



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y
MECÁNICA**

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

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

**TEMA: ANÁLISIS DEL CONTROL DE EMISIONES DE GASES DE
COMBUSTIÓN DEL MOTOR GASOLINA TOYOTA SERIE 2TR
CUANDO SE GENERAN DTC'S EN EL SISTEMA DE CONTROL
ELECTRÓNICO DE COMBUSTIBLE**

AUTOR: STALIN GABRIEL QUIMBITA TAPE

DIRECTOR: ING. GERMAN ERAZO

LATACUNGA

2016



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

CERTIFICACIÓN

Que el trabajo titulado “**ANÁLISIS DEL CONTROL DE EMISIONES DE GASES DE COMBUSTIÓN DEL MOTOR GASOLINA TOYOTA SERIE 2TR CUANDO SE GENERAN DTC’S EN EL SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO DE COMBUSTIBLE**”, realizado por el señor **STALIN GABRIEL QUIMBITA TAIPE**, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar al señor **STALIN GABRIEL QUIMBITA TAIPE** para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 10 de Agosto del 2016.

**WASHINGTON GERMÁN ERAZO LAVERDE
DIRECTOR**



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **STALIN GABRIEL QUIMBITA TAIPE**, con cédula de identidad N° 0503232779, declaro que este trabajo de titulación “**ANÁLISIS DEL CONTROL DE EMISIONES DE GASES DE COMBUSTIÓN DEL MOTOR GASOLINA TOYOTA SERIE 2TR CUANDO SE GENERAN DTC’S EN EL SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO DE COMBUSTIBLE**” ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Latacunga, 10 de Agosto del 2016.

Stalin Gabriel Quimbita Taipe

C.C: 0503232779



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

AUTORIZACIÓN

Yo, **STALIN GABRIEL QUIMBITA TAIBE**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación “**ANÁLISIS DEL CONTROL DE EMISIONES DE GASES DE COMBUSTIÓN DEL MOTOR GASOLINA TOYOTA SERIE 2TR CUANDO SE GENERAN DTC’S EN EL SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO DE COMBUSTIBLE**” cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

|

Latacunga, 10 de Agosto del 2016.

Stalin Gabriel Quimbita Taibe

C.C: 0503232779

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a mis padres Fernando Gonzalo y a mi madre Luz América, que con su trabajo, orientación, consejos y respaldo en todo momento han permitido culminar este sueño anhelado por toda mi familia, a mis hermanos Jhonny y Fátima quienes son mi inspiración para seguir cumpliendo metas mucho más grandes, a manera de ser un ejemplo a seguir para ellos.

A mis abuelitos paternos y maternos quienes en todo momento han estado a mi lado para velar por mi porvenir quienes con sus sabios consejos me han ayudado y enseñado a ser responsable, sincero y humilde valores que nunca dejare de lado para seguir triunfando profesionalmente.

Stalin Gabriel Quimbita Taipe

AGRADECIMIENTO

Doy gracias primero a Dios y al Dr. San Buenaventura por haberme cuidado durante todo el trajín de mi carrera ya que con sus bendiciones derramadas me permitieron culminar mi carrera profesional sueño de toda mi vida.

Doy gracias en todo momento a mis padres quienes siempre me dieron la oportunidad de estudiar en los mejores planteles educativos para formarme como profesional, a la empresa familiar TECNICENTRO BELLAVISTA donde obtuve muchísimos conocimientos que me permiten ser un excelente profesional.

Agradezco Jhonny y Fátima por todo el apoyo y ánimo que siempre me dieron para continuar con la carrera por más difícil que se, quiero agradecer a Mireya Yesenia quien siempre me alentó siempre, y con sus sabios consejos nunca me dejo desmayar en este largo caminar.

Al Ing. Germán Erazo por toda la enseñanza, paciencia y tiempo prestado para el desarrollo de este proyecto de investigación

Al Ing. Leónidas Quiroz por la facilidad de utilizar los laboratorios de la Universidad, al Ing. José Quiroz por haberme dado la facilidad de tener utilizar los equipos empleados en la investigación, al Ing. Daniel Tinizaray compañero de aula en algún momento y ahora gran profesional quien desinteresadamente estuvo siempre ayudándome con tutorías.

Por ultimo agradezco a todos mis compañeros de aula en especial a Pablo Guagalango con quien recorrí varias aulas de la Universidad, con chistes, con bromas, con malas de noches de estudio siempre estuvimos unidos para lograr culminar la carrera.

Stalin Gabriel Quimbita Taipe

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE TABLAS.....	XLIV
RESUMEN	xlix
ABSTRACT.....	I

CAPÍTULO I

ANÁLISIS DEL CONTROL DE EMISIONES DE GASES DE COMBUSTIÓN CUANDO SE GENERAN DTC'S EN EL SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO DE COMBUSTIBLE	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.3. Descripción resumida del proyecto.....	4
1.4. Justificación e importancia.....	5
1.5. Objetivo general	6
1.6. Objetivos específicos.....	6
1.7. Metas.....	7
1.8. Hipótesis.....	7
1.9. Variables de investigación	7
1.9.1. Variable independiente:	7
1.9.2. Variables Dependientes:	8
1.10. Metodología.....	9

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO	13
2.1. Toyota HILUX 2.7 (motor 2TR-FE).....	13
2.1.1. Características generales	13
2.1.2. Componentes del sistema de inyección electrónica de combustible	14
2.1.3. Motor Toyota 2TR.....	15
2.2. Diagnóstico a bordo OBD	16
2.2.1. OBD I.....	17
2.2.2. OBD II.....	17
2.2.3. El conector OBD-II.....	18
2.3. Lectura de DTC (datos de código de falla)	20
2.4. Lámpara MIL (luz CHECK ENGINE)	22
2.5. Los protocolos de comunicación	23
2.6. Sensores	24
2.6.1. Sensores de posición	24
2.6.2. Sensores de temperatura	26
2.6.3. Sensores de posición	27
2.6.4. Sensores de ruido	28
2.6.5. Sensores de flujo.....	29
2.6.6. Sensores de monitoreo	30
2.7. Actuadores	31
2.7.1. Inyector.....	31
2.8. Sistema de control de emisión de gases en la Toyota HILUX.....	33
2.8.1. Catalizadores y sonda Lambda	33
2.9. Emisiones vehiculares.....	35
2.9.1. Diagnóstico de los gases de escape	36
2.9.2. Componentes de los gases de escape.....	37
2.9.3. Características de los gases de escape	38
2.10. La reacción de combustión y sus productos.....	40
2.11. Analizador de gases	41
2.12. Normativa vigente de emisiones.....	41

CAPÍTULO III

PROTOCOLO DE PRUEBAS.....	43
3.1. Equipos	43
3.1.1. Analizador de gases de escape.....	43
3.1.2. Osciloscopio OWON PDS5022T	48
3.1.3. Scanner automotriz GScan 2.....	50
3.1.4. Pinza amperimétrica OTC	55
3.2. Tabla de parámetros recopilados	56
3.3. Inspección previa del vehículo por parte del operario.	57
3.3.1. Verificaciones sobre el vehículo	57
3.3.2. Recomendaciones especiales para la instalación de la sonda.....	58
3.4. Condiciones ambientales para la prueba	59
3.5. Método de ensayo	59
3.6. Procedimiento de pruebas.....	61
3.6.1. Procedimiento previo.....	61
3.6.2. Procedimiento para generar códigos de fallas en sensores.	64
3.6.3. Ejecución.....	65
3.6.4. Sugerencias.....	68

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS	70
4.1. Condición normal de funcionamiento	70
4.1.1. Pruebas a ralentí	71
4.1.2. Pruebas en cruceo (2000 – 2500 RPM)	76
4.2. Pruebas con fallas en el motor a velocidad ralentí	81
4.2.1. Sensor IAT DTC alto (HIGH)	81
4.2.2. Sensor IAT DTC bajo (LOW)	85
4.2.3. Sensor MAF DTC alto (HIGH)	89
4.2.4. Sensor MAF DTC bajo (LOW)	93
4.2.5. Sensor ECT DTC Alto (HIGH)	97

4.2.6. Sensor ECT DTC bajo (LOW)	101
4.2.7. Sensor KNOCK DTC Alto (HIGH).....	105
4.2.8. Sensor KNOCK DTC bajo (LOW).....	109
4.2.9. Sensor APP DTC Alto (HIGH)	112
4.2.10. Sensor APP DTC bajo (LOW)	116
4.2.11. DTC en el sensor EGO.....	120
4.2.12. DTC en el Sensor CMP	124
4.2.13. DTC en la válvula VVT	128
4.3. Pruebas con fallas en el motor a velocidad crucero	132
4.3.1. Sensor IAT DTC alto (HIGH)	132
4.3.2. Sensor IAT DTC bajo (LOW)	136
4.3.3. Sensor MAF DTC alto (HIGH)	140
4.3.4. Sensor MAF DTC bajo (LOW)	144
4.3.5. Sensor ECT DTC Alto (HIGH)	148
4.3.6. Sensor ECT DTC bajo (LOW)	152
4.3.7. Sensor KNOCK DTC Alto (HIGH).....	156
4.3.8. Sensor KNOCK DTC bajo (LOW).....	160
4.3.9. Sensor APP DTC Alto (HIGH)	164
4.3.10. Sensor APP DTC Bajo (LOW).....	164
4.3.11. DTC en el Sensor EGO	165
4.3.12. DTC en el Sensor CMP	168
4.3.13. DTC en la Válvula VVT.....	172
4.4. Pruebas con fallas en sensores combinados en el motor a velocidad... ralentí	176
4.4.1. Inyector + bobina de encendido del mismo cilindro	176
4.4.2. Inyector + bobina de encendido diferente cilindro	180
4.4.3. Falla combinada entre inyector + Válvula VVT	184
4.4.4. Falla combinada entre bobina de encendido + Válvula VVT	188
4.4.5. Falla combinada entre la Válvula VVT + DTC Alto (HIGH) en el sensor ECT	192
4.4.6. Falla combinada entre la Válvula VVT + DTC Bajo (LOW) en el sensor ECT	196
4.4.7. Falla combinada entre la Válvula VVT + DTC Alto (HIGH) en el sensor MAF	200

4.4.8. Falla combinada entre la Válvula VVT + DTC Bajo (LOW) en el sensor MAF.....	204
4.4.9. Falla combinada entre la Válvula VVT + DTC Alto (HIGH) en el sensor APP	208
4.4.10. Falla combinada entre la Válvula VVT + DTC Bajo (LOW) en el sensor APP	212
4.5. Pruebas con fallas en sensores combinados en el motor a velocidad crucero	214
4.5.1. Inyector + bobina de encendido del mismo cilindro	214
4.5.2. Inyector + bobina de encendido de diferente cilindro	215
4.5.3. Falla combinada entre inyector + Válvula VVT	215
4.5.4. Falla combinada entre bobina de encendido + Válvula VVT	216
4.5.5. Falla combinada entre la Válvula VVT + DTC Alto (HIGH) en el sensor ECT	216
4.5.6. Falla combinada entre la Válvula VVT + DTC Bajo (LOW) en el sensor ECT	220
4.5.7. Falla combinada entre la Válvula VVT + DTC Alto (HIGH) en el sensor MAF	224
4.5.8. Falla combinada entre la Válvula VVT + DTC Bajo (HIGH) en el sensor MAF.....	228
4.5.9. Falla combinada entre la Válvula VVT + DTC Alto (HIGH) en el sensor APP	232
4.5.10. Falla combinada entre la Válvula VVT + DTC Bajo (LOW) en el sensor APP	233
4.6. Pruebas con fallas en los sensores a ralentí, con señal de VVT e inyector a condición normal.....	233
4.6.1. Sensor IAT DTC alto (HIGH)	233
4.6.2. Sensor IAT DTC bajo (LOW)	237
4.6.3. Sensor MAF DTC alto (HIGH)	240
4.6.5. Sensor ECT DTC Alto (HIGH)	248
4.6.6. Sensor ECT DTC bajo (LOW)	251
4.6.7. Sensor APP DTC Alto (HIGH)	255
4.6.8. Sensor APP DTC bajo (LOW)	258
4.6.9. DTC en el Sensor CMP	262

4.7. Pruebas con fallas en sensores a velocidad crucero, temperatura normal de operación tomando la curva de la válvula VVT e inyector..	266
4.7.1. Sensor IAT DTC alto (HIGH)	266
4.7.2. Sensor IAT DTC bajo (LOW)	269
4.7.3. Sensor MAF DTC alto (HIGH)	272
4.7.4. Sensor MAF DTC bajo (LOW)	275
4.7.5. Sensor ECT DTC Alto (HIGH)	279
4.7.6. Sensor ECT DTC bajo (LOW)	282
4.7.7. Sensor APP DTC Alto (HIGH)	285
4.7.8. Sensor APP DTC bajo (LOW)	286
4.7.9. DTC en el Sensor CMP	286
4.8. Comparación unificada de datos por velocidad	290

CAPÍTULO V

MARCO ADMINISTRATIVO	314
5.1. Recursos	314
5.1.1. Recursos humanos.....	314
5.1.2. Recursos físicos	314
5.1.3. Recursos financieros	315
5.1.4. Recursos Materiales.....	316
5.1.5. Recursos tecnológicos	316
5.2. Análisis de costo del proyecto	317
5.3. Análisis del costo beneficio	317
5.4. Cronograma de actividades.....	318
CONCLUSIONES	320
RECOMENDACIONES	324
BIBLIOGRAFÍA	325
NETGRAFÍA	326
NORMAS	328
ANEXOS	329

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Diagrama causa efecto	3
Figura 2	Camioneta Toyota Hilux 2.7L.....	13
Figura 3	Ubicación de sensores y actuadores	14
Figura 4	Estructura del motor TOYOTA 2TR	15
Figura 5	Localización del conector OBD II en la TOYOTA HILUX.....	18
Figura 6	Aspecto del conector de diagnosis estandarizado OBD-II conector J1962 TOYOTA HILUX.....	19
Figura 7	Estructura del código de falla DTC	21
Figura 8	Lámparas indicadoras de fallo	22
Figura 9	Representación esquemática del proceso de iluminación del testigo	23
Figura 10	Sensor de posición del estrangulador.....	25
Figura 11	Línea característica de un sensor de pedal acelerador con potenciómetro redundante	25
Figura 12	Sensor de temperatura de aire de admisión IAT	26
Figura 13	Sensor de temperatura del refrigerante.....	27
Figura 14	Sensor de posición del cigüeñal	27
Figura 15	Sensor de posición del árbol de levas.	28
Figura 16	Sensor de detonación.....	29
Figura 17	Sensor de flujo másico de aire.....	30
Figura 18	Sensor lambda o de oxígeno.	31
Figura 19	Inyector para sistemas de inyección a gasolina.....	32
Figura 20	Bomba de combustible para sistemas de inyección a gasolina.	32
Figura 21	Válvula VVT	33
Figura 22	Monitoreo de gases de escape.....	35
Figura 23	Medición y diagnóstico de los gases de escape	36
Figura. 24	Componentes de los gases de escape en motores gasolina.....	38
Figura 25	Reacción de combustión real y posibles productos contaminantes	41
Figura 26	Analizador de gases CARTEK.....	44
Figura 27	Pantalla de inicio del analizador de gases.....	45

Figura 28	Registro de datos del vehículo.....	46
Figura 29	Prueba de gases del analizador	46
Figura 30	Cuadro de finalización de las pruebas.....	47
Figura 31	Valores de la prueba ejecutada	48
Figura 32	Osciloscopio OWON.....	48
Figura 33	Oscilograma obtenido el software OWON Osciloscopio 2.0.8.26 ..	50
Figura 34	Osciloscopio G SCAN 2.....	51
Figura 35	Pantalla de selección de la marca del vehículo	53
Figura 36	Pantalla de selección del tipo de conector.....	53
Figura 37	Análisis de códigos de falla DTC´s	54
Figura 38	PID del motor a registrar para la investigación.	54
Figura 39	Pinza Amperimétrica OTC	55
Figura 40	Onda de consumo de corriente del inyector	56
Figura 41	Ubicación de la ECU en el vehículo.....	62
Figura 42	Distribución de pines de la ECU de la camioneta TOYOTA HILUX 4x2 gasolina.....	62
Figura 43	Curva de funcionamiento del sensor de posición del cigüeñal	63
Figura 44	Curva de funcionamiento del sensor de posición del árbol de levas	63
Figura 45	Curva de funcionamiento del inyector.....	63
Figura 46	Curva de funcionamiento del sensor VVT	64
Figura 47	Curva de funcionamiento del sensor de golpeteo.....	64
Figura 48	Curva de funcionamiento del sensor de oxígeno.....	64
Figura 49	Curva de voltaje y corriente del inyector a condición normal en caliente velocidad ralentí	71
Figura 50	Curva de voltaje y corriente del inyector a condición normal en frío velocidad ralentí.....	72
Figura 51	Comparación de hidrocarburos presentes en los gases de escape a condición normal y velocidad ralentí	73
Figura 52	Comparación de porcentaje de gases de escape a condición normal y velocidad ralentí.....	74
Figura 53	Comparación del ancho de pulso de inyección en condición normal y velocidad ralentí.....	74

Figura 54	Comparación del adelanto al encendido en condición normal y velocidad ralentí.....	75
Figura 55	Curva de voltaje del inyector y de la válvula VVT a condiciones y temperatura normal de funcionamiento velocidad ralentí	75
Figura 56	Curva de voltaje y corriente del inyector a condición normal en caliente velocidad crucero	77
Figura 57	Curva de voltaje y corriente del inyector a condición normal en frío velocidad crucero	77
Figura 58	Comparación de hidrocarburos presentes en los gases de escape a condición normal y velocidad crucero	79
Figura 59	Comparación de porcentaje de gases de escape a condición normal y velocidad crucero	79
Figura 60	Comparación del ancho de pulso de inyección en condición normal y velocidad crucero	80
Figura 61	Curva de voltaje del inyector y de la válvula VVT a condición y temperatura normal de funcionamiento y velocidad crucero.....	80
Figura 62	Lectura de código DTC alto del sensor IAT a velocidad ralentí	81
Figura 63	Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC alto el sensor IAT con el motor caliente y velocidad ralentí.....	82
Figura 64	Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC alto el sensor IAT con el motor frío y velocidad ralentí	82
Figura 65	Comparación de HC en los gases de escape con DTC alto en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad ralentí	83
Figura 66	Comparación gases de escape con DTC alto en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad ralentí.....	84
Figura 67	Comparación del ancho de pulso con DTC alto en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad ralentí	84
Figura 68	Comparación del ancho de pulso con DTC alto en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad ralentí	85
Figura 69	Lectura de código DTC bajo del sensor IAT motor caliente a velocidad ralentí.....	85

