

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**  
**EXTENSIÓN LATACUNGA**



**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**“ANÁLISIS DE OPERACIÓN Y COMPORTAMIENTO DE  
SISTEMAS CHISPA PERDIDA Y COP”**

**Tesis presentada como requisito previo a la obtención del grado de**

**INGENIERO AUTOMOTRIZ**

**JORGE EDUARDO JIMÉNEZ SANTACRUZ**

**Latacunga-Ecuador**

**Septiembre 2012**

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

Yo: Jorge Eduardo Jiménez Santacruz.

**DECLARO QUE:**

El proyecto de grado denominado **“ANÁLISIS DE OPERACIÓN Y COMPORTAMIENTO DE SISTEMAS CHISPA PERDIDA Y COP”**, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

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

Latacunga, Septiembre del 2012.

---

Jorge Eduardo Jiménez Santacruz.

CI: 0503355208

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

Ing. Germán Erazo (DIRECTOR)

Ing. José Quiroz (CODIRECTOR)

**CERTIFICAN**

Que el trabajo denominado **“ANÁLISIS DE OPERACIÓN Y COMPORTAMIENTO DE SISTEMAS CHISPA PERDIDA Y COP”**, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple con normas y estatutos establecidos en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Debido a que el proyecto es de excelente calidad y contenido científico que servirá para la enseñanza/aprendizaje, a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional por lo que si recomendamos su publicación.

Latacunga, Septiembre del 2012.

---

Ing. Germán Erazo

DIRECTOR

---

Ing. José Quiroz

CODIRECTOR

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

**AUTORIZACIÓN**

Yo: Jorge Eduardo Jiménez Santacruz.

Autorizo a la Escuela Politécnica del Ejército para que publique en la biblioteca virtual de la institución el trabajo denominado “**ANÁLISIS DE OPERACIÓN Y COMPORTAMIENTO DE SISTEMAS CHISPA PERDIDA Y COP**”, en el que se encuentra contenido, ideas y criterios que he desarrollado bajo mi exclusiva autoría.

Latacunga, Septiembre del 2012.

---

Jorge Eduardo Jiménez Santacruz.

CI: 0503355208

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de grado lo dedico a todas las personas las cuales confiaron en mí para lograr este gran objetivo en mi vida, además a quienes formaron parte de mi formación personal, pero de manera especial este trabajo lo dedico a mi abuelita Lucrecia que con su enseñanza supo guiar y aconsejar a mis hermanas y por supuesto a mi persona.

Jorge Eduardo Jiménez Santacruz

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por la vida, a mis padres por su ejemplo, amor, paciencia y por haber sido siempre mi impulso para seguir adelante y cumplir una meta tan importante en mi vida, a mi familia y la gente que yo quiero por su aliento, y por siempre estar ahí cuando más los he necesitado, a todos quienes me han alentado durante mi vida estudiantil.

Jorge Eduardo Jiménez Santacruz.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>CARÁTULA</b> .....	<b>i</b>
<b>DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD</b> .....	<b>ii</b>
<b>CERTIFICADO</b> .....	<b>iii</b>
<b>AUTORIZACIÓN</b> .....	<b>iv</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>v</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>vi</b>
<b>ÍNDICES</b> .....	<b>vii</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xxiii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xxiv</b>
<b>PRESENTACIÓN</b> .....	<b>xxv</b>
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
<b>EL PROBLEMA</b> .....	<b>1</b>
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA. ....	2
1.3. OBJETIVO GENERAL .....	2
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PROYECTO .....	2
1.5. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA. ....	3
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>5</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>5</b>
2.1. SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA MOTRONIC .....	5
2.2. SISTEMAS DE ENCENDIDO. ....	6
2.2.1. TIPOS DE SISTEMAS DE ENCENDIDO EN EL AUTOMÓVIL .....	6
2.3. SENSORES AUTOMOTRICES. ....	10
2.3.1. CLASIFICACIÓN .....	10
2.3.2. SENSORES DE POSICIÓN INDUCTIVOS. ....	10
2.3.3. SENSORES DE POSICIÓN DE EFECTO HALL .....	13
2.3.4. SENSORES DE OXÍGENO. ....	14
2.4. SISTEMAS DE DIAGNÓSTICO A BORDO OBD II .....	21
2.4.1. TERMINOLOGÍA DEL OBD II .....	22
2.4.2. FUNCIONAMIENTO GENERAL DEL SISTEMA. ....	22
2.4.3. PARÁMETROS PRINCIPALES PARA LA GENERACIÓN DE CÓDIGOS DE DIAGNÓSTICO. ....	23

2.4.4. INSTRUCCIÓN PARA LA GENERACIÓN DE LOS CÓDIGOS DE DIAGNÓSTICO.....	24
2.4.5. MONITOREOS.....	25
<b>CAPÍTULO 3 .....</b>	<b>31</b>
<b>PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS .....</b>	<b>31</b>
3.1. HIPÓTESIS.....	31
3.1.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	31
3.1.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS .....	31
3.2. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN.....	32
3.2.1. VARIABLE INDEPENDIENTE .....	32
3.2.2. VARIABLE DEPENDIENTE .....	32
3.2.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	32
<b>CAPÍTULO 4 .....</b>	<b>34</b>
<b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>34</b>
4.1. TIPO DE LA INVESTIGACIÓN.....	34
4.2. PRUEBA PILOTO. ....	35
4.3. FUENTES Y TÉCNICAS DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.....	35
4.3.1. DISEÑO DE ENCUESTAS PARA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	35
4.4. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	37
4.5. MUESTRA.....	37
4.6. TRATAMIENTO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE DATOS. ....	38
4.7. VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS.....	41
4.8. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	41
4.8.1. INFORME.....	41
4.8.2. CONCLUSIONES. ....	46
4.8.3. RECOMENDACIONES.....	47
<b>CAPÍTULO 5 .....</b>	<b>49</b>
<b>ESQUEMA DE LA PROPUESTA.....</b>	<b>49</b>
5.1. PROTOCOLO DE INFORMACIÓN SOBRE EL ANÁLISIS DE COMPONENTES Y EL ANÁLISIS DE OPERACIÓN GENERAL DE LOS SISTEMAS DE ENCENDIDO DIS CHISPA PERDIDA y DIS COP. ....	51
5.1.1. INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DIS. ....	51
5.1.2. TIPOS DE SISTEMAS DE ENCENDIDO DIS. ....	51
5.1.3. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS DIS. ....	53

5.1.4. ANÁLISIS DE SEÑALES ELÉCTRICAS, COMPONENTES Y PARÁMETROS ASOCIADOS A LOS SISTEMAS DE ENCENDIDO DIS. ....	55
5.1.5. SISTEMA DIS CHISPA PERDIDA. ....	96
5.1.6. SISTEMA DIS COP. ....	111
5.1.7. SISTEMA DIS MIXTO. ....	126
5.1.8. VENTAJAS OPERATIVAS DE LOS SISTEMAS DIS. ....	129
5.2. PROTOCOLO DE INFORMACIÓN SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE ENCENDIDO DIS CHISPA PERDIDA Y DIS COP. ....	129
5.2.1. COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA DIS CHISPA PERDIDA DE BOBINA SIMPLE. ....	130
5.2.2. COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA DIS CHISPA PERDIDA DE BOBINA CON TRANSISTOR INCORPORADO. ....	136
5.2.3. COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA DIS COP DE BOBINA SIMPLE. ....	144
5.2.4. COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA DIS COP DE BOBINA CON TRANSISTOR INCORPORADO. ....	148
5.2.5. COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA DIS COP DE BOBINA CON MÓDULO INCORPORADO. ....	152
5.3. PROTOCOLO DE INFORMACIÓN SOBRE EL DIAGNÓSTICO ELECTRÓNICO DE LOS SISTEMAS DE ENCENDIDO DIS CHISPA PERDIDA Y DIS COP. ....	159
5.3.1. DIAGNÓSTICO CON SCANNER. ....	161
5.3.2. DIAGNÓSTICO CON MULTIMETRO Y OSCILOSCOPIO. ....	163
5.4. SIMULACIÓN DE FALLAS, EXTRACCIÓN DE CÓDIGOS DE DIAGNÓSTICO Y SOLUCIÓN DE PROBLEMAS PRINCIPALES EN LOS SISTEMAS DIS CHISPA PERDIDA Y DIS COP. ....	181
5.4.1. PROBLEMAS EN EL SENSOR CKP. ....	181
5.4.2. PROBLEMAS EN EL SENSOR CMP. ....	184
5.4.3. PROBLEMAS DE MISFIRE. ....	186
<b>CAPÍTULO 6 .....</b>	<b>190</b>
<b>PRUEBAS EXPERIMENTALES Y SOFTWARE SOBRE LOS SISTEMAS DIS CHISPA PERDIDA Y DIS COP. ....</b>	<b>190</b>
6.1. DESARROLLO DE PRUEBAS EXPERIMENTALES DE LOS SISTEMAS DIS. ....	190
6.1.1. PRUEBAS EN DINAMÓMETRO Y MEDICIÓN CON OSCILOSCOPIO AL SISTEMA DIS CHISPA PERDIDA. ....	190
6.1.2. PRUEBAS EN RUTA Y MEDICIÓN CON OSCILOSCOPIO AL SISTEMA DIS CHISPA PERDIDA. ....	207

6.1.3. PRUEBAS EN RUTA Y MEDICIÓN CON OSCILOSCOPIO AL SISTEMA DIS COP.....	220
6.2. DISEÑO Y DESARROLLO DEL SOFTWARE SOBRE LOS SISTEMAS DIS CHISPA PERDIDA Y DIS COP.....	234
<b>CAPÍTULO 7 .....</b>	<b>244</b>
<b>MARCO ADMINISTRATIVO .....</b>	<b>244</b>
7.1. RECURSOS:.....	244
7.1.1. RECURSOS HUMANOS: .....	244
7.1.2. RECURSOS TECNOLÓGICOS:.....	244
7.1.3. RECURSOS MATERIALES:.....	245
7.2. PRESUPUESTO: .....	245
7.3. FINANCIAMIENTO:.....	246
7.4. CRONOGRAMA:.....	246
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>248</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>250</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>252</b>
<b>ANEXO A: ¿CÓMO MEDIR Y CÓMO CORREGIR INTERFERENCIAS CAUSADAS POR EL SISTEMA DE ENCENDIDO?.....</b>	<b>254</b>
<b>ANEXO B: ENCUESTAS.....</b>	<b>256</b>
<b>ANEXO C: CÓDIGOS DE DIAGNÓSTICO .....</b>	<b>258</b>
<b>ANEXO D: ARTÍCULO PROYECTO.....</b>	<b>263</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Detalle de los sistemas de encendido en el automóvil. ....	7
Tabla 2.2. Terminología del sistema OBD II. ....	22
Tabla 2.3. Variaciones de los compuestos de escape por cada condición de mezcla. ....	27
Tabla 2.4. Parámetros dentro de la gestión electrónica del motor. ....	28
Tabla 2.5 Conceptos de ajustes de combustible SFT y LFT. ....	29
Tabla 3.1. Operacionalización de la variable independiente. ....	32
Tabla 3.2. Operacionalización de las variables dependientes. ....	33
Tabla 4.1. Tabulación Pregunta 1. ....	38
Tabla 4.2. Tabulación Pregunta 2. ....	39
Tabla 4.3. Tabulación Pregunta 3. ....	39
Tabla 4.4. Tabulación Pregunta 4. ....	39
Tabla 4.5. Tabulación Pregunta 5. ....	39
Tabla 4.6. Tabulación Pregunta 6. ....	40
Tabla 4.7. Tabulación Pregunta 7. ....	40
Tabla 4.8. Tabulación Pregunta 8. ....	40
Tabla 4.9. Tabulación Pregunta 9. ....	40
Tabla 4.10. Tabulación Pregunta 10. ....	41
Tabla 5.1. Cuadro resumen de sensores de posición. ....	63
Tabla 5.2. Valores del sensor TPS para 3 posiciones de mariposa. ....	64
Tabla 5.3. Valores del sensor MAF para diferentes condiciones de funcionamiento del motor .....	65
Tabla 5.4. Valores del sensor MAP para diferentes condiciones de funcionamiento del motor .....	67
Tabla 5.5. Datasheet para un transistor Darlington. ....	82
Tabla 5.6. Datasheet para un transistor MOSFET. ....	85
Tabla 5.7. Datasheet de valores de corrientes máxima del transistor IGBT. ....	88
Tabla 5.8. Tiempos de un motor de 4 cilindros para 2 giros del cigüeñal. ....	98
Tabla 5.9. Cantidad de terminales de las bobinas Chispa Pérdida Simple. ....	105
Tabla 5.10. Estrategia para la señal IGF. ....	125
Tabla 5.11. Valores incorrectos de resistencia de primario bobina ..... 168	168
Tabla 5.12. Valores incorrectos de resistencia de secundario ..... 170	170
Tabla 5.13. Síntomas de fallas y causas, vistos en un oscilograma de secundario. ....	175
Tabla 5.14. Valores incorrectos de resistencia de primario bobina COP simple. ....	178
Tabla 5.15. Valores incorrectos de resistencia de secundario de una bobina COP simple	179

Tabla 6.1. Valores de oscilograma de secundario sistema Chispa Perdida bobina original prueba sin carga al motor .....	191
Tabla 6.2. Valores de oscilograma de secundario sistema Chispa Perdida bobina alterna prueba sin carga al motor .....	192
Tabla 6.3. Valores de potencia y torque prueba 1 sistema Chispa Perdida bobina original	193
Tabla 6.4. Valores de oscilograma de secundario prueba 1 sistema Chispa Perdida bobina original.....	194
Tabla 6.5. Valores de potencia y torque prueba 2 sistema Chispa Perdida bobina original	195
Tabla 6.6. Valores de oscilograma de secundario prueba 2 sistema Chispa Perdida bobina original.....	196
Tabla 6.7. Valores de potencia y torque prueba 3 sistema Chispa Perdida bobina original	197
Tabla 6.8. Valores de oscilograma de secundario prueba 3 sistema Chispa Perdida bobina original.....	198
Tabla 6.9. Valores de potencia y torque prueba 1 sistema Chispa Perdida bobina alterna	199
Tabla 6.10. Valores de oscilograma de secundario prueba 1 sistema Chispa Perdida bobina alterna .....	200
Tabla 6.11. Valores de potencia y torque prueba 2 sistema Chispa Perdida bobina alterna .....	201
Tabla 6.12. Valores de oscilograma de secundario prueba 2 sistema Chispa Perdida bobina alterna .....	202
Tabla 6.13. Valores de potencia y torque prueba 3 sistema Chispa Perdida bobina alterna .....	203
Tabla 6.14. Valores de oscilograma de secundario prueba 3 sistema Chispa Perdida bobina alterna .....	204
Tabla 6.15. Análisis de resultados prueba en dinamómetro sistema Chispa Perdida. ....	205
Tabla 6.16. Valores de oscilograma de secundario prueba en ruta 1 sistema Chispa Perdida bobina original.....	207
Tabla 6.17. Valores de oscilograma de secundario prueba en ruta 2 sistema Chispa Perdida bobina original.....	208
Tabla 6.18. Valores de oscilograma de secundario prueba en ruta 3 sistema Chispa Perdida bobina original.....	209
Tabla 6.19. Valores de oscilograma de secundario prueba en ruta 1 sistema Chispa Perdida bobina alterna .....	210
Tabla 6.20. Valores de oscilograma de secundario prueba en ruta 2 sistema Chispa Perdida bobina alterna .....	211
Tabla 6.21. Valores de oscilograma de secundario prueba en ruta 3 sistema Chispa Perdida bobina alterna .....	212
Tabla 6.22. Análisis de resultados prueba en ruta sistema Chispa Perdida. ....	213
Tabla 6.23. Valores de resistencia de devanados bobina Chispa Perdida original .....	216
Tabla 6.24. Valores de resistencia de devanados bobina Chispa Perdida alterna .....	218

Tabla 6.25. Valores de pico inductivo prueba sin carga sistema COP.....	220
Tabla 6.26. Valores de oscilograma de secundario prueba en ruta 1 sistema COP bobina original.....	221
Tabla 6.27. Valores de oscilograma de primario prueba en ruta 2 sistema COP bobina original.....	222
Tabla 6.28. Valores de oscilograma de primario prueba en ruta 3 sistema COP bobina original.....	223
Tabla 6.29. Valores de oscilograma de primario prueba en ruta 1 sistema COP bobina alterna .....	224
Tabla 6.30. Valores de oscilograma de primario prueba en ruta 2 sistema COP bobina alterna .....	225
Tabla 6.31. Valores de oscilograma de primario prueba en ruta 3 sistema COP bobina alterna .....	226
Tabla 6.32. Análisis de resultados prueba en ruta sistema COP. ....	227
Tabla 6.33. Valores de resistencia de devanados bobina COP original .....	230
Tabla 6.34. Valores de resistencia de devanados bobina COP alterna .....	232
Tabla 7.1. Presupuesto.....	245

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Componentes de un sistema de inyección Motronic. ....	5
Figura 2.2. Tipos de sistemas de encendido en el automóvil. ....	6
Figura 2.3. Principio de funcionamiento del sistema EEI. ....	7
Figura 2.4. Estructura del sistema EEI. ....	8
Figura 2.5. Componentes y etapas de la unidad de control del sistema EEI. ....	8
Figura 2.6. Clasificación de los sensores automotrices. ....	10
Figura 2.7. Principio de funcionamiento de los sensores inductivos (1). ....	11
Figura 2.8. Principio de funcionamiento de los sensores inductivos (2). ....	11
Figura 2.9. Sensor inductivo de 3 terminales (con blindaje). ....	12
Figura 2.10. Señal característica de un sensor inductivo. ....	12
Figura 2.11. Constitución interna de los sensores Efecto Hall (1). ....	13
Figura 2.12. Constitución interna de los sensores Efecto Hall (2). ....	14
Figura 2.13. Cables del sensor de efecto Hall. ....	14
Figura 2.14. Relaciones de mezcla de una sonda lambda. ....	15
Figura 2.15. Relaciones de mezcla y voltajes del sensor de zirconio. ....	16
Figura 2.16. Toma de la señal de una sonda de zirconio. ....	16
Figura 2.17. Forma de onda y valores del sensor de zirconio. ....	16
Figura 2.18. Sensor de zirconio de un cable. ....	17
Figura 2.19. Sensor de zirconio de tres cables. ....	17
Figura 2.20. Sensor de zirconio de cuatro cables. ....	18
Figura 2.21. Tipos de sensores de zirconio (estructura interna). ....	18
Figura 2.22. Ubicación de los sensores de zirconio en motores V6 y/o V8. ....	18
Figura 2.23. Relaciones de mezcla y voltaje del sensor de Titanio. ....	19
Figura 2.24. Forma de onda y valores del sensor de Titanio. ....	19
Figura 2.25. Forma de onda y valores del sensor de banda ancha. ....	20
Figura 2.26. Colocación del equipo de diagnóstico en el sensor de oxígeno de banda ancha .....	21
Figura 2.27. Campo de operación del sistema OBD II. ....	21
Figura 2.28. Tipos de códigos de diagnóstico. ....	23
Figura 2.29. Tipos de monitoreos. ....	25
Figura 2.30. Monitoreo TPS. ....	26
Figura 2.31. Valores de voltajes normales y con error del sensor TPS. ....	26
Figura 2.32. Concepto de lazo cerrado. ....	28
Figura 2.33. Verificación de ajustes SFT y LFT con el scanner. ....	30
Figura 4.1. Pregunta N° 1. ....	42

Figura 4.2. Pregunta N° 2. ....	42
Figura 4.3. Pregunta N° 3. ....	43
Figura 4.4. Pregunta N° 4. ....	43
Figura 4.5. Pregunta N° 5. ....	44
Figura 4.6. Pregunta N° 6. ....	44
Figura 4.7. Pregunta N° 7. ....	45
Figura 4.8. Pregunta N° 8. ....	45
Figura 4.9. Pregunta N° 9. ....	46
Figura 4.10. Pregunta N° 10. ....	46
Figura 5.1. Tipos de sistemas de encendido y sus clasificaciones. ....	52
Figura 5.2. Tipos de sistemas de encendido DIS. ....	53
Figura 5.3. Principio de funcionamiento de los sistemas DIS. ....	54
Figura 5.4. Principio de funcionamiento de los sistemas DIS (componentes reales).....	55
Figura 5.5. Toma de la señal del sensor CKP inductivo. ....	56
Figura 5.6. Señal característica de un sensor CKP inductivo. ....	57
Figura 5.7. Toma de la señal del sensor CMP inductivo. ....	58
Figura 5.8. Señal característica de un sensor CMP inductivo. ....	59
Figura 5.9. Estructura externa e interna de un CKP efecto Hall. ....	59
Figura 5.10. Toma para la señal del sensor CKP Hall. ....	60
Figura 5.11. Señal característica de un sensor CKP efecto Hall. ....	61
Figura 5.12. Toma para la señal del sensor CMP Hall. ....	62
Figura 5.13. Señal característica de un sensor CMP efecto Hall. ....	62
Figura 5.14. Toma para la señal del sensor TPS. ....	63
Figura 5.15. Señal característica del sensor TPS. ....	64
Figura 5.16. Toma para la señal del sensor MAF. ....	65
Figura 5.17. Señal característica de un sensor MAF de funcionamiento del motor. ....	65
Figura 5.18. Toma para la señal del sensor MAP. ....	66
Figura 5.19. Señal característica de un sensor MAP. ....	66
Figura 5.20. Módulo de control de la marca Renault. ....	67
Figura 5.21. Campos de análisis de la electrónica de módulos. ....	67
Figura 5.22. Fotografía del circuito de alimentación de un módulo de control. ....	69
Figura 5.23. Fotografía de un circuito de control de un módulo de control. ....	70
Figura 5.24. Fotografía de un circuito de procesamiento de datos de un módulo de control	70
Figura 5.25. Grupos de Memorias. ....	71
Figura 5.26. Estructura interna de un Microcontrolador. ....	72
Figura 5.27. Ejemplo de un circuito para generar corriente pulsante activada por positivo ..	74
Figura 5.28. Ejemplo de un circuito para generar corriente pulsante activada por negativo	74
Figura 5.29. Ejemplo de un circuito para generar una subida de masa en la señal pulsante	75

Figura 5.30. Activación de un inyector por parte del PCM. ....	75
Figura 5.31. Corriente pulsante cuadrada y rectangular. ....	76
Figura 5.32. Ejemplo de un circuito de control del ciclo de trabajo para un relé .....	76
Figura 5.33. Señal del ciclo de trabajo de un relé. ....	76
Figura 5.34. Ejemplo de un circuito para señal de activación por PWM para un actuador ...	78
Figura 5.35. Ejemplo de señales PWM para un actuador (1).....	78
Figura 5.36. Ejemplo de señales PWM para un actuador (2).....	78
Figura 5.37. Tipos de transistores BJT. ....	79
Figura 5.38. Estructura interna e identificación de pines del transistor Darlington.....	80
Figura 5.39. Representación en manuales de un transistor Darlington. ....	82
Figura 5.40. Composición interna y símbolo de un transistor JFET. ....	83
Figura 5.41. Composición interna y forma externa de un transistor MOSFET. ....	84
Figura 5.42. Composición interna y símbolo de un transistor IGBT. ....	86
Figura 5.43. Ubicación de un transistor IGBT en el circuito de encendido DIS.....	86
Figura 5.44. Comportamiento de la tensión y la corriente en un transistor IGBT dentro de un sistema de encendido DIS (1).....	87
Figura 5.45. Comportamiento de la tensión y la corriente en un transistor IGBT dentro de un sistema de encendido DIS (2).....	87
Figura 5.46. Identificación de pines y valores máximos de un transistor IGBT.....	88
Figura 5.47. Funcionamiento de la bobina de encendido (1). ....	89
Figura 5.48. Funcionamiento de la bobina de encendido (2). ....	89
Figura 5.49. Estructura interna de una bobina de encendido DIS.....	90
Figura 5.50. Diagrama de bloques del funcionamiento del circuito primario de un sistema DIS .....	91
Figura 5.51. Ejemplo de circuito y oscilograma básico del sistema de encendido.....	92
Figura 5.52. Limitación de corriente por parte del PCM a la bobina de encendido.....	93
Figura 5.53. Tiempo de quemado en el oscilograma de encendido.....	94
Figura 5.54. Energía generada en la bobina de encendido.....	95
Figura 5.55. Bobina DIS Chispa Perdida Doble (Rochester) de un motor de 4 cilindros .....	96
Figura 5.56. Funcionamiento de la bobina DIS Chispa Perdida.....	97
Figura 5.57. Cálculo del avance de encendido por el PCM.....	99
Figura 5.58. Salto de chispa en los cilindros 1 y 4 con avance de 18°. ....	99
Figura 5.59. Salto de chispa en los cilindros 2 y 3 con avance de 18°. ....	100
Figura 5.60. Configuraciones de bobinas DIS Chispa Perdida. ....	101
Figura 5.61. Configuración de las bobinas Chispa Pérdida Simple.....	101
Figura 5.62. Estructura de una bobina Chispa Perdida Simple (Rochester). ....	102
Figura 5.63. Estructura de una bobina Chispa Perdida Simple con conector. ....	102
Figura 5.64. Bobina Chispa Perdida Simple de 3 terminales (4 cilindros). ....	103
Figura 5.65. Bobina Chispa Perdida Simple de 4 terminales. ....	104
Figura 5.66. Bobina Chispa Perdida Simple para motor de 6 cilindros. ....	104

Figura 5.67. Esquema eléctrico de la Bobina Chispa Perdida Simple para motor de 6 cilindros .....	105
Figura 5.68. Esquema eléctrico y configuración interna de un sistema Chispa perdida con Igniter .....	106
Figura 5.69. Bobina Chispa Perdida con transistor incorporado. ....	107
Figura 5.70. Estructura interna de un bobina Chispa Perdida con transistor incorporado (transformador único).....	108
Figura 5.71. Estructura interna de un bobina Chispa Perdida con transistor incorporado (2 transformadores).....	108
Figura 5.72. Forma de onda del secundario de una bobina Chispa Perdida con transistor incorporado .....	109
Figura 5.73. Forma de obtener señales con osciloscopio en una bobina Chispa Perdida con transistor incorporado .....	110
Figura 5.74. Señales de positivo y pulsos de la bobina Chispa Perdida con transistor incorporado .....	111
Figura 5.75. Señales de masa y pulsos de la bobina Chispa Perdida con transistor incorporado .....	111
Figura 5.76. Sistema DIS COP. ....	112
Figura 5.77. Configuración interna de una bobina COP. ....	112
Figura 5.78. Configuración eléctrica de una bobina COP. ....	113
Figura 5.79. Señal del sensor CMP inductivo en un sistema DIS COP. ....	114
Figura 5.80. Señales de los sensores CMP y CKP inductivos en un sistema DIS COP.....	114
Figura 5.81. Bobina COP Simple.....	115
Figura 5.82. Circuito y configuración interna de una bobina COP Simple. ....	115
Figura 5.83. Esquema eléctrico de un sistema COP con Igniter. ....	117
Figura 5.84. Esquema eléctrico el Igniter en un sistema COP. ....	117
Figura 5.85. Sistema DIS COP con bobinas simples de 3 terminales y comandado por 2 Igniters.....	118
Figura 5.86. Bobina COP con Transistor incorporado.....	118
Figura 5.87. Circuito y estructura interna de la bobina COP con Transistor incorporado ...	119
Figura 5.88. Conjunto de bobinas COP con transistor incorporado para un motor de 6 cilindros .....	120
Figura 5.89. Bobina COP con módulo incorporado. ....	121
Figura 5.90. Estructura interna de una bobina COP con módulo incorporado.....	122
Figura 5.91. Circuito del IGT.....	123
Figura 5.92. Circuito del IGF.....	124
Figura 5.93. Comportamiento de las señales IGT e IGF con la corriente. ....	125
Figura 5.94. Señales IGT e IGF para un motor de 4 cilindros. ....	126
Figura 5.95. Sistema DIS Mixto. ....	127
Figura 5.96. Bobina corta del sistema DIS Mixto.....	127

Figura 5.97. Bobina larga del sistema DIS Mixto.....	128
Figura 5.98. Toma de medición y valor de voltaje en KOEO del primer terminal de la bobina Chispa Perdida Simple.....	130
Figura 5.99. Toma de medición y valor de voltaje en KOEO del segundo y tercer terminal de la bobina Chispa Perdida Simple.....	131
Figura 5.100. Toma para la señal y señal del primer terminal de la bobina Chispa Perdida Simple (1).....	132
Figura 5.101. Toma para la señal y señal del primer terminal de la bobina Chispa Perdida Simple (2).....	132
Figura 5.102. Toma para la señal y señal del tercer segundo de la bobina chispa Perdida Simple.....	133
Figura 5.103. Toma para la señal y señal del tercer terminal de la bobina Chispa Perdida Simple.....	133
Figura 5.104. Toma de la señal y señales del positivo de contacto y negativo del primer transformador de una bobina Chispa Perdida Simple.....	134
Figura 5.105. Colocación de la pinza para secundarios de encendido.....	135
Figura 5.106. Oscilograma de secundario de una bobina Chispa Perdida Simple para el cilindro 1.....	136
Figura 5.107. Toma de medición y valor de voltaje en KOEO del primer terminal de la bobina Chispa Perdida con Transistor Incorporado.....	137
Figura 5.108. Toma de medición y valor de voltaje en KOEO del segundo terminal de la bobina Chispa Perdida con Transistor Incorporado.....	138
Figura 5.109. Toma de medición y valor de voltaje en KOEO del tercer terminal de la bobina Chispa Perdida con Transistor Incorporado.....	138
Figura 5.110. Toma de medición y valor de voltaje en KOEO del cuarto terminal de la bobina Chispa Perdida con Transistor Incorporado.....	139
Figura 5.111. Toma para la señal y señal del tercer terminal de la bobina Chispa Perdida con Transistor Incorporado.....	140
Figura 5.112. Toma para la señal y señal del cuarto terminal de la bobina Chispa Perdida con Transistor Incorporado.....	140
Figura 5.113. Forma de colocar la pinza para determinar oscilograma de secundario de la bobina Chispa Perdida con Transistor Incorporado.....	141
Figura 5.114. Oscilograma de secundario de la bobina Chispa Perdida con transistor incorporado.....	142
Figura 5.115. Señales del positivo de contacto y pulsos de uno de los transformadores de una bobina Chispa con transistor incorporado.....	143
Figura 5.116. Señales de masa y pulsos de uno de los transformadores de una bobina Chispa con transistor incorporado.....	144
Figura 5.117. Toma de medición y valor de voltaje en KOEO del primer terminal de la bobina COP Simple.....	145

Figura 5.118. Toma de medición y valor de voltaje en KOEO del segundo terminal de la bobina COP Simple.....	145
Figura 5.119. Toma de medición y valor de voltaje en KOER del primer terminal de la bobina COP Simple.....	146
Figura 5.120. Toma de medición y valor de voltaje en KOER del segundo terminal de la bobina COP Simple.....	146
Figura 5.121. Toma para la señal y señal del segundo terminal de la bobina COP Simple	147
Figura 5.122. Toma de medición y valor de voltaje en KOEO del primer terminal de la bobina COP con transistor incorporado.....	148
Figura 5.123. Toma de medición y valor de voltaje en KOEO del segundo terminal de la bobina COP con transistor incorporado.....	149
Figura 5.124. Toma de medición y valor de voltaje en KOEO del tercer terminal de la bobina COP con transistor incorporado.....	149
Figura 5.125. Toma para la señal y señal del segundo terminal de la bobina COP con transistor incorporado .....	150
Figura 5.126. Toma para la señal y señal del tercer terminal de la bobina COP con transistor incorporado .....	150
Figura 5.127. Toma de la señal y señales del positivo de contacto y pulsos de una bobina COP con transistor incorporado.....	151
Figura 5.128. Toma de la señal y señales de masa y pulsos de una bobina COP con transistor incorporado .....	152
Figura 5.129. Toma de medición y valor de voltaje en KOEO del primer terminal de la bobina COP con módulo incorporado.....	153
Figura 5.130. Toma de medición y valor de voltaje en KOEO del segundo terminal de la bobina COP con módulo incorporado.....	154
Figura 5.131. Toma de medición y valor de voltaje en KOEO del tercer terminal de la bobina COP con módulo incorporado.....	154
Figura 5.132. Toma de medición y valor de voltaje en KOEO del cuarto terminal de la bobina COP con módulo incorporado.....	155
Figura 5.133. Toma para la señal y señal del segundo terminal de la bobina COP con módulo incorporado .....	156
Figura 5.134. Toma para la señal y señal del tercer terminal de la bobina COP con módulo incorporado .....	156
Figura 5.135. Toma para la señal y señal del cuarto terminal de la bobina COP con módulo incorporado .....	157
Figura 5.136. Señales de pulso hacia el transistor y Feedback de una bobina COP con módulo incorporado (1).....	158
Figura 5.137. Señales de pulso hacia el transistor y Feedback de una bobina COP con módulo incorporado (2).....	158

Figura 5.138. Pantalla para visualizar códigos de diagnóstico en un vehículo con sistema DIS .....	162
Figura 5.139. Pantalla del flujo de datos en un vehículo con sistema DIS.....	162
Figura 5.140. Diagrama eléctrico Chevrolet Corsa.....	163
Figura 5.141. Verificación alimentación del PCM. ....	164
Figura 5.142. Corrección del porcentaje DWELL ante caídas de tensión en positivo de contacto.....	165
Figura 5.143. Comprobación del voltaje de alimentación de una bobina DIS Chispa Perdida .....	166
Figura 5.144. Medición de la resistencia del primario de una bobina Chispa Perdida Simple (1).....	167
Figura 5.145. Medición de la resistencia del primario de una bobina Chispa Perdida Simple (2).....	168
Figura 5.146. Medición de la resistencia del secundario de una bobina Chispa Perdida Simple (1).....	169
Figura 5.147. Medición de la resistencia del secundario de una bobina Chispa Perdida Simple (2).....	169
Figura 5.148. Medición de la resistencia del secundario de una bobina Chispa Perdida con transistor incorporado .....	170
Figura 5.149. Comprobación del aislamiento a masa del primario de uno de los transformadores de una bobina Chispa Perdida Simple .....	171
Figura 5.150. Comprobación del aislamiento a masa del secundario de uno de los transformadores de una bobina Chispa Perdida Simple .....	172
Figura 5.151. Comprobación del aislamiento a masa del secundario de un transformador de una bobina Chispa Perdida con transistor incorporado.....	172
Figura 5.152. Comprobación del oscilograma de primario de un transformador de una bobina Chispa Perdida simple .....	173
Figura 5.153. Comprobación del oscilograma de secundario de un transformador de una bobina Chispa Perdida simple .....	174
Figura 5.154. Comprobación del oscilograma de secundario de un transformador de una bobina Chispa Perdida con transistor incorporado.....	174
Figura 5.155. Comprobación del voltaje de alimentación de una bobina DIS COP .....	177
Figura 5.156. Medición de la resistencia del primario de una bobina COP Simple.....	178
Figura 5.157. Medición de la resistencia del secundario de una bobina COP Simple.....	179
Figura 5.158. Comprobación del aislamiento a masa del Primario de una bobina COP Simple .....	180
Figura 5.159. Comprobación del oscilograma de primario de una bobina COP Simple .....	181
Figura 5.160. Desconexión del sensor CKP. ....	181
Figura 5.161. Pantalla en el scanner al desconectar el CKP. ....	182
Figura 5.162. Desconexión del sensor CMP. ....	184

Figura 5.163. Código al desconectar el sensor CMP. ....	184
Figura 5.164. Truque en la bujía. ....	186
Figura 5.165. Pantalla de código de Misfire.....	187
Figura 5.166. Desconexión bobina cilindro 1.....	187
Figura 5.167. Código P0300 al desconectar la bobina del cilindro 1. ....	188
.....	
Figura 6.1. Oscilograma de secundario sistema DIS Chispa Perdida bobina original, prueba sin carga al motor.....	191
Figura 6.2. Oscilograma de secundario sistema DIS Chispa Perdida bobina alterna, prueba sin carga al motor.....	191
Figura 6.3. Pruebas en dinamómetro al sistema DIS Chispa Perdida .....	192
Figura 6.4. Pantalla de dinamómetro prueba 1 sistema DIS Chispa Perdida bobina original .....	193
Figura 6.5. Oscilograma de secundario prueba 1 sistema DIS Chispa Perdida bobina original .....	194
Figura 6.6. Pantalla de dinamómetro prueba 2 sistema DIS Chispa Perdida bobina original .....	195
Figura 6.7. Oscilograma de secundario prueba 2 sistema DIS Chispa Perdida bobina original .....	196
Figura 6.8. Pantalla de dinamómetro prueba 3 sistema DIS Chispa Perdida bobina original .....	197
Figura 6.9. Oscilograma de secundario prueba 3 sistema DIS Chispa Perdida bobina original .....	198
Figura 6.10. Pantalla de dinamómetro prueba 1 sistema DIS Chispa Perdida bobina alterna .....	199
Figura 6.11. Oscilograma de secundario prueba 1 sistema DIS Chispa Perdida bobina alterna .....	200
Figura 6.12. Pantalla de dinamómetro prueba 2 sistema DIS Chispa Perdida bobina alterna .....	201
Figura 6.13. Oscilograma de secundario prueba 2 sistema DIS Chispa Perdida bobina alterna .....	202
Figura 6.14. Pantalla de dinamómetro prueba 3 sistema DIS Chispa Perdida bobina alterna .....	203
Figura 6.15. Oscilograma de secundario prueba 3 sistema DIS Chispa Perdida bobina alterna .....	204
Figura 6.16. Oscilograma de secundario prueba en ruta 1 sistema DIS Chispa Perdida bobina original.....	207
Figura 6.17. Oscilograma de secundario prueba en ruta 2 sistema DIS Chispa Perdida bobina original.....	208

Figura 6.18. Oscilograma de secundario prueba en ruta 3 sistema DIS Chispa Perdida bobina original.....	209
Figura 6.19. Oscilograma de secundario prueba en ruta 1 sistema DIS Chispa Perdida bobina alterna .....	210
Figura 6.20. Oscilograma de secundario prueba en ruta 2 sistema DIS Chispa Perdida bobina alterna .....	211
Figura 6.21. Oscilograma de secundario prueba en ruta 3 sistema DIS Chispa Perdida bobina alterna .....	212
Figura 6.22. Oscilograma de primario prueba en ruta 1 sistema DIS COP bobina original	221
Figura 6.23. Oscilograma de primario prueba en ruta 2 sistema DIS COP bobina original	222
Figura 6.24. Oscilograma de primario prueba en ruta 3 sistema DIS COP bobina original	223
Figura 6.25. Oscilograma de primario prueba en ruta 1 sistema DIS COP bobina alterna.	224
Figura 6.26. Oscilograma de primario prueba en ruta 2 sistema DIS COP bobina alterna.	225
Figura 6.27. Oscilograma de primario prueba en ruta 3 sistema DIS COP bobina alterna.	226
Figura 6.28. Pantalla inicial Software Sistemas DIS.....	234
Figura 6.29. Menú principal Software Sistemas DIS. ....	235
Figura 6.30. Pantalla del submenú INTRODUCCIÓN Software Sistemas DIS.....	235
Figura 6.31. Pantalla de contenidos del submenú OPERACIÓN.....	236
Figura 6.32. Contenido del bobón Operación Sistemas ChispaPerdida dentro del submenú OPERACIÓN.....	236
Figura 6.33. Contenido del bobón Operación Sistemas COP dentro del submenú OPERACIÓN.....	237
Figura 6.34. Contenido del bobón Análisis de Oscilograma Primario dentro del submenú OPERACIÓN.....	238
Figura 6.35. Pantalla de contenidos del submenú COMPORTAMIENTO.....	238
Figura 6.36. Contenido del botón Sistema Chispa Perdida dentro del submenú COMPORTAMIENTO (1).....	239
Figura 6.37. Contenido del bobón Sistema Chispa Perdida dentro del submenú COMPORTAMIENTO (2).....	240
Figura 6.38. Pantalla de contenidos del submenú DIAGNÓSTICOS.....	240
Figura 6.39. Contenidos del botón diagnóstico con multímetro y osciloscopio dentro del submenú DIAGNÓSTICOS (1) .....	241
Figura 6.40. Contenidos del botón diagnóstico con multímetro y osciloscopio dentro del submenú DIAGNÓSTICOS (2) .....	241
Figura 6.41. Contenidos del botón diagnóstico con multímetro y osciloscopio dentro del submenú DIAGNÓSTICOS (3) .....	242
Figura 6.42. Pantalla de contenidos del submenú CÁLCULO DE BOBINAS. ....	243
Figura 6.43. Contenidos del botón Bobina Chispa Perdida dentro de submenú CÁLCULO DE BOBINAS .....	243

## RESUMEN

El proyecto tiene como objetivo la investigación y análisis del principio de funcionamiento, constitución, comportamiento en tiempo real, diagnósticos, comprobaciones, así como el estudio de la gestión electrónica que se ha implementado en los sistemas de encendido de última generación DIS (DIS Chispa Perdida y DIS COP). Es una guía completamente descriptiva y versátil de estos sistemas de encendido, los mismos que se encuentran instalados en prácticamente todos los vehículos de hoy en día.

Por medio de la comprensión del funcionamiento de los motores con sistemas de encendido DIS se logrará entender la importancia de la asistencia de la electrónica automotriz en la actualidad, puesto que se contará con protocolos completos de información referente a la operación, comportamiento y diagnóstico.

Además se tiene la realización de trabajos de campo para analizar y determinar las variaciones de los parámetros de funcionamiento del motor como son la potencia, torque, con la utilización de bobinas originales y alternas para cada tipo de sistema.

El proyecto contempla la creación de un Software de manejo de los sistemas DIS Chispa Perdida Y DIS COP basado en parámetros de funcionamiento obtenidos en los trabajos de campo.

El proyecto se presenta como una herramienta de gran utilidad para quienes están inmersos en el área automotriz, facilita el entendimiento de los sistemas de encendido de última generación, componentes y parámetros de operación, con el desarrollo de pruebas exhaustivas, con el objetivo de ser capaces de dar solución a los problemas que se presenten en este tipo de sistemas.

## **ABSTRACT**

The project aims to research and analysis of the operating principle, constitution, real-time behavior, diagnostic tests, and the study of management has implemented electronic ignition systems in next generation DIS (DIS wasted spark and DIS COP). A guide fully descriptive and versatile power of these systems, the same that are installed in virtually all vehicles today.

Through understanding the operation of the engines with DIS ignition systems will be achieved to understand the importance of the assistance of automotive electronics today, since there will be a full protocol of information concerning the operation, behavior, diagnosis.

Furthermore there is the realization of field work for analyzing and determining changes in engine operating parameters such as power, torque, with the use of original and alternate coils for each type of system.

The project includes the creation of a management software DIS wasted spark and DIS COP based on operating parameters obtained in the field work.

The project is presented as a useful tool for those involved in the automotive, facilitates understanding of ignition systems of last generation, components and operating parameters, with the development of extensive testing, with the goal of being able of solving the problems that arise in such systems.

## PRESENTACIÓN

El proyecto, **“ANÁLISIS DE OPERACIÓN Y COMPORTAMIENTO DE SISTEMAS CHISPA PERDIDA Y COP.”** relaciona diversos conocimientos adquiridos durante el transcurso de mi formación académica. Este protocolo de información fue inspirado principalmente por la necesidad de contar con material de fácil entendimiento, tratando de que el técnico automotriz obtenga un conocimiento claro en operación de estos sistemas para poder manipularlos y dar solución a inconvenientes que se presenten siguiendo los procedimientos y utilizando los equipos de diagnóstico que aquí se detallan.

El capítulo 1 presenta el análisis metodológico del problema a resolver.

El capítulo 2 abarca el marco teórico para el desarrollo del presente trabajo.

El capítulo 3 plantea las hipótesis y la operacionalización de las variables.

El capítulo 4 trata acerca de la investigación del problema.

El capítulo 5 plantea la propuesta para resolver el problema de investigación.

El capítulo 6 abarca las pruebas experimentales, así como el desarrollo del software descriptivo de operación y manipulación de los sistemas DIS Chispa Perdida y DIS COP.

El capítulo 7 contempla el marco administrativo que relaciona los diversos recursos utilizados en el desarrollo del proyecto.

# **CAPÍTULO 1**

## **EL PROBLEMA**

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

Los vehículos modernos prácticamente en su totalidad se encuentran equipados con un sin número de sistemas electrónicos de control así como de regulación, y es así también como se presenta el sistema de encendido en los motores de gasolina ciclo Otto.

Cada vez más se requiere mayor conocimiento sobre sensores, computadoras, actuadores y manejo de equipos para realizar una tarea completa de diagnóstico por haber hoy en día mayor complejidad en los sistemas del motor.

El avance tecnológico en el área automotriz, así como la limitación de la información técnica completan relacionado a los sistemas de encendido de última generación o simplemente sistemas DIS, ya sea Chispa Perdida o COP, crea la necesidad de implementar recursos para su estudio, comprensión, aprendizaje y manejo.

Es imperante el hacer un análisis de la operación, comportamiento en tiempo real, verificaciones y diagnóstico electrónico que permitan identificar de forma clara componentes indispensables, comportamiento o monitoreo en tiempo real de diversas variables de funcionamiento, así como de la detección de fallas mediante la utilización de procedimientos y equipos que disponen tecnología de punta como son: multímetros, osciloscopios y scanners; los que nos permitirán realizar el monitoreo de las condiciones de funcionamiento adecuados y para su diagnóstico integral.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.**

La ESPE Extensión Latacunga oferta el Programa de III Nivel de Ingeniería Automotriz el que tiene como propósito formar profesionales capacitados para analizar sistemas electrónicos aplicados en los vehículos, el problema se formula tomando en consideración las siguientes interrogantes.

¿Qué componentes son con los que cuenta un sistema de encendido DIS?

¿Cómo se puede determinar la operación de un sistema de encendido DIS?

¿Es posible realizar el control en tiempo real de los sistemas de encendido DIS?

¿Qué protocolo de pruebas se utiliza para realizar el diagnóstico electrónico en vehículos equipados con sistemas DIS?

¿Qué protocolo de pruebas se utiliza para el monitoreo de códigos de falla en vehículos que cuentan con sistemas de encendido DIS?

## **1.3. OBJETIVO GENERAL.**

Analizar la operación y comportamiento de los sistemas de encendido DIS Chispa Perdida y DIS COP, para determinar la operación, control en tiempo real de las condiciones de operación, diagnóstico electrónico, realización de trabajos de campo en este tipo de sistemas, así como el diseño y desarrollo de un software de manejo de estos sistemas.

## **1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PROYECTO.**

Realizar una investigación integral de los sistemas de encendido de última generación en automóviles modernos, para determinar los componentes eléctricos, electrónicos indispensables.

Analizar el funcionamiento mediante los diagramas eléctricos y electrónicos de los sistemas de encendido DIS Chispa Pérdida y DIS COP.

Estructurar un protocolo de información de los componentes y operación de los sistemas DIS Chispa Perdida y DIS COP.

Generar un protocolo de información del control en tiempo real de los componentes y operación de los diversos tipos de sistemas DIS.

Estructurar un protocolo de información del diagnóstico electrónico, mediante codificación de fallas y uso correcto de equipos de diagnóstico como scanner y osciloscopio para los sistemas de encendido de última generación.

Instalar bobinas de diferentes relaciones de potencia (originales y alternas) para poder determinar la variación o no de parámetros como son: potencia del motor, torque del motor y voltajes de chispa con dichas bobinas.

Desarrollar un software sobre la operación, control, diagnósticos y cálculo de bobinas de los sistemas de encendido DIS.

## **1.5. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.**

Actualmente no se cuenta con un protocolo de información, control y diagnóstico que permita ofrecer garantías al momento de manipular los sistemas de encendido DIS, es decir conocer como se componen, como trabajan, visualizar en tiempo real las señales provenientes de los sensores, módulos electrónicos y en especial las bobinas de encendido. Todo esto para poder verificar rápidamente posibles fallos y palpar de una manera directa e intuitiva el funcionamiento normal del sistema.

Anteriormente con los encendidos convencionales era muy difícil manejar este punto, es por eso que con la aparición de la electrónica, poco a poco se

ha ido consiguiendo mejorar este aspecto al poseer sistemas de encendido asistidos electrónicamente.

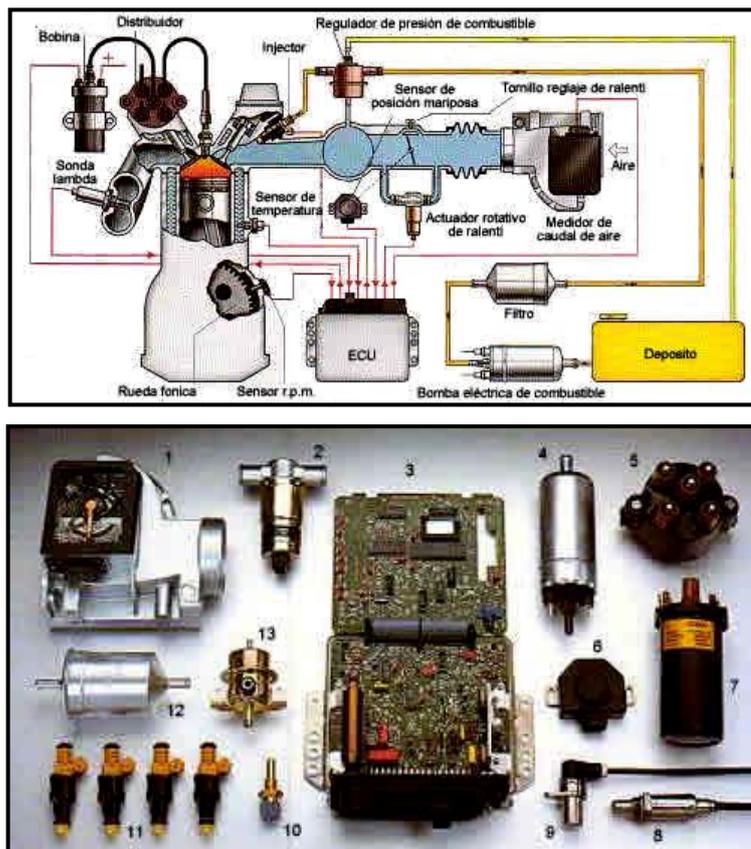
Logrando de esta manera que cualquier persona del ámbito automotriz mediante la realización de este proyecto esté en capacidad de entender cómo trabajan estos sistemas, poder manipularlos y estar seguros que al momento que se presenten fallas se podrá diagnosticarlas y dar una solución rápida, eficaz y eficiente basada en el conocimiento técnico tanto teórico como práctico sustentado en este proyecto

La elaboración de este proyecto se basa en conocimientos, habilidades, destrezas, capacidades y aptitudes referentes a mi ámbito profesional, en el que se aplica conocimientos de las áreas de Autotrónica, Electrónica, Electricidad del Automóvil y Electrotecnia.

# CAPÍTULO 2

## MARCO TEÓRICO

### 2.1. SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA MOTRONIC.



Fuente: [http://www.aficionadosalamecanica.com/inyeccion\\_gasolina1.htm](http://www.aficionadosalamecanica.com/inyeccion_gasolina1.htm).

**Figura 2.1. Componentes de un sistema de inyección Motronic.**

1. Medidor de caudal de aire
2. Actuator rotativo de ralenti
3. ECU
4. Bomba eléctrica de combustible
5. Distribuidor (Delco)
6. Detector de posición de mariposa
7. Bobina de encendido
8. Sonda lambda
9. Sensor de r.p.m.
10. Sensor de temperatura
11. Inyectores electromagnéticos
12. Filtro
13. Regulador de presión de combustible

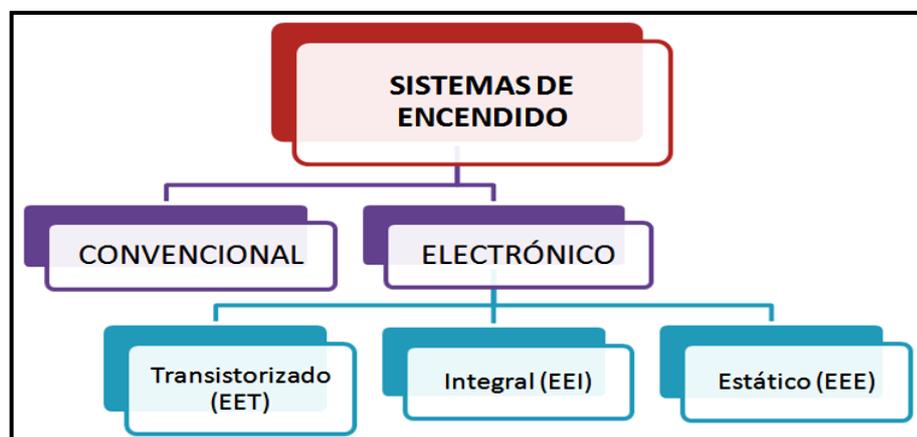
Este sistema incorpora un regulador de tiempo de encendido computarizado que está sincronizado con el sistema de inyección. El control del tiempo de encendido funciona ya que a medida que se incrementa la velocidad del

motor, es necesaria una combustión más rápida porque el cigüeñal gira más rápido cubriendo más grados de rotación en un menor tiempo. Utilizando las entradas de sensores como el de temperatura del refrigerante (ECT), posición del cigüeñal (CKP) y velocidad del motor, el sistema Motronic no solamente controla la entrega de combustible, sino también el tiempo de encendido, para ello primero la computadora debe calcular la carga del motor.

## 2.2. SISTEMAS DE ENCENDIDO.

Este sistema es el encargado de proporcionar la energía eléctrica necesaria a la bujía para producir el encendido de la mezcla aire/combustible en los cilindros del motor. La función principal es la de convertir energía eléctrica de baja tensión en alta tensión y distribuirla a cada uno de los cilindros del motor.

### 2.2.1. TIPOS DE SISTEMAS DE ENCENDIDO EN EL AUTOMÓVIL.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 2.2. Tipos de sistemas de encendido en el automóvil.

La siguiente tabla muestra los sistemas de encendido los cuales han ido evolucionando con el pasar del tiempo, donde se indica cómo es la distribución de la alta tensión y cómo se realiza el corte del primario de la bobina de encendido.

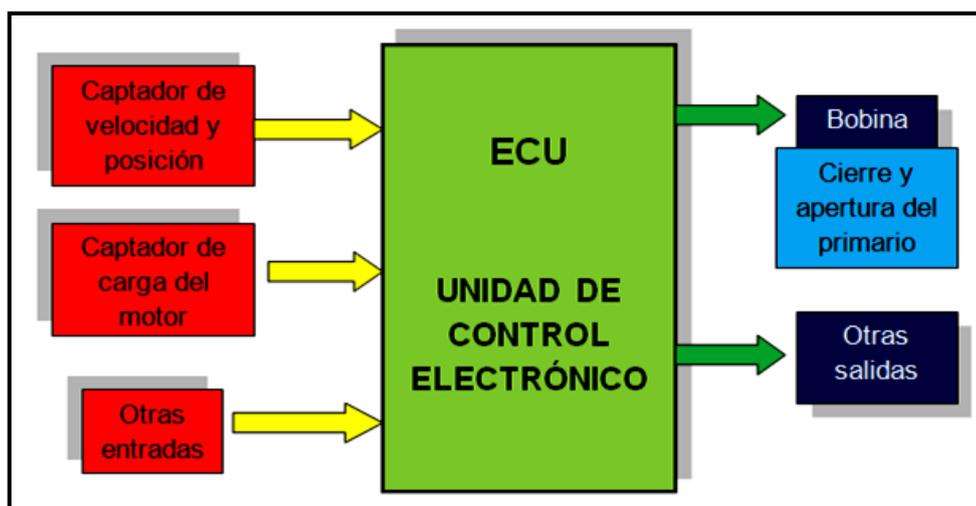
Tabla 2.1. Detalle de los sistemas de encendido en el automóvil.

	Interrupción corriente primario	Mecanismos de avance	Distribución alta tensión
<b>CONVENCIONAL</b>	Platinos	Mecánicos	Contacto móvil
<b>TRANSISTORIZADO (EET)</b>	Componente electrónico (módulo)	Mecánicos	Contacto móvil
<b>INTEGRAL (EEI)</b>	Componente electrónico (ECU)	Sensores electrónicos	Contacto móvil
<b>ESTÁTICO (EEE)</b>	Componente electrónico (ECU)	Sensores electrónicos	Simultáneas (bobinas DIS Chispa Perdida) o independientes (bobinas DIS COP)

Fuente: Jorge E. Jiménez S.

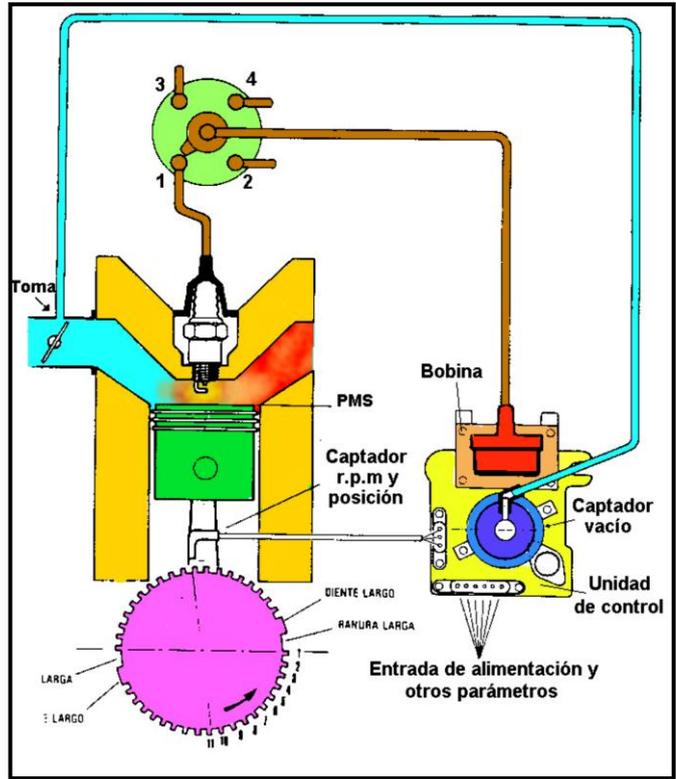
**a. ENCENDIDO ELECTRÓNICO INTEGRAL (EEI).**

Este sistema obvia los dispositivos mecánicos de corrección del avance, sustituyéndolos por sensores electrónicos. El principio de funcionamiento del sistema EEI lo indica el diagrama de bloques de la siguiente figura.



Fuente: <http://mgallegosantos.files.wordpress.com/2009/01/encendido.pdf>.

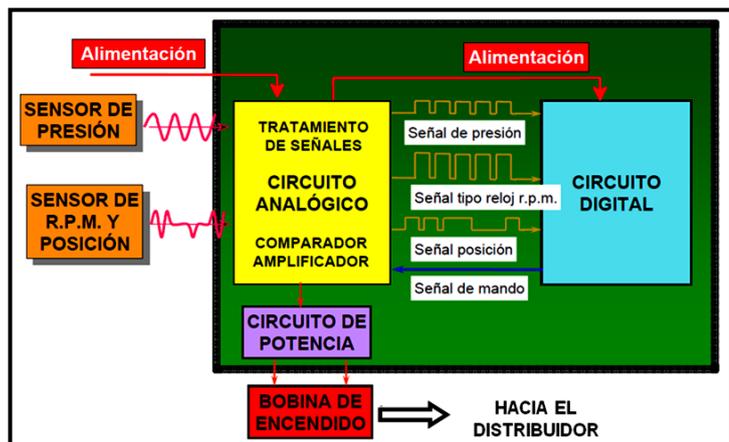
Figura 2.3. Principio de funcionamiento del sistema EEI.



Fuente: <http://mgallegosantos.files.wordpress.com/2009/01/encendido.pdf>.

Figura 2.4. Estructura del sistema EEI.

Los componentes y forma de trabajo de la unidad de control se muestran a continuación en la siguiente figura, con sus respectivas etapas de funcionamiento.



Fuente: <http://mgallegosantos.files.wordpress.com/2009/01/encendido.pdf>.

Figura 2.5. Componentes y etapas de la unidad de control Del sistema EEI.

- **Circuito analógico.**

Se divide en dos etapas: una es la del tratamiento de señales, transformando las señales analógicas provenientes de los sensores en señales digitales; y la otra de amplificación y comparación de la señal emitida por el circuito numérico.

Esta última es quien comanda la etapa de potencia, no solamente para determinar el ángulo de avance al encendido ideal, sino para conseguir también lo siguiente:

- ✓ Mantener constante la energía de la bobina.
- ✓ Variar el ángulo de contacto según el régimen del motor y la tensión de alimentación.
- ✓ Limitar la corriente por el primario.

- **Circuito integrado numérico.**

Es un circuito de cálculo con una memoria que guarda el campo característico de funcionamiento del motor.

Recibe las señales, las interpreta y las compara con las de la memoria, así determina el momento preciso para conmutar el primario de la bobina; para ello envía señales de mando hacia el circuito analógico el cual amplifica las señales y comanda el circuito de potencia.

- **Circuito de potencia.**

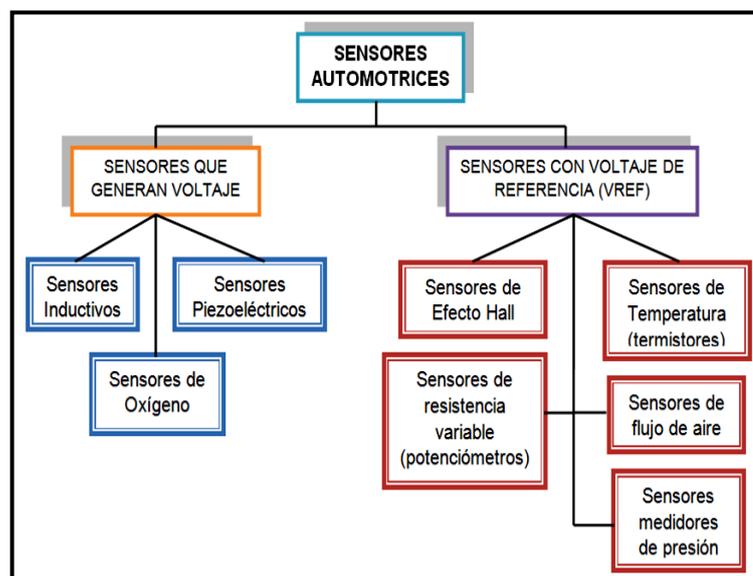
Es un montaje de transistores de potencia, el cual se encarga de poner a masa el negativo del primario de la bobina y de quitárselo en el momento del salto de chispa.

## 2.3. SENSORES AUTOMOTRICES.

### 2.3.1. CLASIFICACIÓN.

Los sensores en la electrónica automotriz se clasifican de acuerdo a que si generan voltaje o necesitan uno de referencia para generar su señal.

Y los principales los tenemos en la siguiente figura:



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 2.6. Clasificación de los sensores automotrices.

Cabe destacar que los sensores mencionados son referentes únicamente a la gestión electrónica del motor.

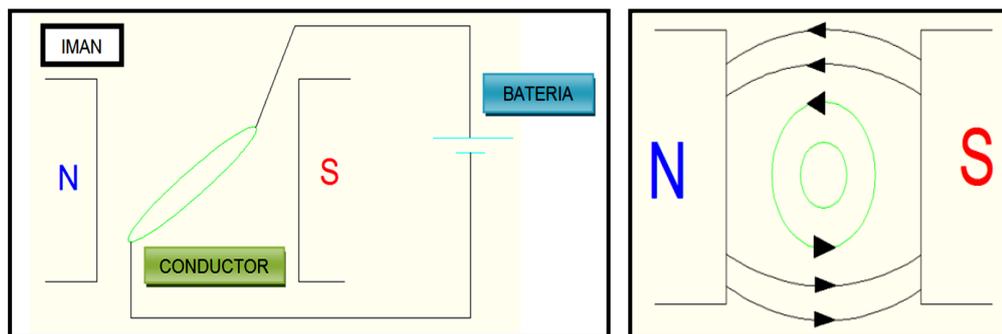
### 2.3.2. SENSORES DE POSICIÓN INDUCTIVOS.

También conocidos como sensores de reluctancia variable, poseen varias características como son:

- Poseen 2 cables.
- Tienen bobinado.

- Necesitan para funcionar de una rueda fónica (hierro silícico) para variar el campo magnético.
- La frecuencia y amplitud varían con la velocidad de rotación.

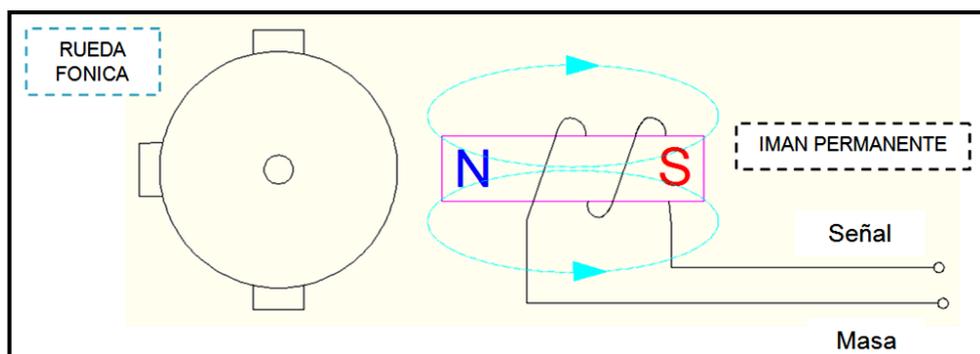
Se basa en el principio de que si a un conductor que se encuentra entre imanes permanentes se le conecta una fuente de voltaje cambia el campo magnético y lo hace girar.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 2.7. Principio de funcionamiento de los sensores inductivos (1).

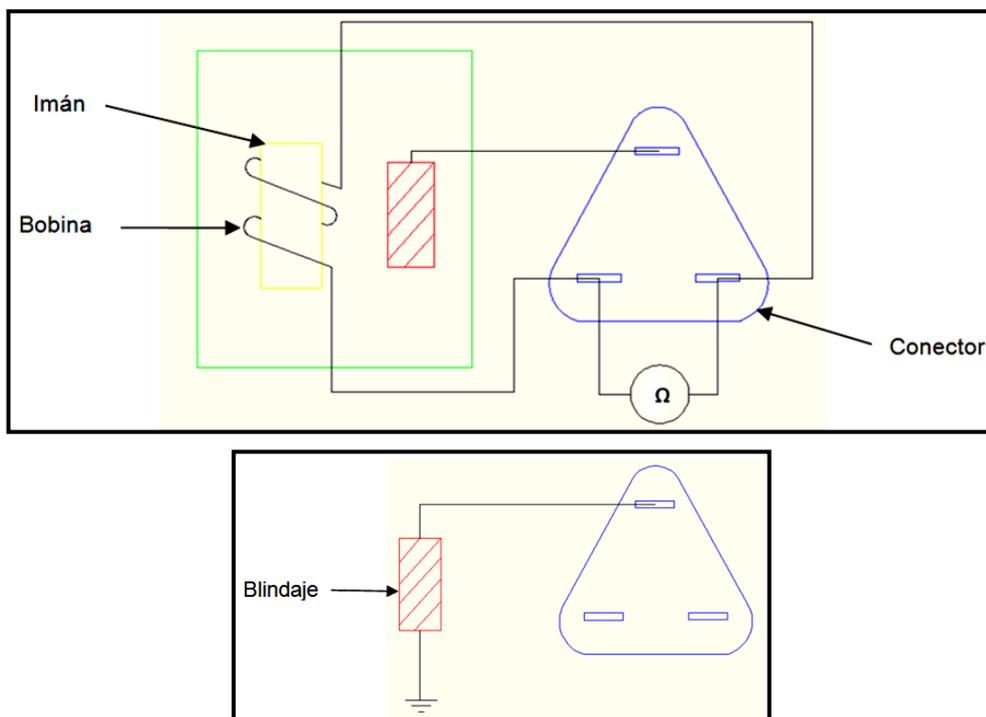
Pero el funcionamiento es a la inversa ya que la rueda fónica varía el campo magnético y el mecanismo se transforma en un generador de voltaje.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 2.8. Principio de funcionamiento de los sensores inductivos (2).

