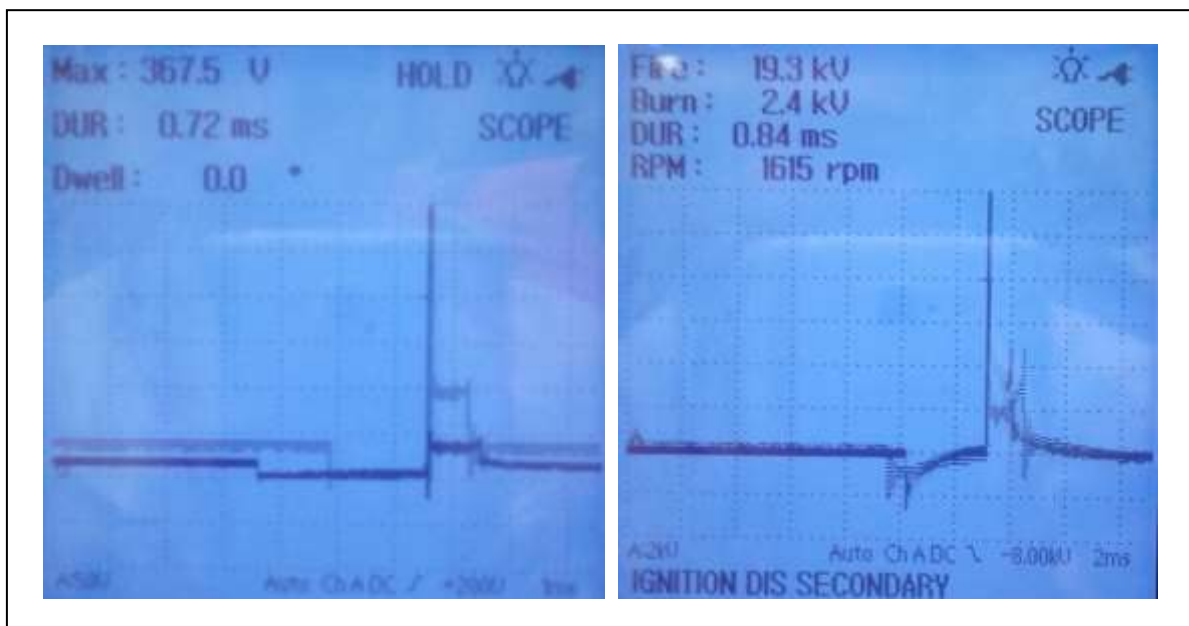


Figura 72: Oscilogramas del primario (Izq.) y secundario (der.) de la bobina genérica

Fuente: Alfonso Cevallos

A continuación en la siguiente tabla detallamos los datos obtenidos:

**Tabla 8: Datos de bobina Genérica**

<b>DATOS DE LA BOBINA GENÉRICA (Hibari)</b>	
<b>RESISTENCIAS DE LAS BOBINA</b>	
Bobina primaria	0.7 $\Omega$
Bobina secundaria	5.414 K $\Omega$
<b>OSCILOGRAMA PRIMARIO DE ENCENDIDO</b>	
Tensión (FIRE)	367.5 V
Tiempo de quemado (DUR)	0.72 ms
RPM	Ralentí
<b>OSCILOGRAMA SECUNDARIO DE ENCENDIDO</b>	
Tensión de chispa (FIRE)	19.3 Kv
Tensión de quemado (BURN)	2.4 Kv
Tiempo de quemado (DUR)	0.84 ms
RPM.	Ralentí

**Fuente:** Alfonso Cevallos

NOTA: Se utilizaron para esta prueba y toma de datos BUJÍAS **NGK BPR5EY**

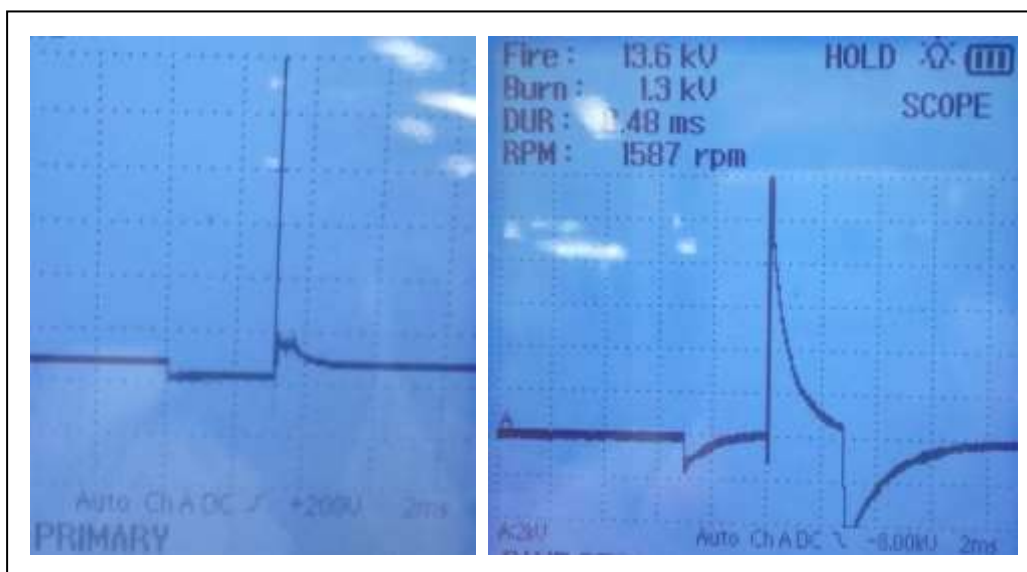
### 3.8.6 OBTENCIÓN DE DATOS DE LA BOBINA GM 25182496.

Por último procedimos a recopilar los datos de la bobina GM 25182496 instalada también en el mismo vehículo, tales como resistencia de bobinas como los oscilogramas del primario y secundario.



**Figura 73: Medición de resistencias del primario y secundario. Bobina genérica y montaje en el motor**

Fuente: Alfonso Cevallos



**Figura 74: Oscilogramas del primario (Izq.) y secundario (der.) de la bobina GM 25182496**

Fuente: Alfonso Cevallos

A continuación en la siguiente tabla detallamos los datos obtenidos:

**Tabla 9: Datos de bobina GM.**

<b>DATOS DE LA BOBINA GM 25182496</b>	
<b>RESISTENCIAS DE LAS BOBINA</b>	
Bobina primaria	0.7 $\Omega$
Bobina secundaria	4.478 K $\Omega$
<b>PRIMARIO DE ENCENDIDO</b>	
Tensión (FIRE)	317.5 V
Tiempo (DUR)	0.4 ms
RPM	Ralentí
<b>SECUNDARIO DE ENCENDIDO</b>	
Tensión de chispa (FIRE)	13.6 – 18.5 Kv
Tensión de quemado (BURN)	1.3 – 2.6 Kv
Tiempo de quemado (DUR)	0.48 – 0.52 ms
RPM.	Ralentí

**Fuente:** Alfonso Cevallos

**NOTA:** Se utilizaron para esta prueba y toma de datos BUJÍAS **NGK BPR5EY**

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se realizó el análisis de las resistencias y oscilogramas del primario y secundario con respecto a tres diferentes bobinas de encendido DIS de chispa perdida, para plasmar los cambios ocurridos en el sistema de encendido del vehículo Chevrolet Aveo Family 1.5l

#### 4.1 ANÁLISIS DE LAS RESISTENCIAS DE LAS TRES BOBINAS EMPLEADAS (DELPHI – GENÉRICA Y GM 25182496).

En la siguiente tabla tenemos la comparación de los valores obtenidos en las tres bobinas de encendido empleadas en la práctica, podemos observar que los valores son muy similares por lo cual no se encontró ningún desperfecto o valor fuera de rango que nos haga sospechar de la presencia de posibles fallas antes de realizar el arranque del motor.

Tabla 10: Comparación de resistencias entre bobinas

RESISTENCIAS DE BOBINAS DE ENCENDIDO				
Devanados	DELPHI (original)	GENÉRICA (Hibari)	GM 25182496	V. Promedio
Primario	0.6 $\Omega$	0.7 $\Omega$	0.7 $\Omega$	0.66... $\Omega$
Secundario	4.973 k $\Omega$	5.414 k $\Omega$	4.478 k $\Omega$	4.955 k $\Omega$

Fuente: Alfonso Cevallos

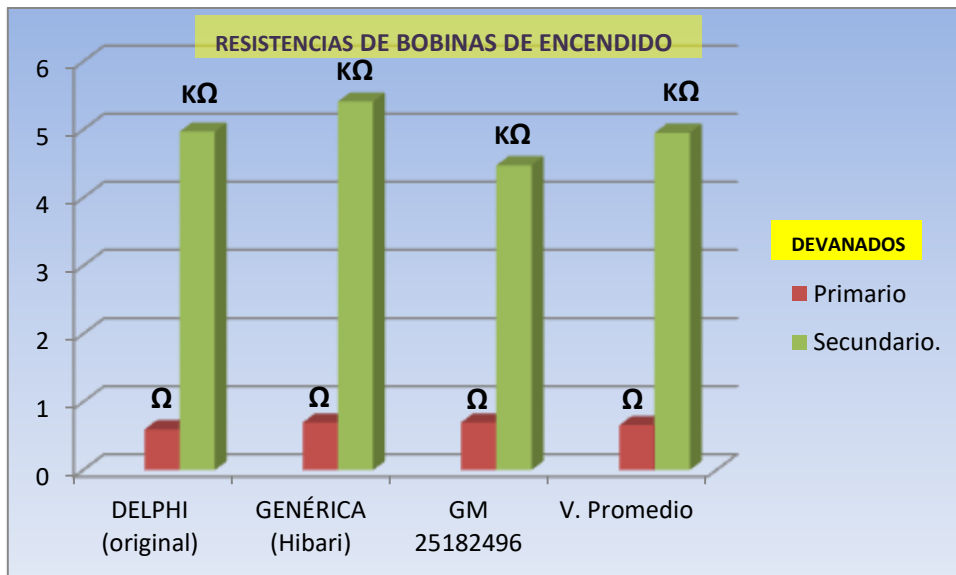


Figura 75: Comparativo de resistencias de bobinas

Fuente: Alfonso Cevallos

#### 4.2 ANÁLISIS DE LOS VALORES OBTENIDOS EN LOS OSCIOGRAMAS DE LAS TRES BOBINAS EMPLEADAS (DELPHI – GENÉRICA Y GM 25182496)

En la siguiente tabla podemos apreciar los valores obtenidos de los diferentes oscilogramas del primario y secundario de disparo del módulo de encendido del Chevrolet Aveo family 1.5l; en los cuales podemos observar que los cambios relevantes radican en los valores de la bobina GM 25182496 y más adelante veremos la forma de onda de esta bobina que difiere bruscamente de la forma de onda de las otras dos restantes. Donde ampliaremos en detalle lo ocurrido.