Figura 70	Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC bajo el sensor IAT con el motor caliente y velocidad ralentí.....	85
Figura 71	Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC bajo el sensor IAT con el motor frío y velocidad ralentí	86
Figura 72	Comparación de HC en los gases de escape con DTC bajo en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad ralentí	87
Figura 73	Comparación gases de escape con DTC bajo en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad ralentí	88
Figura 74	Comparación del ancho de pulso con DTC bajo en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad ralentí	88
Figura 75	Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC bajo en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad ralentí	89
Figura 76	Lectura de código DTC alto del sensor IAT a velocidad ralentí	89
Figura 77	Curva de voltaje y corriente del inyector con DTC alto en el sensor MAF motor caliente y velocidad ralentí	89
Figura 78	Curva de voltaje y corriente del inyector con DTC alto en el sensor MAF motor frío y velocidad ralentí	90
Figura 79	Comparación de HC en los gases de escape con DTC alto en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad ralentí	91
Figura 80	Comparación gases de escape con DTC alto en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad ralentí	92
Figura 81	Comparación del ancho de pulso con DTC alto en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad ralentí	92
Figura 82	Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC alto en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad ralentí	93
Figura 83	Lectura de código DTC bajo del sensor MAF a velocidad ralentí .	93
Figura 84	Curva de voltaje y corriente del inyector con DTC bajo en el sensor MAF motor caliente y velocidad ralentí	94
Figura 85	Curva de voltaje y corriente del inyector con DTC bajo en el sensor MAF motor frío y velocidad ralentí	94
Figura 86	Comparación de HC en los gases de escape con DTC bajo en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad ralentí	95

Figura 87	Comparación gases de escape con DTC bajo en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad ralentí	96
Figura 88	Comparación del ancho de pulso con DTC bajo en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad ralentí.....	96
Figura 89	Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC alto en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad ralentí	97
Figura 90	Lectura de código DTC alto del sensor alto ECT a velocidad ralentí.....	97
Figura 91	Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC alto en el sensor ECT con el motor caliente y velocidad ralentí.....	97
Figura 92	Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC alto en el sensor ECT con el motor frío y velocidad ralentí .	98
Figura 93	Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad ralentí.....	99
Figura 94	Comparación de gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad ralentí.....	100
Figura 95	Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC alto en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad ralentí.....	100
Figura 96	Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC alto en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad ralentí ..	101
Figura 97	Lectura de código DTC bajo del sensor ECT a velocidad ralentí	101
Figura 98	Curva de voltaje y corriente del inyector cuando existe DTC bajo en el sensor ECT motor caliente velocidad ralentí.....	101
Figura 99	Curva de voltaje y corriente del inyector cuando existe DTC bajo en el sensor ECT motor frío velocidad ralentí.....	102
Figura 100	Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad ralentí.....	103
Figura 101	Comparación de gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad ralentí.....	104
Figura 102	Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC bajo en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad ralentí.....	105

Figura 103 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC bajo en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad ralentí .	105
Figura 104 Lectura de código DTC alto del sensor KNOCK a velocidad ralentí.....	105
Figura 105 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC alto en el sensor KNOCK con el motor caliente y velocidad ralentí.....	106
Figura 106 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC alto en el sensor KNOCK con el motor frío y velocidad ralentí.....	106
Figura 107 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC Alto en el sensor KNOCK vs. condición normal y velocidad ralentí.....	107
Figura 108 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor KNOCK vs. condición normal y velocidad ralentí	108
Figura 109 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC alto en el sensor KNOCK vs. condición normal y velocidad ralentí	108
Figura 110 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC alto en el KNOCK vs. condición normal y velocidad ralentí	109
Figura 111 Lectura de código DTC bajo del sensor KNOCK a velocidad ralentí.....	109
Figura 112 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC bajo en el sensor KNOCK con el motor caliente y velocidad ralentí.....	109
Figura 113 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando existe DTC bajo en el sensor KNOCK motor frío velocidad ralentí	110
Figura 114 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor KNOCK vs. condición normal y velocidad ralentí.....	111
Figura 115 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor KNOCK vs. condición normal y velocidad ralentí ..	112
Figura 116 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC bajo en el sensor KNOCK vs. condición normal y velocidad ralentí	112

Figura 117 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC bajo en el sensor KNOCK vs. condición normal y velocidad ralentí.....	112
Figura 118 Lectura de código DTC alto del sensor APP a velocidad ralentí ..	113
Figura 119 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC alto en el sensor APP con el motor caliente y velocidad ralentí.....	113
Figura 120 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC alto en el sensor APP con el motor frío y velocidad ralentí	113
Figura 121 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor APP vs. condición normal y velocidad ralentí.....	115
Figura 122 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor APP vs. condición normal y velocidad ralentí.....	115
Figura 123 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC alto en el sensor APP vs. condición normal y velocidad ralentí.....	116
Figura 124 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC alto en el sensor APP vs. condición normal y velocidad ralentí.....	116
Figura 125 Lectura de código DTC bajo del sensor ECT a velocidad ralentí	117
Figura 126 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC bajo el sensor APP con el motor caliente y velocidad ralentí.....	117
Figura 127 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando existe DTC bajo en el sensor KNOCK motor frío velocidad ralentí	117
Figura 128 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor APP vs. condición normal y velocidad ralentí.....	118
Figura 129 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor APP vs. condición normal y velocidad ralentí.....	119
Figura 130 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC bajo en el sensor APP vs. condición normal y velocidad ralentí.....	119
Figura 131 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC bajo en el sensor APP vs. condición normal y velocidad ralentí.....	120
Figura 132 Lectura de código DTC del sensor EGO a velocidad ralentí	120

Figura 133 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC el sensor APP con el motor caliente y velocidad ralentí ..	120
Figura 134 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC alto el sensor APP con el motor frío y velocidad ralentí ...	121
Figura 135 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC en el sensor EGO vs. condición normal y velocidad ralentí.....	122
Figura 136 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC en el sensor EGO vs. condición normal y velocidad ralentí.....	123
Figura 137 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC en el sensor EGO vs. condición normal y velocidad ralentí.....	123
Figura 138 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC en el sensor EGO vs. condición normal y velocidad ralentí.....	124
Figura 139 Lectura de código DTC del sensor CMP a velocidad ralentí	124
Figura 140 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC el sensor CMP con el motor caliente y velocidad ralentí	124
Figura 141 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC en el sensor CMP con el motor frío y velocidad ralentí	125
Figura 142 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC en el sensor CMP vs. condición normal y velocidad ralentí.....	126
Figura 143 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC en el sensor CMP vs. condición normal y velocidad ralentí.....	127
Figura 144 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC en el sensor CMP vs. condición normal y velocidad ralentí.....	127
Figura 145 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC en el sensor CMP vs. condición normal y velocidad ralentí.....	128
Figura 146 Lectura de código DTC de la válvula VVT a velocidad ralentí.....	128
Figura 147 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC en la válvula VVT con el motor caliente y velocidad ralentí.....	129
Figura 148 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC en la válvula VVT con el motor frío y velocidad ralentí	129

Figura 149 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad ralentí	130
Figura 150 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad ralentí	131
Figura 151 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad ralentí	131
Figura 152 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad ralentí	132
Figura 153 Lectura de código DTC alto del sensor IAT a velocidad crucero.	132
Figura 154 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC alto en el sensor IAT con el motor caliente y velocidad crucero.....	133
Figura 155 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC alto el sensor IAT con el motor frío y velocidad crucero...	133
Figura 156 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad crucero.....	135
Figura 157 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad crucero.....	135
Figura 158 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC alto en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad crucero	136
Figura 159 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC alto en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad crucero	136
Figura 160 Lectura de código DTC bajo del sensor IAT a velocidad crucero.	137
Figura 161 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC bajo en el sensor IAT con el motor caliente y velocidad crucero.....	137
Figura 162 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC bajo en el sensor IAT con el motor frío y velocidad crucero.....	137
Figura 163 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad crucero.....	139

Figura 164 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad crucero	139
Figura 165 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC bajo en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad crucero	140
Figura 166 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC bajo en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad crucero	140
Figura 167 Lectura de código DTC alto del sensor MAF a velocidad crucero	141
Figura 168 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC alto el sensor MAF con el motor caliente y velocidad crucero.....	141
Figura 169 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC alto el sensor MAF con el motor frío y velocidad crucero ...	141
Figura 170 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad crucero.....	143
Figura 171 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad crucero	143
Figura 172 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC alto en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad crucero	144
Figura 173 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC alto en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad crucero	144
Figura 174 Lectura de código DTC bajo del sensor MAF a velocidad crucero.....	145
Figura 175 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC bajo el sensor MAF con el motor caliente y velocidad crucero.....	145
Figura 176 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC bajo el sensor MAF con el motor frío y velocidad crucero ...	145
Figura 177 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad crucero.....	146
Figura 178 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad crucero	147

Figura 179 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC bajo en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad crucero	147
Figura 180 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC bajo en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad crucero	148
Figura 181 Lectura de código DTC alto del sensor ECT a velocidad crucero	148
Figura 182 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC alto el sensor ECT con el motor caliente y velocidad crucero.....	149
Figura 183 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC alto el sensor ECT con el motor frío y velocidad crucero .	149
Figura 184 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad crucero.....	150
Figura 185 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad crucero.....	151
Figura 186 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC alto en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad crucero.....	151
Figura 187 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC alto en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad crucero.....	152
Figura 188 Lectura de código DTC bajo del sensor ECT a velocidad crucero	152
Figura 189 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando existe DTC bajo en el sensor ECT motor caliente velocidad crucero.....	153
Figura 190 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando existe DTC bajo en el sensor ECT motor frío velocidad crucero.....	153
Figura 191 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad crucero.....	154
Figura 192 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad crucero.....	155
Figura 193 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC bajo en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad crucero.....	155
Figura 194 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC bajo en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad crucero.....	156

Figura 195 Lectura de código DTC alto del sensor KNOCK a velocidad crucero.....	156
Figura 196 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC alto el sensor KNOCK con el motor caliente y velocidad crucero.....	157
Figura 197 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC alto el sensor KNOCK con el motor frío y velocidad crucero.....	157
Figura 198 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor KNOCK vs. condición normal y velocidad crucero.....	158
Figura 199 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor KNOCK vs. condición normal y velocidad crucero	159
Figura 200 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC alto en el sensor KNOCK vs. condición normal y velocidad crucero	159
Figura 201 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC alto en el sensor KNOCK vs. condición normal y velocidad crucero .	160
Figura 202 Lectura de código DTC bajo del sensor KNOCK a velocidad crucero.....	160
Figura 203 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC bajo el sensor KNOCK con el motor caliente y velocidad crucero.....	161
Figura 204 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando existe DTC bajo en el sensor KNOCK motor frío velocidad crucero	161
Figura 205 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor KNOCK vs. condición normal y velocidad crucero.....	162
Figura 206 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor KNOCK vs. condición normal y velocidad crucero .	163
Figura 207 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC bajo en el sensor KNOCK vs. condición normal y velocidad crucero	163
Figura 208 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC bajo en el sensor KNOCK vs. condición normal y velocidad crucero.....	164

Figura 209 Lectura de código DTC alto del sensor APP a velocidad crucero	164
Figura 210 Lectura de código DTC bajo del sensor APP a velocidad crucero.....	165
Figura 211 Lectura de código DTC del sensor EGO a velocidad crucero	165
Figura 212 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC en el sensor EGO con el motor caliente y velocidad crucero.....	165
Figura 213 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC alto en el sensor EGO con el motor frío y velocidad crucero.....	166
Figura 214 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC en el sensor EGO vs. condición normal y velocidad crucero.....	167
Figura 215 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC en el sensor EGO vs. condición normal y velocidad crucero.....	167
Figura 216 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC en el sensor EGO vs. condición normal y velocidad crucero.....	168
Figura 217 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC en el sensor EGO vs. condición normal y velocidad crucero.....	168
Figura 218 Lectura de código DTC del sensor CMP a velocidad crucero	168
Figura 219 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC el sensor CMP con el motor caliente y velocidad crucero	169
Figura 220 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC en el sensor CMP con el motor frío y velocidad crucero ..	169
Figura 221 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC en el sensor CMP vs. condición normal y velocidad crucero.....	170
Figura 222 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC en el sensor CMP vs. condición normal y velocidad crucero.....	171
Figura 223 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC en el sensor CMP vs. condición normal y velocidad crucero.....	171
Figura 224 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC en el sensor CMP vs. condición normal y velocidad crucero.....	172

Figura 225 Lectura de código de falla de la válvula VVT a velocidad crucero.....	172
Figura 226 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC en la válvula VVT con el motor caliente y velocidad crucero.....	173
Figura 227 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC en la válvula VVT con el motor frío y velocidad crucero	173
Figura 228 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad crucero.....	174
Figura 229 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad crucero	175
Figura 230 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad crucero	175
Figura 231 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad crucero	176
Figura 232 Lectura de código DTC cuando falla el inyector y la bobina del mismo cilindro del motor	176
Figura 233 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC por falla del inyector y bobina del mismo cilindro del motor en velocidad ralentí en caliente	177
Figura 234 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC por falla del inyector y bobina del mismo cilindro del motor en velocidad ralentí en frío.....	177
Figura 235 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC por falla del inyector + bobina del mismo cilindro vs. condición normal y velocidad ralentí.....	179
Figura 236 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC por falla del inyector + bobina del mismo cilindro vs. condición normal y velocidad ralentí.....	179
Figura 237 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC por falla del inyector + bobina del mismo cilindro vs. condición normal y velocidad ralentí.....	180

Figura 238 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC por falla del inyector + bobina del mismo cilindro velocidad vs. condición normal y velocidad ralentí.....	180
Figura 239 Lectura de código DTC cuando falla el inyector y la bobina del mismo cilindro del motor	181
Figura 240 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC por falla del inyector y bobina del diferente cilindro del motor en velocidad ralentí en caliente	181
Figura 241 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC por falla del inyector y bobina de diferente cilindro del motor en velocidad ralentí en frío	181
Figura 242 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC por falla del inyector + bobina de diferente cilindro vs. condición normal y velocidad ralentí.....	183
Figura 243 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC por falla del inyector + bobina de diferente cilindro vs. condición normal y velocidad ralentí.....	183
Figura 244 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC por falla del inyector + bobina de diferente cilindro vs. condición normal y velocidad ralentí.....	184
Figura 245 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC por falla del inyector + bobina de diferente cilindro y velocidad ralentí.....	184
Figura 246 Lectura de código DTC cuando falla el inyector y la válvula VVT del motor.....	185
Figura 247 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC por falla del inyector válvula VVT del motor en velocidad ralentí en caliente	185
Figura 248 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC por falla del inyector más válvula VVT del motor en velocidad ralentí en frío	185
Figura 249 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC por falla del inyector + válvula VVT vs. condición normal y velocidad ralentí.....	187

Figura 250 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC por falla del inyector + válvula VVT vs. condición normal y velocidad ralentí.....	187
Figura 251 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC por falla del inyector + válvula VVT vs. condición normal y velocidad ralentí.....	188
Figura 252 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC por falla del inyector + válvula VVT vs. condición normal y velocidad ralentí.....	188
Figura 253 Lectura de código DTC cuando falla la bobina de encendido y la válvula VVT del motor a velocidad ralentí.....	189
Figura 254 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC por falla de la bobina de encendido + válvula VVT del motor en velocidad ralentí en caliente	189
Figura 255 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC por falla de la bobina de encendido + válvula VVT del motor en velocidad ralentí en frío	189
Figura 256 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC por falla de la bobina de encendido + válvula VVT vs. condición normal y velocidad ralentí.....	191
Figura 257 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC por falla de la bobina de encendido + válvula VVT vs. condición normal y velocidad ralentí.....	191
Figura 258 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC por falla de la bobina de encendido + válvula VVT vs. condición normal y velocidad ralentí.....	192
Figura 259 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC por falla de la bobina de encendido + válvula VVT vs. condición normal y velocidad ralentí.....	192
Figura 260 Lectura de código de falla combinado entre la válvula VVT y DTC alto en el sensor ECT.....	193
Figura 261 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC por falla de la válvula VVT y DTC alto en el sensor ECT en velocidad ralentí en caliente	193

Figura 262 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC por falla de la válvula VVT y DTC alto en el sensor ECT en velocidad ralentí en frío	193
Figura 263 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC por falla de la bobina de encendido +DTC alto en el sensor ECT vs. condición normal vs. condición normal y velocidad ralentí.....	195
Figura 264 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC por falla de la bobina de encendido +DTC alto en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad ralentí.....	195
Figura 265 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC por falla de la bobina de encendido +DTC alto en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad ralentí.....	196
Figura 266 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC por falla de la bobina de encendido + DTC alto en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad ralentí.....	196
Figura 267 Lectura de código de falla combinado entre la válvula VVT y DTC bajo en el sensor ECT	197
Figura 268 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC por falla de la válvula VVT y DTC bajo en el sensor ECT en velocidad ralentí en caliente	197
Figura 269 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC por falla de la válvula VVT y DTC bajo en el sensor ECT en velocidad ralentí en frío	198
Figura 270 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC por falla de la bobina de encendido +DTC bajo en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad ralentí	199
Figura 271 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC por falla de la bobina de encendido +DTC bajo en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad ralentí.....	199
Figura 272 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC por falla de la bobina de encendido +DTC bajo en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad ralentí	200