Existen casos donde el sensor inductivo posee tres cables, esto cuando tienen un blindaje de protección que aterriza a masa, para evitar interferencias con el sistema de encendido.



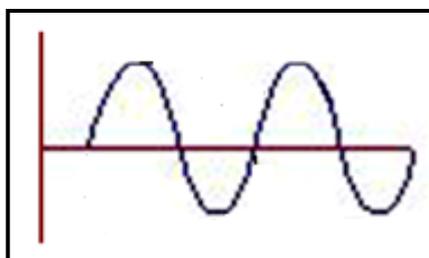
Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 2.9. Sensor inductivo de 3 terminales (con blindaje).**

Dentro de los sensores inductivos tenemos por ejemplo:

- CKP (Cigüeñal)
- Algunos CMP (Árbol de levas)

La señal característica de un sensor inductivo es una onda alterna cuasi senoidal.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 2.10. Señal característica de un sensor inductivo.**

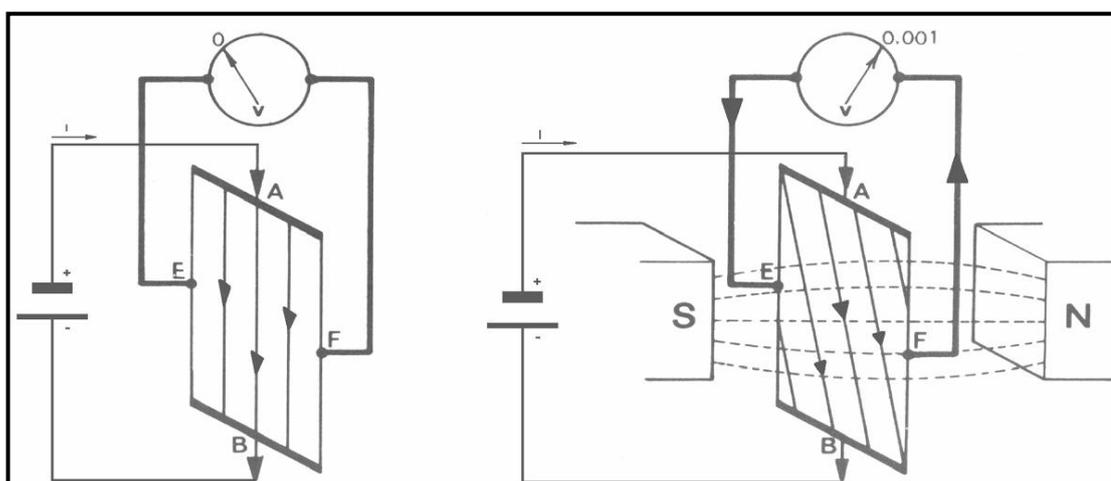
### 2.3.3. SENSORES DE POSICIÓN DE EFECTO HALL.

También conocido como sensor de frecuencia, sus características son:

- 3 cables de conexión.
- No tienen bobinado.

“El funcionamiento se basa en el fenómeno físico conocido como efecto Hall, donde un semiconductor es recorrido por una corriente entre sus puntos A y B.

Si se le aplica un campo magnético N-S, perpendicular al semiconductor, se genera una pequeña tensión (tensión Hall) entre los puntos E y F debido a la desviación de las líneas de corriente por el campo magnético, cuando estas dos condiciones se producen de forma simultánea. “<sup>1</sup>

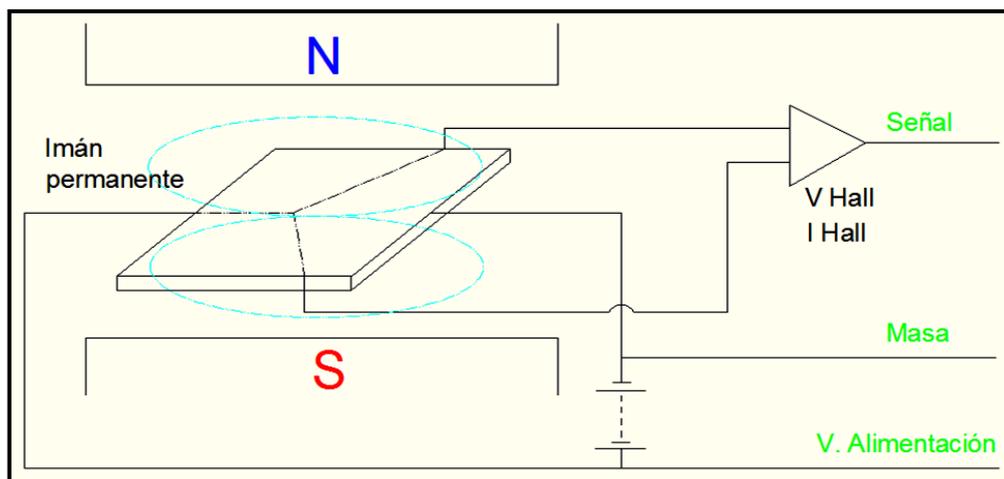


Fuente:<http://mgallegosantos.files.wordpress.com/2009/01/encendido.pdf>

Figura 2.11. Constitución interna de los sensores Efecto Hall (1).

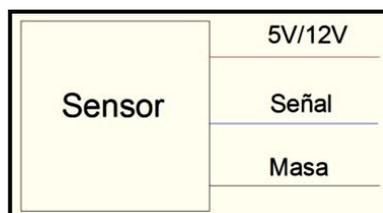
Expresado en forma más clara:

<sup>1</sup> <http://mgallegosantos.files.wordpress.com/2009/01/encendido.pdf>. Pág. 65.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 2.12. Constitución interna de los sensores Efecto Hall (2).



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 2.13. Cables del sensor de efecto Hall.

La señal característica de este tipo de sensores es una onda pulsante dependiendo del voltaje de referencia ya sea 5 o 12 voltios.

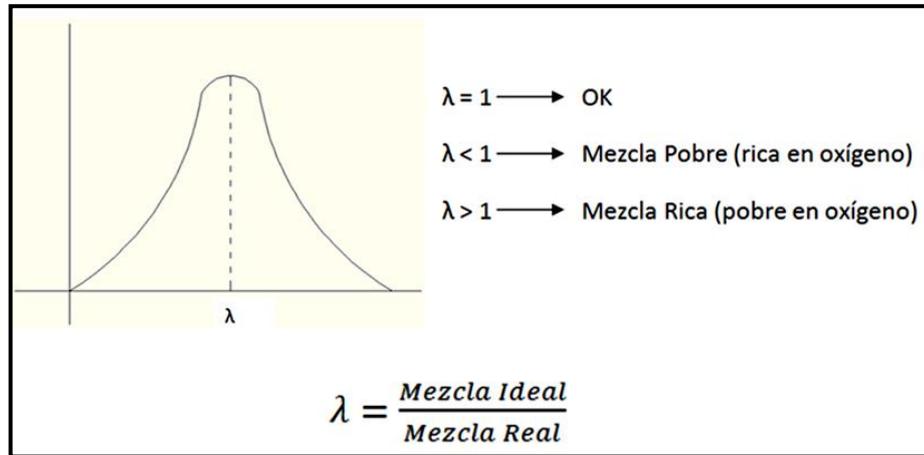
#### 2.3.4. SENSORES DE OXÍGENO.

También llamados sonda lambda, los sensores de oxígeno toman varios nombres de acuerdo a su composición y pueden ser:

- SO<sub>2</sub>/ EGO para los sensores de oxígeno sin calefactor (heater) y,
- HSO<sub>2</sub>/ HEGO para los sensores con calefactor.

Existen los sensores de Zirconio y de Titanio, siendo el primero de estos el que predomina en los automóviles modernos. Toman el nombre de sonda lambda ya que hacen una relación de la mezcla ideal y la mezcla real de aire/combustible en los gases de escape, pero tomando únicamente la

concentración de aire que estequiométricamente debe ser de 14,7 partes así:



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 2.14. Relaciones de mezcla de una sonda lambda.

A continuación se muestra un ejemplo de las concentraciones de oxígeno en el escape para un motor cualquiera.

Ejemplo:

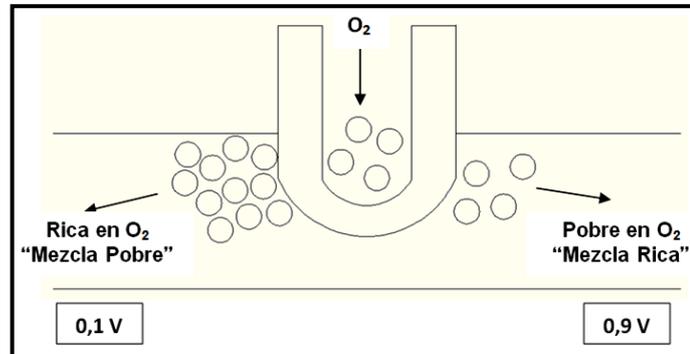
$$\lambda = \frac{14,7}{15,2} = 0,97 \longrightarrow \text{Mezcla Pobre}$$

$$\lambda = \frac{14,7}{14} = 1,01 \longrightarrow \text{Mezcla Rica}$$

#### a. SENSOR DE OXÍGENO DE ZIRCONIO.

Para su funcionamiento correcto requiere de una temperatura superior a los 300 °C. Con la información de la sonda lambda el PCM puede controlar el combustible en lazo cerrado, esto es acortando y alargando el tiempo de inyección, en respuesta a la variación de la señal del sensor de oxígeno, lo que se conoce como los ajustes de combustible. La gama del voltaje en la mayoría de los casos variará entre 0,1 voltios y 0,9 voltios, 0,1 voltios indica que una mezcla es pobre (rica en oxígeno), y un voltaje de 0,9 voltios

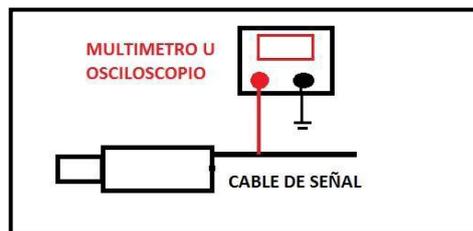
demuestra una mezcla rica (pobre en oxígeno), como se indica en la siguiente figura.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 2.15. Relaciones de mezcla y voltajes del sensor de zirconio.

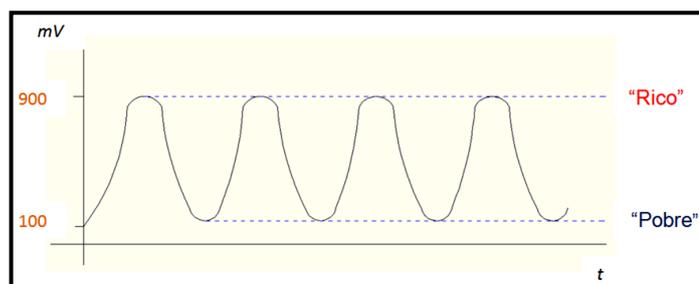
Para comprobar el funcionamiento la punta del multímetro o del osciloscopio debe ser colocada sobre el cable de señal de acuerdo a la siguiente figura.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 2.16. Toma de la señal de un sensor de zirconio.

Este sensor debe ciclar en una onda de corriente continua entre los valores indicados de 0,1 a 0,9 voltios:



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 2.17. Forma de onda y valores del sensor de zirconio.

Si el sistema de inyección funciona correctamente y el sensor está en buen estado, ciclará a una razón de 6 a 10 veces por cada 10 segundos.

La sonda lambda puede tener un elemento de calefacción (heater) para ayudar al sensor a que alcance su temperatura de funcionamiento óptima.

Existen distintos modelos de sensores de oxígeno como son:

- **Sensor de oxígeno de 1 cable sin calefactor:** Tiene un único cable de conexión y por ese cable se envía la señal al PCM.



Fuente: CISE Electrónica.

Figura 2.18. Sensor de zirconio de un cable.

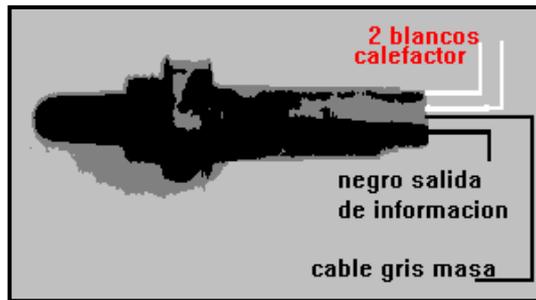
- **Sensor de oxígeno de 3 cables con calefactor:** De los tres cables 2 corresponden al calefactor, generalmente de color blanco y el tercero a la salida de información, generalmente de color negro.



Fuente: CISE Electrónica.

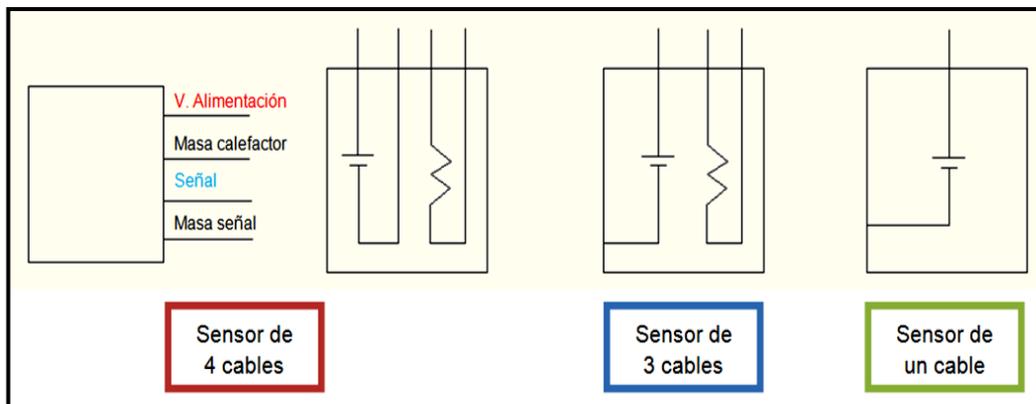
Figura 2.19. Sensor de zirconio de tres cables.

- **Sensor de oxígeno de 4 cables con calefactor:** Este sensor tiene los mismos cables que el anterior, más un cable de conexión de masa en la computadora que generalmente es de color gris.



Fuente: CISE Electrónica.

Figura 2.20. Sensor de zirconio de cuatro cables.

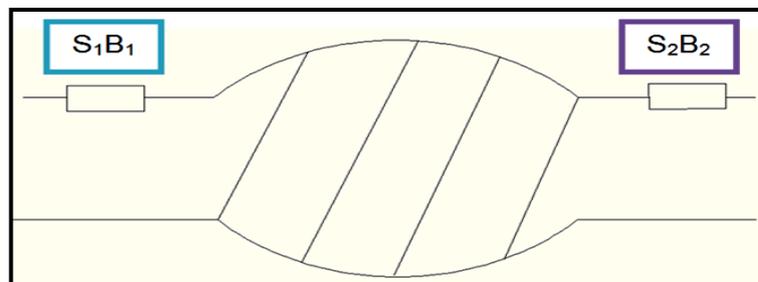


Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 2.21. Tipos de sensores de zirconio (estructura interna).

En los motores V6 o V8 se suele llamar de la siguiente forma a los sensores de oxígeno:

- ✓  $S_1O_2/S_1B_1$  antes del catalizador.
- ✓  $S_2O_2/S_2B_2$  después del catalizador.



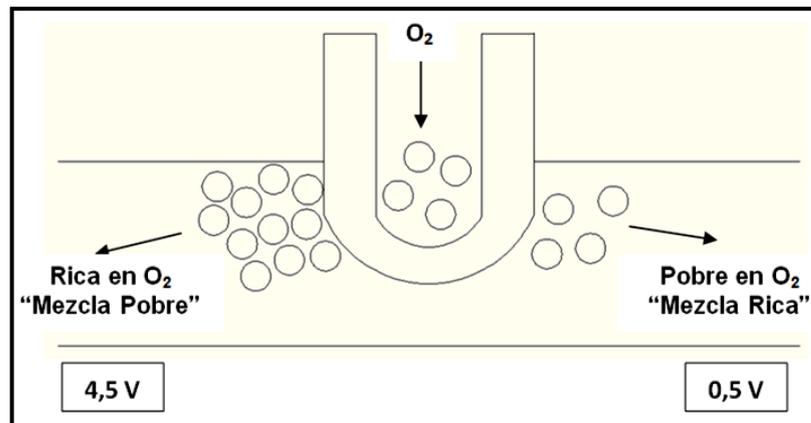
Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 2.22. Ubicación de los sensores de zirconio en Motores V6 y/o V8.

Siempre el sensor posterior (después del catalizador) debe ciclar en “Mezcla Rica” es decir pobre en oxígeno lo que significa que el catalizador está trabajando correctamente y está consumiendo todo el oxígeno contenido en los gases de escape.

### b. SENSOR DE OXÍGENO DE TITANIO.

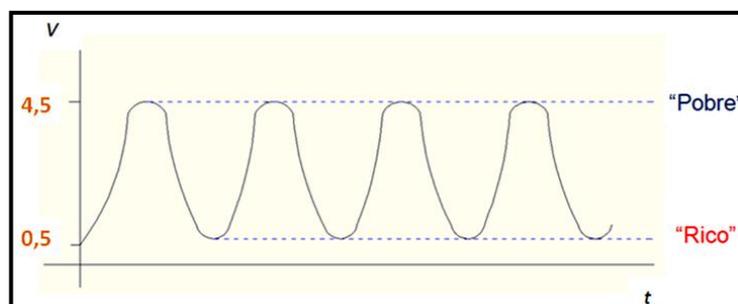
Trabaja de la misma forma que el de Zirconio pero el ciclado maneja valores diferentes en este caso de 0,5 a 4,5 voltios.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 2.23. Relaciones de mezcla y voltaje del sensor de Titanio.

La forma de onda de igual manera que el sensor de Zirconio cicla, pero con valores de 0,5 a 4,5 voltios, como lo indica la siguiente figura.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

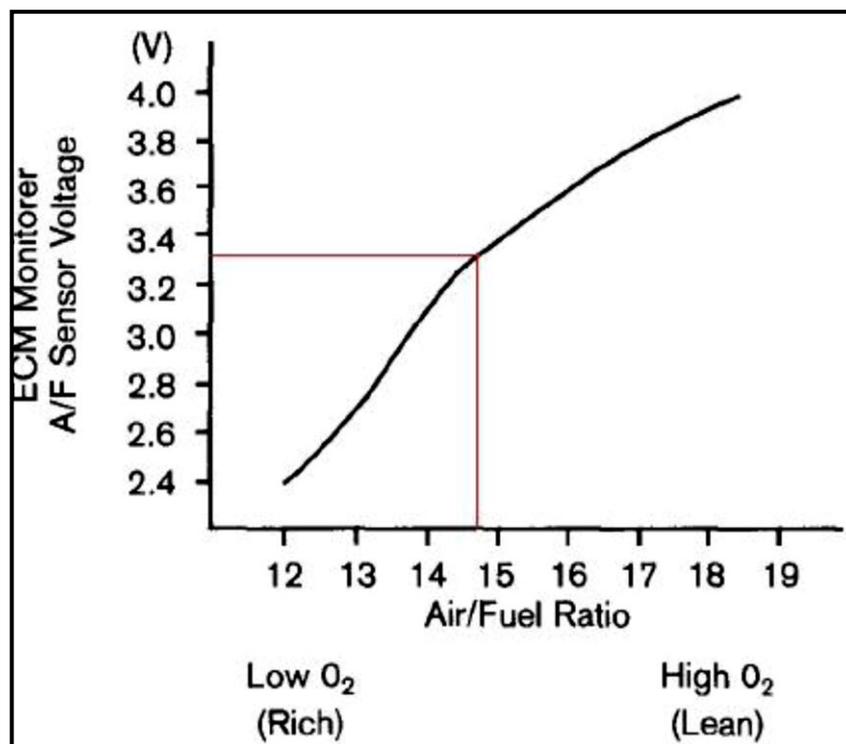
Figura 2.24. Forma de onda y valores del sensor de Titanio.

### c. SENSOR DE OXÍGENO DE BANDA ANCHA (SOBA).

Su calefactor trabaja alimentado desde la batería. La corriente puede ser directa o pulsada para los casos de calefactores de calentamiento rápido.

El problema que plantea el sensor de oxígeno de zirconio convencional es que su estado de voltaje de rico a pobre cambia dentro de un margen de relación de mezcla sumamente estrecha.

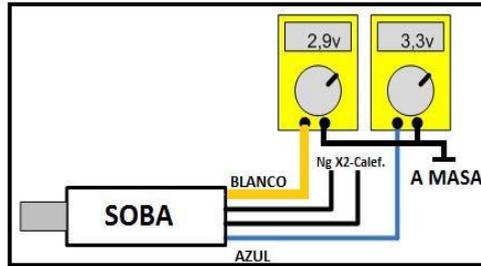
Pero el sensor de banda ancha es capaz de entregar un rango de voltaje mucho más amplio para diferentes relaciones de mezcla.



Fuente: CISE Electrónica.

Figura 2.25. Forma de onda y valores del sensor de banda ancha.

El sensor trabaja en un rango de voltaje más amplio, otra característica es que con mezcla pobre el voltaje sube, y con mezcla rica el voltaje baja.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

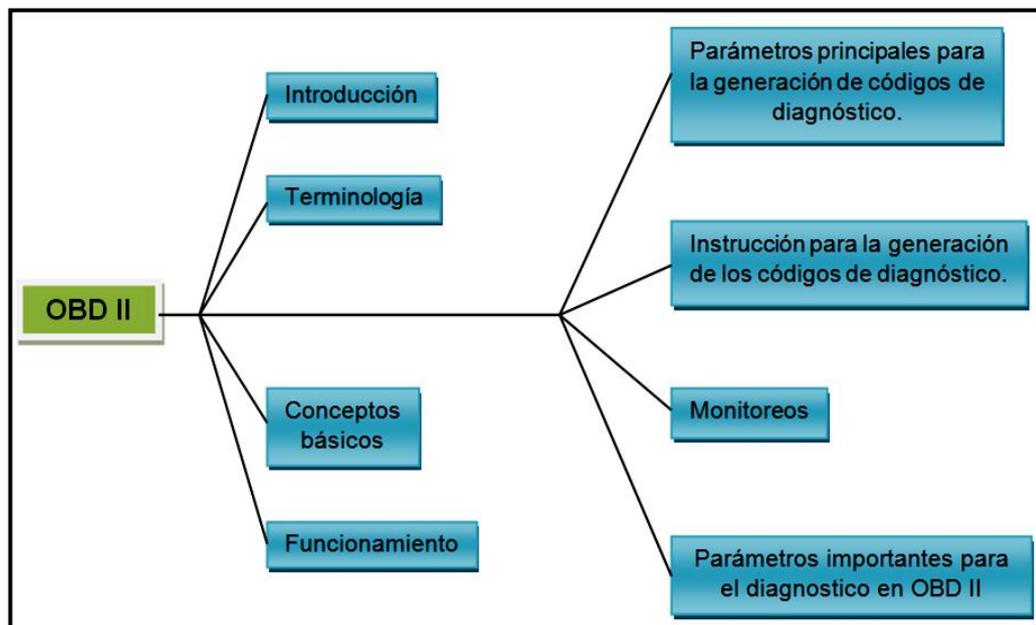
Figura 2.26. Colocación del equipo de diagnóstico en el sensor de oxígeno de banda ancha.

Comprobaciones:

- Verificar los voltajes, con motor en marcha debe haber un voltaje de 3,3 voltios en el cable azul.

## 2.4. SISTEMAS DE DIAGNÓSTICO A BORDO OBD II.

La figura inferior muestra todo lo que se refiere al sistema OBD II.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 2.27. Campo de operación del sistema OBD II.

## 2.4.1. TERMINOLOGÍA DEL OBD II.

**Tabla 2.2. Terminología del sistema OBD II.**

OBD II	On Board Diagnostics II	Diagnóstico a bordo de segunda generación
MIL	Malfunction indicator lamp	Lámpara indicadora de mal funcionamiento
KAM	Keep Alive Memory	Memoria de Almacenamiento Activa
DLC	Diagnostic Link Conector	Conector Enlace de Diagnóstico
DTC	Diagnostic Trouble Code	Código de diagnóstico
FFD	Freeze Frame Data	Datos Congelados en Pantalla
IM	Inspección Maintenance Readiness Indicators	Indicadores de Inspección y Mantenimiento
KOEO	Key on Engine Off	Llave en contacto, motor apagado
KOER	Key on Engine Running	Llave en contacto, motor encendido

**Fuente:** Jorge E. Jiménez S.

## 2.4.2. FUNCIONAMIENTO GENERAL DEL SISTEMA.

“Un mal funcionamiento puede ser detectado antes que las emisiones excedan en 1,5 veces los niveles estándar para emisiones a 5.000 o 10.000 millas.”<sup>2</sup>

Si un componente o sistema provoca que se supere el umbral de emisiones, un DTC (Diagnostic Trouble Code) debe ser almacenado en la memoria de la ECU (PCM) y la lámpara MIL deberá encenderse en el panel de instrumentos.

---

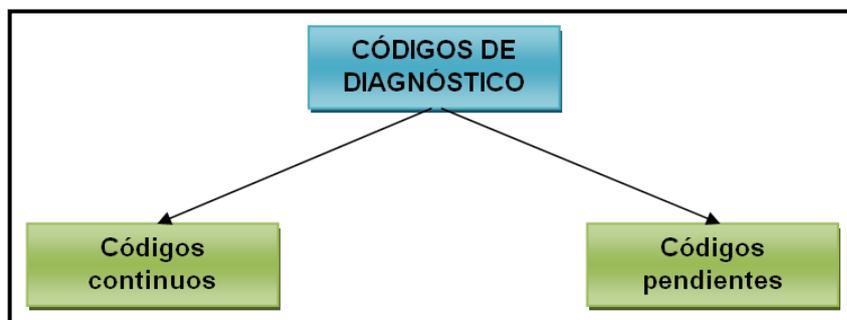
<sup>2</sup> CISE ELECTRÓNICA, Manual OBD. Pág.5.

Este DTC se guarda en la Memoria de Almacenamiento Activa del PCM, KAM (Keep Alive Memory). La MIL es iluminada después de dos ciclos de conducción consecutivos presentándose la falla. Una vez que la MIL se haya encendido, deben transcurrir tres ciclos de conducción consecutivos sin que se presente la falla para que se apague. El DTC (Diagnostic Trouble Code) se borrará de la memoria KAM luego de que transcurran 40 ciclos de conducción después de que la MIL se haya apagado. El OBD II requiere además el uso de un conector de diagnóstico estándar DLC (Diagnostic Link Conector), protocolos de comunicación, mensajes, códigos de diagnóstico (DTC) y terminologías estandarizados. Los Datos Congelados en Pantalla FFD (Freeze Frame Data) y los Indicadores de Inspección y Mantenimiento IM (Inspection Maintenance Readiness Indicators). Estas pantallas muestran datos almacenados en la memoria KAM al momento que una falla se detecta. Los primeros datos se almacenan en el momento que la primera falla se presenta, pero estos serán reemplazados si una falla en el sistema de combustible o de encendido (*Misfire*) es detectada.

### 2.4.3. PARÁMETROS PRINCIPALES PARA LA GENERACIÓN DE CÓDIGOS DE DIAGNÓSTICO.

El sistema OBD II debe realizar varias pruebas antes de cargar un código.

Existen dos tipos de códigos de diagnóstico: continuos y pendientes.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 2.28. Tipos de códigos de diagnóstico.

#### **a. CÓDIGOS CONTINUOS.**

Cuando se enciende la luz MIL es porque un código continuo fue cargado, para este efecto el PCM realiza rutinas de pruebas llamadas *monitoreos*.

Los códigos continuos se generan por monitoreos continuos o por monitoreos no continuos que fueron confirmados por el PCM varias veces.

#### **b. CÓDIGOS PENDIENTES.**

Pueden decirse que son provenientes de un monitoreo no continuo, lo que determina que la generación del código necesita una confirmación, por esta razón se realizan estrategias para confirmar los códigos pendientes.

### **2.4.4. INSTRUCCIÓN PARA LA GENERACIÓN DE LOS CÓDIGOS DE DIAGNÓSTICO.**

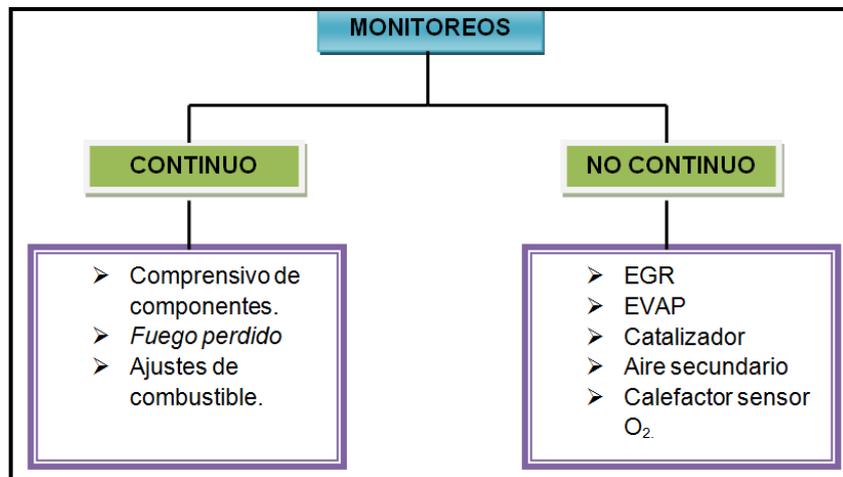
#### **a. MIL ENCENDIDA.**

La MIL se enciende cuando un código continuo es cargado por el PCM. Si se carga un código pendiente, el PCM debe esperar otro ciclo de conducción consecutivo con la falla presente para generar un código continuo y ahora si encender la luz MIL.

#### **b. MIL APAGADA.**

Para apagar la MIL deben transcurrir 3 ciclos de conducción consecutivos sin que la falla antes cargada por el PCM se presente, aquí el código pasa de continuo a pendiente, y para que el PCM borre definitivamente el código deben completarse 40 ciclos de conducción sin falla.

## 2.4.5. MONITOREOS.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 2.29. Tipos de monitoreos.

### a. MONITOREO CONTINUO.

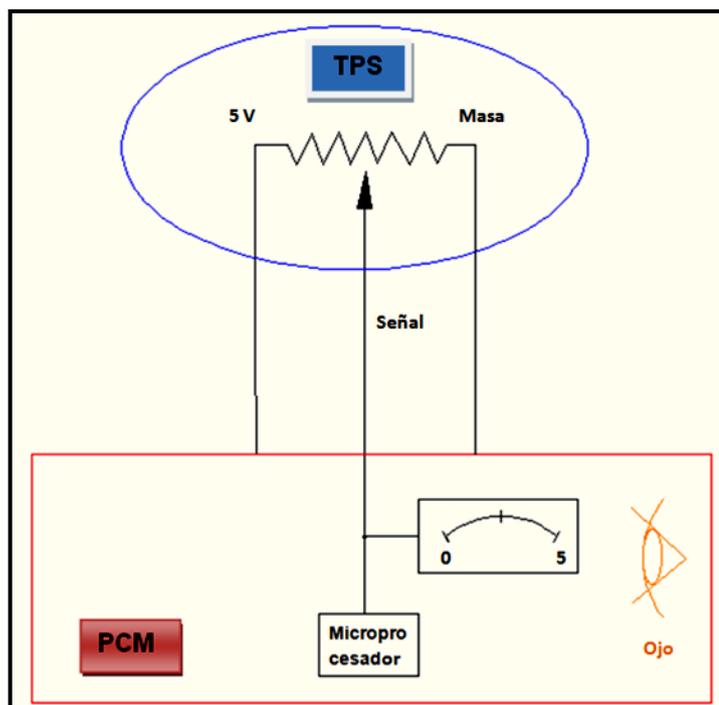
Se basa en pruebas eléctricas para verificar que un sensor o actuador no genere una señal fuera de rango. Otra forma es realizar pruebas en KOER, donde los cambios en la operación de un actuador debe generar un cambio en las señales enviadas por algún sensor. Los monitoreos continuos son:

- Comprensivo de componentes.
- *Fuego Perdido*.
- Ajustes de combustible.

#### i. COMPENSIVO DE COMPONENTES.

El PCM se va en busca de circuitos abiertos, en corto y con valores fuera de rango tanto en sensores como en actuadores.

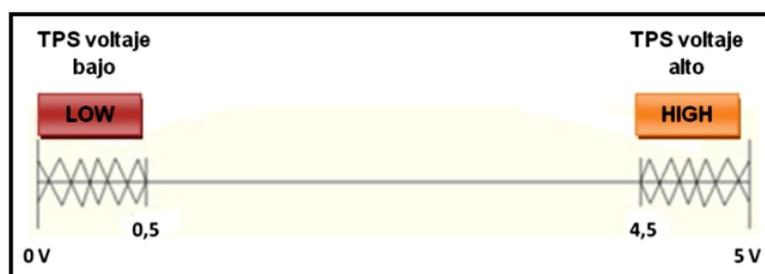
Ejemplo: Sensor TPS.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 2.30. Monitoreo TPS.

La computadora (PCM o ECU), verifica los valores normales de funcionamiento que debería tener este sensor, es decir aproximadamente de 0,5 a 4,5 voltios.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 2.31. Valores de voltajes normales y con error del sensor TPS.

## ii. FUEGO PERDIDO (MISFIRE).

En este caso las bobinas del sistema de encendido vienen a ser un actuador, el monitoreo detecta explosiones que no se realizan, esta prueba la computadora la hace evaluando la velocidad de giro del cigüeñal. Detecta

la no combustión de un cilindro y evita que aumente la contaminación y así proteger al catalizador por mezcla de aire/combustible no combustionada. La estrategia que aplica es desactivar la inyección y el encendido en el cilindro con falla.

Este problema se explicará más detalladamente en los siguientes capítulos en lo que respecta al estudio de los sistemas DIS Chispa Perdida y DIS COP.

### iii. AJUSTES DE COMBUSTIBLE.

Dentro de los ajustes de combustible el elemento clave es el sensor de oxígeno, el cual indica la relación de mezcla existente basándose en la cantidad de aire en el tubo de escape, y además hace que el sistema realice las correcciones necesarias en la mezcla para que el catalizador funcione correctamente.

La siguiente tabla muestra la variación de los compuestos de escape para cada condición de mezcla, es decir pobre y rica.

**Tabla 2.3. Variaciones de los compuestos de escape por cada condición de mezcla.**

<b>Compuesto</b>	<b>RICO</b>	<b>POBRE</b>
<b>CO</b>	↑	↓
<b>HC</b>	↑	↓
<b>O<sub>2</sub></b>	↑	↑

**Fuente:** Jorge E. Jiménez S.

El ajuste de combustible es una estrategia que realiza el PCM calculando la relación de mezcla basado en varios parámetros dentro de la gestión electrónica del motor y estos son:

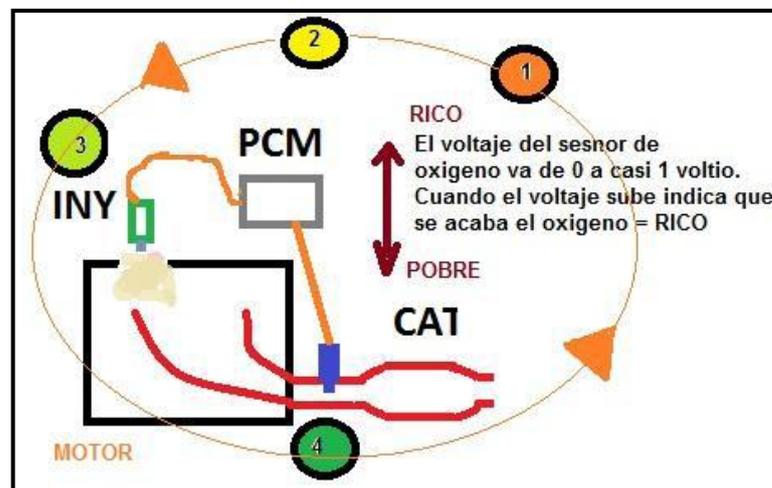
**Tabla 2.4. Parámetros dentro de la gestión electrónica del motor.**

PARÁMETRO	UNIDAD
RPM. Número de rpm del motor	r.p.m.
ECT. Temperatura del refrigerante del motor	grados
IAT. Temperatura de aire de admisión	grados
MAP. Valor de la presión absoluta	mm Hg
TPS. Sensor de posición de mariposa	%
MAF. Medidor de flujo de aire	g/ser
O <sub>2</sub> S. Sensor de oxígeno	Voltios
VSS. Velocidad del vehículo	Km/h

Fuente: Jorge E. Jiménez S.

La forma de trabajar del sistema se indica en la siguiente figura, es lo que se conoce como un “Close Loop” o “Lazo Cerrado”, que es cuando el sistema por si solo se autocorrigie.

Solo se admite un determinado rango autoajustable antes de que se encienda la luz MIL.



Fuente: CISE Electrónica.

**Figura 2.32. Concepto de lazo cerrado.**

Es entonces donde aparecen los siguientes conceptos de autocorrección del sistema:

**Tabla 2.5. Conceptos de ajustes de combustible SFT y LFT.**

<b>SFT. Ajuste de combustible de corto alcance.</b>	Ajuste de combustible de corto alcance (en %).
<b>LFT. Ajuste de combustible de largo alcance.</b>	Ajuste de Combustible de largo alcance (en %).

**Fuente:** Jorge E. Jiménez S.

Una tabla de valores programados indica el tiempo, determinado en milisegundos, para encender los inyectores con el motor en diferentes condiciones (de carga, temperatura, velocidad, etc.). Una vez que el combustible es repartido y se lleva a cabo la combustión, el PCM verifica los resultados del cálculo de aire/combustible en el sensor de oxígeno.

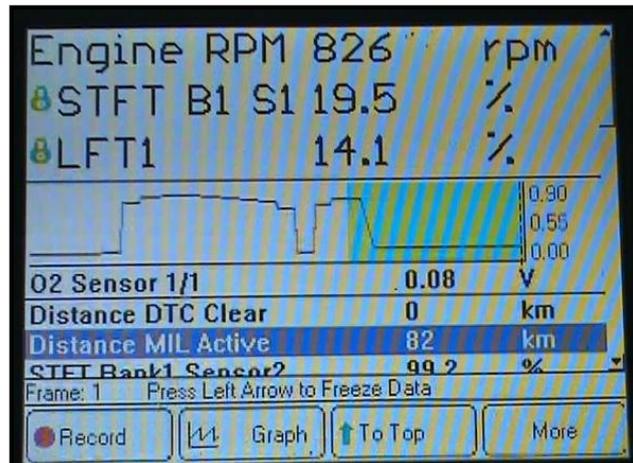
Si el valor obtenido indica una condición pobre, el procesador usará su estrategia de ajuste de combustible para encender por más tiempo los inyectores, en la misma condición. *Esta corrección es el ajuste corto SFT.* Si la condición de ajuste perdura, el ajuste de combustible será guardado en el *largo alcance LFT* y el ajuste de combustible corto SFT irá gradualmente volviendo a cero.

Finalmente el ajuste de combustible largo asumirá la corrección prácticamente en su totalidad y el ajuste corto estará cercano a cero.

Entonces cuando la mezcla es rica los ajustes serán negativos (saca combustible), y cuando la mezcla es pobre los ajustes son positivos (aumenta combustible).

Cuando el ajuste de combustible alcanza su límite de adaptación para esta calibración, el MIL se ilumina y un código apropiado es archivado en la memoria del PCM. Por ejemplo, se puede ajustar de *-25% hasta +25%*. Si una situación de demanda particular necesita 10 ms del inyector en término, el código se establecerá en 12,5 ms para pobre y a 7,5 ms para rico.

Se puede verificar los valores de ajuste de combustible corto y largo, funcionando el motor en vacío debemos *sumar ambos* (se debe tomar en cuenta los signos).



Fuente: CISE Electrónica.

Figura 2.33. Verificación de ajustes SFT y LFT con el scanner.

Sumando LFT + SFT = 19,5 + 14,1 = 33.6 %.

Para este caso el valor se encuentra fuera del rango permisible, es decir el motor se encuentra con algún tipo de problema.

## **CAPÍTULO 3**

### **PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS**

#### **3.1. HIPÓTESIS**

##### **3.1.1. HIPÓTESIS GENERAL**

El análisis de operación y comportamiento de sistemas DIS Chispa Perdida y DIS COP, permite desarrollar protocolos tanto de información como de funcionamiento, control en tiempo real y diagnóstico electrónico que facilitarán la manipulación de estos sistemas así como la localización precisa de averías más comunes.

##### **3.1.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

- Los profesionales del área automotriz deben disponer de conocimientos sobre la operación y comportamiento de los sistemas DIS a fin de realizar diagnósticos y manejos eficientes en estos sistemas de última generación.
- Poder determinar con qué equipos de diagnóstico se pueden realizar no solo las comprobaciones sino también el control en tiempo real de sistemas de encendido DIS.
- Los componentes, operación y comportamiento de los sistemas DIS dependen de la marca y procedencia del vehículo.

## 3.2. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN.

### 3.2.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Investigación, análisis de operación, comportamiento y diagnóstico de sistemas DIS Chispa Perdida y DIS COP.

### 3.2.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Desarrollar protocolos de información en lo que se refiere a componentes, funcionamiento, control en tiempo real y diagnóstico electrónico en sistemas de encendido de última generación (DIS).

### 3.2.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

#### a. VARIABLE INDEPENDIENTE.

Tabla 3.1. Operacionalización de la variable independiente.

CONCEPTO	CATEGORÍA	INDICADOR	PREGUNTAS
<b>INVESTIGACIÓN, ANÁLISIS DE OPERACIÓN, COMPORTAMIENTO Y DIAGNÓSTICO DE SISTEMAS DIS CHISPA PERDIDA Y DIS COP.</b>	Académica  Tecnológica	-Tipos de sistemas DIS con que cuenta los vehículos modernos $\geq 2$ .  -Número de componentes esenciales de los sistemas DIS $\geq 3$ .  -Número de bobinas para cada tipo de sistema DIS $\geq 2$	¿Cuántos tipos de sistemas DIS existen en los vehículos modernos?  ¿Cuántos son los componentes que forman los sistemas de encendido DIS?  ¿Cada tipo de sistema DIS de cuántas bobinas consta?

Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**b. VARIABLE DEPENDIENTE.**

**Tabla 3.2. Operacionalización de las variables dependientes.**

<b>CONCEPTO</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>PREGUNTAS</b>
<b>DESARROLLAR PROTOCOLOS DE INFORMACIÓN EN LO QUE SE REFIERE A COMPONENTES, FUNCIONAMIENTO, CONTROL EN TIEMPO REAL Y DIAGNÓSTICO ELECTRÓNICO EN SISTEMAS DE ENCENDIDO DE ÚLTIMA GENERACIÓN (DIS).</b>	Académica	Número de módulos para el control de sistemas de encendido DIS =1.	¿Cuántos módulos de control utilizan los sistemas de encendido DIS?
	Tecnológica	Número de actuadores con que disponen los sistemas DIS $\geq 2$ .	¿Cuántos actuadores tienen los sistemas de encendido DIS?
		Número de sensores que actúan en los sistemas DIS $\geq 4$ .	¿Cuál es el número de sensores con que disponen los sistemas DIS?
		Número de transistores de potencia con que cuentan los sistemas de encendido DIS $\geq 1$	¿Cuál es el número de transistores de potencia con que disponen los sistemas DIS?
		Número de procedimientos para controlar en tiempo real los sistemas DIS $\geq 1$	¿Qué pasos deben seguirse para el control en tiempo real en los sistemas DIS?
		Número de instrumentos que se utilizan en el control en tiempo real y diagnóstico de los sistemas DIS $\geq 2$ .	¿Es necesario disponer de varios instrumentos para realizar el diagnóstico en los sistemas encendido DIS?

**Fuente:** Jorge E. Jiménez S.

## **CAPÍTULO 4**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.**

#### **4.1. TIPO DE LA INVESTIGACIÓN.**

Tradicionalmente se presentan tres tipos de investigación y son: Histórica, Descriptiva, Experimental.

La investigación histórica trata de las experiencias, el investigador depende de fuentes primarias y secundarias las cuales proveen la información y las cuales el investigador deberá examinar cuidadosamente con el fin de determinar su confiabilidad por medio de una crítica interna y externa.

La investigación descriptiva se caracteriza por presentar una interpretación correcta, trabaja sobre realidades de hecho y ésta puede incluir los siguientes tipos de estudios: encuestas, casos, exploratorios, causales, de desarrollo, predictivos, de conjuntos, de correlación.

La investigación experimental consiste en la manipulación de una o más variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular.

El diseño de investigación a utilizar se podría decir que es mixta ya que abarca los tres tipos antes explicados, en primera instancia es histórica porque para realizar el análisis se debe tener en cuenta cierta bibliografía y conocimientos previos y en algunos casos de actualidad; es descriptiva porque se basa el análisis en casos y funcionamientos en tiempo real, y es experimental también ya que se puede variar ciertos parámetros de funcionamiento con una manipulación de componentes y técnicas en los sistemas DIS.

## **4.2. PRUEBA PILOTO.**

La prueba piloto se refiere a la aplicación del cuestionario en una muestra de encuestados por ejemplo de las siguientes entidades: ASSA LATAACUNGA, A.V MOTORS, SEMAUTO, MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PUBLICAS LATAACUNGA, ESPE EXTENSIÓN LATAACUNGA, SPORT CAR, ATLAS LAND ROVER, MECÁNICA AUTOMOTRIZ GRANJA; para identificar y eliminar posibles problemas, la misma que se realizó sin ningún problema.

## **4.3. FUENTES Y TÉCNICAS DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.**

La recolección de datos es el medio por el cual el investigador obtiene la información necesaria que le permita lograr los objetivos de la investigación.

Para recolectar la información hay que tener presente:

- Seleccionar un instrumento de medición válido y confiable.
- Aplicar el instrumento de medición.
- Organizar los datos obtenidos.

Para esto se procedió a recabar la información mediante encuestas.

### **4.3.1. DISEÑO DE ENCUESTAS PARA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.**

La encuesta que se diseñó para el proyecto es la que se muestra en la siguiente página, con la que se podrá obtener información relevante para el desarrollo de la presente investigación. Las preguntas son sencillas y de fácil comprensión.

## ENCUESTA

Reciba un cordial saludo. El objetivo de la presente encuesta es recabar información acerca de la OPERACIÓN Y COMPORTAMIENTO DE SISTEMAS CHISPA PERDIDA Y COP. Lo que cuenta es la veracidad de la información con que usted está respondiendo.

---

1. ¿Cuántos tipos de sistemas de encendido DIS existen en los vehículos modernos?

1 \_\_\_\_\_ 2 \_\_\_\_\_ 3 \_\_\_\_\_ Otros \_\_\_\_\_

2. El conocimiento que dispone Ud. acerca de los componentes de los sistemas DIS es:

Muy Bueno \_\_\_\_\_ Regular \_\_\_\_\_ Malo \_\_\_\_\_

3. ¿Conoce Ud. el principio de funcionamiento de los diferentes tipos de sistemas DIS?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ En proporción \_\_\_\_\_

4. Seleccione una opción .Para realizar el monitoreo o control en tiempo real del funcionamiento de los sistemas DIS se utiliza:

Osciloscopio \_\_\_\_\_ Scanner \_\_\_\_\_ Multímetro \_\_\_\_\_

5. ¿Dispone Ud. de conocimientos sobre electrónica de módulos y transistores de potencia?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

6. Recomienda Ud. que se implemente un protocolo de información integral acerca de la operación, control en tiempo real y diagnóstico de los sistemas DIS, como bibliografía tanto para la Escuela Politécnica del Ejército extensión Latacunga como para la sociedad en general.

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

7. Considera Ud. que el monitoreo de los sistemas DIS a través del osciloscopio permite solucionar un problema o avería en un:

0% \_\_\_\_\_ 25% \_\_\_\_\_ 50% \_\_\_\_\_ 75% \_\_\_\_\_ 100% \_\_\_\_\_

8. Considera Ud. que el monitoreo de los sistemas DIS a través del scanner permite solucionar un problema o avería en un:

0% \_\_\_\_\_ 25% \_\_\_\_\_ 50% \_\_\_\_\_ 75% \_\_\_\_\_ 100% \_\_\_\_\_

9. Su conocimiento para interpretar diagramas eléctricos y oscilogramas es:

Muy bueno \_\_\_\_\_ Regular \_\_\_\_\_ Deficiente \_\_\_\_\_

10. ¿Con qué frecuencia trabaja Ud. sobre sistemas de encendido DIS?

Siempre \_\_\_\_\_ Con frecuencia \_\_\_\_\_ A veces \_\_\_\_\_ Nunca \_\_\_\_\_

#### 4.4. POBLACIÓN Y MUESTRA.

Partimos con una población estimada de 50 Talleres Automotrices en la ciudad de Latacunga (basado en datos estadísticos) donde se trabaje con lo referente a inyección electrónica, realizando la encuesta principalmente a jefes de taller o técnicos especialistas en el tema. Para el estudio se calculó que se deben realizar 44 encuestas (muestra) de entre todos los técnicos seleccionados, pero para mejores resultados se la realizó a los 50.

#### 4.5. MUESTRA.

Tomamos una población de 50 Técnicos Automotrices con conocimientos de inyección electrónica integral.

Para determinar el tamaño de la muestra, es decir, el número de encuestas que se deberían realizar, se tomó en cuenta la siguiente información:

- Una población de 50 personas, específicamente técnicos automotrices.
- Un nivel de confianza de 95% y un grado de error de 5% en la fórmula de la muestra.

Aplicando la fórmula de la muestra:

##### Ec. 4.1. Fórmula para calcular tamaño de la muestra.

$$n = (Z^2pqN) / (Ne^2 + Z^2pq)$$

Fuente: <http://www.crecenegocios.com/modelo-de-encuesta/>.

Donde:

- Tamaño muestral (n)
- Nivel de confianza (Z) = 1,96

- Grado de error (e) = 0,05
- Población (N) = 50
- Probabilidad de ocurrencia (P) = 0,5
- Probabilidad de no ocurrencia (Q) = 0,5

Aplicando los valores y la fórmula tenemos que:

$$n = [(1,96)^2 (0,5) (0,5) (50)] / [(50) (0,05)^2 + (1,96)^2 (0,5) (0,5)]$$

$$n = [(3,84) (0,25) (50)] / [(50) (0,0025) + (3,84) (0,25)]$$

$$n = 48,02 / (0,125 + 0,96)$$

$$n = 48,02 / 1,085$$

$$n = 44,26$$

$$n = 44$$

#### 4.6. TRATAMIENTO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE DATOS.

Los datos de las encuestas realizadas luego serán sometidos a la respectiva tabulación, codificación, cálculos, etc.

Con el fin de determinar los puntos más relevantes de la investigación.

**Tabla 4.1. Tabulación Pregunta 1.**

1.- ¿Cuántos tipos de sistemas de encendido DIS existen en los vehículos modernos?			
1	2	3	Otros
22%	50%	22%	6%
11 personas	25 personas	11 personas	3 personas

**Fuente:** Jorge E. Jiménez S.

**Tabla 4.2. Tabulación Pregunta 2.**

2.- El conocimiento que dispone Ud. acerca de los componentes de los sistemas DIS es:			
Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo
6%	50%	33%	11%
3 personas	25 personas	16 personas	6 personas

**Fuente:** Jorge E. Jiménez S.

**Tabla 4.3. Tabulación Pregunta 3.**

3.- ¿Conoce Ud. el principio de funcionamiento de los diferentes tipos de sistemas DIS?		
Si	No	En proporción
67%	11%	22%
33 personas	6 personas	11 personas

**Fuente:** Jorge E. Jiménez S.

**Tabla 4.4. Tabulación Pregunta 4.**

4.- Seleccione una opción. Para realizar el monitoreo o control en tiempo real del funcionamiento de los sistemas DIS se utiliza:		
Osciloscopio	Scanner	Multímetro
31%	38%	31%
16 personas	19 personas	15 personas

**Fuente:** Jorge E. Jiménez S.

**Tabla 4.5. Tabulación Pregunta 5.**

5.- ¿Dispone Ud. de conocimientos sobre electrónica de módulos y transistores de potencia?	
Si	No
56%	44%
28 personas	22 personas

**Fuente:** Jorge E. Jiménez S.

**Tabla 4.6. Tabulación Pregunta 6.**

6.- Recomienda Ud. que se implemente un protocolo de información integral acerca de la operación, control en tiempo real y diagnóstico de los sistemas DIS, como bibliografía tanto para la Escuela Politécnica del Ejercito extensión Latacunga como para la sociedad en general.	
Si	No
100%	0%
50 personas	0 personas

**Fuente:** Jorge E. Jiménez S.

**Tabla 4.7. Tabulación Pregunta 7.**

7.- Considera Ud. que el monitoreo de los sistemas DIS a través del osciloscopio permite solucionar un problema o avería en un:				
0%	25%	50%	75%	100%
0%	6%	22%	39%	33%
0 personas	3 personas	11 personas	19 personas	17 personas

**Fuente:** Jorge E. Jiménez S.

**Tabla 4.8. Tabulación Pregunta 8.**

8.- Considera Ud. que el monitoreo de los sistemas DIS a través del scanner permite solucionar un problema o avería en un:				
0%	25%	50%	75%	100%
0%	0%	34%	33%	33%
0 personas	0 personas	17 personas	16 personas	17 personas

**Fuente:** Jorge E. Jiménez S.

**Tabla 4.9. Tabulación Pregunta 9.**

9.- Su conocimiento para interpretar diagramas eléctricos y oscilogramas es:			
Muy Bueno	Bueno	Regular	Deficiente
11%	45%	44%	0%
5 personas	23 personas	22 personas	0 personas

**Fuente:** Jorge E. Jiménez S.

**Tabla 4.10. Tabulación Pregunta 10.**

10.- ¿Con qué frecuencia trabaja Ud. sobre sistemas de encendido DIS?			
Siempre	Con frecuencia	A veces	Nunca
39%	28%	28%	5%
20 personas	14 personas	14 personas	2 personas

**Fuente:** Jorge E. Jiménez S

#### **4.7. VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS.**

Las encuestas realizadas tienen relación directa con las variables, que se consideran el instrumento de investigación, y el tamaño de muestra está justificado por el cálculo anterior y para una confiabilidad del 95%.

#### **4.8. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.**

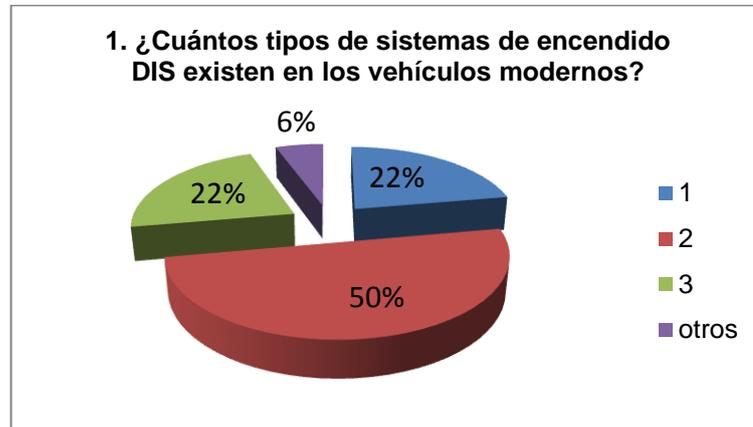
Después de realizar las encuestas se tabularon los datos, para luego realizar las codificaciones y cálculos correspondientes para determinar los parámetros importantes en la investigación. La tabulación se la realizó mediante el ingreso manual de datos y el cálculo a través de Excel.

##### **4.8.1. INFORME.**

Con los datos obtenidos en las encuestas y mediante la realización de cálculos se encontraron los siguientes aportes y que a su vez generan el presente informe.

A continuación se detallan los resultados de la encuesta así como posteriormente su análisis y además las conclusiones y recomendaciones a las que se pudo llegar.

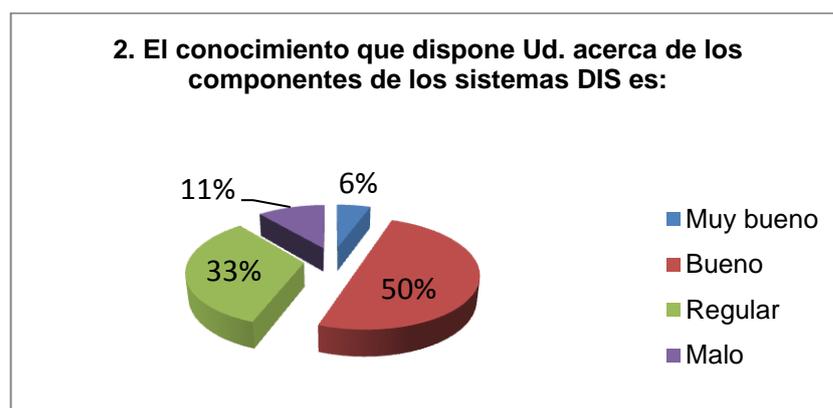
El 22% de encuestados cree que existe un solo tipo de sistemas DIS; el 50% cree que existen 2 tipos; otro 22% dice que hay 3 tipos y el 6% cree que existen más de 3 tipos de sistemas DIS.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 4.1. Pregunta N° 1.

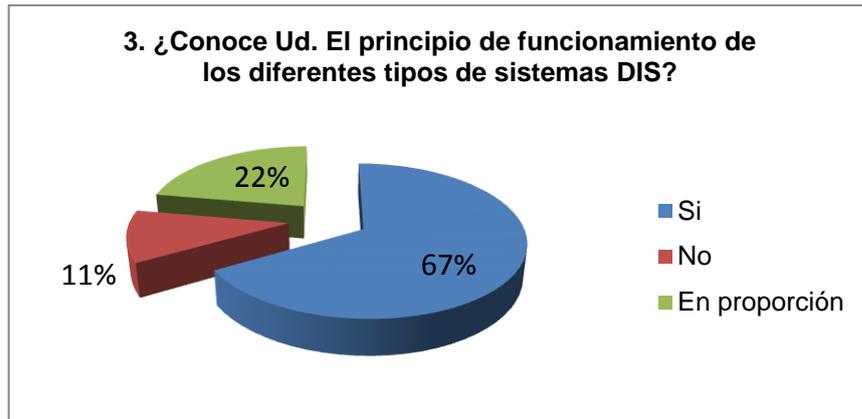
El 6% de encuestados afirma que su conocimiento es muy bueno sobre componentes de un sistema DIS; el 50% dice tener un conocimiento bueno; el otro 33% dice que su conocimiento es regular y el restante 11% cree que su conocimiento es malo sobre componentes de los sistemas DIS.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 4.2. Pregunta N° 2.

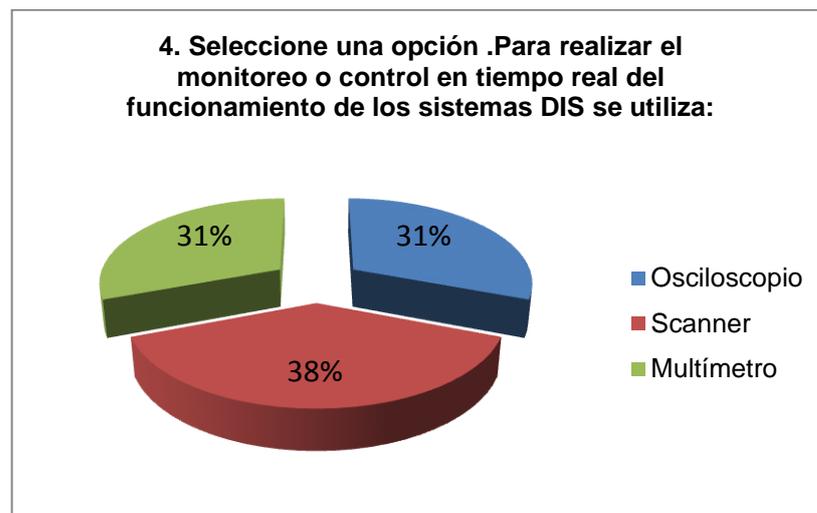
El 67% de encuestados afirma que sí conoce el principio de funcionamiento de los sistemas DIS; el 11% no conoce el principio de funcionamiento y el restante 22% conoce en proporción el funcionamiento de los sistemas DIS.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 4.3. Pregunta N° 3.

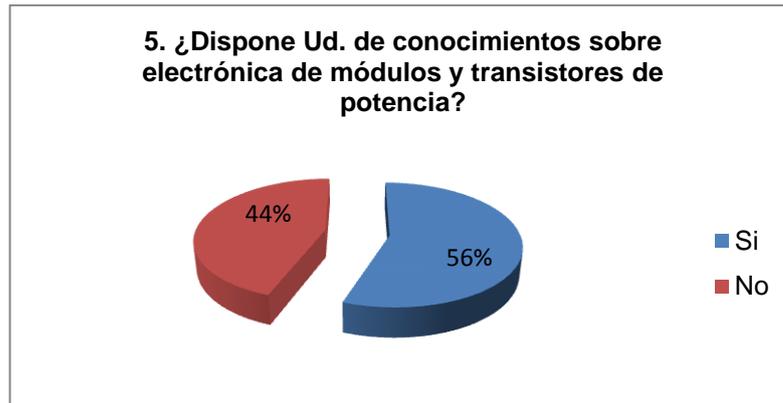
El 31% de encuestados afirma que el control en tiempo real se realiza con multímetro; el 38% afirma que se lo hace con el scanner y el restante 31% cree que con el multímetro.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 4.4. Pregunta N° 4.

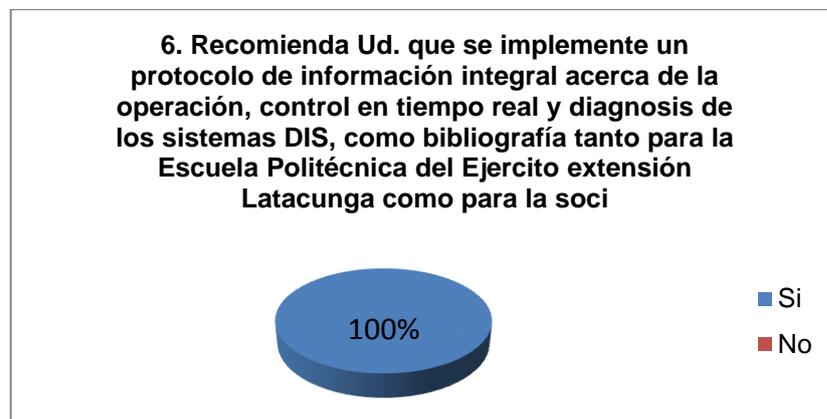
El 56% de encuestados dice tener conocimiento acerca de electrónica de módulos y transistores de potencia; mientras que el otro 44% no tiene conocimientos sobre estos temas.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 4.5. Pregunta N° 5.**

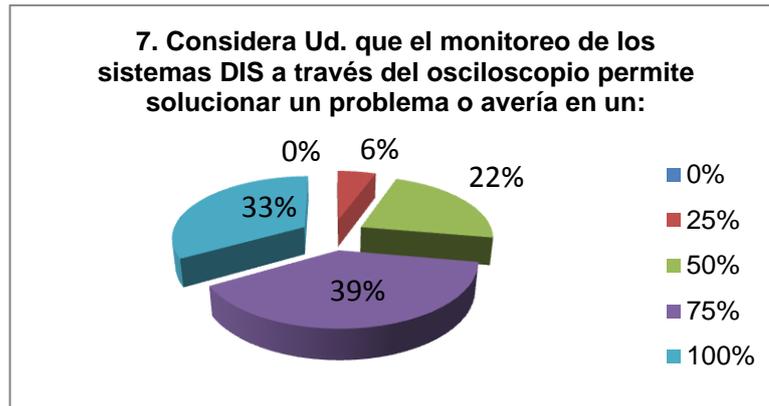
El 100% de encuestados recomienda implementar un protocolo de información integral acerca de la operación, control en tiempo real y diagnóstico de los sistemas DIS, como bibliografía tanto para la Escuela Politécnica del Ejército extensión Latacunga como para la sociedad en general.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 4.6. Pregunta N° 6.**

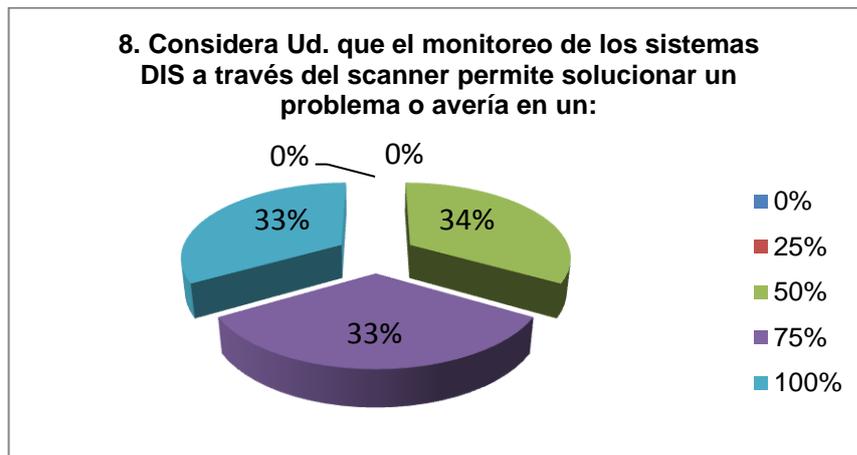
El 6% de encuestados afirma que a través del osciloscopio se puede solucionar un problema en un 25%; el 22% de encuestados piensa que en un 50%; el 39% cree que en un 75% y el restante 33% piensa que en un 100% se puede solucionar con osciloscopio una avería.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 4.7. Pregunta N° 7.

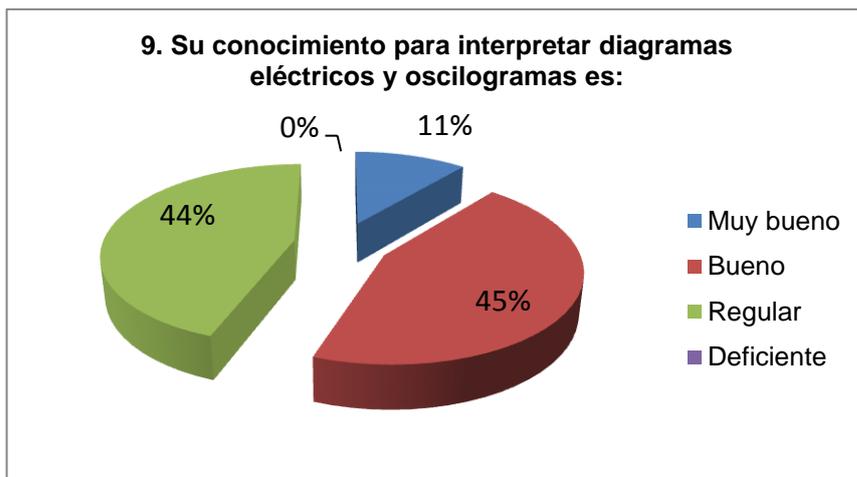
El 34% de encuestados afirma que a través del scanner se puede solucionar un problema en un 50%; el 33% de encuestados piensa que en un 75% y el restante 33% piensa que en un 100% se puede solucionar con scanner una avería.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 4.8. Pregunta N° 8.