Observamos en la tabla que la bobina GM 25182496, muestra un valor de voltaje un poco bajo (317.5 V) respecto a las otras dos bobinas, también un tiempo en el primario solo de 0.4 ms con respecto a las otras dos bobinas;

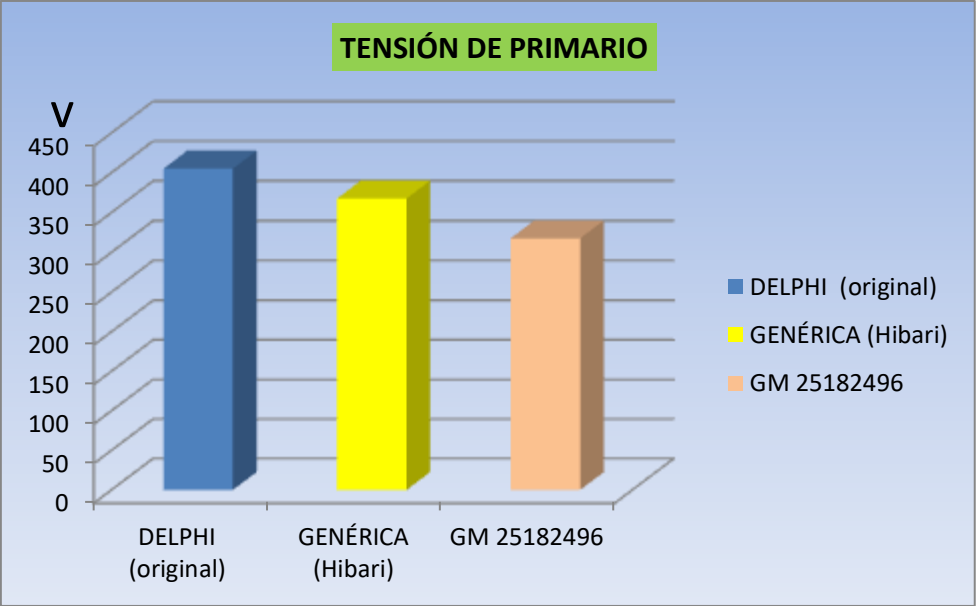


respecto al secundario observamos que los voltajes son inestables y cambian rápidamente en valores inferiores al resto de bobinas igualmente el tiempo de quemado es menor. Durante el funcionamiento del motor en ralentí se percibía un cambio en el sonido que genera un motor en normal funcionamiento, se notaba claramente como el motor perdía fuerza y luego se recuperaba, para nuevamente perder fuerza, convirtiéndose en un ciclo repetitivo de inestabilidad. Cuando procedimos al cambio por cualquiera de las dos bobinas restantes (Delphi y Genérica) el motor vuelve a la normalidad y se estabilizan los valores.

**Tabla 11: Comparación de valores de oscilogramas entre bobinas**

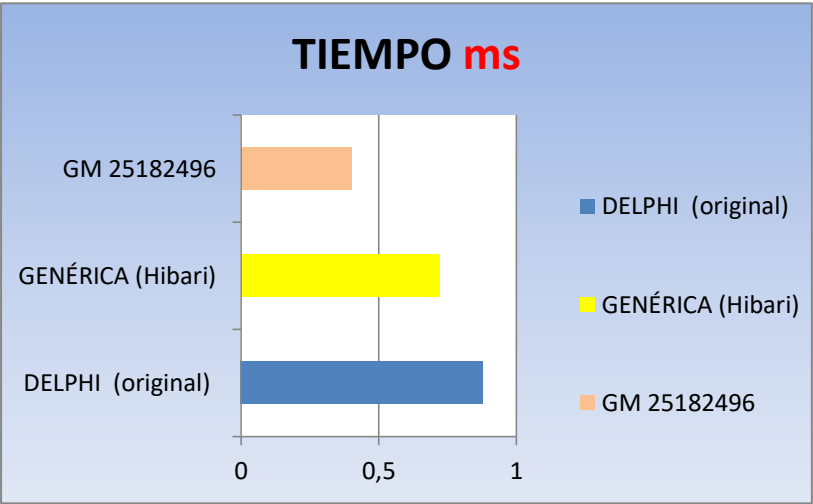
<b>VALORES DE OSCIOGRAMAS ENTRE BOBINAS</b>				
<b>Devanados</b>	<b>PARÁMETROS</b>	<b>DELPHI</b>	<b>GENÉRICA</b>	<b>GM 25182496</b>
<b>Primario de encendido</b>	Tensión	405 V	367.5 V	317.5 V
	Tiempo	0.88 ms	0.72 ms	0.4 ms
	Rpm.	ralentí		
<b>Secundario de encendido</b>	Tensión de chispa (FIRE)	16.5 Kv	19.3 Kv	13.6 - 18.5 Kv
	Tensión de quemado (BURN)	1.9 V	2.4 Kv	1.3 – 2.6 Kv
	Tiempo de quemado (DUR)	0.76 ms	0.84 ms	0.48 – 0.52 ms
	Rpm.	ralentí		

**Fuente:** Alfonso Cevallos



**Figura 76: Comparativo de resistencias de bobinas**

Fuente: Alfonso Cevallos



**Figura 77: tiempos en primarios de encendido**

Fuente: Alfonso Cevallos

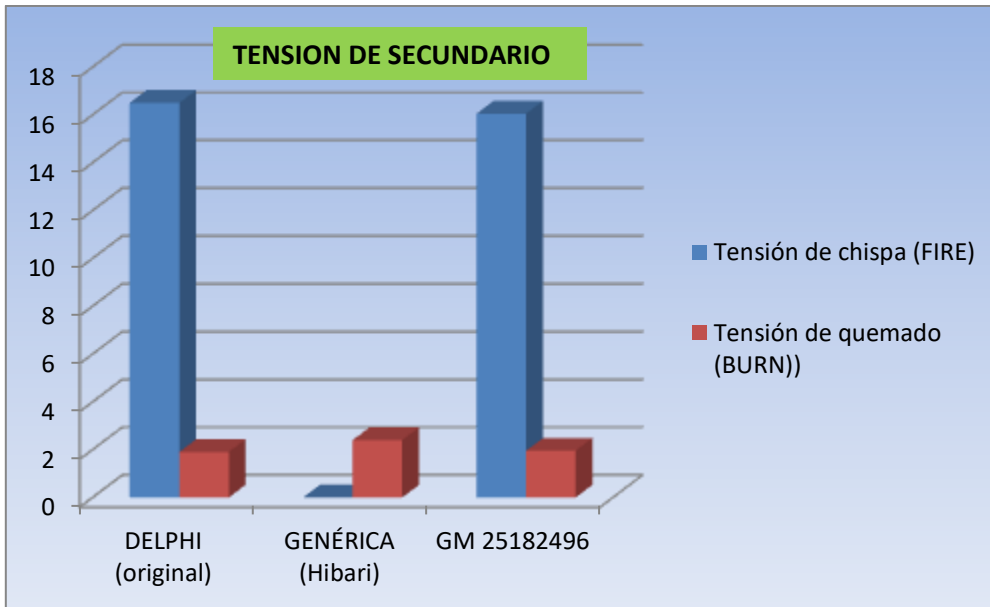


Figura 78: tensiones de chispa y quemado en secundario

Fuente: Alfonso Cevallos

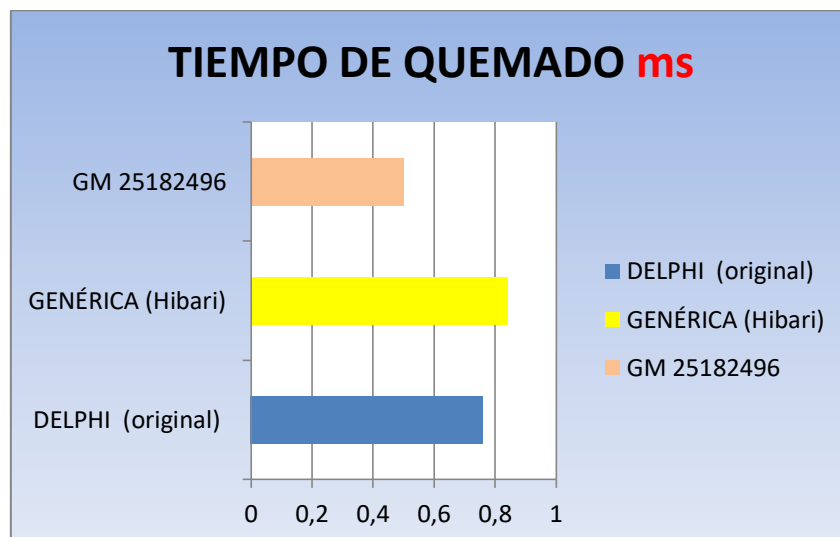


Figura 79: tiempos de quemado en secundario

Fuente: Alfonso Cevallos

### 4.3 ANÁLISIS DE LOS OSCIOGRAMAS DEL PRIMARIO LAS TRES BOBINAS EMPLEADAS (DELPHI – GENÉRICA Y GM 25182496).

Según apreciamos en las formas de onda son muy similares y se muestran muy homogéneas y similares a la forma de onda “guía” sin distorsiones aparentes durante la toma de prueba, es decir se mantiene dentro los parámetros normales de trabajo; por lo cual tomamos un oscilograma para analizar las características al detalle de la forma de onda dividiéndola en secciones a, b, c, d...etc.:

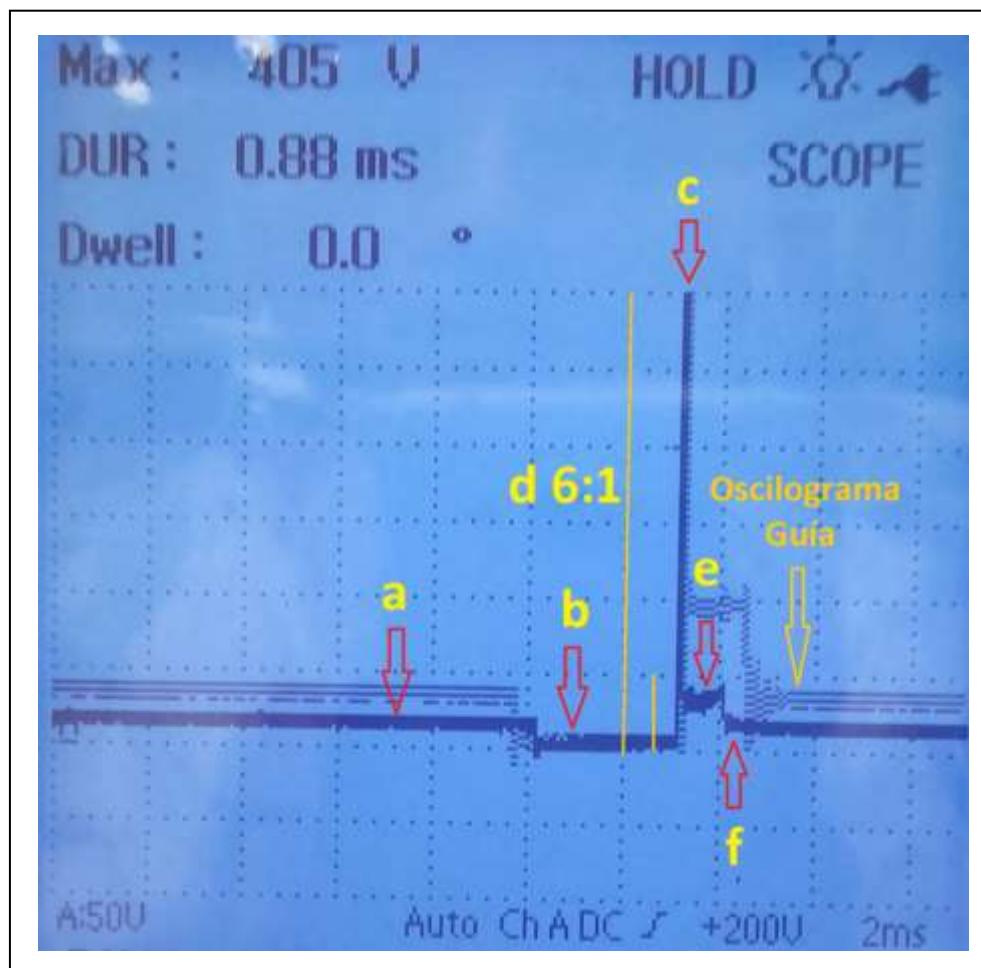


Figura 80: Análisis de primario de bobina de encendido

Fuente: Alfonso Cevallos

- a. Es la línea continua antes de la etapa de saturación y contravoltaje que vemos en el oscilograma es muestra del positivo con tensión de batería estable y que pasa por el primario.
- b. La línea de saturación y contravoltaje en nuestro oscilograma tiene un tiempo de 3 ms (llamado ángulo Dwell en sistemas antiguos); es donde la bobina comienza a cargarse, gracias a la masa que recibe del módulo de encendido en la ECM, se ve estable y tiende a un valor de 0.1V y 0.2 V. no llegando a cero esto debido a la resistencia al momento de cerrar el circuito primario por parte del transistor que utilice (ubicado al interior de la ECM).

La línea de saturación y contravoltaje, pareciera que es una línea recta, pero realmente es una curva de voltaje que se va incrementando desde la máxima caída (nunca a 0V) al momento mismo del inicio de la saturación, entonces tenemos que conforme se le da tiempo a la bobina para que se sature existe a la vez un contravoltaje, durante toda esta sección, todo esto sucede en un rango normal de 2.5 a 3 ms

- c. En el oscilograma tenemos un pico de 405 V Cuando el módulo de encendido abre el circuito primario (después del corte masa por parte del transistor de potencia) aparece el pico de extratensión o pico de voltaje producida por la inducción electromagnética, que puede llegar a un rango normal de 300, 350 a 400 V. Estos valores dependen de factores como la capacidad de la bobina de encendido para acumular corriente.
- d. A la vez debe guardarse una relación de proporción de 5:1(+/- 1) entre la altura de pico y la altura de la sección de colapso, que es una señal de buena distribución de la energía, que nos dará una eficiencia de

quemada cercana al 100%. En nuestro caso tenemos una relación de 6:1, todavía tolerable.

- e. Se aprecia las oscilaciones finales, que denotan que aún conserva energía la bobina, después quemado y estas deben ser de 2 a 5 ondas.

#### **4.4 ANÁLISIS DE LOS OSCIOGRAMAS DEL SECUNDARIO LAS TRES BOBINAS EMPLEADAS (DELPHI – GENÉRICA Y GM 25182496)**

##### **➤ ANALIZANDO LOS OSCIOGRAMAS SECUNDARIOS DE LAS BOBINAS DELPHI Y GENÉRICA.**

Los valores obtenidos son muy cercanos. La forma de ondas de las bobinas en mención también muy similares a la forma de onda “guía”, traspuesta en el osciloscopio, que nos da un buen indicador de nuestra forma de onda. por lo cual tomamos un oscilograma para analizar las características al detalle de la forma de onda dividiéndola en secciones a, b, c, d...etc.:

- a. Este segmento de la señal de onda es el voltaje sin carga o abierto, por lo tanto no hay corriente circulando por este, cuando el módulo de encendido se activa cae repentinamente el voltaje, cerrando el circuito secundario a masa, en valores cercanos a 0 V
- b. El efecto apreciado en el oscilograma en este segmento es debido a la contra fuerza electromotriz, estas oscilaciones se van reduciendo hasta formar una curva aplanada a medida que se satura la bobina, el puto de

saturación va a variar en base a la corriente que fluya por el primario, como también por la resistencia y el número de vueltas de la bobina. Recordemos que en cualquier circuito donde hay inductancia, esta misma generará una resistencia (contra-fem.) al paso de su misma corriente, ocasionando una caída de voltaje proporcional a dicha resistencia.

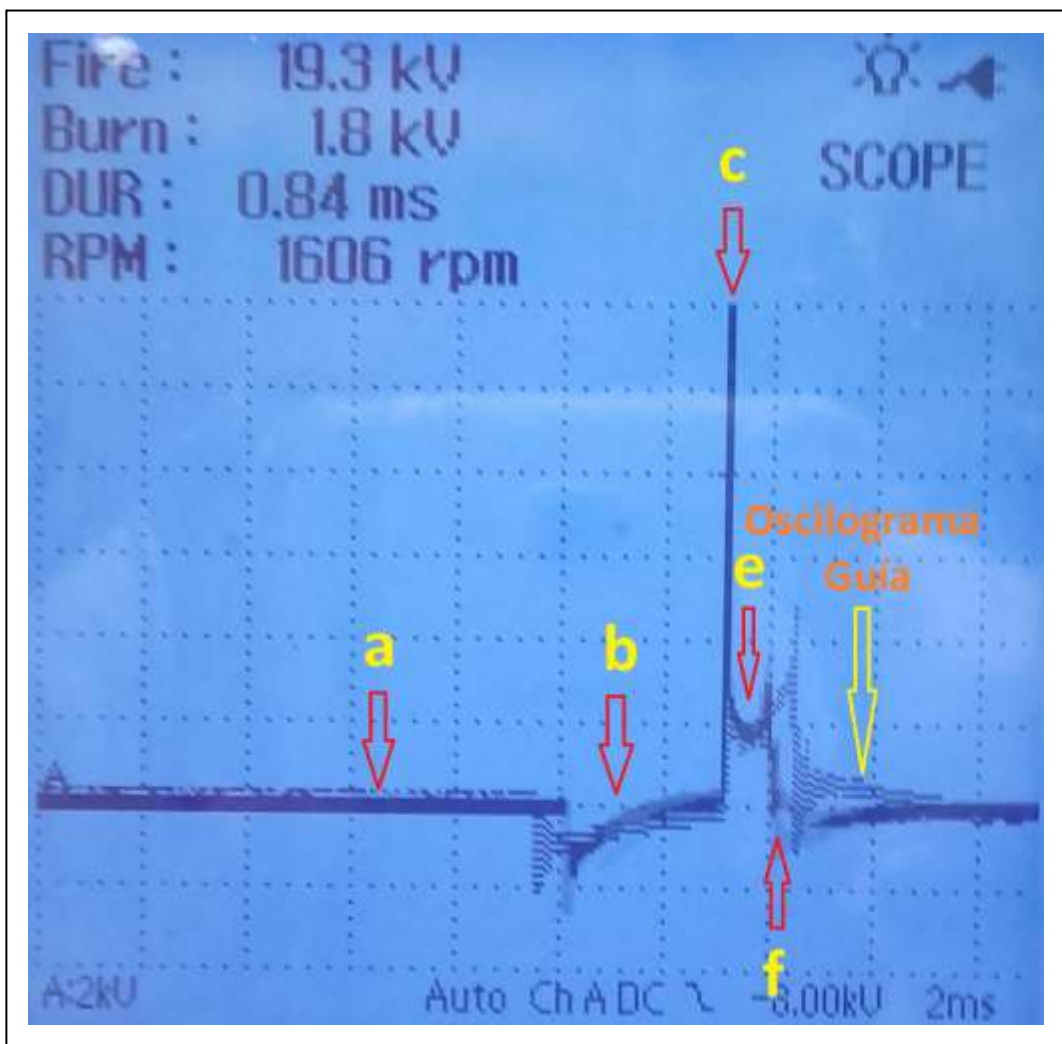


Figura 81: Gráfico de análisis del secundario de bobinas de encendido

Fuente: Alfonso Cevallos

- a. El pico de extratensión alcanzó 19.3 Kv, necesario para ionizar el espacio disruptivo de la bujía generando el arco o salto de chispa y el comienzo de la ignición, esto hace también que se vaya disminuyendo la tensión en el secundario. Los rangos de pico según los sistemas diversos de encendido oscilan entre los 8 a 15 Kv (convencionales) y en los actuales se llegan a hasta los 35 Kv, 45 Kv, 50 Kv
- b. Aquí también tenemos una relación de 6:1, todavía tolerable. Como mencionamos anteriormente, la cual es una señal de buena distribución de la energía, con los beneficios antes mencionados.
- c. También observamos que la tensión de quemado es de 2.4 Kv y el tiempo de quemado está dentro del rango normal de 0.8 – 1.2 ms