Figura 273 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC por falla de la bobina de encendido + DTC bajo en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad ralentí	200
Figura 274 Lectura de código de falla combinado entre la válvula VVT y DTC alto en el sensor MAF a velocidad ralentí.....	201
Figura 275 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC por falla de la válvula VVT y DTC alto en el sensor MAF en velocidad ralentí en caliente	201
Figura 276 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC por falla de la válvula VVT y DTC alto en el sensor MAF en velocidad ralentí en frío.....	202
Figura 277 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor MAF + falla en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad ralentí.....	203
Figura 278 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor MAF + falla en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad ralentí.....	203
Figura 279 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC alto en el sensor MAF + falla en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad ralentí.....	204
Figura 280 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC alto en el sensor MAF + falla en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad ralentí.....	204
Figura 281 Lectura de código de falla combinado entre la válvula VVT y DTC bajo en el sensor MAF a velocidad ralentí.....	205
Figura 282 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC por falla de la válvula VVT y DTC bajo en el sensor MAF en velocidad ralentí en caliente	205
Figura 283 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC por falla de la válvula VVT y DTC bajo en el sensor MAF en velocidad ralentí en frío.....	205
Figura 284 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor MAF + falla en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad ralentí.....	207

Figura 285 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor MAF + falla en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad ralentí.....	207
Figura 286 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC bajo en el sensor MAF + falla en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad ralentí.....	208
Figura 287 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC bajo en el sensor MAF + falla en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad ralentí.....	208
Figura 288 Lectura de código de falla combinado entre la válvula VVT y DTC alto en el sensor APP a velocidad ralentí.....	209
Figura 289 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC por falla de la válvula VVT y DTC alto en el sensor APP en velocidad ralentí en caliente	209
Figura 290 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC por falla de la válvula VVT y DTC alto en el sensor APP en velocidad ralentí en frío	210
Figura 291 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor APP + falla en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad ralentí.....	211
Figura 292 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor APP + falla en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad ralentí.....	211
Figura 293 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC alto en el sensor APP + falla en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad ralentí.....	212
Figura 294 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC alto en el sensor APP + falla en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad ralentí.....	212
Figura 295 Lectura de código de falla combinado entre la válvula VVT y DTC bajo en el sensor APP a velocidad ralentí.....	213
Figura 296 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC por falla de la válvula VVT y DTC bajo en el sensor APP en velocidad ralentí en caliente	213

Figura 297 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC por falla de la válvula VVT y DTC bajo en el sensor APP en velocidad ralentí en frío.....	214
Figura 298 Lectura de código DTC cuando falla el inyector y la bobina del mismo cilindro del motor velocidad crucero	214
Figura 299 Lectura de código DTC cuando falla el inyector y la bobina del mismo cilindro del motor a velocidad crucero	215
Figura 300 Lectura de código DTC cuando falla el inyector y la válvula VVT del motor a velocidad crucero.....	215
Figura 301 Lectura de código DTC cuando falla la bobina de encendido y la válvula VVT del motor velocidad crucero.....	216
Figura 302 Lectura de código de falla combinado entre la válvula VVT y DTC alto en el sensor ECT velocidad crucero	216
Figura 303 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC por falla de la válvula VVT y DTC alto en el sensor ECT en velocidad crucero en caliente	217
Figura 304 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC por falla de la válvula VVT y DTC alto en el sensor ECT en velocidad crucero en frío.....	217
Figura 305 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor ECT + falla en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad crucero.....	218
Figura 306 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor ECT + falla en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad crucero.....	219
Figura 307 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC alto en el sensor ECT + falla en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad crucero.....	219
Figura 308 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC alto en el sensor ECT + falla en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad crucero.....	220
Figura 309 Lectura de código de falla combinado entre la válvula VVT y DTC bajo en el sensor ECT	220

Figura 310 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC por falla de la válvula VVT y DTC bajo en el sensor ECT en velocidad crucero en caliente	221
Figura 311 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC por falla de la válvula VVT y DTC bajo en el sensor ECT en velocidad crucero en frío.....	221
Figura 312 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor ECT + falla en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad crucero	222
Figura 313 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor ECT + falla en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad crucero	223
Figura 314 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC bajo en el sensor ECT + falla en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad crucero	223
Figura 315 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC bajo en el sensor ECT + falla en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad crucero.....	224
Figura 316 Lectura de código de falla combinado entre la válvula VVT y DTC alto en el sensor MAF.....	224
Figura 317 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC por falla de la válvula VVT y DTC alto en el sensor MAF en velocidad crucero en caliente	225
Figura 318 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC por falla de la válvula VVT y DTC alto en el sensor MAF en velocidad crucero en frío.....	225
Figura 319 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor MAF + falla en la válvula VVT vs . condición normal y velocidad crucero	227
Figura 320 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor MAF + falla en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad crucero	227

Figura 321 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC alto en el sensor MAF + falla en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad crucero.....	228
Figura 322 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC alto en el sensor MAF + falla en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad crucero.....	228
Figura 323 Lectura de código de falla combinado entre la válvula VVT y DTC bajo en el sensor MAF a velocidad crucero.....	229
Figura 324 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC por falla de la válvula VVT y DTC BAJO en el sensor MAF en velocidad crucero en caliente	229
Figura 325 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC por falla de la válvula VVT y DTC bajo en el sensor MAF en velocidad crucero en frío.....	229
Figura 326 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor MAF + falla en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad crucero	231
Figura 327 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor MAF + falla en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad crucero	231
Figura 328 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC bajo en el sensor MAF + falla en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad crucero.....	232
Figura 329 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC bajo en el sensor MAF + falla en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad crucero.....	232
Figura 330 Lectura de código de falla combinado entre la válvula VVT y DTC alto en el sensor APP a velocidad crucero	233
Figura 331 Lectura de código de falla combinado entre la válvula VVT y DTC bajo en el sensor APP a velocidad crucero	233
Figura 332 Lectura de código DTC alto del sensor IAT a velocidad ralenti....	233
Figura 333 Curva de voltaje del inyector cuando presenta un DTC alto el sensor IAT con el motor caliente y velocidad ralenti.....	234

Figura 334 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad ralentí.....	235
Figura 335 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad ralentí	236
Figura 336 Comparación del ancho del pulso de inyección del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC alto en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad ralentí.....	236
Figura 337 Comparación del período de inyección del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC alto en el sensor IAT vs. Condición normal y velocidad ralentí.....	237
Figura 338 Lectura de código DTC bajo del sensor IAT motor caliente velocidad ralentí.....	237
Figura 339 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC bajo el sensor IAT con el motor caliente y velocidad ralentí.....	238
Figura 340 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad ralentí.....	239
Figura 341 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad ralentí	239
Figura 342 Comparación del ancho del pulso de inyección del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC bajo en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad ralentí.....	240
Figura 343 Comparación del ancho del período del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC bajo en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad ralentí.....	240
Figura 344 Lectura de código DTC alto del sensor MAF a velocidad ralentí..	241
Figura 345 Curva de voltaje y corriente del inyector con DTC alto del sensor MAF motor caliente velocidad ralentí.....	241
Figura 346 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad ralentí	242
Figura 347 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad ralentí	243

Figura 348 Comparación del ancho del pulso de inyección del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC alto en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad ralentí.....	243
Figura 349 Comparación del ancho del período del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC alto en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad ralentí.....	244
Figura 350 Lectura de código DTC bajo del sensor IAT a velocidad ralentí...	244
Figura 351 Curva de voltaje y corriente del inyector con DTC bajo del sensor MAF motor caliente velocidad ralentí.....	245
Figura 352 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad ralentí.....	246
Figura 353 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad ralentí	247
Figura 354 Comparación del ancho del pulso de inyección del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC bajo en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad ralentí.....	247
Figura 355 Comparación del ancho del período del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC bajo en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad ralentí.....	248
Figura 356 Lectura de código DTC alto del sensor ECT a velocidad ralentí .	248
Figura 357 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC alto el sensor ECT con el motor caliente y velocidad ralentí.....	248
Figura 358 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad ralentí.....	250
Figura 359 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad ralentí.....	250
Figura 360 Comparación del ancho del pulso de inyección del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC alto en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad ralentí.....	251

Figura 361 Comparación del ancho del período del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC alto en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad ralentí.....	251
Figura 362 Lectura de código DTC bajo del sensor ECT a velocidad ralentí	252
Figura 363 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando existe DTC bajo en el sensor ECT motor caliente velocidad ralentí.....	252
Figura 364 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad ralentí.....	253
Figura 365 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad ralentí.....	254
Figura 366 Comparación del ancho del pulso de inyección del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC bajo en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad ralentí.....	254
Figura 367 Comparación del ancho del período del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC bajo en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad ralentí.....	255
Figura 368 Lectura de código DTC alto del sensor APP a velocidad ralentí .	255
Figura 369 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC alto el sensor APP con el motor caliente y velocidad ralentí.....	256
Figura 370 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor APP vs. condición normal y velocidad ralentí.....	257
Figura 371 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor APP vs. condición normal y velocidad ralentí.....	257
Figura 372 Comparación del ancho del pulso de inyección del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC alto en el sensor APP vs. condición normal y velocidad ralentí.....	258
Figura 373 Comparación del ancho del período del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC alto en el sensor APP vs. condición normal y velocidad ralentí.....	258
Figura 374 Lectura de código DTC bajo del sensor APP velocidad ralentí ...	259

Figura 375 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC bajo el sensor APP con el motor caliente y velocidad ralentí.....	259
Figura 376 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor APP vs. condición normal y velocidad ralentí.....	260
Figura 377 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor APP vs. condición normal y velocidad ralentí.....	261
Figura 378 Comparación del ancho del pulso de inyección del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC bajo en el sensor APP vs. condición normal y velocidad ralentí.....	261
Figura 379 Comparación del ancho del período del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC bajo en el sensor APP vs. condición normal y velocidad ralentí.....	262
Figura 380 Lectura de código DTC del sensor CMP a velocidad ralentí	262
Figura 381 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC el sensor CMP con el motor caliente y velocidad ralentí .	263
Figura 382 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC en el sensor CMP vs. condición normal y velocidad ralentí	264
Figura 383 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC en el sensor CMP vs. condición normal y velocidad ralentí.....	264
Figura 384 Comparación del ancho del pulso de inyección del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC en el sensor CMP vs. condición normal y velocidad ralentí.....	265
Figura 385 Comparación del ancho del período del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC en el sensor CMP vs. condición normal y velocidad ralentí.....	265
Figura 386 Lectura de código DTC alto del sensor IAT a velocidad crucero.	266
Figura 387 Curva de voltaje del inyector cuando presenta un DTC alto en el sensor IAT con el motor caliente y velocidad crucero.....	266
Figura 388 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor alto vs. condición normal y velocidad crucero.....	268

Figura 389 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad crucero	268
Figura 390 Comparación del ancho del pulso de inyección del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC alto en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad crucero	269
Figura 391 Comparación del ancho del período del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC alto en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad crucero	269
Figura 392 Lectura de código DTC bajo del sensor IAT motor caliente velocidad crucero.....	270
Figura 393 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC bajo el sensor IAT con el motor caliente y velocidad crucero.....	270
Figura 394 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad crucero.....	271
Figura 395 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad crucero	271
Figura 396 Comparación del ancho del pulso de inyección del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC bajo en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad crucero	272
Figura 397 Comparación del ancho del período del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC bajo en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad crucero	272
Figura 398 Lectura de código DTC alto del sensor MAF a velocidad crucero.....	273
Figura 399 Curva de voltaje y corriente del inyector con DTC alto del sensor MAF motor caliente velocidad ralentí.....	273
Figura 400 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad crucero.....	274
Figura 401 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad crucero	274

Figura 402 Comparación del ancho del pulso de inyección del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC alto en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad crucero	275
Figura 403 Comparación del ancho del período del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC alto en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad crucero	275
Figura 404 Lectura de código DTC alto del sensor IAT a velocidad crucero.	276
Figura 405 Curva de voltaje y corriente del inyector con DTC bajo del sensor MAF motor caliente y velocidad ralentí	276
Figura 406 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad crucero.....	277
Figura 407 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad crucero	278
Figura 408 Comparación del ancho del pulso de inyección del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC bajo en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad crucero	278
Figura 409 Comparación del ancho del período del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC bajo en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad crucero.....	279
Figura 410 Lectura de código DTC alto del sensor ECT a velocidad crucero	279
Figura 411 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC alto el sensor ECT con el motor caliente y velocidad crucero.....	280
Figura 412 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad crucero.....	281
Figura 413 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad crucero.....	281
Figura 414 Comparación del ancho del pulso de inyección del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC alto en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad crucero	282

Figura 415 Comparación del ancho del período del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC alto en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad crucero	282
Figura 416 Lectura de código DTC bajo del sensor ECT a velocidad crucero.....	283
Figura 417 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando existe DTC bajo en el sensor ECT motor caliente velocidad crucero	283
Figura 418 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad crucero.....	284
Figura 419 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad crucero	284
Figura 420 Comparación del ancho del pulso de inyección del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC bajo en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad crucero	285
Figura 421 Comparación del ancho del período del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC bajo en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad crucero	285
Figura 422 Lectura de código DTC alto del sensor APP y velocidad crucero	286
Figura 423 Lectura de código DTC bajo del sensor APP a velocidad crucero.....	286
Figura 424 Lectura de código DTC del sensor CMP a velocidad crucero	286
Figura 425 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC el sensor CMP con el motor caliente y velocidad crucero.....	287
Figura 426 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC en el sensor CMP vs. condición normal y velocidad crucero.....	288
Figura 427 Comparación del ancho del pulso de inyección del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC en el sensor CMP vs. condición normal y velocidad crucero	288
Figura 428 Comparación del ancho del pulso de inyección del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC en el sensor CMP vs. condición normal y velocidad crucero	289

Figura 429 Comparación del ancho del período del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC en el sensor CMP vs. condición normal y velocidad crucero	289
Figura 430 Comparación del nivel de Hidrocarburos presente en los gases de escape y	290
Figura 431 Comparación del nivel de Hidrocarburos presente en los gases de escape y velocidad crucero	291
Figura 432 Comparación del nivel de monóxido de carbono presente en los gases de escape y velocidad ralentí.....	292
Figura 433 Comparación del nivel de monóxido de carbono presente en los gases de escape y velocidad crucero.....	293
Figura 434 Comparación del nivel de dióxido de carbono presente en los gases de escape y velocidad ralentí.....	294
Figura 435 Comparación del nivel de dióxido de carbono presente en los gases de escape y velocidad crucero.....	295
Figura 436 Comparación del nivel de Oxígeno presente en los gases de escape y velocidad ralentí	296
Figura 437 Comparación del nivel de Oxígeno presente en los gases de escape y velocidad crucero	297
Figura 438 Comparación del ancho de pulso de inyección y velocidad ralentí.....	298
Figura 439 Comparación del ancho de pulso de inyección y velocidad crucero.....	299
Figura 440 Comparación del adelanto al encendido y velocidad ralentí	300
Figura 441 Comparación del adelanto al encendido y velocidad crucero	301
Figura 442 Comparación de hidrocarburos en los gases de escape cuando existe una combinación de fallas con el motor y velocidad ralentí.....	302
Figura 443 Comparación de hidrocarburos en los gases de escape cuando existe una combinación de fallas y velocidad crucero	303
Figura 444 Comparación de monóxido de carbono en los gases de escape cuando existe una combinación de fallas con el motor y velocidad ralentí.....	304

Figura 445 Comparación de monóxido de carbono en los gases de escape cuando existe una combinación de fallas con el motor y velocidad crucero.....	305
Figura 446 Comparación de dióxido de carbono en los gases de escape cuando existe una combinación de fallas con el motor y velocidad ralenti.....	306
Figura 447 Comparación de dióxido de carbono en los gases de escape cuando existe una combinación de fallas con el motor y velocidad crucero.....	307
Figura 448 Comparación de oxígeno en los gases de escape cuando existe una combinación de fallas con el motor y velocidad ralenti	308
Figura 449 Comparación de oxígeno en los gases de escape cuando existe una combinación de fallas con el motor y velocidad crucero	309
Figura 450 Comparación de ancho de pulso de inyección cuando existe una combinación de falla y velocidad ralenti	310
Figura 451 Comparación de ancho de pulso de inyección cuando existe una combinación de falla y velocidad crucero	311
Figura 452 Comparación del adelanto al encendido cuando existe una combinación de falla y velocidad ralenti	312
Figura 453 Comparación del adelanto al encendido cuando existe una combinación de falla y velocidad crucero.	313
Figura 454 Cronograma de actividades	318

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Operacionalización de la variable independiente	8
Tabla 2	Operacionalización de la variable dependiente	8
Tabla 3	Metodología detallada del proyecto.....	11
Tabla 4	Características del vehículo	13
Tabla 5	Especificaciones del motor TOYOTA 2TR	15
Tabla 6	Sensores y actuadores en el motor TOYOTA 2 TR.....	15
Tabla 7	Correspondencia del conector OBD-II.....	19
Tabla 8	Características de los gases de escape	38
Tabla 9	Efecto de los gases de escape.....	39
Tabla 10	Límites máximos de emisiones permitidos para fuentes móviles	
	con motor a gasolina. Marcha mínima o ralentí (prueba-estática) ...	42
Tabla 11	Especificaciones técnicas del analizador de gases CARTEK	44
Tabla 12	Especificaciones técnicas del Osciloscopio OWON PDS5022T.....	49
Tabla 13	Especificaciones técnicas del Scanner GScan 2.....	52
Tabla 14	Parámetros de tabulación de datos obtenidos en las pruebas	56
Tabla 15	Rango de temperatura para las pruebas	66
Tabla 16	Emisiones a condición normal velocidad ralentí	72
Tabla 17	Emisiones de gases y valores de funcionamiento de la	
	válvula VVT a velocidad crucero	76
Tabla 18	Comparación de emisiones a condición normal a velocidad crucero	78
Tabla 19	Emisiones de gases y valores de funcionamiento de la válvula VVT ...	
	a velocidad crucero	81
Tabla 20	Comparación de valores a condición normal vs. DTC alto en el	
	sensor IAT a velocidad ralentí	83
Tabla 21	Comparación de valores a condición normal vs. DTC bajo en el	
	sensor IAT a velocidad ralentí	87
Tabla 22	Comparación de valores a condición normal vs. DTC alto en el	
	sensor MAF a velocidad ralentí	91
Tabla 23	Comparación de valores a condición normal vs. DTC bajo en el	
	MAF a velocidad ralentí.....	95