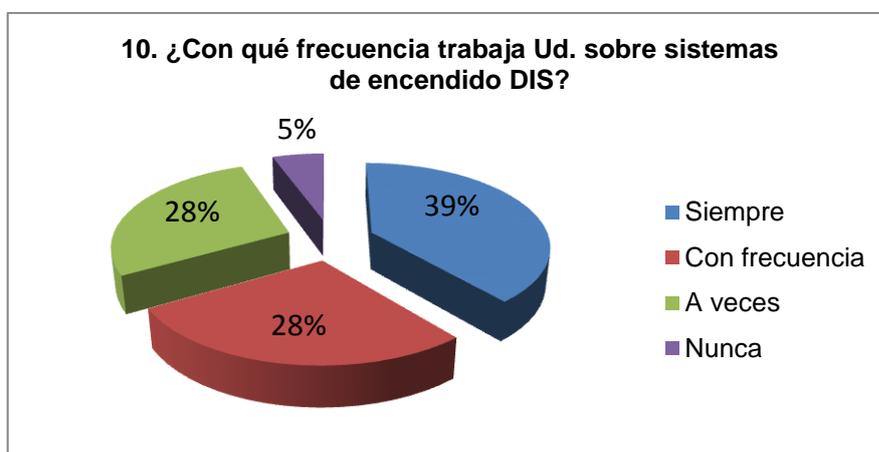
El 11% de encuestados afirma que su conocimiento para interpretar diagramas eléctricos y oscilogramas es muy bueno; el 45% dice tener buen conocimiento y el restante 44% dice tener un conocimiento regular al respecto.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 4.9. Pregunta N° 9.

El 39% de encuestados afirma que siempre trabaja con sistemas DIS; el 28% con frecuencia; otro 28% dice que a veces y el restante 5% nunca trabaja con sistemas DIS.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 4.10. Pregunta N° 10.

#### 4.8.2. CONCLUSIONES.

- A pesar de obtenerse criterios variados así como algunas confusiones, se puede notar claramente que el sistema de encendido DIS cada vez se hace más común en el que hacer de un Técnico Automotriz en nuestros días.

- Se logra apreciar que todos los encuestados consideran que es necesario contar con un protocolo de información integral acerca de la operación, control en tiempo real y diagnóstico de los sistemas DIS, como bibliografía tanto para la Escuela Politécnica del Ejército extensión Latacunga como para la sociedad en general.
- Se conoce que la forma óptima para controlar en tiempo real los sistemas DIS es con osciloscopio, pero lamentablemente la mayoría de talleres no disponen de este equipo y por ende no se conoce acerca de oscilogramas y funcionamiento de estos sistemas.
- Existe criterios variados acerca de los porcentajes de efectividad para detectar fallas en los sistema DIS por parte de los equipos de diagnóstico, la realidad es que tanto osciloscopio como scanner se complementan en un 75% y 25% respectivamente.
- Es importante el conocimiento para interpretar diagramas eléctricos y oscilogramas de encendido, porque estos servirán como herramienta complementaria para solucionar problemas.

#### **4.8.3. RECOMENDACIONES.**

- Reforzar el conocimiento sobre todo lo referente a sistemas de encendido DIS.
- Se recomienda implementar un protocolo de información integral acerca de la operación, control en tiempo real y diagnóstico de los sistemas DIS, como bibliografía tanto para la Escuela Politécnica del Ejército extensión Latacunga como para la sociedad en general.
- Procurar utilizar un protocolo correcto tanto de operaciones como de utilización correcta de equipos de diagnóstico para una localización

efectiva de averías, con el fin de asegurar el tratamiento adecuado de cualquier falla.

- Complementar y asegurar el conocimiento sobre interpretación de diagramas eléctricos y oscilogramas de encendido, pues esto se considera de vital importancia para el desarrollo de las pruebas de funcionamiento y la localización de averías.

## **CAPÍTULO 5**

### **ESQUEMA DE LA PROPUESTA.**

Con los resultados obtenidos la propuesta es: Analizar la operación y comportamiento de los sistemas DIS Chispa Perdida y DIS COP, mediante la implementación de protocolos de información sobre componentes, funcionamiento en tiempo real, diagnóstico electrónico, así como de pruebas experimentales y la creación de un software de manejo de dichos sistemas.

- **FORMULACIÓN DEL PROTOCOLO DE INFORMACIÓN DE LOS TIPOS, COMPONENTES, OPERACIÓN GENERAL DE LOS SISTEMAS DE ENCENDIDO DIS.**

La primera parte del análisis consta de la estructuración de la información acerca de los sistemas de encendido DIS, en donde constan los siguientes ítems: conceptos, tipos, análisis de componentes por separado, análisis de señales eléctricas y electrónicas, análisis de la electrónica de módulos, verificaciones, etc.

- **FORMULACIÓN DEL PROTOCOLO DE INFORMACIÓN SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE ENCENDIDO DIS.**

Una vez conocidos los principios de funcionamiento de los sistemas de encendido DIS en general y para algunas marcas en específico, ahora el análisis se concentra en la utilización de equipos específicamente el osciloscopio para realizar el monitoreo y control en tiempo real de los componentes y el sistema DIS en general, para ello generando un protocolo de procedimientos adecuados para estos sistemas.

- **FORMULACIÓN DEL PROTOCOLO DE INFORMACIÓN SOBRE EL DIAGNÓSTICO ELECTRÓNICO DE LOS SISTEMAS DE ENCENDIDO DIS**

En este punto se formula el protocolo de pruebas para diagnosticar los sistemas DIS, indicando los procedimientos y equipos de diagnóstico adecuados para el fin.

- **REALIZACIÓN DE PRUEBAS EXPERIMENTALES CON LOS SISTEMAS DIS.**

Este paso se basa en analizar la variación existente en los parámetros de funcionamiento del motor como son: potencia y torque, así como del mismo sistema de encendido (voltajes, tiempos de quemado, etc.), al utilizar bobinas de diferentes características técnicas, es decir bobinas originales y bobinas alternas (esto para el Capítulo 6).

- **DISEÑO DE UN SOFTWARE SOBRE LOS SISTEMAS DIS**

Con los datos obtenidos en los análisis de componentes, operación, trabajos de campo y los datos tomados en el apartado experimental se procede al desarrollo de un software del manejo de los sistemas de encendido DIS Chispa Perdida y DIS COP, donde se tendrá por ejemplo las operaciones, controles y valores típicos de operación para cada sistema de encendido DIS y sus diferentes tipos de bobinas, además el poder obtener valores de voltaje calculados para recambio de bobinas, mediante la utilización de catálogos de fabricantes de bobinas (esto para el Capítulo 6).

## **5.1. PROTOCOLO DE INFORMACIÓN SOBRE EL ANÁLISIS DE COMPONENTES Y EL ANÁLISIS DE OPERACIÓN GENERAL DE LOS SISTEMAS DE ENCENDIDO DIS CHISPA PERDIDA Y DIS COP.**

### **5.1.1. INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DIS.**

Los sistemas de encendido de última generación son los denominados Sistemas de Encendido **DIS** por sus siglas en inglés, **D**irect **I**gnition **S**ystem (Sistema de encendido Directo), o **D**istributorless **I**gnition **S**ystem (Sistema de Encendido sin Distribuidor).

Se diferencia de los sistemas anteriores por suprimir la entrega de la alta tensión a través de un distribuidor, con lo que se consigue eliminar los elementos mecánicos, expuestos a más averías.

El encendido electrónico de última generación DIS trabaja bajo el principio del encendido electrónico integral (EEI, revisado en el capítulo 2), pero obviándose el distribuidor (Delco).

### **5.1.2. TIPOS DE SISTEMAS DE ENCENDIDO DIS.**

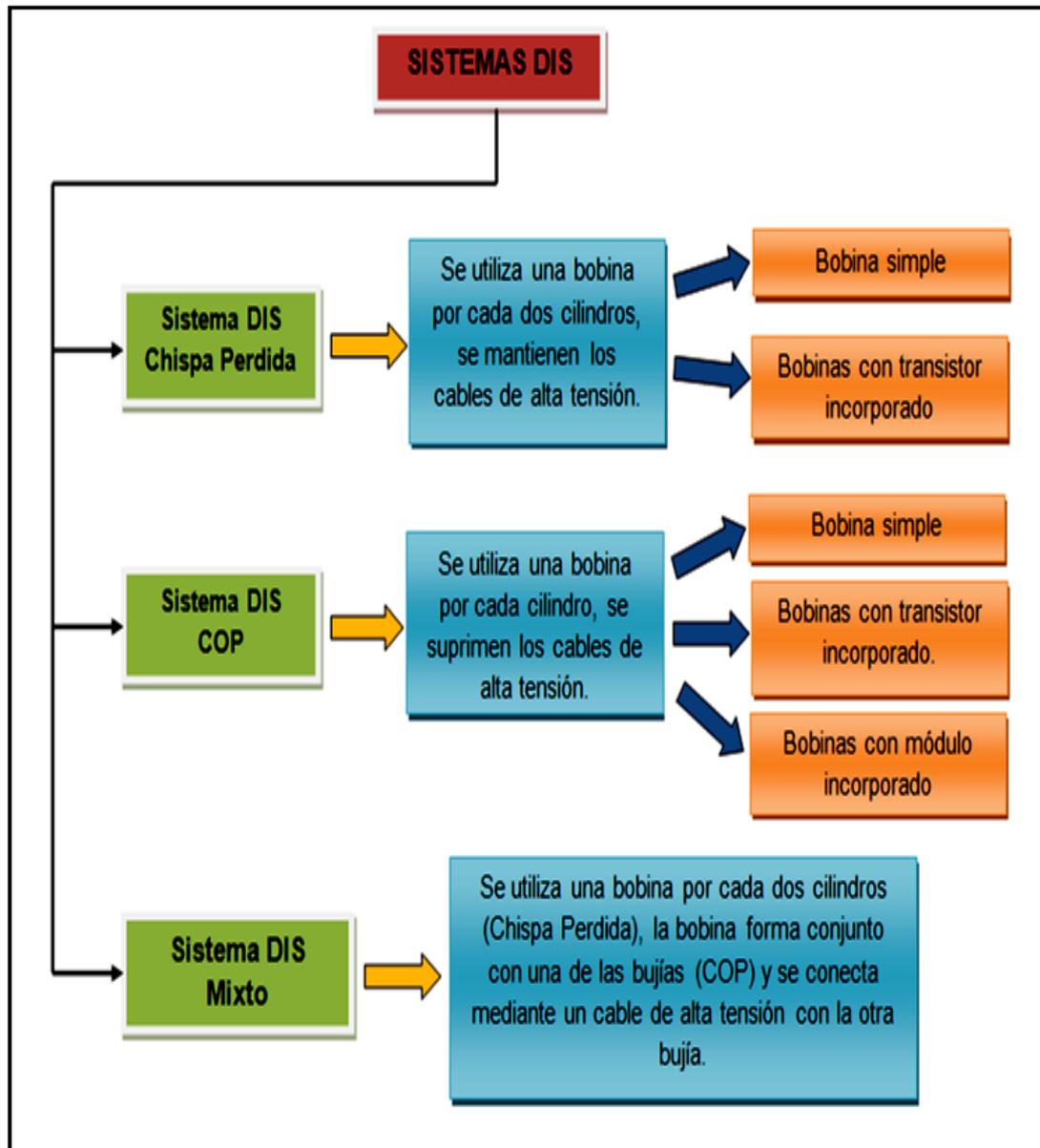
Los sistemas de encendido DIS se clasifican y diferencian de acuerdo a la configuración únicamente de la bobina de encendido que utilizan, que es la que determina el tipo de encendido.

El principio de funcionamiento es casi el mismo en los tres tipos que se nombran a continuación, variando simplemente por el tipo de bobina de encendido que utilizan:

- Sistema de encendido DIS Chispa Perdida.

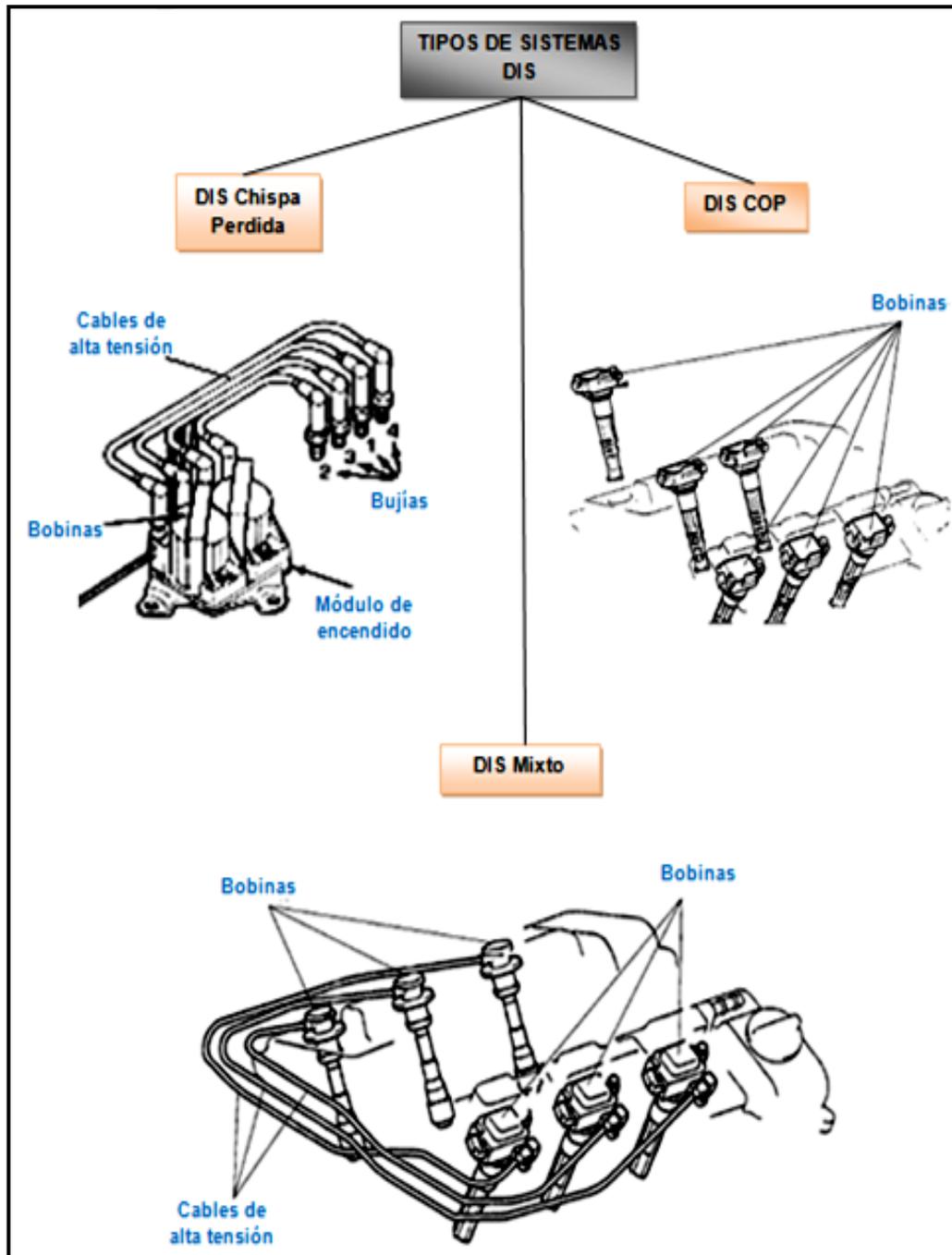
- Sistema de encendido DIS COP.
- Sistema de encendido DIS Mixto.

La figura siguiente muestra un resumen de cada tipo de sistema DIS.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 5.1. Tipos de sistemas de encendido y sus clasificaciones.

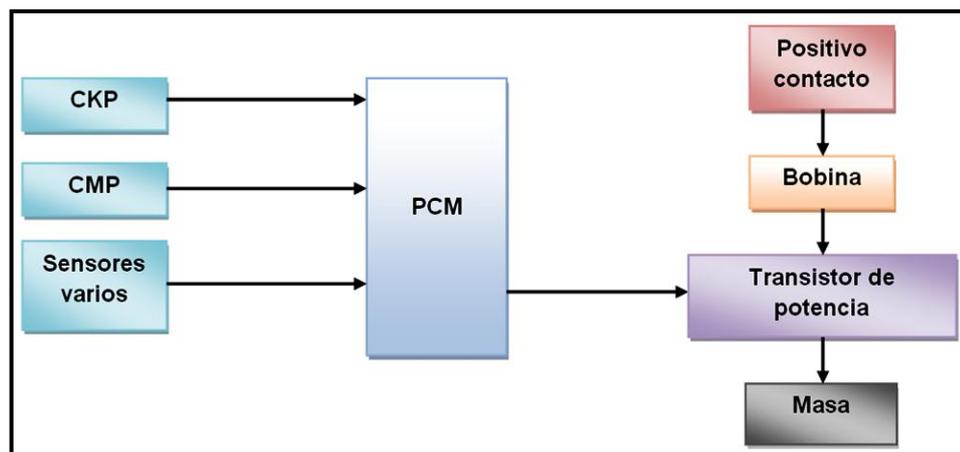


Fuente: Jorge E. Jiménez S -<http://www.iespana.es/mecanicavirtual/dis.htm>.

Figura 5.2. Tipos de sistemas de encendido DIS.

### 5.1.3. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS DIS.

Los sistemas de encendido de última generación o sin distribuidor (DIS), basan su funcionamiento de acuerdo como lo indica el diagrama de bloques de la siguiente figura:

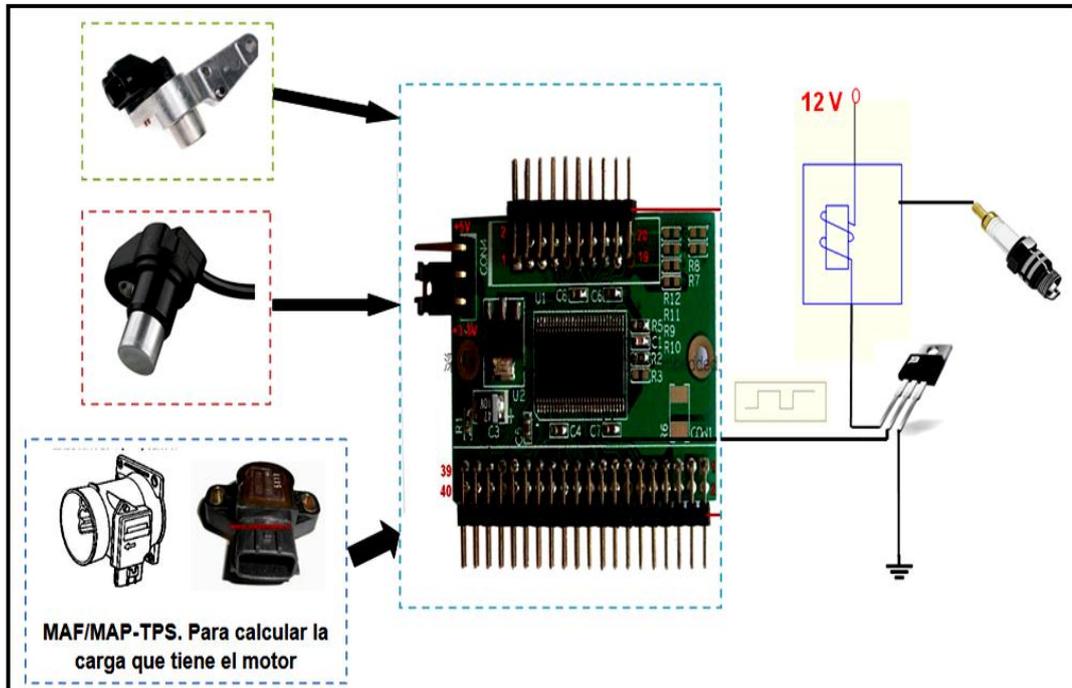


Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.3. Principio de funcionamiento de los sistemas DIS.**

Si vemos la figura superior, la computadora (PCM-ECU), toma la señal del sensor CKP o CMP como referencia del punto muerto superior (PMS) en la carrera de compresión de cada cilindro, éstas señales sirven como referencia para que la computadora active el transistor de potencia y éste a su vez determine el cierre a masa (porcentaje DWELL) del circuito primario, mediante señales PWM. Además la computadora realiza este cálculo gracias a varios sensores como es el caso del TPS, MAF, MAP, ECT y así logra determinar la carga con la que se encuentra el motor.

El devanado primario de la bobina recibe positivo de contacto a través del switch o de un relé, este positivo recorre el devanado primario hasta el transistor donde se detiene, una vez que la computadora determine el momento exacto activa mediante pulsos PWM al transistor y con eso se cierra a masa la corriente del devanado primario de la bobina atravesando esta corriente por el transistor, este tiempo de circulación de cierre a masa de la corriente es lo que se denomina el porcentaje DWELL, ahora una vez que la computadora determine el momento de quitar los pulsos al transistor y cortar el cierre a masa se induce la alta tensión en el devanado secundario de la bobina y saltará la chispa entre los electrodos de la bujía en el cilindro que se encuentre en el tiempo de compresión. La figura siguiente muestra el mismo diagrama de bloques de la figura anterior pero con imágenes reales de los componentes de un sistema DIS.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.4. Principio de funcionamiento de los sistemas DIS (componentes reales).**

El principio de funcionamiento en teoría es prácticamente el mismo que los sistemas tradicionales de encendido la diferencia radica, en que se suprime cualquier contacto mecánico (ruptor), cuya función ahora la realiza un transistor de potencia comandado por pulsos del PCM, el cual corta la corriente en el devanado primario de la bobina de encendido.

#### **5.1.4. ANÁLISIS DE SEÑALES ELÉCTRICAS, COMPONENTES Y PARÁMETROS ASOCIADOS A LOS SISTEMAS DE ENCENDIDO DIS.**

Una vez que se han determinado los componentes y el principio de funcionamiento de los sistemas DIS es necesario realizar un análisis de cada componente por separado, así como de las señales eléctricas y parámetros que se manejan en estos sistemas, tal y como se detalla a continuación.

## a. ANÁLISIS DE SENSORES ASOCIADOS A LOS SISTEMAS DIS.

### i. SENSOR CKP DE RELUCTANCIA VARIABLE.

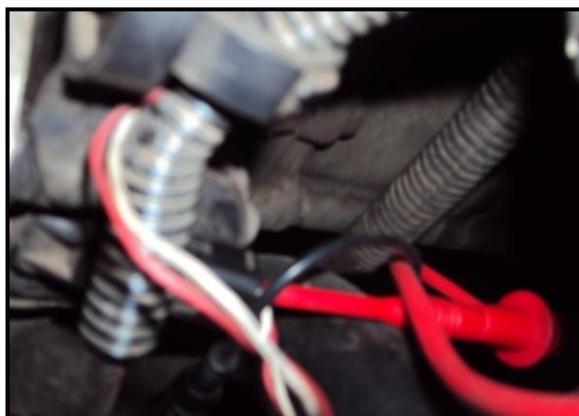
CKP, **C**rankshaft **P**osition **S**ensor (sensor de posición del cigüeñal), genera una onda alterna cuasi senoidal, con un corte cíclico producido por un faltante de dientes (o diente diferente) de la rueda fónica que se encuentra montada en el cigüeñal o en el volante de inercia.

Existen dos diseños de ruedas fónicas:

- o La mayoría de los sistemas:  $60 - 2 = 58$  *dientes*
- o Ford:  $36 - 1 = 35$  *dientes*.

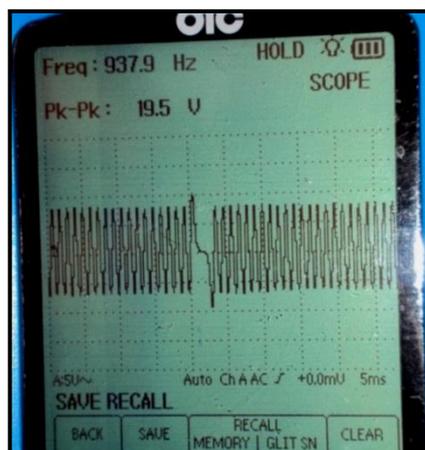
La característica principal en la señal del CKP es que uno de los dientes es diferente, esto le sirve al PCM para determinar y calcular correctamente el encendido así como el avance del mismo.

Las siguientes figuras muestran el conector y la señal de un sensor CKP inductivo de un Peugeot 206 (escalas: 5 V/d – 20 ms/d).



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 5.5. Toma de la señal del sensor CKP inductivo.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.6. Señal característica de un sensor CKP inductivo.**

Para una marcha mínima vamos a encontrar, que el sensor, debe presentar un voltaje pico a pico (Vpp) de aproximadamente unos 15 voltios. Si el PCM encontrara interferencias o un mal funcionamiento del sensor, y no sea capaz de leerlo, no podrá saber a qué cilindro le corresponde el tiempo de encendido y de inyección, por lo tanto no habrá ni chispa ni inyección, una señal errática puede llevar a parar del motor.

Comprobaciones:

- ✓ Medición de la resistencia típica: 250 a 3000 Ohmios según sistema (Ford x 10).
- ✓ Medición de aislamiento a masa: conectar óhmetro a un pin del sensor y el otro a masa. Debe dar resistencia infinita.
- ✓ Comprobación de la señal con osciloscopio: comparar con el oscilograma mostrado en la figura 5.6.

## **ii. SENSOR CMP DE RELUCTANCIA VARIABLE.**

CMP, **C**amshaft **P**osition **S**ensor (sensor de posición del árbol de levas), gracias a su señal el PCM puede identificar el cilindro número 1 especialmente en sistemas DIS COP, es llamado también sensor de fase.

El árbol de levas en su construcción puede contar únicamente con un diente o con 4 dientes – 1 diente = 3 dientes, para el segundo caso cuando el sensor inductivo atraviesa ese faltante se interrumpen las señales alternas generadas por los otros dientes, creándose una señal diferente que le sirve al PCM para determinar el PMS del cilindro número 1 en el tiempo de compresión y para poder determinar además la secuencia del encendido en los demás cilindros, pero para sistemas de DIS COP únicamente.

La señal del sensor CMP tiene las siguientes características:

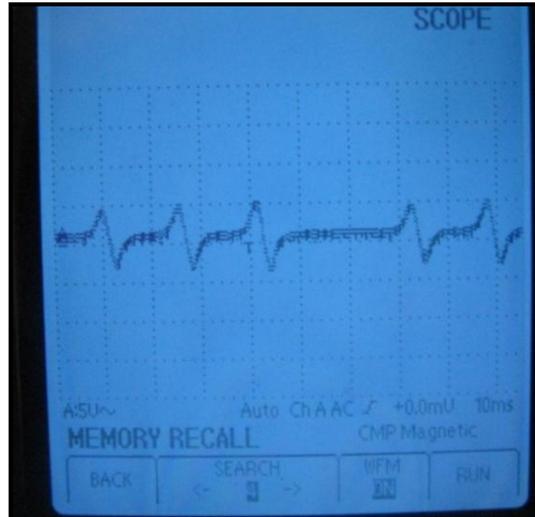
- Una onda alterna que aumenta de magnitud cuando aumenta la velocidad del motor
- Proporciona una señal cada 360° de rotación del árbol de levas (720° del cigüeñal).

La figura 5.8 indica la onda típica para un sensor CMP inductivo de un vehículo Toyota RAV-4, donde se observa las ondas alternas generadas por cada diente en el árbol de levas y donde se aprecia además un faltante que es el que indica el PMS, (escala: 5 V/d – 10 ms/d).



**Fuente:** Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.7. Toma de la señal del sensor CMP inductivo.**



Fuente: CISE Electrónica

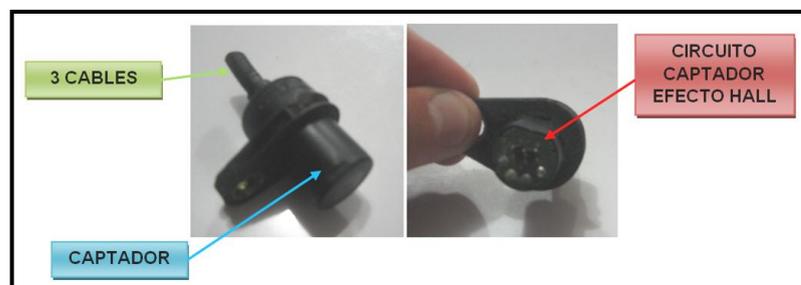
Figura 5.8. Señal característica de un sensor CMP inductivo.

Comprobaciones:

- ✓ Medición de resistencia del sensor: resistencia típica 250 a 3000  $\Omega$ , (Ford x 10).
- ✓ Aislamiento a masa (igual que en el sensor anterior).
- ✓ Observar la forma de onda generada con Osciloscopio.

Existe la otra configuración en el árbol de levas en el que solo se tiene un diente, por ende se genera una onda senoidal para ese diente por cada 360° de rotación del árbol de levas.

### iii. SENSOR CKP EFECTO HALL.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 5.9. Estructura externa e interna de un CKP efecto Hall.

Este sensor envía al PCM la información sobre la posición del cigüeñal y las RPM del motor pero de manera pulsante.

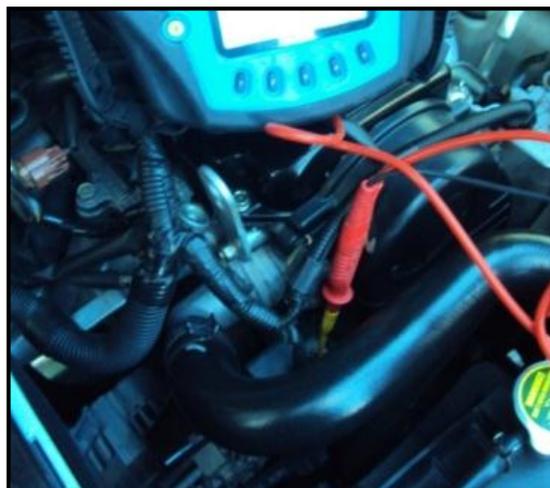
Este sensor se encuentra ubicado a un costado de la polea del cigüeñal o del volante de inercia.

Genera una onda cuadrada pulsante, indicando el momento exacto en que cada pistón alcanza el máximo de su recorrido (TDC).

Según la amplitud de onda puede ser de dos tipos:

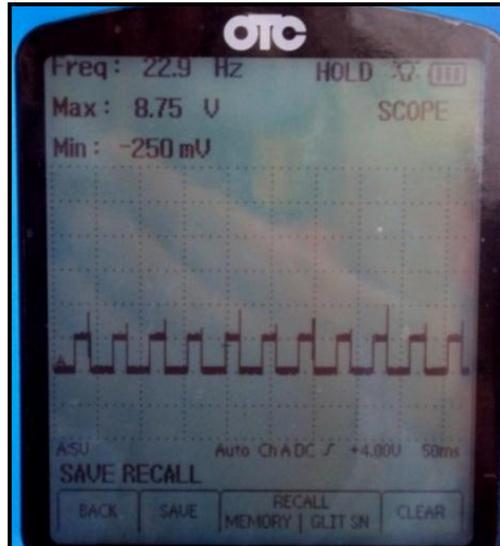
- De 0 a 5 voltios.
- De 0 a 12 voltios.

Lo importante en este tipo de onda es que el aterrizaje de la señal llegue a 0 voltios (máximo se puede levantar 1 voltio) para que el PCM lo pueda interpretar. La siguiente figura muestra un ejemplo de la señal del sensor CKP, para un Mitsubishi Montero i0, así como su conector eléctrico, donde vemos que la señal conmuta de 0 a 5 voltios (escalas: 5 V/d – 50 ms/d).



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.10. Toma para la señal del sensor CKP Hall.**



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.11. Señal característica de un sensor CKP efecto Hall.**

Comprobaciones:

- ✓ Comprobar la señal con osciloscopio (observar que la amplitud de la señal sea normal, que el pico llegue a 4 o 10 voltios por lo menos (dependiendo el caso) y el aterrizaje de masa con elevación menor de 1 voltio (esto es particularmente importante si el motor no enciende).

#### **iv. SENSOR CMP EFECTO HALL.**

La característica de una buena forma de onda de este sensor Hall, es una conmutación limpia. Existen dos tipos de señales de sensores efecto Hall según su amplitud:

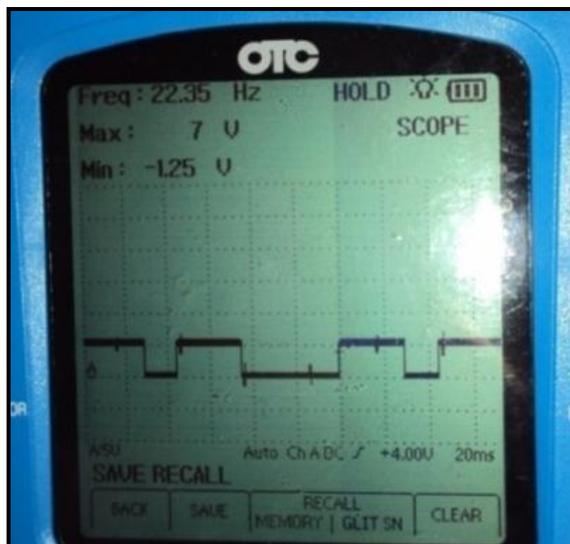
- De 0 a 5 voltios.
- De 0 a 12 voltios.

La parte diferente de la señal es la que indica el PMS. La siguiente figura muestra un ejemplo de la señal del sensor CMP, para un Mitsubishi Lancer EVO VII, así como su conector eléctrico. La señal vemos que conmuta de 0 a 5 voltios (escalas: 5 V/d – 20 ms/d).



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 5.12. Toma para la señal del sensor CMP Hall.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 5.13. Señal característica de un sensor CMP efecto Hall.

Comprobaciones:

- ✓ Verificar alimentación y masa del sensor con multímetro.
- ✓ Medición de la forma de onda de la señal con osciloscopio.

Haciendo un resumen en cuanto a los sensores de posición, tanto inductivos como de efecto Hall, que son los que más nos interesa estudiarlos y que son los que directamente forman parte de los sistemas de encendido DIS tenemos lo siguiente:

**Tabla 5.1. Cuadro resumen de sensores de posición.**

<b>SENSOR</b>	<b>SEÑAL</b>	<b>Vref</b>	<b><math>\Omega</math></b>	<b>2 CABLES</b>	<b>3 CABLES</b>
<b>Inductivo</b>		No	Si	Si	A veces
<b>Efecto Hall</b>		Si	No	No	Si

**Fuente.** Jorge E. Jiménez S.

#### **v. SENSOR TPS.**

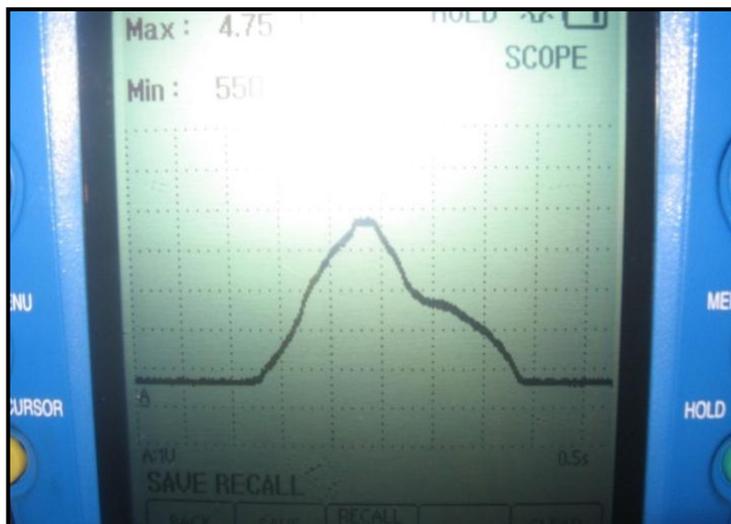
Para analizar el sensor TPS se ha realizado las comprobaciones en un vehículo Daewoo Lanos.

Lo primero que se debe hacer es determinar el cable de señal del sensor TPS, una vez localizado se procede a verificar la señal característica de este sensor con osciloscopio para ello variando la posición de la mariposa en KOEO (escalas: 1 V/d – 0,5 s/d).



**Fuente:** Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.14. Toma para la señal del sensor TPS.**



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 5.15. Señal característica del sensor TPS.

Con multímetro o con osciloscopio en modo de voltímetro gráfico se comprueba los voltajes para tres condiciones de posición de la mariposa de aceleración, para este caso particular como lo indica la siguiente tabla.

Tabla 5.2. Valores del sensor TPS para 3 posiciones de mariposa.

Posición de la mariposa de aceleración	Voltaje
0% (cerrada)	0,6
50%	2,65
100% (abierta)	4,7

Fuente. Jorge E. Jiménez S.

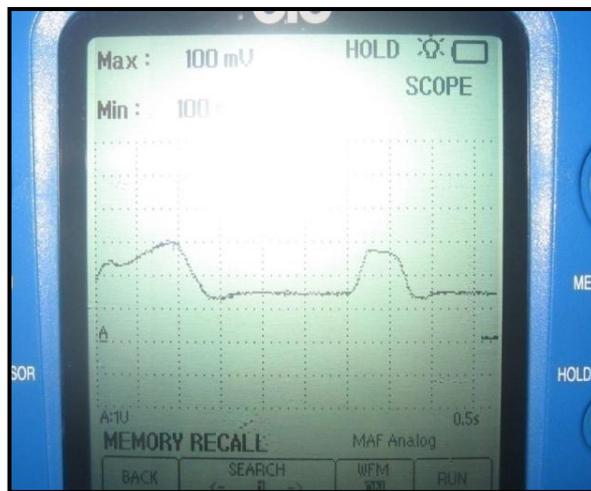
#### vi. SENSOR MAF.

Para analizar el sensor MAF se ha realizado las comprobaciones en un vehículo Toyota RAV-4. Lo primero que se debe hacer es determinar el cable de señal del sensor, una vez localizado se procede a verificar la señal característica de este sensor con osciloscopio para ello es necesario variar la aceleración del motor en KOER (escalas: 1 V/d – 0,5 s/d).



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 5.16. Toma para la señal del sensor MAF.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 5.17. Señal característica de un sensor MAF.

Con multímetro o con osciloscopio en modo de voltímetro gráfico se comprueba los voltajes para diferentes condiciones de funcionamiento del motor, para este caso como lo indica la siguiente tabla.

Tabla 5.3. Valores del sensor MAF para diferentes condiciones de funcionamiento del motor.

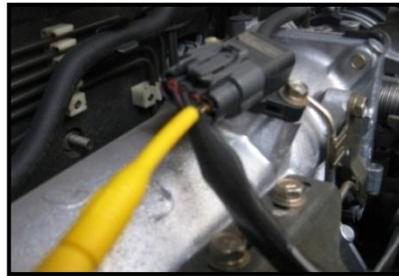
Condición	Voltaje
Contacto	0,64
Ralentí	1,1
Aceleración	3,2
Desaceleración	1,2

Fuente. Jorge E. Jiménez S.

**vii. SENSOR MAP.**

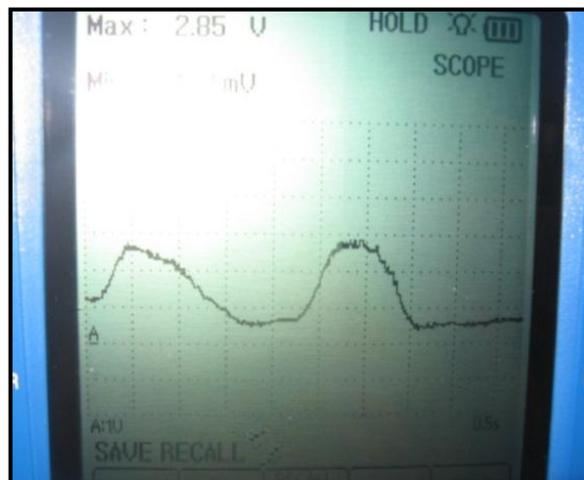
Para verificar el sensor MAP se ha realizado las comprobaciones en un vehículo Mitsubishi Lancer EVO VII.

Lo primero que se debe hacer es determinar el cable de señal del sensor, una vez localizado se procede a verificar la señal característica de este sensor con osciloscopio para ello es necesario variar la aceleración del motor en KOER (escalas: 1 V/d - 0,5 s/d).



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.18. Toma para la señal del sensor MAP.**



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.19. Señal característica de un sensor MAP.**

Con multímetro o con osciloscopio en modo de voltímetro gráfico se comprueba los voltajes para diferentes condiciones de funcionamiento del motor, para este caso como lo indica la siguiente tabla.

**Tabla 5.4. Valores del sensor MAP para diferentes condiciones de funcionamiento del motor.**

Condición	Voltaje
Contacto	2,87
Ralentí	1,33
Aceleración	3
Desaceleración	0,6

**Fuente.** Jorge E. Jiménez S.

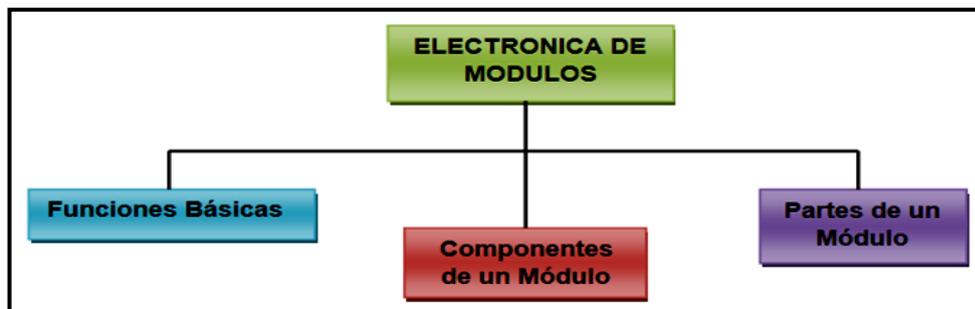
## b. ANÁLISIS DE LA ELECTRÓNICA DE MÓDULOS.



**Fuente:** Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.20. Módulo de control de la marca Renault.**

El análisis de los módulos de control se basa en tres campos de acción como lo muestra la siguiente figura:



**Fuente:** Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.21. Campos de análisis de la electrónica de módulos.**

## **i. FUNCIONES BÁSICAS.**

Las funciones de un módulo radican básicamente en el manejo y cálculo de la corriente. Todos los componentes de un módulo son atravesados por electrones, la corriente eléctrica es el movimiento de estos electrones. Para este movimiento se hace necesaria una fuerza que los impulse (voltaje) y la cantidad de fuerza necesaria para impulsarlos depende del componente mismo, el cual puede ofrecer mucha o poca capacidad para que de acuerdo a esa fuerza aplicada circulen los electrones (resistencia), para ello es necesario tener en cuenta la Ley de Ohm.

## **ii. PARTES DE UN MÓDULO ELECTRÓNICO DE CONTROL.**

Un módulo de control como el PCM, está compuesto por una gran cantidad de circuitos y componentes, está compuesto por circuitos periféricos y circuitos de procesamiento, cada uno con sus componentes. Dentro de los circuitos periféricos podemos encontrar tres:

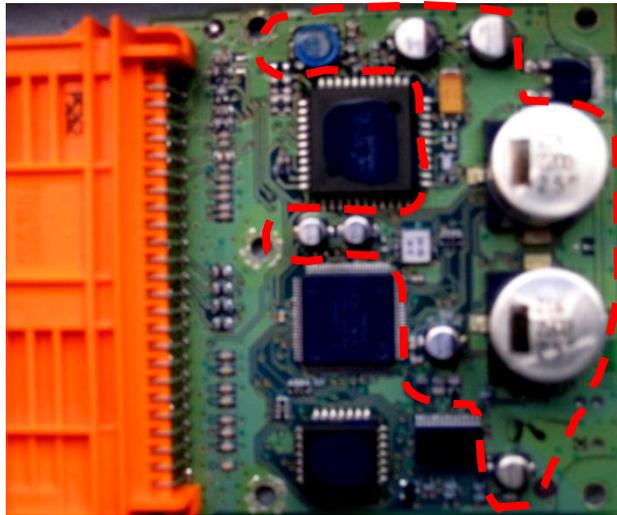
- **Circuito de alimentación o fuente.**

Este circuito está diseñado para mantener un nivel de tensión estable al interior del módulo.

Un circuito fuente está conformado por componentes que protegen, estabilizan y regulan los niveles de tensión y corriente, dentro de los elementos más usuales tenemos los siguientes:

- Diodos Rectificadores.
- Diodos Zenner.
- Condensadores.
- Reguladores de Tensión.
- Varistores.
- Resistencias.

En la siguiente figura se puede observar una fotografía de un circuito fuente.



**Fuente:** Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.22. Fotografía del circuito de alimentación de un módulo de control.**

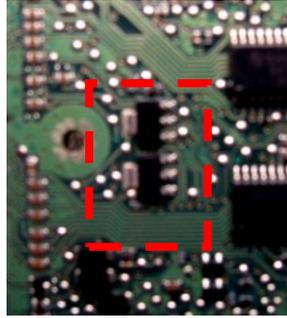
Se puede identificar un circuito fuente ya que siempre está cerca de los pines de conexión y además cuenta con los componentes de mayor tamaño de la placa puesto que manejan corrientes considerables.

- **Circuitos de control.**

Los circuitos de control están básicamente diseñados para controlar los actuadores como por ejemplo los inyectores, las bobinas, las válvulas de marcha mínima, los relevadores, entre otros, estos circuitos deben cumplir con requisitos de manejo de potencia

La corriente que se maneja en muchos de ellos alcanza los 5 Amperios y los voltajes operados pueden llegar a picos de hasta 400 voltios, dentro de los principales componentes que forman parte de estos circuitos tenemos:

- ✓ Transistores.
- ✓ Circuitos integrados de control (DRIVER'S).



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

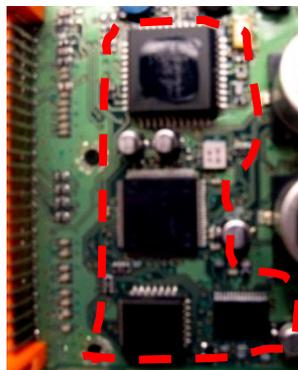
**Figura 5.23. Fotografía de un circuito de control de un módulo de control.**

En la figura superior se presenta un ejemplo de un circuito de control por medio de transistores MOSFET para bobinas de encendido de sistemas DIS.

Una de las características que podrían ayudar a identificar este tipo de circuitos es que siempre manejan pistas de gran tamaño y generalmente están dispuestos en lugares de fácil disipación de calor.

- **Circuito de procesamiento de datos.**

En esta parte del circuito encontramos la parte lógica y operacional del módulo en donde se encuentran almacenados los datos de funcionamiento (Memoria), y en donde existe un componente que es el encargado de operar todos los controles y señales del módulo (Procesador).



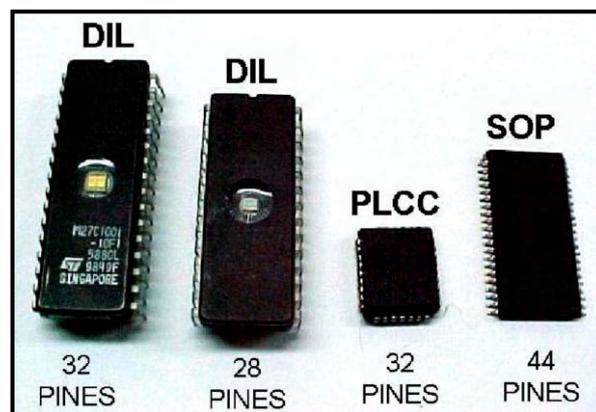
Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.24. Fotografía de un circuito de procesamiento de datos de un módulo de control.**

El procesador siempre se encuentra cercano a la memoria y cercano a éste se va a encontrar el cristal del procesador.

En algunos casos la memoria y el procesador se encuentran ubicados en un mismo componente a este arreglo se le denomina Microcontrolador.

- ✓ **Memorias.** Dentro de la gama de Memorias se pueden establecer tres grupos bien definidos:



Fuente: CISE Electrónica.

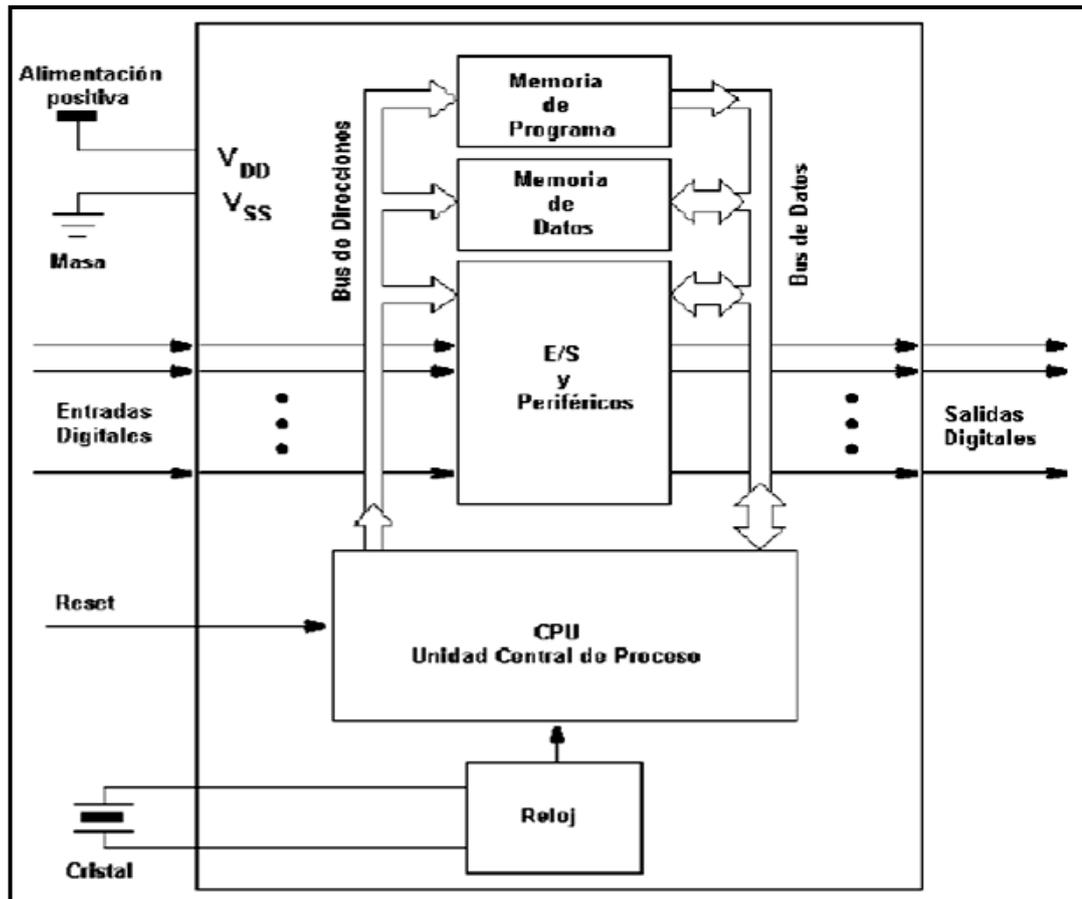
Figura 5.25. Grupos de Memorias.

- ✓ **Microcontroladores.** El Microcontrolador es una de las formas más básicas de un sistema con microprocesador, son simplemente ejecutores de instrucciones de propósito general.

Lo importante de un sistema con microprocesador, es un programa de instrucciones que son proporcionadas por un programador.

Un Microcontrolador incluye la CPU, la memoria, un oscilador del reloj, las E/S y otros periféricos en un solo circuito integrado.

Cuando algunos de estos elementos como las E/S o la memoria no están incluidos, al circuito integrado se le llama microprocesador.



Fuente: CISE Electrónica.

Figura 5.26. Estructura interna de un Microcontrolador.

### iii. COMPONENTES DE UN MÓDULO.

- **Componentes Pasivos.**

No amplifican sino que controlan la corriente, colaborando con el funcionamiento de los elementos activos.

Se pueden dividir en tres grandes grupos:

- Resistencias.
- Condensadores.
- Capacitores.

- **Componentes Activos.**

Son los conocidos *semiconductores*. Estos componentes tienen una gran virtud porque simplifican los circuitos, sus propiedades hacen que cambien sus características de operación como ningún otro material lo podría hacer, dentro de estos tenemos:

- Diodos.
- Diodos Rectificadores.
- Diodo Zenner.
- Diodo Led.
- Transistor BJT (bipolar).
- Transistor Darlington.
- Transistores de Efecto de Campo.
- Transistor MOSFET.
- Transistores IGBT.

### **c. ANÁLISIS DE SEÑALES PARA CORRIENTE PULSANTE.**

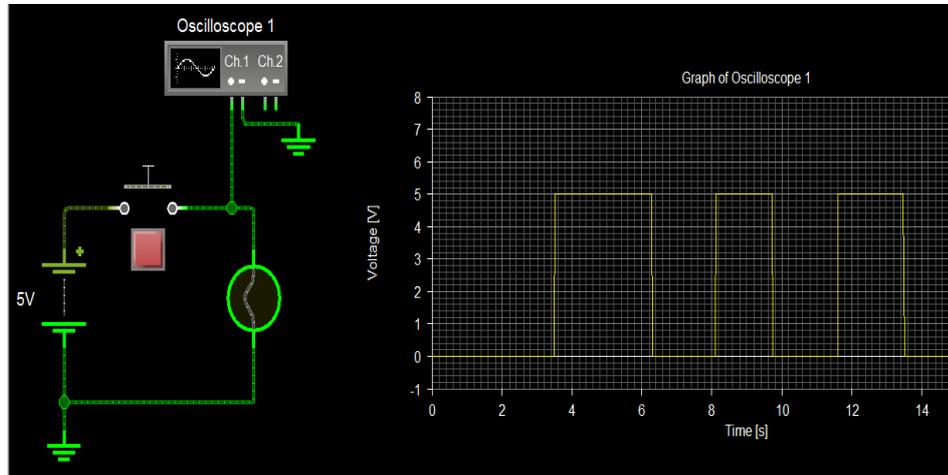
#### **i. CORRIENTE PULSANTE.**

Está compuesta por pulsos que pueden llegar como mínimo al valor de cero, por lo que se podría representar como electrones que se dirigen en un solo sentido a pulsaciones.

La corriente pulsante se debe medir con osciloscopio dado que el multímetro nos marca únicamente valores promedios (cambia de 0 a otro valor positivo).

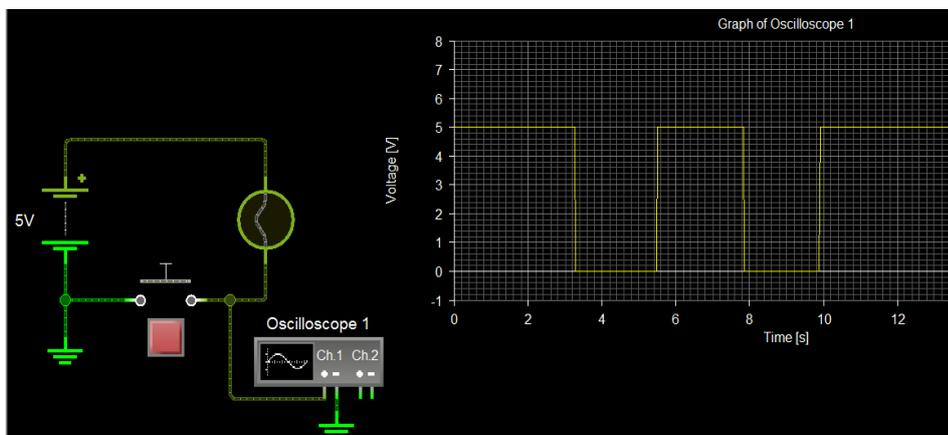
La corriente pulsante puede ser activada por positivo o negativo (generalmente por negativo en el área automotriz), es decir el elemento que controle a un actuador por medio de señal pulsante puede estar en la fase de alimentación (positivo permanente) del circuito o en la fase de masa (negativo permanente).

Las figuras siguientes muestran una conexión para cada caso (positivo y negativo) para generar una señal pulsante visualizada en osciloscopio.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

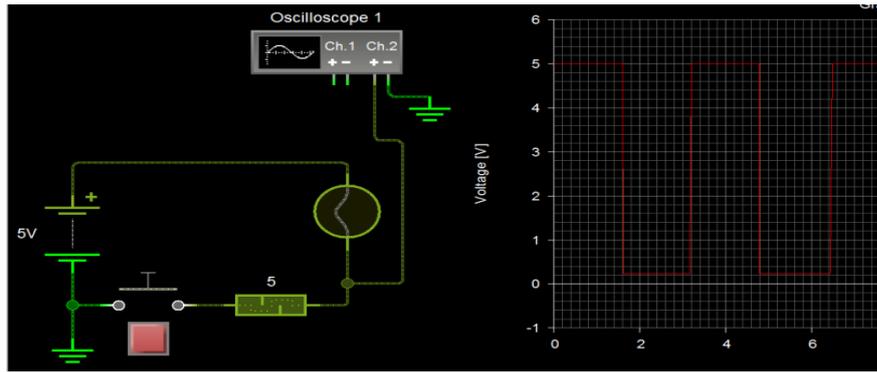
**Figura 5.27. Ejemplo de un circuito para generar corriente pulsante activada por positivo.**



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.28. Ejemplo de un circuito para generar corriente pulsante activada por negativo.**

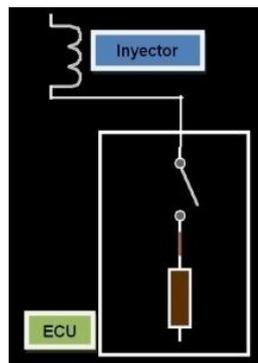
Como se observa en el oscilograma la tensión asume valores instantáneos de 5 voltios y de masa, pero si se midiera con multímetro, éste nos indicaría un valor promedio de aproximadamente 2,5 voltios. En la corriente pulsante pueden presentarse caídas de tensión por falsos contactos que además producen calor que hacen que la corriente no aterrice a cero sino que suba una pequeña cantidad como se muestra en la siguiente figura.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.29. Ejemplo de un circuito para generar una subida de masa en la señal pulsante.**

Continuando con lo que se refiere a corriente pulsante podemos decir que el PCM o ECU se comporta como un interruptor y una resistencia para generar una señal del tipo pulsante, por ejemplo para activar un inyector.



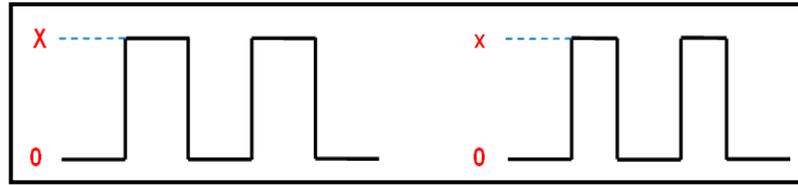
Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.30. Activación de un inyector por parte del PCM.**

A su vez la corriente pulsante se subdivide en:

- **Corriente Directa Pulsante.**

Es una corriente directa que cambia el voltaje de un estado alto a un estado bajo. Por ejemplo las ondas cuadradas (mismos intervalos altos y bajos) y rectangulares (intervalos altos y bajos diferentes).

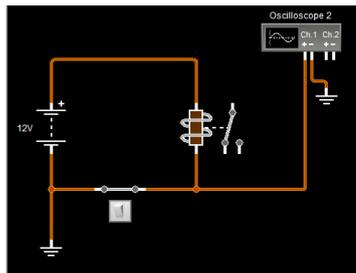


Fuente: CISE Electrónica.

Figura 5.31. Corriente pulsante cuadrada y rectangular.

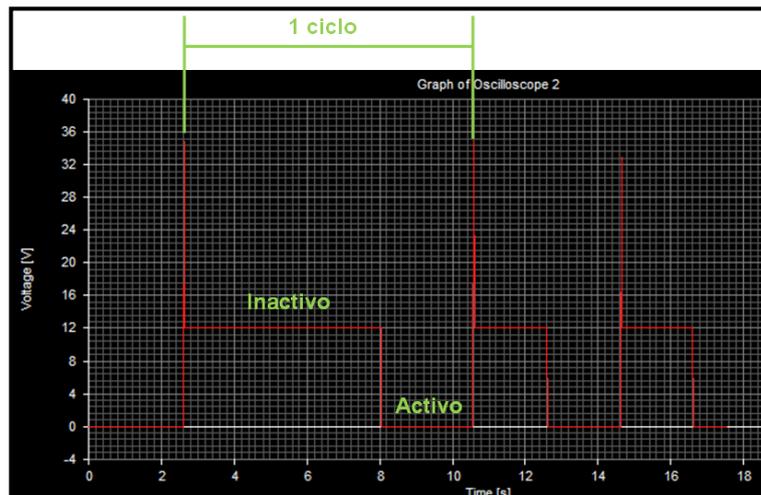
- **Señal Pulsante con Ciclo de Trabajo.**

En el control electrónico del motor encontramos varios sistemas que disponen de una modulación por ciclo de trabajo, esto es lo que se conoce como ciclo DUTY, para entender un poco este concepto relacionado con el ciclo de trabajo explicaremos el control de un relé activado por masa.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 5.32. Ejemplo de un circuito de control del ciclo de trabajo para un relé.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 5.33. Señal del ciclo de trabajo de un relé.

En la figura 5.33, una vez identificada la forma de trabajar del componente, se procede a reconocer la parte activa, la parte inactiva así como el tiempo total (período-ciclo). Entonces para calcular el ciclo de trabajo se tiene que:

**Ec. 5.1. Fórmula del Ciclo de Trabajo (DUTY).**

$$\text{Ciclo de Trabajo (DUTY)} = \frac{\text{Parte Activa}}{\text{Tiempo total}} \times 100\%$$

**Fuente:** CISE Electrónica.

Si se observa en el oscilograma cada casilla equivale a 10 ms, entonces el tiempo total del ciclo (señalado de color verde) sería de 400 ms.

$$\text{Ciclo de Trabajo} = \frac{130 \text{ ms}}{400 \text{ ms}} \times 100 \%$$

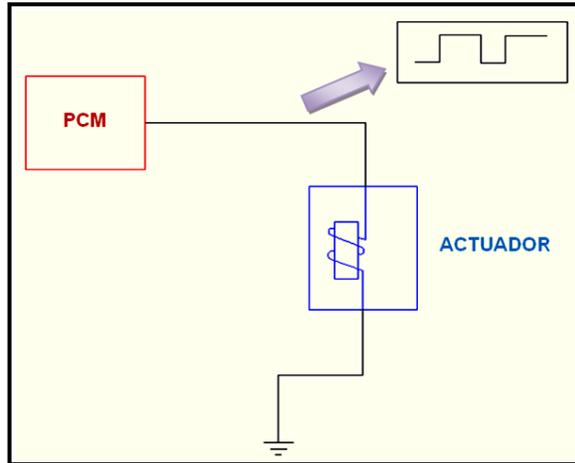
$$\text{Ciclo de Trabajo} = 32,5 \%$$

Ahora dependiendo de las condiciones de operación el PCM tendrá que disponer de un ciclo de trabajo diferente.

**ii. SEÑAL PWM.**

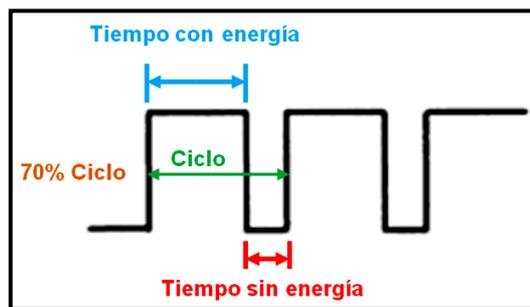
PWM, **P**ulse **W**idth **M**odulation (Modulación por ancho de pulso), permite modificar el ciclo de trabajo (ciclo DUTY) de una señal periódica, por ejemplo la señal de activación para un actuador. Es decir, puede variarse el tiempo de activación. Este ciclo de trabajo es controlado por el PCM mediante modulación del ancho de pulso (PWM), también llamado ciclo de trabajo variable.

A continuación se presenta un ejemplo del caso, para una activación de un actuador por positivo. Por ejemplo si tenemos una señal de activación, el ancho de pulso el PCM o ECU lo controla por positivo, es decir la duración de la activación es por positivo.



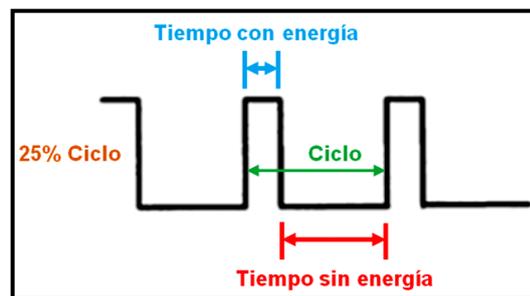
Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 5.34. Ejemplo de un circuito para señal de activación por PWM para un actuador.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 5.35. Ejemplo de señales PWM para un actuador (1).



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 5.36. Ejemplo de señales PWM para un actuador (2).

Entonces como vemos ésta es una técnica del PCM, con la que se modifica el ciclo de trabajo de una señal periódica.

Se podría determinar el ciclo de trabajo en este tipo de señales, pero representaría simplemente un valor instantáneo.

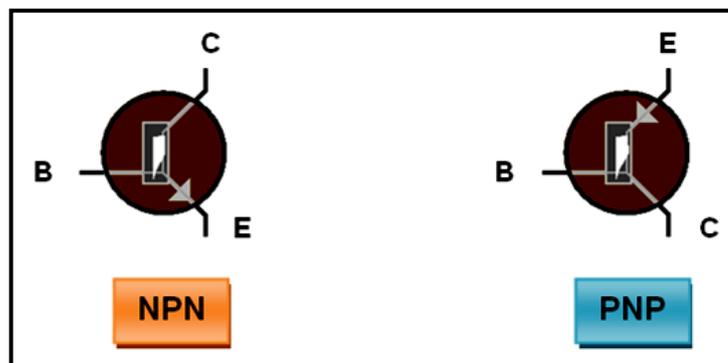
#### d. ANÁLISIS DE LOS TRANSISTORES DE POTENCIA.

Las características especiales son las altas tensiones e intensidades que tienen que soportar y, por tanto, las altas potencias a disipar.

Existen tres tipos de transistores de potencia:

- Bipolar de juntura (BJT).
- Unipolar o FET (Transistor de Efecto de Campo).
- IGBT.

#### i. TRANSISTORES BIPOLARES (BJT).



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

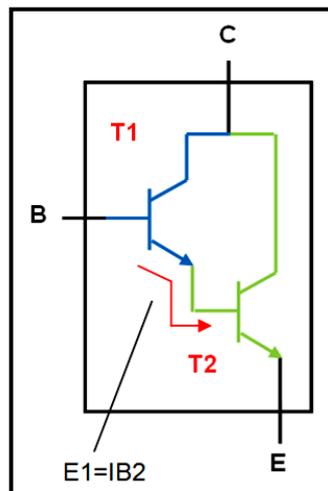
Figura 5.37. Tipos de transistores BJT.

Se debe conocer una serie de valores máximos de tensiones, corrientes y potencias que no se deben sobrepasar para no dañar el transistor. El parámetro de la potencia disipada por el transistor es crítico con la variación de la temperatura, ésta potencia disminuye a medida que crece el valor de la temperatura (inversamente proporcional). Todos estos valores críticos los proporcionan los fabricantes en las hojas de características de los distintos dispositivos conocidos como Datasheets.

En el caso de este tipo de transistores la capacidad de conmutación es baja comparada con los transistores de compuerta aislada. Un transistor de este tipo comúnmente llevará entre sus terminales una corriente normal de 1 Amper y tensiones de 60 voltios (no útil para controlar negativo de una bobina DIS).

- **Transistor Darlington.**

Se lo puede definir como dos transistores BJT unidos, que se conectan en cascada, obteniendo así más capacidad de conmutación de corriente, es un tipo especial de transistor que tiene una alta ganancia de corriente.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.38. Estructura interna e identificación de pines del transistor Darlington.**

El transistor  $T_1$  entrega la corriente que sale por su emisor a la base del transistor  $T_2$ . La ecuación de ganancia de un transistor BJT es:

**Ec. 5.2. Ecuación de ganancia del transistor TBJ.**

$$I_E = \Delta \times I_B$$

Fuente: CISE Electrónica.