### ➤ **ANÁLISIS DEL OSCILOGRAMA SECUNDARIO DE LA BOBINA GM 25182496.**

Los valores obtenidos y la forma de la onda son drásticamente diferentes a los parámetros del secundario de las bobinas anteriores; por lo cual en este oscilograma analizamos básicamente las distorsiones en la forma de onda con sus valores insostenibles para el buen funcionamiento del sistema de encendido y por ende consiguiente del motor, a continuación detallamos:

- a. Observamos a primera vista que la forma de onda no se parece a la forma común es decir oscilograma “guía”, lo cual desde muy temprano nos indicó que la bobina presentaba avería; cabe señalar que esta ya había pasado el visto bueno en lo referente al análisis del primario y



valores de resistencia dentro de los parámetros del fabricante. Debido a lo cual no se la podía descartar de ninguna manera.

- b. Observamos también una disminución en el pico de extratensión y de igual forma la tensión de quemado, perdiendo potencia o capacidad de mantener una tensión y quemado óptimo, lo cual provoca que el motor pierda potencia y notamos el cambio de sonido del motor, fuera de sintonía entre los cilindros, ya no homogéneo, como cuando hicimos las pruebas con las otras bobinas.

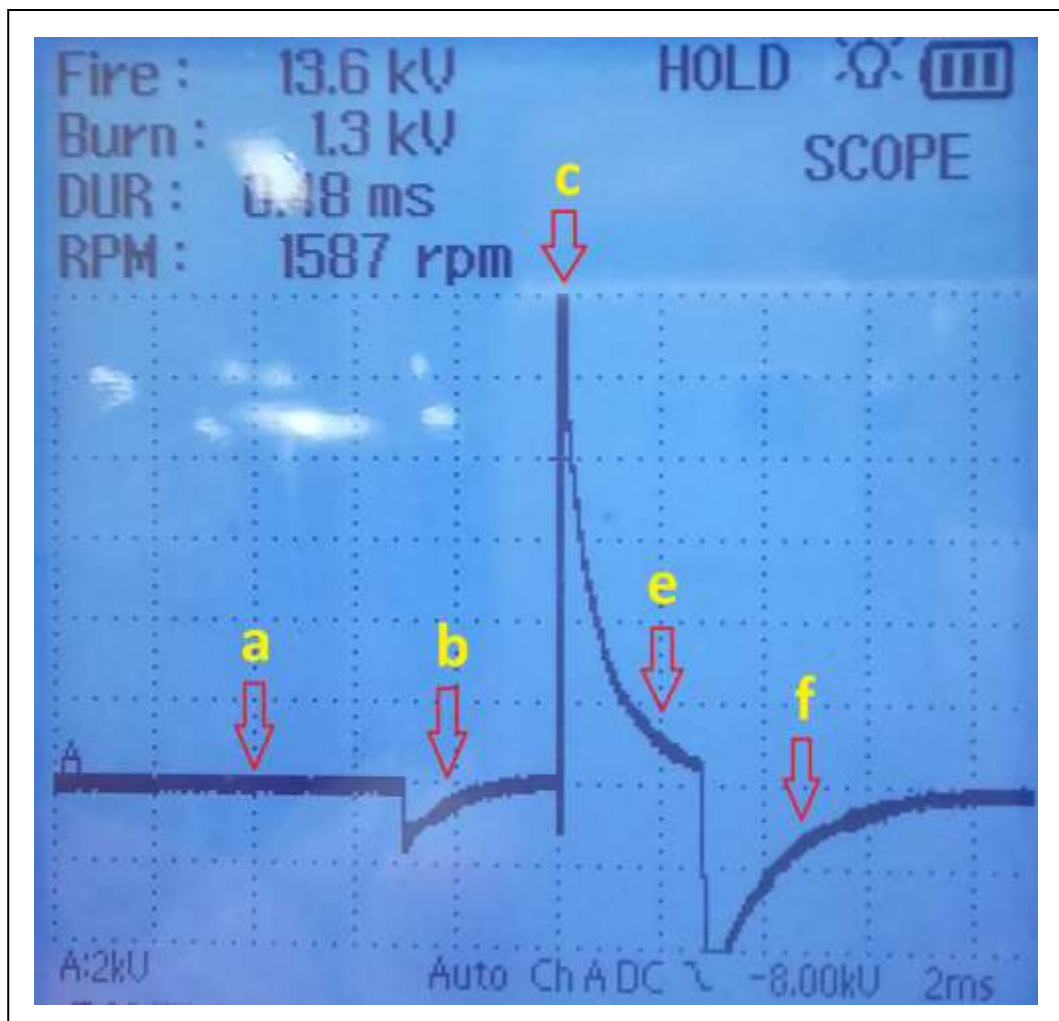


Figura 82: Gráfico de análisis del secundario de bobina GM 25182496

Fuente: Alfonso Cevallos

- c. También se observó como se aprecia en la figura la caída de tensión en la etapa de amortiguación y la desaparición de las ondas de descarga de energía, típica de una bobina con señal de disparo potente.
- d. Observamos finalmente la reducción significativa del tiempo de quemado en un rango de 0.48 ms totalmente alejado del rango de operación normal el cual oscila entre 0.8 - 1.2 ms perjudicando el quemado de la chispa, es decir una combustión incompleta, causando: mayor consumo de combustible, más contaminación, daño del catalizador de gases, pérdida de potencia y torque del motor, daño en partes móviles del motor, costes en mantenimiento,...etc.

# CAPÍTULO V

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 CONCLUSIONES.

- Se logró el analizar las señales de encendido primario y secundario de disparo del módulo de encendido del automóvil Chevrolet Aveo Family 1.5l ; a través de la investigación y la práctica realizadas con la ayuda de instrumentación digital última generación, que nos permitió la comprobación, recopilación de datos., como la identificación de cada uno de los elementos constituyentes del sistema de encendido para explorar y profundizar en sus partes constituyentes.
- Se trabajó en la comparación, recopilación y datos de señales de encendido primario y secundario de disparo del módulo de encendido con el empleo de tres bobinas de encendido incluida la original, para identificar y tabular los comportamientos de la forma de onda, al intercambiar las bobinas, obtuvimos nuevos oscilogramas donde pudimos asociar convergencias y divergencias en sus valores y formas; logrando identificar el fallo de una de las bobinas de encendido y los problemas que generaba al motor.
- Con la ayuda del equipo FSA 740 Bosch, obtuvimos oscilogramas de mejor calidad y mayor precisión, como también más opciones para la obtención de valores y curvas nuevas de cada evento, es muy útil, con un software amigable y un potente osciloscopio que aportó significativamente en el estudio y análisis del presente trabajo.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda antes de ejecutar algún estudio, mantenimiento, análisis del sistema de encendido Dis chispa perdida o doble chispa; en el vehículo Aveo Family u otros vehículos que tenga similar sistema, revisar el presente trabajo, tomando las debías precauciones del caso, en materia de seguridad y salud ocupacional y medio ambiente. Leer y seguir los pasos de manejo seguro de los equipos de diagnóstico y del automóvil, como también revisar la sencilla guía de manejo del FSA 740
- Se recomienda para la etapa de recopilación y toma de datos del tópico tratado en el presente trabajo, que antes de la toma de valores de resistencia y oscilogramas, verifiquen que la batería se encuentre en buen estado, con el rango mínimo de tensión y también haber verificado el normal funcionamiento del sensor CKP. Y chequear que los equipos de medición a utilizar sean confiables, con baterías nuevas.
- Se recomienda que antes del uso del FSA 740 Bosch, revisar estado de conexión e iluminación, con las normas de seguridad y movilidad, del equipo, así mismo no exponer tanto al equipo como al vehículo a zonas de riego, choque eléctrico, ...etc. Que pueda dejar fuera de servicio tan delicado y costoso equipo instrumental, de manera que sea aprovechado por la comunidad Uide, profesores, estudiantes todos.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Técnicas del automóvil EQUIPO ELEÉCTRICO, J.M.Alonso Pérez, 2009, Décimo primera edición, Paraninfo.España

Organización y procesos de Mantenimiento de vehículos, Sistemas de encendido electrónico: Constitución, funcionamiento, disfunciones y procedimientos de corrección de las mismas. Equipo de profesores del centro de documentación, CEDE, Madrid.

Secretos de Encendido Electrónico, Detalle, tips y aspectos importantes de los encendidos electrónicos de hoy, Nuk Publicaciones, S.A de C.V. Beto Booster.