Tabla 24 Comparación de valores a condición normal vs. DTC alto en el sensor ECT a velocidad ralentí	99
Tabla 25 Comparación de valores a condición normal vs. DTC bajo en el sensor ECT a velocidad ralentí	103
Tabla 26 Comparación de valores a condición normal vs. DTC alto en el sensor KNOCK a velocidad ralentí.....	107
Tabla 27 Comparación de valores a condición normal vs. DTC bajo en el sensor KNOCK a velocidad ralentí.....	110
Tabla 28 Comparación de valores a condición normal vs. DTC alto en el sensor APP a velocidad ralentí	114
Tabla 29 Comparación de valores a condición normal vs. DTC bajo en el sensor APP a velocidad ralentí	118
Tabla 30 Comparación de valores a condición normal vs. DTC en el sensor EGO a velocidad ralentí	122
Tabla 31 Comparación de valores a condición normal vs. DTC en el sensor CMP a velocidad ralentí	126
Tabla 32 Comparación de valores a condición normal vs. DTC en la válvula VVT a velocidad ralentí	130
Tabla 33 Comparación de valores a condición normal vs. DTC alto en el sensor IAT a velocidad crucero.....	134
Tabla 34 Comparación de valores a condición normal vs. DTC bajo en el sensor IAT a velocidad crucero.....	138
Tabla 35 Comparación de valores a condición normal vs. DTC alto en el sensor MAF a velocidad crucero.....	142
Tabla 36 Comparación de valores a condición normal vs. DTC bajo en el MAF a velocidad crucero.....	146
Tabla 37 Comparación de valores a condición normal vs. DTC alto en el sensor ECT a velocidad crucero	150
Tabla 38 Comparación de valores a condición normal vs. DTC bajo en el sensor ECT a velocidad crucero	154
Tabla 39 Comparación de valores a condición normal vs. DTC alto en el KNOCK a velocidad crucero.....	158
Tabla 40 Comparación de valores a condición normal vs. DTC bajo en el sensor KNOCK a velocidad crucero.....	162

Tabla 41 Comparación de valores a condición normal vs. DTC en el sensor EGO a velocidad crucero	166
Tabla 42 Comparación de valores a condición normal vs. DTC en el sensor CMP a velocidad crucero	170
Tabla 43 Comparación de valores a condición normal vs. DTC en la válvula VVT a velocidad crucero	174
Tabla 44 Comparación de valores a condición normal vs. DTC por falla del inyector y bobina del mismo cilindro del motor a velocidad ralentí .	178
Tabla 45 Comparación de valores a condición normal vs. DTC por falla del inyector y bobina de diferente cilindro del motor a velocidad ralentí	182
Tabla 46 Comparación de valores a condición normal vs. DTC por falla del inyector más válvula VVT del motor a velocidad ralentí	186
Tabla 47 Comparación de valores a condición normal vs. DTC por falla de la bobina de encendido más válvula VVT del motor a velocidad ralentí	190
Tabla 48 Comparación de valores a condición normal vs. Falla combinada de la bobina de encendido + DTC alto en sensor ECT a velocidad ralentí	194
Tabla 49 Comparación de valores a condición normal vs. Falla combinada de la bobina de encendido + DTC bajo en sensor ECT a velocidad ralentí	198
Tabla 50 Comparación de valores a condición normal vs. Falla combinada de la válvula VVT + DTC alto en sensor MAF a velocidad ralentí .	202
Tabla 51 Comparación de valores a condición normal vs. Falla combinada de la válvula VVT + DTC bajo en sensor MAF a velocidad ralentí	206
Tabla 52 Comparación de valores a condición normal vs. Falla combinada de la válvula VVT + DTC alto en el sensor APP a velocidad ralentí	210
Tabla 53 Comparación de valores a condición normal vs. Falla combinada de la válvula VVT + DTC alto en sensor ECT a velocidad crucero	218
Tabla 54 Comparación de valores a condición normal vs. Falla combinada de la válvula VVT + DTC bajo en sensor ECT a velocidad crucero	222

Tabla 55 Comparación de valores a condición normal vs. Falla combinada de la válvula VVT + DTC alto en el sensor MAF a velocidad crucero	226
Tabla 56 Comparación de valores a condición normal vs. Falla combinada de la válvula VVT + DTC bajo en el sensor MAF a velocidad crucero	230
Tabla 57 Comparación de valores a condición normal vs. DTC alto en el sensor IAT a velocidad ralentí	234
Tabla 58 Comparación de valores a condición normal vs. DTC bajo en el sensor IAT a velocidad ralentí	238
Tabla 59 Comparación de valores a condición normal vs. DTC alto en el sensor MAF a velocidad ralentí	241
Tabla 60 Comparación de valores a condición normal vs. DTC bajo en el MAF a velocidad ralentí.....	245
Tabla 61 Comparación de valores a condición normal vs. DTC alto en el ECT a velocidad ralentí	249
Tabla 62 Comparación de valores a condición normal vs. DTC bajo en el sensor ECT a velocidad ralentí	252
Tabla 63 Comparación de valores a condición normal vs. DTC alto en el sensor APP a velocidad ralentí	256
Tabla 64 Comparación de valores a condición normal vs. DTC bajo en el sensor APP a velocidad ralentí	260
Tabla 65 Comparación de valores a condición normal vs. DTC en el sensor CMP a velocidad ralentí	263
Tabla 66 Comparación de valores a condición normal vs. DTC alto en el sensor IAT a velocidad crucero	267
Tabla 67 Comparación de valores a condición normal vs. DTC bajo en el sensor IAT a velocidad crucero	270
Tabla 68 Comparación de valores a condición normal vs. DTC alto en el sensor MAF a velocidad crucero	273
Tabla 69 Comparación de valores a condición normal vs. DTC bajo en el sensor MAF a velocidad crucero	276
Tabla 70 Comparación de valores a condición normal vs. DTC alto en el sensor ECT velocidad crucero	280

Tabla 71 Comparación de valores a condición normal vs. DTC bajo en el sensor ECT a velocidad crucero	283
Tabla 72 Comparación de valores a condición normal vs. DTC en el sensor CMP velocidad crucero	287
Tabla 73 Recursos humanos.....	314
Tabla 74 Recursos físicos	315
Tabla 75 Recursos financieros	315
Tabla 76 Recursos materiales.....	316
Tabla 77 Recursos tecnológicos	317

RESUMEN

La relación que existe entre los niveles de contaminación de un vehículo de inyección electrónica y las fallas posibles en los diferentes sensores de este sistema, está dada por el ancho de pulso de los inyectores y el adelanto al encendido, que se comandan por la ECU de acuerdo a la lectura que presenten los sensores, cuando existe una falla en el sistema de gestión de combustible, la computadora trata de compensarla para que el vehículo no pierda prestaciones de potencia, provocado aumento o disminución en el tiempo de inyección, o variando el adelanto del encendido, sin considerar la contaminación, es aquí donde surge la necesidad del desarrollo de esta investigación que está basada en el análisis de gases de escape, cuando se generan códigos de falla DTC en el sistema de inyección de combustible del vehículo TOYOTA HILUX, la investigación se realizó a partir de un protocolo de medición de gases de escape utilizando equipos de diagnóstico automotriz, mediante los cuales se tomó datos del funcionamiento óptimo del motor haciendo énfasis las emisiones de gases de escape, como los hidrocarburos que aumentan cuando existe una falla en el sensor de flujo másico de aire, o el tiempo de adelanto al encendido que disminuye cuando falla el sensor de golpeteo porque se interpreta como inestabilidad del motor, o el ancho de pulso de inyección, el cual siempre aumenta cuando existe una lectura errónea de algún sensor. Mediante el diagrama de control electrónico del motor, se generó DTC altos y bajos en los sensores o actuadores que tienen relación directa con el sistema de inyección de combustible y se los comparo con los valores obtenidos con el motor funcionando bien, los resultados fueron representados en tablas y gráficas comparativas para facilitar el análisis .

PALABRAS CLAVE:

- **SISTEMAS DE INYECCIÓN**
- **EMISIONES DE GASES DE ESCAPE**
- **DIAGNÓSTICO DE CÓDIGO DE FALLAS**
- **TOYOTA HILUX**

ABSTRACT

The relationship between pollution levels of vehicle electronic injection and failures that may exist in the different sensors of this system is given by the pulse width of the injectors and advancement to the ignition, which is commanding the ECU according to the reading having sensors, since if there is a fault in the system fuel management, the computer will try to compensate for the vehicle does not lose power performance, caused increase or decrease in the injection time or by varying the advancement of ignition, regardless of the contamination, it is where the need for development of this research is based on the analysis of exhaust gases arises when DTC codes fault is generated in the system fuel injection vehicle Toyota Hilux, research was conducted from a measurement protocol exhaust using equipment automotive diagnostic, by which data optimum engine operation took emphasizing emissions of exhaust gases, such as hydrocarbons that increase when there is a fault in the sensor air mass flow or breakthrough time at power it decreases when the knock sensor fails because it is interpreted as instability of the engine, or the pulse width of injection, which always increases when there a misreading of a sensor. From the diagram of electronic engine control, high and low DTC is generated in the sensors or actuators that are directly related to the system of fuel injection and compared with the values obtained with the engine running well, the results were represented in tables and graphs to facilitate comparative analysis of the influence of the DTC in exhaust emissions.

KEYWORDS

- **INJECTION SYSTEMS**
- **EXHAUST EMISSIONS**
- **DATA CODE TROUBLE**
- **TOYOTA HILUX**

CAPÍTULO I

ANÁLISIS DEL CONTROL DE EMISIONES DE GASES DE COMBUSTIÓN CUANDO SE GENERAN DTC'S EN EL SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO DE COMBUSTIBLE

1.1. Antecedentes

Con el creciente consumo de energía, que es cubierto ante todo por combustibles fósiles, ha convertido la contaminación atmosférica en un grave problema. La calidad del aire que se respira depende mucho de los factores de influencia. Además de las emisiones de la industria, hogares y corrientes eléctricas, las emisiones producidas por el tráfico rodado son también de gran importancia.

Según Bosch R. (2007): “La aplicación de sistemas de control electrónico en motores gasolina ha permitido reducir en un 10-20% el consumo de combustible y las emisiones de sustancias nocivas altamente contaminantes como: óxidos de nitrógeno (NOx). Óxido de Carbono (CO), Hidrocarburos (HC) y partículas, gracias a la alta capacidad calculatoria de los micros controladores, dispositivos de control electrónico disponibles que generan una configuración exacta y diferenciada de las magnitudes de inyección. A la vez se conoce que la implementación de sistemas electrónicos para la asistencia del funcionamiento de los motores de combustión interna produce un mejoramiento simultaneo de los parámetros característicos del motor” (p. 65)

Para Bosch, R (2003). “La inyección electrónica de combustible en los automóviles emplea sensores y actuadores comandados por uno o varios módulos de control, al mismo tiempo que proporciona alta eficiencia, menor consumo de combustible y disminución de emisiones contaminantes, que es lo más importante”.

Alonso, J. (2003) describe que “La polución producida por los automóviles proviene de gases de escape y vapores de gasolina. La primera de ellas hace necesario establecer un circuito de recirculación, evitando la evacuación al exterior de los valores que se producen en el cárter motor, con lo cual se elimina prácticamente este foco contaminante.” (p.11)

Gerschler, H. (2000) detalla que “El motor de combustión interna es controlado y monitoreado por medio de una unidad de control electrónico (ECU), la cual está expuesta a fallas por el deficiente, bajo rendimiento de sus componentes, las cuales se identifican como códigos de diagnóstico de fallas (DTC)” (p. 59).

Las emisiones de un automóvil son sustancias nocivas para la población y el medio ambiente. Estas emisiones pueden presentarse en forma de sólidos, líquidos o gases, mediante el sistema OBD se monitorea y estandariza a un nivel mínimo. La concentración de los gases producto de la combustión de los motores de ciclo Otto se puede determinar con los analizadores de gases, éste es un equipo que mide la concentración de cinco gases como son: CO, CO₂, HC, basado en el principio de medición infrarroja no dispersiva de gases, además de NO_x y O₂ basado en la medición electroquímica.

En Ecuador se dispone de la norma de control NTE INEN 2 204:2002. GESTIÓN AMBIENTAL AIRE. VEHICULOS AUTOMOTORES. LIMITES PERMITIDOS DE EMISIONES PRODUCIDAS POR FUENTES MÓVILES TERRESTRES DE GASOLINA. Mediante esta norma se regula las emisiones mínimas y máximas permitidas por los vehículos con motor gasolina.

1.2. Planteamiento del problema

El problema a investigar es la contaminación ambiental generada por vehículos automotores cuyos motores funcionen con combustible gasolina a causa de fallas en el sistema de control de combustible DTC.

El avance tecnológico en el ámbito automotriz ha generado el desarrollo de los sistemas de control electrónico los mismos que al incursionar en malos afinamientos o puesta a punto del motor de combustión gasolina generan altos niveles de contaminación ambiental; el desconocimiento de sistemas de diagnóstico en vehículos con sistemas de control electrónico hace que no se encuentren puestos a punto incumpliendo con las normas ambientales.

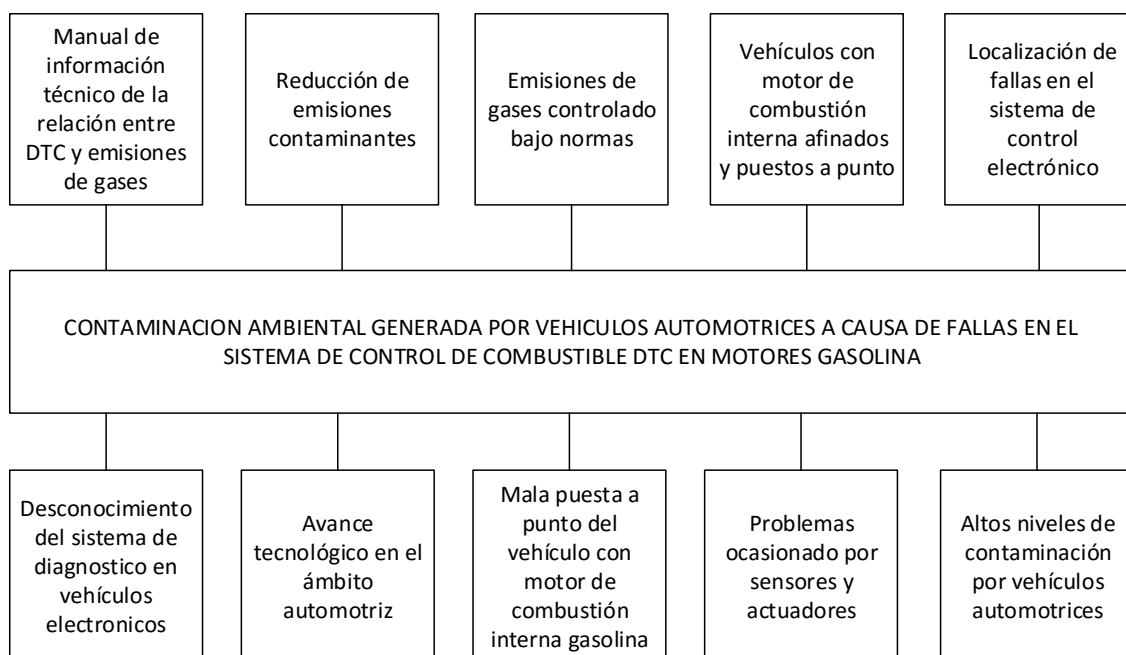


Figura 1 Diagrama causa efecto

La investigación surge de la necesidad de reducir las emisiones que se generan a partir de la existencia de fallas en el sistema electrónico del motor. Por medio de las pruebas realizadas se ha podido determinar que los ajustes de combustible por deficiencia en el funcionamiento de los sensores o actuadores generan excesivas, innecesarias emisiones de gases de escape.

La aplicación de los sistemas de control pretende reducir las emisiones de gases y agentes contaminantes producidos por el funcionamiento de este tipo de motores, la existencia de códigos DTC en el sistema de control electrónico produce un monitoreo inadecuado de las condiciones de funcionamiento del motor y por ende contribuye a la contaminación del medio ambiente.

En la actualidad estos procesos de control de emisiones se llevan a cabo bajo la norma NTE INEN 2 204:2002 en los centros de matriculación y control vehicular, para cumplir con los porcentajes máximos de emisiones de gases para disminuir la contaminación ambiental, y lograr una mejora considerable en el rendimiento del vehículo sin perjudicar interiormente el motor.

1.3. Descripción resumida del proyecto

Se investigó fuentes bibliográficas confiables relacionadas con los sistemas de control electrónico de combustible específicamente en los motores TOYOTA, de igual forma se hizo énfasis en las emisiones de gases producidas por vehículos gasolina, incidencia de la presencia de un código de falla en el sistema de inyección electrónica.

La investigación se efectuó en la ciudad de Latacunga ubicada a 2907 msnm, en el Laboratorio de Mecánica de Patio de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, para las pruebas de medición de emisión de gases se utilizó el banco analizador de gases, que cumple con la norma NTE INEN 2 204:2002, que controla estándares máximos de emisiones permitidas, el empleo del escáner fue para registrar los PIDS al momento que ocurre la falla, el osciloscopio permitió obtener la curva de voltaje, corriente del inyector, y variación de onda de la válvula VVT, la pinza amperimétrica permitió conocer el consumo de corriente del inyector.

Se generó los diagramas del control electrónico del motor identificando los cables de señal, voltaje de alimentación y tierra (negativo) de cada uno de los sensores y actuadores, con lo que a través de la combinación de estos se generó códigos de falla en alto y en bajo, como también se realizó una combinación de fallas entres estos.

Mediante el empleo del analizador de gases se realizó la medición de gases de escape se midió los porcentajes de HC, CO, CO₂, O₂ en velocidad de ralentí, crucero (2500rpm) y se los comparó con los valores máximos

permitidos por la NTE INEN 2 204:2002 para determinar la relación directa que tiene con cada sensor y actuador. Con los datos obtenidos se realizaron tablas y graficas que permiten analizar los resultados, además de un manual técnico con información relevante sobre la influencia de DTCS en el control de emisiones de gases.

1.4. Justificación e importancia

La investigación se justifica ya que en el país existe un número elevado de vehículos con motor a combustión interna a gasolina, el mismo que genera una importante contaminación y emisión de gases al ambiente. Al revisar el porcentaje de afección de los niveles de emisión por la influencia de las fallas en diferentes componentes del sistema de control electrónico del motor se podrá estimar su influencia en la contaminación del ambiente.