Donde:

$I_E$  = Corriente del emisor.

$\Delta$  = Ganancia.

$I_B$  = Corriente de base.

Entonces analizando la figura 5.38. La ecuación del primer transistor es:

$$I_{E1} = \Delta_1 \times I_{B1} \text{ (1)},$$

La ecuación del segundo transistor es:

$$I_{E2} = \Delta_2 \times I_{B2} \text{ (2)}$$

Observando la figura, la corriente del emisor del transistor  $T_1$  es la misma que la corriente de la base del transistor  $T_2$ . Entonces:

$$I_{E1} = I_{B2} \text{ (3)}$$

Entonces utilizando la ecuación (2) y la ecuación (3) se obtiene:

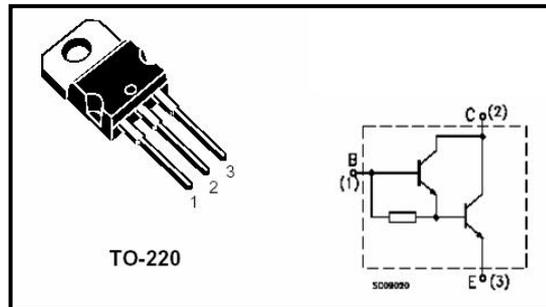
$$I_{E2} = \Delta_2 \times I_{B2} = \Delta_2 \times I_{E1}$$

Remplazando en la ecuación anterior el valor de  $I_{E1}$  (ver ecuación (1)) se obtiene la ecuación final de ganancia del transistor Darlington.

$$I_{E2} = \Delta_2 \times \Delta_1 \times I_{B1}$$

Algo importante es la caída de tensión entre la base y el emisor del transistor Darlington que es 1,4 voltios, que resulta de la suma de las caídas de tensión de base a emisor del primer transistor  $B_1$  a  $E_1$  (0,7 voltios) y base a emisor del segundo transistor  $B_2$  y  $E_2$  (0,7 voltios). En los manuales de

componentes podemos encontrar una representación para este transistor como lo muestra la figura siguiente:



Fuente: CISE Electrónica.

Figura 5.39. Representación en manuales de un transistor Darlington.

En el caso de requerir las propiedades y parámetros normales de operación un catálogo (Datasheet) provee ésta información, los valores máximos para sus parámetros de funcionamiento.

En la tabla siguiente se muestra una referencia específica de un transistor Darlington.

Tabla 5.5. Datasheet para un transistor Darlington.

Symbol	Parameter	Value	Unit
$V_{CES}$	Collector-Emitter Voltage ( $V_{BE} = 0$ )	500	V
$V_{CEO}$	Collector-Emitter Voltage ( $I_B = 0$ )	350	V
$V_{EBO}$	Emitir-Base Voltage ( $I_C = 0$ )	5	V
$I_C$	Collector Current	4	A
$I_{CM}$	Collector Peak Current	8	A
$I_B$	Base Current	0,5	A
$I_{BM}$	Base Peak Current	2,5	A
$P_{or}$	Total Dissipation at $T_C \leq 25 \text{ }^\circ\text{C}$	30	W
$P_{est}$	Storage Temperature	-65 to 175	$^\circ\text{C}$
$T_1$	Max. Operation Junction Temperature	175	$^\circ\text{C}$

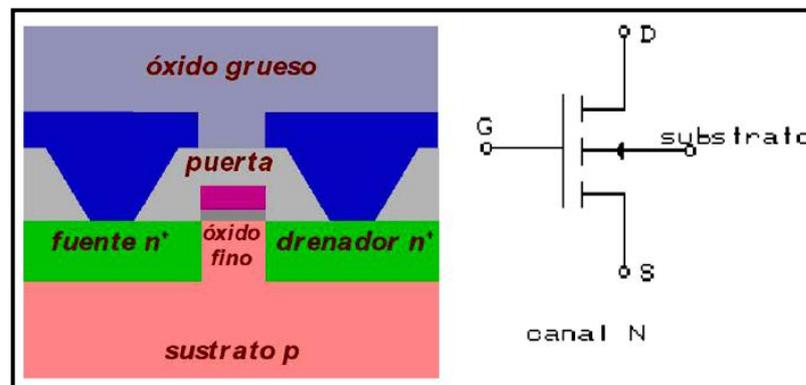
Fuente: CISE Electrónica.

## ii. TRANSISTORES UNIPOLARES DE EFECTO DE CAMPO (JFET).

FET, **F**ield **E**ffect **T**ransistor (transistor de efecto de campo), llamados también de compuerta aislada, es un dispositivo de tres pines, el cual se emplea para una variedad de aplicaciones que coinciden en algunas con el transistor BJT.

La diferencia principal radica en que el transistor BJT es controlado por corriente, mientras que el transistor JFET es un dispositivo controlado por voltaje. En otras palabras, la corriente  $I_C$  es una función directa del nivel de  $I_B$ . Pero para el JFET la corriente  $I_D$  es una función del voltaje  $V_{GS}$  que se aplica a la entrada del circuito.

Así como hay transistores bipolares NPN y PNP, existen transistores de efecto de campo de *canal-n* y *canal-p*. Para el transistor JFET el tipo *canal-n* aparecerá como el predominante en módulos especialmente en el PCM. La constitución básica del JFET de *canal-n* se muestra en la siguiente figura.



Fuente: CISE Electrónica.

Figura 5.40. Composición interna y símbolo de un transistor JFET.

El extremo superior del canal tipo n, se conecta mediante contacto óhmico a la terminal denominada como drenaje (drain) (**D**), mientras que el extremo inferior del mismo material se conecta por medio de contacto óhmico a la terminal llamada la fuente (source) (**S**). Los dos materiales tipo p se

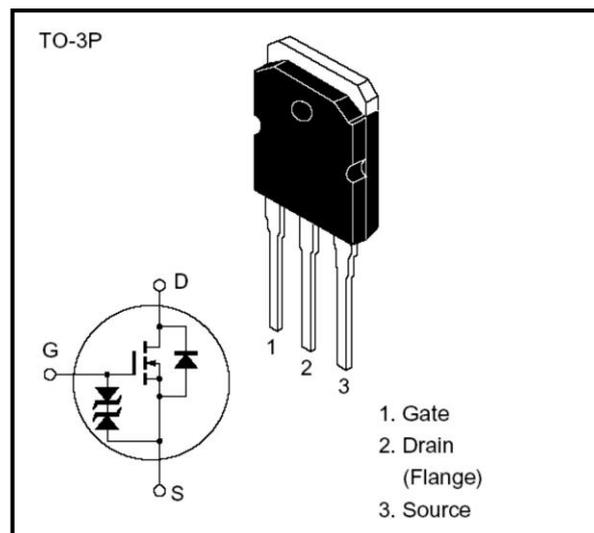
encuentran conectados juntos y al mismo tiempo hacia la terminal de compuerta (gate) (**G**).

Estos transistores permiten a los módulos controlar cada vez más los circuitos con altas corrientes, a éste efecto se le denomina ganancia, en el momento del diagnóstico de uno de estos componentes podemos encontrar que no existe caída de tensión en la excitación de su base.

Presentando generalmente voltajes cercanos a 5 voltios (a veces 10 voltios) a través siempre de una resistencia.

- **Transistor MOSFET.**

MOSFET. **M**: Metal, **O**: Óxido, **S**: Semiconductor. Es el principal de los transistores JFET. En la siguiente figura se observa la presentación comercial donde se aprecia la denominación de sus terminales y también su configuración externa donde es importante recalcar la característica de compuerta aislada, el encapsulado en el caso Automotriz es tipo *TO 220 – 200 – 2P – 3P*.



Fuente: CISE Electrónica.

Figura 5.41. Composición interna y forma externa de un transistor MOSFET.

La siguiente tabla (Datasheet) presenta una especificación general para este tipo de transistor. El valor de corriente máximo y pulsante entre Drain–Source, y el voltaje máximo soportado en estos terminales.

**Tabla 5.6. Datasheet para un transistor MOSFET.**

Item		Symbol	Ratings	Unit
Drain to source voltage	2SK1517	$V_{DSS}$	450	V
	2SK1518		500	
Gate to source voltage		$V_{GSS}$	$\pm 30$	V
Drain current		$I_D$	20	A
Drain peak current		$I_{D(PULSE)}$ <sup>*1</sup>	80	A
Body to drain diode reverse drain current		$I_{DR}$	20	A
Channel dissipation		$PH^{*2}$	120	W
Channel temperature		SCH	150	°C
Storage temperature		Test	-55 to +150	°C
Notes: 1. $PW \leq 10 \mu s$ , duty cycle $\leq 1\%$ 2. Value at $T_C = 25 \text{ }^\circ\text{C}$				

**Fuente:** CISE Electrónica.

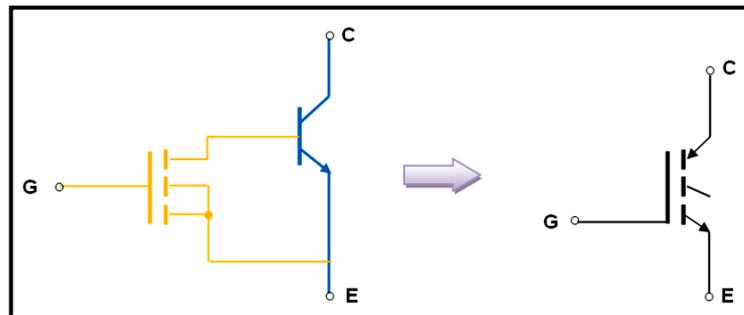
En condiciones normales puede comandar 20 amperios y una conmutación pulsante de hasta 80 amperios, y en la tensión D – S sin problemas puede comandar 450 voltios, por consiguiente un *sistema de encendido DIS podría ser activado por este tipo de componente*, en la figura 5.41 se puede apreciar que el montaje del componente es de tipo superficial (SMD).

### **iii. TRANSISTORES IGBT.**

IGBT, Insulated **G**ate **B**ipolar **T**ransistor (transistor bipolar de puerta aislada), es utilizado cada vez más en el área automotriz, donde la conmutación de altas corrientes es un requisito importantísimo, este tipo de transistores es la combinación de un transistor MOSFET y un transistor BJT.

En la excitación se utiliza una compuerta aislada tipo MOSFET con lo cual se controla la conmutación por tensión. Mientras que la llave electrónica usa

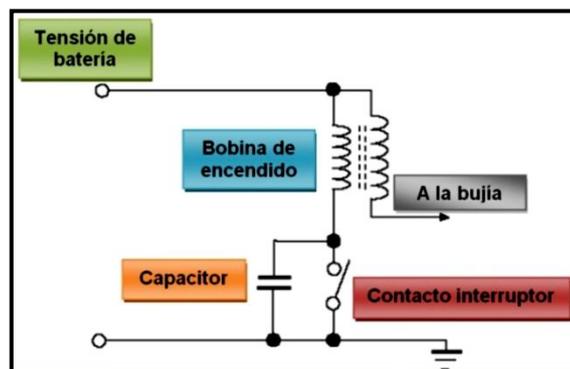
la parte bipolar ya que la caída de tensión es constante, independiente de la cantidad de corriente que conmute. Se tendrá Gate en la excitación, y como se tiene un bipolar en la llave electrónica ahí se tendrá Colector para la fuente y Emisor para el circuito a conmutar, en la siguiente figura se puede apreciar este arreglo.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.42. Composición interna y símbolo de un transistor IGBT.**

En el área automotriz una de las cargas más complicadas para operar por parte de estos transistores son las cargas inductivas características de los sistemas de encendido DIS.

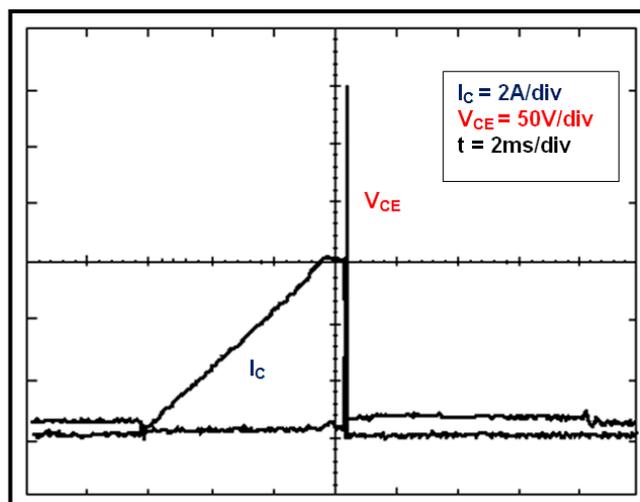


Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.43. Ubicación de un transistor IGBT en el circuito de encendido DIS.**

La corriente que circula tiene una característica interesante porque aumenta a medida que aumenta el tiempo de cierre a masa, lo que trae consigo que el transistor tenga una muy eficiente conducción de lo contrario se arruinaría.

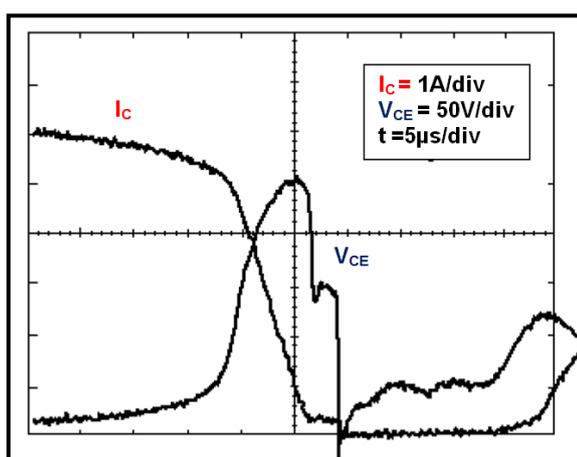
El oscilograma de la figura 5.44 muestra esta afirmación.



Fuente: CISE Electrónica.

**Figura 5.44. Comportamiento de la tensión y la corriente en un transistor IGBT dentro de un sistema de encendido DIS (1).**

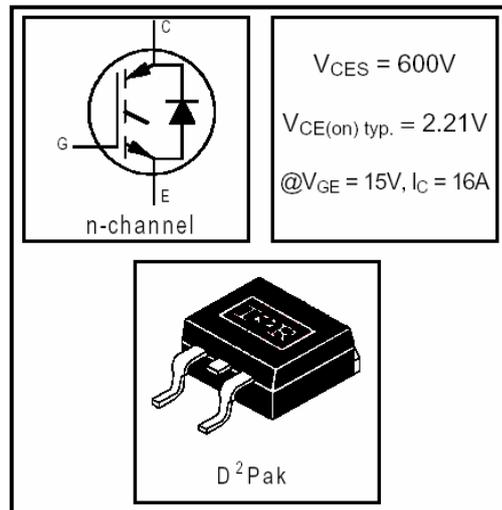
En el momento del corte de la corriente se presenta un efecto de elevación de tensión, el pico inductivo de la tensión podría perjudicar una juntura débil de un transistor, se podría decir que en el momento que se presenta el pico inductivo es como si se tuviese un diodo polarizado de forma inversa. Este valor es el punto importante para realizar la selección del transistor. En la figura siguiente se muestra este fenómeno en donde a medida que la corriente va disminuyendo el pico de tensión crece.



Fuente: CISE Electrónica.

**Figura 5.45. Comportamiento de la tensión y la corriente en un transistor IGBT dentro de un sistema de encendido DIS (2).**

Estos valores se encuentran en la respectiva tabla (Datasheets) de los fabricantes, en la figura siguiente se muestra la identificación de los pines y los valores máximos que soporta este tipo de transistor.



Fuente: CISE Electrónica.

**Figura 5.46. Identificación de pines y valores máximos de un transistor IGBT.**

**Tabla 5.7. Datasheet de valores de corrientes máxima del transistor IGBT.**

$I_C @ T_C = 100^\circ C$	Continuous Collector Current	16 A
$I_{CM}$	Pulsed Collector Current (1)	58 A
$I_{LM}$	Clamped Inductive Load Current (2)	58 A

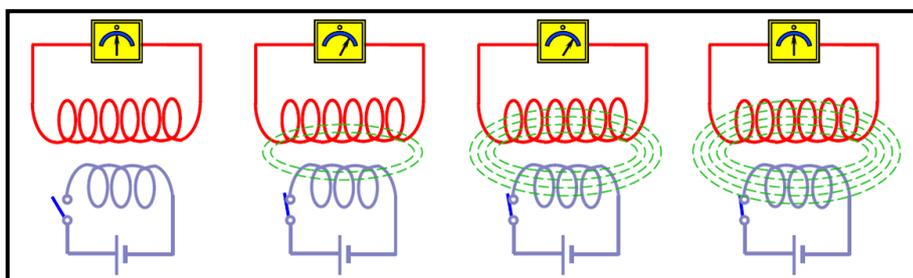
Fuente: CISE Electrónica.

Aunque la corriente continua sea de 16 amperios, la corriente pulsante máxima es de 58 amperios, en el área automotriz la mayoría de consumos altos (por PCM), se da por corrientes que pulsan a alta frecuencia.

#### **e. ANÁLISIS DEL PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE LA BOBINA DE ENCENDIDO DE LOS SISTEMAS DIS.**

Supongamos un circuito formado por dos solenoides, el primero, al que denominamos *devanado primario*, alimentado por una batería y el segundo,

al que denominamos *devanado secundario*, cerrado por un amperímetro, como lo indica la siguiente figura.

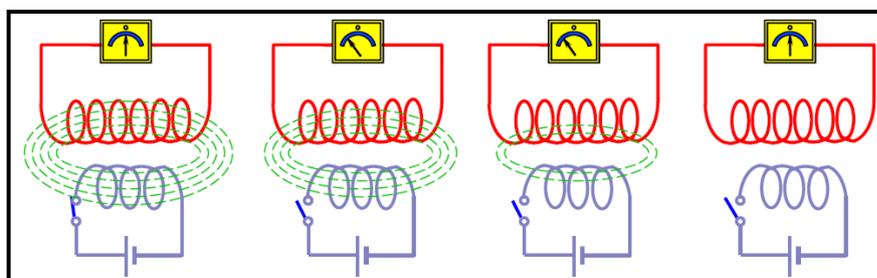


**Fuente:** <http://mgallegosantos.files.wordpress.com/2009/01/encendido.pdf>.

**Figura 5.47. Funcionamiento de la bobina de encendido DIS (1).**

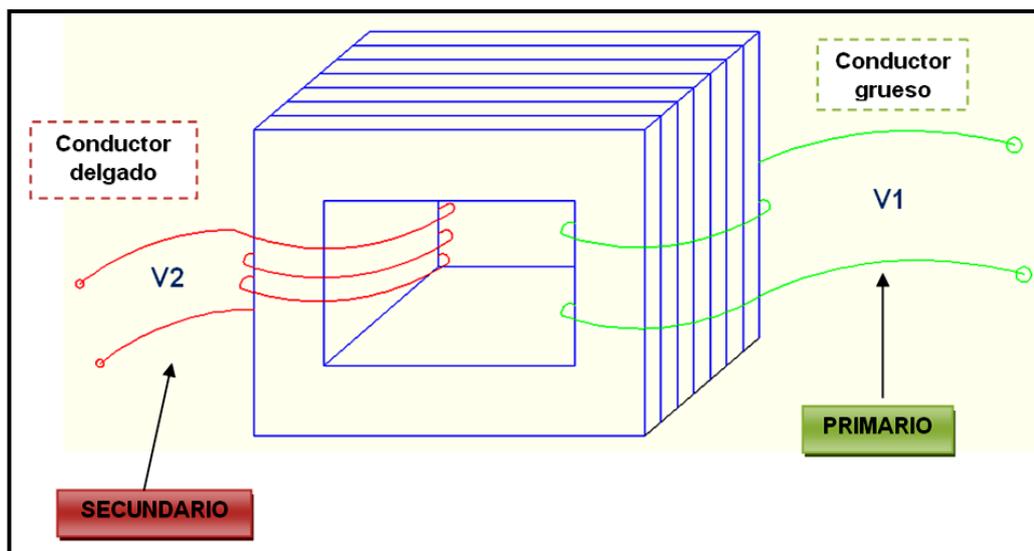
Si se cierra el interruptor, la corriente circula por el devanado primario y el flujo magnético en crecimiento corta el devanado secundario e induce en él una f.e.m. (fuerza electromotriz) provocando que se genere en él una corriente eléctrica.

Una vez que el flujo magnético se encuentre completamente expandido (en su valor máximo), no hay variación de flujo en el secundario, por lo tanto la corriente inducida en éste es cero. Cuando se abre el interruptor, el campo magnético desaparece, dando lugar a la aparición de una nueva f.e.m., provocando una corriente eléctrica que se genera en sentido contrario a la anterior, y que es la alta tensión que llega a la bujía, una vez que el flujo magnético desaparece por completo, no hay variación de flujo en el devanado secundario, por lo tanto la corriente es cero.



**Fuente:** <http://mgallegosantos.files.wordpress.com/2009/01/encendido.pdf>.

**Figura 5.48. Funcionamiento de la bobina de encendido DIS (2).**



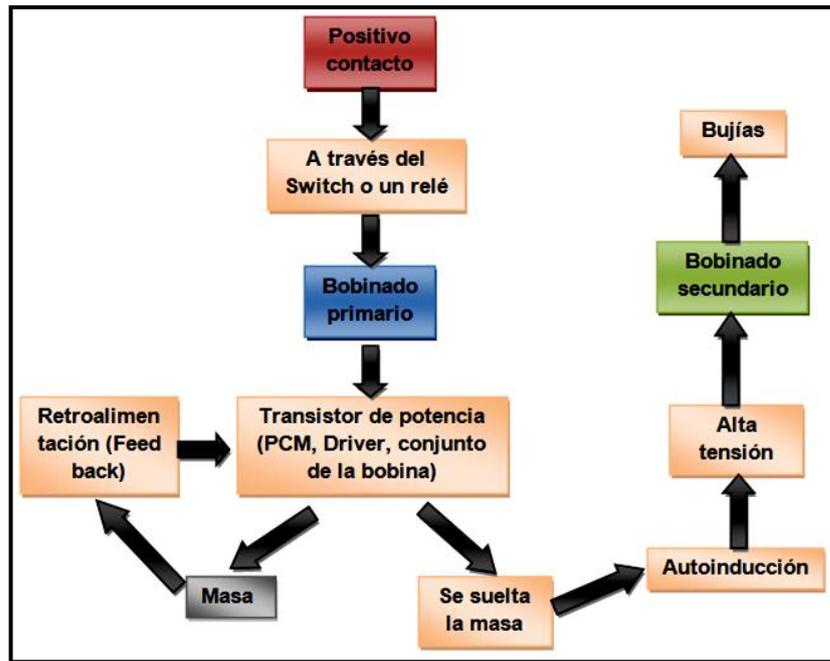
Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 5.49. Estructura interna de una bobina de encendido DIS.

Resumiendo lo antes explicado tenemos que la bobina de un sistema DIS es un autotransformador elevador de tensión, en la figura superior se tiene que  $V_2$  (devanado secundario) es mayor que el  $V_1$  (devanado primario).

La bobina de los sistemas DIS es lo que se llama un *transformador puro*, la activación del primario de la bobina viene dado por positivo de contacto o por un relé de protección del interruptor de encendido, mientras que el PCM es quien se encarga de colocar masa al negativo del primario de la bobina mediante un transistor de potencia, el cual puede pertenecer al mismo PCM o formar parte del conjunto de la bobina de encendido, en un Driver del PCM, o en un módulo externo llamado "Igniter".

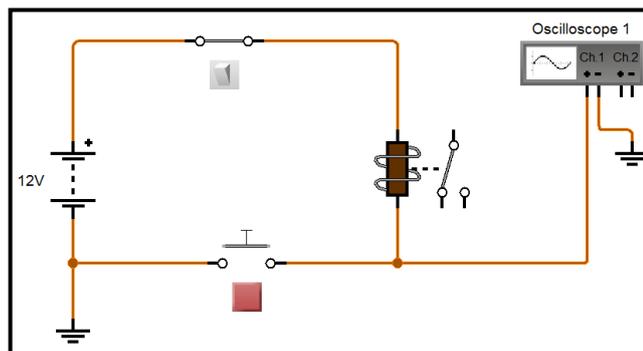
La figura 5.50 muestra cómo es el comportamiento del circuito primario de un sistema de encendido DIS, es un diagrama de bloques de componentes y funcionamiento general de un sistema de encendido de última generación.

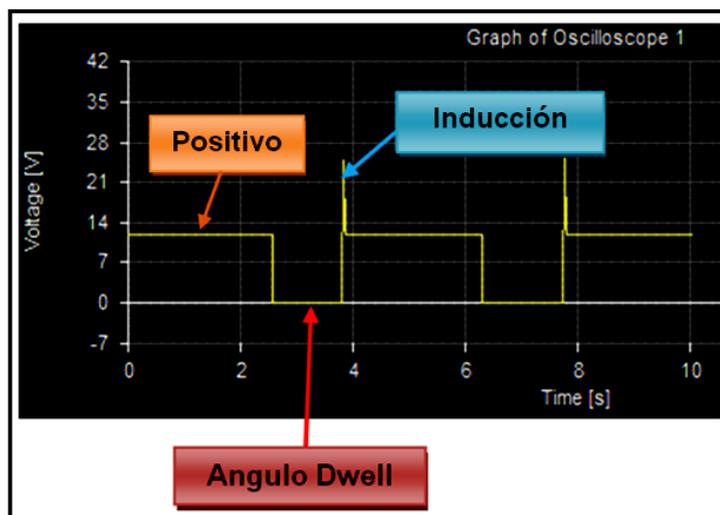


Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 5.50. Diagrama de bloques del funcionamiento del circuito primario de un sistema DIS.

El tiempo que permanece aterrizada a masa la corriente del circuito primario de la bobina es el conocido porcentaje DWELL, (antes denominado ángulo DWELL), este tiempo que se demora la masa en el primario de la bobina logra saturar dicho devanado, y una vez que el PCM suelta esta masa se genera la inducción del devanado secundario y la generación de la alta tensión. Si hacemos un ejemplo simulando con un relé, que en realidad es un bobinado, y un pulsador haciendo las veces de un transistor, tenemos en la siguiente figura el oscilograma de la saturación de la bobina, y el antes explicado porcentaje DWELL.





Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.51. Ejemplo de circuito y oscilograma básico del sistema de encendido.**

Si se analiza la figura superior encontraremos que cuando no se tiene pulso a masa se encuentra una línea positiva que debe tener el voltaje del sistema de carga (parte naranja), este positivo que se tiene pasa a través del devanado primario. Una vez que el PCM determina que es necesario colocar masa, o sea realizar la saturación de la bobina, ésta línea baja a un estado de 0 voltios (masa). El tiempo que la bobina se encuentre a masa en su primario se muestra con color rojo que viene a ser la saturación o el mencionado porcentaje DWELL.

La saturación es muy importante porque determina qué tan bien va a quedar cargada la bobina y cambia de acuerdo a cada nivel de revoluciones y de carga del motor.

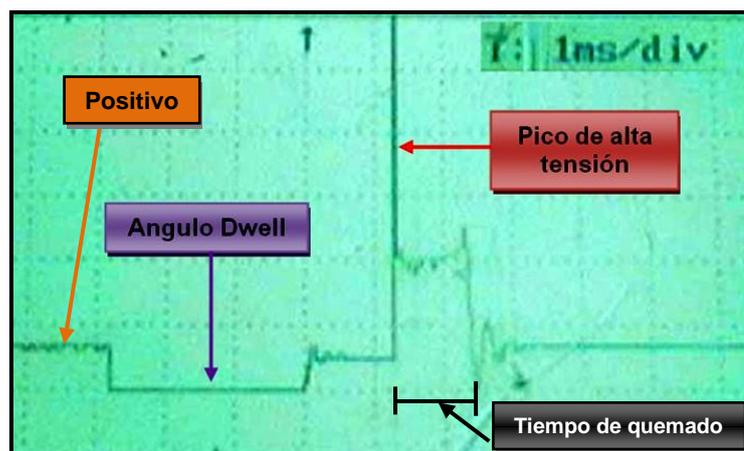
Esta saturación se ve sacrificada en altas revoluciones, por lo cual el sistema está diseñado para que en alto régimen se tenga una correcta saturación.

Esto se da cuando se carga completamente la bobina, ahora como en bajas revoluciones se cuenta con mucho más tiempo para esta operación es necesario acortar esta saturación. Por eso en algunos casos se encuentran limitaciones de corrientes en bajas revoluciones.

Es decir en bajas vueltas del motor el PCM limita la corriente en la bobina, pero en altas vueltas corta esta estrategia, puesto que ya es necesario utilizar hasta el más mínimo instante para que se cargue la bobina.

Una vez que se *suelta* la masa que es colocada por un transistor, se genera un fenómeno de inducción magnética, es en ese instante en que se comenzará a producir la chispa en la bujía. En el devanado primario vamos a encontrar que seguido del porcentaje DWELL o saturación de la bobina, se tendrá un pico producto de esta inducción (color celeste), de la figura 5.51.

La figura siguiente que es un oscilograma real del sistema de encendido DIS muestra la interpretación de la limitación de la corriente para la bobina de encendido.



Fuente: CISE Electrónica.

**Figura 5.52. Limitación de corriente por parte del PCM a la bobina de encendido.**

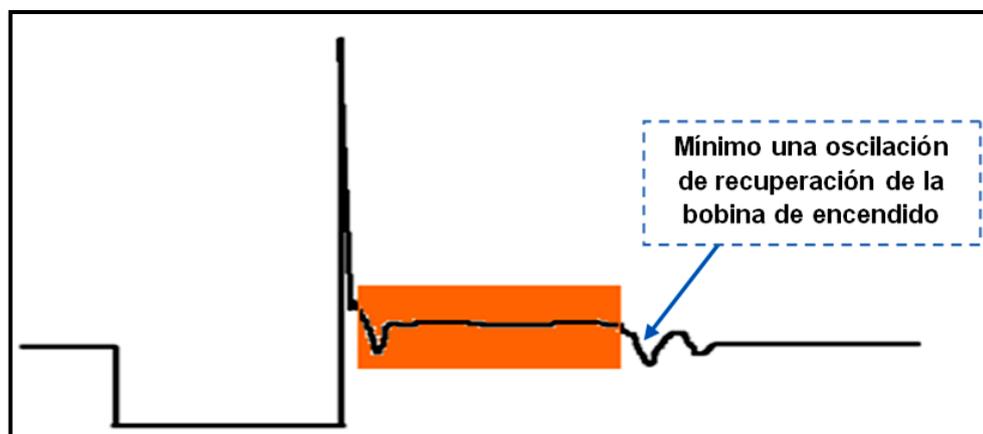
En la figura superior se observa que seguido del porcentaje DWELL, el cual es de aproximadamente unos 3 ms, se da un corte de masa, ésta es una limitación de corriente por parte del PCM o de un módulo de encendido (Igniter).

Una vez que se suelta completamente la masa se genera un pico de extra tensión que llega a valores generalmente de hasta 500 V, para el ejemplo, la buena condición de este pico determina una buena operación del sistema.

Este fenómeno se presenta de forma similar tanto en el devanado primario como en el secundario, solo que en el secundario son multiplicados los valores de voltaje y divididos los valores de corriente.

Seguido del pico de extra tensión es cuando en el secundario se alcanza gran tensión para vencer la resistencia del espacio entre los electrodos de la bujía al nivel de presión de la cámara de combustión (GAP).

El tiempo que dure fluyendo la chispa entre los electrodos de la bujía, se conoce como *tiempo de quemado*. En la siguiente figura podemos apreciar esta afirmación:

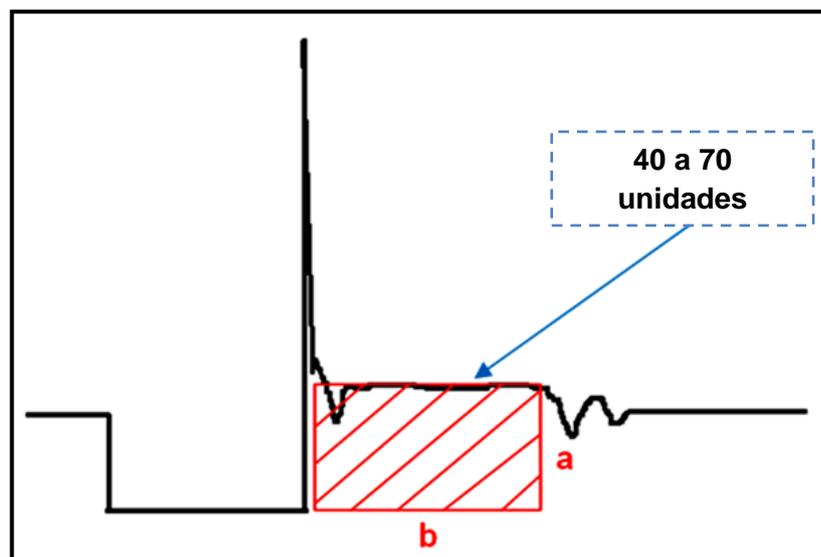


Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 5.53. Tiempo de quemado en el oscilograma de encendido.

Toda la parte sombreada con color naranja es el tiempo de quemado, éste debe encontrarse dentro de valores muy precisos determinados por cada fabricante, generalmente a nivel de 3000 RPM este tiempo se debe encontrar entre 1 - 2 ms, y en máxima aceleración no menor a 0,8 ms de lo contrario es necesario analizar lo que pasa con las bujías y la separación de los electrodos.

Seguido del tiempo de quemado se encuentra unas pequeñas ondulaciones las cuales se llaman oscilaciones de la bobina (mínimo una), éstas indican que la bobina todavía presenta carga almacenada y son una buena demostración de su buen estado. La ausencia de estas oscilaciones indica deterioro de los devanados de la bobina de encendido. Además en los sistemas de encendido es necesario analizar la cantidad de energía que se está generando por parte de la bobina, esto simplemente se hace calculando el área señalada como lo indica la siguiente figura.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 5.54. Energía generada en la bobina de encendido.

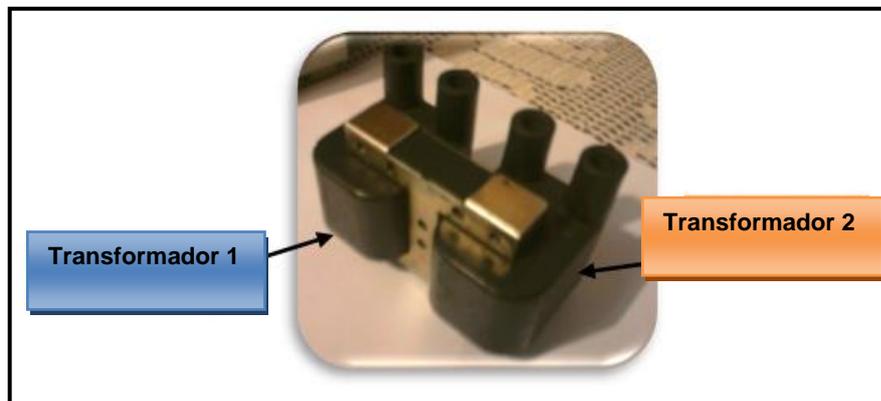
Si se analiza el área sombreada (rojo) tenemos que **a** es el valor de voltaje durante el tiempo de quemado, y **b** es el tiempo de quemado.

Entonces para sacar el área simplemente debemos multiplicar el valor numérico (no tomar en cuenta las unidades) de ambos parámetros es decir  $A = a \times b$ .

Este valor obtenido debe encontrarse en el rango de 40 a 70 unidades en ralentí lo que indica que existe buena energía, y si no es este el caso se debe realizar una inspección ya que debe existir algún inconveniente ya sea en el cableado o en la misma bobina de encendido.

### 5.1.5. SISTEMA DIS CHISPA PERDIDA.

El sistema Chispa Perdida es el primero de los tres tipos de encendido a analizar y que está dentro de los sistemas DIS (Distributorless Ignition System), por haber sido el primer sistema en obviar el distribuidor, lo encontramos en muchas bibliografías (caso Chevrolet por ejemplo) que a éste sistema se lo denomina y se lo conoce simplemente como sistema DIS, pero como se aclara en esta investigación éste sistema es uno de los tres tipos de sistemas de encendido sin distribuidor (DIS) que existen.



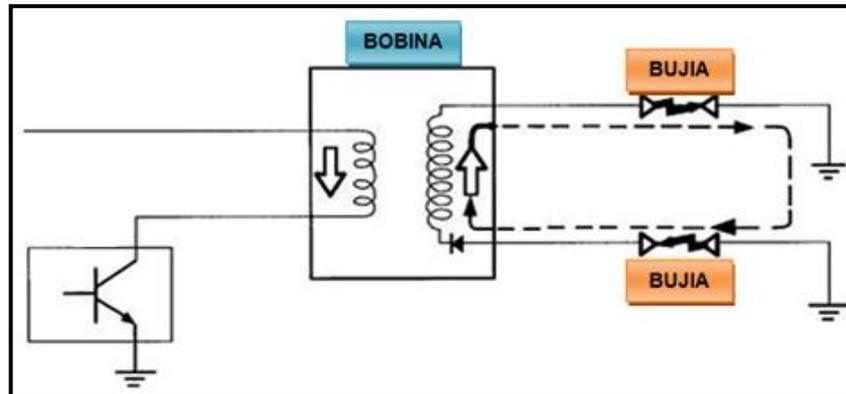
Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.55. Bobina DIS Chispa Perdida doble (Rochester) de un motor de 4 cilindros.**

En este tipo de sistema se presenta un fenómeno por el cual la corriente en el secundario pasa a través de *dos bujías al mismo tiempo*, por ello en una parte del circuito la corriente es ascendente y en el otro es descendente, la disposición de los cables de alta tensión hace que cada vez que se genere la alta tensión, ésta se aproveche únicamente en el cilindro que se encuentre en el tiempo de compresión, mientras que en el otro cilindro esta chispa salta sin ningún efecto, por esta razón el sistema recibe el nombre de Chispa Perdida.

En las bobinas del sistema DIS Chispa Perdida, se presenta la activación y desactivación del circuito primario, y en el secundario se tiene un circuito que pasa por dos cilindros al mismo tiempo. Cada fabricante dispone de la

ubicación de las bobinas, éstas pueden venir contenidas en un solo cuerpo, o pueden estar dispuestas en paquetes individuales.



Fuente: CISE Electrónica.

Figura 5.56. Funcionamiento de la bobina DIS Chispa Perdida.

En este sistema de encendido la corriente eléctrica hace que en una bujía la chispa salte del electrodo central al electrodo de masa, y al mismo tiempo en la otra bujía la chispa salte del electrodo de masa al electrodo central. El circuito primario se encuentra colocado permanente a positivo, este positivo proviene directamente del interruptor de encendido, o en algunos casos desde un relé.

Este relé provee el positivo de una manera más firme puesto que evita las caídas de tensión desde la batería hasta la bobina que a veces ocurren cuando la corriente pasa por un interruptor de encendido.

Luego se tiene la activación y desactivación del primario que es dada por una masa que la coloca un transistor de potencia o un circuito integrado que cumpla esta función (Driver), que puede estar dentro del PCM, en el cuerpo mismo de las bobinas, o en un "Igniter", esto es lo que también se llama la etapa de potencia del sistema de encendido. Lo que permite calcular el momento exacto para generar la activación y desactivación del circuito primario, estará dado por la respectiva posición del sensor CKP. La duración

y avance de este pulso dependen de la respectiva carga y condiciones de operación del motor.

Entonces si analizamos por ejemplo un motor de 4 cilindros, con orden de encendido 1-3-4-2, con una bobina doble (2 transformadores) para los cilindros 1-4 y 2-3 respectivamente, como lo indica la siguiente tabla.

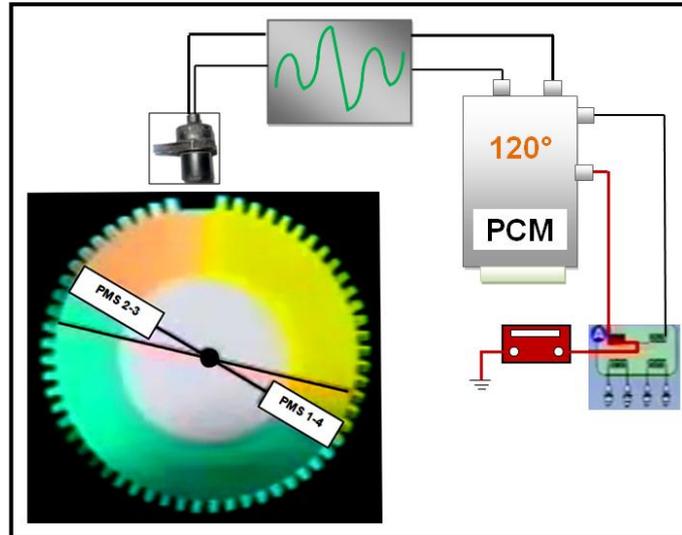
**Tabla 5.8. Tiempos de un motor de 4 cilindros para 2 giros del cigüeñal.**

	Primer giro del cigüeñal		Segundo giro del cigüeñal	
	0° a 180°	180° a 360°	360° a 540°	540° a 720°
<b>Cilindro 1</b>	Admisión	Compresión	Explosión	Escape
<b>Cilindro 2</b>	Compresión	Explosión	Escape	Admisión
<b>Cilindro 3</b>	Escape	Admisión	Compresión	Explosión
<b>Cilindro 4</b>	Explosión	Escape	Admisión	Compresión

**Fuente:** Jorge E. Jiménez S.

Analizando este tipo de sistema de encendido tendremos que la chispa saltará por los cilindros 1 y 4 al mismo tiempo, en ese instante tendremos que el cilindro 1 se encuentra en el ciclo de compresión por ejemplo y el cilindro 4 se encuentra en el tiempo de escape.

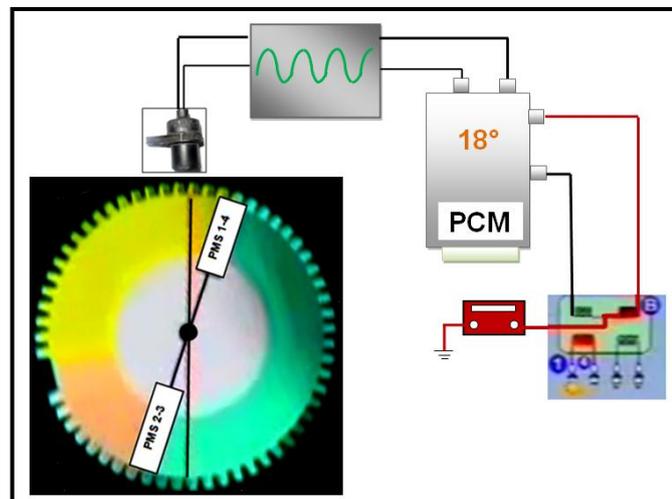
Como 4 está en escape la chispa saltará a través de los electrodos sin ninguna dificultad, con lo cual ésta chispa en este cilindro estaría perdida, y en el cilindro 1 la presión será máxima por estar en compresión y es donde la chispa encenderá la mezcla, ésta tensión deberá ser de alrededor de 15.000 voltios. Aunque se podría pensar que el PCM solo tendría que colocar chispa cada 360 grados, gracias al CKP, puede conocer a qué cilindro le está colocando la chispa y además gracias al MAP-MAF-TPS, poder determinar la carga del motor y determinar cuántos grados de avance coloca a cada uno de ellos. En la mayoría de sistemas una vez que el CKP enfrenta el hueco doble genera su señal característica, es entonces que el PCM determina que le faltan 120° para llegar al PMS los cilindros 1 y 4 (sector amarillo).



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 5.57. Cálculo del avance de encendido por el PCM.

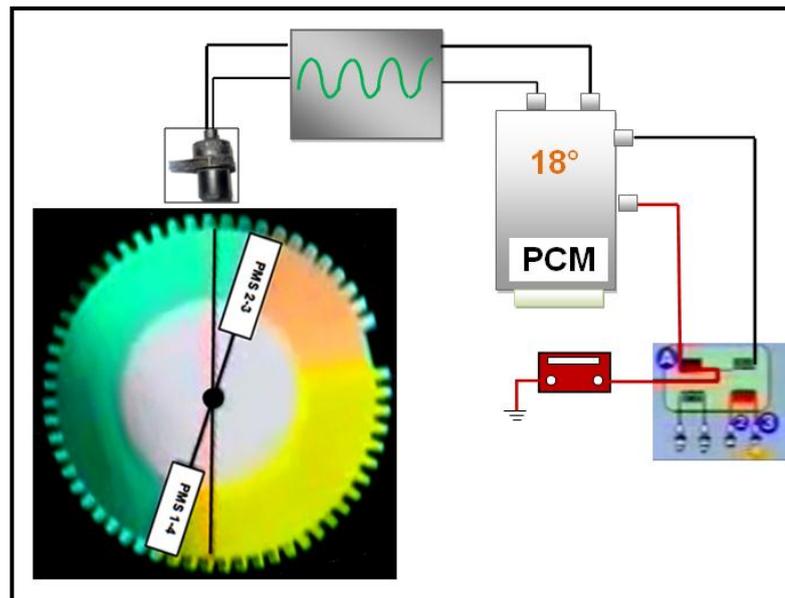
Como se tienen 20 dientes entonces cada uno de estos dientes equivale a  $6^\circ$  de los  $120^\circ$  totales del sector amarillo. La computadora toma como valor inicial estos  $120^\circ$ . Para este ejemplo el PCM determina que el avance sea de  $18^\circ$ , por lo tanto debe hacer saltar la chispa en los cilindros correspondientes faltando 3 dientes ( $18^\circ$ ) antes de completar la sección amarilla, es decir el PCM debe ir restando  $6^\circ$  de los  $120^\circ$  iniciales por cada diente que pase frente al CKP, la figura siguiente muestra el momento en el que el PCM hace saltar la chispa en las bujías, con el avance indicado.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 5.58. Salto de chispa en los cilindros 1 y 4 con avance de  $18^\circ$ .

Ahora si nos fijamos en la sección verde (figura 5.58), ésta está compuesta por 30 dientes, equivalentes a  $180^\circ$  de rotación del cigüeñal. Si para hacer saltar la chispa en los cilindros 2 y 3 el avance continúa siendo de  $18^\circ$ , entonces el PCM debe actuar en el negativo que comanda estos cilindros faltando nuevamente 3 dientes ( $18^\circ$ ), como lo indica la siguiente figura.



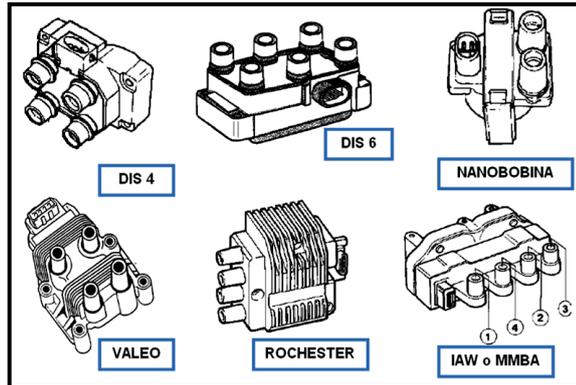
Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 5.59. Salto de chispa en los cilindros 2 y 3 con avance de  $18^\circ$ .

Estos sistemas se conocen como **chispa perdida**, por la explicación anterior, cabe recalcar que la explicación antes realizada no corresponde a un sistema o marca de vehículo en especial, es simplemente una aclaración del principio de funcionamiento de estos sistemas.

En algunos modelos podemos encontrar varios cilindros operados con lo que parece ser una sola bobina, en ese caso se tiene varios transformadores dentro de un solo cuerpo.

Dentro de las configuraciones físicas de las bobinas de encendido del sistema Chispa Perdida tenemos las siguientes:



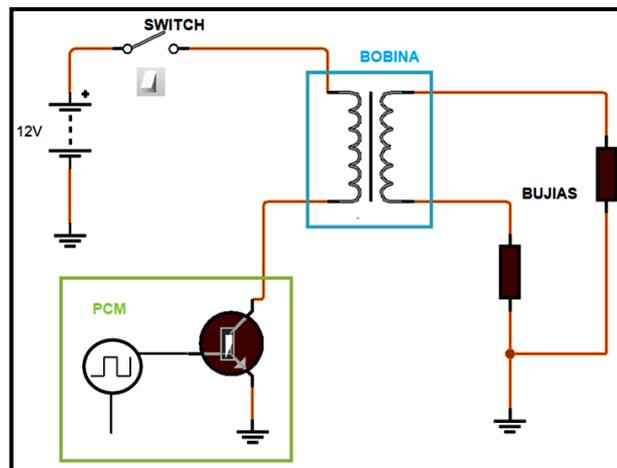
Fuente: <http://mgallegosantos.files.wordpress.com/2009/01/encendido.pdf>.

**Figura 5.60. Configuraciones de bobinas DIS Chispa Perdida.**

El sistema Chispa Perdida se clasifica también por la configuración de la bobina únicamente, ya que podemos encontrar bobinas simples, que vienen a ser un autotransformador nada más, ajeno a la etapa de potencia, pero también existen bobinas que incorporan la etapa de potencia en su cuerpo, como se explica más adelante.

**a. SISTEMA CHISPA PERDIDA DE BOBINA SIMPLE.**

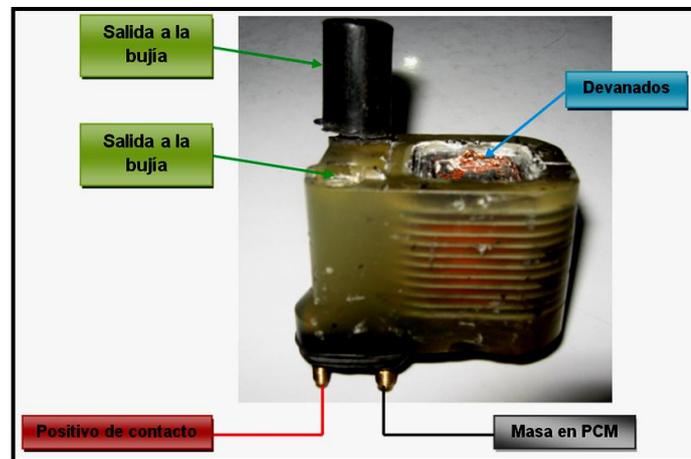
Esta bobina es un simple autotransformador, donde el cierre a masa del circuito primario se realiza íntegramente en el PCM, por medio de un transistor de potencia, en un Driver, o en un módulo aparte (Igniter).



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.61. Configuración de las bobinas Chispa Perdida simple.**

En la figura 5.61 se puede interpretar que la bobina tiene un devanado primario y un devanado secundario, en el primario se encuentra el positivo permanente de contacto y por negativo se tiene la activación y desactivación gracias al transistor que trabaja por pulsos generados por el PCM, y en el secundario tenemos los cables de alta tensión hasta las bujías. La figura siguiente nos muestra la composición física real de uno de los transformadores de una bobina DIS Chispa Perdida simple de un motor de 4 cilindros (bobina Rochester o doble), donde se ha retirado la cubierta para poder observar los devanados y los terminales de conexión.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 5.62. Estructura de una bobina Chispa Perdida simple (Rochester).

La bobina de la figura superior como se aprecia no tiene conector sino que posee terminales independientes (para atornillar los cables) como en las bobinas del sistema de encendido convencional.

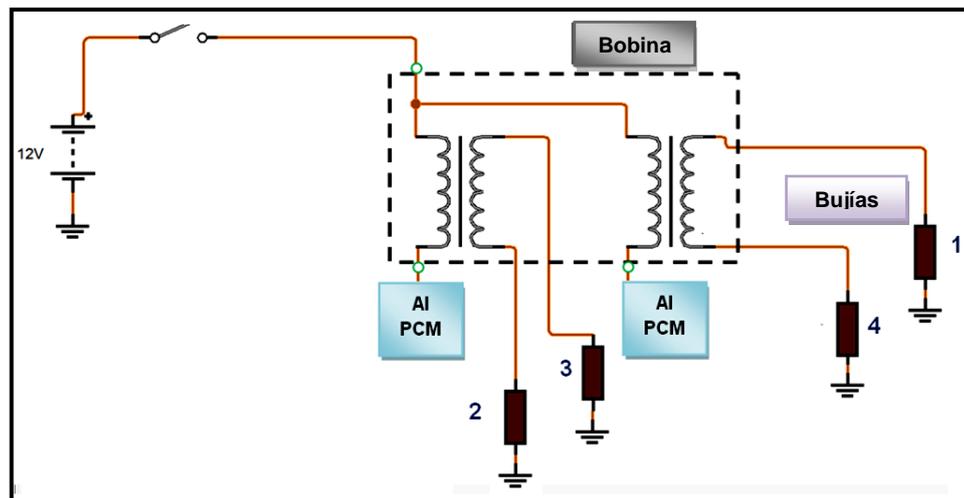


Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 5.63. Estructura de una bobina Chispa Perdida simple con conector.

Por otra parte la figura 5.63 muestra otro tipo de bobina Chispa Perdida simple, la cual tiene un solo transformador y es independiente del otro transformador, y posee un conector con dos terminales de conexión. Si tomamos el ejemplo de una bobina doble (2 transformadores en un mismo cuerpo) para un motor de 4 cilindros, podemos encontrar 3 o 4 terminales de conexión con o sin conector como ya se explicó. Para el caso de 3 terminales tenemos:

- Positivo común para ambos transformadores.
- Negativo hacia el PCM del transformador 1.
- Negativo hacia el PCM del transformador 2.

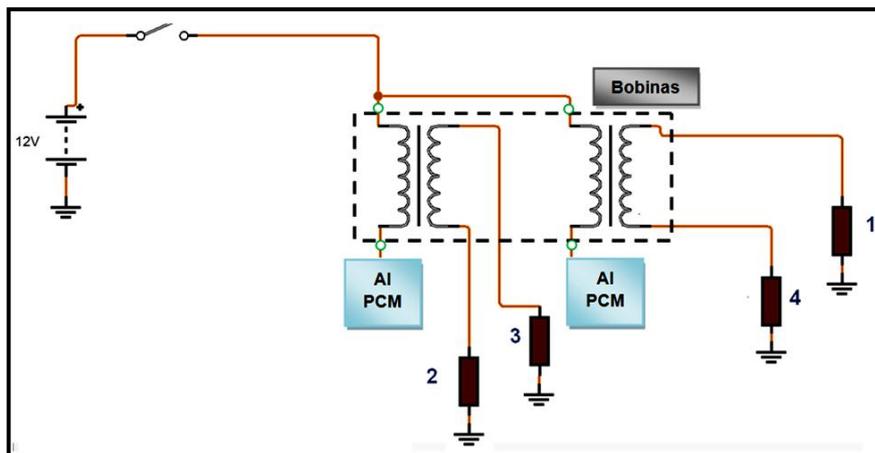


Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.64. Bobina Chispa Perdida simple de 3 terminales (4 cilindros).**

Para el caso de 4 terminales:

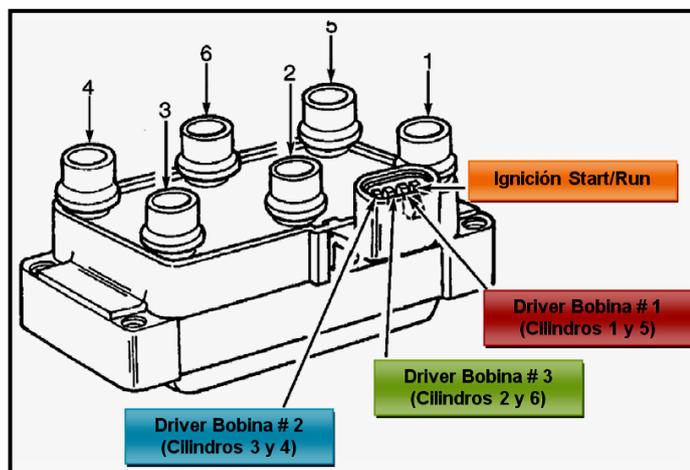
- Positivo permanente transformador 1.
- Positivo permanente transformador 2.
- Cierre de negativo hacia el PCM del transformador 1.
- Cierre de negativo hacia el PCM del transformador 2.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 5.65. Bobina Chispa Perdida simple de 4 terminales.

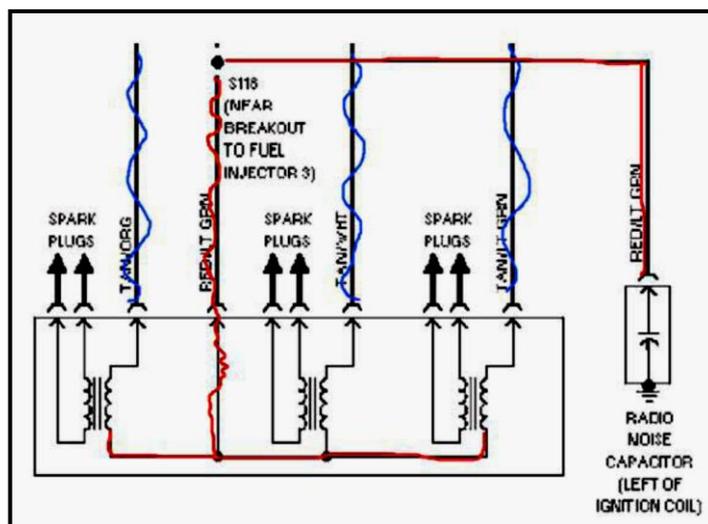
Ahora si tenemos por ejemplo un sistema triple chispa perdida (DIS 6) para un motor de seis cilindros tenemos una bobina que como se aprecia tiene en su interior 3 transformadores:



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 5.66. Bobina Chispa Perdida simple para motor de 6 cilindros.

En la figura superior se puede apreciar seis salidas de cables de alta tensión hacia los cilindros, pero el conector eléctrico de la bobina posee 4 terminales, si analizamos el esquema eléctrico de esta bobina tenemos que:



Fuente: CISE Electrónica.

**Figura 5.67. Esquema eléctrico de la bobina Chispa Perdida simple para motor de 6 cilindros.**

Por la línea roja se tiene el positivo de contacto, el cual vemos que es común para todas los transformadores dentro del conjunto de la bobina, éste positivo llega a un condensador que elimina parte del ruido electrónico en el sistema.

Y por los cables con líneas azules se presenta la activación por masa, que se realiza completamente en el PCM. Haciendo un resumen del número de terminales de este tipo de bobinas del sistema DIS Chispa Perdida tenemos.

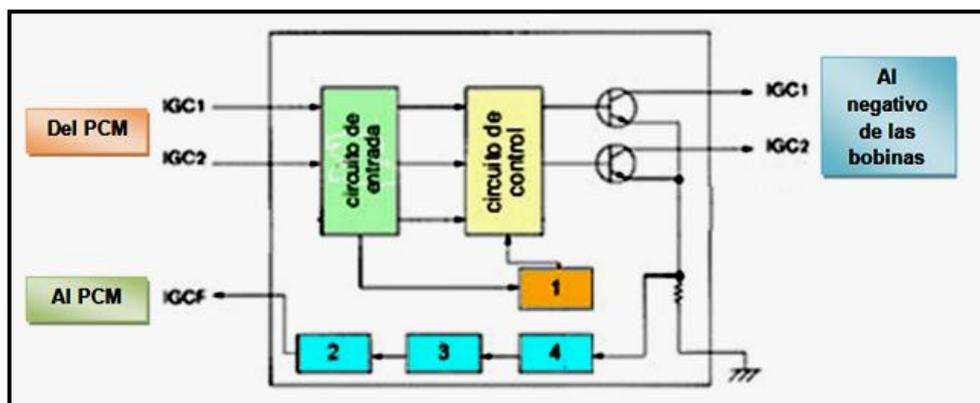
**Tabla 5.9. Cantidad de terminales de las bobinas Chispa Pérdida simple.**

	Positivo común	Positivo individual
<b>4 Cilindros</b>	3 cables	4 cables
<b>6 cilindros</b>	4 cables	6 cables

Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Un caso especial para las bobinas de encendido DIS Chispa Perdida Simple es que tengan 4 terminales (caso Audi) pero que no corresponde a las explicadas anteriormente, sino que en este tipo de bobina se tiene positivo de contacto, masa del transformador 1, masa del transformador 2 y un cuarto terminal que corresponde a un condensador antiparasitario del

sistema de encendido. Para este tipo de bobinas, puede darse el caso en algunos sistemas que se tenga el control electrónico no precisamente en el PCM, sino en un módulo fuera del mismo, éste módulo es quien contiene los transistores de potencia y en algunos casos genera la señal de retroalimentación hacia la computadora, éste es conocido como "Igniter" o módulo de encendido. Si tomamos un ejemplo de un motor de 4 cilindros con bobinas Chispa Perdida simple y con Igniter, el diagrama eléctrico sería como lo muestra la siguiente figura.



Fuente: <http://www.iespana.es/mecanicavirtual/dis.htm>.

**Figura 5.68. Esquema eléctrico y configuración interna de un sistema Chispa perdida con Igniter.**

1. Circuito de prevención de bloqueo
2. Circuito señal de salida IGF3
3. Circuito de detección de encendido
4. Circuito de prevención de sobrecorrientes.

IGC (control de encendido), se denomina a la señal de activación de los transformadores 1 y 2 de la bobina en el caso de una Rochester, o si es transformador independiente; e IGCF es la señal de retroalimentación del control de encendido del sistema, generada por el Igniter y que llega hacia el PCM, como señal de confirmación de presencia de inducción en la bobina.

Existe un tipo de bobinas Chispa Perdida, la cual incorpora un módulo que envía una señal de retroalimentación al PCM de buen funcionamiento.

Pero estas señales de retroalimentación (Feedback) se explicarán en el apartado del sistema DIS COP.

**b. SISTEMA CHISPA PERDIDA DE BOBINA CON TRANSISTOR INCORPORADO.**



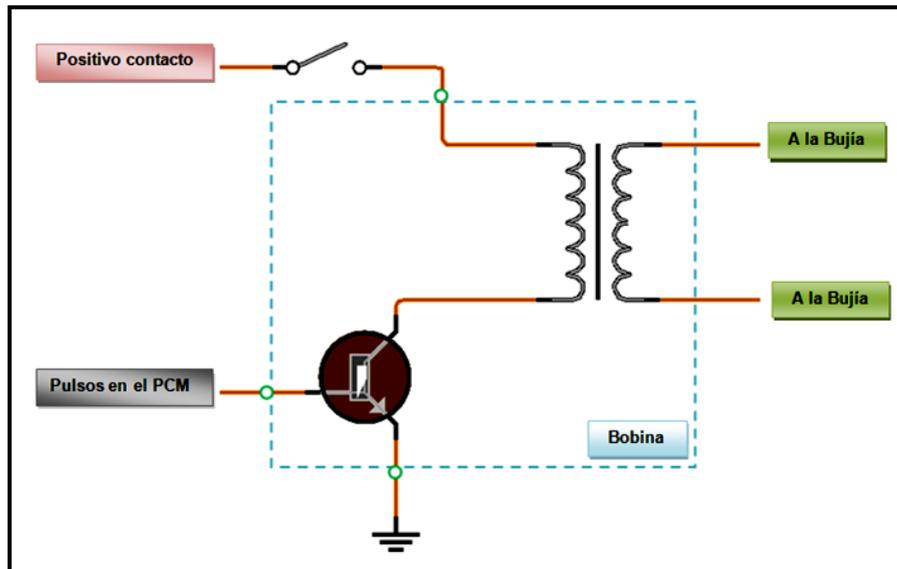
Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.69. Bobina Chispa Perdida con transistor incorporado.**

La característica fundamental de estas bobinas, es el incorporar el transistor de potencia en su cuerpo, por lo que en este tipo de bobinas se obvia por completo el Igniter, puede haber también transformadores por separado al igual que las bobinas simples pero generalmente se tienen del tipo Rochester o dobles.

En caso de incorporar el transistor de potencia, el PCM solo enviará a las bobinas una serie de pulsos (PWM) que excitan el transistor, para cortar el circuito primario y así generar el salto de chispa en las bujías.

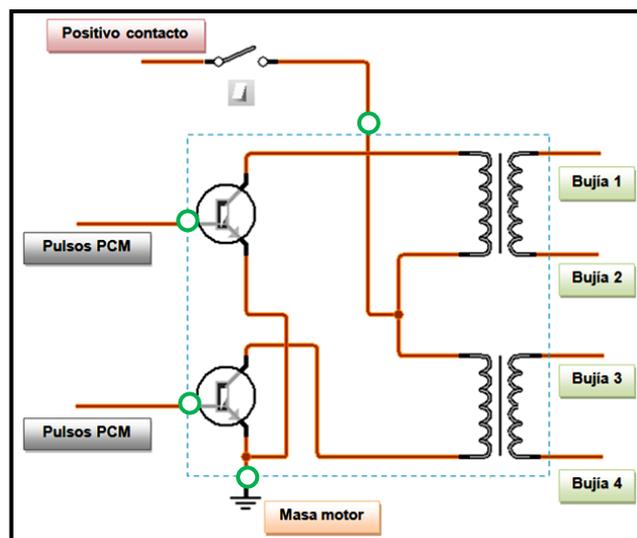
La figura 5.70 muestra el diagrama eléctrico de este tipo de bobinas en cuyo interior se encuentran los transistores de potencia, esto es para una bobina de tres terminales de conexión, la misma que cuenta con un único transformador:



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.70. Estructura interna de una bobina Chispa Perdida con transistor incorporado (transformador único).**

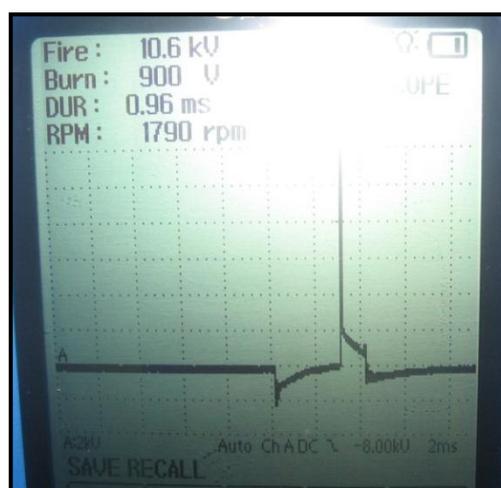
Toda la bobina (recuadro celeste) se ve como la figura superior, en este caso saldrán 3 cables del conector, donde encontramos: la alimentación de la bobina; la masa de la bobina; y el último terminal que son los pulsos de activación que llegan al transistor de potencia dentro de la bobina provenientes del PCM.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.71. Estructura interna de una bobina Chispa Perdida con transistor incorporado (2 transformadores).**

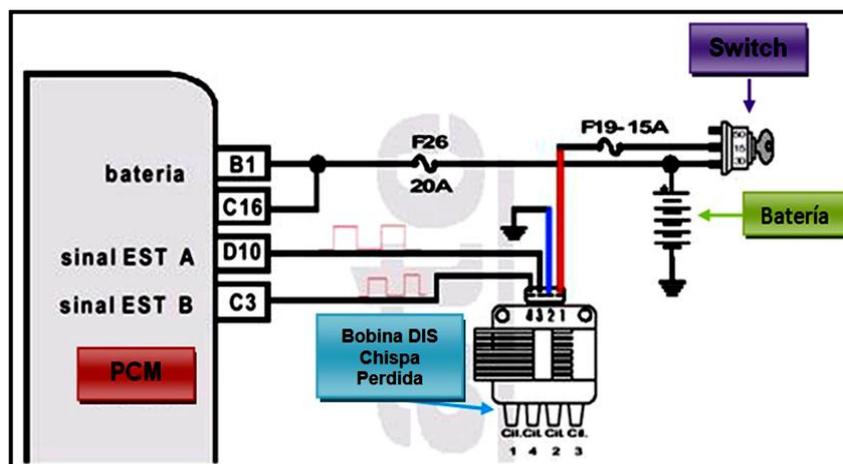
Ahora toda la bobina para un motor de 4 cilindros (recuadro celeste) se ve como la figura 5.71, en este caso saldrán 4 cables del conector, donde encontramos dos cosas fijas que son la alimentación y la masa, y los otros dos que son las respectivas señales para cada uno de los transistores de potencia que llegan provenientes del PCM. Los transistores que tenemos para esta función son de fabricación especial llamados de compuerta aislada, es decir no existe ninguna relación eléctrica entre la base y el emisor como en los antiguos BJT o Darlington. En este caso solo se necesita un pequeño pulso de aproximadamente unos 4 voltios (algunos sistemas 10 voltios), el tiempo que dure este pulso corresponde al respectivo tiempo de saturación de la bobina (porcentaje DWELL). La gran ventaja de este sistema es que el PCM ya no maneja grandes cargas, solamente el pulso (corriente muy baja), y esto es con los transistores IGBT. Este tipo de bobinas dificulta el proceso de medición del tiempo de quemado, ya que éste se mide entre negativo del primario y masa (antes del transistor), pero en ésta configuración es imposible porque este punto de medición está dentro del cuerpo de las bobinas. Pero por el circuito secundario si se puede determinar y para esto se debe ubicar el osciloscopio con una pinza especial para esta operación en cada uno de los cables de alta tensión que se quieran analizar, como lo indica la siguiente figura.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.72. Forma de onda del secundario de una bobina  
Chispa Perdida con transistor incorporado.**

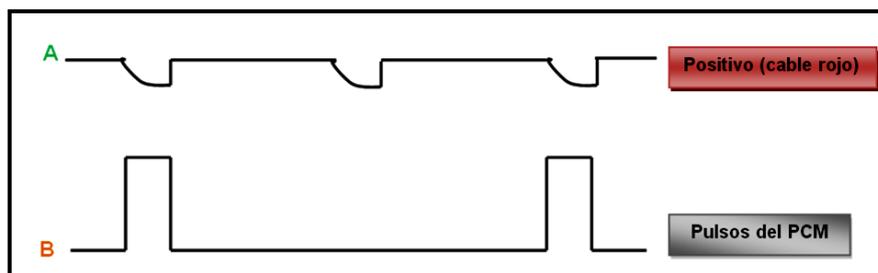
Sin embargo esta disposición también permite ubicar el pico inductivo, la saturación (porcentaje DWELL) y el tiempo de quemado, solo que la escala es ahora en Kilovoltios, ya que el oscilograma del secundario es el espejo del oscilograma primario de la bobina de encendido. Si se quiere analizar de una forma más avanzada el sistema de bobinas con transistor incorporado, se debe hacer uso del osciloscopio para verificar las señales como son: los pulsos de activación por parte del PCM, el positivo de la bobina, la masa de la bobina, aunque estos valores se pensaría que son estables en su funcionamiento, cada vez que internamente en la bobina se presentan saturaciones del devanado primario, el positivo sufre caídas de tensión, y la masa tiende a levantarse de cero, en la siguiente figura se presenta la ubicación del equipo de diagnóstico para una correcta evaluación del sistema.