Tecnología de Automoción

MANUAL de BUJIAS, Tablas de Aplicación & Informacion General, Robert Bosch Argentina S.A., Manuales Negri. Buenos Aires

Tecnología del automóvil Tomo 2, Gerschler (y otros). Reverté. 20ª. Edición

Manual CEAC del automóvil, Barcelona, 2002, editorial Ceac

MOTORES AUXILIARES DEL MOTOR, Transporte y mantenimiento de vehículos, electromecánica de vehículos automóviles; Miguel Ángel Pérez Belló, Madrid España; 2011, revisión 2014. Paraninfo.

SISTEMAS AUXILIARES DEL MOTOR, José Manuel Alonso Pérez, 2014, Paraninfo, Madrid, España

<https://diccionario.motorgiga.com/diccionario/dwell-definicion-significado/gmx-niv15-con193929.htm>

<http://www.chevrolet.com.ec/aveo-family-auto-economico.html>

<http://www.mecanicoautomotriz.org/1597-manual-sistema-encendido-inyeccion-electronica-diagnostico>

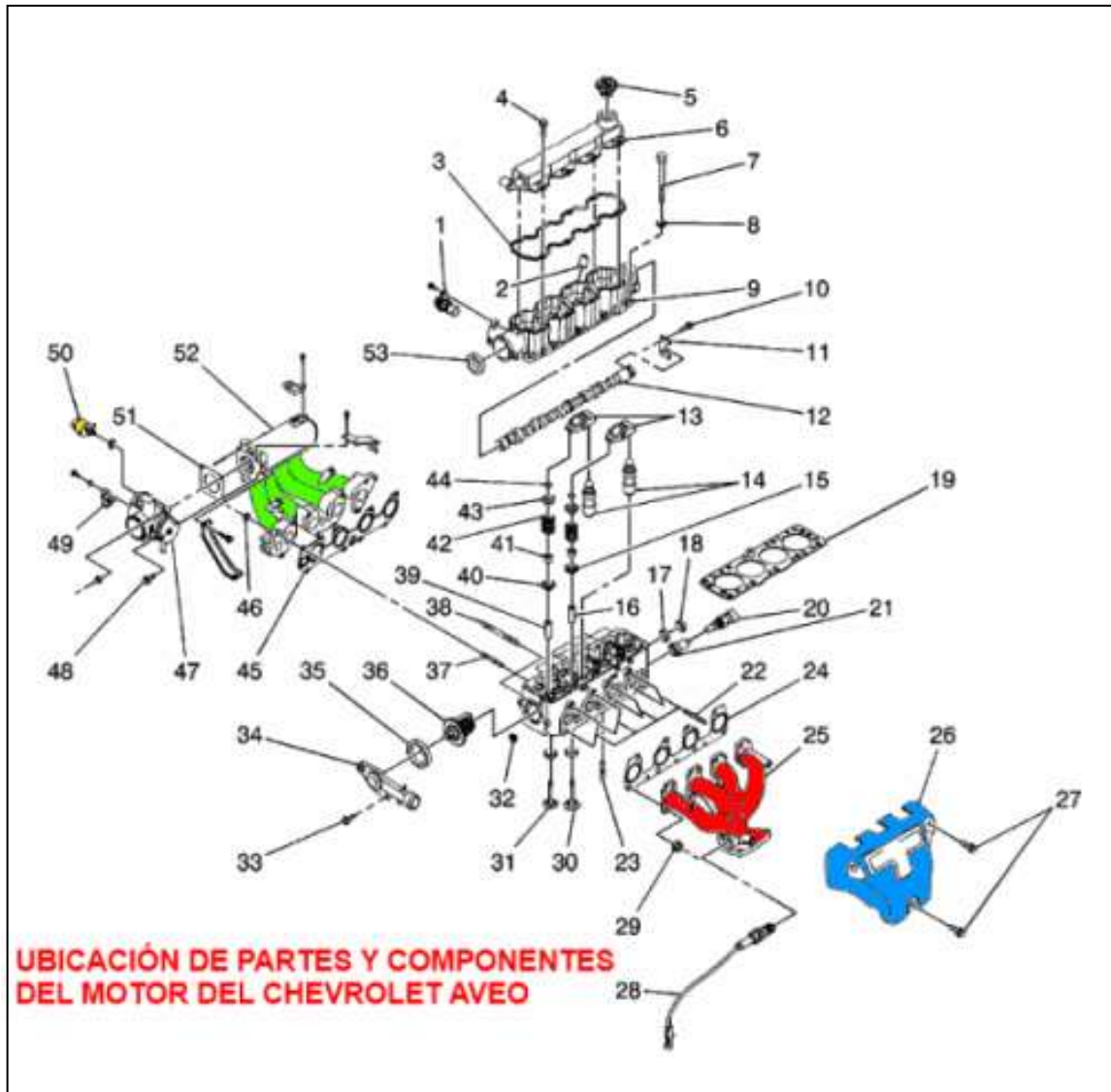
Catálogo de equipo FSA 740; Roberto Bosch GmbH, 2014-10-28

<http://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/173-bobinas-cop-coil-on-plug.html>

# ANEXO

# ANEXO 1

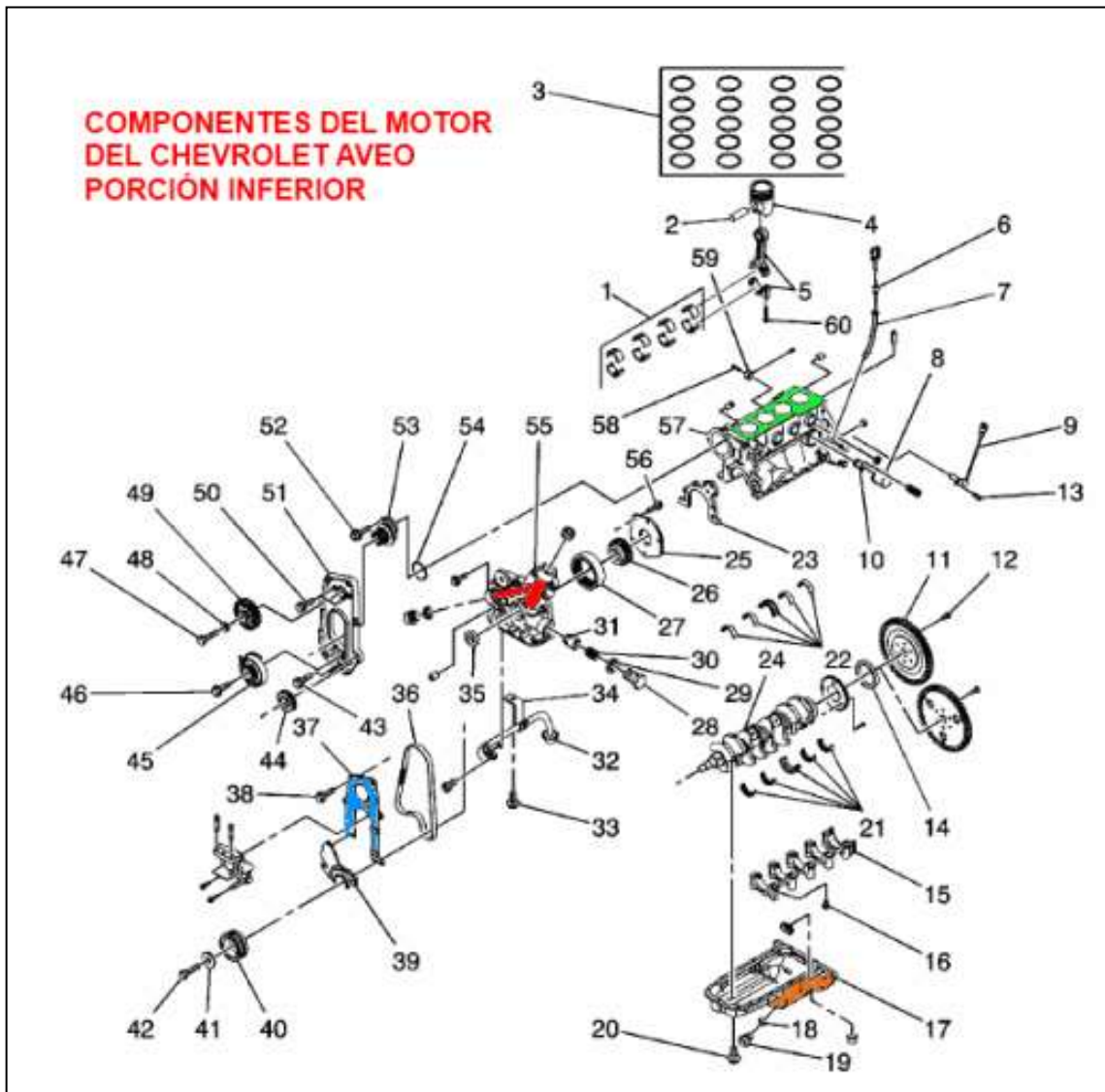
## Despiece de extremo superior de motor Chevrolet Aveo 1.5l