La contaminación y el calentamiento global que sufre el planeta, ha obligado a los productores de vehículos a instalar un sistema de monitorización de emisión de gases, con el pasar de los años estos han sido calibrados para un nivel específico de emisiones. Para diagnosticar y eliminar los códigos de falla en el sistema electrónico de combustible es necesario utilizar instrumentos de diagnóstico automotriz como escáner, multímetro, pinza amperimétrica, osciloscopio y analizador de gases los que facilitarán la localización de fallas, grado de afectación directa al medio ambiente, y por ende la solución de problemas con mayor eficiencia.

Esta investigación aporta directamente al área de Autotrónica, ya que por medio de este manual se puede diagnosticar el origen, el problema y la solución ante la existencia de un código DTC, para evitar ajustes innecesarios de combustible que es uno de los principales factores de las excesivas emisiones de gases contaminantes hacia el medio ambiente. También permitió conocer en porcentaje la relación directa que existe entre cada uno de los componentes del sistema de control electrónico con la emisión de gases combustionados en un motor térmico.

Como resultado final de esta investigación se determinó la cantidad de gases combustionados y su relación con los DTC'S, para concientizar de esta forma a los usuarios tener en óptimas condiciones los vehículos, y razonablemente reducir las emisiones de gases.

1.5. Objetivo general

- Analizar las emisiones de gases de combustión del motor gasolina Toyota serie 2TR cuando se generan DTC'S en el sistema electrónico de combustible, a través de equipo especializado de diagnóstico automotriz, para generar patrones de comparación con información relevante para la puesta a punto de motores con control electrónico.

1.6. Objetivos específicos

- Buscar fuentes confiables de investigación, documentos técnicos que permitan un manejo adecuado del analizador de gases.
- Realizar mediciones de gases del motor TOYOTA 2TR, mediante la norma NTE INEN 2 204:2002
- Crear DTC altos y bajos en sensores de dos y tres cables.
- Desarrollar mediciones en sensores y actuadores a condición normal del motor TOYOTA 2TR, para relacionar con emisiones de gases.
- Evidenciar en que porcentaje varía la concentración de gases combustionados cuando existe un DTC en el sistema electrónico de combustible.

- Procesar la información para establecer la influencia e incidencia de cada sensor, actuador a través de tabulaciones gráficas para compararlos numérica y matemáticamente fundamentados para determinar su influencia en el sistema de emisiones, para generar patrones de comparación.
- Conocer los parámetros de funcionamiento y PIDS del vehículo TOYOTA HILUX 2.7 con motor gasolina serie 2TR durante su operación a 2907 msnm.

1.7. Metas

Generar un manual técnico de información en el área de Autotrónica referida a la influencia de emisiones en función a los DTC's que se generan en actuadores y sensores.

1.8. Hipótesis

El análisis de emisiones en función de los DTC permitió obtener información validada de las averías en este tipo de motores gasolina, por medio de instrumentos de diagnóstico automotriz que permitieron establecer su incidencia en la contaminación ambiental.

1.9. Variables de investigación

Para el proyecto de investigación se aplicará las variables como son: variables dependientes y variables independientes.

1.9.1. Variable independiente:

Emisión de gases

Tabla 1
Operacionalización de la variable independiente

Concepto	Categoría	Indicadores	Ítem	Técnicas	Instrumentos
Son los indicadores del nivel de contaminación que se genera cuando existen códigos de falla.	Contaminación	CO ₂	%	Medición	Protocolo de Prueba
		CO	%	Medición	Protocolo de Prueba
		HC	ppm	Medición	Protocolo de Prueba
		O ₂	%	Medición	Protocolo de Prueba

1.9.2. Variables Dependientes:

Datos de información del programa PIDS.

Tabla 2
Operacionalización de la variable dependiente

Concepto	Categoría	Indicadores	Ítem	Técnicas	Instrumentos
Datos de información del programa que representan las unidades con que se expresan las magnitudes generadas en el motor de combustión interna.	Académica	Temperatura de refrigerante del motor	°C	Medición	Protocolo de pruebas
		Velocidad del angular del motor	rpm	Medición	Protocolo de prueba
		Tiempo de encendido (#1)	°	Medición	Protocolo de prueba
		Temperatura de aire de admisión	°C	Medición	Protocolo de prueba
		Cantidad de aire de admisión	gm/s	Medición	Protocolo de prueba
		N.-1 sensor apertura del sensor	%	Medición	Protocolo de prueba
		O2 sensor voltaje B1S1	V	Medición	Protocolo de prueba
		Presión atmosférica	kPa	Medición	Protocolo de prueba
		Sensor acelerador apertura N.- 1	%	Medición	Protocolo de prueba
		Salida acelerador del motor	%	Medición	Protocolo de prueba
		Numero de DTC	Unidad	Medición	Protocolo de prueba
Consumo de combustible por cada 10 tiempo de inyección	ml	Medición	Protocolo de prueba		

1.10. Metodología

- Método deductivo

La investigación se enfocó en el impacto ambiental a partir de las emisiones de un motor gasolina TOYOTA, para conocer la influencia que existe al momento de tener presente un código de fallas DTC relacionándolos con los niveles de emisiones de gases, tiempo de adelanto al encendido y ancho de pulso de inyección.

- Método Inductivo

En la investigación se empleó este método para el análisis de gases de escape, tiempo de adelanto al encendido, ancho de pulso de inyección de combustible de un motor gasolina cuando se generan DTC's en el sistema control electrónico.

- Método analítico

Se utilizó este método para analizar la incidencia de los DTC's altos y bajos en sensores y actuadores con respecto al control de emisión de gases de escape información que fue utilizada para generar un documento de información confiable.

- Método de síntesis.

La información obtenida fue sintetizada de manera ordenada, a través de tablas y gráficos de barras que permitieron a primera vista comprender los resultados de las fallas.

- Método experimental

Fue enfocada en el empleo de instrumentos de medición y verificación en base al protocolo de pruebas generado para el análisis de la incidencia que tiene la existencia de DTC en los sensores, actuadores con las emisiones de gases, tiempo de adelanto al encendido, ancho de pulso de inyección de combustible.

- Método comparativo

Este método permitió comparar los diferentes porcentajes de los gases de escape, adelanto al tiempo de encendido, ancho de pulso de inyección al momento de generar códigos de falla DTC en los sensores, actuadores o una combinación entre estos.

- Método de observación directa

Permitió realizar una inspección visual y auditiva del efecto de las diferentes fallas provocadas en el control electrónico del motor y se evidencio la información a través de los instrumentos de medición.

- Método de medición

Mediante este método se estableció el protocolo de pruebas en base a la norma NTE INEN 2 204:2004, determinando las unidades para la interpretación de los datos obtenidos, tomando en cuenta las escalas que manejaron, los equipos con los que se obtuvo datos y mediciones.

- Método de matematización

Después de obtener los datos y resultados de la investigación mediante números, fue necesario generar el aspecto cuantitativo de los fenómenos analizados, donde se tomaron como referencia la existencia de DTC's.

Tabla 3
Metodología detallada del proyecto

Metodología	Descripción	Equipo	Laboratorio
Deductivo	La investigación estuvo basada en el impacto ambiental a causa de las emisiones de gases generadas por el motor Toyota serie 2TR, se analizó los niveles de emisiones que se generan a causa de la existencia de DTC'S	Camioneta Toyota Hilux, motor gasolina serie 2TR	Autotrónica
Inductivo	La investigación se realizó en un motor gasolina TOYOTA serie 2TR, los resultados y conclusiones generadas fueron aplicables a este tipo de motores	Osciloscopio OWON, Analizador de gases CARTEK	Autotrónica, Mecánica de patio
Analítico	Se crearon fallas en sensores y actuadores representativos del sistema de control electrónico de combustible, donde se obtuvo datos y valores de relación directa con los ajustes de combustible innecesarios	Computador personal Osciloscopio OWON Escáner Automotriz G SCAN2 Pinza amperimétrica OTC Analizador de gases CARTEK	Autotrónica, Mecánica de patio
Síntesis	Toda la información permitió crear un manual técnico donde se ilustran los resultados de las pruebas realizadas a través de las condiciones de falla específicas.	Computador personal Osciloscopio OWON Escáner Automotriz G SCAN2 Pinza amperimétrica OTC Analizador de gases CARTEK	Autotrónica, Mecánica de patio
Experimental	Las mediciones y pruebas se desarrollaron mediante condiciones de falla de funcionamiento de los sensores y actuadores que permitieron el análisis de las emisiones de gases en relación a los DTC, para generar	Computador personal Osciloscopio OWON Escáner Automotriz G SCAN2 Pinza amperimétrica OTC Analizador de gases CARTEK	

CONTINÚA →

	un manual técnico para consulta automotriz		
Comparativo	Se estableció una relación de afectación directa a las emisiones de gases a partir de la existencia de un código DTC en los sensores y actuadores principales del sistema de control electrónico de combustible.	Computador personal	Autotrónica
Observación directa	Permitirá la visualización de la variación de color y cantidad de gases de escape de emite al momento que la ECU detecta cada DTC	Camioneta TOYOTA HILUX motor serie 2TR Analizador de gases CARTEK	Mecánica de patio
Medición	Se estableció un protocolo de pruebas en base a la norma NTE INEN 2022:2013, de igual forma se verifico las escalas y unidades de los instrumentos de diagnóstico automotriz	Osciloscopio OWON Escáner automotriz G SCAN 2 Analizador de gases CARTEK	Autotrónica Motores
Mate matización	Mediante el análisis de los oscilogramas de consumo de voltaje y corriente del inyector se calculó la variación del ancho de pulso de inyección, adelanto al encendido, y los resultados se los interpreto mediante graficas en barras en porcentajes, para lograr un análisis rápido	Computador personal	

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Toyota HILUX 2.7 (motor 2TR-FE).

TOYOTA Motor Corp. es un fabricante de automóviles de Japón, dedicada a la producción de vehículos, como el modelo HILUX, mostrado en la figura 2 utilizado en la presente investigación.



Figura 2 Camioneta Toyota Hilux 2.7L

2.1.1. Características generales

Este vehículo está equipado con un motor de la serie 2TR, a partir del modelo del año 1998 cuenta con sistema electrónico de inyección de combustible y a partir del año 2000 cuenta con el sistema de diagnóstico OBD II. Las características del vehículo se resumen en la tabla 4.

Tabla 4
Características del vehículo

Motor tipo	2TR-FE
Mecanismo valvular	16 válvulas, DOHC, VVT-i
Cilindraje:	2694 cm ³
Disposición de cilindros	4 cilindros en línea.
Norma de control de emisiones	OBD II
Emisiones	Catalizador, sonda lambda
Sistema de suministro de combustible	MPEFI
Sistema de inyección	DENSO
Velocidad máxima del vehículo	Modelos 2WD 180 Km/h (112mph)

CONTINÚA ➔

Fuente: (Motorsport, 2011)

2.1.2. Componentes del sistema de inyección electrónica de combustible

En la figura 3 se puede observar los principales componentes del sistema electrónico de combustible del vehículo TOYOTA HILUX.

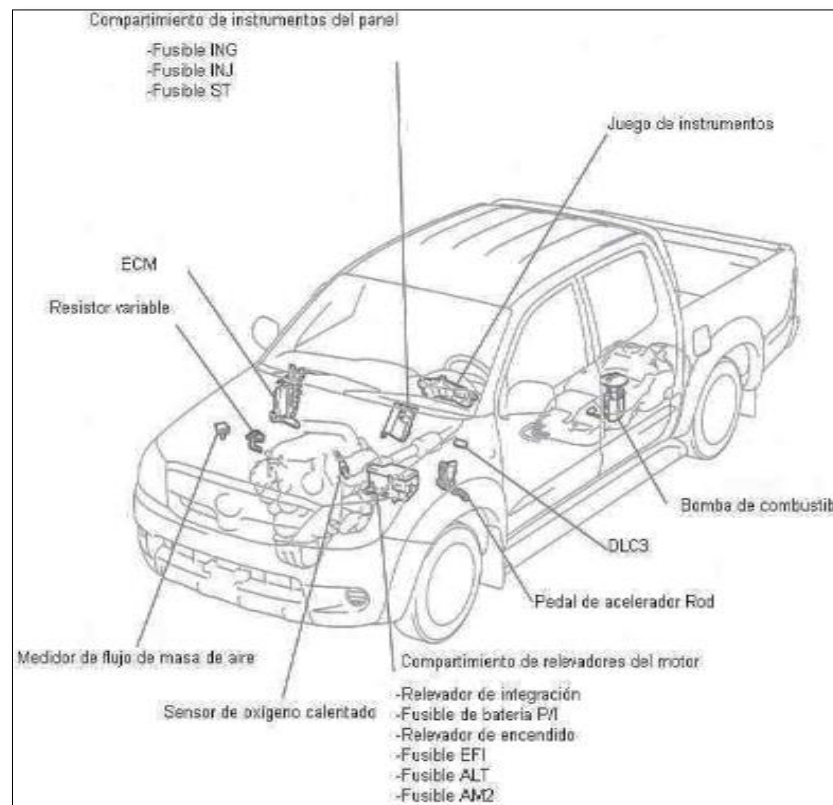


Figura 3 Ubicación de sensores y actuadores

Fuente: TOYOTA MOTOR CORPORATION, "Manual de Entrenamiento de Inyección Electrónica de Combustible"

2.1.3. Motor Toyota 2TR

Este tipo de motor es usado ampliamente en modelos como la HILUX, HIACE, INNOVA, FORTUNER, ya que presenta excelentes prestaciones como la relación peso potencia, sus características se resumen en la tabla 5

Tabla 5
Especificaciones del motor TOYOTA 2TR

Tipo	4 cilindros en línea. 4 tiempos, gasolina
Calibre y carrera	95,0 x 95,0 mm (3,74 x 3,74 pul.)
Cilindrada	2.694 cm ³ (164,4 pulg. ³)
Holgura de válvulas (motor frío)	Ajuste automático
Tensión de válvulas (motor frío)	Ajuste automático

Fuente: (Motorsport, 2011)

En la figura 4 se observa la representación de la estructura del motor, fuera del vehículo.

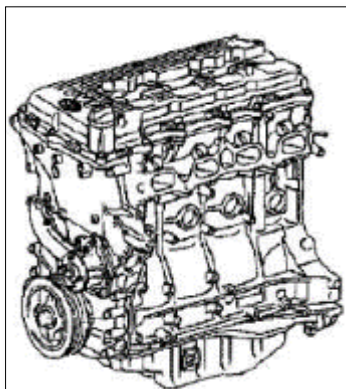


Figura 4 Estructura del motor TOYOTA 2TR
Fuente: TOYOTA MOTOR CORPORATION, "Manual de Entrenamiento de Inyección Electrónica de Combustible"

Tabla 6
Sensores y actuadores en el motor TOYOTA 2 TR

Sensor	Descripción	Condición	Voltaje en condición
IAT	Temperatura del aire de entrada al múltiple	Ralentí, temperatura del aire de admisión fijada a 20 °C (68°F)	0,5 a 3,4V
ECT	Temperatura del refrigerante del motor	Ralentí, temperatura del refrigerante del motor 80 °C (176°F)	0,2 a 1,0V

CONTINÚA →

Medidor MAF	Flujo de aire del múltiple	A ralentí, posición del cambio en P o N	0,5- 3,0V
Inyector	Inyector de combustible	Interruptor de encendido en ON	9 a 14 V
CMP	Posición del árbol de levas	Ralentí	10 V.ac
CKP	Posición del cigüeñal	Ralentí	10 V.ac
A/F	Sensor de relación de combustión	Siempre (interruptor de encendido en ON)	Se fija en 3,3V * 1
KNOCK	Sensor de golpeteo	Mantenga la velocidad del motor a 4.000 rpm después del calentamiento del motor	
VVT	Válvula de control de aceite de distribución del árbol de levas	Interruptor de encendido en ON	

Fuente: TOYOTA MOTOR CORPORATION, “Manual de Entrenamiento de Inyección Electrónica de Combustible”

2.2. Diagnóstico a bordo OBD

(Bosch GmbH, 2003) “En California en el año 1988 se instituyó la primera etapa de legalización de CARB (California Air Resources Board) con OBD I. Los vehículos nuevos matriculados en California cumplen con estas normas legales. La segunda etapa con ODB II se introdujo en el año 1994. En los restantes estados federales de los Estados Unidos aplica las leyes de las autoridades EPA (Environmental Protección Agency). La importancia de este diagnóstico corresponde a la legislación CARB (OBD II); sin embargo estas exigencias son menos rigurosas en diversos puntos.”

La OBD adaptada por la unión europea se denomina EOBD y está vigente desde el año 2000.

2.2.1. OBD I

La primera etapa evidencia si los componentes eléctricos relevantes para los gases de escape tienen cortocircuitos, interrupciones o problemas de comunicación en las líneas. Las señales eléctricas han de encontrarse dentro de los límites de admisión especificados. Cuando se detecta anomalías, se informa al conductor a través de una luz de aviso situada en el panel de instrumentos. Los “medios de a bordo”, por ejemplo el código de destello a través de una lámpara de diagnóstico conectada, informa que componente ha fallado en el sistema.

Responsable de diagnosticar la funcionalidad de los sensores y actuadores mediante la medición de caídas de tensión en cada componente, como un cortocircuito a masa, cortocircuito a positivo o interrupción de una línea de corriente. Los códigos de diagnóstico deben ser almacenados para identificar las áreas relacionadas con el fallo.

Estos no detectan problemas referentes a las emisiones de gases, como las averías en el catalizador. Es viable que el testigo MIL se encienda tras un cierto tiempo en el que el vehículo ha estado emitiendo un exceso de sustancias nocivas. De igual manera, existe la probabilidad que no se encienda, ya que existen aleatorios fallos que no puede detectar.

2.2.2. OBD II

Exige que se controle los sistemas y componentes sobresalientes para los gases de escape que podrían generar un aumento considerable de las emisiones contaminantes en caso del mal funcionamiento, adicionalmente deben comprobarse todos los componentes que forman parte del resultado del diagnóstico. Toda anomalía, falla, defecto identificado se memoriza en la unidad de control, cualquier mal funcionamiento ha de indicarse por medio de la lámpara de aviso (MIL) en el cuadro de instrumentos, todos los defectos

almacenados se leen a través de comprobadores que se conectan para fines de diagnóstico en el conector OBD.