Fuente: CISE Electrónica.

**Figura 5.73. Forma de obtener señales con osciloscopio en una bobina Chispa Perdida con transistor incorporado.**

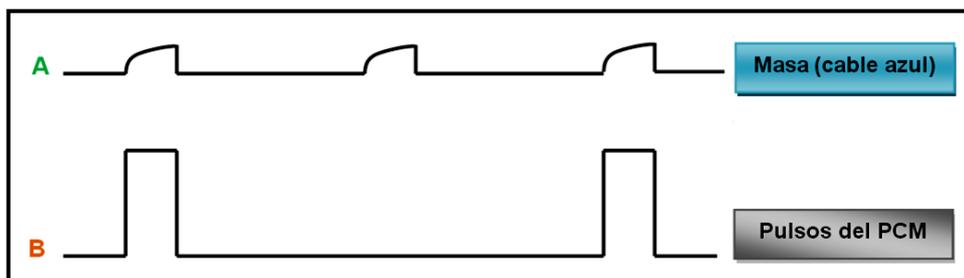
Si se ubica un canal del osciloscopio en los pulsos de la bobina, y otro canal en el positivo de contacto (**cable rojo**), se encuentra que cada pulso corresponde a una saturación de la bobina pero la tensión cae como lo muestra la figura 5.74, lo máximo que puede caer la tensión del positivo de contacto por cada pulso de activación de la bobina es 1 voltio.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.74. Señales de positivo y pulsos de la bobina Chispa Perdida con transistor incorporado.**

Ahora si se ubica un canal en los pulsos y otro canal en la masa (**Cable azul**), se tiene que cada vez que se genere un pulso hacia la bobina, la masa tratará de levantarse de cero, en la siguiente figura se puede apreciar esta afirmación.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.75. Señales de masa y pulsos de la bobina Chispa Perdida con transistor incorporado.**

En la figura superior se puede apreciar que cada vez que se genera el pulso, la línea superior (masa) se levanta de cero, lo máximo que puede subir es 300 mV. Si se encuentran valores superiores en cualquiera de los dos casos, será necesario remplazar líneas, para una mejor conexión.

#### 5.1.6. SISTEMA DIS COP.

El sistema COP es el segundo de los tres tipos de encendido a analizar y que está dentro de los sistemas DIS.

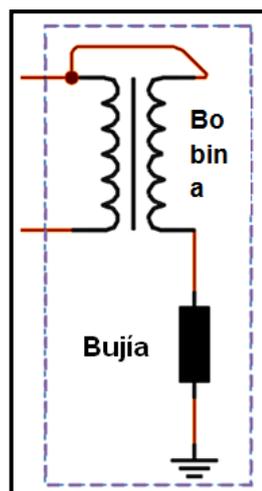
COP, **Coil On Plug** (Bobina sobre bujía). Este tipo de sistema dispone de una configuración muy diferente a las bobinas del sistema Chispa Perdida, su particularidad está en que no dispone de cables de alta tensión, ya que las bobinas van ubicadas justo arriba de cada bujía, con lo cual se simplifica la resistencia a la alta tensión de los cables y se mejora la eficiencia del quemado.

Este tipo de sistema es conocido también como encendido independiente y en otros casos como encendido secuencial.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 5.76. Sistema DIS COP.

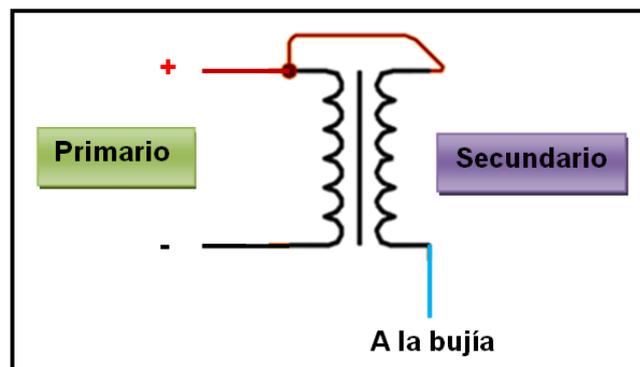


Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 5.77. Configuración interna de una bobina COP.

La figura 5.77 muestra que tanto el transformador como la bujía forman un solo conjunto.

La configuración eléctrica de este tipo de bobinas permite un arreglo en el cual se cuenta con un positivo de contacto, una masa del PCM, de un Igniter, o en la misma bobina, y una salida de alta tensión hacia la respectiva bujía.

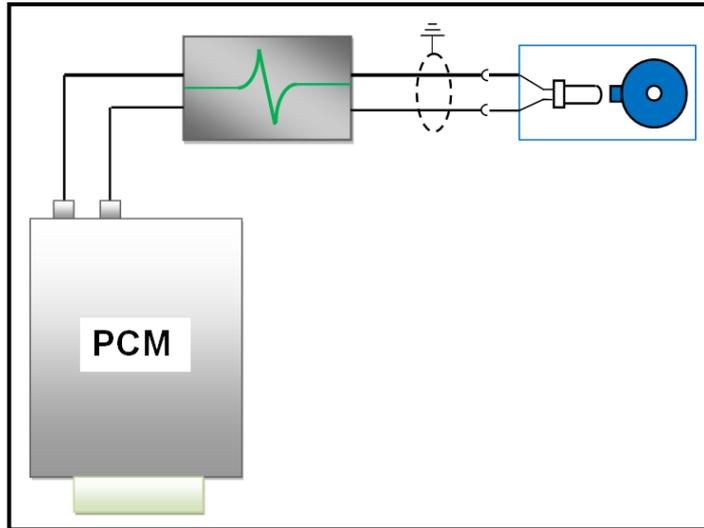


Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.78. Configuración eléctrica de una bobina COP.**

Al igual que los sistemas Chispa Perdida, el circuito primario se encuentra colocado a positivo de batería a través de un switch o de un relé, después el sistema COP necesita de la información de un sensor de posición hacia el PCM como referencia, para determinar el cilindro 1 en tiempo de compresión. Para estos sistemas el sensor CMP es quien indica al PCM el punto muerto superior en el tiempo de compresión del cilindro número 1.

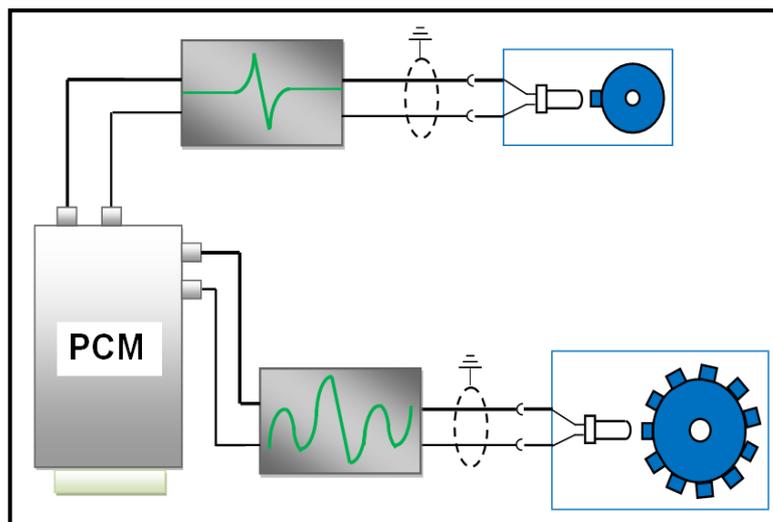
Las figuras 5.79 y 5.80 muestran un ejemplo del funcionamiento de un sistema DIS COP para un motor de 4 cilindros, con sensores de tipo inductivo, donde se aprecia que en el árbol de levas se tiene solamente un diente y es el que genera la señal alterna en el CMP y que la envía al PCM.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.79. Señal del sensor CMP inductivo en un sistema DIS COP.**

El PCM recibe esta señal para poder reconocer el cilindro número 1 y así poder sincronizar el orden de encendido. Ya que la señal del CKP es utilizada por el PCM exclusivamente para calcular los grados de avance. La siguiente figura muestra las señales de ambos sensores, y que además deben coincidir cada 360° de rotación del árbol de levas (720° de rotación del cigüeñal).



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.80. Señales de los sensores CMP y CKP inductivos en un sistema DIS COP.**

A partir de este momento el PCM puede interrumpir la corriente en el primario de cada bobina dependiendo del orden de encendido previamente memorizado. Y como se ha demostrado ésta interrupción de la corriente en el primario (etapa de potencia) puede darse en el PCM, en un módulo de encendido (Igniter), o en la misma bobina. Todo dependiendo del tipo de bobina COP que se tenga, las cuales se explican a continuación.

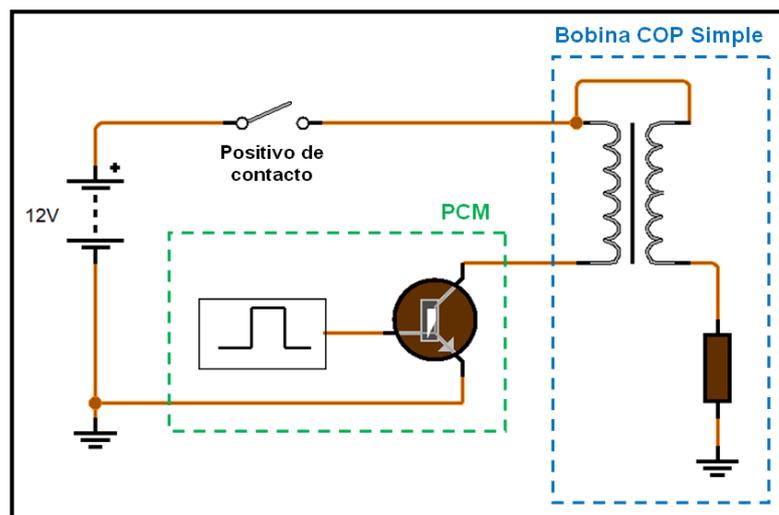
#### a. SISTEMA COP DE BOBINA SIMPLE.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 5.81. Bobina COP Simple.

Es la configuración más sencilla para este tipo de bobinas, la cual tiene únicamente dos pines de conexión (positivo de contacto y cierre a masa), en la figura superior se muestra una bobina de este tipo.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 5.82. Circuito y configuración interna de una bobina COP Simple.

De un switch o relé proviene un positivo de contacto hacia el bobinado primario y una masa a través de un transistor de potencia dentro del módulo de control comandado por pulsos.

El bobinado secundario comparte positivo con el primario, por lo tanto cualquier descarga de secundario se va a realizar buscando al final el electrodo de masa de la bujía.

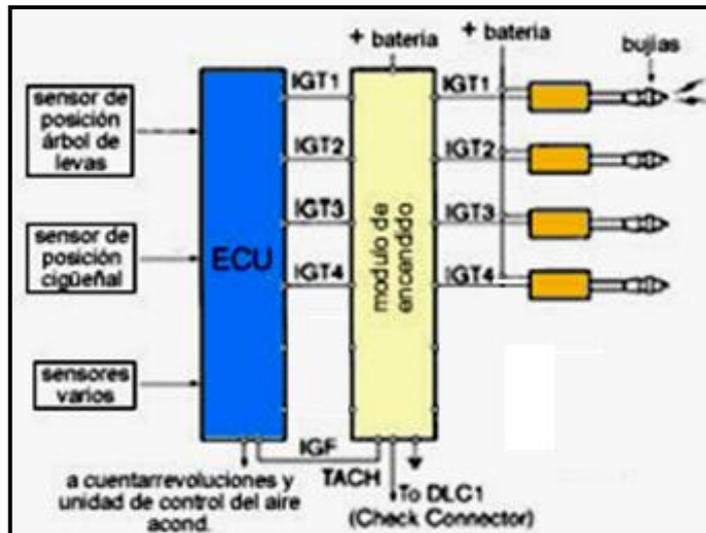
Si se quiere realizar una efectiva comprobación solo se tiene que colocar el osciloscopio en el primario de la bobina, de la misma forma que se ha trabajado en los sistemas DIS Chispa Perdida, y la interpretación del oscilograma nos brindará un efectivo diagnóstico.

Es necesario tener presente las especificaciones para una correcta operación del primario de encendido y son las siguientes:

- Porcentaje DWELL (saturación), bien aterrizado a masa.
- Positivo con caída de tensión inferior a 1 voltio
- Pico inductivo entre 300 – 500 voltios
- Tiempo de quemado a 3000 RPM de 1 a 2 ms y a ralenti de 0,8 a 1,2 ms.
- Oscilaciones de la bobina después del tiempo de quemado.

Para este tipo de bobinas también puede darse el caso en algunos sistemas que se tenga el control electrónico (etapa de potencia) no precisamente en el PCM, sino en un módulo aparte (Igniter).

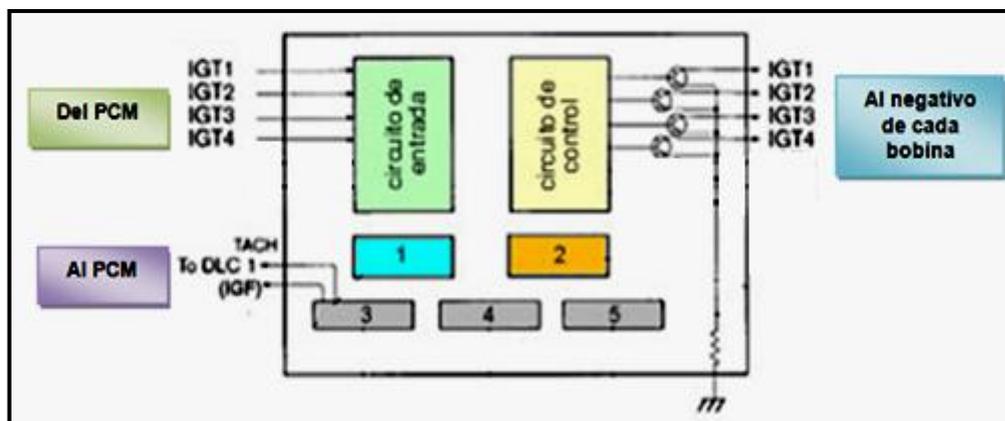
Si tomamos como ejemplo un motor de cuatro cilindros con bobinas COP simples, y módulo de encendido (Igniter), tenemos lo que nos muestra la figura 5.83.



Fuente: <http://www.iespana.es/mecanicavirtual/dis.htm>.

Figura 5.83. Esquema eléctrico de un sistema COP con Igniter.

El diagrama eléctrico del Igniter para el sistema de la figura superior sería como lo muestra la siguiente figura.



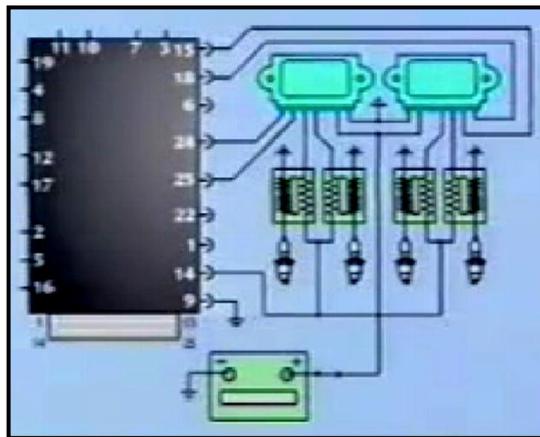
Fuente: <http://www.iespana.es/mecanicavirtual/dis.htm>.

Figura 5.84. Esquema eléctrico el Igniter en un sistema COP.

1. Circuito de control de porcentaje DWELL 2. Circuito de prevención de bloqueo 3. Circuito de salida señal IGF
4. Circuito de detección de encendido 5. Control de corriente constante.

Las señales IGT son aquellas que excitan el transistor de potencia que comanda cada bobina, mientras que la señal de retroalimentación se conoce como IGF, esto se explicará en el apartado de bobinas COP con módulo incorporado. Existe un tipo especial de bobinas COP simples que cuentan con tres terminales de conexión, donde tenemos que su devanado

secundario es totalmente independiente del primario (no comparten positivo), es decir que un extremo del secundario se conecta directamente a la bujía y el otro debe cerrarse a masa, por esta razón en estas bobinas tenemos positivo del primario, negativo del primario y en el tercer terminal masa del secundario. Además este tipo de bobinas pueden venir comandadas por 2 Igniters (1 por cada 2 bobinas), como lo muestra la siguiente figura.



Fuente: <http://www.youtube.com/watch?v=3NumxkfHSWw>.

**Figura 5.85. Sistema DIS COP con bobinas simples de 3 terminales y comandado por 2 Igniters.**

#### **b. SISTEMA COP DE BOBINA CON TRANSISTOR INCORPORADO.**

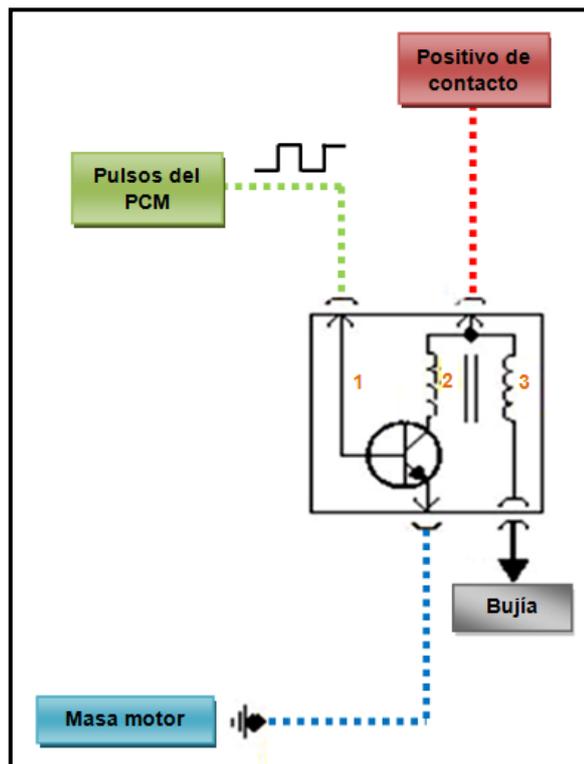


Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.86. Bobina COP con transistor incorporado.**

Este tipo de bobinas incorpora un transistor en su cuerpo, de los mencionados anteriormente en el sistema Chispa Perdida, por lo tanto el comando de ellas va a estar dado por el PCM a través de pulsos, pero a

diferencia de las bobinas Chispa Perdida encontramos una bobina por cada cilindro, este tipo de bobinas cuenta con tres pines de conexión, en la figura 5.86 encontramos una bobina de estas características. Si analizamos el esquema eléctrico de esta bobina vamos a encontrar que debe tener positivo, una masa y una señal que son los pulsos provenientes del PCM hacia el transistor. La siguiente figura muestra esta conexión.



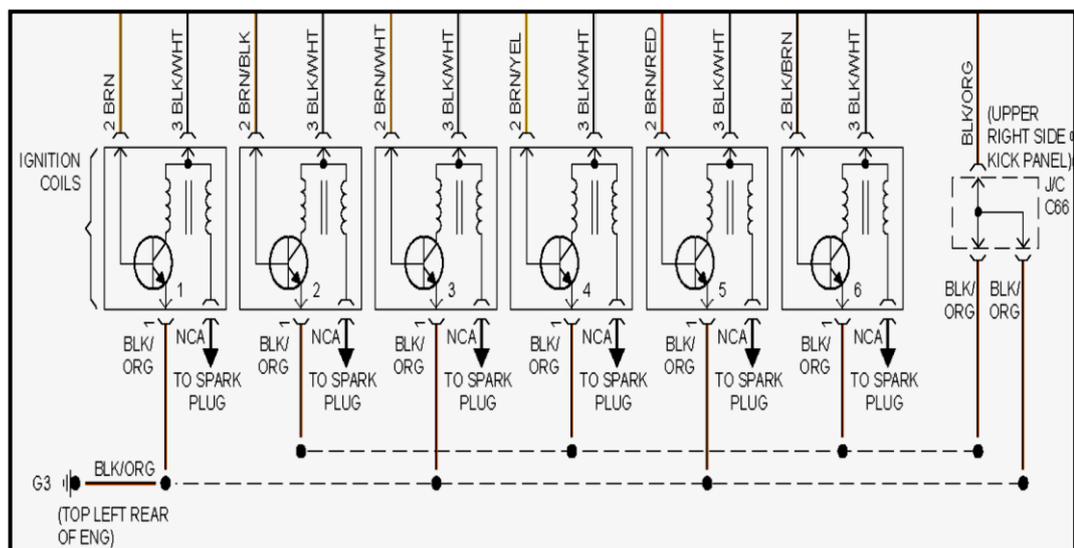
Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 5.87. Circuito y estructura interna de la bobina COP con transistor incorporado.

En la figura superior se logra apreciar que la bobina tiene 3 terminales de conexión, un positivo de contacto (rojo), una masa de motor (azul) y los pulsos provenientes del PCM (verde), cada uno de estos pulsos logra excitar el transistor y así lograr saturar la bobina y generar la chispa en la bujía. Con el número 1 se tiene el transistor de potencia, con el 2 se tiene el devanado primario el cual sería imposible analizar con un osciloscopio, y finalmente en 3 se tiene el secundario el cual termina con un circuito a masa a través de la propia bujía.

Sin embargo, en este tipo de bobina solo se puede analizar con el osciloscopio los pulsos del PCM hacia el transistor, y la relación existente entre estos pulsos con el positivo y la masa respectivamente, de la misma forma que se explicó en las bobinas Chispa Perdida con transistor incorporado.

En la siguiente figura se puede apreciar el conjunto de bobinas para un motor de 6 cilindros con bobinas de este tipo.



Fuente: CISE Electrónica.

**Figura 5.88. Conjunto de bobinas COP con transistor incorporado para un motor de 6 cilindros.**

En la figura superior se puede observar que todas las bobinas comparten masa (marrón), el positivo proviene de contacto a través de un relé generalmente (café).

El control del PCM proviene de un cable completamente independiente para cada bobina, con lo que puede independientemente para cada cilindro gestionar el avance, saturación y limitaciones de corriente del primario, aumentando o disminuyendo el porcentaje DWELL.

### c. SISTEMA COP DE BOBINA CON MÓDULO INCORPORADO.

En los nuevos vehículos se tiene un tipo de bobina COP la cual contiene integrado un módulo que genera una señal de retroalimentación (Feedback) al PCM cada vez que se genera una correcta inducción en el circuito primario de la bobina de encendido.

Para esto se dispone de un circuito especial que logra generar una señal hacia el PCM cada vez que éste coloque un pulso al transistor de potencia y ocurra correctamente la inducción del circuito primario.

En la siguiente figura se muestra un ejemplo de esta bobina, una característica de ella es que tiene 4 pines de conexión.

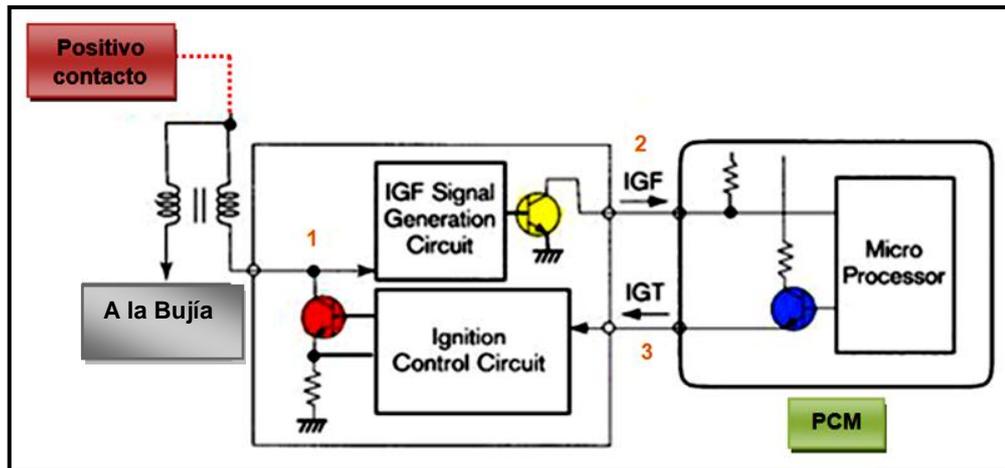


Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.89. Bobina COP con módulo incorporado.**

Para analizar el funcionamiento de este tipo de bobinas, lo primero que se debe tener muy claro es que la operación que tiene para generar la chispa es exactamente igual al explicado en las bobinas con 3 cables (transistor incorporado).

Lo único que las diferencia es que la de 4 pines gracias a un circuito integrado, envía una señal al PCM cada vez que se genera una inducción en el circuito primario de la bobina.



Fuente: CISE Electrónica.

Figura 5.90. Estructura interna de una bobina COP con módulo incorporado.

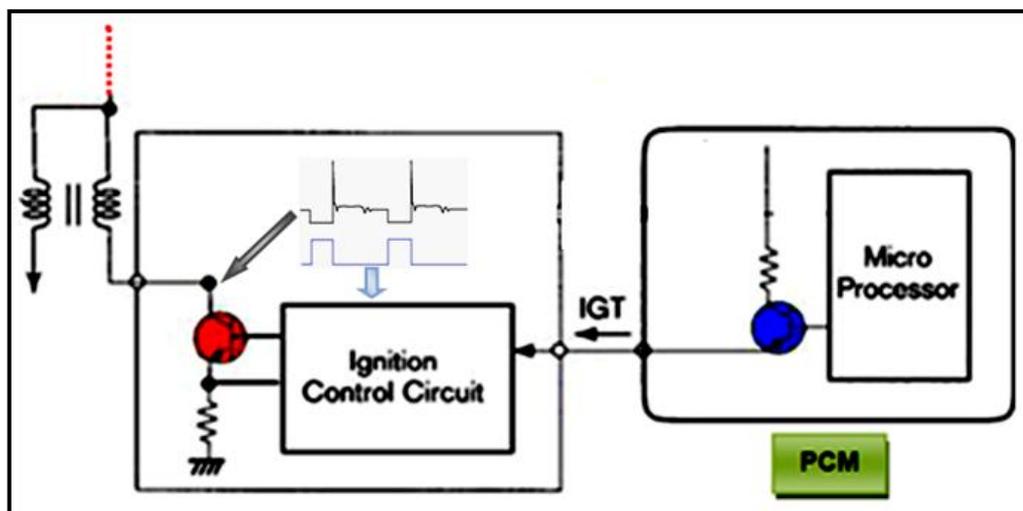
En la figura superior se observa el módulo que incorpora cada una de las bobinas y su conexión con el PCM.

#### i. GENERACIÓN DE LA SEÑAL IGT.

Internamente el PCM contiene un transistor NPN, que para este caso se encuentra sombreado con azul, cuya salida es un pulso positivo, éste transistor está conectado directamente al Microprocesador, éste pulso positivo sale del PCM a la bobina y se conoce como **IGT (Ignition Timing)** y en algunas marcas como **SPOUT (Spark Out)**.

Este pulso llega hasta el módulo dentro de la bobina llamado en el esquema *Ignition Control Circuit*, básicamente este pulso activa la base del transistor que comanda el circuito primario (rojo).

El emisor de este transistor está conectado a masa y es el encargado de colocar y soltar la masa al primario de la bobina, o sea que el pulso positivo en la salida del PCM (señal IGT) es igual a porcentaje DWELL en el primario de la bobina.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

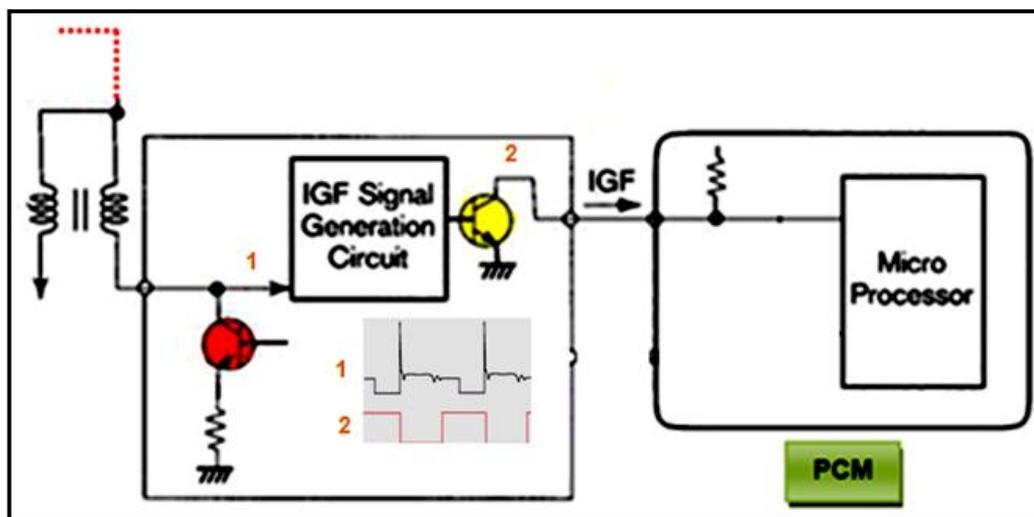
Figura 5.91. Circuito del IGT.

## ii. GENERACIÓN DE LA SEÑAL IGF.

Ahora si analizamos lo que pasa con el circuito denominado **IGF (Ignition Feedback)**, éste circuito toma la señal del trabajo del circuito primario, y cada vez que se produce un correcto proceso de inducción del circuito secundario, el *IGF Signal Generation Circuit* coloca un pulso al transistor señalado con color amarillo de la figura 5.90, es decir este pulso es una comprobación de que el primario de la bobina realizó su trabajo correctamente, este pulso que llega al transistor amarillo, coloca a masa un voltaje de referencia que el PCM mantiene en el cable IGF.

Realmente lo que mide el *IGF Signal Generation Circuit*, no es el pico inductivo como tal, sino la corriente que existe en el primario de la bobina, porque a medida que aumenta el tiempo de flujo eléctrico, aumenta la cantidad de corriente que la atraviesa.

Por esta razón lo que verifica, es que se genere la corriente esperada y luego de eso, aterriza el voltaje de referencia en un tiempo siempre igual. En la siguiente figura se muestra la característica para generar la señal IGF.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 5.92. Circuito del IGF.

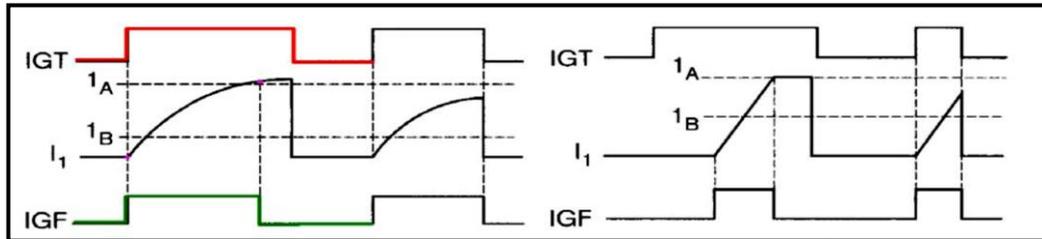
Cada vez que ocurre un evento de inducción dentro de parámetros aceptables para *IGF Signal Generation Circuit*, este módulo excita el transistor amarillo para que coloque el voltaje de 5 voltios a masa en la línea marcada con el número 2, la figura también muestra la relación existente entre la inducción y el aterrizaje a masa de la tensión colocada por el PCM.

- **Estrategia para la señal IGF:**

La figura 5.93 muestra que el PCM recibe la señal IGF (línea verde), en la línea roja se encuentra el pulso IGT generado por el PCM, una vez que se presenta el pulso IGT, observamos debajo de éste la grafica de la corriente eléctrica que atraviesa la bobina. Esta corriente empieza desde 0 (punto  $I_1$ ) y va a un punto máximo  $1_A$ .

Si se analiza lo que sucede con las señales IGT (rojo) e IGF (verde), se observa que durante la saturación de la bobina (IGT valor alto), la señal IGF también se encuentra en valor alto, es decir los 5 voltios que coloca el PCM aún no son aterrizados a masa. Únicamente cuando el *IGF Signal Generation Circuit* detecta que se llegó al nivel de corriente  $1_A$ , aterrizo los 5 voltios a masa y el tiempo que permanezca la señal a masa será hasta que se comience a dar otra saturación en el primario de la bobina, o sea que la

corriente vaya a 0 voltios y nuevamente se eleve hasta el punto  $I_1$ . En conclusión la señal IGF tendrá la siguiente disposición de acuerdo a la corriente.



Fuente: CISE Electrónica

Figura 5.93. Comportamiento de las señales IGT e IGF con la corriente.

La siguiente tabla muestra un resumen de la estrategia para generar la señal IGF.

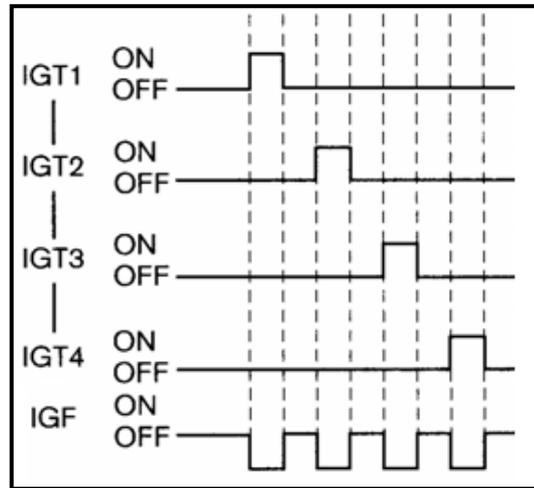
Tabla 5.10. Estrategia para la señal IGF.

	<p><b>Comienzo de la señal.</b></p> <p>Pasa de un estado alto a uno bajo. El circuito IGF se activa cuando la corriente en la bobina llega al punto <math>1_A</math>.</p>
	<p><b>Fin de la señal.</b></p> <p>Pasa de un estado bajo a uno alto. Una vez que el circuito IGF llega al punto <math>1_A</math> espera que la corriente baje nuevamente al punto <math>I_1</math> para desactivarse y esperar el próximo evento.</p>

Fuente: CISE Electrónica.

El PCM puede recibir de dos formas esta señal, una puede ser con una conexión directa de cada bobina al PCM (de esta forma cada vez que coloque la excitación para la bobina de un cilindro, debe recibir una señal de respuesta) mientras que la otra forma es que todas las señales IGF lleguen a un punto y estas lleguen al PCM en un solo pin, de esta manera, cada vez que el PCM comande una bobina, en este pin recibirá una señal IGF. Las señales IGF de cada cilindro son esperadas por el PCM con una referencia

específica de acuerdo al pulso de activación respetivo. En la figura inferior se muestra un ejemplo para un motor de 4 cilindros.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 5.94. Señales IGT e IGF para un motor de 4 cilindros.

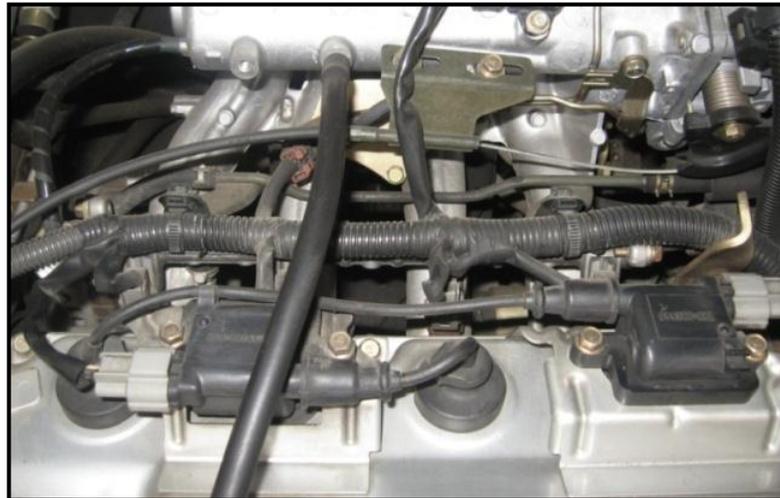
### 5.1.7. SISTEMA DIS MIXTO.

Este tipo de sistema DIS es también conocido en algunas bibliografías como simultáneo, pero dada su configuración física en esta investigación se lo ha denominado como sistema mixto.

Este sistema utiliza una bobina de encendido por cada dos cilindros, a diferencia de las bobinas del sistema Chispa Perdida estas bobinas se encuentran separadas y no en un solo conjunto ya que la bobina forma parte de una de las bujías, y se conecta a la otra por medio de un cable de alta tensión, el funcionamiento, componentes y parámetros prácticamente son los mismos que en el sistema Chispa Perdida, es decir si se quiere hacer el control en tiempo real y diagnóstico de un sistema mixto debe seguirse los pasos y determinaciones de un sistema Chispa Perdida.

Al igual que los otros tipos de sistemas podemos encontrar Drivers, Igniters, señales de retroalimentación (Feedback), controles por PWM. La siguiente

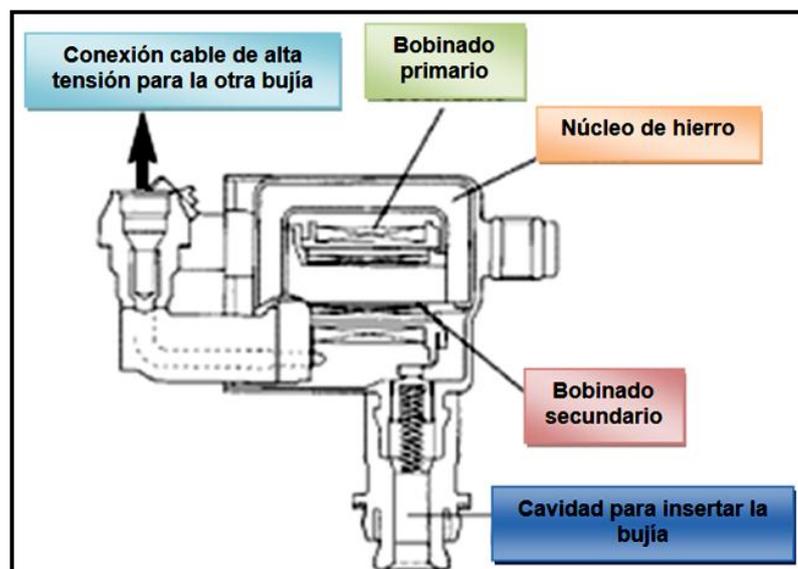
figura muestra un ejemplo de este tipo de sistema DIS, para la marca Mitsubishi.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

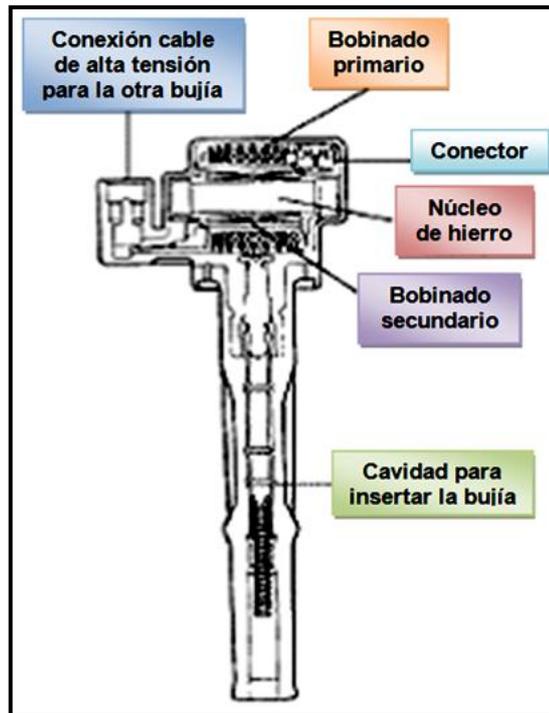
Figura 5.95. Sistema DIS Mixto.

Las dos figuras siguientes son similares bobinas de encendido, con la diferencia de que una es más alargada que la otra para satisfacer las distintas características constructivas de los motores que adoptan este tipo de sistema DIS.



Fuente: <http://www.iespana.es/mecanicavirtual/dis.htm>.

Figura 5.96. Bobina corta del sistema DIS Mixto.



Fuente: <http://www.iespana.es/mecanicavirtual/dis.htm>.

**Figura 5.97. Bobina larga del sistema DIS Mixto.**

Este sistema de encendido se comporta como un Chispa Perdida debido a que salta la chispa en dos cilindros a la vez, por ejemplo, en un motor de 4 cilindros saltaría la chispa en el cilindro 1 y 4 a la vez o 2 y 3 a la vez, y solo una de las dos chispas será aprovechada y será la que coincide con el cilindro que está en la carrera de compresión.

Este tipo de sistemas se clasifica de forma semejante a los de Chispa Perdida, es decir, bobina simple (en algunos casos con Igniter), bobina con transistor incorporado, y bobinas con módulo incorporado para generar una señal de retroalimentación (IGF). Como se explicó en el apartado de bobinas COP.

Si se quiere realizar el control en tiempo real y diagnóstico de este tipo de sistema, se deben seguir los procedimientos y consideraciones indicados para los sistemas Chispa Perdida.

### **5.1.8. VENTAJAS OPERATIVAS DE LOS SISTEMAS DIS.**

La utilización de los sistemas DIS trae consigo las siguientes ventajas operativas:

- Gran control sobre la generación de la chispa ya que se dispone de más tiempo para que se dé la saturación de la bobina, y con ello genere el suficiente campo magnético para así generar la autoinducción en el secundario y hacer saltar la chispa que inflame la mezcla aire/combustible en el cilindro. Reduciéndose el número de fallos en el encendido a altas revoluciones del motor.
- Las interferencias eléctricas del Delco (distribuidor) se eliminan, por lo que la fiabilidad del funcionamiento del motor es mucho mayor.
- Las bobinas de encendido se pueden instalar cerca de las bujías, reduciéndose la longitud de los cables de alta tensión (caso Chispa Perdida y Mixto), incluso estos cables en algunas configuraciones se pueden omitir (caso COP).
- Mayor control del encendido, el PCM puede jugar con el avance de encendido con mayor precisión, gracias a la gestión electrónica que permite verificar la carga con la que se encuentra el motor.

### **5.2. PROTOCOLO DE INFORMACIÓN SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE ENCENDIDO DIS CHISPA PERDIDA Y DIS COP.**

Para cada tipo de sistema de encendido DIS se debe seguir los pasos y tomar las consideraciones que aquí se detallan. En esta investigación se ha utilizado el equipo de diagnóstico OTC 3840f por ser un osciloscopio automotriz y además por ser de muy fácil manejo.

### 5.2.1. COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA DIS CHISPA PERDIDA DE BOBINA SIMPLE.

Estos controles se han realizado en un vehículo Chevrolet Corsa Evolution, mismo que cuenta con bobina doble, con conector y de tres terminales (positivo para ambos transformadores, masa del transformador 1 y masa del transformador 2), y el procedimiento de control es el siguiente:

**PASO 1:** Colocar la llave de encendido en posición de contacto.

**PASO 2:** Con un multímetro u osciloscopio en modo de voltímetro gráfico colocamos la punta de medición en cada terminal del conector de la bobina y la pinza en una buena masa (como se indicó en ciertas marcas, en este paso se observarán valores de 0 voltios en los tres o cuatro terminales, esto ya que el sistema de encendido se activa mediante el relé de bomba de combustible al arrancar el motor). Este paso nos sirve para determinar lo que representa cada terminal del conector de la bobina.

Al colocar la punta de medición en el primer terminal del conector (desde abajo en este caso), indica un valor en este caso de 12,27 voltios.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.98.** Toma de medición y valor de voltaje en KOEO del primer terminal de la bobina Chispa Perdida simple.

Hacer lo mismo para los otros dos terminales. Se verá que en esta bobina se tiene voltaje de batería en los tres terminales, ya que la corriente está circulando por ambos extremos de los dos transformadores, porque el cierre a masa como se explicó se da en el PCM para este caso.



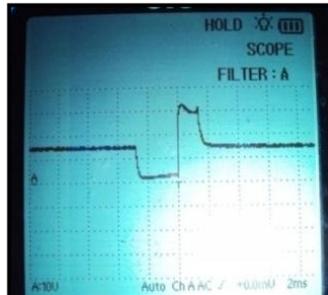
Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.99. Toma de medición y valor de voltaje en KOEO del segundo y tercer terminal de la bobina Chispa Perdida simple.**

**PASO 3:** Encender el motor.

**PASO 4:** Con el motor encendido pero ahora utilizando osciloscopio colocamos la punta de medición en cada terminal del conector de la bobina y la pinza en una buena masa.

Al colocar la punta de medición en el primer terminal indica una onda algo parecida al oscilograma del encendido, indicando entonces que ese terminal es el negativo de uno de los transformadores. Escalas: 10 V/d – 2 ms/d.

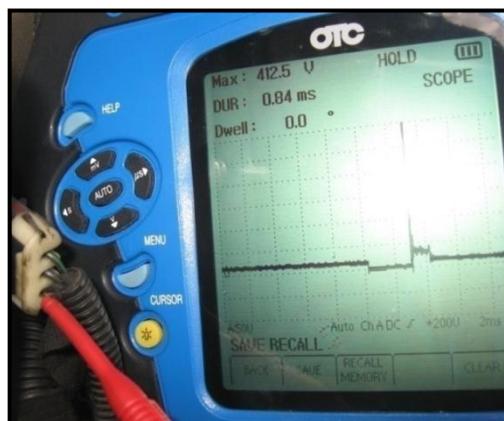


Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.100. Toma para la señal y señal del primer terminal de la bobina Chispa Perdida simple (1).**

Para visualizar correctamente el oscilograma debemos realizar el siguiente procedimiento en el osciloscopio:

1. Seleccionar COMPONENT TEST.
2. Entrar a IGNITION.
3. Seleccionar DIS Primary, en este paso se despliega la señal característica de un primario de bobina.
4. Finalmente se oprime RUN.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.101. Toma para la señal y señal del primer terminal de la bobina Chispa Perdida simple (2).**

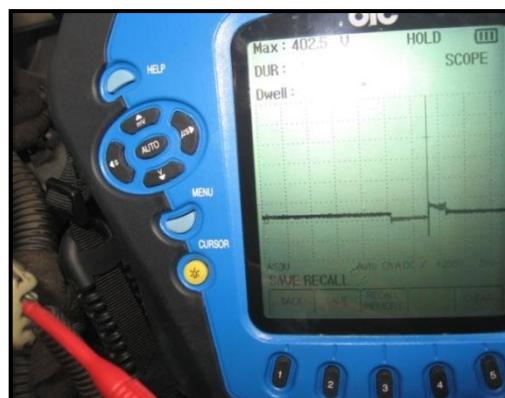
Al colocar la punta de medición en el segundo terminal indica una línea continua con tensión del sistema de carga, representando que ese terminal es el positivo común para ambos transformadores. Escalas: 5V/d – 2 ms/d.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.102. Toma para la señal y señal del segundo terminal de la bobina chispa Perdida simple.**

Al colocar la punta de medición en el tercer terminal indica lo mismo del primer terminal, determinándose así que ese terminal es el negativo del otro transformador. Debemos por tanto realizar el mismo procedimiento que se indicó en el primer terminal, para así visualizar correctamente el oscilograma del primario de este transformador.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.103. Toma para la señal y señal del tercer terminal de la bobina Chispa Perdida simple.**

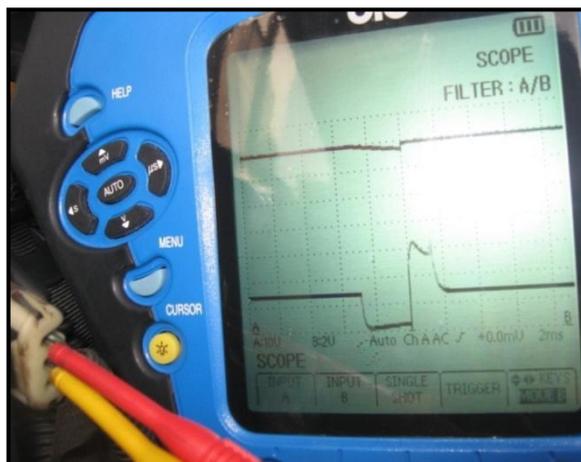
**PASO 5:** Colocar el osciloscopio con dos canales de medición.

**PASO 6:** La punta del canal A la colocamos en el negativo de uno de los transformadores de la bobina (determinado en el paso anterior).

**PASO 7:** La punta del canal B la colocamos en el terminal de positivo de contacto del conector de la bobina (determinado en el paso anterior).

**PASO 8:** Calibramos el osciloscopio para que se visualicen correctamente ambas señales, para este caso se ha utilizado las siguientes escalas:

- Canal A: 10 Voltios/división – 2 ms/división.
- Canal B: 2 Voltios/división – 2 ms/división.



**Fuente:** Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.104.** Toma de la señal y señales del positivo de contacto y negativo del primer transformador de una bobina Chispa Perdida simple.

Por cada saturación debe haber una caída máxima de tensión de 1 voltio.

Para este caso es de unos 0,6 voltios, por lo que está dentro del límite.

**PASO 9:** Ahora la punta del canal A la colocamos en la masa del otro transformador de la bobina. El canal B lo seguimos manteniendo en el terminal de positivo de la bobina.

**PASO 10:** Calibramos el osciloscopio para que se visualicen correctamente ambas señales, para este caso se ha utilizado las siguientes escalas:

- Canal A: 10 Voltios/división – 2 ms/división.
- Canal B: 2 Voltios/división – 2 ms/división.

Debe visualizarse lo mismo que en el paso 8. También podemos controlar los secundarios de cada transformador.

**PASO 11:** Colocamos en el osciloscopio la pinza para secundarios de ignición.

Como lo muestra la fotografía de la siguiente figura.

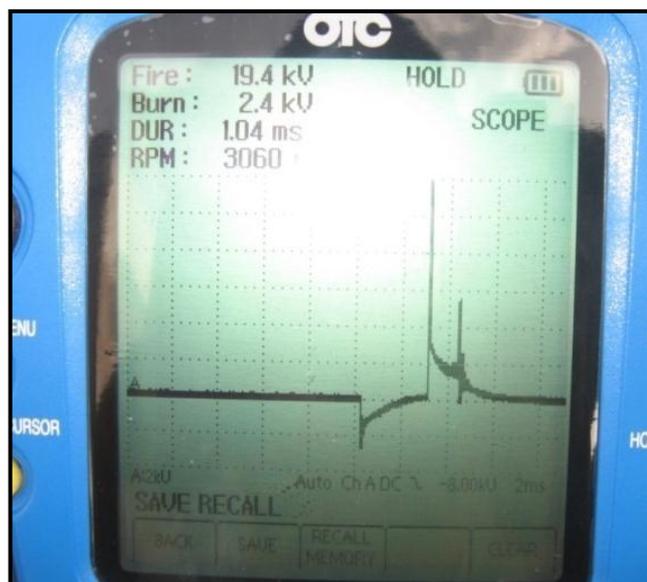


**Fuente:** Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.105. Colocación de la pinza para secundarios de encendido.**

**PASO 12:** El oscilograma de secundario se obtiene con el osciloscopio OTC 3840F realizando el siguiente procedimiento:

1. Seleccionar COMPONENT TEST.
2. Entrar a IGNITION.
3. Seleccionar DIS Secondary, en este paso se despliega la señal característica de un secundario.
4. Finalmente se oprime RUN.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 5.106. Oscilograma de secundario de una bobina  
Chispa Perdida simple para el cilindro 1.

### 5.2.2. COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA DIS CHISPA PERDIDA DE BOBINA CON TRANSISTOR INCORPORADO.

Estos controles se han realizado en un vehículo Daewoo Lanos, y el procedimiento es el siguiente:

**PASO 1:** Colocar la llave de encendido en posición de contacto.

**PASO 2:** Con un multímetro u osciloscopio en modo de voltímetro gráfico, colocamos la punta de medición en cada terminal del conector de la bobina y la pinza (otra punta) en una buena masa. En ciertas marcas, en este paso se observarán valores de 0 voltios en los terminales, esto ya que el sistema de encendido se activa mediante el relé de bomba de combustible al arrancar el motor.

Al colocar la punta de medición en el primer terminal del conector de la bobina (empezando desde abajo) indica voltaje de batería para este caso

tenemos 12,1 voltios, si al arrancar el motor este valor se mantiene entonces indica que ese terminal es el positivo de contacto de la bobina de encendido.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.107. Toma de medición y valor de voltaje en KOEO del primer terminal de la bobina Chispa Perdida con transistor Incorporado.**

El segundo terminal indicará de igual forma un valor cercano al voltaje de batería que para este caso es de 13,39 voltios (en contacto), si al dar arranques el motor este valor baja a casi 0 voltios, para este caso 8,3 mV, indicará que es la masa de la bobina de encendido.

Una buena forma para saber que un terminal es la masa de la bobina es cuando el valor es menor a 30 mV, si se tiene en un principio voltaje de batería es porque uno de los transistores está cerrado en ese preciso momento, y el voltaje de batería está recorriendo el devanado primario de uno de los transformadores.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.108. Toma de medición y valor de voltaje en KOEO del segundo terminal de la bobina Chispa Perdida con transistor Incorporado.**

El tercer terminal indicará un valor igualmente de casi 0 voltios, para este caso de 85,2mV, este terminal también podría ser masa, pero basado en la consideración anterior se determina directamente que son los pulsos de activación provenientes del PCM hacia uno de los transformadores.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.109. Toma de medición y valor de voltaje en KOEO del tercer terminal de la bobina Chispa Perdida con transistor Incorporado.**

El cuarto terminal indicará un valor parecido al anterior, ahora para este caso en particular es de 84,4 mV. Este terminal demuestra que son los pulsos de activación hacia el otro transistor dentro de la bobina, provenientes del PCM pero del otro transformador con que cuenta este tipo de bobina de encendido.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.110. Toma de medición y valor de voltaje en KOEO del cuarto terminal de la bobina Chispa Perdida con transistor Incorporado.**

**PASO 3:** Encender el motor.

**PASO 4:** Ahora con osciloscopio colocamos la punta de medición en cada terminal de pulsos (determinados en el paso 2), y la pinza en una buena masa

Al colocar la punta de medición en el tercer terminal (del paso 2) deben visualizarse los pulsos de activación hacia uno de los transistores.

Para ello se recomienda utilizar las siguientes escalas:

- 2 Voltios/división - 10 ms/división.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.111. Toma para la señal y señal del tercer terminal de la bobina Chispa Perdida con transistor Incorporado.**

Al colocar la punta de medición en el cuarto terminal (del paso 2) deben visualizarse los pulsos hacia el otro transistor (mantener escalas).



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.112. Toma para la señal y señal del cuarto terminal de la bobina Chispa Perdida con transistor Incorporado.**

Si se observa claramente, para ambos casos el pulso de activación en ralentí dura alrededor de 3 ms, pulsando de 0 a 5 voltios (fijarse bien en las escalas).

**PASO 5:** Con el mismo osciloscopio pero colocada la pinza captadora tomamos el oscilograma del secundario de uno de los transformadores, para ello se debe colocar dicha pinza en los cables de alta tensión del cilindro 1 o 4 para el transformador 1, o en los cilindros 2 o 3 para el transformador 2, tal y como se indica a continuación.

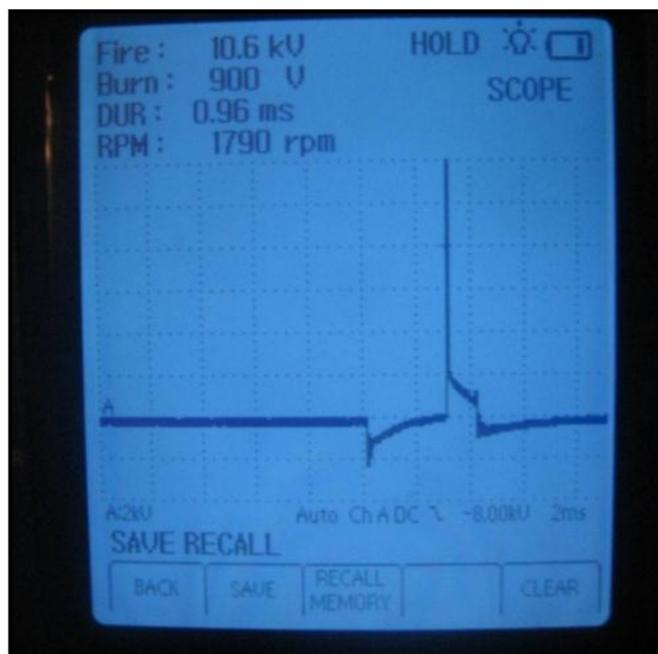


**Fuente:** Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.113. Forma de colocar la pinza para determinar oscilograma de secundario de la bobina Chispa Perdida con transistor Incorporado.**

El oscilograma de secundario se obtiene con el osciloscopio OTC 3840F realizando el siguiente procedimiento:

1. Seleccionar COMPONENT TEST.
2. Entrar a IGNITION.
3. Seleccionar DIS Secondary, en este paso se despliega la señal característica de un secundario.
4. Finalmente se oprime RUN.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.114. Oscilograma de secundario de la bobina Chispa  
Perdida con transistor incorporado.**

Se hace realmente imposible determinar que pulso corresponde a cada transformador de una bobina de este tipo. Lo que sí se puede controlar es lo que ocurre con la caída de tensión de positivo de la bobina y la subida de la masa por cada saturación (pulso hacia el transistor) para cada transformador, tal como se explicó en literal b del punto 5.1.5, para realizarlo se debe seguir los siguientes pasos:

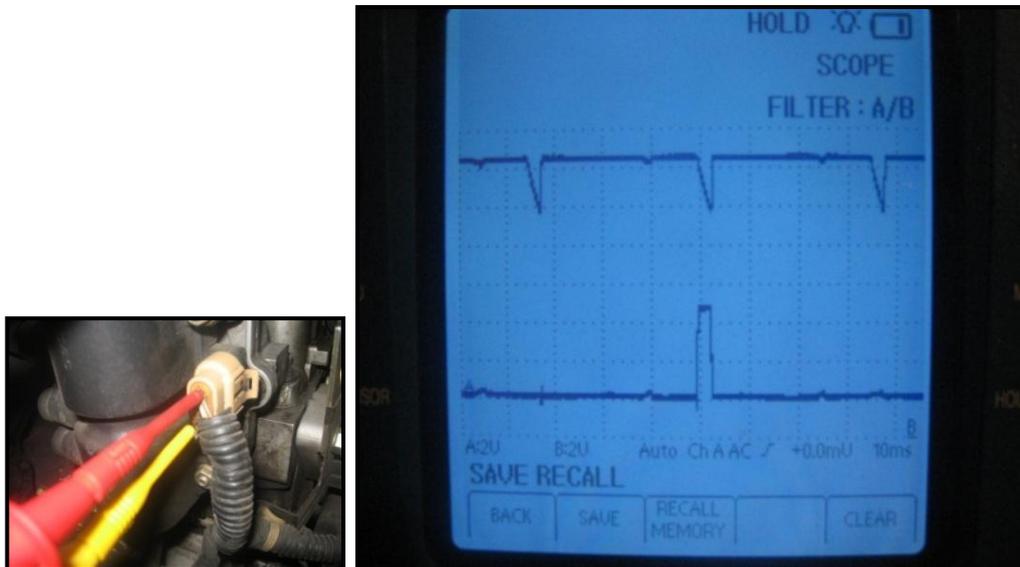
**PASO 6:** Colocar el osciloscopio con dos canales de medición.

**PASO 7:** La punta del canal A la colocamos en los pulsos hacia el transistor de uno de los transformadores de la bobina (determinado anteriormente).

**PASO 8:** La punta del canal B la colocamos en el terminal de positivo de contacto del conector de la bobina (determinado anteriormente).

**PASO 9:** Calibramos el osciloscopio para que se visualicen correctamente ambas señales, para este caso se ha utilizado las siguientes escalas:

- Canales A y B: 2 Voltios/división – 10 ms/división.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.115. Señales del positivo de contacto y pulsos de uno de los transformadores de una bobina Chispa con transistor incorporado.**

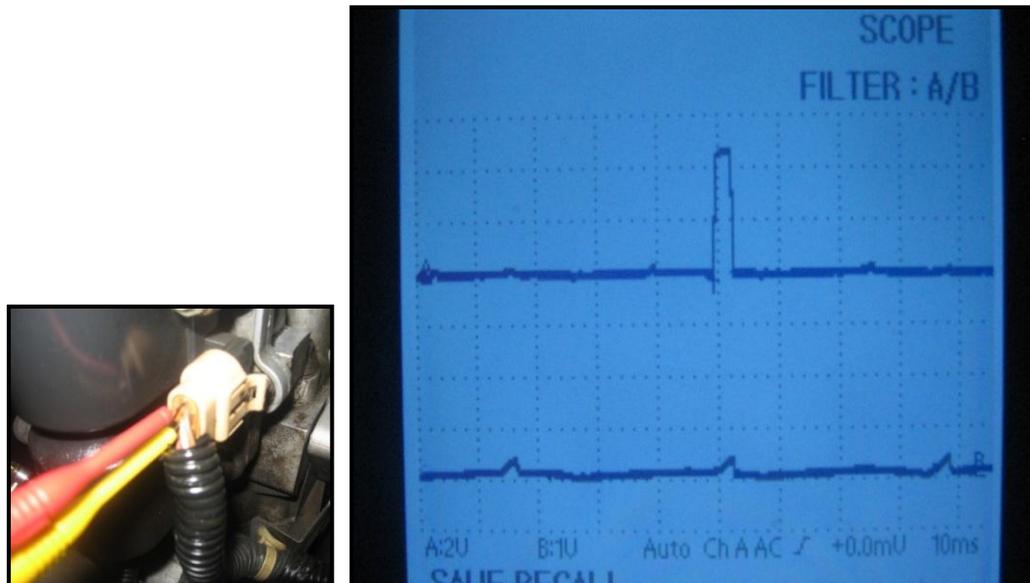
Por cada saturación debe haber una caída máxima de tensión de 1 voltio.

Para este caso es de 2 voltios por lo que se deben revisar y corregir líneas de conexión de la alimentación de la bobina.

**PASO 10:** Ahora la punta del canal B la colocamos en el terminal de masa del conector de la bobina (determinado anteriormente). El canal A lo seguimos manteniendo en los pulsos hacia el transistor del paso anterior.

**PASO 11:** Calibramos el osciloscopio para que se visualicen correctamente ambas señales, para este caso se ha utilizado las siguientes escalas:

- Canal A: 2 Voltios/división – 10 ms/división.
- Canal B: 1 Voltio/división – 10 ms/división.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.116. Señales de masa y pulsos de uno de los transformadores de una bobina Chispa con transistor incorporado.**

Por cada saturación debe haber una subida de masa máxima de 300 mV.

Para este caso el valor se encuentra dentro del límite con 300 mV, si estuviera fuera de rango hay que revisar y corregir líneas de conexión de la masa de la bobina de encendido.

### **5.2.3. COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA DIS COP DE BOBINA SIMPLE.**

Estos controles se han realizado en un vehículo Renault Clío 1.4, y el procedimiento es el siguiente:

**PASO 1:** Colocar la llave de encendido en posición de contacto.

**PASO 2:** Con un multímetro u osciloscopio en modo de voltímetro gráfico, colocamos la punta de medición en cada terminal del conector de la bobina y la pinza en una buena masa (como se indicó en ciertas marcas en este paso se observarán valores de 0 voltios ambos terminales, esto ya que el sistema de encendido se activa mediante el relé de bomba de combustible al

arrancar el motor). A continuación se presenta este caso particular. Este paso nos sirve para determinar lo que representa cada terminal del conector de la bobina.

Al colocar la punta de medición en el primer terminal del conector indica un valor bajo en este caso de 0,02 voltios.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.117. Toma de medición y valor de voltaje en KOEO del primer terminal de la bobina COP simple.**

El otro terminal indicará de igual forma un valor bajo de voltaje de 0,02 voltios, esto afirma la consideración anterior, estos valores son bajos porque aún no se activa el relé de bomba que permite energizar las bobinas de encendido.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.118. Toma de medición y valor de voltaje en KOEO del segundo terminal de la bobina COP simple.**

En los sistemas sin activación por relé de bomba de combustible, en este paso deben mostrarse valores de batería en ambos terminales.

**PASO 3:** Encender el motor.

El primer terminal indica ahora un valor de 13,91 voltios.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.119.** Toma de medición y valor de voltaje en KOER del primer terminal de la bobina COP simple.

El segundo terminal también indicará un voltaje similar al del primero por la explicación hecha en el párrafo anterior.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

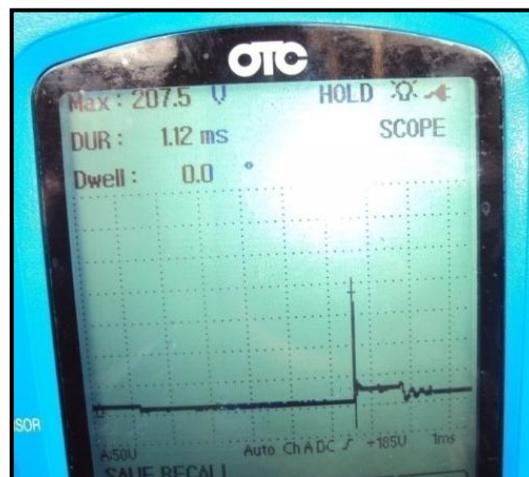
**Figura 5.120.** Toma de medición y valor de voltaje en KOER del segundo terminal de la bobina COP simple.