Fuente: Manual de servicio Chevrolet Aveo



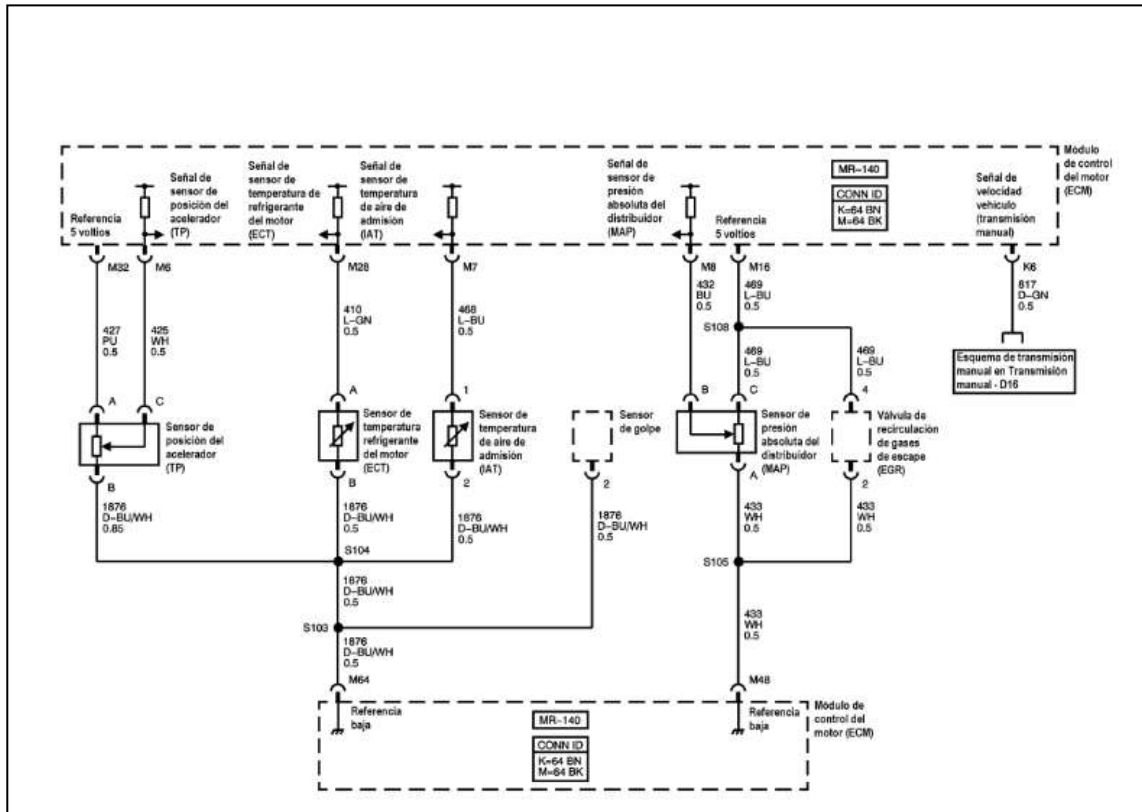
## Despiece de extremo inferior de motor Chevrolet Aveo 1.5I



Fuente: Manual de servicio Chevrolet Aveo

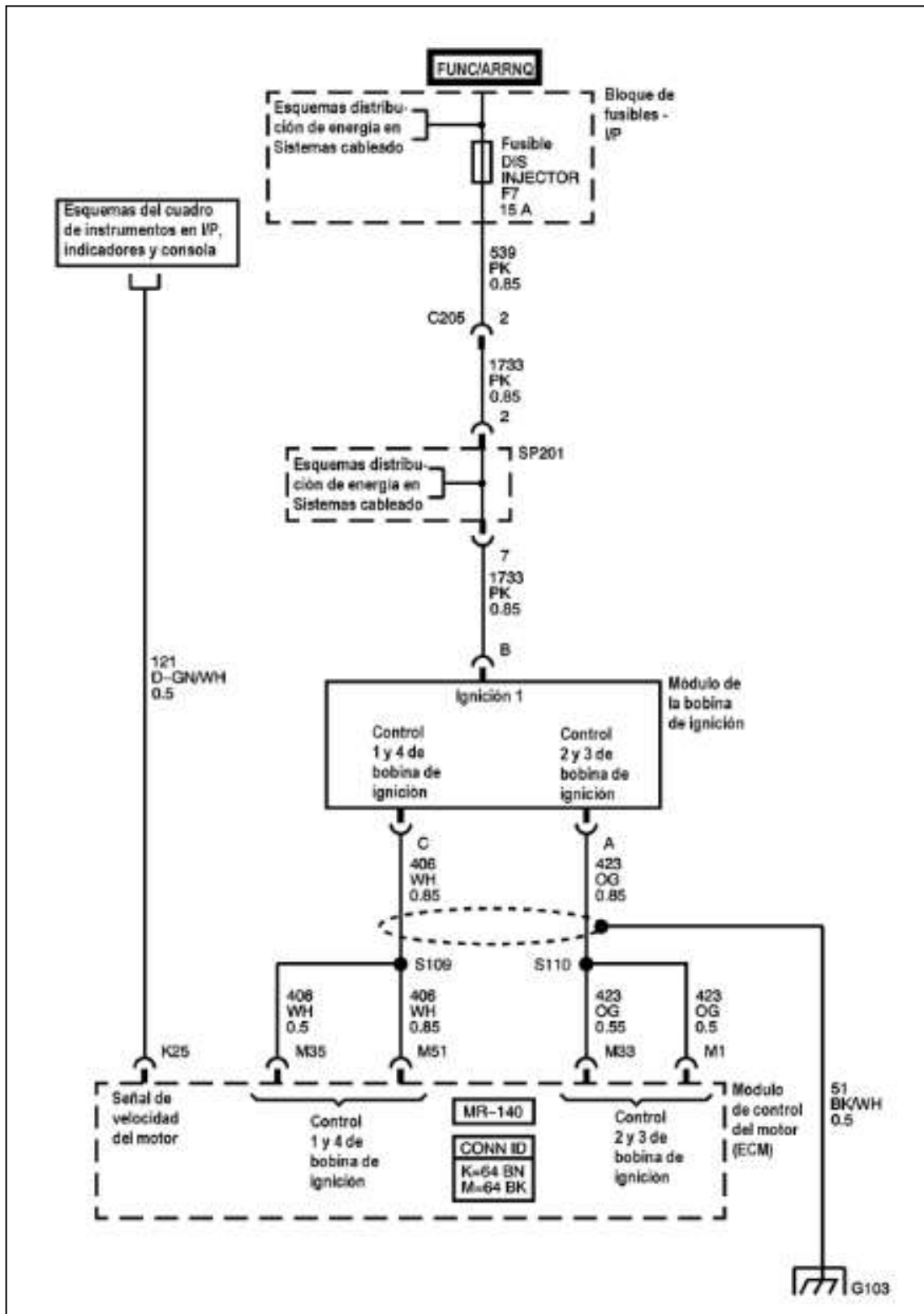
## ANEXO 2

### Diagrama eléctrico de sensores de datos de controles del motor



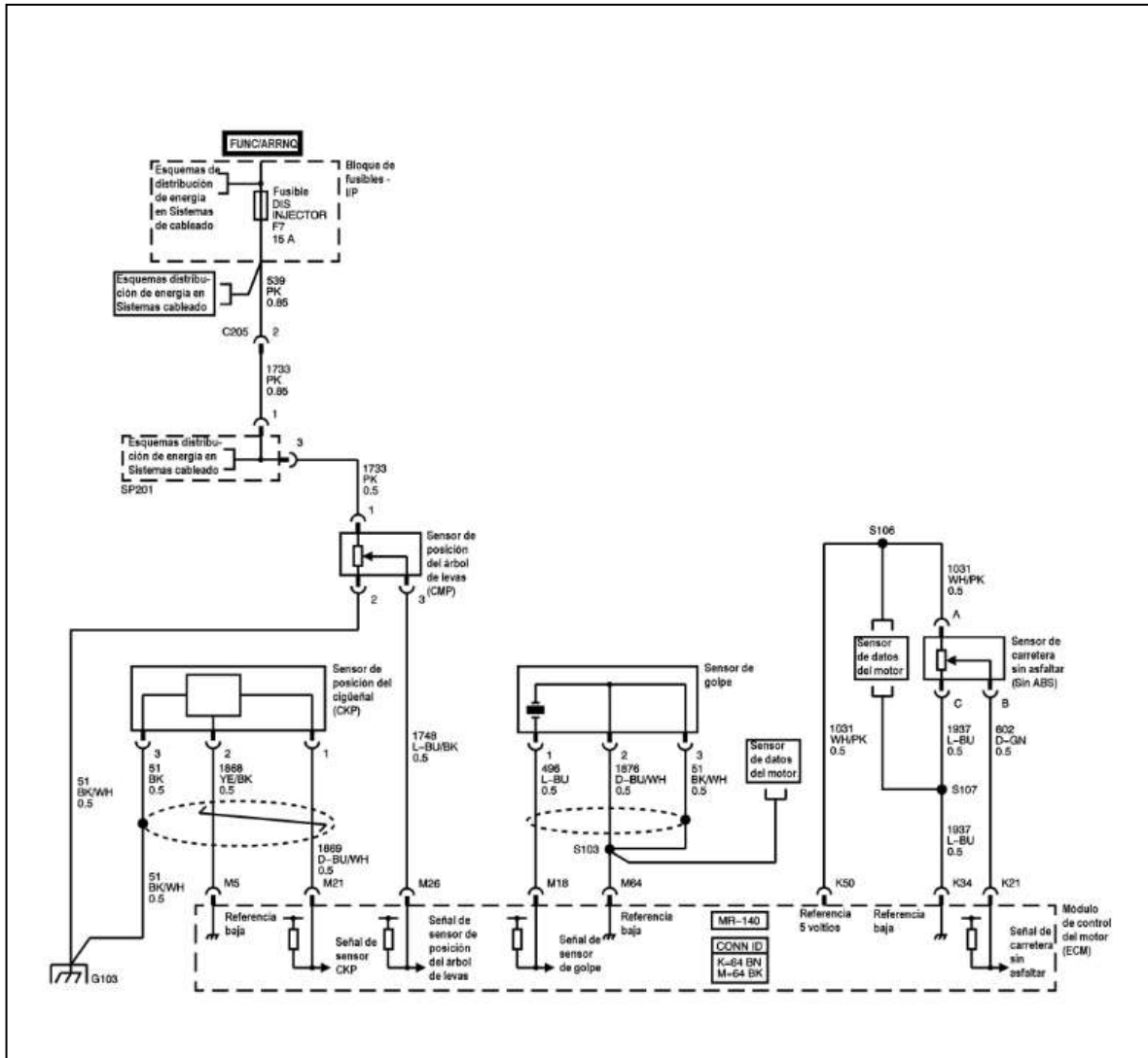
**Fuente:** Manual de servicio Chevrolet Aveo

## Diagrama eléctrico de sistema de ignición del motor



Fuente: Manual de servicio Chevrolet Aveo

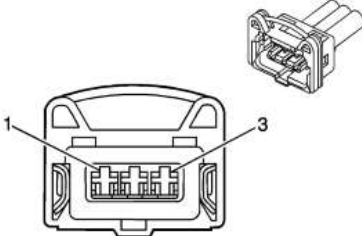
## Diagrama eléctrico de sensores de ignición de controles del motor