2.2.3. El conector OBD-II

(Ros Marín , 2011) “Conector definido por la norma SAE J1962 y conocido en los manuales técnicos con el nombre de la norma antes mencionada. En la diagnosis moderna de averías el conector OBD II juega un papel fundamental. Los tiempos de análisis se han reducido, la seguridad en la solución del problema es mucho más elevada y los costes de las reparaciones son más reducidos. Tanto es así que todos los sistemas anteriores empiezan a ser ya anticuados y obsoletos.”

El conector OBD II siempre se lo encuentra en el interior del habitáculo, en una zona próxima al puesto de conducción, fácilmente accesible y para acceder a él, no hace falta el uso de herramientas. Su ubicación, dependiendo de fabricantes, modelos y versiones, es tan amplia que resulta casi imposible realizar un listado íntegro por cada fabricante de vehículos.

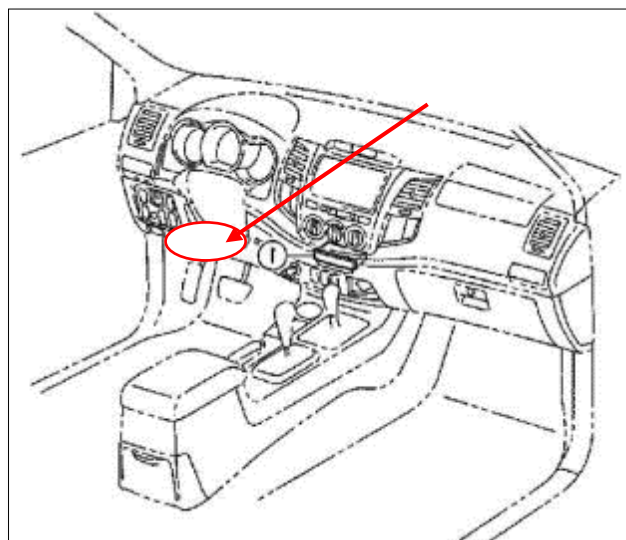


Figura 5 Localización del conector OBD II en la TOYOTA HILUX
Fuente: TOYOTA MOTOR CORPORATION, “Manual partes del vehículo”

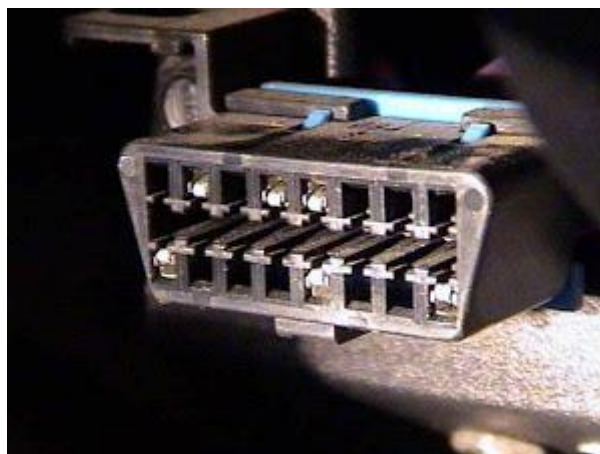


Figura 6 Aspecto del conector de diagnóstico estandarizado OBD-II conector J1962 TOYOTA HILUX

En la figura 6 se indican que no todos los pines del conector están asignados a un uso estándar. Los terminales 1, 2, 4, 5, 6, 7, 10, 14,15 y 16 están especificados en las correspondientes normativas. Si un terminal está determinado por una norma correcta, en el resto de normas puede tener usos diferentes. Los pines que no están fijados por el protocolo quedan a la libre disposición de cada fabricante para la implementación de algún sistema de monitoreo.

Tabla 7
Correspondencia del conector OBD-II

PIN	CARACTERISTICAS	PROTOCOLO
1	Estandarizado, lo usa General Motors para la diagnosis de los sistemas GMLAN, SWC y CAN de un cable	SAEJ2411
2	Estandarizado: cable positivo de diagnosis de las normativas USA	SAEJ1850 PWM SAEJ1850VPW
3	No estandarizado, usado por Ford como cable positivo (DCL+) antes de la normativa OBD-II	
4	Estandarizado: negativo de chasis (-31)	
5	Estandarizado: negativo de electrónica (-31)	
6	Estandarizado: CAN High	
7	Estandarizado: línea de diagnosis K	SAEJ2284 ISO157654 ISO 9141-2 ISO 14230-4
8	No estandarizado	
9	No estandarizado	
10	Estandarizado: cable negativo de diagnosis de una normativa USA	Solo SAE J1850 PWM
11	No estandarizado: usado por FORD como cable negativo (DCL-) antes de la normativa OBD-II	
12	No estandarizado	
13	No estandarizado	
14	Estandarizado: CAN Low	

CONTINÚA →

15	Estandarizado: línea de diagnóstico L.	ISO 15765-4 ISOS 9141-2 ISO 14230-4
16	Estandarizado: Positivo directo de la batería (+30)	

Fuente: (Ros Marín , 2011)

2.3. Lectura de DTC (datos de código de falla)

Augeri, F. (2011). Indica que “Los códigos de diagnóstico de fallas (DTC) han sido proyectados para dirigir a los técnicos automotrices hacia un correcto procedimiento de diagnóstico y mantenimiento, no necesariamente implican fallas en componentes específicos. La iluminación MIL es una especificación de fábrica basada en el testeo de como los mal funcionamientos de componentes y/ o sistemas afectan las emisiones de gases en los motores de combustión interna. Cuando existe una falla en el motor de carácter eléctrico/ electrónico, se enciende la lámpara MIL, en ese momento se genera un código que guarda información específica del error o falla existente. Los DTC consisten en un código alfanumérico de 5 caracteres, definidos de la siguiente manera”.

Primer carácter es por lo general una letra que representa un sistema específico del vehículo:

- B- Códigos de la carrocería.
- C- Códigos del chasis.
- P- Códigos del motor y transmisión.
- U- Códigos de comunicaciones de red

Segundo carácter es un cero (0) o el uno (1), esto significa que:

- 0 Controlados por la SAE
- 1 Controlados por el fabricante.

Tercer carácter está relacionado con un sistema mecánico específico en el cual ocurre la falla, como el sistema de encendido, control de velocidad de marcha lenta, transmisión, entre otros.

Cuarto y quinto carácter representa al DTC específico para dicho sistema, los códigos también están estandarizados y deben seguir el esquema siguiente.

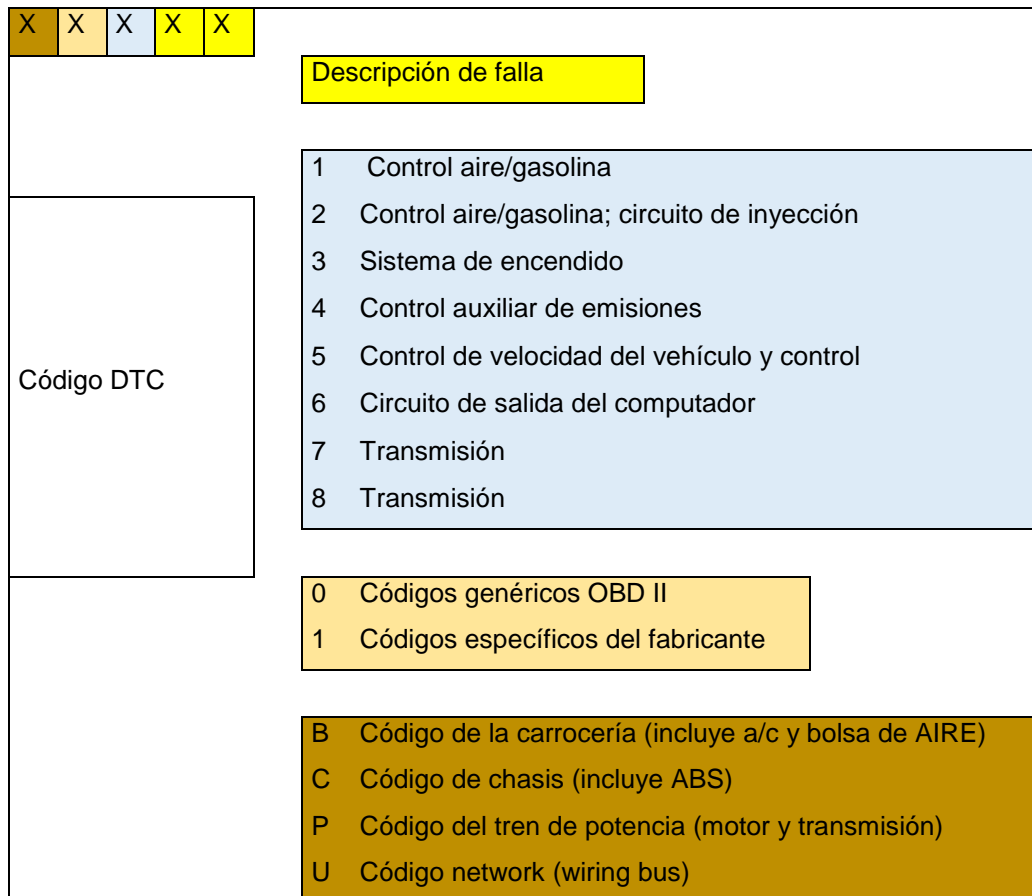


Figura 7 Estructura del código de falla DTC
Fuente Augeri, F. (2011).

Por ejemplo, el DTC P0131 indica que el sensor de oxígeno anterior al catalizador tiene su señal puesta a masa.

- P –PCM
- 0 –Controlado por SAE.
- 1 –Control de combustible / aire.
- 31 –Componente involucrado

2.4. Lámpara MIL (luz CHECK ENGINE)

(Parra Reina, 2013) “Técnicamente llamada MIL, es un testigo que se encuentra en el panel de instrumentos del vehículo, normalmente de color amarillo con forma de un motor, esta luz se enciende cada vez que se presenta una falla en el sistema de control electrónico del vehículo. Durante la falla, la luz puede parpadear o quedarse encendida persistentemente, en ambos casos en la memoria de la ECU permanece almacenado un “código de error”, el mismo que debe ser leído a través de un scanner o alguna herramienta de diagnóstico automotriz, por medio de este diagnóstico se referenciará el lugar del problema.”



Figura 8 Lámparas indicadoras de fallo
Fuente (Ambar , 2014)

Algunos códigos de error pueden ser registrados en el módulo de control sin la necesidad que la luz testigo de averías se encienda de forma permanente, otros códigos podrían provocarlo de forma inmediata, de esta forma tanto en originales como genéricos se puede encontrar códigos almacenados y códigos pendientes, los pendientes no activan de forma inmediata la luz de avería, sin embargo estos podrían convertirse en almacenados encendiendo la luz de forma permanente.

En la mayoría de los casos los códigos de motor solo pueden ser leídos por una herramienta especial, sin embargo para fallos en transmisión, ABS, bolsas

de aire y algunos otros sistemas los fabricantes proveen en ocasiones de procedimientos para la extracción de los códigos por medio de destellos por medio de las respectivas luces de averías con una interpretación solo numérica

En el sistema OBD II si existieran fallos que pueden dañar el catalizador, el testigo de aviso de gases de escape (MIL) se ilumina de forma intermitente, con frecuencia de una vez por segundo. Si el fallo provoca que se supere 1,5 veces las emisiones contaminantes indicadas por la norma durante el primer ciclo de conducción, se apaga el testigo y se registra el fallo en la memoria de averías. Si el fallo perdura tras el segundo ciclo de conducción el testigo se ilumina de forma continua.



Figura 9 Representación esquemática del proceso de iluminación del testigo
Fuente (Gonzales C, 2012)

2.5. Los protocolos de comunicación

Cada vez que se conecta un aparato de diagnóstico a un vehículo, lo que se está haciendo es establecer una red de comunicación entre un ordenador exterior y las UCE que tiene instaladas el vehículo, por lo tanto esta red de comunicación ha de seguir todos los estándares. Entre todas esas características la más destacada es el protocolo de comunicación, es decir, tipo de señales, que se intercambiarían, sus tensiones, el sincronismo y el tipo de mensajes. Si el protocolo del vehículo y el de aparato de diagnóstico no es el mismo, entonces no se instaurará la conexión.

El nombre que se utiliza para referirse al protocolo corresponde con el de la normativa en la que aparece especificado, de esta forma muchos manuales técnicos se utilizan indistintamente. Las normativas han ido obligando a la unificación de los protocolos de comunicación

2.6. Sensores

(Orozco C, 2006) menciona que “En el motor del automóvil se encuentran diversos tipos de sensores, poseen diversas condiciones de operación, los mismos que crean una señal de voltaje la cual es enviada a la computadora. Algunos de los sensores más comunes en el motor de un vehículo son los siguientes:”

2.6.1. Sensores de posición

a. Sensor de posición del acelerador TPS (Throttle Position Sensor)

El sensor TPS, figura 10, es un potenciómetro que envía una señal variable de voltaje, proporcional a la apertura del estrangulador del cuerpo de inyección. Este sensor verifica el movimiento y la posición del acelerador, por lo general opera con una referencia de 5 voltios: la señal de voltaje es baja, cuando el estrangulador está cerrado; y el voltaje se incrementa en la proporción que lo hace la apertura del estrangulador (esto es, gradualmente, hasta llegar a 4,5 voltios con el estrangulador totalmente abierta: WOT, Wide Open Throttle).

La ECU usa esa señal, básicamente para enviar combustible y para controlar el avance de tiempo, cada vez que la señal de voltaje se incrementa, el tiempo de apertura de los inyectores aumenta en forma proporcional: esto también afecta al ajuste de tiempo, cuando el voltaje se incrementa. La ECU puede hacer que avance el tiempo, con base en las tablas de calibración grabadas en su memoria interna.



Figura 10 Sensor de posición del estrangulador.
Fuente: (Bosch, 2015)

b. Sensor del pedal del acelerador

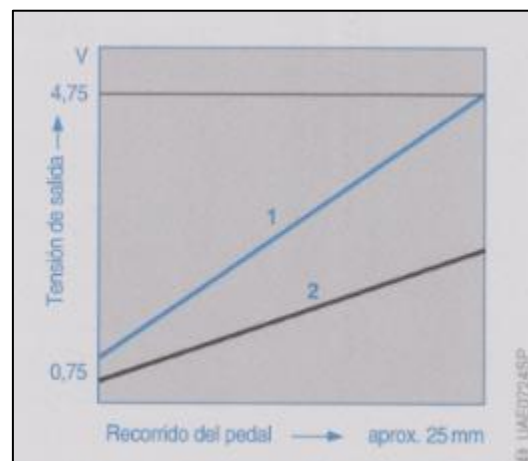


Figura 11 Línea característica de un sensor de pedal acelerador con potenciómetro redundante
Fuente: (Bosch, 2002)

Según describe (Bosch, 2002) dice que “El deseo de aceleración, de marcha constante o de reducir la velocidad lo manifiesta el conductor en un motor de mando convencional accionándolo con el pedal acelerador a la válvula mariposa. Cuando el motor está equipado con un sistema de mando electrónico, un sensor de pedal acelerador (también llamado transmisor de posición del pedal) realiza la función de la unión mecánica. El detecta el recorrido o la posición de angular del pedal y lo transmite eléctricamente a la unidad de control del motor.” (p.32)

2.6.2. Sensores de temperatura

a. Sensor de Temperatura de aire (IAT)

El sensor IAT o sensor de temperatura del múltiple de admisión, figura 12, es una resistencia térmica que mide la temperatura del aire que ingresa al motor. Para controlar la marcha mínima y enriquecer la mezcla de combustible, la ECU emplea la señal que le envía al sensor IAT, la utiliza durante la operación de encendido en frío. Cuando el motor alcanza su temperatura de operación, la ECU desecha esta señal y continua utilizando solamente las señales que recibe de los sensores ECT, TPS, MAP, MAF. Cada vez que ocurre una falla en el circuito del sensor IAT, el sensor ECT lo suple momentáneamente y realiza sus funciones.



Figura 12 Sensor de temperatura de aire de admisión IAT
Fuente: (Motorsport, 2011)

b. Sensor de Temperatura ECT

El sensor ECT, figura 13, es una resistencia variable térmica normalmente, tiene un conector de dos terminales. La mayoría de estos sensores son de un coeficiente negativo de temperatura, el cual disminuye su resistencia cuando la temperatura del motor aumenta. Y cuando la temperatura se incrementa el voltaje que recibe la ECU será alto.

La ECU monitorea, todas las caídas de voltaje, a través de la resistencia térmica y realiza los ajustes necesarios para cuando el motor este frío se enriquezca la mezcla de gasolina y se incremente en la marcha mínima.

Cuando el motor alcanza su temperatura normal de operación, el sensor ECT envía la información a la ECU y en ese momento se activa la función de close loop (circuito cerrado) y el vehículo empieza a funcionar en condiciones de operación normales.



Figura 13 Sensor de temperatura del refrigerante.
Fuente: (OBD CODES, 2015)

2.6.3. Sensores de posición

a. Sensor de Posición del Cigüeñal (CKP)

Este sensor, figura 14, es el encargado de informar a la ECU las RPM del motor y hace los ajustes necesarios en el encendido y en el combustible. Cuando este sensor no funciona, el motor no arrancará. La computadora interpreta esta señal como si el motor no girara. Este sensor cuenta con tres cables, que al ser medidos con multímetro en escala de voltios marcará una señal variable.

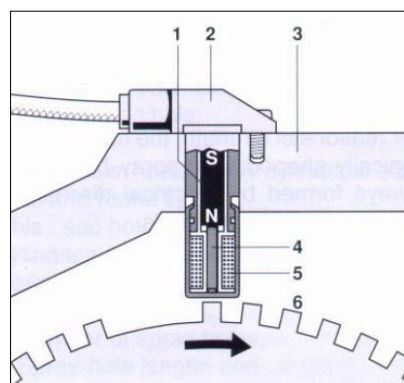


Figura 14 Sensor de posición del cigüeñal
Fuente: (Kia Motors, 2003)

b. Sensor de Posición del Árbol de Levas (CMP).

El sensor de la, figura 15, verifica si el árbol de levas se encuentra girando; y con la señal que envía a la computadora, esta hace ajustes en la mezcla aire-combustible. Es un sensor de tipo magnético y se localiza en la cabeza del motor a la altura del árbol de levas. Al igual que el sensor CKP, tiene un conector de tres o dos cables indistintamente del modelo de motor.



Figura 15 Sensor de posición del árbol de levas.
Fuente: (Ocaño, 2013)

2.6.4. Sensores de ruido

a. Sensor de detonación KS.