Como se observa en este tipo de bobinas en KOEO, no podemos determinar a qué corresponde cada terminal.

**PASO 4:** Con el motor encendido pero ahora utilizando osciloscopio colocamos la punta de medición en cada terminal del conector de la bobina y la pinza en una buena masa. Al colocar la punta de medición en el primer terminal indica una línea continua con voltaje del sistema de carga esto indica que es el positivo del primario de la bobina.

Ahora colocada la punta del osciloscopio en el otro terminal (negativo de bobina), ubicamos el osciloscopio siguiendo este procedimiento:

1. Seleccionar COMPONENT TEST.
2. Entrar a IGNITION.
3. Seleccionar DIS Primary, en este paso se despliega la señal característica de un primario de bobina.
4. Finalmente se oprime RUN.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.121. Toma para la señal y señal del segundo terminal de la bobina COP simple.**

Este paso 4 se realiza de la misma manera para el resto de bobinas del motor. También se puede controlar la caída de tensión de positivo por cada

saturación de la bobina como se indica en el control de las bobinas Chispa Perdida simple.

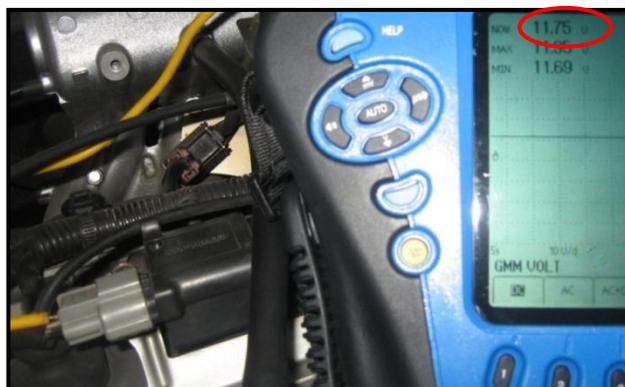
#### 5.2.4. COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA DIS COP DE BOBINA CON TRANSISTOR INCORPORADO.

Estos controles se han realizado en un vehículo Mitsubishi Lancer EVO VII, los controles se han realizado en la bobina del cilindro número 1 y el procedimiento es el siguiente:

**PASO 1:** Colocar la llave de encendido en posición de contacto.

**PASO 2:** Con un multímetro u osciloscopio en modo de voltímetro gráfico, colocamos la punta de medición en cada terminal del conector de la bobina y la pinza en una buena masa (en ciertas marcas, en este paso se observarán valores de 0 voltios en los terminales, esto ya que el sistema de encendido se activa mediante el relé de bomba de combustible al arrancar el motor).

Al colocar la punta de medición en el primer terminal del conector indica un voltaje de batería en este caso 11,75 voltios, si al arrancar el motor este valor se mantiene indica que es el positivo de contacto de la bobina de encendido.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.122.** Toma de medición y valor de voltaje en KOEO del primer terminal de la bobina COP con transistor incorporado.

El segundo terminal indicará un valor bajo de voltaje, para este caso 6,5 mV; este puede ser la masa de la bobina de encendido.

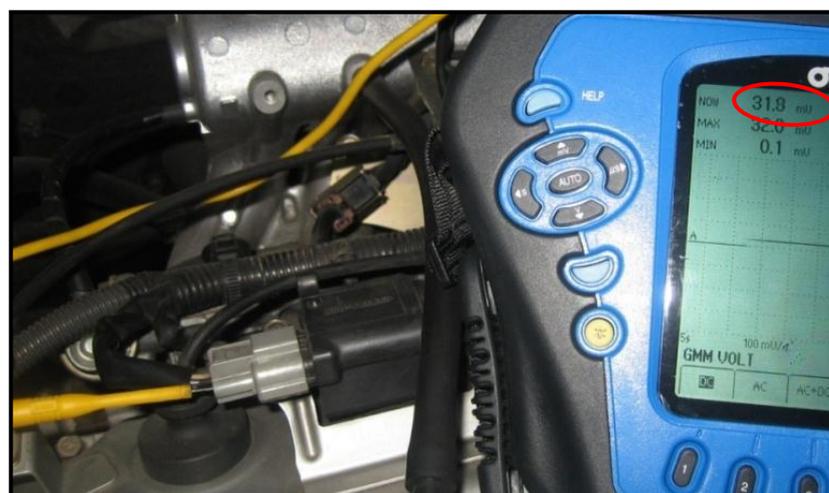


Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.123. Toma de medición y valor de voltaje en KOEO del segundo terminal de la bobina COP con transistor incorporado.**

El tercer terminal indicará también un valor bajo de voltaje en este caso particular 31,8 mV, que podrían ser los pulsos de activación del transistor o la masa de la bobina.

Pero dado su valor (algo alto) seguramente es la primera alternativa.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.124. Toma de medición y valor de voltaje en KOEO del tercer terminal de la bobina COP con transistor incorporado.**

**PASO 3:** Encender el motor.

**PASO 4:** Ahora con osciloscopio colocamos la punta de medición en los dos últimos terminales del paso anterior para determinar a qué corresponde cada uno.

Al colocar la punta de medición en el segundo terminal (del paso 2) se visualiza una línea continua en 0 voltios, significando que ese terminal es la masa de la bobina.

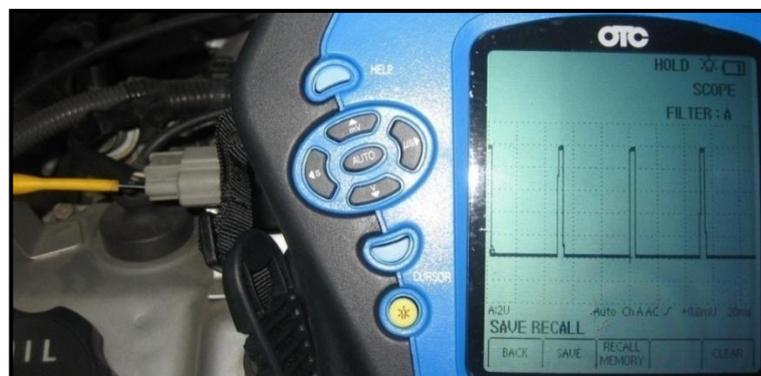


Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.125.** Toma para la señal y señal del segundo terminal de la bobina COP con transistor incorporado.

Al colocar la punta de medición en el tercer terminal (del paso 2) deben visualizarse los pulsos de activación del transistor, utilizando las escalas:

- 2 Voltios/división - 20 ms/división.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.126.** Toma para la señal y señal del tercer terminal de la bobina COP con transistor incorporado.

Si se observa claramente cada pulso en ralentí dura alrededor de 4 ms, y el voltaje pulsa de 0 a 10 voltios (fijarse bien en las escalas).

**PASO 5:** Colocar el osciloscopio con dos canales de medición.

**PASO 6:** La punta del canal A la colocamos en los pulsos de activación del transistor provenientes del PCM (determinado anteriormente).

**PASO 7:** La punta del canal B la colocamos en el terminal de positivo de contacto del conector de la bobina (determinado anteriormente).

**PASO 8:** Calibramos el osciloscopio para que se visualicen correctamente ambas señales, para este caso se ha utilizado las siguientes escalas:

- Canal A: 5 Voltios/división – 10 ms/división.
- Canal B: 2 Voltios/división – 10 ms/división.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.127. Toma de la señal y señales del positivo de contacto y pulsos de una bobina COP con transistor incorporado.**

Por cada saturación debe haber una caída máxima de tensión de 1 voltio.

Para este caso es de 1 voltio por lo que se encuentra en el valor límite.

**PASO 9:** Ahora la punta del canal B la colocamos en el terminal de masa del conector de la bobina (determinado anteriormente). El canal A lo seguimos manteniendo en los pulsos hacia el transistor.

**PASO 10:** Calibramos el osciloscopio para que se visualicen correctamente ambas señales, para este caso se ha utilizado las siguientes escalas:

- Canal A: 5 Voltios/división – 10 ms/división.
- Canal B: 0,2 Voltios/división – 10 ms/división.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.128. Toma de la señal y señales de masa y pulsos de una bobina COP con transistor incorporado.**

Por cada saturación debe haber una subida máxima de 300 mV. Para este caso el valor se encuentra dentro del límite con 200 mV, si estuviera fuera de rango hay que revisar y corregir líneas de conexión de la masa de la bobina de encendido.

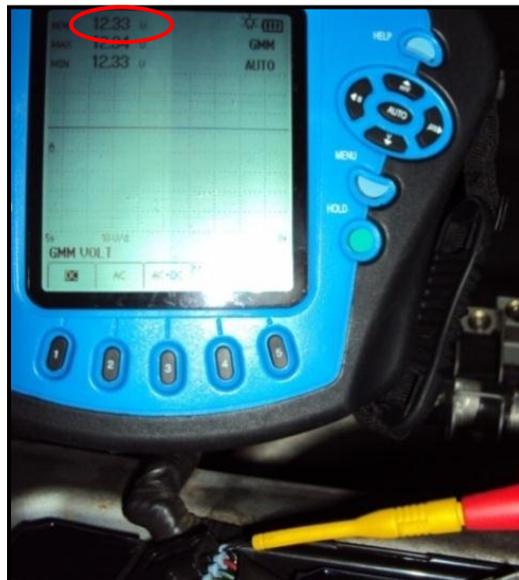
### **5.2.5. COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA DIS COP DE BOBINA CON MÓDULO INCORPORADO.**

Estos controles se han realizado en un vehículo Toyota RAV-4, en la bobina del cilindro número 1 y el procedimiento es el siguiente:

**PASO 1:** Colocar la llave de encendido en posición de contacto.

**PASO 2:** Con un multímetro u osciloscopio en modo de voltímetro gráfico, colocamos la punta de medición en cada terminal del conector de la bobina y la pinza en una buena masa (en ciertas marcas en este paso se observarán valores de 0 voltios en los terminales, esto ya que el sistema de encendido se activa mediante el relé de bomba de combustible al arrancar el motor).

Al colocar la punta de medición en el primer terminal del conector indica un voltaje de batería en este caso 12,33 voltios, éste es el positivo del primario de la bobina.



**Fuente:** Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.129.** Toma de medición y valor de voltaje en KOEO del primer terminal de la bobina COP con módulo incorporado.

El segundo terminal indicará un valor para este caso de 5,01 voltios.

Esto nos da la pauta para determinar que ésta es la señal de Feedback, este valor se genera en el mismo módulo y el cual debe aterrizar a 0 voltios cuando se produzca una saturación de la bobina.

Esto le sirve a la computadora para saber que se produjo la inducción en el devanado primario de la bobina y que además eso produjo el salto de chispa en la bujía, caso contrario y generará un DTC de Misfire.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.130. Toma de medición y valor de voltaje en KOEO del segundo terminal de la bobina COP con módulo incorporado.**

El tercer terminal indicará un valor bajo en este caso es 3,8 mV, este terminal podría tratarse de masa o la señal pulsante del PCM hacia el transistor de potencia dentro del módulo.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.131. Toma de medición y valor de voltaje en KOEO del tercer terminal de la bobina COP con módulo incorporado.**

El cuarto terminal también indica un valor bajo para este caso de 3,7 mV, este terminal al igual que el anterior podría ser masa o los pulsos provenientes del PCM hacia el transistor.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 5.132. Toma de medición y valor de voltaje en KOEO del cuarto terminal de la bobina COP con módulo incorporado.

**PASO 3:** Encender el motor.

**PASO 4:** Ahora con osciloscopio colocamos la punta de medición en los tres últimos terminales (del paso 2), y la pinza en una buena masa, para visualizar sus respectivas señales y determinar qué es cada terminal.

Al colocar la punta de medición en el segundo terminal se aprecia la señal de retroalimentación (Feedback), que pulsa de 5 a 0 voltios por cada saturación, en ralentí el pulso demora aproximadamente 2 ms. Escalas:

- 2 Voltios/división – 10 ms/división.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.133. Toma para la señal y señal del segundo terminal de la bobina COP con módulo incorporado.**

Al colocar la punta en el tercer terminal se observa que ese terminal corresponde a los pulsos del PCM, que pulsa para este caso de 0 a 4,2 voltios en aproximadamente 3,5 ms.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.134. Toma para la señal y señal del tercer terminal de la bobina COP con módulo incorporado.**

Por ende en el cuarto terminal al colocar la punta se observa el trazo continuo en 0 voltios indicando que este terminal es la masa de la bobina.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.135. Toma para la señal y señal del cuarto terminal de la bobina COP con módulo incorporado.**

Este paso 4 se realiza de la misma manera para el resto de bobinas del motor. En este tipo de bobinas podemos observar la concordancia entre la señal de activación del transistor y la señal de Feedback que genera el módulo incorporado.

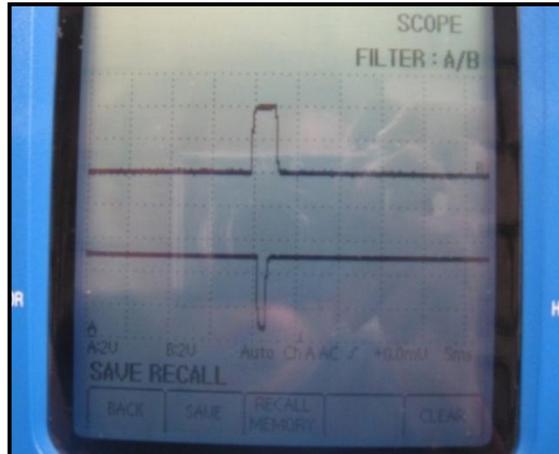
**PASO 5:** Colocar el osciloscopio con dos canales de medición.

**PASO 6:** La punta del canal A la colocamos en el terminal de señal de retroalimentación.

**PASO 7:** La punta del canal B la colocamos la en los pulsos del PCM al transistor dentro del módulo.

**PASO 8:** Calibramos el osciloscopio para que se visualicen correctamente ambas señales, para este caso se ha utilizado las siguientes escalas:

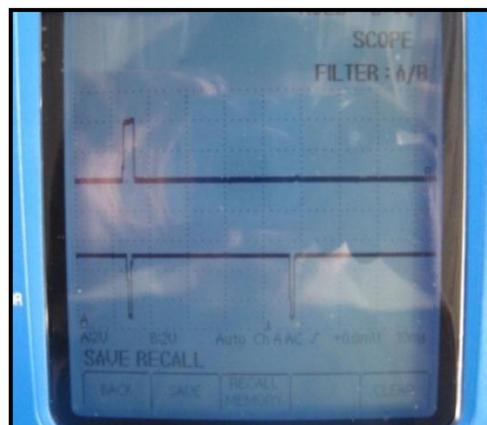
- Canal A: 2 Voltios/división – 2 ms/división.
- Canal B: 2 Voltios/división – 2 ms/división.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.136. Señales de pulso hacia el transistor y Feedback de una bobina COP con módulo incorporado (1).**

Como se observa en la figura superior, cada pulso hacia el transistor debe sincronizarse con una confirmación mediante la señal de retroalimentación que le permite al PCM monitorear que el sistema está trabajando correctamente. Ahora variando la escala de tiempo a 10 ms/división, se aprecia que existen cuatro pulsos de Feedback que aterrizan a masa (llegan al PCM por el mismo pin), donde solamente uno se sincroniza con el pulso de activación hacia el transistor. Por lo tanto el módulo aterriza la señal a masa en cuatro pulsos pero uno debe coincidir con el pulso proveniente del PCM para la bobina que estemos controlando.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.137. Señales de pulso hacia el transistor y Feedback de una bobina COP con módulo incorporado (2).**

También se puede controlar la subida de masa y la caída de tensión de positivo por cada pulso de activación hacia el transistor, de la misma manera que en las bobinas Chispa Perdida con transistor incorporado. Este procedimiento se debe hacer de la misma manera en el resto de bobinas del motor.

### **5.3. PROTOCOLO DE INFORMACIÓN SOBRE EL DIAGNÓSTICO ELECTRÓNICO DE LOS SISTEMAS DE ENCENDIDO DIS CHISPA PERDIDA Y DIS COP.**

Los procedimientos a realizar deben hacerse siguiendo el siguiente flujo grama de diagnóstico.

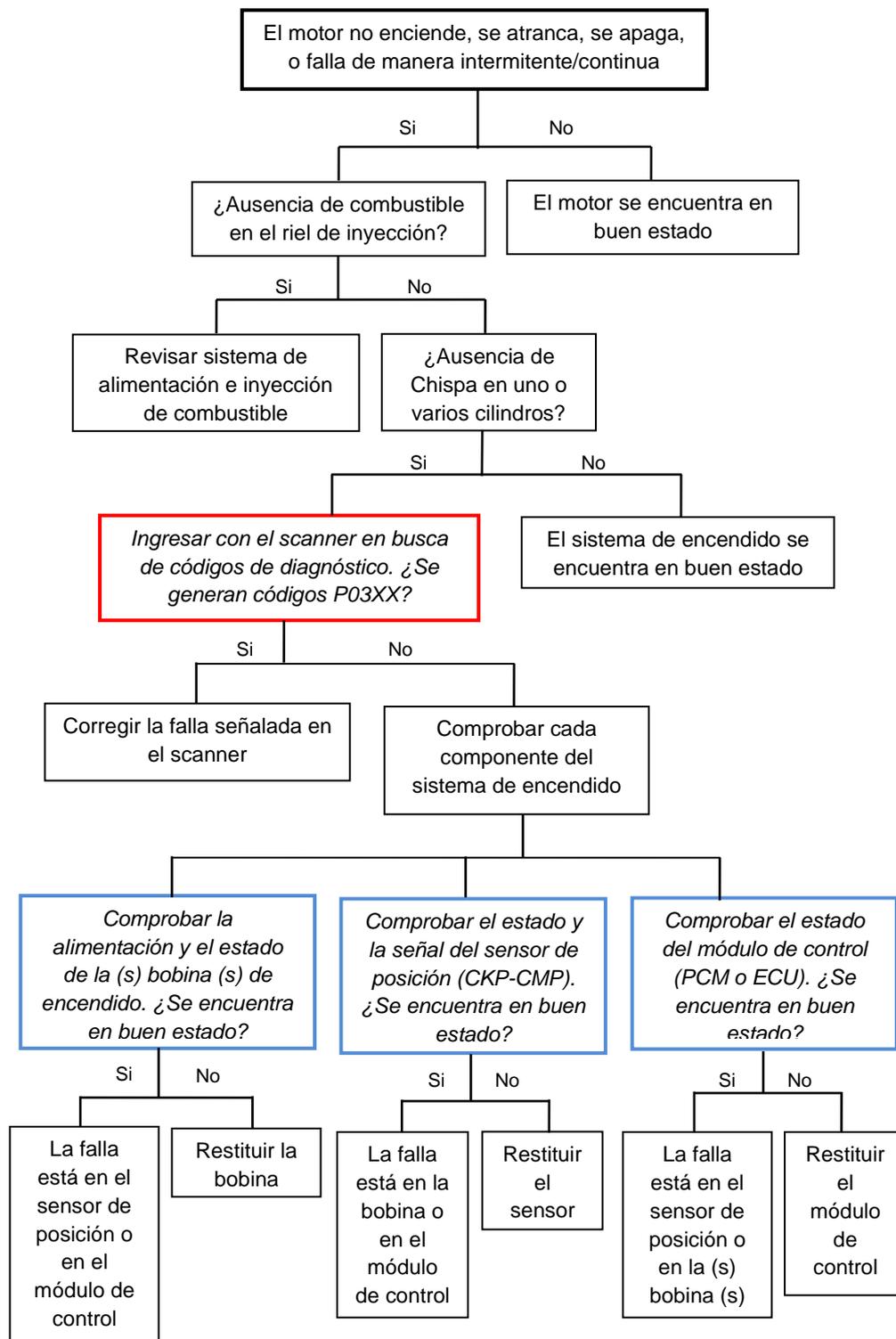
Este flujo grama indica los pasos concretos a realizarse referentes únicamente a la gestión de los sistemas de encendido DIS.

Cabe señalar que en ciertas ocasiones los equipos de diagnóstico hablando precisamente sobre el scanner son de gran utilidad ya que determinan con exactitud el componente o parámetro que origina la falla en el sistema de encendido.

Pero en ciertos vehículos no se tiene acceso a esta información sino solamente con el scanner original para esa marca.

Sin embargo en este protocolo de información se indica los pasos a seguir en caso de que no se tenga acceso directo a la falla mediante el scanner.

Para ello es necesario realizar la comprobación de cada componente que forma parte de un sistema de encendido DIS sea el tipo de sistema que sea.



### 5.3.1. DIAGNÓSTICO CON SCANNER.

Tanto para el sistema DIS Chispa Perdida como para el sistema DIS COP, el diagnóstico con scanner se refiere a comprobar si es que la computadora y el sistema de diagnóstico a bordo (OBD II) observan alguna anomalía en el funcionamiento del sistema de encendido, esta anomalía se traduce en fallos intermitentes y continuos del motor, cargándose códigos de diagnóstico establecidos para los sistemas de encendido de última generación como P03XX.

Se recomienda entonces realizar la comprobación como se indica a continuación:

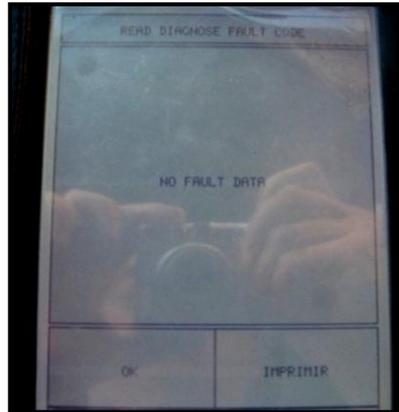
Realizar el procedimiento con el motor apagado y la llave de encendido en posición de contacto o con el motor en marcha:

**PASO 1:** Conectar el equipo de diagnóstico (scanner) por medio del conector (DLC) del vehículo.

**PASO 2:** En la pantalla del scanner seleccionar búsqueda automática del vehículo o ingresamos sus sats, entramos a gestión del motor.

**PASO 3:** Seleccionemos códigos de diagnóstico y observamos si se ha cargado algún código de características P03XX, lo cual hará que el técnico verifique si se tiene o no una falla en el sistema de encendido DIS.

En caso de generarse códigos de diagnóstico, lo que se debe hacer es pasar al literal 5.3.2 (diagnóstico con multímetro y osciloscopio) y seguir con los procedimientos indicados, para así determinar qué componente tiene la avería que causa problemas en el funcionamiento del sistema de encendido y por ende del motor.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

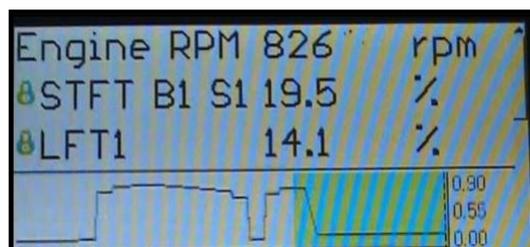
**Figura 5.138. Pantalla para visualizar códigos de diagnóstico en un vehículo con sistema DIS.**

Si no se han generado códigos de diagnóstico, la otra forma de comprobar el correcto funcionamiento del sistema de encendido es visualizar los ajustes de combustible tanto SFT como LFT como se indica a continuación. Realizar este procedimiento siempre con el motor en marcha:

**PASO 1:** Conectar el equipo de diagnóstico (scanner) por medio del conector (DLC) del vehículo (de la misma forma que el procedimiento anterior).

**PASO 2:** En la pantalla del scanner seleccionar búsqueda automática del vehículo o ingresamos sus datos, entramos a gestión del motor.

**PASO 3:** Escoger flujo de datos y observamos cómo se están comportando los ajustes de combustible.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.139. Pantalla del flujo de datos en un vehículo con sistema DIS.**

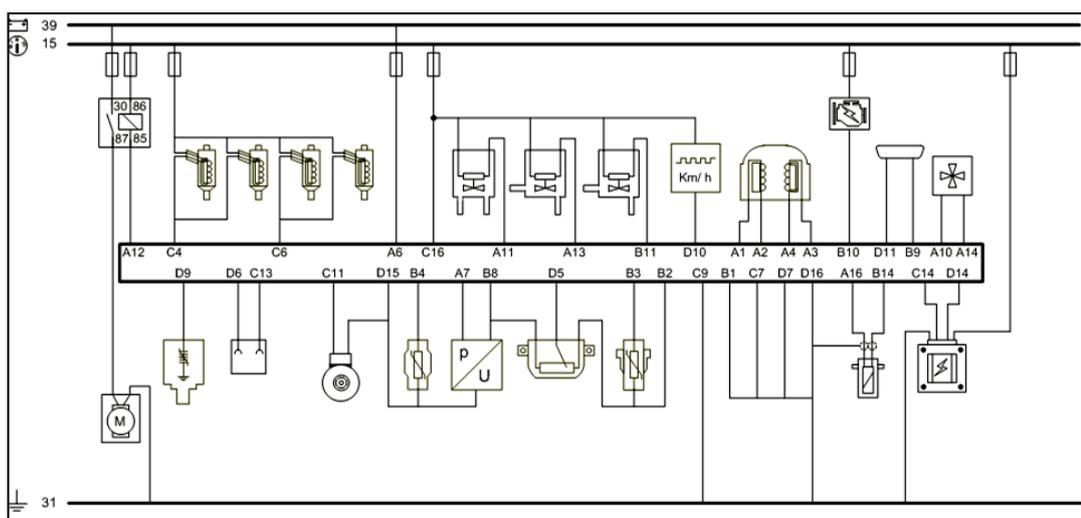
Los valores de SFT y LFT sumados (tomando en cuenta el signo) deben encontrarse en un máximo de  $\pm 25\%$ , en caso que se esté próximo a los límites indica que existe algún inconveniente que puede estar directamente relacionado con el sistema de encendido, pero que la computadora no la detecta aún como un Misfire y no carga un código de diagnóstico.

Estos dos procedimientos deben realizarse de la misma forma para los diferentes tipos de bobinas que se tienen en los sistemas DIS Chispa Perdida y DIS COP.

### 5.3.2. DIAGNÓSTICO CON MULTÍMETRO Y OSCILOSCOPIO.

Este punto es sumamente importante y a tener muy en cuenta cuando no se tiene acceso a los códigos de diagnóstico con scanner, para saber en dónde radica el problema; y también cuando el scanner únicamente nos dice de manera general que existe un problema relacionado con el sistema de encendido pero no se sabe con exactitud cuál es este problema.

Lo primero que se debe hacer es contar con el diagrama eléctrico del vehículo en el que se esté trabajando.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

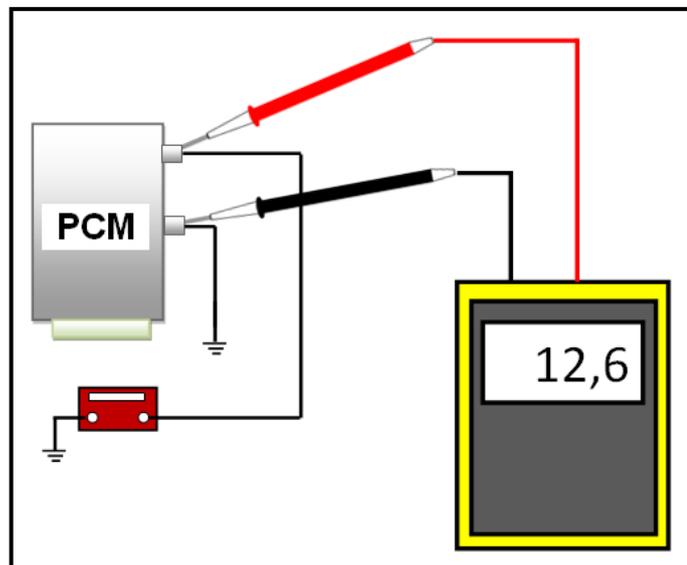
Figura 5.140. Diagrama eléctrico Chevrolet Corsa.

En el diagrama podemos referenciar la computadora (PCM) y sus pines de conexión, así como el resto de componentes del sistema eléctrico y electrónico del vehículo.

#### a. COMPROBACIONES A LOS SISTEMAS DIS CHISPA PERDIDA.

**PASO 1:** Verificar la alimentación de la computadora.

Mediante el diagrama eléctrico podemos determinar qué pin del PCM es al que le llega la alimentación de positivo de batería. Una vez identificado este pin y estando en KOEO, se coloca la una punta del tester en dicho pin y la otra al negativo de la batería o a una buena masa, colocando el tester para medir voltios. La máxima caída de tensión con respecto al voltaje de batería debe ser menor o igual a 0,5 voltios.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 5.141. Verificación alimentación del PCM.

Si la tensión de alimentación es menor de 9,5 voltios en la mayoría de sistemas se bloqueará la unidad de control (PCM-ECU) impidiendo que se dé el encendido.

Cuando existe caídas de tensión en el positivo de la (s) bobina (s), precisamente para compensarlo, el PCM corregirá las caídas de tensión aumentando el porcentaje Dwell.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.142. Corrección del porcentaje DWELL ante caídas de tensión en positivo de contacto.**

**PASO 2:** Verificar la señal de los sensores de posición CKP y/o CMP. Este paso se explica detalladamente en el literal a del punto 5.1.4, dando arranque deben observarse las señales características de estos sensores.

**PASO 3:** Verificar la activación y señales hacia la bobina de encendido por parte del módulo de control.

Si estamos trabajando en un sistema Chispa Perdida de bobina simple. Para realizar este paso debemos hacer exactamente el mismo procedimiento del punto 5.2.1, del control en tiempo real, al dar arranque debemos observar los oscilogramas del primario, esto indica que el PCM o el Igniter están trabajando correctamente (conmutando la corriente del primario).

Cuando se tiene Igniter debemos verificar que le lleguen los pulsos de activación para los primarios, si no le llegan dichos pulsos la falla está en el PCM.

Ahora, si estamos trabajando en un sistema Chispa Perdida de bobina con transistor incorporado, para realizar este paso debemos hacer exactamente

lo mismo que se indica en el punto 5.2.2, del control en tiempo real, al dar arranque debemos observar que se den los pulsos de activación para ambos primarios, esto indica que el PCM está trabajando correctamente (conmutando la corriente del primario).

**PASO 4:** Verificar la alimentación de la bobina de encendido.

Colocamos contacto.

Quitando el conector de la bobina y con el tester calibrado para medir voltios.

Ubicamos la una punta en una buena masa y la otra la colocamos en cada terminal del conector hasta encontrar el voltaje de contacto, verificamos entonces que la caída de tensión con respecto al voltaje de batería esté dentro del límite establecido generalmente menor o igual a 0,5 voltios.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.143. Comprobación del voltaje de alimentación de una bobina DIS Chispa Perdida.**

Este mismo procedimiento se lo realiza tanto en bobinas simples como en las de transistor incorporado, obviamente que tengan conector. Si se tienen terminales de conexión sin conector se debe ir colocando la punta del tester en cada terminal hasta encontrar la alimentación de la bobina. Para el caso

de que se tenga un sistema de encendido comandado por el relé de la bomba de combustible, ésta medición debe realizarse dando arranques y probando cada terminal de conexión.

**PASO 5:** Verificar las resistencias de los devanados de la bobina de encendido.

En este paso hay que tener muy en cuenta con qué tipo de bobina se está trabajando, si tenemos una bobina simple podemos medir ambas resistencias (primario y secundario), pero si tenemos bobina con transistor incorporado se hace imposible medir la resistencia del primario y solo podremos medir la resistencia del devanado secundario.

Si estamos trabajando en un sistema Chispa Perdida de bobina simple. Para obtener la resistencia del primario se debe primero determinar los extremos de dicho devanado en el conector de la bobina, después colocamos el tester para medir ohmios y colocamos las puntas entre los extremos del devanado.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.144. Medición de la resistencia del primario de una bobina Chispa Perdida simple (1).**

Esto se hace para el otro primario de misma manera (esto si la bobina es doble).



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.145. Medición de la resistencia del primario de una bobina Chispa Perdida simple (2).**

El valor debe encontrarse de acuerdo a lo especificado por el fabricante pero si no se cuenta con el manual lo más práctico es comparar este valor con los mostrados en catálogos de fabricantes de bobinas. Este valor se encuentra generalmente entre 0,3 y 2,5  $\Omega$  para el devanado primario, dependiendo obviamente de la bobina con que se esté trabajando.

La siguiente tabla muestra los valores de resistencia que generalmente indican que la bobina se encuentra en mal estado.

**Tabla 5.11. Valores incorrectos de resistencia de primario bobina Chispa Perdida simple.**

Valor de resistencia ( $\Omega$ )	Causa
Mayor al especificado (por ejemplo 10 $\Omega$ )	Excesiva resistencia de sus contactos internos
Menor al especificado (por ejemplo 0,01 $\Omega$ )	Devanado en cortocircuito
Resistencia infinita	Devanado cortado

Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Si se presenta cualquiera de estos tres casos se debe reemplazar la bobina.

Para obtener la resistencia del secundario lo que se hace es colocar las puntas del tester entre las salidas hacia ambas bujías que son comandadas por el transformador que queremos comprobar, es decir entre 1-4 y entre 2-3

si es un motor de 4 cilindros (bobina doble). Para ello es necesario calibrar el tester para medir  $K\Omega$ , o auto rango.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.146. Medición de la resistencia del secundario de una bobina Chispa Perdida simple (1).**

Lo mismo hacemos para el otro transformador.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.147. Medición de la resistencia del secundario de una bobina Chispa Perdida simple (2).**

Este valor se encuentra generalmente entre 4 y 16  $K\Omega$ , dependiendo de la bobina. La siguiente tabla muestra los valores de resistencia que generalmente indican que la bobina se encuentra en mal estado.

**Tabla 5.12. Valores incorrectos de resistencia de secundario de una bobina Chispa Perdida simple.**

Valor de resistencia ( $\Omega$ )	Causa
Mayor al especificado (por ejemplo 18 K $\Omega$ )	Excesiva resistencia de sus contactos internos
Menor al especificado (por ejemplo 1 K $\Omega$ )	Devanado en cortocircuito
Resistencia infinita	Devanado cortado

**Fuente:** Jorge E. Jiménez S.

Si se presenta cualquiera de estos tres casos se debe remplazar la bobina.

Si estamos trabajando en un sistema Chispa Perdida de bobina con transistor incorporado. Únicamente podemos medir la resistencia de secundario de la misma manera que se explicó en las bobinas simples, es decir entre las salidas 1-4 y 2-3 como se indica en la fotografía de la siguiente figura.



**Fuente:** Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.148. Medición de la resistencia del secundario de una bobina Chispa Perdida con transistor incorporado.**

De igual manera se manejan valores entre 4 y 16 K $\Omega$ , dependiendo de la bobina. Debemos también tomar las consideraciones mostradas en la tabla 5.12 en caso de fallo de la bobina.

**PASO 6:** Verificar el aislamiento a masa de los devanados de la bobina de encendido.

Si estamos trabajando en un sistema Chispa Perdida de bobina simple. Para realizar este paso debemos colocar el tester para medir ohmios y colocar las puntas entre el negativo del primario de un transformador (para bobina doble) y la carcasa de fijación (ya que se conecta a masa de motor), donde debe obtenerse una resistencia infinita, es decir circuito abierto, caso contrario sustituir la bobina.



**Fuente:** Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.149. Comprobación del aislamiento a masa del primario de uno de los transformadores de una bobina Chispa Perdida simple.**

Lo mismo se debe realizar para el otro transformador obteniéndose un dato semejante al anterior.

La comprobación del aislamiento de los secundarios debemos realizarlo colocando el tester entre cada borne de salida de alta tensión y la carcasa de fijación obteniéndose de igual manera circuito abierto (resistencia infinita).



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.150. Comprobación del aislamiento a masa del secundario de uno de los transformadores de una bobina Chispa Perdida simple.**

Si estamos trabajando en un sistema Chispa Perdida de bobina con transistor incorporado únicamente podemos comprobar el aislamiento a masa de los secundarios realizando el mismo procedimiento que en las bobinas Chispa Perdida simples. Es decir ubicando el tester entre cada borne de salida de alta tensión y la carcasa de fijación obteniéndose de igual manera circuito abierto (resistencia infinita).



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.151. Comprobación del aislamiento a masa del secundario de un transformador de una bobina Chispa Perdida con transistor incorporado.**

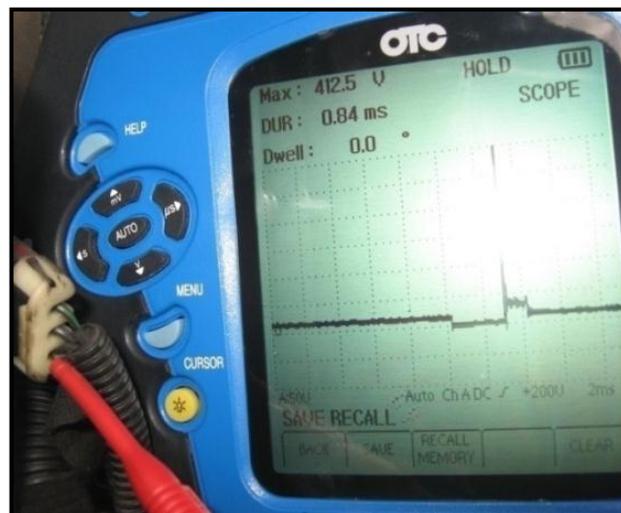
**PASO 7:** Verificar los oscilogramas de encendido.

Como ya se tienen determinados los pines de la bobina en la que se esté trabajando, ubicamos el osciloscopio para medir los oscilogramas de primario y secundario en una bobina Chispa Perdida simple, y solamente el secundario en una bobina con transistor incorporado.

Para ello es necesario revisar los procedimientos del control en tiempo real de los puntos 5.2.1 y 5.2.2.

Las consideraciones necesarias y a tener en cuenta sobre los oscilogramas de primario se tienen en el literal e del punto 5.1.4 y son las siguientes:

- Porcentaje DWELL (saturación), bien aterrizado a masa.
- Positivo con caída de tensión inferior a 1 voltio.
- Pico inductivo entre 300 – 500 voltios.
- Área de al menos 40 unidades de energía de la bobina
- Tiempo de quemado a 3000 RPM de 1 a 2 ms.
- Oscilaciones de la bobina después del tiempo de quemado.

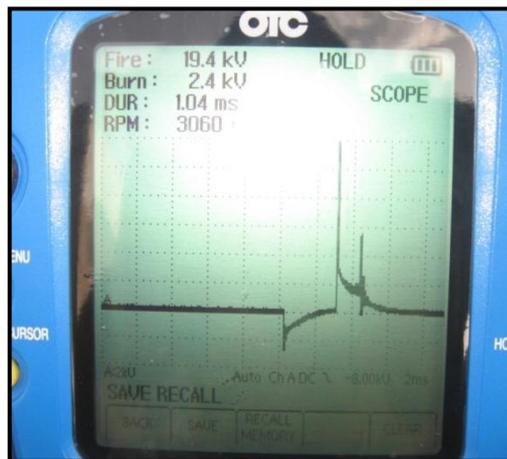


Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.152. Comprobación del oscilograma de primario de un transformador de una bobina Chispa Perdida simple.**

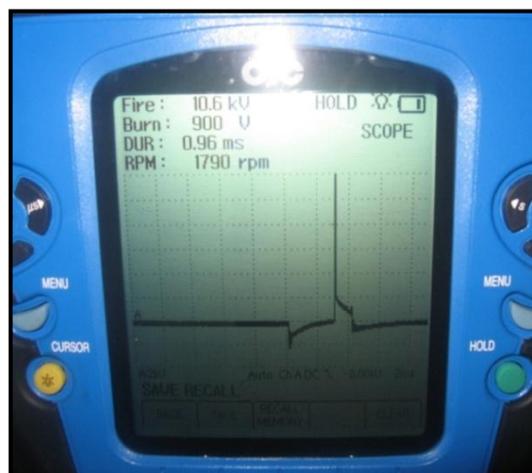
Para el caso de oscilogramas del circuito secundario se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones al momento de diagnosticar problemas en el encendido.

- Pico de tensión entre los electrodos de la bujía entre 15 y 20 KV.
- Tiempo de quemado en ralentí de 0,8 – 1,2 ms.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.153. Comprobación del oscilograma de secundario de un transformador de una bobina Chispa Perdida simple.**

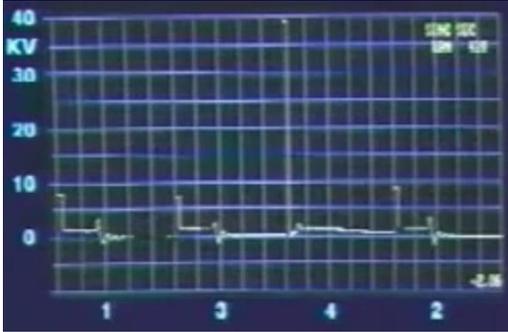
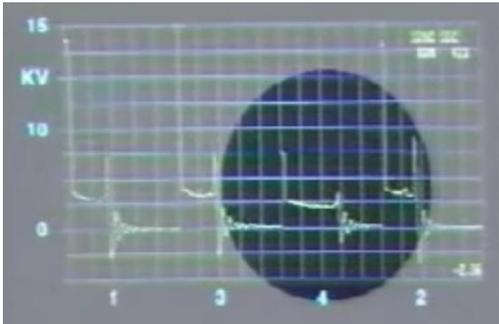


Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.154. Comprobación del oscilograma de secundario de un transformador de una bobina Chispa Perdida con transistor incorporado.**

La siguiente tabla muestra los valores erróneos encontrados que pueden darse en el oscilograma de secundario así como sus posibles causas:

**Tabla 5.13. Síntomas de fallas y causas, vistos en un oscilograma de secundario.**

Síntoma	Causa
Las tensiones y los tiempos son menores que los indicados	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Caída de tensión en el positivo de la bobina.</li> <li>✓ Porcentaje DWELL inferior al estipulado.</li> <li>✓ Bobina en cortocircuito.</li> </ul>
Pico de tensión mayor al estipulado con disminución del tiempo de quemado. 	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Excesiva resistencia en el circuito secundario (devanado, cables y mezclas excesivamente pobres).</li> </ul>
Pico de tensión menor al estipulado con aumento del tiempo de quemado. 	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Falta de resistencia en el circuito secundario (cables, bujía incorrectas, baja presión de compresión y mezclas excesivamente ricas).</li> </ul>

Fuente: Jorge E. Jiménez S.

## **b. COMPROBACIONES A LOS SISTEMAS DIS COP.**

**PASO 1:** Verificar la alimentación de la computadora, de la misma forma que en el paso 1 del literal a.

**PASO 2:** Verificar la señal de los sensores de posición CKP y/o CMP, de la misma forma que en el paso 2 del literal a.

**PASO 3:** Verificar la activación y señales hacia la bobina de encendido por parte del módulo de control.

Si estamos trabajando en un sistema COP de bobina simple. Para realizar este paso debemos hacer exactamente lo mismo que se indica en el punto 5.2.3, del control en tiempo real, al dar arranque debemos observar los oscilogramas del primario, esto indica que el PCM o el Igniter están trabajando correctamente (conmutando la corriente del primario). Cuando se tiene Igniter debemos verificar que le lleguen los pulsos de activación para el primario, si no le llegan dichos pulsos la falla está en el PCM. Realizar este mismo procedimiento para el resto de bobinas del motor.

Ahora, si estamos trabajando con bobinas con transistor incorporado, debemos hacer exactamente lo mismo que se indica en el punto 5.2.4, del control en tiempo real, al dar arranque debemos observar que se den los pulsos de activación para los transistores dentro de las bobinas, mismos que conmutan el circuito primario, esto indica que el PCM está trabajando correctamente. Realizar este mismo procedimiento para el resto de bobinas del motor.

Finalmente si estamos trabajando con bobinas con módulo incorporado, debemos hacer exactamente lo mismo que se indica en los puntos 5.2.5, del control en tiempo real, al dar arranque debemos observar que se den los pulsos de activación para los transistores dentro de las bobinas, mismos que conmutan el circuito primario, esto indica que el PCM está trabajando correctamente, además debemos verificar las señales de retroalimentación generadas por el módulo dentro de la bobina. Realizar este mismo procedimiento para el resto de bobinas del motor.

**PASO 4:** Verificar la alimentación de la bobina de encendido. Colocamos contacto.

Quitando el conector de la bobina y con el tester calibrado para medir voltios.

Ubicamos la una punta en una buena masa y la otra la colocamos en cada terminal del conector hasta encontrar el voltaje de contacto, verificamos entonces que la caída de tensión con respecto al voltaje de batería esté dentro del límite establecido generalmente de 0,5 voltios.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.155. Comprobación del voltaje de alimentación de una bobina DIS COP.**

Realizar este mismo procedimiento para el resto de bobinas del motor. Esto se realiza de igual manera en las bobinas COP simples, con transistor incorporado y con módulo incorporado.

**PASO 5:** Verificar las resistencias de los devanados de la bobina de encendido.

En este paso hay que tener muy en cuenta con qué tipo de bobina se está trabajando, si tenemos una bobina simple podemos medir ambas resistencias (primario y secundario), pero si tenemos bobina con transistor incorporado y con módulo incorporado se hace imposible medir la resistencia de los devanados.

Si estamos trabajando en un sistema COP de bobina simple. Para obtener la resistencia del primario se debe colocar el tester para medir ohmios y colocamos las puntas entre los dos terminales que tiene la bobina.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.156. Medición de la resistencia del primario de una bobina COP Simple.**

El valor debe encontrarse de acuerdo a lo especificado por el fabricante pero si no se cuenta con el manual lo más práctico es comparar este valor con los mostrados en catálogos de fabricantes de bobinas.

Este valor se encuentra generalmente entre 0,3 y 2  $\Omega$  para el devanado primario, dependiendo obviamente de la bobina con que se esté trabajando.

La siguiente tabla muestra los valores de resistencia que generalmente indican que la bobina se encuentra en mal estado.

**Tabla 5.14. Valores incorrectos de resistencia de primario bobina COP simple.**

Valor de resistencia ( $\Omega$ )	Causa
Mayor al especificado (por ejemplo 6 $\Omega$ )	Excesiva resistencia de sus contactos internos
Menor al especificado (por ejemplo 0,01 $\Omega$ )	Devanado en cortocircuito
Resistencia infinita	Devanado cortado

Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Si se presenta cualquiera de estos tres casos se debe reemplazar la bobina.

Para obtener la resistencia del secundario lo que se hace es colocar las puntas del tester entre el terminal de positivo de la bobina y la salida de alta tensión donde se ubica la bujía de encendido, calibrando el tester en  $K\Omega$ .



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.157. Medición de la resistencia del secundario de una bobina COP simple.**

Este valor se encuentra generalmente entre 4 y 16  $K\Omega$ , dependiendo la bobina.

La siguiente tabla muestra los valores de resistencia que generalmente indican que la bobina se encuentra en mal estado.

**Tabla 5.15. Valores incorrectos de resistencia de secundario de una bobina COP simple.**

Valor de resistencia ( $\Omega$ )	Causa
Mayor al especificado (por ejemplo 18 $K\Omega$ )	Excesiva resistencia de sus contactos internos
Menor al especificado (por ejemplo 2 $K\Omega$ )	Devanado en cortocircuito
Resistencia infinita	Devanado cortado

Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Si se presenta cualquiera de estos tres casos se debe reemplazar la bobina.

**PASO 6:** Verificar el aislamiento a masa de los devanados de la bobina de encendido. Si estamos trabajando en un sistema COP de bobina simple.

Para realizar este paso debemos colocar el tester para medir ohmios y colocamos las puntas entre el negativo del primario y la carcasa de fijación, donde debe obtenerse una resistencia infinita, es decir circuito abierto.



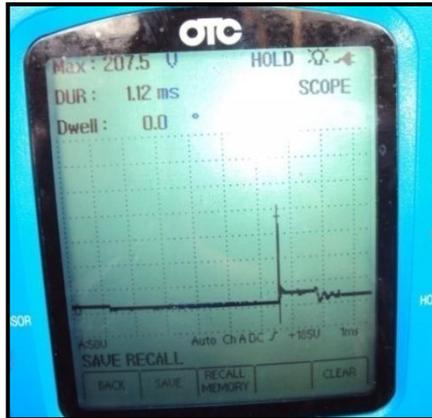
Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.158. Comprobación del aislamiento a masa del primario de una bobina COP simple.**

**PASO 7:** Verificar los oscilogramas de encendido.

Las consideraciones necesarias y a tener en cuenta sobre los oscilogramas de primario se tienen en el literal e del punto 5.1.4, y son las siguientes:

- Porcentaje DWELL (saturación), bien aterrizado a masa.
- Positivo con caída de tensión inferior a 1 voltio.
- Pico inductivo entre 300 – 500 voltios en ralentí.
- Área de al menos 40 unidades de energía de la bobina
- Tiempo de quemado a 3000 RPM de 1 a 2 ms.
- Oscilaciones de la bobina después del tiempo de quemado.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 5.159. Comprobación del oscilograma de primario de una bobina COP Simple.

## 5.4. SIMULACIÓN DE FALLAS, EXTRACCIÓN DE CÓDIGOS DE DIAGNÓSTICO Y SOLUCIÓN DE PROBLEMAS PRINCIPALES EN LOS SISTEMAS DIS CHISPA PERDIDA Y DIS COP.

Para poder realizar este apartado es necesario remitirse al Anexo C (códigos de diagnóstico para los sistemas de encendido).

### 5.4.1. PROBLEMAS EN EL SENSOR CKP.

Para este sensor se pueden generar los códigos: P0315; P0335-P0339; P0385-P0389. Para generar la falla lo que se ha hecho es simplemente desconectar el sensor, con el motor apagado para evitar inconvenientes.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

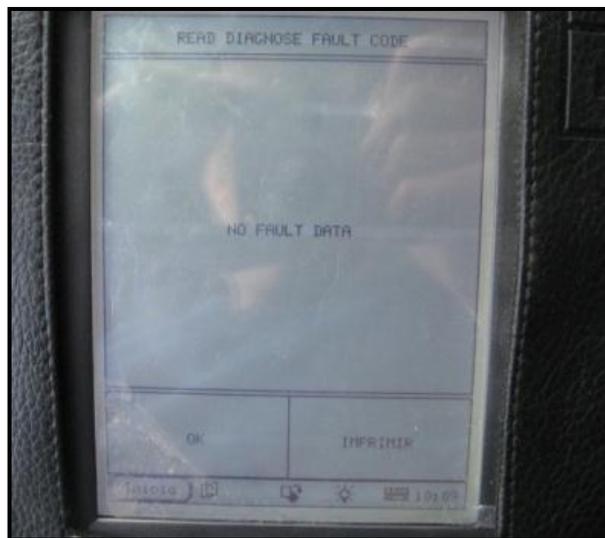
Figura 5.160. Desconexión del sensor CKP.

Al instante de arrancar el motor, éste no se encenderá, realizar el procedimiento con el motor apagado y la llave de encendido en contacto.

**PASO 1:** Conectar el scanner por medio del conector DLC del vehículo.

**PASO 2:** En la pantalla del scanner seleccionar el vehículo, gestión del motor.

**PASO 3:** Seleccionar visualizar los códigos.



**Fuente:** Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.161.** Pantalla en el scanner al desconectar el CKP.

Pero ahora, cuando sí se generan códigos para el sensor CKP debemos observar la tabla de códigos de falla, ésta indica qué es lo que realmente pasa con este sensor.

Para el borrado del código se debe desconectar la batería por unos 20 segundos desenergizando el sistema y borrándolo de la memoria de almacenamiento, o si es que el sistema lo permite se puede borrar a través del mismo scanner.

### a. FALLA EN EL CKP – CÓDIGO P0337 Y P0338.

Tabla 5.16. Fallas en el CKP.

CAUSAS	CORRECCIONES
Cableado en corto-circuito código P0337.	Verificar el cableado.
Cableado con circuito abierto código P0338.	Verificar el cableado.
Sensor CKP defectuoso.	Sustituir el sensor.
Unidad de control defectuosa.	Sustituir la unidad de comando.

Fuente: Jorge E. Jiménez S.

- Quitar el conector del módulo de control (PCM) y verificar la resistencia entre los terminales de los cables que llegan del sensor.

Si se encuentra un valor de resistencia, puede ser por un cortocircuito en el cableado;

Si el valor es infinito, el cableado está en buenas condiciones.

Continuar con el siguiente procedimiento:

- Comprobar la continuidad de los cables entre los terminales del lado del sensor (cableado) y el módulo de control.

Si el valor encontrado es infinito o muy alta resistencia (hasta 1 K $\Omega$ ), posible circuito abierto;

Si el valor se encuentra cerca de 0  $\Omega$ , el cableado está en orden.

Continuar con el siguiente procedimiento:

- Comprobar con osciloscopio la señal del sensor.

Si se encuentra en orden. Verificar el módulo de control.

#### 5.4.2. PROBLEMAS EN EL SENSOR CMP.

Para este sensor se pueden generar los códigos: P340-P0349; P0365-P0369; P0390-P0394. Para generar una falla lo que se ha hecho es simplemente retirar el conector del sensor, con el motor apagado para evitar inconvenientes.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

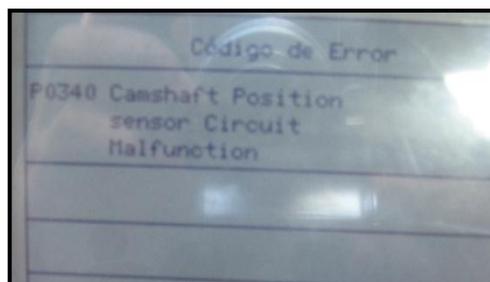
Figura 5.162. Desconexión del sensor CMP.

Al instante de arrancar el motor, la luz MIL se enciende, indicando que un código de avería se ha cargado, realizar el procedimiento con el motor apagado y la llave de encendido en contacto o con el motor en marcha.

**PASO 1:** Conectar el scanner por medio del conector DLC del vehículo.

**PASO 2:** En la pantalla del scanner seleccionar el vehículo, gestión del motor.

**PASO 3:** Seleccionar visualizar los códigos.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 5.163. Código al desconectar el sensor CMP.

Para este caso lo que muestra la computadora es un mal funcionamiento en el circuito del sensor CMP pero el motor si se enciende.

Para el borrado del código se debe desconectar la batería por unos 20 segundos desenergizando el sistema y borrándolo de la memoria de almacenamiento, o si es que el sistema lo permite se puede borrar a través del mismo scanner.

#### a. FALLA EN EL CMP – CÓDIGO P0342 Y P0343.

Tabla 5.17. Fallas en el CMP.

CAUSAS	CORRECCIONES
Cableado en corto-circuito código P0342.	Verificar el cableado.
Cableado con circuito abierto código P0343.	Verificar el cableado.
Sensor CKP defectuoso.	Sustituir el sensor.
Unidad de control defectuosa.	Sustituir la unidad de comando.

Fuente: Jorge E. Jiménez S.

- Quitar el conector del módulo de control y verificar la resistencia entre los terminales de los cables que llegan provenientes del sensor.

Si se encuentra un valor de resistencia, puede ser por un cortocircuito en el cableado;

Si el valor es infinito, el cableado está en buenas condiciones.

Continuar con el siguiente procedimiento:

- Comprobar la continuidad de los cables entre los terminales del lado del sensor (cableado) y el módulo de control.

Si el valor encontrado es infinito o muy alta resistencia (hasta 1 K $\Omega$ ), posible circuito abierto;

Si el valor se encuentra cerca de 0  $\Omega$ , el cableado está en orden.

Continuar con el siguiente procedimiento:

- Comprobar con osciloscopio la señal del sensor.

Si se encuentra en orden. Verificar el módulo de control.

### 5.4.3. PROBLEMAS DE MISFIRE.

Para generar el código P0301, se unen los electrodos de la bujía para impedir salto de chispa en la misma.



**Fuente:** Jorge e. Jiménez S.

**Figura 5.164. Trucaje en la bujía.**

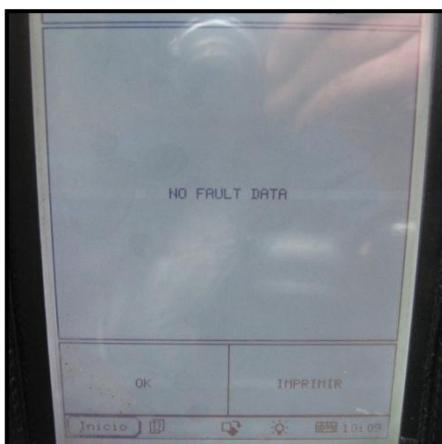
Al instante de arrancar el motor, la luz MIL se iluminará advirtiendo que existe un fallo en el sistema de encendido. Para determinar el código que se generó se realiza el siguiente procedimiento:

Realizar el procedimiento con el motor apagado y la llave de encendido en contacto o con el motor en marcha.

**PASO 1:** Conectar el scanner por medio del conector DLC del vehículo.

**PASO 2:** En la pantalla del scanner seleccionar el vehículo, gestión del motor.

**PASO 3:** Seleccionar visualizar los códigos y deberá aparecer código de Misfire en el cilindro.



**Fuente:** Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.165. Pantalla de código de Misfire.**

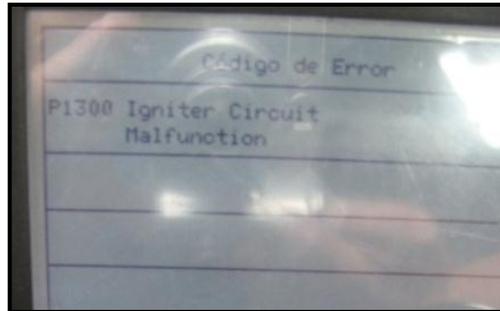
Para este vehículo en particular no se generó código de Misfire, pero en otros vehículos aparecerá el código P0301 si el trucaje se lo hizo en la bujía del cilindro número 1. Para el borrado del código desconectar la batería por 20 segundos desenergizando el sistema y borrándolo de la memoria de almacenamiento o si es que el sistema lo permite se puede borrar a través del mismo scanner. En este vehículo para generar otra falla se retiró el conector de la bobina del primer cilindro, con el motor obviamente apagado para evitar inconvenientes, tal como se indica en la siguiente fotografía.



**Fuente:** Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.166. Desconexión bobina cilindro 1.**

Al instante de arrancar el motor, la luz MIL se iluminará y el motor se apagará advirtiendo que existe un fallo en el sistema de encendido. Para determinar el código que se generó se lleva a cabo el procedimiento antes mencionado.



**Fuente:** Jorge E. Jiménez S.

**Figura 5.167. Código P0300 al desconectar la bobina del cilindro 1.**

Como se observa se genera un código de mal funcionamiento del circuito del encendido. Para el borrado del código desconectar la batería por 20 segundos desenergizando el sistema y borrándolo de la memoria de almacenamiento o si es que el sistema lo permite se puede borrar a través del mismo scanner.

#### **a. FALLA EN EL CILINDRO 1 – CÓDIGO P0301.**

**Tabla 5.18. Falla en el cilindro 1.**

<b>CAUSAS</b>	<b>CORRECCIONES</b>
Problemas de la bobina de encendido	Verificar bobina de encendido
Fallo del cableado	Verificar el cableado.
Bujía defectuosa	Sustituir bujía.
Unidad de control defectuosa.	Sustituir la unidad de comando.

**Fuente:** Jorge E. Jiménez S.

- Quitar el conector del módulo de control y verificar la resistencia entre los terminales de los cables que llegan provenientes de la bobina de encendido.

Si se encuentra un valor de resistencia, puede ser por un cortocircuito en el cableado;

Si el valor es infinito, el cableado está en buenas condiciones, pasamos al siguiente procedimiento:

- Comprobar la continuidad de los cables entre los conectores del lado de la bobina (cableado) y el módulo de control.

Si el valor encontrado es infinito o muy alta resistencia (hasta 1 K $\Omega$ ), posible circuito abierto;

Si el valor se encuentra cerca de 0  $\Omega$ , el cableado está en orden, pasamos al siguiente procedimiento:

- Comprobar con osciloscopio la bobina y la señal de retroalimentación, si es que se posee en el sistema.

Si se encuentra en buen estado, pasar al siguiente procedimiento:

- Verificar la bujía de encendido.

Si se encuentra en orden debemos comprobar el módulo de control.

## **CAPÍTULO 6**

### **PRUEBAS EXPERIMENTALES Y SOFTWARE SOBRE LOS SISTEMAS DIS CHISPA PERDIDA Y DIS COP.**

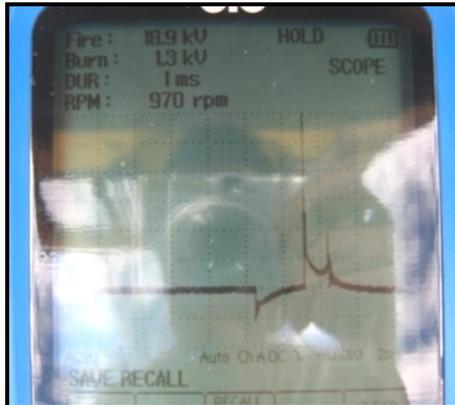
#### **6.1. DESARROLLO DE PRUEBAS EXPERIMENTALES DE LOS SISTEMAS DIS.**

Las pruebas experimentales realizadas en los sistemas DIS constan de comprobaciones, determinación y variaciones de parámetros de funcionamiento del motor y del sistema DIS, en dinamómetro así como en ruta, utilizando para ello bobinas de diferentes características técnicas, precisamente bobina original y bobina alterna.

##### **6.1.1. PRUEBAS EN DINAMÓMETRO Y MEDICIÓN CON OSCILOSCOPIO AL SISTEMA DIS CHISPA PERDIDA.**

Lo que se ha hecho es realizar tres pruebas con cada bobina (alterna y original) midiendo con el dinamómetro la potencia y torque que aporta el motor a máxima carga en tercera marcha. Además de la medición del oscilograma de secundario con el osciloscopio OTC 3840F donde principalmente nos interesa el pico de tensión, que es la energía que en ese preciso instante (máxima potencia y torque) se tiene entre los electrodos de la bujía. Para el efecto se han realizado las pruebas en un vehículo Daewoo Lanos, con sistema DIS Chispa Perdida de bobina con transistor incorporado.

Antes de realizar las pruebas en dinamómetro se ha tomado la señal de secundario con cada bobina con el vehículo parado, y el motor a ralentí, obteniéndose los siguientes resultados:



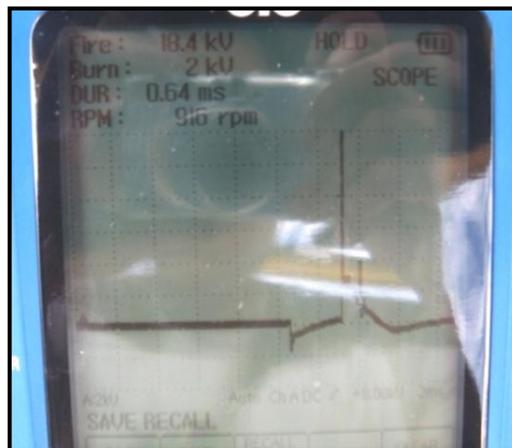
Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 6.1. Oscilograma de secundario sistema DIS Chispa Perdida bobina original, prueba sin carga al motor.

Tabla 6.1. Valores de oscilograma de secundario sistema Chispa Perdida bobina original prueba sin carga al motor.

Voltaje de chispa (Fire)	18,9 KV
Voltaje de quemado (Burn)	1,3 KV
Tiempo de quemado (DUR)	1 ms
Revoluciones por minuto (RPM)	970 rpm

Fuente: Jorge E. Jiménez S.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 6.2. Oscilograma de secundario sistema DIS Chispa Perdida bobina alterna, prueba sin carga al motor.

**Tabla 6.2. Valores de oscilograma de secundario sistema Chispa  
Perdida bobina alterna prueba sin carga al motor.**

Voltaje de chispa (Fire)	18,4 KV
Voltaje de quemado (Burn)	2 KV
Tiempo de quemado (DUR)	0,64 ms
Revoluciones por minuto (RPM)	916 rpm

**Fuente:** Jorge E. Jiménez S.

Como se puede apreciar ya se parte con una diferencia de 0,5 KV (2,65% más para la original) entre ambas bobinas, que da indicio de qué bobina es la que mejor se comporta en condiciones más severas de funcionamiento del motor.

Luego de esto se realizan las pruebas ya en dinamómetro como se indica a continuación.



**Fuente:** Jorge E. Jiménez S.

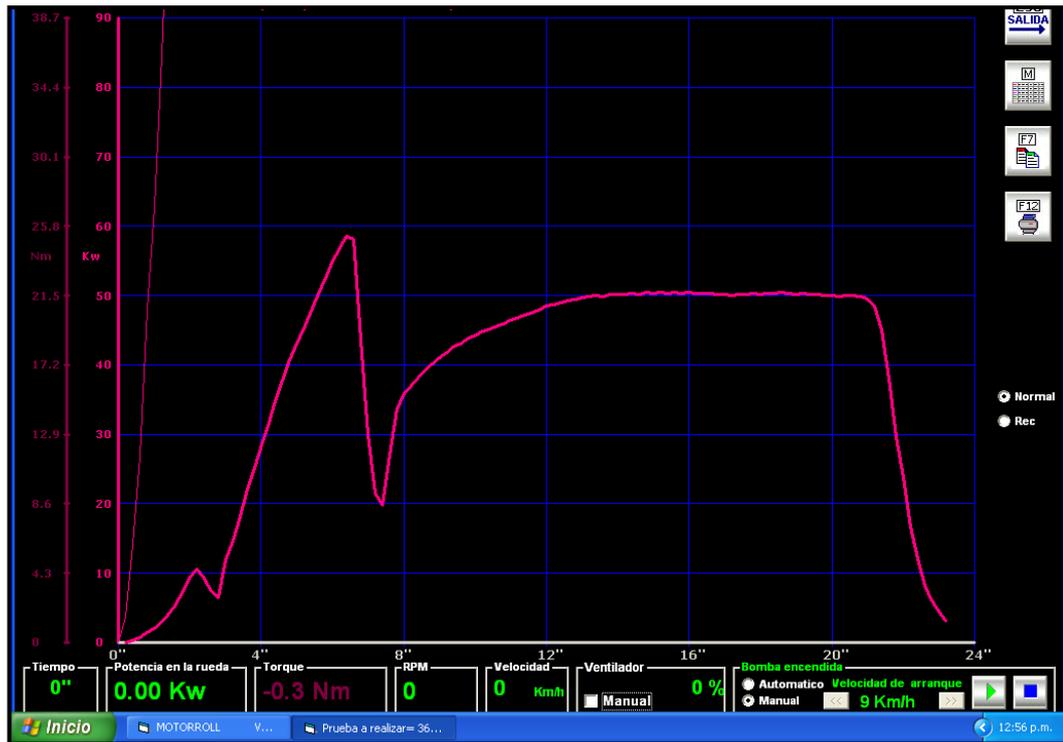
**Figura 6.3. Pruebas en dinamómetro  
al sistema DIS Chispa Perdida.**

Para los análisis posteriores se ha capturado las imágenes tanto de potencia, torque, como de tensión el momento en el que el motor alcanzó su máximo rendimiento. Las pruebas y los resultados fueron los siguientes:

**a. PRUEBAS CON LA BOBINA ORIGINAL.**

**i. Prueba 1: Motor a máximas revoluciones en tercera velocidad.**

a) Valores de potencia y torque máximos medidos con el dinamómetro.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 6.4. Pantalla de dinamómetro prueba 1 sistema DIS Chispa Perdida bobina original.**

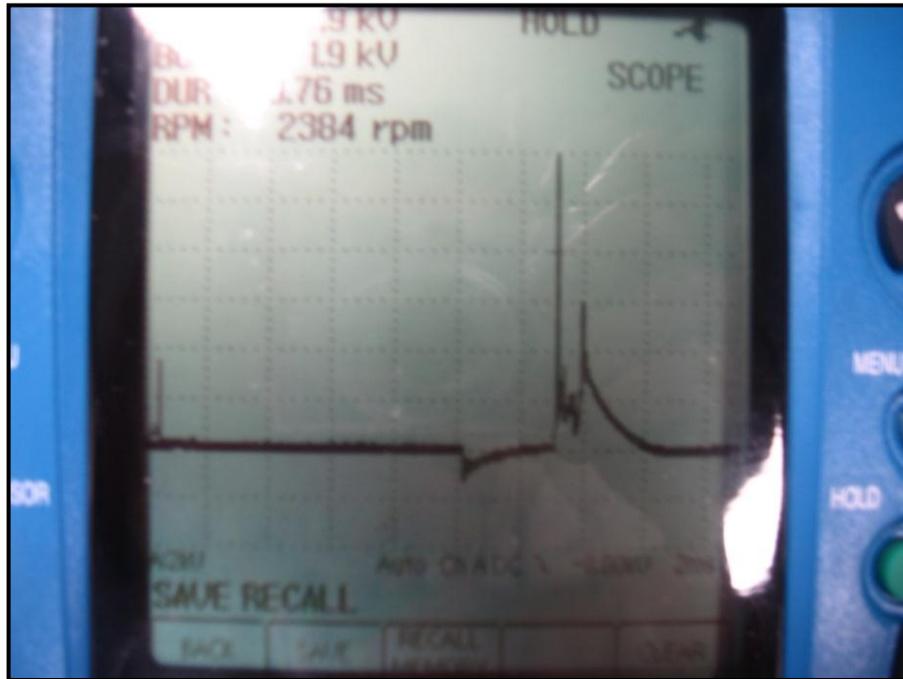
**Tabla 6.3. Valores de potencia y torque prueba 1 sistema Chispa Perdida bobina original.**

Potencia máxima	58,6 KW a 1539 rpm
Torque máximo	372 Nm a 1498 rpm

Fuente: Jorge E. Jiménez S.

b) Valores de secundario de bobina medidos con osciloscopio.