Fuente: Manual de servicio Chevrolet Aveo

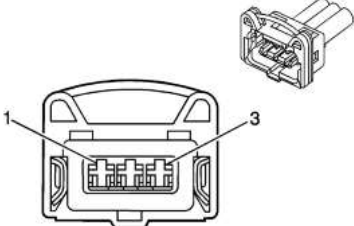
## ANEXO 3

### Tabla y esquema de conexión de sensor CMP



<b>Información de la parte del conector</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• AMP 85205-1</li> <li>• Ensamble de la caja del temporizador de potencia de 3 vías F JR 3P (BK)</li> </ul>	
Terminal	Color del cable	Número de circuito	Función
1	BN	1733	Voltaje de ignición 1
2	BK/WH	51	Tierra
3	L-BU/BK	1748	Señal del sensor de posición del árbol de levas

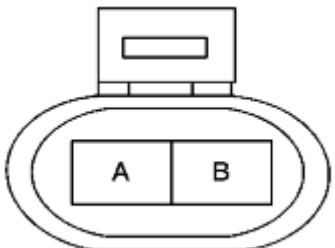
### Tabla y esquema de conexión de sensor CKP



<b>Información de la parte del conector</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• AMP 85205-1</li> <li>• Ensamble de la caja del temporizador de potencia de 3 vías F JR 3P (BK)</li> </ul>	
Terminal	Color del cable	Número de circuito	Función
1	D-BU/WH	1869	Señal del sensor de posición del cigüeñal (CKP)
2	YE/BK	1868	Baja referencia
3	BK/WH	51	Tierra
	BK		

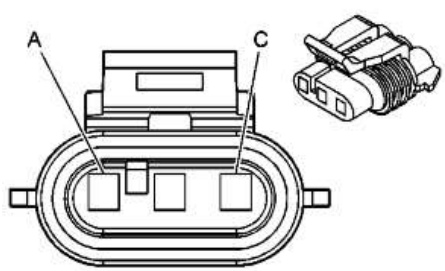
Fuente: Manual de servicio Chevrolet Aveo

### Tabla y esquema de conexión de sensor ECT



<b>Información de la parte del conector</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• PED 12040753</li> <li>• Series Metri-Pack F de 2-vías 150 Sellado, jale para asentar (BK)</li> </ul>	
Terminal	Color del cable	Número de circuito	Función
A	L-GN	410	Señal del sensor de temperatura del refrigerante del motor (ECT)
B	D-GN	808	Baja referencia

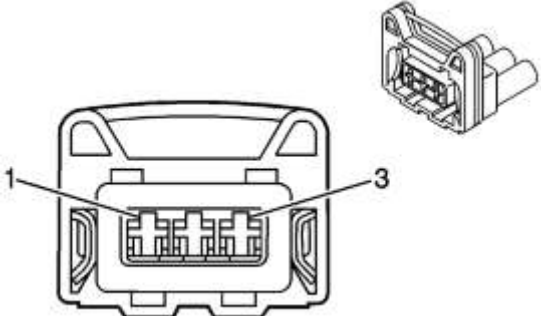
### Tabla y esquema de conexión de módulo de ignición de bobina



<b>Información de la parte del conector</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• PED 12059595</li> <li>• Series Metri-Pack F 150 de 3 vías sellado (BK)</li> </ul>	
Terminal	Color del cable	Número de circuito	Función
A	OG	423	Control de regulación de la bobina de ignición (IC) 2 y 3
B	pk	539	Voltaje de ignición 1
C	WH	406	Control de regulación de la bobina de ignición (IC) 1 y 4

**Fuente:** Manual de servicio Chevrolet Aveo

## Tabla y esquema de conexión de sensor de golpe KS



<b>Información de la parte del conector</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• AMP 368215-1</li> <li>• Ensamble para sensor de detonación JPT 3P de 3 vías (GY)</li> </ul>	
Terminal	Color del cable	Número de circuito	Función
1	YE/BK	496	Señal del sensor de golpe (KS)
2	D-BU/WH	1876	Baja referencia
3	BK	808	Baja referencia
	GN		

**Fuente:** Manual de servicio Chevrolet Aveo

## ANEXO4

### Equipo FSA 750 de Bosch

Es un sofisticado equipo diseñado y fabricado por Bosch, el FSA 740 es un sistema de análisis vehicular universal con prueba de sensores. Tareas de diagnóstico que podemos realizar con el equipo son las siguientes:

5. 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.
6. 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.
7. Análisis de las señales de encendido primario y secundario, velocidad, sincronización del cilindro N° 1 y momento de encendido.
8. 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.

El equipo cuenta con un osciloscopio universal potente, los nuevos regímenes de frecuencia alcanzan 50 MHz.



## Equipo FSA 750 de Bosch



**Fuente:** Catálogo de FSA 740 Bosch

Aplicaciones prácticas:

- Prueba de funcionamiento de sensor de rueda, indicando posible causas de la falla y localización de la falla a través de una prueba en el sistema del vehículo, ejecutando una simulación de la señal del sensor con el generador de señales.
- Prueba de componente de presión del turbo, posibles causas, localización de la falla a través de una prueba al sistema del vehículo.
- Prueba de componente: bus CAN, posibles causas del fallo, localización de la falla a través de una prueba del sistema del vehículo.

- Prueba de componente: medición de corriente máxima de batería, localización de falla a través de prueba al sistema del vehículo.

## Datos técnicos del equipo FSA 740

<b>Volumen de suministro FSA 740</b>	
• Carro	
• Módulo de medición con soporte para sensores	
• Unidad de alimentación con conexiones principales	
• PC con sistema operativo Windows XP	
• Monitor, mouse e impresora	
• Control remoto	
• Sistema de diagnóstico KTS 540	
• Software SystemSoft[plus]*	
<b>Sensores:</b>	
• Cable de conexión para Multi 1	
• Cable de conexión para Multi 2	
• Cable de conexión para B+/B-	
• Cable de conexión para terminales 1/15 (Uni-line IV)	
• Transmisor de medición 3 x KV+/Rt	
• Transmisor de medición 3 x KV-/Sw	
• Pinza de disparo	
• Pinza de 1000 A	
• Estroboscopio	
• Sensor de temperatura de aceite	
• Medición de presión de aire con manguera	
<b>Accesorios:</b>	
Pinzas de 30 A	1 687 224 969
Sensor de temperatura de aire	1 687 230 060
Cable para sensor de temp. de aire	1 684 465 517
Equipo suplementario BEA 050	1 687 001 576
Equipo suplementario RTM 430 (funciona en conjunto con BEA 050)	1 687 001 577
<b>Paquete de encendido primario</b>	0 688 100 017
Cables de conexión: BMW, Opel	
<b>Paquete de encendido secundario</b>	0 688 100 002
Cables de conexión: Audi, BMW, MB	
Adaptador de prueba: A, B, C/D, E, F/X, Y	
<b>Medidas (Al x An x L)</b>	1785 x 680 x 670 mm
<b>Peso</b>	91 kg
<b>Voltaje de alimentación</b>	90 – 264 VCA / 47-63 Hz
<b>Rango de temperatura de operación</b>	5 °C – 40 °C
<b>Números de parte</b>	
FSA 740 (sin KTS 540 y sin Teclado)	0 684 010 722
FSA 740 (con BEA 050 y RTM 430 sin teclado)	0 684 010 725

Fuente: Catálogo de FSA 740 Bosch

## Adaptadores universales



Adaptador universal 1 684 463 344, 5-pines

### Adaptadores universales 2/3/4/5 – pines

Terminal de hoja, forma de Y, terminales banana en forma Y

#### Numero de parte

<b>2-pines</b>	1 684 463 093
Inyectores, sensores lambda.	
<b>3-pines</b>	1 684 463 342
Sensor de presión del múltiple de admisión, sensor de árbol de levas, sensor de referencia de velocidad	
<b>4-pines</b>	1 684 463 343
<b>5-pines</b>	1 684 463 344

Adaptador universal 1 684 463 447, 3-pines

### Adaptadores universales 2/3/4/5 – pines

Terminal de hoja, forma de Y, conector oval con terminales banana

#### Numero de parte

<b>3-pines</b>	1 684 463 447
Sensor de árbol de levas, cigüeñal, Sensor de presión	
<b>4-pines</b>	1 684 463 448
Sensor lambda, cable adaptador primario con conector Oval para bobina de encendido con cable universal (1 684 462 211)	
<b>5-pines</b>	1 684 463 478
Sensor de masa de aire como adaptador primario en Conjunto don el cable adaptador primario (1 684 462 374)	
<b>6-pines</b>	1 684 463 449
Servomotor de mariposa de aceleración como adaptador Primario en conjunto con el cable adaptador universal (1 684 462 374) para prueba de rieles de encendido	



Adaptador universal 1 684 463 382, 5-pines

### Adaptadores universales 2/3/4/5 – pines

Terminal de hoja, forma de Y, terminales banana en forma Y

#### Adaptadores universales 2/3/4/5-pines

Terminal de hoja, forma de Y, conector oval

<b>2 pines</b>	1 684 463 379	<b>4 pines</b>	1 684 463 381
<b>3 pines</b>	1 684 463 380	<b>5 pines</b>	1 684 463 382

Juego de puntas de prueba

#### Juego de puntas de prueba

1 684 485 362

3 puntas de prueba flexibles en rojo, negro y gris con Terminales banana de 4.8 mm