El knock sensor o sensor de ruido figura 16, convierte las vibraciones del bloque del motor en señales de voltaje, las cuales son utilizadas por la ECU. La mayoría de los sensores KS están afinados para responder a una frecuencia específica creada por el bloque del motor. La ECU utiliza esta señal para atrasar el tiempo de inyección, cuando hay una condición de detonación (cascabeleo).



Figura 16 Sensor de detonación.
Fuente: (Ocaño, 2013)

2.6.5. Sensores de flujo

b. Sensor de Masa o de Flujo de aire (MAF)

Este sensor, figura 17, envía a la ECU una señal de voltaje análoga o frecuencia de señal, misma que es proporcionada al peso (masa molecular) del aire que ingresa al motor. El voltaje o frecuencia se incrementa cuando es mayor la cantidad de aire que ingresa al motor, durante la apertura del estrangulador del cuerpo de aceleración.

La ECU utiliza esta señal, para controlar el envío de combustible y para controlar el tiempo de ignición. Cuando se consume mayor cantidad de aire, la ECU recibe una señal de mayor voltaje o frecuencia, y en respuesta incrementa la apertura de los inyectores de acuerdo con la señal de alta. Y cuando dicha señal se incrementa, la ECU puede hacer que avance el tiempo de ignición con base en las tablas de calibración programadas por el fabricante.

Normalmente el sensor MAF tiene la misma relevancia que el sensor TPS; si este último falla el MAF puede suprimirlo en una rápida aceleración.



Figura 17 Sensor de flujo másico de aire.
Fuente: (Bosch, 2015)

2.6.6. Sensores de monitoreo

a. Sensor de oxígeno o sonda lambda

Dispositivo de muy alta tecnología, figura 18, capaz de generar voltajes según la cantidad de oxígeno presente en el área de medición. Cuando la temperatura es alta (600 grados Fahrenheit en adelante empieza a generar un voltaje). Cuando es alto el contenido de oxígeno en el tubo de escape (que es justamente donde se encuentra este sensor), la generación de voltaje es baja. Y cuando el contenido de oxígeno es bajo, la generación de voltaje es alta.

En condición normal de funcionamiento este sensor genera un voltaje de 0.1 a 0,9 voltios; de esta manera le informa a la ECU la condición de las emisiones generadas; y esta, a su vez, regula el suministro de combustible para que la mezcla aire- gasolina tenga una proporción de 14.7 a 1 en cualquier condición de trabajo del vehículo.

Para que este sensor alcance más rápido su temperatura de operación, algunos vehículos emplean un calentador especial. Este calentador construido en el propio cuerpo del sensor, tiene una resistencia que en solo 8 segundos puede alcanzar una temperatura de 1000 grados Fahrenheit.



Figura 18 Sensor lambda o de oxígeno.
Fuente: (Ocaño, 2013)

2.7. Actuadores

Son dispositivos electromecánicos o solenoide el cual al ser energizado por la ECU produce un trabajo mecánico, ya sea en el control de combustible, control de vapores del canister, recirculación de gases de escape, sistemas de encendido, entre otros. Los actuadores son elementos de control y su voltaje de alimentación en su mayoría es de 12 voltios, para energizar un actuador de forma manual se debe seguir el procedimiento de acuerdo al manual técnico, esto con el objeto de no deteriorar el solenoide por exceso de corriente. Los actuadores pueden ser: inyectores, dispositivos de encendido, solenoides, relevadores, servomotores, interruptores y pantallas luminosas.

2.7.1. Inyector

a. Inyector a gasolina

(Ribbens, 2008) Menciona: “Inyector de combustible es (en esencia) una válvula operada por solenoide, figura 19. El principio de funcionamiento está basado en la apertura y cierre de la válvula, para permitir o bloquear el flujo de combustible al motor. La válvula está conectada al elemento móvil del solenoide y es conmutada por la activación de este último. En un inyector de combustible donde no este fluyendo corriente, el elemento móvil del solenoide se mantiene hacia abajo contra el tope, cubriendo la apertura o boquilla, de esta forma se imposibilita que el combustible fluya desde la cámara de

combustible presurizada hacia la apertura. Cuando fluye corriente a través de la bobina del solenoide, el elemento móvil se conmuta hacia arriba, la apertura queda expuesta y el combustible (bajo presión) se rocía a través de esta apertura”. (p.228)



Figura 19 Inyector para sistemas de inyección a gasolina.
Fuente: (Castro, 2012)

b. Bomba de combustible de gasolina

(Coello, 2005) Menciona: “La bomba, figura 20, no es más que un motor eléctrico de corriente continua, diseñado con bobinas de campo inicialmente y ahora de imanes permanentes de gran potencia, cuyo rotor o inducido impulsa a una bomba de rodillos, de paletas, o de piñones, similar una bomba de aceite de motor. La bomba de rodillos es la más utilizada especialmente en bombas donde se requiere alimentar con un gran presión. Como la bomba adquiere una gran temperatura bastante alta durante su funcionamiento, se le ha diseñado para que esté inmersa en el mismo depósito, con lo cual el mismo combustible se encarga de enfriarla. También se ha utilizado este procedimiento, ya que la bomba, al no tener mucha fuerza para succionar el combustible, necesita estar alojado lo más cerca al depósito y en el nivel inferior de este, que es un lugar idóneo para su instalación”. (p.12)



Figura 20 Bomba de combustible para sistemas de inyección a gasolina.
Fuente: (Felipe Eduardo, 2009)

c. Válvula VVT

(Castro, 2012) menciona que “Esta válvula, figura 21, forma parte de la distribución variable de válvulas en un sistema que tiene como objetivo variar el tiempo de apertura y cierre de las válvulas ya sean de admisión o de escape en un motor específico de combustión interna de ciclo Otto, esta variación depende de las condiciones de régimen y carga del motor con el propósito de mejorar el proceso de renovación de la carga, mejorando de esta forma el rendimiento volumétrico en todas las condiciones de trabajo del motor sin la necesidad de sistemas de sobrealimentación”.



Figura 21 Válvula VVT
Fuente: (Castro, 2012)

2.8. Sistema de control de emisión de gases en la Toyota HILUX

2.8.1. Catalizadores y sonda Lambda

(Coello, 2005) menciona que “En un catalizador, las sustancias para tratar los gases de escape son tres el paladio (Pd), el platino (Pt) y el rodio (Rh). Las sustancias contaminantes, mediante un proceso de oxidación o de reducción y en presencia del catalizador correspondiente, se transforman en sustancias inocuas, como se detalla”:

- Hidrocarburos sin quemar (HC): se oxidan en presencia del paladio para formar CO_2 y H_2O . Es necesario que el motor trabaje con exceso de oxígeno o mezclas pobres.

- Monóxido de carbono (CO): se oxida en presencia de platino para formar CO_2 . Al ser un proceso de oxidación, también es necesario que el motor funcione con la mezcla pobre.
- Óxido de nitrógeno (NO_x): se reducen en presencia de rodio, separando el nitrógeno y oxígeno. El nitrógeno forma el N_2 y el oxígeno se recombina con el carbono dando CO_2 .

Los convertidores catalíticos de automoción se diferencian según el número de vías, entendiendo que cada vía es una sustancia contaminante a tratar. La sonda lambda es capaz de detectar la proporción de oxígeno a partir de 300 grados centígrados, pudiendo llegar a alcanzar 900 grados centígrados. Cuando alcanza su temperatura de funcionamiento, la capa de óxido de circonio permite el paso de oxígeno por su interior.

En la parte más interna de esta capa se sitúa un electrodo de platino, considerando negativo, que está en contacto con el aire ambiental, considerando negativo, que está en contacto con el aire ambiental, que sirva de referencia. En la parte externa se encuentra un electrodo de platino, considerado positivo, que está en contacto con los gases de escape. Si la mezcla es rica, los gases de escape que entran en contacto con el electrodo negativo contienen una escasa proporción de oxígeno. El electrodo positivo, al estar en contacto con el aire ambiental, contiene una mayor proporción.

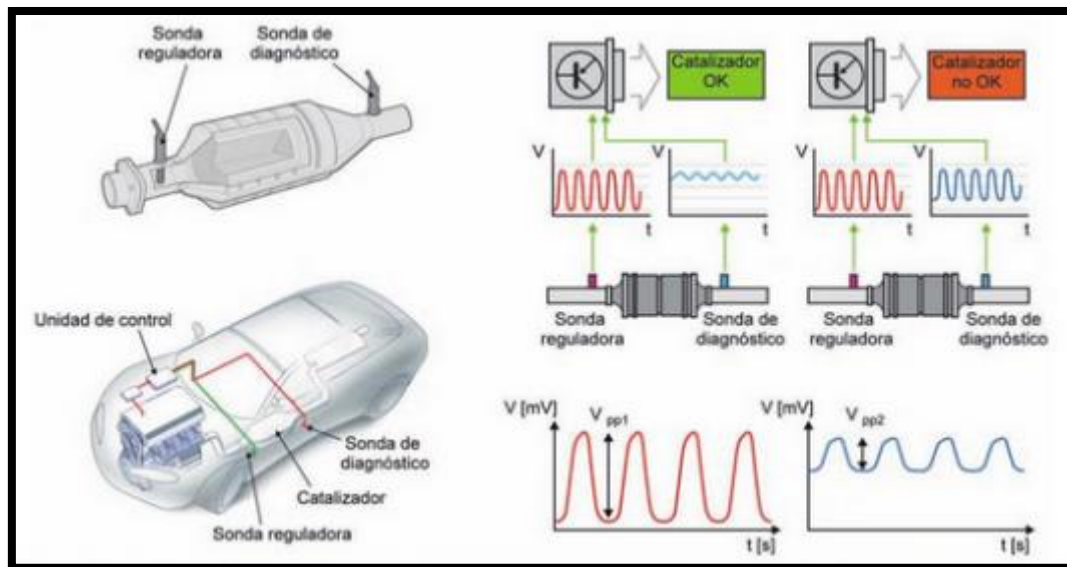


Figura 22 Monitoreo de gases de escape
Fuente (Gonzales C, 2012)

2.9. Emisiones vehiculares

Alonso, J. (2003) dice que el “El proceso de combustión no se realiza de una manera completa prácticamente en ninguna de las condiciones de funcionamiento del motor. Fundamentalmente la mezcla comprimida en la cámara de combustión, formada por aire (oxígeno y nitrógeno) y combustible (carbono e hidrogeno se transforma, por efecto de esta última, cuando la combustión es completa, en vapor de agua , bióxido de carbono y nitrógeno, ninguno de los cuales es nocivo pero como consecuencia de las ´combustiones incompletas, en los gases de escape emitidos al exterior por un motor, se encuentran además de los citados, pequeñas porciones de otros productos (aproximadamente el 1%), como el monóxido de carbono CO, los óxidos de nitrógeno NOx, hidrocarburos HC y plomo Pb, los cuales, por resultar perjudiciales para la salud, cuando se encuentran en concentraciones elevadas, son considerados contaminantes y deben ser reducidos o transformados en otros productos”.(p.12)

2.9.1. Diagnóstico de los gases de escape

(Orozco C, 2006) menciona que “Las comprobaciones que se pueden hacer es la medida del porcentaje en volumen de monóxido de carbono (% vol CO) al régimen de ralentí. Esta verificación fue de las primeras que empezaron a realizarse y ha sido muy utilizada en vehículos con alimentación por carburador y en los primeros modelos de inyección ello se emplea un analizador específico que consta de una sonda que se introduce a la salida del tubo de escape y la medida de CO se visualiza en la pantalla del analizador. El motor tiene que pasar a la temperatura de servicio, al régimen de ralentí especificado por el fabricante y no debe funcionar otros elementos como el electro ventilador o el compresor de aire acondicionado, la lectura del % de CO debe encontrarse dentro de los límites especificados por el fabricante y legales. Si la puesta a punto del motor es correcta, así como su mantenimiento, especialmente de los filtros de corrección del CO se hace ajustando el tornillo de riqueza de la marcha de ralentí.”



Figura 23 Medición y diagnóstico de los gases de escape

En los vehículos con catalizador, puede evidenciarse la eficacia de este dispositivo utilizando un analizador de gases múltiples, para proceder a su verificación hay que asegurar que el motor no presente ningún fallo, que su puesta a punto sea la adecuada y que la sonda lambda, se encuentre a su temperatura de funcionamiento y puede utilizarse un polímero o un osciloscopio.

En una sonda lambda convencional o de salto, si se utiliza un voltímetro, deberá observarse que la tensión varíe continuamente entre 0,1 y 0,9 V, lo que indica que la unidad de control está constantemente enriqueciendo y empobreciendo la mezcla. La tensión debe aumentar transitoriamente al acelerar el motor, alcanzando unos 0,9V ya que la mezcla enriquece. Por el contrario al decelerar, durante un breve periodo la mezcla se empobrece y el valor de tensión debe llegar a unos 0,1 V. en caso de no variar la tensión, puede ser debido a un fallo en la sonda lambda o en la unidad de control. Con el empleo del osciloscopio se puede hacer una comprobación más precisa de la sonda lambda. Si la onda esta envejecida o presenta daños, la señal emitida será diferente a la correcta pudiéndose dar dos casos:

Señal débil: la amplitud de la señal de la sonda lambda dañada es inferior a la de una sonda nueva, la unidad de control no puede conocer la proporción de mezcla con la que está trabajando el motor. Normalmente, el sistema de gestión entra en un modo de emergencia, enriqueciendo la mezcla para asegurar un rendimiento mínimo del motor y evitar un excesivo calentamiento. Señal lenta: la señal de una sonda lambda defectuosa suele tener un periodo mayor, aumentando el tiempo de respuesta. Esto también hace que la unidad de control no ajuste la proporción de la mezcla correctamente.

2.9.2. Componentes de los gases de escape.

El aire se compone por dos gases: Nitrógeno (N_2) y Oxígeno (O_2). En un volumen determinado de aire se encuentra una proporción del 78% (N_2), 21% (O_2), y 1% de otros gases. El nitrógeno durante la combustión, al principio no se combina con nada y sale sin modificación alguna, excepto en pequeñas cantidades, para formar óxidos de nitrógeno (NO_x). El oxígeno es el elemento primordial para producir la combustión de la mezcla aire/combustible. En los motores de combustión interna siempre se tendrán estas sustancias como son el: monóxido de carbono, óxido nítrico, partículas de hollín o hidrocarburos en los gases de escape, siendo representados como una fracción muy pequeña del total de los gases de escape.

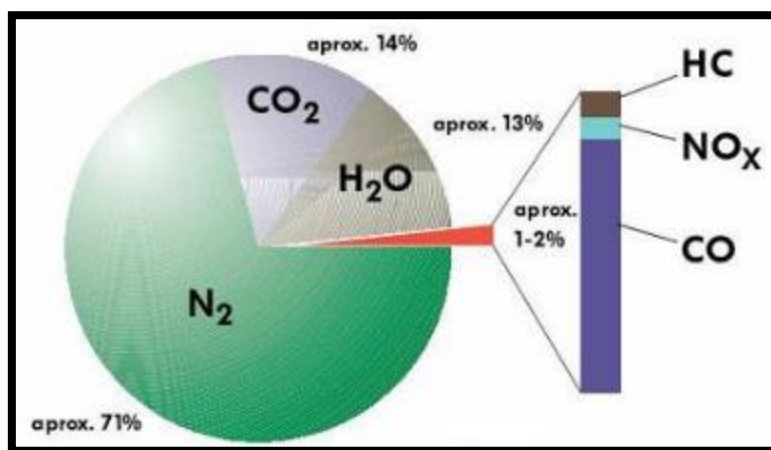


Figura. 24 Componentes de los gases de escape en motores gasolina

Fuente (Gonzales C, 2012)

2.9.3. Características de los gases de escape

Los motores de combustión interna producen emisiones de gases cuyas composiciones son tóxicas o no tóxicas, mismas que afectan a la salud y al medio ambiente, debido a esto se hablarán de sus características y efectos principales, en la tabla 8.

Tabla 8
Características de los gases de escape

GASES	CARACTERÍSTICAS	PROBLEMAS
Oxígeno (O₂)	Es un gas incoloro, inodoro e insípido Es imprescindible para el proceso de combustión, con una mezcla ideal de consumo de combustible debería ser total, pero en el caso de la combustión incompleta, el oxígeno restante es expulsado por el sistema de escape.	
Dióxido de carbono (CO₂)	Se produce al ser quemados los combustibles que contienen carbono (como el gasoil, gasolina) Es un gas incoloro, no combustible	A pesar de ser un gas no tóxico, reduce el estrato de la atmósfera terrestre que suele servir de protección contra la penetración de los rayos UV (la tierra se calienta) Produce alteraciones climatológicas ("efecto invernadero")
Monóxido de carbono (CO)	Se produce con motivo de la combustión incompleta de	

CONTINÚA →

	combustibles que contienen carbono así también cuando hay poco oxígeno para la combustión. Es un gas incoloro, inoloro, explosivo y altamente tóxico.	
Hidrocarburo (HC)	Son restos no quemados del combustible, que surgen en los gases de escape después de una combustión incompleta. La mala combustión puede ser debido a la falta de oxígeno durante la combustión (mezcla rica) o también por una baja velocidad de inflamación (mezcla pobre)	Algunos hidrocarburos irritan los órganos sensoriales, mientras que otros son cancerígenos como el benceno. Participan en la formación de smog fotoquímico
Nitrógeno (N₂)	Es un gas no combustible, incoloro e inodoro. La mayor parte del nitrógeno aspirado vuelve a salir puro en gases de escape; solo en una pequeña parte se combina con el oxígeno O ₂	
Agua (H₂O)	Es aspirada en parte por el motor (humedad del aire) o se produce con motivo de la combustión "fría" (fase de calentamiento del motor). Se lo puede visualizar sobre todo en los días más fríos, como un humo blanco que sale por el escape, o en el caso de condensarse a lo largo del turbo, se produce un goteo.	
Óxidos nítricos (NO_x)	Los óxidos de nitrógeno se producen al existir una alta presión, alta temperatura y exceso de oxígeno durante la combustión del motor. El óxido de nitrógeno (NO) es un gas tóxico, inodoro e incoloro pero no inflamable. Es un gas altamente tóxico de color pardo rojizo, y de olor muy penetrante	Provoca una fuerte irritación de los órganos respiratorios. Al igual que el óxido de nitrógeno se combina con el vapor de agua dando lugar a la lluvia acida

Fuente (Gonzales C, 2012)

(Astudillo , 2010) Explica las causas, efectos y soluciones de los gases contaminantes del motor gasolina.