✓ Escalas: 2 KV/división – 2 ms/división.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 6.5. Oscilograma de secundario prueba 1 sistema DIS Chispa Perdida bobina original.**

✓ Datos obtenidos:

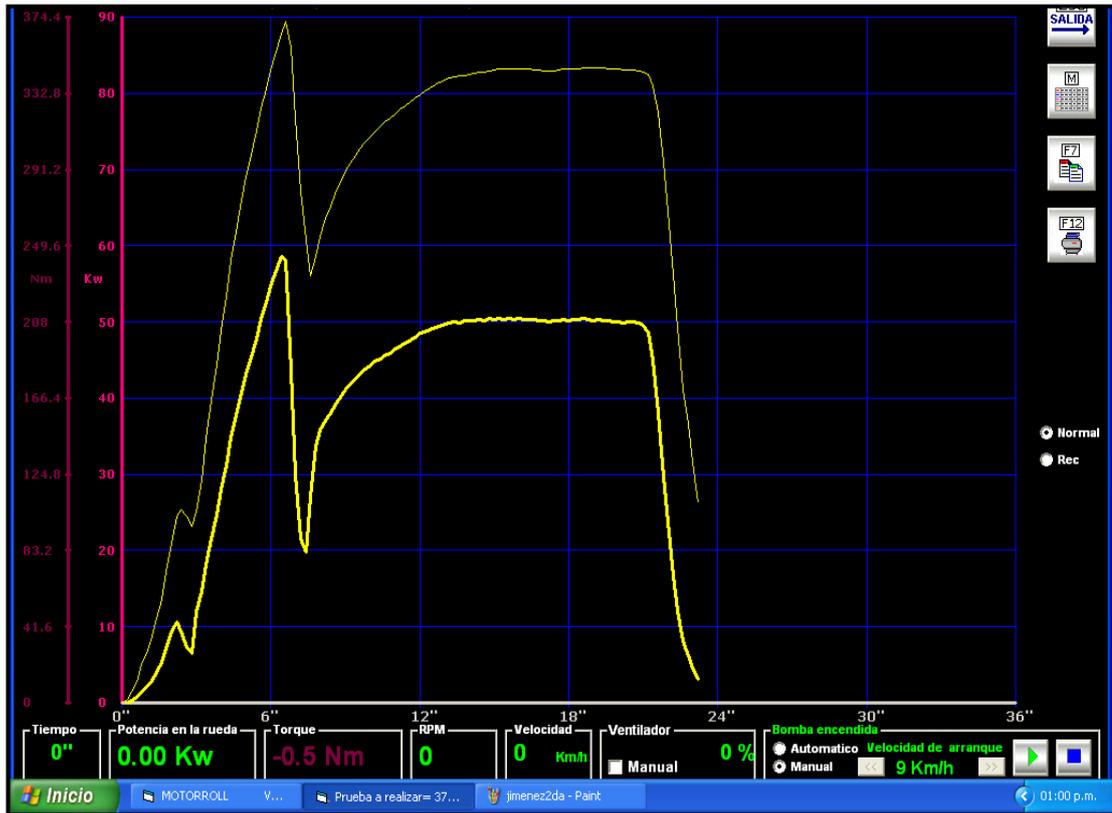
**Tabla 6.4. Valores de oscilograma de secundario prueba 1 sistema Chispa Perdida bobina original.**

Voltaje de chispa (Fire)	17,9 KV
Voltaje de quemado (Burn)	1,9 KV
Tiempo de quemado (DUR)	0,76 ms
Revoluciones por minuto (RPM)	2384 rpm

Fuente: Jorge E. Jiménez S.

ii. Prueba 2: Motor a máximas revoluciones en tercera velocidad.

a) Valores de potencia y torque máximos medidos con el dinamómetro.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 6.6. Pantalla de dinamómetro prueba 2 sistema DIS Chispa Perdida bobina original.

Tabla 6.5. Valores de potencia y torque prueba 2 sistema Chispa Perdida bobina original.

Potencia máxima	58 KW a 1547 rpm
Torque máximo	359 Nm a 1547 rpm

Fuente: Jorge E. Jiménez S.

b) Valores de secundario de bobina medidos con osciloscopio.

✓ Escalas: 2 KV/división – 2 ms/división.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 6.7. Oscilograma de secundario prueba 2 sistema DIS Chispa Perdida bobina original.**

✓ Datos obtenidos:

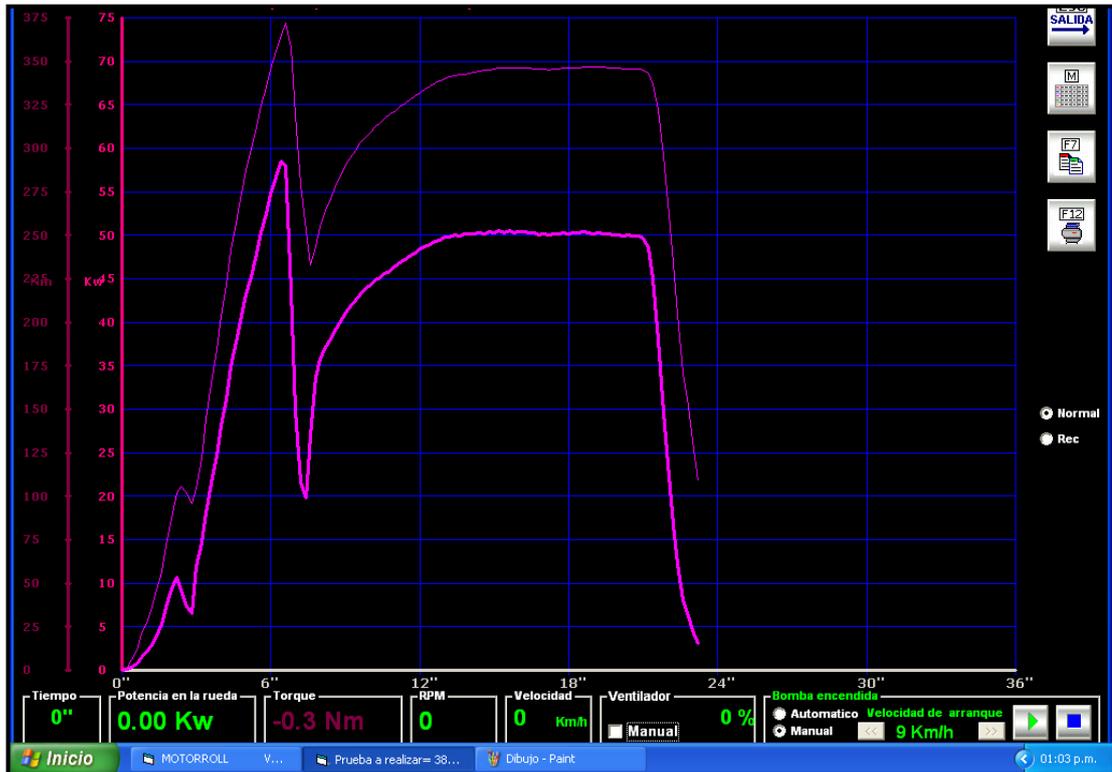
**Tabla 6.6. Valores de oscilograma de secundario prueba 2 sistema Chispa Perdida bobina original.**

Voltaje de chispa (Fire)	17,9 KV
Voltaje de quemado (Burn)	1,8 KV
Tiempo de quemado (DUR)	0,84 ms
Revoluciones por minuto (RPM)	2382 rpm

Fuente: Jorge E. Jiménez S.

iii. Prueba 3: Motor a máximas revoluciones en tercera velocidad.

a) Valores de potencia y torque máximos medidos con el dinamómetro.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 6.8. Pantalla de dinamómetro prueba 3 sistema DIS Chispa Perdida bobina original.

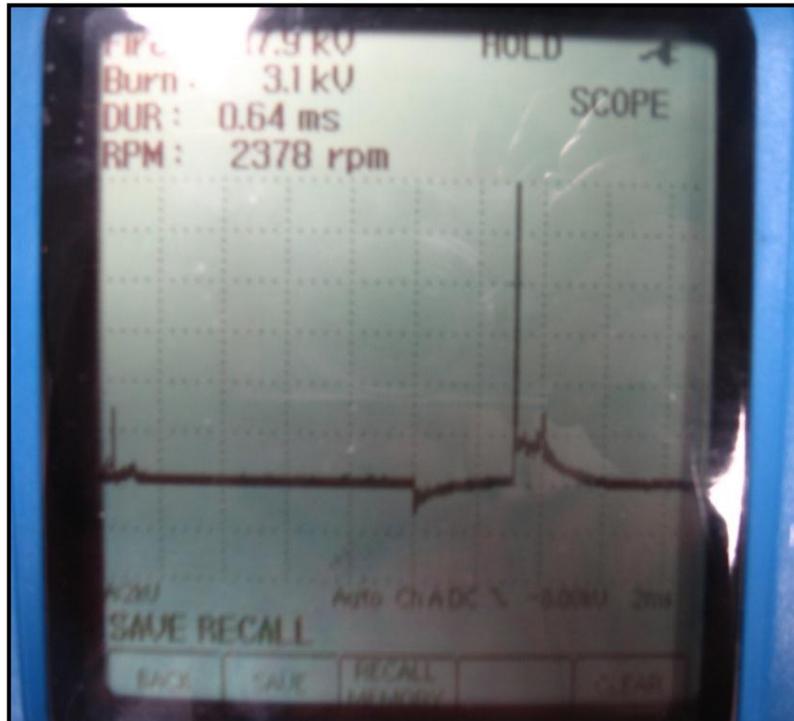
Tabla 6.7. Valores de potencia y torque prueba 3 sistema Chispa Perdida bobina original.

Potencia máxima	58,2 KW a 1476 rpm
Torque máximo	371 Nm a 1393 rpm

Fuente: Jorge E. Jiménez S.

b) Valores de secundario de bobina medidos con osciloscopio.

✓ Escalas: 2 KV/división – 2 ms/división.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 6.9. Oscilograma de secundario prueba 3 sistema DIS Chispa Perdida bobina original.**

✓ Datos obtenidos:

**Tabla 6.8. Valores de oscilograma de secundario prueba 3 sistema Chispa Perdida bobina original.**

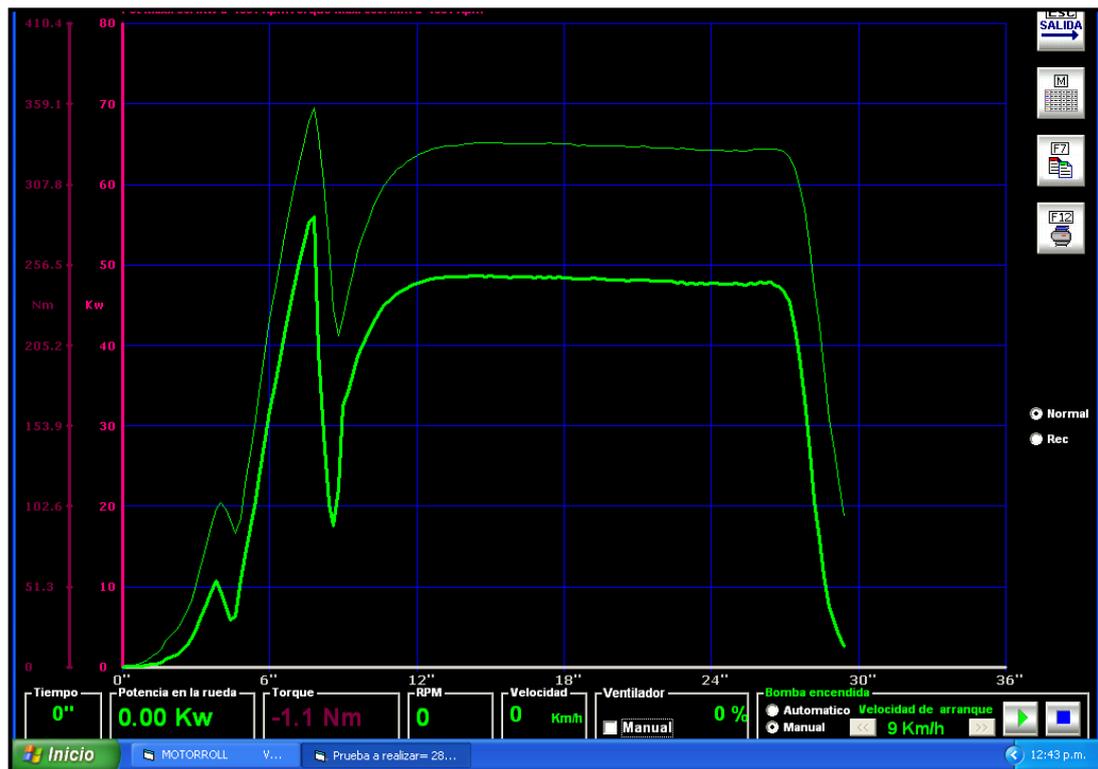
Voltaje de chispa (Fire)	17,9 KV
Voltaje de quemado (Burn)	3,1 KV
Tiempo de quemado (DUR)	0,64 ms
Revoluciones por minuto (RPM)	2378 rpm

Fuente: Jorge E. Jiménez S.

## b. PRUEBAS CON LA BOBINA ALTERNA.

### i. Prueba 1: Motor a máximas revoluciones en tercera velocidad.

a) Valores de potencia y torque máximos medidos con el dinamómetro.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 6.10. Pantalla de dinamómetro prueba 1 sistema DIS Chispa Perdida bobina alterna.

Tabla 6.9. Valores de potencia y torque prueba 1 sistema Chispa Perdida bobina alterna.

Potencia máxima	56,2 KW a 1531 rpm
Torque máximo	353,4 Nm a 1531 rpm

Fuente: Jorge E. Jiménez S.

b) Valores de secundario de bobina medidos con osciloscopio.

✓ Escalas: 2 KV/división – 2 ms/división.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 6.11. Oscilograma de secundario prueba 1 sistema DIS Chispa Perdida bobina alterna.**

✓ Datos obtenidos:

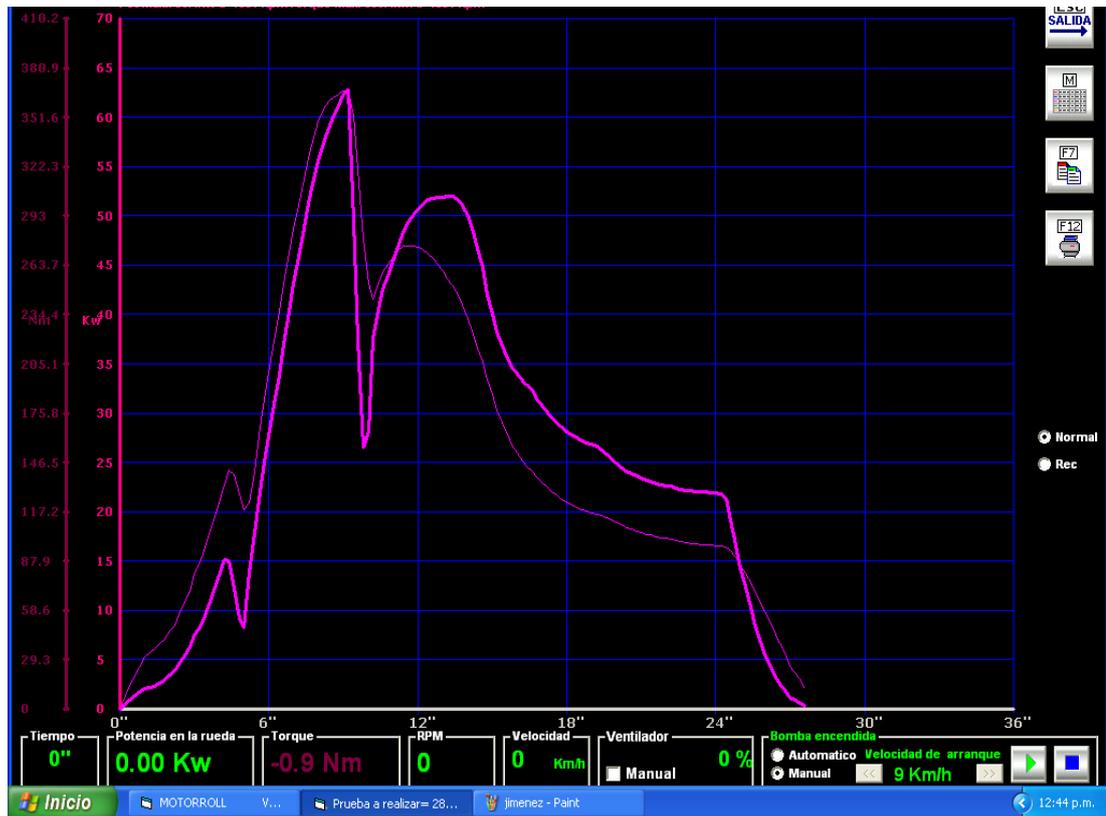
**Tabla 6.10. Valores de oscilograma de secundario prueba 1 sistema Chispa Perdida bobina alterna.**

Voltaje de chispa (Fire)	17,4 KV
Voltaje de quemado (Burn)	1,85 KV
Tiempo de quemado (DUR)	0,35 ms
Revoluciones por minuto (RPM)	2385 rpm

Fuente: Jorge E. Jiménez S.

ii. Prueba 2: Motor a máximas revoluciones en tercera velocidad.

a) Valores de potencia y torque máximos medidos con el dinamómetro.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 6.12. Pantalla de dinamómetro prueba 2 sistema DIS Chispa Perdida bobina alterna.

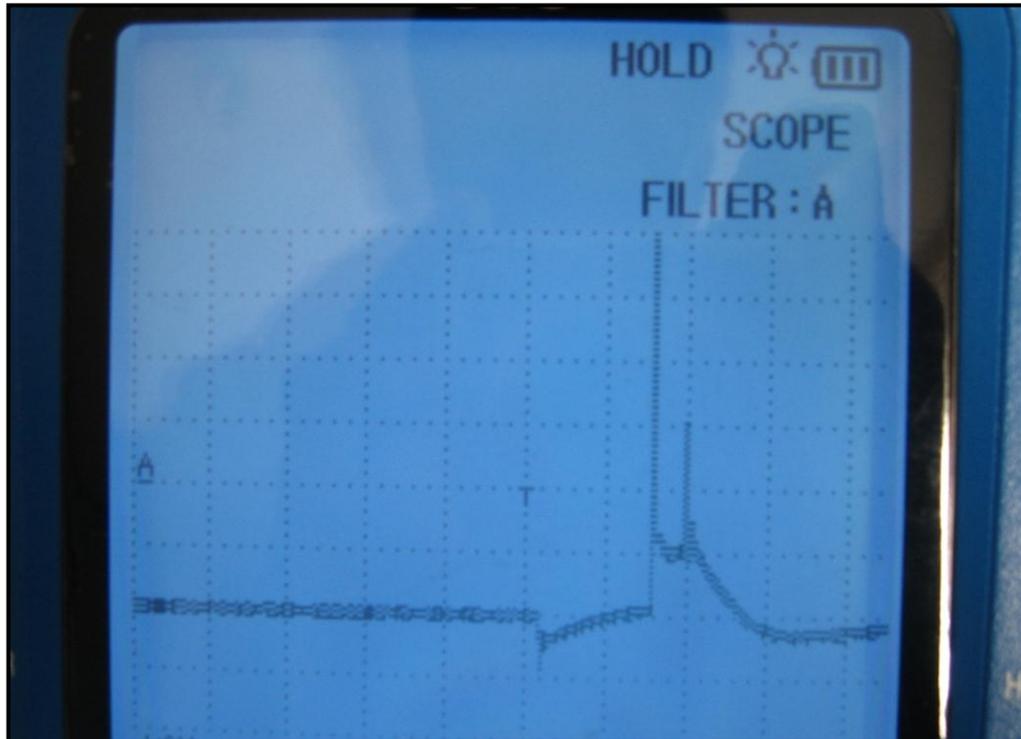
Tabla 6.11. Valores de potencia y torque prueba 2 sistema Chispa Perdida bobina alterna.

Potencia máxima	62,4 KW a 1531 rpm
Torque máximo	366 Nm a 1531 rpm

Fuente: Jorge E. Jiménez S.

b) Valores de secundario de bobina medidos con osciloscopio.

✓ Escalas: 2 KV/división – 2 ms/división.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 6.13. Oscilograma de secundario prueba 2 sistema DIS Chispa Perdida bobina alterna.**

✓ Datos obtenidos:

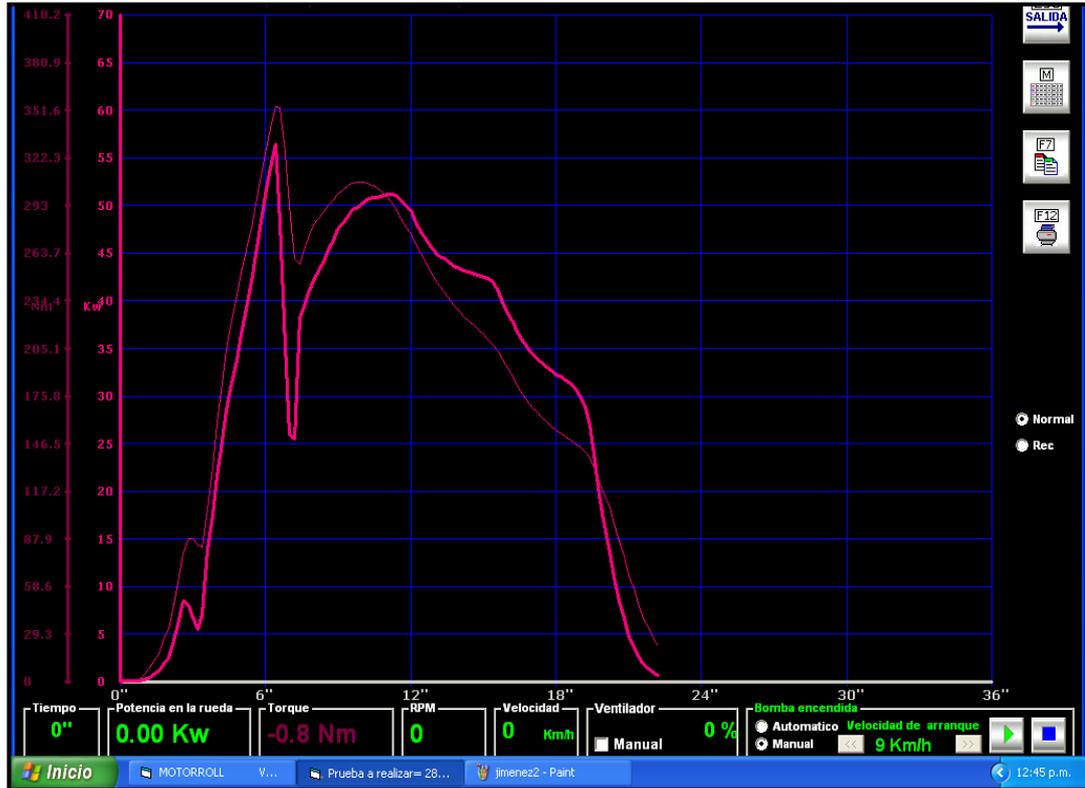
**Tabla 6.12. Valores de oscilograma de secundario prueba 2 sistema Chispa Perdida bobina alterna.**

Voltaje de chispa (Fire)	18,5 KV
Voltaje de quemado (Burn)	2,6 KV
Tiempo de quemado (DUR)	0,48 ms
Revoluciones por minuto (RPM)	2376 rpm

Fuente: Jorge E. Jiménez S.

iii. Prueba 3: Motor a máximas revoluciones en tercera velocidad.

a) Valores de potencia y torque máximos medidos con el dinamómetro.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 6.14. Pantalla de dinamómetro prueba 3 sistema DIS Chispa Perdida bobina alterna.

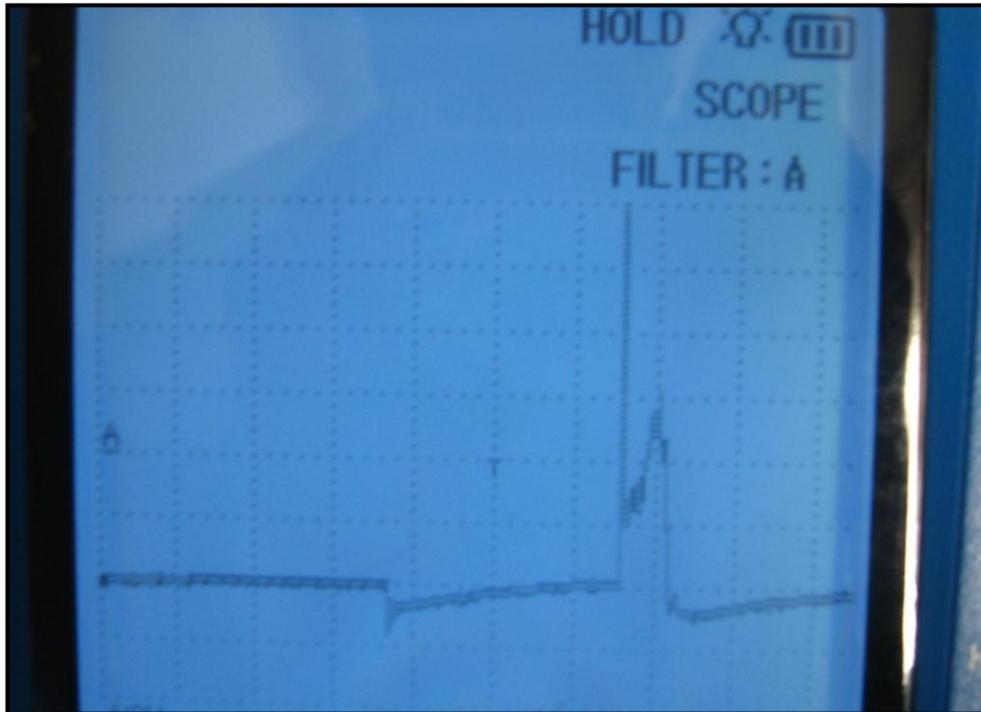
Tabla 6.13. Valores de potencia y torque prueba 3 sistema Chispa Perdida bobina alterna.

Potencia máxima	55,8 KW a 1531 rpm
Torque máximo	354 Nm a 1531 rpm

Fuente: Jorge E. Jiménez S.

b) Valores de secundario de bobina medidos con osciloscopio.

✓ Escalas: 2 KV/división – 2 ms/división.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 6.15. Oscilograma de secundario prueba 3 sistema DIS Chispa Perdida bobina alterna.**

✓ Datos obtenidos:

**Tabla 6.14. Valores de oscilograma de secundario prueba 3 sistema Chispa Perdida bobina alterna.**

Voltaje de chispa (Fire)	17,2 KV
Voltaje de quemado (Burn)	2,1 KV
Tiempo de quemado (DUR)	0,64 ms
Revoluciones por minuto (RPM)	2385 rpm

Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Para realizar un análisis técnico eficiente de los resultados obtenidos es necesario tabularlos por categorías y sacar los valores promediales para ambas bobinas y así lograr determinar la que mejor se comporta en funcionamiento.

**Tabla 6.15. Análisis de resultados prueba en dinamómetro sistema Chispa Perdida.**

	BOIBINA ORIGINAL (B.O.)			BOBINA ALTERNA (B.A.)			VALOR PROMEDIAL	
	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	B.O.	B.A.
<b>Voltaje de chispa (KV)</b>	17,90	17,90	17,90	17,4	18,50	17,20	<b>17,90</b>	<b>17,70</b>
<b>Voltaje de quemado (KV)</b>	1,90	1,80	3,10	1,85	2,60	2,10	<b>2,27</b>	<b>2,18</b>
<b>Tiempo de quemado (ms)</b>	0,76	0,84	0,64	0,35	0,48	0,64	<b>0,75</b>	<b>0,49</b>
<b>Potencia (KW)</b>	58,60	58,00	58,20	56,20	62,40	55,80	<b>58,27</b>	<b>58,13</b>
<b>Torque (Nm)</b>	372,00	359,00	371,00	353,40	366,00	354,00	<b>367,33</b>	<b>357,8</b>

**Fuente:** Jorge E. Jiménez S.

En las tres pruebas realizadas a máxima potencia del motor en tercera marcha se aprecia que en el oscilograma secundario de la bobina original se tienen valores similares de voltaje de chispa en las tres pruebas, de alrededor de 17,9 KV, un tiempo de quemado con un valor promedio de 0,75

ms, lo que se ve reflejado en la potencia máxima que para las tres pruebas se encuentra en un valor promedio de 58,27 KW.

La bobina alterna por su parte se comporta de forma diferente a la original ya que varía considerablemente los valores de voltaje de chispa entre prueba y prueba, alcanza el valor máximo de 18,50 KV y un mínimo de 17,2 KV; diferenciándose mucho de la bobina original, y dando una diferencia de voltaje promedio de casi 0,30 KV (*1,12% menos*) con respecto a la bobina original, otro punto a tener en cuenta es el valor promedio del tiempo de quemado que se encuentra en 0,49 ms, diferenciándose en 0,26 ms (*64,37% menos*) con relación a la bobina original. Y todo esto obviamente se refleja en la potencia que para las tres pruebas realizadas con esta bobina está promediando los 58,13 KW; dándose una pérdida de 0,14 KW (*0,24% menos*) con respecto a la bobina original.

También se denota una diferencia en valor promedio de alrededor de 0,09 KV (*3,97% más*) a favor de la bobina original en lo que se refiere a voltaje de quemado. Pero es en la segunda prueba realizada con la bobina alterna donde se aprecia una potencia de 62,4 KW que es la máxima alcanzada con esta bobina, la tensión de chispa en ese momento es de 18,5 KV. Todo indica de esa manera que en funcionamiento a bajas y medianas revoluciones ambas bobinas se comportan casi de manera similar, aunque la bobina alterna tiene una pérdida de alrededor de 0,5 KV con respecto a la bobina original en ralentí; pero a altas revoluciones la diferencia radica en que la bobina original maneja valores casi constantes de voltaje de chispa (no varía entre prueba y prueba), mientras que la bobina alterna presenta fluctuaciones considerables de la tensión de chispa, por esa razón la potencia y el torque del motor es mayor con la bobina original y en sí el funcionamiento del motor es mejor con la bobina original.

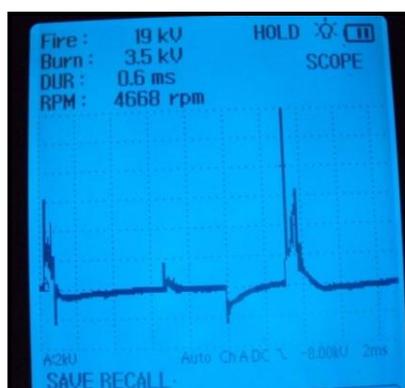
## 6.1.2. PRUEBAS EN RUTA Y MEDICIÓN CON OSCILOSCOPIO AL SISTEMA DIS CHISPA PERDIDA.

### a. PRUEBAS CON LA BOBINA ORIGINAL.

- i. Prueba 1: Motor a máximas revoluciones en tercera velocidad subiendo una pendiente.

Valores de secundario de bobina medidos con osciloscopio.

- ✓ Escalas: 2 KV/división – 2 ms/división.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 6.16. Oscilograma de secundario prueba en ruta 1 sistema DIS Chispa Perdida bobina original.

- ✓ Datos obtenidos:

Tabla 6.16. Valores de oscilograma de secundario prueba en ruta 1 sistema Chispa Perdida bobina original.

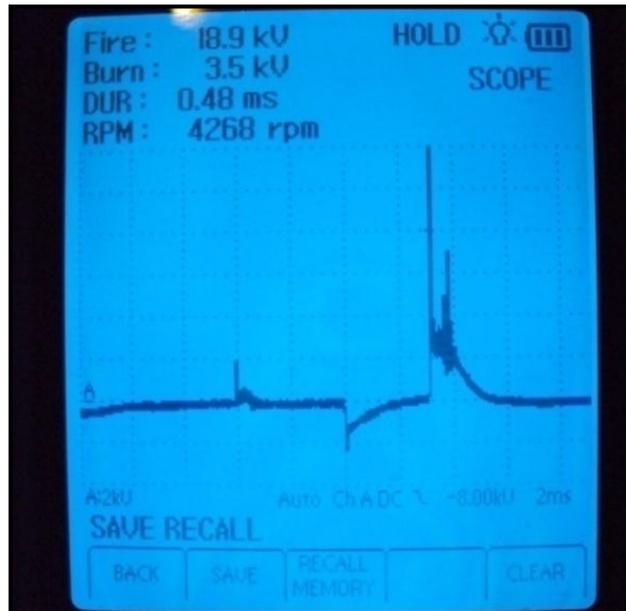
Voltaje de chispa (Fire)	19 KV
Voltaje de quemado (Burn)	3,5 KV
Tiempo de quemado (DUR)	0,6 ms
Revoluciones por minuto (RPM)	4668 rpm

Fuente: Jorge E. Jiménez S.

ii. **Prueba 2: Motor a máximas revoluciones en tercera velocidad subiendo una pendiente.**

Valores de secundario de bobina medidos con osciloscopio.

✓ Escalas: 2 KV/división – 2 ms/división.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 6.17. Oscilograma de secundario prueba en ruta 2 sistema DIS Chispa Perdida bobina original.**

✓ Datos obtenidos:

**Tabla 6.17. Valores de oscilograma de secundario prueba en ruta 2 sistema Chispa Perdida bobina original.**

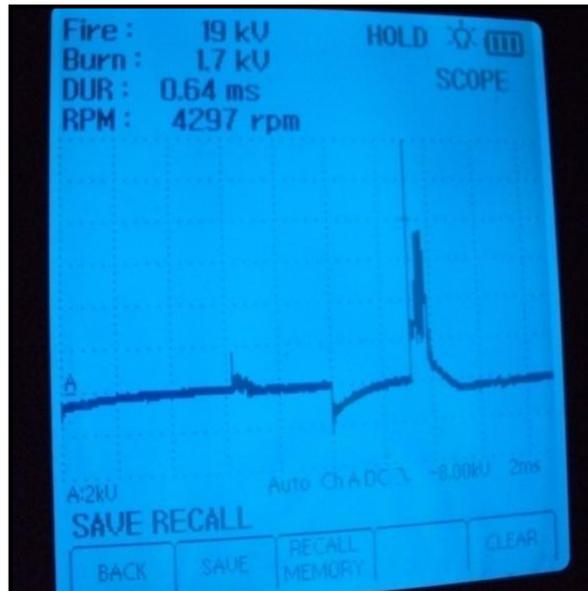
Voltaje de chispa (Fire)	18,9 KV
Voltaje de quemado (Burn)	3,5 KV
Tiempo de quemado (DUR)	0,48 ms
Revoluciones por minuto (RPM)	4268 rpm

Fuente: Jorge E. Jiménez S.

iii. **Prueba 3: Motor a máximas revoluciones en tercera velocidad subiendo una pendiente.**

Valores de secundario de bobina medidos con osciloscopio.

✓ Escalas: 2 KV/división – 2 ms/división.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 6.18. Oscilograma de secundario prueba en ruta 3 sistema DIS Chispa Perdida bobina original.**

✓ Datos obtenidos:

**Tabla 6.18. Valores de oscilograma de secundario prueba en ruta 3 sistema Chispa Perdida bobina original.**

Voltaje de chispa (Fire)	19 KV
Voltaje de quemado (Burn)	1,7 KV
Tiempo de quemado (DUR)	0,64 ms
Revoluciones por minuto (RPM)	4297 rpm

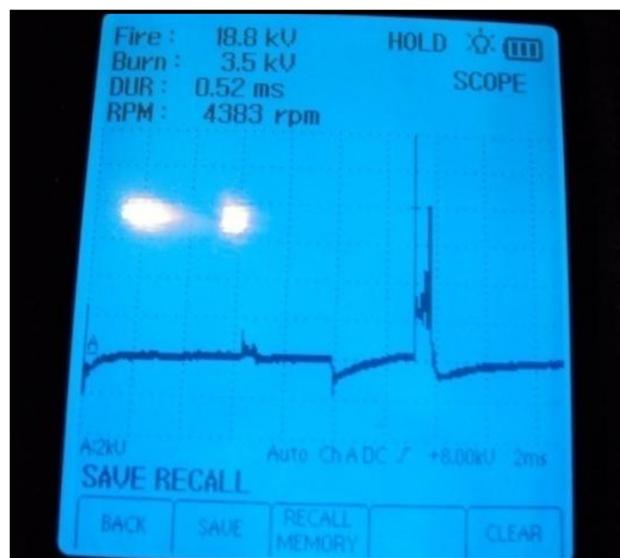
Fuente: Jorge E. Jiménez S.

## b. PRUEBAS CON LA BOBINA ALTERNA.

### i. Prueba 1: Motor a máximas revoluciones en tercera velocidad subiendo una pendiente.

Valores de secundario de bobina medidos con osciloscopio.

✓ Escalas: 2 KV/división – 2 ms/división.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 6.19. Oscilograma de secundario prueba en ruta 1 sistema DIS Chispa Perdida bobina alterna.

✓ Datos obtenidos:

Tabla 6.19. Valores de oscilograma de secundario prueba en ruta 1 sistema Chispa Perdida bobina alterna.

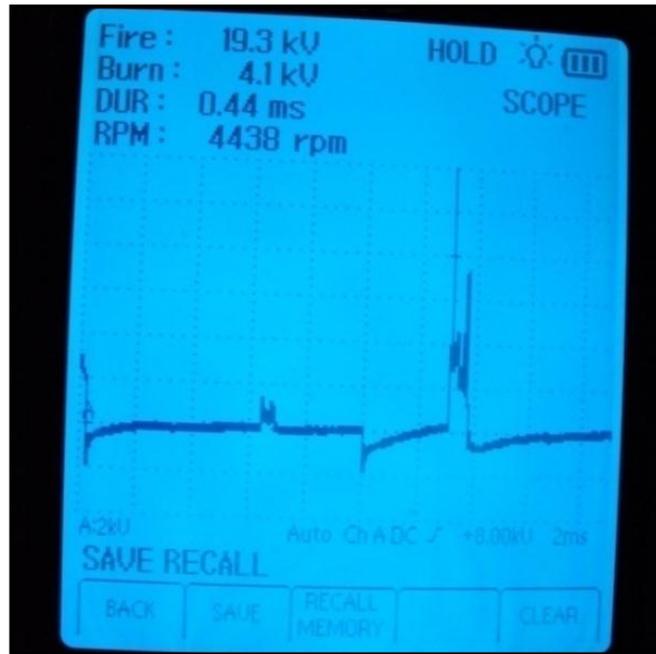
Voltaje de chispa (Fire)	18,8 KV
Voltaje de quemado (Burn)	3,5 KV
Tiempo de quemado (DUR)	0,52 ms
Revoluciones por minuto (RPM)	4383 rpm

Fuente: Jorge E. Jiménez S.

ii. **Prueba 2: Motor a máximas revoluciones en tercera velocidad subiendo una pendiente.**

Valores de secundario de bobina medidos con osciloscopio.

✓ Escalas: 2 KV/división – 2 ms/división.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 6.20. Oscilograma de secundario prueba en ruta 2 sistema DIS Chispa Perdida bobina alterna.**

✓ Datos obtenidos:

**Tabla 6.20. Valores de oscilograma de secundario prueba en ruta 2 sistema Chispa Perdida bobina alterna.**

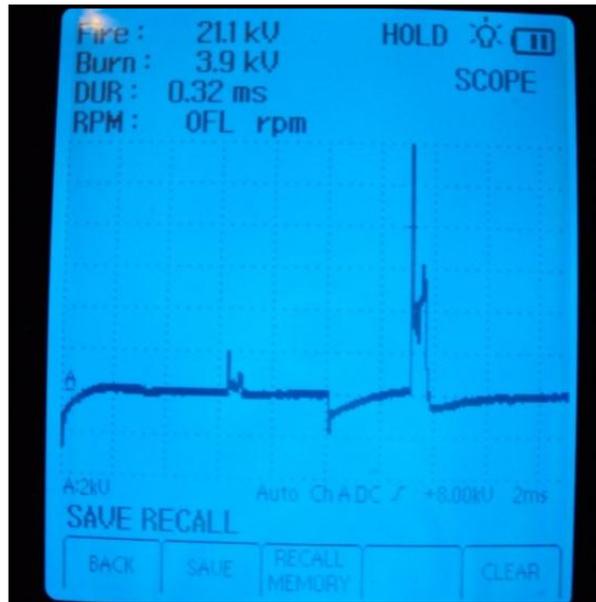
Voltaje de chispa (Fire)	19,3 KV
Voltaje de quemado (Burn)	4,1 KV
Tiempo de quemado (DUR)	0,44 ms
Revoluciones por minuto (RPM)	4438 rpm

Fuente: Jorge E. Jiménez S.

iii. **Prueba 3: Motor a máximas revoluciones en tercera velocidad subiendo una pendiente.**

Valores de secundario de bobina medidos con osciloscopio.

✓ Escalas: 2 KV/división – 2 ms/división.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 6.21. Oscilograma de secundario prueba en ruta 3 sistema DIS Chispa Perdida bobina alterna.**

✓ Datos obtenidos:

**Tabla 6.21. Valores de oscilograma de secundario prueba en ruta 3 sistema Chispa Perdida bobina alterna.**

Voltaje de chispa (Fire)	21,1 KV
Voltaje de quemado (Burn)	3,9 KV
Tiempo de quemado (DUR)	0,32 ms
Revoluciones por minuto (RPM)	4400 rpm

Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Análisis técnico:

**Tabla 6.22. Análisis de resultados prueba en ruta sistema Chispa Perdida.**

	BOIBINA ORIGINAL (B.O.)			BOBINA ALTERNA (B.A.)			VALOR PROMEDIAL	
	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	B.O.	B.A.
<b>Voltaje de chispa (KV)</b>	19,00	18,90	19,00	18,80	19,30	21,10	<b>18,97</b>	<b>19,73</b>
<b>Voltaje de quemado (KV)</b>	3,50	3,50	1,70	3,50	4,10	3,90	<b>2,90</b>	<b>3,83</b>
<b>Tiempo de quemado (ms)</b>	0,60	0,48	0,64	0,52	0,44	0,32	<b>0,57</b>	<b>0,43</b>

**Fuente:** Jorge E. Jiménez S.

En las tres pruebas realizadas a máxima potencia del motor en tercera marcha subiendo una pendiente se aprecia que en el oscilograma secundario de la bobina original se tienen valores similares de voltaje de chispa de alrededor de 19 KV en las tres pruebas, y un tiempo de quemado con un valor promedio de 0,57 ms. También se denota una diferencia en valor promedio de alrededor de 0,93 KV (24,29% más) a favor de la bobina alterna en esta prueba en lo que se refiere a voltaje de quemado.

La bobina alterna por su parte se comporta de forma diferente a la original ya que varía considerablemente los valores de voltaje de chispa entre prueba y prueba (demasiada fluctuación), alcanza el valor máximo de 21,1 KV y un mínimo de 18,8 KV; diferenciándose mucho de la bobina original, y dando una diferencia de voltaje promedio de casi 0,76 KV (3,85% más) con

respecto a la bobina original, otro punto a tener en cuenta es el valor promedio del tiempo de quemado que se encuentra en 0,43 ms; diferenciándose en 0,14 ms (22,56% menos) que la bobina original.

- ✓ Mayor voltaje de chispa, voltaje de quemado, tiempo de quemado = Mayor potencia y torque del motor.
- ✓ Menor voltaje de chispa, voltaje de quemado, tiempo de quemado = Menor potencia y torque del motor.

En conclusión la bobina original es más estable en todas los regímenes de funcionamiento del motor, por su parte la bobina alterna aunque llegue en ocasiones a valores mayores de voltaje que la bobina original, no compensa el tiempo de encendido que es considerablemente menor que en la bobina original, y eso se refleja en el mejor comportamiento del motor con la utilización de la bobina original.

Lo que justifica las variaciones entre ambos tipos de bobinas es también las resistencias de sus bobinados. Gracias a los datos tomados en los trabajos de campo y cálculos experimentales realizados se ha determinado la primera ecuación de relación para bobinas *Chispa Perdida*:

**Ec. 6.1. Fórmula de la relación de corrientes bobinas Chispa Perdida.**

$$\frac{I_p}{I_s} = 2,1$$

**Fuente:** Jorge E. Jiménez S.

Donde:

$I_p$  = Intensidad de corriente en el devanado primario [Amperios]

$I_s$  = Intensidad de corriente en el devanado secundario [Amperios]

La corriente en el devanado secundario es aproximadamente 2,1 veces menor que la corriente en el devanado primario, esto viene a ser una constante para el cálculo de las bobinas Chispa Perdida. Como la bobina de

encendido es un transformador se ha tomado la ecuación fundamental de la relación de transformación de un transformador:

**Ec. 6.2. Fórmula de la relación de devanados para un transformador.**

$$\frac{N_P}{N_S} = \frac{V_P}{V_S}$$

**Fuente:** Jorge E. Jiménez S.

Donde:

$N_P$  = Número de espiras en el devanado primario.

$N_S$  = Número de espiras en el devanado secundario

$V_P$  = Pico de voltaje en el devanado primario

$V_S$  = Pico de voltaje en el devanado secundario

De igual manera gracias a los datos tomados en los trabajos de campo y cálculos experimentales realizados se ha determinado la segunda ecuación de relación para bobinas *Chispa Perdida*.

**Ec. 6.3. Fórmula de la relación de devanados bobina Chispa Perdida.**

$$\frac{N_P}{N_S} = \frac{V_P}{V_S} = 0,0209$$

**Fuente:** Jorge E. Jiménez S.

Una vez determinados los valores de resistencia de ambas bobinas ya sea midiéndolas o gracias a los catálogos de fabricantes tenemos los siguientes cálculos:

✓ Bobina original.

**Tabla 6.23. Valores de resistencia de devanados bobina  
Chispa Perdida original.**

Devanado	Valor de resistencia
Primario	1,77 $\Omega$
Secundario	5,86 K $\Omega$

**Fuente:** Jorge E. Jiménez S.

Empezamos con la tensión que recorre el devanado primario que es la tensión de contacto de batería para ello utilizaremos el valor ideal de 12 voltios.

$$V_{BP} = \text{Voltaje de primario} = 12 \text{ [V]}$$

$$R_P = \text{Resistencia de primario} = 1,77 \text{ [\Omega]}$$

$$I_P / I_S = 2,1$$

$$V_P / V_S = 0,0209$$

$$R_S = \text{Resistencia de secundario} = 5,86 \text{ K}\Omega = 5860 \text{ }\Omega$$

Determinamos primero la intensidad de corriente que recorre el devanado primario:

**Ec. 6.4. Fórmula de la ley de Ohm.**

$$V_{BP} = I_P \cdot R_P$$

**Fuente:** Jorge E. Jiménez S.

$$I_P = \frac{V_{BP}}{R_P} = \frac{12 \text{ [V]}}{1,77 \text{ [\Omega]}} = 6,78 \text{ [A]}$$

Ahora determinamos la intensidad de corriente en el devanado secundario:

$$\frac{I_P}{I_S} = 2,1$$

$$I_s = \frac{I_p}{2,1} = \frac{6,78 \text{ [A]}}{2,1} = 3,23 \text{ [A]}$$

A continuación se obtiene el voltaje en el devanado secundario (voltaje de chispa):

$$V_s = I_s \cdot R_s$$

$$V_s = (3,23 \text{ [A]}) \cdot (5860 \text{ [\Omega]}) = 18927,8 \text{ [V]}$$

$$V_s = \mathbf{18,92 \text{ [KV]}}$$

Este es el valor de voltaje de chispa entre los electrodos de las bujías en condición de ralentí.

Ahora gracias a la siguiente relación para bobinas Chispa Perdida se determina el valor de voltaje del pico inductivo en el devanado primario:

$$\frac{V_p}{V_s} = 0,0209$$

$$V_p = 0,0209 V_s$$

$$V_p = (0,0209) \cdot (18927,8 \text{ [V]})$$

$$V_p = \mathbf{395,59 \text{ [V]}}$$

Este es el valor de voltaje del pico inductivo en el devanado primario para un voltaje de chispa de 18927,8 voltios de la bobina original en condición de ralentí.

✓ Bobina alterna.

**Tabla 6.24. Valores de resistencia de devanados bobina  
Chispa Perdida alterna.**

<b>Devanado</b>	<b>Valor de resistencia</b>
Primario	1,69 $\Omega$
Secundario	5,45 K $\Omega$

**Fuente:** Jorge E. Jiménez S

Empezamos con la tensión que recorre el devanado primario que es la tensión de contacto de batería para ello utilizaremos el valor ideal de 12 voltios.

$$V_{BP} = \text{Voltaje de primario} = 12 \text{ [V]}$$

$$R_P = \text{Resistencia de primario} = 1,69 \text{ [\Omega]}$$

$$I_P / I_S = 2,1$$

$$R_S = \text{Resistencia de secundario} = 5,45 \text{ K}\Omega = 5450 \text{ }\Omega$$

Determinamos primero la intensidad de corriente que recorre el devanado primario:

$$V_{BP} = I_P \cdot R_P$$

$$I_P = \frac{V_{BP}}{R_P} = \frac{12 \text{ [V]}}{1,69 \text{ [\Omega]}} = 7,1 \text{ [A]}$$

Ahora determinamos la intensidad de corriente en el devanado secundario:

$$\frac{I_P}{I_S} = 2,1$$

$$I_S = \frac{I_P}{2,1} = \frac{7,1 \text{ [A]}}{2,1} = 3,38 \text{ [A]}$$

Finalmente se obtiene el voltaje en el devanado secundario (voltaje de chispa):

$$V_S = I_S \cdot R_S$$

$$V_S = (3,38 \text{ [A]}) \cdot (5450 \text{ [\Omega]}) = 18421 \text{ [V]}$$

$$V_S = 18,42 \text{ [KV]}$$

Este es el valor de voltaje de chispa entre los electrodos de las bujías en condición de ralentí que como se aprecia es menor que en la bobina original.

Ahora gracias a la siguiente relación para bobinas Chispa Perdida se determina el valor de voltaje del pico inductivo en el devanado primario:

$$\frac{V_P}{V_S} = 0,0209$$

$$V_P = 0,0209 V_S$$

$$V_P = (0,0209) \cdot (18421 \text{ [V]})$$

$$V_P = \mathbf{384,99 \text{ [V]}}$$

Este es el valor de voltaje del pico inductivo en el devanado primario para un voltaje de chispa de 18421 voltios de la bobina alterna en condición de ralentí.

### 6.1.3. PRUEBAS EN RUTA Y MEDICIÓN CON OSCILOSCOPIO AL SISTEMA DIS COP.

Lo que se ha hecho es realizar tres pruebas con cada bobina (alterna y original) con el vehículo subiendo una pendiente a máxima potencia y carga del motor.

Siendo la medición central el oscilograma de primario con el osciloscopio OTC 3840F, donde principalmente nos interesa el pico inductivo, que es la energía que en ese preciso instante (máxima potencia y torque) se tiene entre los electrodos de la bujía, pero para determinar el voltaje de chispa se hará necesario realizar los debidos cálculos y los posteriores análisis.

Para el efecto se han realizado las pruebas en un vehículo Renault Mégane, el cual cuenta con sistema DIS COP de bobina simple (2 terminales).

Antes de realizar las pruebas en ruta se ha tomado la señal de primario de cada bobina con el vehículo parado, y el motor a ralentí, obteniéndose los siguientes resultados:

**Tabla 6.25. Valores de pico inductivo prueba sin carga sistema COP.**

<b>Bobina</b>	<b>Pico inductivo (V)</b>
Original	318
Alterna	312

**Fuente:** Jorge E. Jiménez S.

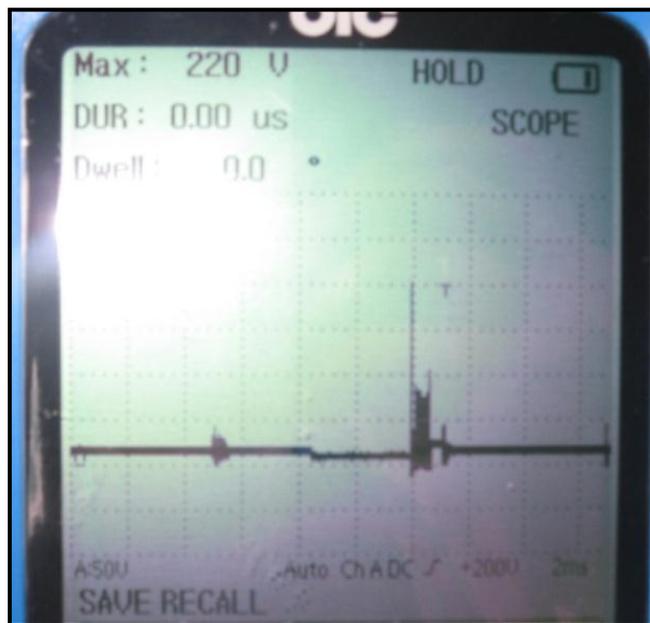
Como se puede apreciar ya se parte con una diferencia de 6 Voltios (1,89% más para la bobina original) entre ambas bobinas, que da un ligero indicio de cuál bobina es la que mejor se comporta en condiciones más severas de funcionamiento del motor. Luego de esto se realizan las pruebas ya en ruta como se indica a continuación.

**a. PRUEBAS CON LA BOBINA ORIGINAL.**

- i. Prueba 1: Motor a máximas revoluciones en tercera velocidad subiendo una pendiente.**

Valores de primario de bobina medidos con osciloscopio.

- ✓ Escalas: 50 V/división – 2 ms/división.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 6.22. Oscilograma de primario prueba en ruta 1 sistema DIS COP bobina original.**

- ✓ Datos obtenidos:

**Tabla 6.26. Valores de oscilograma de primario prueba en ruta 1 sistema COP bobina original.**

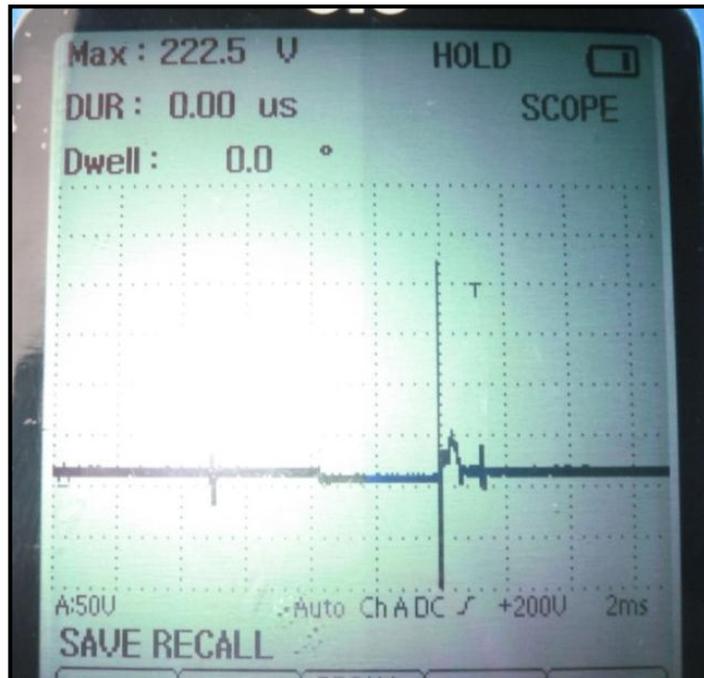
Pico inductivo	220 V
Voltaje de quemado	65 V
Tiempo de quemado (DUR)	0,6 ms

Fuente: Jorge E. Jiménez S.

ii. **Prueba 2: Motor a máximas revoluciones en tercera velocidad subiendo una pendiente.**

Valores de primario de bobina medidos con osciloscopio.

✓ Escalas: 50 V/división – 2 ms/división.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 6.23. Oscilograma de primario prueba en ruta 2 sistema DIS COP bobina original.**

✓ Datos obtenidos:

**Tabla 6.27. Valores de oscilograma de primario prueba en ruta 2 sistema COP bobina original.**

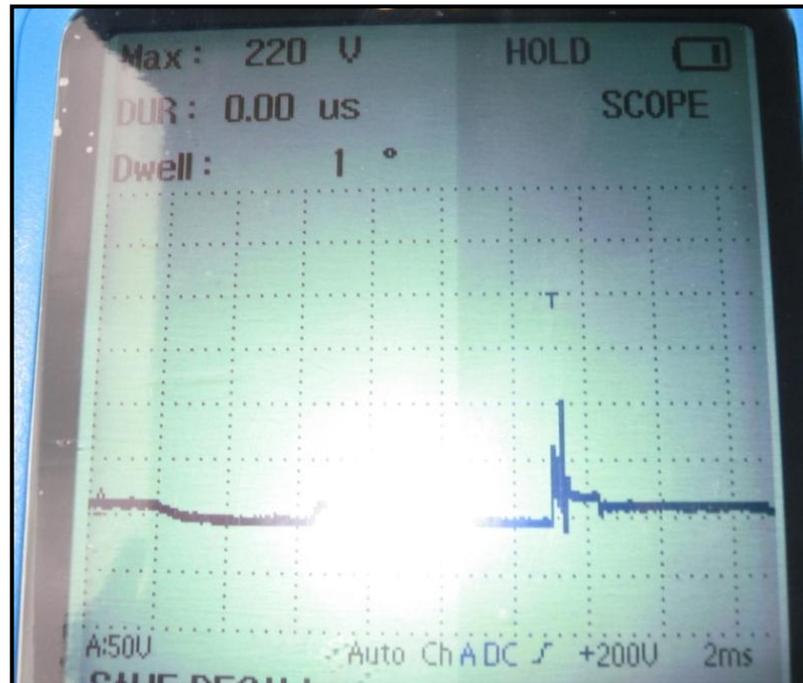
Pico inductivo	222,5 V
Voltaje de quemado	60 V
Tiempo de quemado (DUR)	0,56 ms

Fuente: Jorge E. Jiménez S.

iii. **Prueba 3: Motor a máximas revoluciones en tercera velocidad subiendo una pendiente.**

Valores de primario de bobina medidos con osciloscopio.

✓ Escalas: 50 V/división – 2 ms/división.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 6.24. Oscilograma de primario prueba en ruta 3 sistema DIS COP bobina original.**

✓ Datos obtenidos:

**Tabla 6.28. Valores de oscilograma de primario prueba en ruta 3 sistema COP bobina original.**

Pico inductivo	220 V
Voltaje de quemado	60 V
Tiempo de quemado (DUR)	0,5 ms

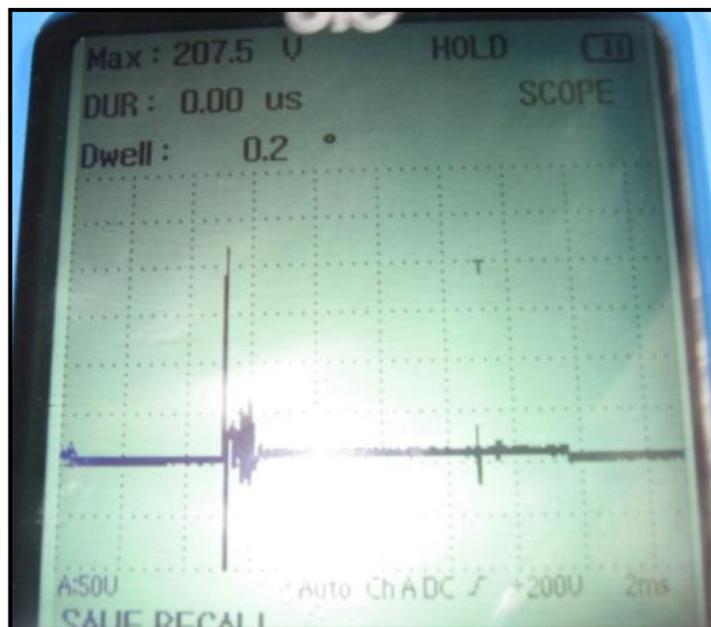
Fuente: Jorge E. Jiménez S.

## b. PRUEBAS CON LA BOBINA ALTERNA.

- i. **Prueba 1: Motor a máximas revoluciones en tercera velocidad subiendo una pendiente.**

Valores de primario de bobina medidos con osciloscopio.

- ✓ Escalas: 50 V/división – 2 ms/división.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 6.25. Oscilograma de primario prueba en ruta 1 sistema DIS COP bobina alterna.**

- ✓ Datos obtenidos:

**Tabla 6.29. Valores de oscilograma de primario prueba en ruta 1 sistema COP bobina alterna.**

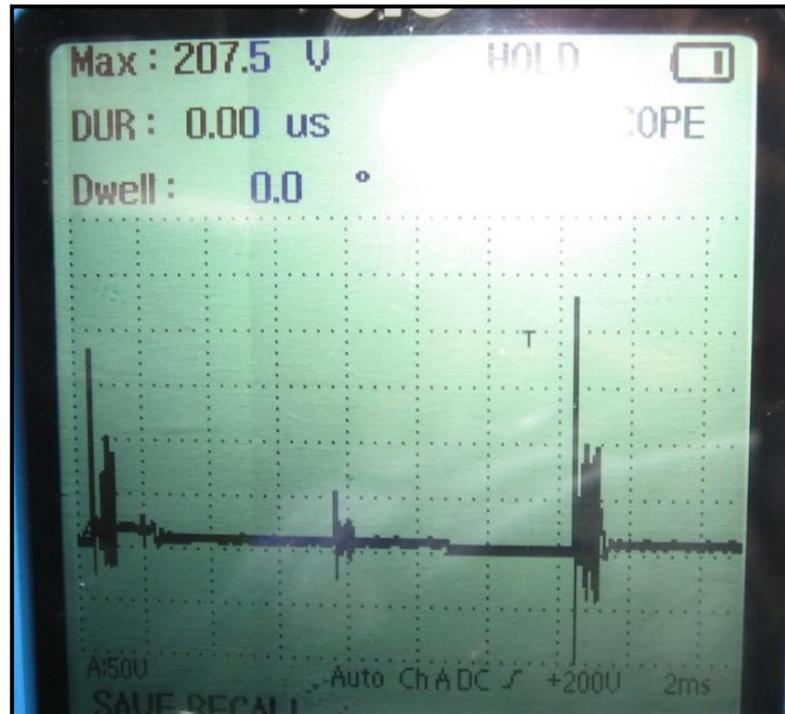
Pico inductivo	207,5 V
Voltaje de quemado	45 V
Tiempo de quemado (DUR)	0,6 ms

Fuente: Jorge E. Jiménez S.

ii. **Prueba 2: Motor a máximas revoluciones en tercera velocidad subiendo una pendiente.**

Valores de primario de bobina medidos con osciloscopio.

✓ Escalas: 50 V/división – 2 ms/división.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 6.26. Oscilograma de primario prueba en ruta 2 sistema DIS COP bobina alterna.**

✓ Datos obtenidos:

**Tabla 6.30. Valores de oscilograma de primario prueba en ruta 2 sistema COP bobina alterna.**

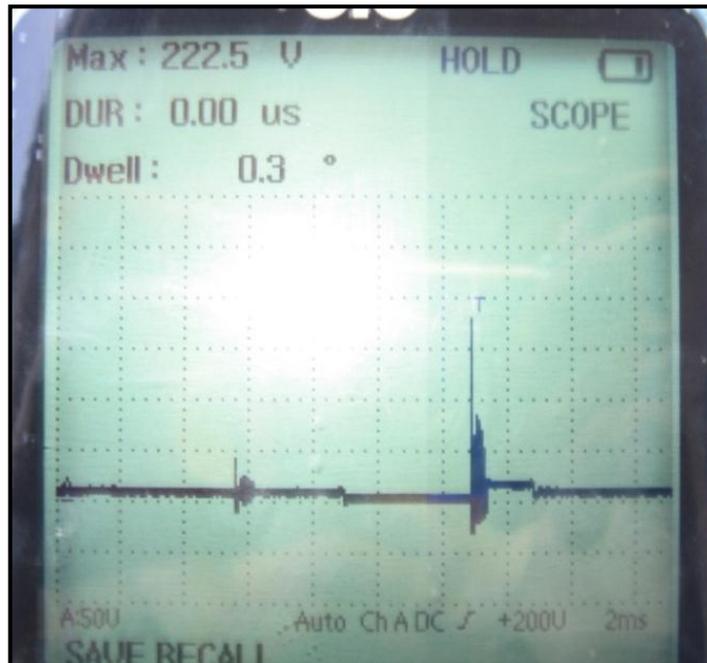
Pico inductivo	207,5 V
Voltaje de quemado	55 V
Tiempo de quemado (DUR)	0,60 ms

Fuente: Jorge E. Jiménez S.

iii. **Prueba 3: Motor a máximas revoluciones en tercera velocidad subiendo una pendiente.**

Valores de primario de bobina medidos con osciloscopio.

✓ Escalas: 50 V/división – 2 ms/división.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 6.27. Oscilograma de primario prueba en ruta 3 sistema DIS COP bobina alterna.**

✓ Datos obtenidos:

**Tabla 6.31. Valores de oscilograma de primario prueba en ruta 3 sistema COP bobina alterna.**

Pico inductivo	222,5 V
Voltaje de quemado	55 V
Tiempo de quemado (DUR)	0,35 ms

Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Para realizar un análisis técnico eficiente de los resultados obtenidos es necesario tabularlos por categorías:

**Tabla 6.32. Análisis de resultados prueba en ruta sistema COP.**

	BOIBINA ORIGINAL (B.O.)			BOBINA ALTERNA (B.A.)			VALOR PROMEDIAL	
	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	B.O.	B.A.
<b>Pico inductivo (V)</b>	220,00	222,50	220,00	207,50	207,50	222,50	<b>222,17</b>	<b>212,50</b>
<b>Voltaje de quemado (V)</b>	65,00	60,00	60,00	45,00	55,00	55,00	<b>61,67</b>	<b>51,67</b>
<b>Tiempo de quemado (ms)</b>	0,60	0,56	0,50	0,60	0,60	0,35	<b>0,55</b>	<b>0,52</b>

**Fuente:** Jorge E. Jiménez S.

En las tres pruebas realizadas a máxima potencia del motor en tercera marcha subiendo una pendiente se aprecia que en el oscilograma primario de la bobina original se tienen valores similares de voltaje del pico inductivo de alrededor de 220 voltios en las tres pruebas, alcanzándose así la mayor potencia y mayor torque brindados por el motor de toda la prueba en ruta (ambas bobinas), apreciándose también un tiempo de quemado con un valor promedio de 0,55 ms.