Fuente: Catálogo de FSA 740 Bosch

## Adaptadores universales

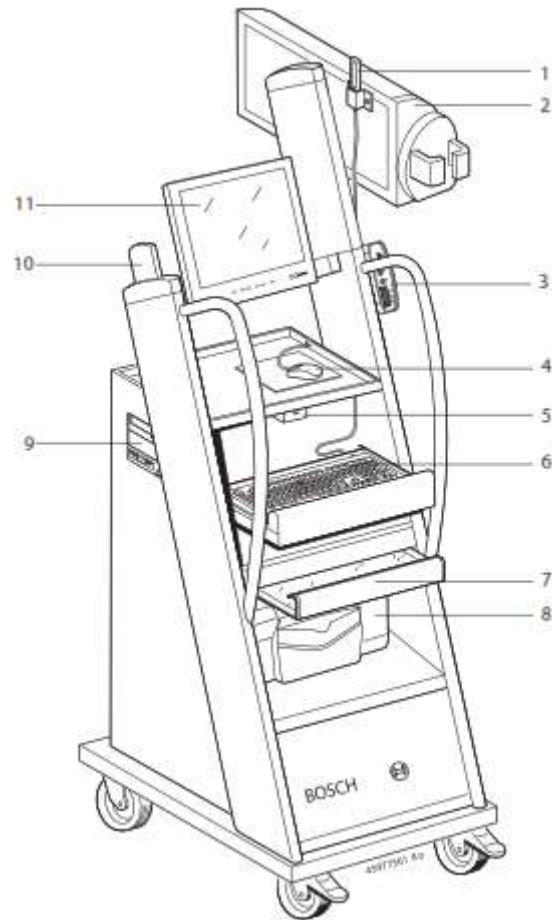
Adaptador universal 1 684 463 479, 6-pines	1 684 463 240, sensores lambda 4 x 1 -pin	
<b>Adaptador universal 6 pines</b> 1 684 463 479 Terminal en pin, forma de Y E-gas, unidad de control de válvula de mariposa, sensor de pedal ME 2.0	<b>Adaptador es universales 3 x 1/4 x 1 pin</b> Terminal en pin, forma de Y	<b>Número de parte (sensores lambda)</b> <b>3 x 1 pin:</b> 2.1 mm 1 684 463 236 <b>4 x 1 pin:</b> 1.6 mm 1 684 463 237 2.1 mm 1 684 463 238 2.3 mm 1 684 463 239 2.5 mm 1 684 463 240
<b>Adaptador universal 2 pines</b> 1 684 463 477 Terminal de hoja, forma de Y con terminales banana, Válvula de purga de canister, sensor de detonaciones, Control de presión del turbo	<b>Cable adaptador 2 pines</b> 1 684 463 492 Forma de Y Señal de inyección (p.ej. para VW, Audi, Seat, Skoda, Ford)	
<b>Juego de cables de prueba</b> 1 687 011 314 Juego de 11 piezas de cables adaptadores con terminales de hoja y pin, puntas de prueba y terminales de clip	<b>Contacto de aguja</b> 1 684 480 118 Contacto de aguja con punta de prueba protegida, es retráctil cuando se conectan los cables y permite que la punta entre en el cable a probar.  Este contacto de aguja permite realizar una conexión eléctrica a un cable si no hay otra posibilidad de adaptador.	

Fuente: Catálogo de FSA 740 Bosch

## Descripción del equipo FSA 740

En la versión básica está constituido por un carro rodante con PC, impresora, teclado, ratón, unidad de medición y mando a distancia, el carro es tipo modular, es decir se pueden ir agregando otros componentes como el de gases de escape BEA 055 (gasolina) y BEA 070 (diesel).

## Partes principales del equipo FSA 740(vista frontal del FSA 740)



### Detalle de partes

- 1 Adaptador Bluetooth-USB<sup>1)</sup>
- 2 Unidad de medición
- 3 KTS módulo<sup>1)</sup>
- 4 Ratón USB
- 5 Receptor de mando a distancia
- 6 Teclado<sup>1)</sup>
- 7 Tapa de la impresora
- 8 Impresora (PDR 377)
- 9 PC con unidad de DVD<sup>2)</sup>
- 10 Mando a distancia
- 11 Pantalla

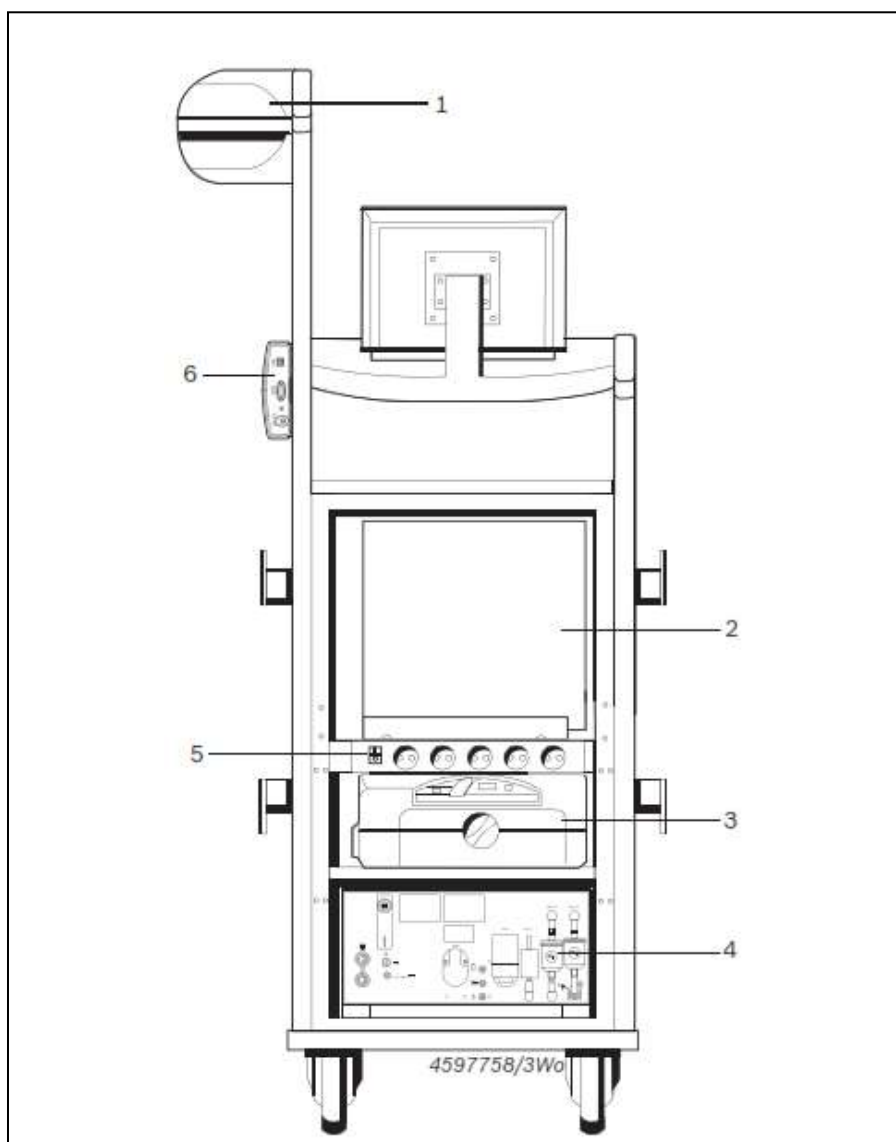
<sup>1)</sup> en parte accesorios especiales

<sup>2)</sup> Para las indicaciones sobre el PC ver las instrucciones de uso adjuntas 1 689 989 158.

Fuente: Catálogo de FSA 740 Bosch



## Partes principales del equipo FSA 740(vista posterior del FSA 740)

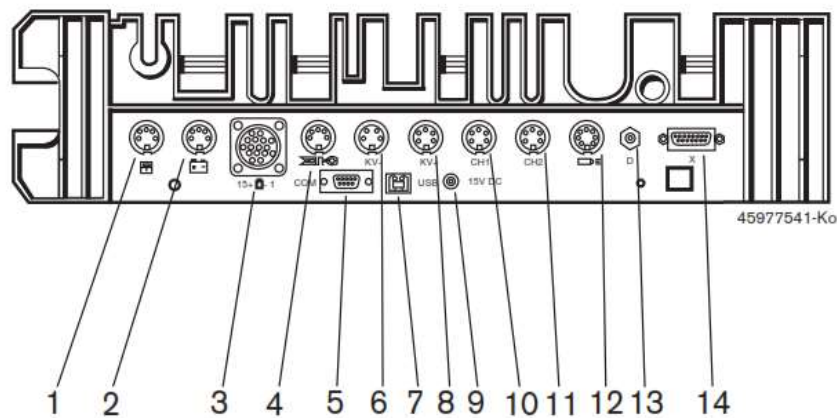


### Detalle de partes

- 1 Unidad de medición
  - 2 PC
  - 3 Impresora (PDR 377)
  - 4 BEA 055<sup>1)</sup>
  - 5 Interruptor ON / OFF con regleta con varias cajas de enchufe
  - 6 KTS módulo<sup>1)</sup>
- <sup>1)</sup> en parte accesorios especiales

Fuente: Catálogo de FSA 740 Bosch

## Regleta de conexión FSA 740



### Detalle de partes

- 1 Sensor de temperatura
- 2 Cable de conexión B+/B-
- 3 Cable de conexión primario (UNI 4)
- 4 Pinzas de excitación o cable de adaptador  
1 684 465 513 para transmisor de apriete<sup>1)</sup>
- 5 Interfaz serial RS 232 (sin función)
- 6 Transmisor de medición KV-
- 7 Conexión USB para conexión de datos PC
- 8 Transmisor de medición KV+
- 9 Alimentación de tensión unidad de medición  
(fuente de alimentación)
- 10 Cable múltiple de medición CH1 o cable de medición con divisor de tensión o pinzas de corriente de 30 A
- 11 Cable múltiple de medición CH2 o cable de medición con divisor de tensión o pinzas de corriente de 30 A o pinzas de corriente de 1000 A
- 12 Estroboscopio
- 13 Medición de presión de aire
- 14 Sonda de presión de líquido

<sup>1)</sup> En la medición del número de revoluciones con transmisor de apriete siempre debe conectarse el cable de adaptador 1 684 465 513 entre el casquillo de conexión FSA 740 y los cables de conexión para el transmisor de apriete.