También se denota una diferencia en valor promedio de alrededor de 10 voltios (16,22% más) a favor de la bobina original en esta prueba en lo que se refiere a voltaje de quemado. La bobina alterna por su parte se comporta de forma diferente a la original ya que varía considerablemente los valores

de voltaje del pico inductivo del oscilograma primario entre prueba y prueba (demasiada fluctuación), alcanza el valor máximo de 222,5 voltios que se transformaría en la mayor potencia generada por el motor con esta bobina, y un mínimo de 207,5 voltios que hace que el motor tenga la menor potencia y torque de toda la prueba en ruta, diferenciándose mucho de la bobina original, y dando una diferencia de voltaje de pico inductivo promedio de casi 9,67 Voltios (4,35% menos) con la bobina original, otro punto a tener en cuenta es el valor promedio del tiempo de quemado que se encuentra en 0,52 ms, diferenciándose en 0,03 ms (5,45% menos) que la bobina original.

- ✓ Mayor voltaje de pico inductivo, voltaje de quemado, tiempo de quemado = Mayor potencia y torque del motor.
- ✓ Menor voltaje de pico inductivo, voltaje de quemado, tiempo de quemado = Menor potencia y torque del motor.

En conclusión la bobina original es más estable en todas los regímenes de funcionamiento del motor, por su parte la bobina alterna aunque en ocasiones iguale o llegue a valores mayores de voltaje que la bobina original, no compensa el tiempo de quemado que es considerablemente menor que en la bobina original, y eso se refleja en el mejor comportamiento del motor con la utilización de la bobina original.

Lo que justifica en parte las variaciones entre ambos tipos de bobinas es también las resistencias de sus bobinados. Gracias a los datos tomados en los trabajos de campo y cálculos experimentales realizados se ha determinado la primera ecuación de relación para bobinas COP:

**Ec. 6.5. Fórmula de la relación de corrientes bobinas COP.**

$$\frac{I_P}{I_S} = 4,81$$

**Fuente:** Jorge E. Jiménez S.

Donde:

$I_P$  = Intensidad de corriente en el devanado primario [Amperios]

$I_S$  = Intensidad de corriente en el devanado secundario [Amperios]

La corriente en el devanado secundario es aproximadamente 4,81 veces menor que la corriente en el devanado primario, esto viene a ser una constante para el cálculo de las bobinas COP.

Como la bobina de encendido COP es un transformador se ha tomado la misma ecuación fundamental de la relación de transformación de un transformador:

$$\frac{N_P}{N_S} = \frac{V_P}{V_S}$$

Donde:

$N_P$  = Número de espiras en el devanado primario.

$N_S$  = Número de espiras en el devanado secundario

$V_P$  = Pico de voltaje en el devanado primario

$V_S$  = Pico de voltaje en el devanado secundario

De igual manera gracias a los datos tomados en los trabajos de campo y cálculos experimentales realizados se ha determinado la segunda ecuación de relación para bobinas COP misma relación que para las bobinas Chispa Perdida.

$$\frac{N_P}{N_S} = \frac{V_P}{V_S} = 0,0209$$

Una vez determinados los valores de resistencia de ambas bobinas ya sea midiéndolas o gracias a los catálogos de fabricantes tenemos los siguientes cálculos:

- ✓ Bobina original.

**Tabla 6.33. Valores de resistencia de devanados bobina COP original.**

Devanado	Valor de resistencia
Primario	1,3 $\Omega$
Secundario	10,44 K $\Omega$

**Fuente:** Jorge E. Jiménez S.

Empezamos con la tensión que recorre el devanado primario que es la tensión de contacto de batería para ello utilizaremos el valor ideal de 12 voltios.

$$V_{BP} = \text{Voltaje de primario} = 12 \text{ [V]}$$

$$R_P = \text{Resistencia de primario} = 1,3 \text{ [\Omega]}$$

$$I_P / I_S = 4,81$$

$$V_P / V_S = 0,0209$$

$$R_S = \text{Resistencia de secundario} = 10,44 \text{ K}\Omega = 10440 \text{ }\Omega$$

Determinamos primero la intensidad de corriente que recorre el devanado primario:

$$V_{BP} = I_P \cdot R_P$$

$$I_P = \frac{V_{BP}}{R_P} = \frac{12 \text{ [V]}}{1,3 \text{ [\Omega]}} = 9,23 \text{ [A]}$$

Ahora determinamos la intensidad de corriente en el devanado secundario:

$$\frac{I_P}{I_S} = 4,81$$

$$I_S = \frac{I_P}{4,81} = \frac{9,23 \text{ [A]}}{4,81} = 1,92 \text{ [A]}$$

A continuación se obtiene el voltaje en el devanado secundario (voltaje de chispa):

$$V_S = I_S \cdot R_S$$

$$V_S = (1,92 \text{ [A]}) \cdot (10440 \text{ [\Omega]}) = 20044,8 \text{ [V]}$$

$$V_S = \mathbf{20,04 \text{ [KV]}}$$

Este es el valor de voltaje de chispa entre los electrodos de las bujías en condición de ralentí.

Ahora gracias a la siguiente relación para bobinas COP se determina el valor de voltaje del pico inductivo en el devanado primario:

$$\frac{V_P}{V_S} = 0,0209$$

$$V_P = 0,0209 V_S$$

$$V_P = (0,0209) \cdot (20044,8 \text{ [V]})$$

$$V_P = \mathbf{418,94 \text{ [V]}}$$

Este es el valor de voltaje del pico inductivo en el devanado primario para un voltaje de chispa de 20044,8 voltios, de la bobina COP original en condición de ralentí.

✓ Bobina alterna.

**Tabla 6.34. Valores de resistencia de devanados bobina  
COP alterna.**

Devanado	Valor de resistencia
Primario	1,2 $\Omega$
Secundario	9,64 K $\Omega$

**Fuente:** Jorge E. Jiménez S.

Empezamos con la tensión que recorre el devanado primario que es la tensión de contacto de batería para ello utilizaremos el valor ideal de 12 voltios.

$$V_{BP} = \text{Voltaje de primario} = 12 \text{ [V]}$$

$$R_P = \text{Resistencia de primario} = 1,2 \text{ [\Omega]}$$

$$I_P / I_S = 4,81$$

$$V_P / V_S = 0,0209$$

$$R_S = \text{Resistencia de secundario} = 9,54 \text{ K}\Omega = 9540 \text{ }\Omega$$

Determinamos primero la intensidad de corriente que recorre el devanado primario:

$$V_{BP} = I_P \cdot R_P$$

$$I_P = \frac{V_{BP}}{R_P} = \frac{12 \text{ [V]}}{1,2[\Omega]} = 10 \text{ [A]}$$

Ahora determinamos la intensidad de corriente en el devanado secundario:

$$\frac{I_P}{I_S} = 4,81$$

$$I_S = \frac{I_P}{4,81} = \frac{10 \text{ [A]}}{4,81} = 2,08 \text{ [A]}$$

A continuación se obtiene el voltaje en el devanado secundario (voltaje de chispa):

$$V_S = I_S \cdot R_S$$

$$V_S = (2,08 \text{ [A]}) \cdot (9540 \text{ [\Omega]}) = 19843,2 \text{ [V]}$$

$$V_S = \mathbf{19,84 \text{ [KV]}}$$

Este es el valor de voltaje de chispa entre los electrodos de las bujías en condición de ralentí.

Ahora gracias a la siguiente relación para bobinas COP se determina el valor de voltaje del pico inductivo en el devanado primario:

$$\frac{V_P}{V_S} = 0,0209$$

$$V_P = 0,0209 V_S$$

$$V_P = (0,0209) \cdot (19843,2 \text{ [V]})$$

$$V_P = \mathbf{414,72 \text{ [V]}}$$

Este es el valor de voltaje del pico inductivo en el devanado primario para un voltaje de chispa de 19495,6 voltios de la bobina COP alterna en condición de ralentí.

## 6.2. DISEÑO Y DESARROLLO DEL SOFTWARE SOBRE LOS SISTEMAS DIS CHISPA PERDIDA Y DIS COP.

El software es un manual interactivo el cual consta de la teoría básica sobre los sistemas de encendido DIS: Operaciones, controles, diagnósticos, además posee un submenú en el cual el usuario podrá calcular voltajes de bobinas solamente ingresando los valores de resistencias de dicha bobina.

Al correr el programa se despliega una pantalla inicial que viene a ser la presentación general del proyecto.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 6.28. Pantalla inicial Software Sistemas DIS.

En esta página de inicio se presenta los datos generales del proyecto. Para poder tener acceso al menú principal se debe ingresar una contraseña, si la contraseña ingresada es la correcta aparece un mensaje de validación y se despliega el menú general del programa, caso contrario si la contraseña es incorrecta aparecerá un mensaje de error. Una vez ingresada la contraseña correcta se despliega la siguiente pantalla:



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 6.29. Menú principal Software Sistemas DIS.

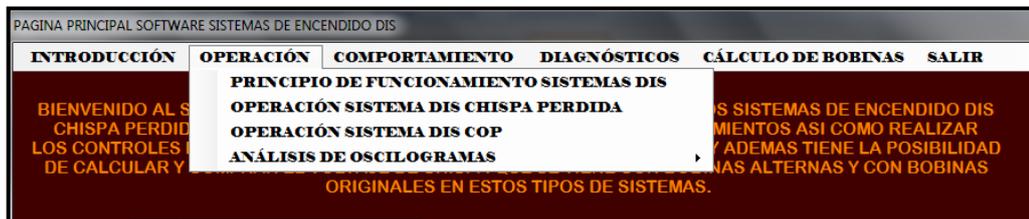
Esta pantalla es el menú principal del programa, en la parte superior se encuentra la barra de contenidos donde se tiene: INTRODUCCIÓN; OPERACIÓN; COMPORTAMIENTO; DIAGNÓSTICOS; CÁLCULO DE BOBINAS, todo referente a los sistemas DIS y finalmente un botón SALIR para abandonar el programa. Para ver los contenidos el usuario debe dar click en la barra de contenidos para desplegar la información. Al dar click sobre el botón INTRODUCCIÓN se despliega una pantalla donde se encuentra una aclaración de lo que es en sí un Sistema de Encendido DIS.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 6.30. Pantalla del submenú INTRODUCCIÓN Software Sistemas DIS.

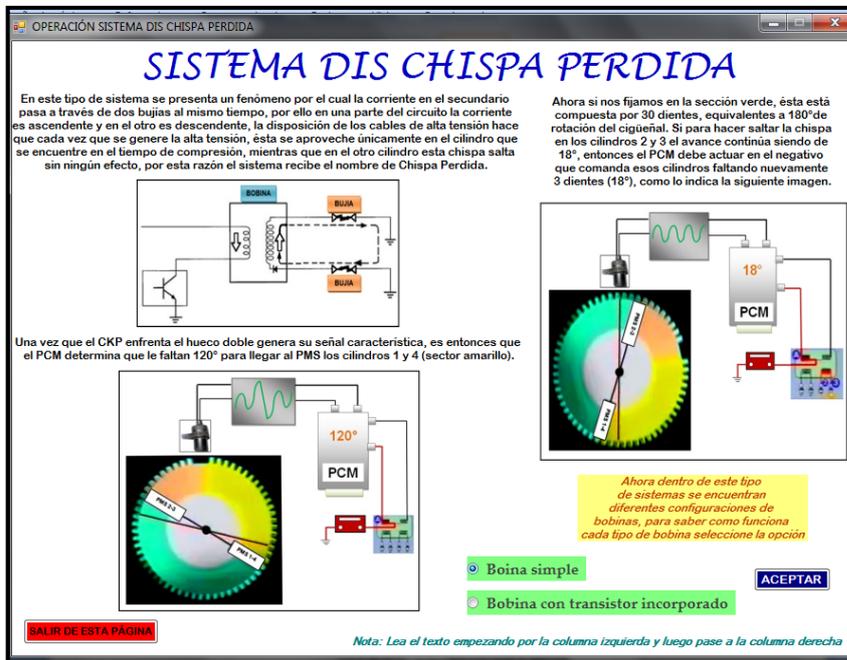
El siguiente submenú es el de OPERACIÓN al dar click sobre este botón se despliegan sus contenidos los cuales son:



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 6.31. Pantalla de contenidos del submenú OPERACIÓN.

Si damos click sobre el botón Operación Sistema Chispa Perdida se despliega una pantalla donde se tiene el fundamento teórico de operación de este tipo de sistema. Además en esta pantalla se puede seleccionar el tipo de bobina (simple o transistor incorporado) para este sistema, y de la que se quiera saber su operación simplemente validando con el botón Aceptar:



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 6.32. Contenido del bobón Operación Sistemas Chispa Perdida dentro del submenú OPERACIÓN.

Si damos click sobre el botón Operación Sistema COP se despliega una pantalla donde se tiene el fundamento teórico de operación de este tipo de sistema. Además en esta pantalla se puede seleccionar el tipo de bobina (simple, transistor incorporado o módulo incorporado) para este sistema, y de la que se quiera saber su operación simplemente validando con el botón Aceptar:

**OPERACIÓN SISTEMA DIS COP**

## SISTEMA DIS COP

Su particularidad está en que no dispone de cables de alta tensión, ya que las bobinas van ubicadas justo arriba de cada bujía, con lo cual se simplifica la resistencia a la alta tensión de los cables y se mejora la eficiencia del quemado.

El PCM recibe esta señal para poder reconocer el cilindro número 1 y así poder sincronizar el orden de encendido. Ya que la señal del CKP es utilizada por el PCM exclusivamente para calcular los grados de avance. La siguiente imagen muestra las señales de ambos sensores, y que además deben coincidir cada 360° de rotación del árbol de levas (720° de rotación del cigüeñal).

Para estos sistemas el sensor CMP es quien indica al PCM el punto muerto superior en el tiempo de compresión del cilindro número 1. Las siguientes figuras muestran un ejemplo del funcionamiento de un sistema DIS COP para un motor de 4 cilindros con sensores de tipo inductivo, donde se aprecia que en el árbol de levas se tiene solamente un diente y es el que genera la señal alterna en el CMP y que envía al PCM.

Ahora dentro de este tipo de sistemas se encuentran diferentes configuraciones de bobinas, para saber como funciona cada tipo de bobina seleccione la opción

- Bobina simple
- Bobina con transistor incorporado
- Bobina con módulo incorporado

**ACEPTAR**

**SALIR DE ESTA PÁGINA**

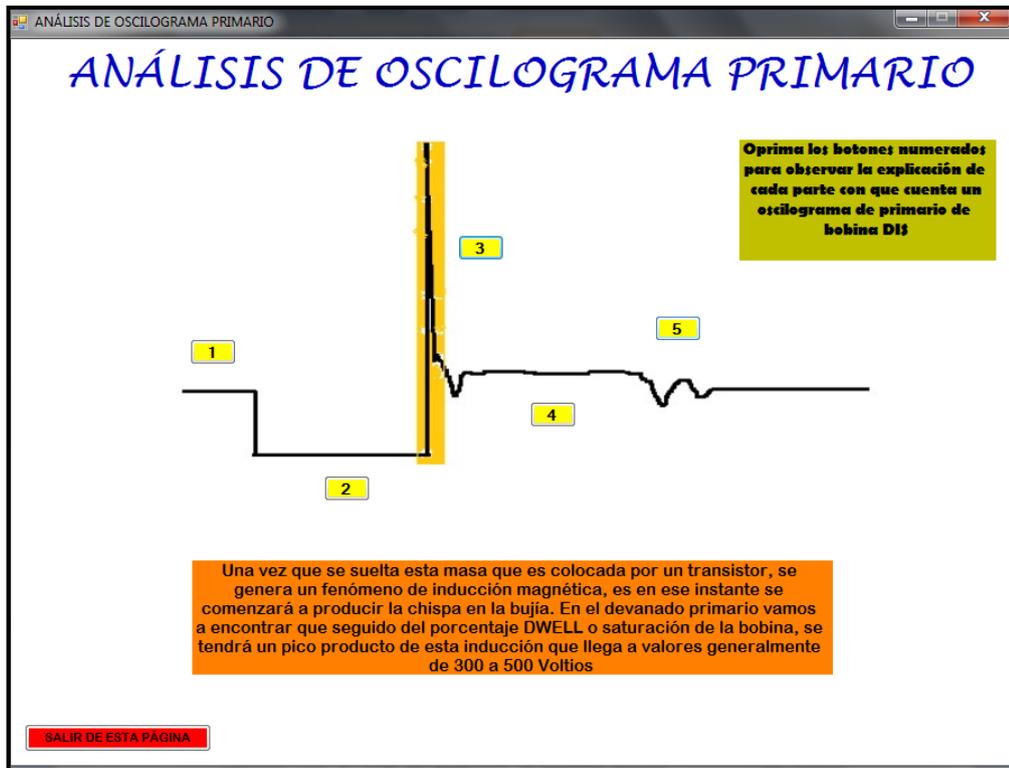
*Nota: Lea el texto empezando por la columna izquierda y luego pase a la columna derecha*

Fuente: Jorge E. Jiménez S.

**Figura 6.33. Contenido del botón Operación Sistemas COP dentro del submenú OPERACIÓN.**

El último de los contenidos de este submenú es el Análisis de oscilogramas, dentro de esto tenemos Oscilograma Primario y Oscilograma secundario. Si damos en cualquiera de estos se despliega el análisis de las etapas que conforman un oscilograma de encendido.

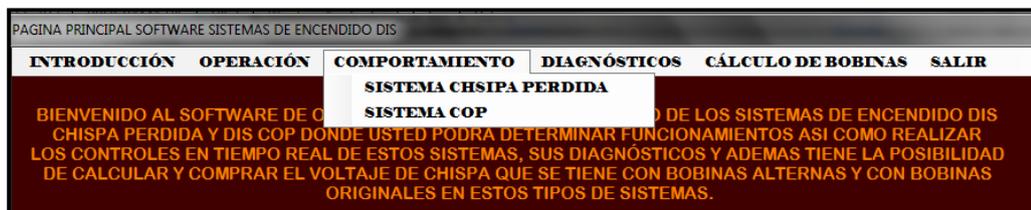
La siguiente pantalla aparece cuando se selecciona por ejemplo Análisis de Oscilograma Primario y al dar click sobre cada botón numerado aparecerá la explicación de esa etapa en el oscilograma:



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 6.34. Contenido del botón Análisis de Oscilograma Primario dentro del submenú OPERACIÓN.

El siguiente submenú es el de COMPORTAMIENTO al dar click sobre este botón se despliegan sus contenidos los cuales son:



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 6.35. Pantalla de contenidos del submenú COMPORTAMIENTO.

Al dar click en el botón Chispa Perdida aparecerá una pantalla con la explicación general sobre cómo realizar el control en tiempo real de este tipo de sistema, después al dar click en el botón siguiente se despliega otra pantalla donde el usuario puede seleccionar el tipo de bobina que quiera controlar, para ello debe seleccionar la opción y validar con el botón Aceptar.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 6.36. Contenido del botón Sistema Chispa Perdida dentro del submenú COMPORTAMIENTO (1).

Por ejemplo si se selecciona la bobina de 2 terminales (transformador único) se despliega una pantalla donde se tiene opciones de los terminales que tiene esta bobina, entonces lo que se debe hacer es seleccionar el terminal y validar con el botón Visualizar, en ese momento aparecerá una fotografía de lo que se tendrá en el osciloscopio para ese terminal así como el diagrama eléctrico de esa bobina como se muestra a continuación:



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 6.37. Contenido del bobón Sistema Chispa Perdida dentro del submenú COMPORTAMIENTO (2).

El siguiente submenú es el de DIAGNÓSTICOS, al dar click sobre este botón se despliegan sus contenidos los cuales son: Flujo grama general de diagnóstico; Procedimiento general de diagnóstico; Diagnóstico con scanner y Diagnóstico con Multímetro y Osciloscopio:



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 6.38. Pantalla de contenidos del submenú DIAGNÓSTICOS.

Si damos click en diagnóstico con multímetro y osciloscopio se despliega una pantalla donde se tiene los elementos del sistema de encendido DIS y sus respectivos diagnósticos, para ello se debe dar click sobre su imagen:



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 6.39. Contenidos del botón diagnóstico con multímetro y osciloscopio dentro del submenú DIAGNÓSTICOS (1).

Por ejemplo si damos click en la imagen de bobinas se aparece una pantalla donde se presenta el procedimiento para diagnosticar precisamente la bobina.



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 6.40. Contenidos del botón diagnóstico con multímetro y osciloscopio dentro del submenú DIAGNÓSTICOS (2).

Aquí se despliegan los procedimientos a realizar paso por paso, para ello entonces que se debe seleccionar el paso y validar con el botón Aceptar. Al seleccionar cualquier diagnóstico para cualquier bobina aparecerá el procedimiento para el diagnóstico, con sus respectivas imágenes que sirven para ilustrar de mejor manera el diagnóstico que se esté efectuando, además el usuario podrá ingresar los valores que ha medido y el programa revelará si lo medido es correcto o si está fuera de rango y sus posibles causas.

**DIAGNÓSTICO DE LA BOBINA DE ENCENDIDO**

**VERIFICACIÓN DE LA CAIDA DE TENSION DE POSITIVO, BOBINA CHISPA PERDIDA CON TRANSISTOR INCORPORADO, 4 TERMINALES (2 TRANSFORMADORES)**

1.- Colocar el osciloscopio con dos canales de medición.

2.- La punta del canal A la colocamos en el terminal de pulsos provenientes del PCM hacia el transistor dentro de la bobina de cualquier transformador y la punta del canal B la colocamos en el terminal de positivo de contacto del conector de la bobina (ver diagrama).

3.- Calibramos el osciloscopio para que se visualicen correctamente ambas señales, para este caso se ha utilizado las siguientes escalas:

Canal A: 2 Voltios/división - 10 ms/división.  
Canal B: 2 Voltios/división - 10 ms/división.

Ingresa al valor de caída de tensión que usted ha medido

Voltios

ACEPTAR

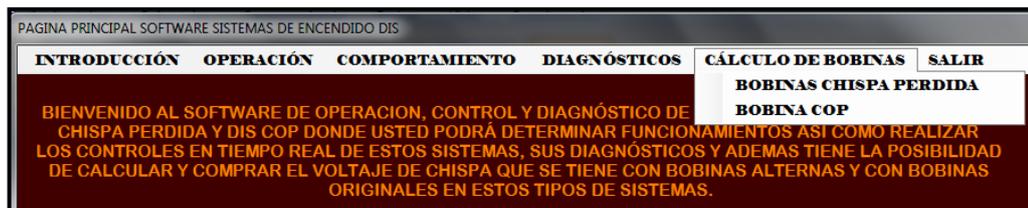
SALIR DE ESTA PÁGINA

REGRESAR SIGUIENTE

Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 6.41. Contenidos del botón diagnóstico con multímetro y osciloscopio dentro del submenú DIAGNÓSTICOS (3).

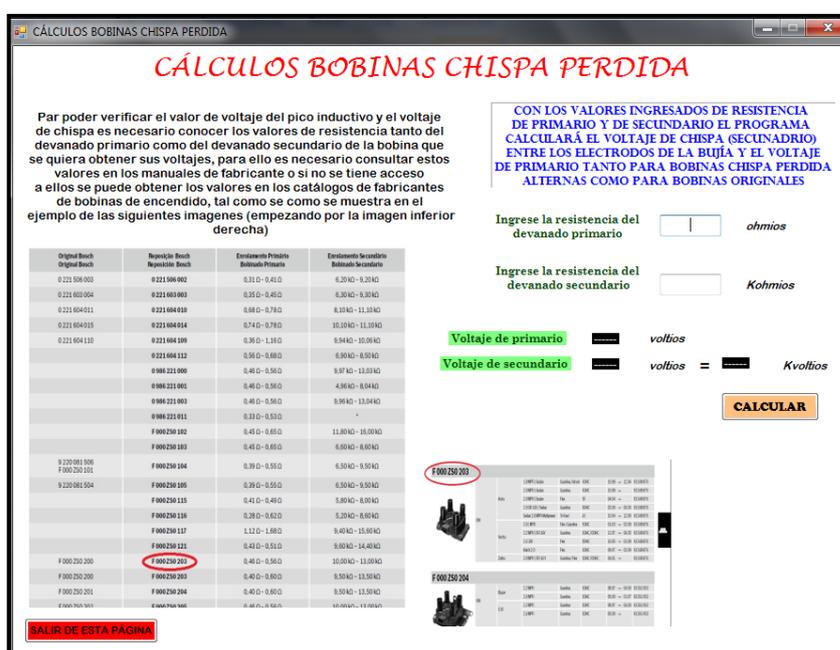
El siguiente submenú es el de CÁLCULO DE BOBINAS, al dar click sobre este botón se despliegan sus contenidos los cuales son: Bobinas Chispa Perdida y Bobinas COP



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 6.42. Pantalla de contenidos del submenú CÁLCULO DE BOBINAS.

Por ejemplo al dar click en Bobinas Chispa Perdida:



Fuente: Jorge E. Jiménez S.

Figura 6.43. Contenidos del botón Bobina Chispa Perdida dentro del submenú CÁLCULO DE BOBINAS.

Se despliega una pantalla en donde el usuario tiene 2 casilleros en el primero debe ingresar la resistencia del devanado primario y en el segundo casillero debe ingresar el valor de la resistencia del devanado secundario, al dar click en el botón calcular el programa mostrará el voltaje del pico inductivo del oscilograma primario y además el voltaje de chispa para cualquier bobina de la cual se tenga sus valores de resistencia de devanados.

## **CAPÍTULO 7**

### **MARCO ADMINISTRATIVO**

#### **7.1. RECURSOS:**

Para desarrollar el presente proyecto de forma planificada, se plantea este capítulo con el cual se analizará el aspecto técnico-operativo del mismo logrando comprender que los recursos tanto humanos, tecnológicos y materiales son fundamentales para su puesta en marcha. La planificación tiene como objetivo principal la optimización de los diversos recursos, por lo que es necesario diseñar un plan y asegurarse que éste se cumpla.

##### **7.1.1. RECURSOS HUMANOS:**

Para realizar el proyecto de tesis titulado “ANÁLISIS DE OPERACIÓN Y COMPORTAMIENTO DE SISTEMAS CHISPA PERDIDA Y COP”, lo más importante constituyó la tarea hecha por mi persona, Jorge Eduardo Jiménez Santacruz, que desempeñé el papel de investigador. También se contó con el asesoramiento del Ing. Germán Erazo, designado como Director y quien promovió la investigación científica y la puesta en marcha del proyecto, así como también del Ing. José Quiroz, que en calidad de Codirector facilitó el trabajo.

##### **7.1.2. RECURSOS TECNOLÓGICOS:**

Para lograr cumplir con las metas planteadas, se hizo imprescindible la utilización de recursos tecnológicos como: scanner, osciloscopio, multímetro, cámara de fotos, computadoras, internet, libros, etc. los que facilitaron la tarea de investigación y desarrollo del proyecto. Necesitándose recopilar información que muchas veces pareciera ser no muy importante, pero para determinarlo está el investigador.

### 7.1.3. RECURSOS MATERIALES:

Se refiere a todos los elementos físicos que fueron necesarios para la materialización del proyecto y estos son: bobinas, sensores, módulos de control, equipos de diagnóstico, manuales entre los más representativos.

### 7.2. PRESUPUESTO:

Para cumplir con la meta prevista, a continuación se detallan los valores económicos y su asignación, mismos que sirvieron como control financiero del proyecto realizado, generándose una idea de la inversión total que se realizó. Haciendo un balance entre el costo económico y las metas logradas, se verifica que el proyecto titulado “ANÁLISIS DE OPERACIÓN Y COMPORTAMIENTO DE SISTEMAS CHISPA PERDIDA Y COP”, ha cumplido con las expectativas pues constituye material didáctico para los estudiantes de la ESPE-L, como para la sociedad en general, y que además sirvió como prueba de los conocimientos adquiridos por el investigador. La siguiente tabla detalla los valores y sus asignaciones para la realización del mencionado proyecto.

**Tabla 7.1. Presupuesto.**

<b>ORDEN</b>	<b>DETALLE</b>	<b>TOTAL USD</b>
1	Bobinas de encendido (para las pruebas experimentales)	150,00
2	Bobinas (para los análisis)	50,00
3	Sensores de posición (para los análisis)	20,00
4	Módulo de control (para los análisis)	20,00
5	Manuales de vehículos (para los análisis)	70,00
6	Equipos de diagnóstico (osciloscopio, para los controles)	900,00
<b>Total general</b>		<b>1210,00</b>

**Fuente.** Jorge E. Jiménez S.

### **7.3. FINANCIAMIENTO:**

El financiamiento se da en su totalidad por parte del realizador del proyecto:  
Jorge Eduardo Jiménez Santacruz.

### **7.4. CRONOGRAMA:**

Ver en la siguiente página



## **CONCLUSIONES.**

Al concluir este trabajo de investigación, pongo a consideración las siguientes conclusiones y recomendaciones, a fin de que sean consideradas por quien utilice el presente manual como fuente de consulta.

- Los tipos de sistemas de encendido de última generación (DIS) se clasifican solamente por la configuración de su o sus bobinas de encendido y estos pueden ser: Chispa Perdida; COP y Mixto.
- El principio de funcionamiento, así como los componentes principales y parámetros de funcionamiento son semejantes en los tres tipos de sistemas DIS, diferenciándose únicamente en la configuración física de las bobinas y que en el sistema Chispa Perdida y Mixto la chispa salta en dos bujías al mismo tiempo (dos cilindros comparten una misma bobina).
- En los sistemas COP, el sensor CMP es quien informa al PCM el PMS del cilindro número 1, para poder determinar la secuencia del encendido, mientras que el sensor CKP se utiliza para determinar los grados de avance del encendido.
- El contar con el diagrama eléctrico del sistema que se está manipulando es la herramienta más segura para garantizar que un trabajo ya sea de control o de diagnóstico en un sistema de encendido DIS sea eficiente y correcto.
- Tanto para el control en tiempo real, como para realizar los diagnósticos es importante utilizar equipos de última tecnología, los cuales constan con software y bases de datos actualizados sobre sistemas de encendido DIS para facilitar el trabajo en los mismos.

- El protocolo de control en tiempo real de los sistemas de encendido DIS se aplica de acuerdo al tipo de sistema en el que se esté trabajando.
- Gracias al control en tiempo real se logran obtener parámetros reales de funcionamiento de sensores y actuadores en un sistema de encendido DIS, y así poder dar un diagnóstico seguro si se presentara algún inconveniente.
- El protocolo de pruebas para localizar averías en un sistema de encendido DIS se aplica de acuerdo al tipo de sistema en el que se esté trabajando.
- Los códigos de diagnóstico relacionados con el sistema de encendido son aquellos que se encuentran en el campo de los P03XX.
- Un mal funcionamiento del sistema de encendido se traduce en problemas de contaminación, generándose un código continuo después de un monitoreo también continuo llamado de Misfire.
- Un problema en el encendido también afecta a los ajustes de combustible SFT y LFT, ya que el PCM recibe parámetros fuera de rangos permisibles.
- Las bobinas de encendido originales tiene un comportamiento más estable traduciéndose en mejor desempeño del motor.

## **RECOMENDACIONES.**

- Si se quiere diagnosticar eficientemente y corregir un fallo en los sistemas de encendido DIS, el técnico automotriz debe contar con 3 herramientas fundamentales que son: conocimiento de causa; equipos de diagnóstico y datos técnicos (manuales).
- Para realizar un diagnóstico acertado en los sistemas DIS se debe primeramente reconocer el tipo de sistema en el que se está trabajando, esto facilita el proceso de comprobación.
- Una vez identificado el tipo de sistema apoyarse en datos técnicos para poder manipularlos de manera correcta y corregir problemas de manera rápida y eficaz.
- Identificar el tipo de sensor encontrado en el sistema DIS así como su funcionamiento, número de terminales, su ubicación y forma.
- Identificar el tipo de bobina encontrada en el sistema DIS así como su funcionamiento, número de terminales, su ubicación y forma.
- Verificar siempre a través de osciloscopio las curvas de funcionamiento de los sensores y actuadores (bobinas), previamente a su desmontaje y/o recambio.
- Seguir el proceso de comprobación y diagnóstico, además utilizar los equipos de comprobación tal como se detalla en esta investigación
- Utilizar un osciloscopio digital automotriz ya que contiene dentro de su software una amplia base de datos para poder ser utilizado en gran cantidad de vehículos.

- Realizar el mantenimiento periódico preventivo de los motores con el afán de reducir posibles daños o fallos en los sistemas de encendido DIS.
- Aislar corrientes eléctricas del PCM porque pueden causar corto circuitos.
- En lo posible al momento de realizar un recambio de bobinas procurar que ésta sea la original o en su defecto recambiar por una alterna de buena calidad.

## BIBLIOGRAFÍA.

### LIBROS:

- Alonso Pérez, J. (1998). *Técnicas del Automóvil: Inyección de Gasolina y Dispositivos Anticontaminantes*. España: Thompson Paraninfo.
- CISE Electronics (2011). Manual Encendidos DIS.
- CISE Electronics (2011). Manuales Técnico Máster ESPE-L 2011.
- Coello, E. (2005). *Sistemas de Inyección Electrónica de Gasolina*. México: América.
- Coello, E. (2002). *Sistemas de Inyección Electrónica de Gasolina*. Quito: Ediciones América.
- Martí, A. (1992). *Inyección Electrónica en Motores de Gasolina*. México: Alfa omega.
- Nervie, J. P. (1994). *Manual de Sistemas de Fuel Ingestión*. México: Prontica-Hall Hispanoamericana S.A.
- Rueda, J. (2003). *Técnico en Mecánica Electrónica Automotriz*. El Salvador: Dísela Editores.

## NETGRAFÍA:

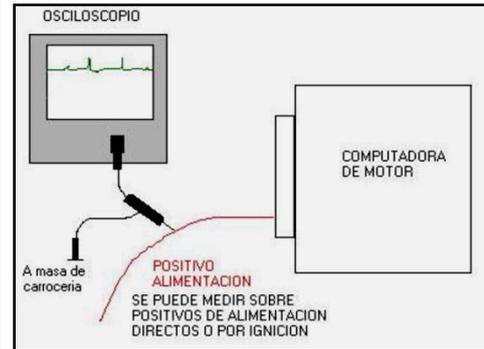
- Notas técnicas. Disponible en CISE Electronics Corp. (2011). Consultado el 20 de marzo de 2012, en:
  - ✓ <http://www.cise.com> y de [mastercise.zapto.org](http://mastercise.zapto.org).
- Curso electricidad del automóvil. Disponible en Mecánica virtual (2011). Consultado el 10 de abril de 2012, en:
  - ✓ [http://www.xctuning.com/site/pdfuploads/manual%20tuning\\_curso%20de%20electricidad%20del%20automovil\\_simbologia.pdf](http://www.xctuning.com/site/pdfuploads/manual%20tuning_curso%20de%20electricidad%20del%20automovil_simbologia.pdf)
- Encendido DIS secuencial. Disponible en Youtube (2012). Consultado el 02 de mayo de 2012, en:
  - ✓ <http://www.youtube.com/watch?v=Rfu0GBSyjoo>.
- Sistemas de encendido. Disponible en Wordpress (2009). Consultado el 05 de abril de 2012, en:
  - ✓ <http://mgallegosantos.files.wordpress.com/2009/01/encendido.pdf>.

**ANEXO A: ¿CÓMO MEDIR Y CÓMO CORREGIR  
INTERFERENCIAS CAUSADAS POR EL SISTEMA DE  
ENCENDIDO?**

## Midiendo la interferencia parásita y ruidos provocados por el encendido.

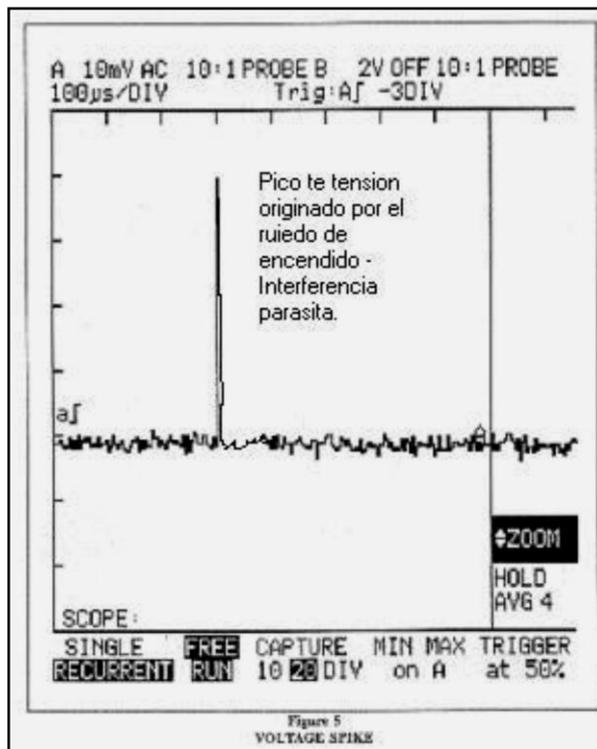
El ruido eléctrico se puede medir directamente sobre cualquier positivo de alimentación.

– Por ejemplo, si se quiere medir el ruido eléctrico que existe y puede perturbar a la computadora del motor en su funcionamiento, podemos tomar el positivo de alimentación a la misma y verificar respecto de masa con un osciloscopio la señal presente.

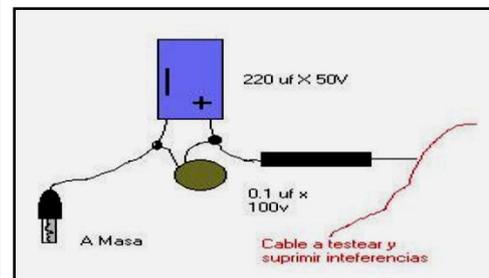


En la imagen de osciloscopio puede verse el pico de tensión generado por la corriente parásita de encendido.

Este pico de tensión debe ser lo más pequeño posible. Se debe notar que el nivel de tensión en el trazo del osciloscopio corresponde a la tensión de batería y el pico de tensión originado por la interferencia parásita supera en más de 1 vez a ese nivel. Al ser de tan corta duración, del orden de microsegundos, origina alteraciones en las alimentaciones de los equipos electrónicos.



Un supresor de corrientes parásitas para verificar y corregir ruidos eléctricos puede construirse con dos condensadores colocados en paralelo, según se muestra en la figura.



## **ANEXO B: ENCUESTAS.**

## ENCUESTA

Reciba un cordial saludo. El objetivo de la presente encuesta es recabar información acerca de la OPERACIÓN Y COMPORTAMIENTO DE SISTEMAS CHISPA PERDIDA Y COP. Lo que cuenta es la veracidad de la información con que usted está respondiendo.

---

1. ¿Cuántos tipos de sistemas de encendido DIS existen en los vehículos modernos?

1 \_\_\_\_\_ 2  3 \_\_\_\_\_ Otros \_\_\_\_\_

2. El conocimiento que dispone Ud. acerca de los componentes de los sistemas DIS es:

Muy Bueno \_\_\_\_\_ Bueno  Regular \_\_\_\_\_ Malo \_\_\_\_\_

3. ¿Conoce Ud. El principio de funcionamiento de los diferentes tipos de sistemas DIS?

Si  No \_\_\_\_\_ En proporción \_\_\_\_\_

4. Seleccione una opción .Para realizar el monitoreo o control en tiempo real del funcionamiento de los sistemas DIS se utiliza:

Osciloscopio  Scanner  Multímetro

5. ¿Dispone Ud. de conocimientos sobre electrónica de módulos y transistores de potencia?

Si  No \_\_\_\_\_

6. Recomienda Ud. que se implemente un protocolo de información integral acerca de la operación, control en tiempo real y diagnóstico de los sistemas DIS, como bibliografía tanto para la Escuela Politécnica del Ejercito extensión Latacunga como para la sociedad en general.

Si  No \_\_\_\_\_

7. Considera Ud. que el monitoreo de los sistemas DIS a través del osciloscopio permite solucionar un problema o avería en un:

0% \_\_\_\_\_ 25% \_\_\_\_\_ 50% \_\_\_\_\_ 75% \_\_\_\_\_ 100%

8. Considera Ud. que el monitoreo de los sistemas DIS a través del scanner permite solucionar un problema o avería en un:

0% \_\_\_\_\_ 25% \_\_\_\_\_ 50% \_\_\_\_\_ 75% \_\_\_\_\_ 100%

9. Su conocimiento para interpretar diagramas eléctricos y oscilogramas es:

Muy bueno \_\_\_\_\_ Bueno  Regular \_\_\_\_\_ Deficiente \_\_\_\_\_

10. ¿Con qué frecuencia trabaja Ud. sobre sistemas de encendido DIS?

Siempre \_\_\_\_\_ Con frecuencia  A veces \_\_\_\_\_ Nunca \_\_\_\_\_

**ANEXO C: CÓDIGOS DE DIAGNÓSTICO PARA LOS  
SISTEMAS DE ENCENDIDO.**

<b>P0300</b>	Random/Multiple Cylinder Misfire Detected
<b>P0301</b>	Cylinder 1 Misfire Detected
<b>P0302</b>	Cylinder 2 Misfire Detected
<b>P0303</b>	Cylinder 3 Misfire Detected
<b>P0304</b>	Cylinder 4 Misfire Detected
<b>P0305</b>	Cylinder 5 Misfire Detected
<b>P0306</b>	Cylinder 6 Misfire Detected
<b>P0307</b>	Cylinder 7 Misfire Detected
<b>P0308</b>	Cylinder 8 Misfire Detected
<b>P0309</b>	Cylinder 9 Misfire Detected
<b>P0310</b>	Cylinder 10 Misfire Detected
<b>P0311</b>	Cylinder 11 Misfire Detected
<b>P0312</b>	Cylinder 12 Misfire Detected
<b>P0313</b>	Misfire Detected whit Low Fuel
<b>P0314</b>	Single Cylinder Misfire (Cylinder not Specified)
<b>P0315</b>	Crankshaft Position System Variation Not Learned
<b>P0316</b>	Engine Misfire Detected on Startup (First 1000 Revolutions)
<b>P0317</b>	Rough Road Hardware Not Present
<b>P0318</b>	Rough Road Sensor "A" Signal Circuit
<b>P0319</b>	Rough Road Sensor "B"
<b>P0320</b>	Ignition/Distributor Engine Speed Input Circuit malfunction
<b>P0321</b>	Ignition/Distributor Engine Speed Input Circuit Range/Performance
<b>P0322</b>	Ignition/Distributor Engine Speed Input Circuit No Signal
<b>P0323</b>	Ignition/Distributor Engine Speed Input Circuit intermittent
<b>P0324</b>	Knock Control System Error
<b>P0325</b>	Knock Sensor 1 Circuit malfunction (Bank 1 or Single Sensor)
<b>P0326</b>	Knock Sensor 1 Circuit Range/Performance (Bank 1 or Single Sensor)
<b>P0327</b>	Knock Sensor 1 Circuit Low input (Bank 1 or Single Sensor)
<b>P0328</b>	Knock Sensor 1 Circuit High input (Bank 1 or Single Sensor)

<b>P0329</b>	Knock Sensor 1 Circuit intermittent (Bank 1 or Single Sensor)
<b>P0330</b>	Knock Sensor 2 Circuit malfunction (Bank 2)
<b>P0331</b>	Knock Sensor 2 Circuit Range/Performance (Bank 2)
<b>P0332</b>	Knock Sensor 2 Circuit Low input (Bank 2)
<b>P0333</b>	Knock Sensor 2 Circuit High input (Bank 2)
<b>P0334</b>	Knock Sensor 2 Circuit Input Intermittent (Bank 2)
<b>P0335</b>	Crankshaft Position Sensor "A" Circuit malfunction
<b>P0336</b>	Crankshaft Position Sensor "A" Circuit Range/Performance
<b>P0337</b>	Crankshaft Position Sensor "A" Circuit Low input
<b>P0338</b>	Crankshaft Position Sensor "A" Circuit High input
<b>P0339</b>	Crankshaft Position Sensor "A" Circuit Intermittent
<b>P0340</b>	Camshaft Position Sensor "A" Circuit malfunction (Bank 1 or Single Sensor)
<b>P0341</b>	Camshaft Position Sensor "A" Circuit Range/Performance (Bank 1 or Single Sensor)
<b>P0342</b>	Camshaft Position Sensor "A" Circuit Low input (Bank 1 or Single Sensor)
<b>P0343</b>	Camshaft Position Sensor "A" Circuit High input (Bank 1 or Single Sensor)
<b>P0344</b>	Camshaft Position Sensor "A" Circuit Intermittent (Bank 1 or Single Sensor)
<b>P0345</b>	Camshaft Position Sensor "A" Circuit malfunction (Bank 2)
<b>P0346</b>	Camshaft Position Sensor "A" Circuit Range/Performance (Bank 2)
<b>P0347</b>	Camshaft Position Sensor "A" Circuit Low input (Bank 2)
<b>P0348</b>	Camshaft Position Sensor "A" Circuit High input (Bank 2)
<b>P0349</b>	Camshaft Position Sensor "A" Circuit Intermittent (Bank 2)
<b>P0350</b>	Ignition Coil Primary/Secondary Circuit malfunction
<b>P0351</b>	Ignition Coil "A" Primary/Secondary Circuit malfunction
<b>P0352</b>	Ignition Coil "B" Primary/Secondary Circuit malfunctions.
<b>P0353</b>	Ignition Coil "C" Primary/Secondary Circuit malfunction
<b>P0354</b>	Ignition Coil "D" Primary/Secondary Circuit malfunction
<b>P0355</b>	Ignition Coil "E" Primary/Secondary Circuit malfunction
<b>P0356</b>	Ignition Coil "F" Primary/Secondary Circuit malfunction
<b>P0357</b>	Ignition Coil "G" Primary/Secondary Circuit malfunction

<b>P0358</b>	Ignition Coil "H" Primary/Secondary Circuit malfunction
<b>P0359</b>	Ignition Coil "I" Primary/Secondary Circuit malfunction
<b>P0360</b>	Ignition Coil "J" Primary/Secondary Circuit malfunction
<b>P0361</b>	Ignition Coil "K" Primary/Secondary Circuit malfunction
<b>P0362</b>	Ignition Coil "L" Primary/Secondary Circuit malfunction
<b>P0363</b>	Misfire Detected
<b>P0364</b>	Reserved
<b>P0365</b>	Camshaft Position Sensor "B" Circuit malfunction (Bank 1)
<b>P0366</b>	Camshaft Position Sensor "B" Circuit Range/Performance (Bank 1)
<b>P0367</b>	Camshaft Position Sensor "B" Circuit Low input (Bank 1)
<b>P0368</b>	Camshaft Position Sensor "B" Circuit High input (Bank 1)
<b>P0369</b>	Camshaft Position Sensor "B" Circuit Intermittent (Bank 1)
<b>P0370</b>	Timing Reference High Resolution Signal "A" malfunction
<b>P0371</b>	Timing Reference High Resolution Signal "A" Too Many Pulses
<b>P0372</b>	Timing Reference High Resolution Signal "A" Too Few Pulses
<b>P0373</b>	Timing Reference High Resolution Signal "A" intermittent/Erratic Pulses
<b>P0374</b>	Timing Reference High Resolution Signal "A" No Pulse
<b>P0375</b>	Timing Reference high Resolution Signal B malfunction
<b>P0376</b>	Timing Reference high Resolution Signal B Too Many Pulses
<b>P0377</b>	Timing Reference high Resolution Signal B Too Few Pulses
<b>P0378</b>	Timing Reference high Resolution Signal B intermittent/Erratic Pulses
<b>P0379</b>	Timing Reference high Resolution Signal B No Pulses
<b>P0380</b>	Glow Plug/Heater circuit "A" malfunction
<b>P0381</b>	Glow Plug/Heater Indicator circuit malfunction
<b>P0382</b>	Exhaust Gas Recirculation malfunction
<b>P0385</b>	Crankshaft Position Sensor B circuit malfunction
<b>P0386</b>	Crankshaft Position Sensor B circuit range/performance
<b>P0387</b>	Crankshaft Position Sensor B circuit low input
<b>P0388</b>	Crankshaft Position Sensor B circuit high input

<b>P0389</b>	Crankshaft Position Sensor B circuit intermittent
<b>P0390</b>	Camshaft Position Sensor "B" circuit intermittent
<b>P0391</b>	Camshaft Position Sensor "B" circuit out of range (Bank 2)
<b>P0392</b>	Camshaft Position Sensor "B" circuit low input (Bank 2)
<b>P0393</b>	Camshaft Position Sensor "B" circuit high input (Bank 2)
<b>P0394</b>	Camshaft Position Sensor "B" circuit intermittent (Bank 2)

**ANEXO D: ARTÍCULO PROYECTO.**

# ANÁLISIS DE OPERACIÓN Y COMPORTAMIENTO DE SISTEMAS CHISPA PERDIDA Y COP.

Sr. Jorge Jiménez.  
Ing. Germán Erazo.  
Ing. José Quiroz

e-mail: george\_js55@hotmail.com  
wgerazo@epse.edu.ec  
jquiroz@epse.edu.ec



## Resumen:

El análisis de operación y comportamiento de sistemas Chispa Perdida y COP está enfocado específicamente al funcionamiento, control en tiempo real, diagnóstico de este tipo de sistemas de manera general para cualquier tipo de motor moderno de ciclo Otto con que se esté trabajando.

## 1. INTRODUCCIÓN

Los vehículos modernos prácticamente en su totalidad se encuentran equipados con un sin número de sistemas electrónicos de control así como de regulación, y es así también como se presenta el sistema de encendido en los motores de gasolina ciclo Otto.

El avance tecnológico en el área automotriz, así como la limitación de la información técnica completan relacionado a los sistemas de encendido de última generación o simplemente sistemas DIS, ya sea chispa perdida o COP, crea la necesidad de implementar recursos para su estudio, comprensión, aprendizaje y manejo.

El análisis de la operación y comportamiento de los sistemas DIS Chispa Perdida y DIS COP, se da mediante la implementación de protocolos de información sobre componentes, funcionamiento en tiempo real, diagnóstico electrónico, así como de pruebas experimentales y la creación de un software de simulación de dichos sistemas.

## 2.- SISTEMAS DE ENCENDIDO DIS.

Los sistemas de encendido de última generación son los denominados sistemas de Encendido **DIS** por sus siglas

En inglés, **Direct Ignition System** (Sistema de encendido Directo), **Distributorless Ignition System** (Sistema de Encendido Sin Distribuidor).

## 3.- TIPOS DE SISTEMAS DIS.

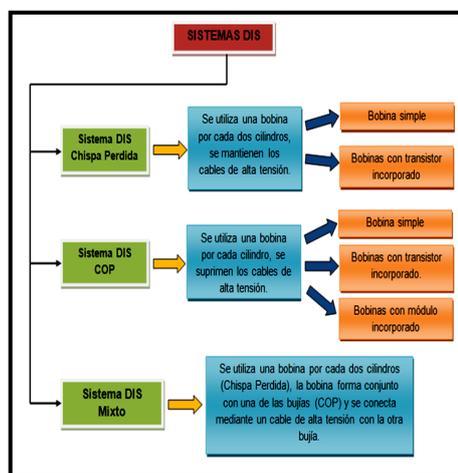


Figura 1. Tipos de sistemas DIS

## 4.- PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS DIS.

Los sistemas de encendido de última generación o sin distribuidor (DIS), basan su funcionamiento de acuerdo como lo indica el siguiente diagrama de bloques:

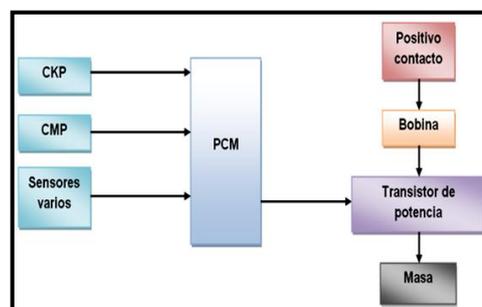


Figura 2. Principio de funcionamiento sistemas DIS (1).

La figura siguiente muestra el mismo diagrama de bloques de la figura anterior

pero con imágenes reales de los componentes del sistema DIS.

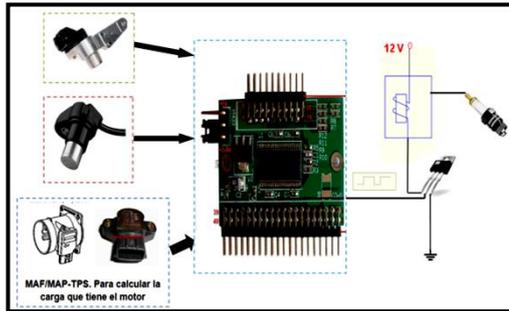


Figura 3. Principio de funcionamiento sistemas DIS (2).

Dentro de los componentes que forman parte de un encendido DIS se tienen: sensores de posición (CKP-CMP); módulo de control; actuadores (bobinas de encendido). Si vemos la figura superior, la computadora (PCM-ECU), toma la señal del sensor CKP y CMP como referencia del punto muerto superior (PMS) en la carrera de compresión de cada cilindro, estas señales sirven como referencia para que la computadora active el transistor de potencia y este a su vez determine el cierre a masa (porcentaje DWELL) mediante señales PWM del circuito primario. Además la computadora realiza este cálculo gracias a varios sensores como es el caso del TPS, MAF, MAP, ECT y así logra determinar la carga con que se encuentra el motor.

El devanado primario de la bobina recibe positivo de contacto a través del switch o un relé, este positivo recorre el devanado primario hasta el transistor donde se detiene, una vez que la computadora determine el momento exacto activa mediante pulsos PWM al transistor y con eso se cierra a masa la corriente del devanado primario de la bobina atravesando esta corriente por el transistor, este tiempo de circulación de cierre a masa de la corriente es lo que se denomina el porcentaje DWELL, ahora una vez que la computadora determine el momento de quitar los pulsos al transistor y cortar el cierre a masa se induce la alta tensión en el devanado secundario de la bobina y saltará la chispa entre los electrodos de la bujía en el cilindro que se encuentre en el tiempo de compresión. La figura siguiente muestra el mismo diagrama de bloques de la figura anterior

pero con imágenes reales de los componentes del sistema DIS.

## 5. SISTEMA DIS CHISPA PERDIDA.

En este tipo de sistema se presenta un fenómeno por el cual la corriente en el secundario pasa a través de *dos bujías al mismo tiempo*, por ello en una parte del circuito la corriente es ascendente y en el otro es descendente, la disposición de los cables de alta tensión hace que cada vez que se genere la alta tensión, ésta se aproveche únicamente en el cilindro que se encuentre en el tiempo de compresión, mientras que en el otro cilindro esta chispa salta sin ningún efecto, por esta razón el sistema recibe el nombre de Chispa Perdida.

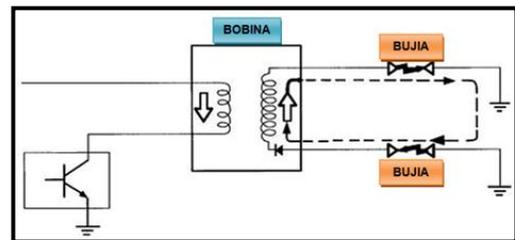


Figura 4. Funcionamiento sistema DIS Chispa Perdida.

### a. BOBINA CHISPA PERDIDA SIMPLE.

Esta bobina es un simple autotransformador, donde el cierre a masa del circuito primario se realiza íntegramente en el PCM, por medio de un transistor de potencia o un Driver, o en un módulo aparte (Igniter).

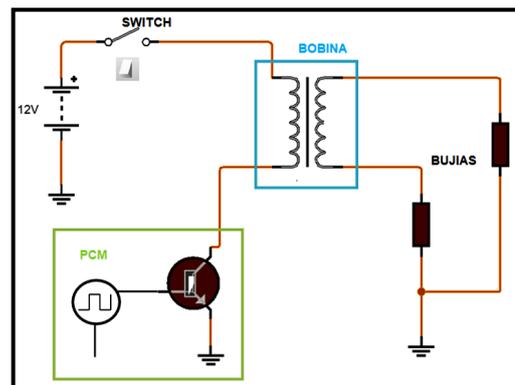


Figura 5. Diagrama bobina DIS Chispa Perdida simple.

**b. BOBINAS CHISPA PERDIDA CON TRANSISTOR INCORPORADO.**

En el siguiente diagrama se muestra este tipo de bobinas en cuyo interior se encuentran los transistores de potencia, esto es para una bobina de tres terminales de conexión, la misma que cuenta con un único transformador:

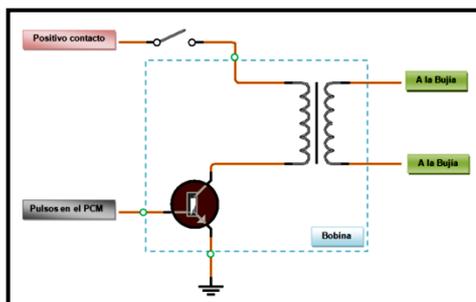


Figura 6. Diagrama bobina DIS Chispa Perdida con transistor incorporado.

**6. SISTEMA DIS COP.**

La configuración eléctrica de este tipo de bobinas permite un arreglo en el cual se cuenta con un positivo de contacto, una masa del PCM, en un Igniter, o en la misma bobina, y una salida de alta tensión hacia la respectiva bujía.

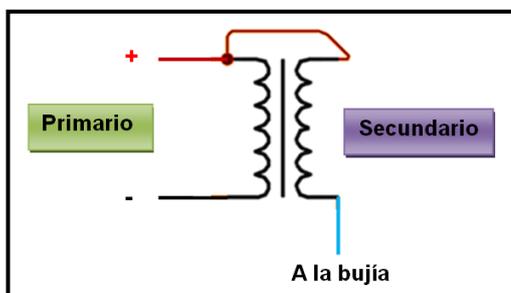


Figura 7. Funcionamiento sistema DIS COP.

Al igual que los sistemas Chispa Perdida, el circuito primario se encuentra colocado a positivo de Switch o de un relé, después el sistema COP necesita de la información de un sensor de posición hacia el PCM referencia del para determinar el cilindro 1 en tiempo de compresión. Para estos sistemas el sensor CMP es quien indica al PCM el punto muerto superior en el tiempo de compresión del cilindro número 1.

**a. BOBINA COP SIMPLE.**

Es la configuración más sencilla para este tipo de bobinas, la cual tiene únicamente

dos pines de conexión (positivo de contacto y cierre a masa), en este caso tenemos un transformador sencillo.

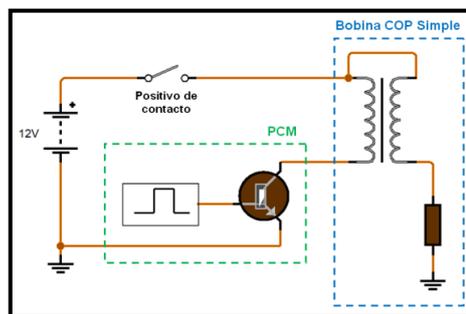


Figura 8. Diagrama bobina DIS COP simple.

**b. BOBINA COP CON TRANSISTOR INCORPORADO.**

Este tipo de bobinas incorpora un transistor en su cuerpo, de los mencionados anteriormente en el sistema Chispa Perdida, por lo tanto el comando de ellas va a estar dado por el PCM a través de pulsos, pero a diferencia de las bobinas Chispa Perdida encontramos una bobina por cada cilindro, este tipo de bobinas cuenta con tres pines de conexión. Si analizamos el esquema eléctrico de esta bobina vamos a encontrar que debe tener positivo, una masa y una señal que son los pulsos provenientes del PCM hacia el transistor.

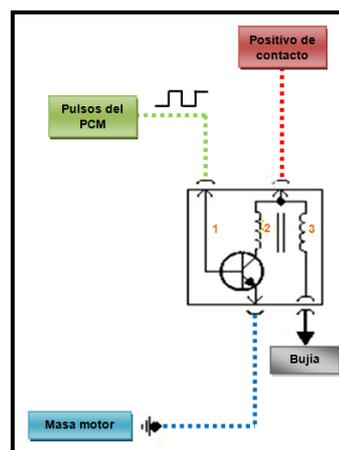


Figura 9. Diagrama bobina DIS COP con transistor incorporado.

**c. BOBINA COP CON MÓDULO INCORPORADO.**

Para esto se dispone de un circuito especial que logra generar una señal

hacia el PCM cada vez que el éste coloque un pulso al transistor de potencia y ocurre correctamente la inducción del circuito primario. En la siguiente imagen se muestra una ejemplo de esta bobina, una características de ella es que contiene 4 pines de conexión.

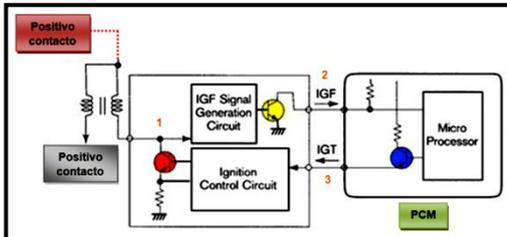


Figura 10. Diagrama bobina DIS COP con módulo incorporado.

### 7. CONTROL EN TIEMPO REAL SISTEMAS DIS.

Para cada tipo de sistema de encendido DIS se debe seguir pasos y tomar las consideraciones recomendadas. En esta investigación se ha utilizado el equipo OTC 3840f por ser un osciloscopio automotriz y además por ser muy fácil de manejar.

Estos controles se refieren a determinar con osciloscopio la señal de cada terminal de la bobina de encendido en la que estemos trabajando, el procedimiento es:

1.- Determinar a que corresponde cada terminal de la bobina, para ello el motor debe estar en contacto o dando arranques, por ejemplo:



Figura 11. Verificación de terminales de la bobina.

2.- Ahora con el motor encendido se procede a verificar la señal que aparece en los terminales de la bobina.

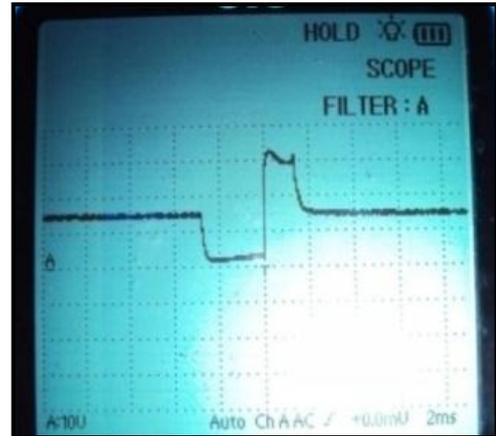


Figura 12. Determinación señales en los terminales de la bobina.

### 8. DIAGNÓSTICO ELECTRÓNICO DE LOS SISTEMAS DE ENCENDIDO DIS CHISPA PERDIDA Y DIS COP.

1.- Lo primero que se debe hacer es conectar el scanner por medio del DLC del vehículo e ir en busca de DTC.

2.- También con el scanner se puede diagnosticar gracias a los ajustes de combustible. Si no se generan códigos se debe pasar al paso 3.

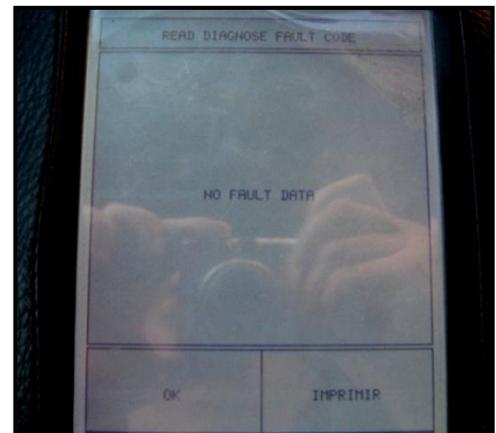


Figura 13. Códigos de diagnóstico en el scanner.

3.- Realizar el diagnóstico con multímetro y osciloscopio:

- ✓ Verificación de resistencia de devanados.
- ✓ Verificación de aislamiento a masa de los devanados de la bobina.
- ✓ Verificación de oscilogramas.
- ✓ Verificación de señales provenientes del módulo de control.

- ✓ Verificación de caídas de tensión y subidas de masa excesiva de la bobina.
- ✓ Verificación de alimentación del módulo de control y de la bobina.



Figura 14. Diagnóstico con multímetro y osciloscopio.

### 9. DESARROLLO DE PRUEBAS EXPERIMENTALES DE LOS SISTEMAS DIS.

Las pruebas experimentales realizadas en sistemas DIS Chispa Perdida y DIS COP, constan de comprobaciones y determinación de parámetros de funcionamiento del motor y del sistema DIS en dinamómetro así como en ruta.

Las pruebas se basaron en hacer que el motor otorgue su mayor potencia y una vez que llegue a ese punto se capturaron las imágenes de los oscilogramas, para el sistema Chispa Perdida el oscilograma de secundario y para el sistema COP el oscilograma de primario tanto con la bobina original como con la alterna.



Figura 15. Pruebas experimentales sistemas DIS.

Posteriormente se lleva a cabo el análisis técnico arrojando como resultado que el mejor desempeño del motor se tiene al utilizar las bobinas originales, esto para ambos sistemas.

### 10. DESARROLLO DE UN SOFTWARE SOBRE LOS SISTEMAS DIS.

Este software básicamente es un compilador de todos los análisis realizados en este proyecto, el software es un manual interactivo el cual consta de la teoría básica sobre los sistemas de encendido DIS: operaciones, controles, diagnósticos, además posee un submenú en el cual el usuario podrá calcular voltajes de bobinas solamente ingresando los valores de resistencias de dicha bobina. A continuación se detalla de forma más clara los contenidos del Software de operación y manejo de los sistemas de encendido DIS.



Figura 16. Software sistemas DIS.

### CONCLUSIONES:

- Los tipos de sistemas de encendido de última generación (DIS) se clasifican solamente por la configuración de su o sus bobinas de encendido y estos pueden ser: Chispa Perdida; COP y Mixto.
- El principio de funcionamiento, así como los componentes principales y parámetros de funcionamiento son semejantes en los tres tipos de sistemas DIS, diferenciándose únicamente en la configuración física de las bobinas y que en los sistema Chispa Perdida y Mixto la chispa salta en dos bujías al mismo tiempo (dos cilindros comparten una misma bobina).
- Gracias al control en tiempo real se logran obtener parámetros reales de funcionamiento de sensores y actuadores en un sistema de encendido DIS, y así poder dar un diagnóstico seguro si se presentara algún inconveniente.

### BIBLIOGRAFÍA:

- Alonso Pérez, J. (1998). *Técnicas del Automóvil: Inyección de Gasolina y Dispositivos Anticontaminantes*. España: Thompson Paraninfo.
- CISE Electronics (2011). Manual Encendidos DIS.
- CISE Electronics (2011). Manuales Técnico Máster ESPE-L 2011.
- Coello, E. (2005). *Sistemas de Inyección Electrónica de Gasolina*. México: América.
- Coello, E. (2002). *Sistemas de Inyección Electrónica de Gasolina*. Quito: Ediciones América.
- Martí, A. (1992). *Inyección Electrónica en Motores de Gasolina*. México: Alfa omega.
- Nervie, J. P. (1994). *Manual de Sistemas de Fuel Ingestión*. México: Prontica-Hall Hispanoamericana S.A.
- Rueda, J. (2003). *Técnico en Mecánica Electrónica Automotriz*. El Salvador: Dísela Editores.

**Latacunga, Septiembre del 2012.**

---

**Sr. Jorge Jiménez.**

**Director de Tesis**

---

**Ing. Germán Erazo.**

**Codirector de Tesis**

---

**Ing. José Quiroz.**

**Director de la Carrera de Ingeniería Automotriz.**

---

**Ing. Juan Castro.**

**Secretario Académico**

---

**Dr. Rodrigo Vaca.**