Tabla 9
Efecto de los gases de escape

CONTAMINANTE	CAUSAS	EFFECTOS	SOLUCION
CO Monóxido de carbono	Combustión Incompleta	Enfermedades cardiacas	Mejor control de inyección Catalizador de tres vías
NO_x Óxidos de nitrógeno	Exceso de oxígeno Alta temperatura de combustión	Irritación de los ojos Afecta al sistema respiratorio Mayor riesgos de infecciones	Mejor control de inyección Catalizador de tres vías EGR con mezcla pobre

HC Hidrocarburos no quemados	Combustión incompleta	Afecta al sistema respiratorio	Mejor inyección Catalizador de tres vías	control
CO2 Dióxido de carbono	Residuos de combustión Proporcional consumo	de al	Efecto invernadero	Reducir el consumo

Fuente (Gonzales C, 2012)

2.10. La reacción de combustión y sus productos

La reacción de combustión completa ideal entre un combustible, como hidrocarburo (HC), y un comburente, como el oxígeno (O), tiene como únicos productos dióxido de carbono (CO₂) y agua (H₂O).



Ecuación 1 Combustión ideal

En el proceso de combustión real, el oxígeno es tomado del aire atmosférico, que contiene otros gases como el nitrógeno o vapor de agua. El combustible además, puede contener otros elementos aparte del hidrogeno y del carbón o, como el azufre. Por otro lado, la reacción no se produce de forma completa. Debido a esto, tras la combustión se generan diversas sustancias contaminantes.

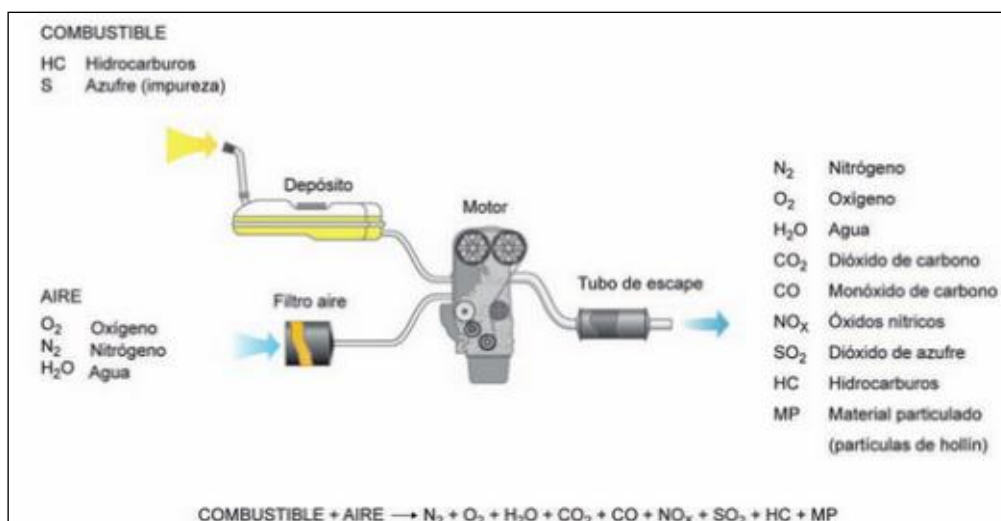


Figura 25 Reacción de combustión real y posibles productos contaminantes
 Fuente (Gonzales C, 2012)

2.11. Analizador de gases

Santander, J (2005) “Detalla que un analizador de gases mide los contaminantes dañinos que emite el automóvil. Para detectar los gases del escape se coloca una sonda en el tubo de escape. La información del análisis de gases se utiliza para determinar el estado del motor. Se pueden encontrar dos tipos de analizadores de gases de escape: para dos, cuatro y cinco gases de escape”. (p.290).

2.12. Normativa vigente de emisiones

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 204 2002 con fecha 01 de Agosto del 2012 con Registro Oficial N° 673 de 30.9.2002 y en vigencia, la que hace referencia "Gestión Ambiental. Aire Vehículos Automotores. Límites Permitidos De Emisiones Producidas Por Fuentes Móviles Terrestres De Gasolina". Esta norma establece los límites permitidos de emisiones contaminantes producidas por fuentes móviles terrestres (vehículos automotores) de gasolina.

Tabla 10

Límites máximos de emisiones permitidos para fuentes móviles con motor a gasolina. Marcha mínima o ralentí (prueba estática)

Año Modelo	%CO ¹		ppm HC ²	
	0-1500 ³	1500-3000	0-1500	1500-3000
2000 y posteriores	1.0	1.0	200	200
1990-1999	3.5	4.5	650	750
menor a 1989	5.5	6.5	1000	1200
^Volumen				
¹ Altitud, metros sobre el nivel del mar				

Fuente (Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, 2 204: 2002)

CAPÍTULO III

PROTOCOLO DE PRUEBAS

Este capítulo se describen los equipos de medición y diagnóstico automotriz que se emplearon en la investigación, sus características y principios de funcionamiento:

- Escáner automotriz
- Pinza amperimétrica
- Analizador de gases
- Osciloscopio

El procedimiento de medición se basa en la norma NTE 2 204:2002 establecida por el INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION.

Adicionalmente se desarrolló una base de datos con información detallada, para un análisis, comparación y relación entre datos.

3.1.Equipos

Los equipos que se emplearon para realizar la medición de gases de escape, captura de PIDS del motor, captura de señal de inyección y consumo de corriente del inyector, en modo ralentí y cruce son los siguientes.

3.1.1.Analizador de gases de escape

Es un equipo de medición diseñado para la prueba rápida y exacta de encendido por chispa, los motores a gasolina a través de la toma de muestras de los cuatro gases presentes en el escape del motor son: Monóxido de Carbono (CO). Hidrocarburos (HC). Dióxido de Carbono (CO₂) y oxígeno (O₂).

Este equipo es ideal para el control de la eficiencia de la combustión y los niveles de emisión. Mediante su software, permite tener un diagnóstico y evaluación de la prueba ejecutada para determinar si fue aprobada o rechazada, de acuerdo a la calibración con los estándares de la norma NTE INEN 2 204:2002



Figura 26 Analizador de gases CARTEK

Tabla 11 Especificaciones técnicas del analizador de gases CARTEK

Función	Configuración básica de análisis de gases de escape
Sistema operativo (CPU)	Windows XP
Software	CARTEK
Pantalla	17"
Kit opcional	Medidor de RPM y temperatura
Requerimientos eléctricos	110 voltios/ 60 Hz
Aceptado bajo normas	Clase- OMIL (R99) 0 ISO / FDIS 3920:2000 (E) DRIR (Francia) TNO (Países Bajos) TUV7 PTB (Alemania)

Fuente: (Representaciones, 2015)

Procedimiento:

- Conectar el regulador de voltaje a la fuente de alimentación de 110v, para evitar variaciones de voltaje, cuando el equipo este en operación.

- Abrir el software CARTEK GAS ANALIZADOR.
- Ingresar el nombre del usuario y contraseña correcto para que el banco de prueba se habilite.
- Encender el vehículo para alcanzar la temperatura ambiente.
- Conectar el módulo de revoluciones “RPM” en el terminal positivo y negativo de la batería.
- Esperar que el banco de pruebas se caliente



Figura 27 Pantalla de inicio del analizador de gases

- Seleccionar la opción “TEST” que se encuentra en la página principal del software.
- Ingresar los datos del propietario y del vehículo de acuerdo a la matrícula.

Prueba de Gases

Mediciones

Registrar el Vehículo

Preinspección del Vehículo

Autocero

Residual

RPM y Temperatura

Prueba de Gases

Grabación e Impresión de Resultados

Información del Vehículo

Placa: Número de motor:

Marca: Número de Chasis:

Línea: Combustible:

Modelo: Cilindraje:

Servicio: Kilometraje:

Clase: Número Cilindros:

Información del Propietario

Identificación: Ciudad:

Tipo de identificación: Teléfono:

Nombre:

Apellidos:

Dirección:

Contacto:

Correo Electrónico:

Figura 28 Registro de datos del vehículo

- Después de una inspección previa del filtro de combustible, aire y del tubo de evacuación de gases de escape, seleccionar el ítem verificado.

Prueba de Gases

Mediciones

Registrar el Vehículo

Preinspección del Vehículo

Autocero

Residual

RPM y Temperatura

Prueba de Gases

Grabación e Impresión de Resultados

Revise los siguientes aspectos del vehículo antes de continuar con la inspección:

Verificar el filtro de retención de Humedad

Verificar la sonda de muestra

Verificar que el cambio es en neutro o parque

Verificar el nivel de aceite del motor

Verificar el nivel de combustible

Verificar el sistema de encendido

Verificar el sistema de admisión y filtro de aire

Verificar el filtro de gasolina

Verificado

El operador debe seguir las siguientes instrucciones, de acuerdo a las normas correspondientes. La prueba será rechazada:

- Fugas en el tubo de escape
- Fugas en el tubo de admisión
- Ausencia o mal estado del tapón de combustible
- Ausencia o mal estado del tapón de aceite
- Soldados adicionales a las del diseño

Figura 29 Prueba de gases del analizador

- El banco de pruebas entra en un modo de “auto cero”, calibración automática previa la prueba de gases.

- Colocar la sonda receptora de gases en el tubo de escape del vehículo.
- Realizar las pruebas en modo ralentí y crucero manteniendo el rango de rpm del motor, requerido por el banco.

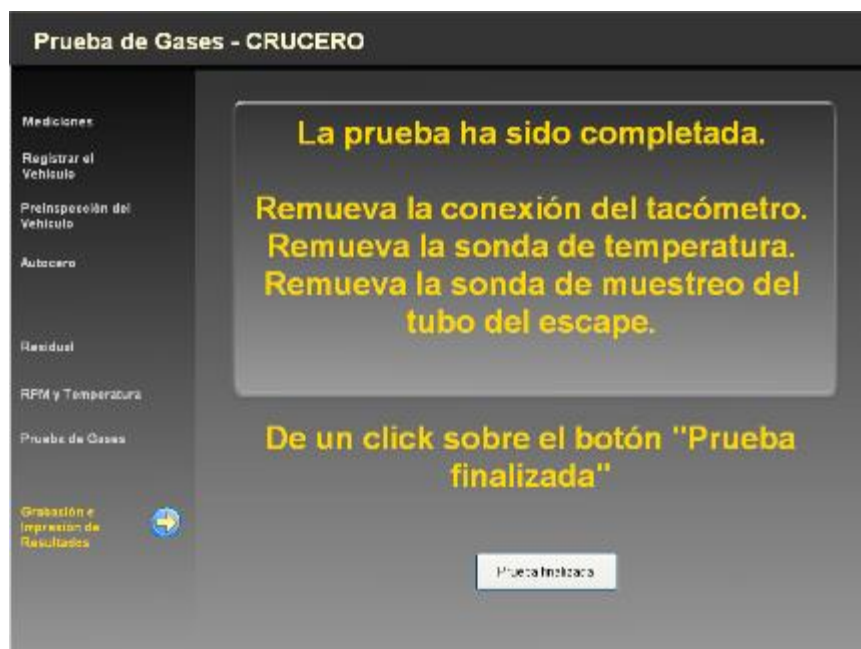


Figura 30 Cuadro de finalización de las pruebas

- Al terminar las pruebas en ralentí y crucero se genera un documento con los valores obtenidos, a la vez comprara con los máximos establecidos en la norma INEN y califica como APROBADA o RECHAZADA.

ESPE LATACUNGA Tel 0000000		Email:																											
DATOS DEL CLIENTE NOMBRE: STALIN APELLIDO: QUIMBITA IDENTIFICACION: DISPOSITIVO: COD001		DATOS DEL VEHICULO PLACA: XBB1279 MODELO: 2013 MARCA: TOYOTA LINEA: HILUX MOTOR: COMBUSTIBLE: GASOLINA VIN: MR0EX12G7D205																											
DATOS DE LA PRUEBA																													
RALENTI		CRUCERO																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>RESULTADOS</th> <th>NORMA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>HC: 148.00</td> <td>HC LIMITE: 200.00 ppm</td> </tr> <tr> <td>CO: 0.50</td> <td>CO LIMITE: 1.00 %</td> </tr> <tr> <td>CO2: 13.46</td> <td>CO2 MINIMO: 7.00 %</td> </tr> <tr> <td>O2: 1.01</td> <td>O2 MAXIMO: 5.00 %</td> </tr> <tr> <td>RPM: 664</td> <td>RPM MIN: 500 rpm</td> </tr> <tr> <td>TEMP: 0</td> <td>TEMP MIN: 0.00 °</td> </tr> </tbody> </table>	RESULTADOS	NORMA	HC: 148.00	HC LIMITE: 200.00 ppm	CO: 0.50	CO LIMITE: 1.00 %	CO2: 13.46	CO2 MINIMO: 7.00 %	O2: 1.01	O2 MAXIMO: 5.00 %	RPM: 664	RPM MIN: 500 rpm	TEMP: 0	TEMP MIN: 0.00 °	<table border="1"> <thead> <tr> <th>RESULTADOS</th> <th>NORMA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>HC: 81.00</td> <td>HC LIMITE: 200.00 ppm</td> </tr> <tr> <td>CO: 0.57</td> <td>CO LIMITE: 1.00 %</td> </tr> <tr> <td>CO2: 13.62</td> <td>CO2 MINIMO: 7.00 %</td> </tr> <tr> <td>O2: 0.64</td> <td>O2 MAXIMO: 5.00 %</td> </tr> <tr> <td>RPM: 2,314</td> <td>RPM MIN: 2,000 rpm</td> </tr> <tr> <td>TEMP: 0</td> <td>TEMP MIN: 0.00 °</td> </tr> </tbody> </table>	RESULTADOS	NORMA	HC: 81.00	HC LIMITE: 200.00 ppm	CO: 0.57	CO LIMITE: 1.00 %	CO2: 13.62	CO2 MINIMO: 7.00 %	O2: 0.64	O2 MAXIMO: 5.00 %	RPM: 2,314	RPM MIN: 2,000 rpm	TEMP: 0	TEMP MIN: 0.00 °
RESULTADOS	NORMA																												
HC: 148.00	HC LIMITE: 200.00 ppm																												
CO: 0.50	CO LIMITE: 1.00 %																												
CO2: 13.46	CO2 MINIMO: 7.00 %																												
O2: 1.01	O2 MAXIMO: 5.00 %																												
RPM: 664	RPM MIN: 500 rpm																												
TEMP: 0	TEMP MIN: 0.00 °																												
RESULTADOS	NORMA																												
HC: 81.00	HC LIMITE: 200.00 ppm																												
CO: 0.57	CO LIMITE: 1.00 %																												
CO2: 13.62	CO2 MINIMO: 7.00 %																												
O2: 0.64	O2 MAXIMO: 5.00 %																												
RPM: 2,314	RPM MIN: 2,000 rpm																												
TEMP: 0	TEMP MIN: 0.00 °																												
RESULTADO GENERAL:		APROBADA																											
OPERARIO RESPONSABLE: _____ GERMAN ERAZO																													

Figura 31 Valores de la prueba ejecutada

3.1.2.Osciloscopio OWON PDS5022T

El osciloscopio, figura 32, es un dispositivo de comprobación gráfica que indica mediante señales eléctricas variables en el tiempo. Está formado por un plano cartesiano que consta de dos ejes, en el eje vertical Y se indica el voltaje, mientras que el eje horizontal X representa el tiempo. Los osciloscopios digitales utilizan previamente un convertor analógico-digital para almacenar la señal de entrada, reconstruyendo posteriormente esta información en la pantalla.

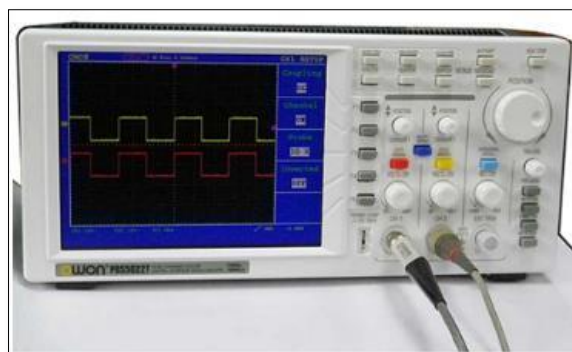


Figura 32 Osciloscopio OWON

El osciloscopio OWON trabaja mediante almacenamiento portátil digital y multímetro digital, para aplicaciones electrónicas tales como las pruebas de circuito, aplicaciones de ingeniería, aplicaciones eléctricas entre otras. Este modelo tiene un puerto USB para la conexión a un PC e incluye software compatible con Microsoft Windows para la transmisión de datos y operación remota.

Tabla 12
Especificaciones técnicas del Osciloscopio OWON PDS5022T

Categoría	Especificación
Monitor	8 "color TFT-LCD
Ancho de banda	25 MHz
Canales	Dos + externo
Tasa máxima de muestreo en tiempo real	100 MS / s
La longitud de registro	5 principales objetivos de ejecución por canal
Fuente de alimentación	100 a 240 V CA, 50 / 60Hz, CAT II o una batería de iones de litio recargable
Dimensiones (H x W x D)	157 x 350 x 103 mm
Peso	1,7 kg

Fuente: <http://www.owon.com.hk/>

Procedimiento:

- Establecer un punto adecuado y seguro de trabajo en el vehículo, para poder obtener las ondas de funcionamiento y consumo de corriente del inyector.
- Conectar el osciloscopio a una fuente de alimentación de 110 V.
- Pulsar el botón de encendido que se encuentra en la parte superior del equipo, pulsar cualquier botón para iniciar.

- Conectar las dos puntas del osciloscopio, en el canal 1 se muestra la curva de funcionamiento del inyector, en el canal 2 se grafica la curva de consumo de corriente, que se obtiene mediante la pinza amperimétrica.
- Conectar la punta digital del canal 1 a tierra mediante una pinza de lagarto.
- Ajustar las ondas para su posterior análisis, variando el tiempo y voltaje del osciloscopio.
- Ajustar el punto de disparo (trigger), para estabilizar la posición de la onda.
- Para el posterior análisis de las ondas en las diferentes condiciones de falla, el osciloscopio debe estar conectado a un PC con el software y el driver “OWON Osciloscopio 2.0.8.26”, como se indica en la figura 33, de esta forma se almacenará cada una de las ondas para su análisis.

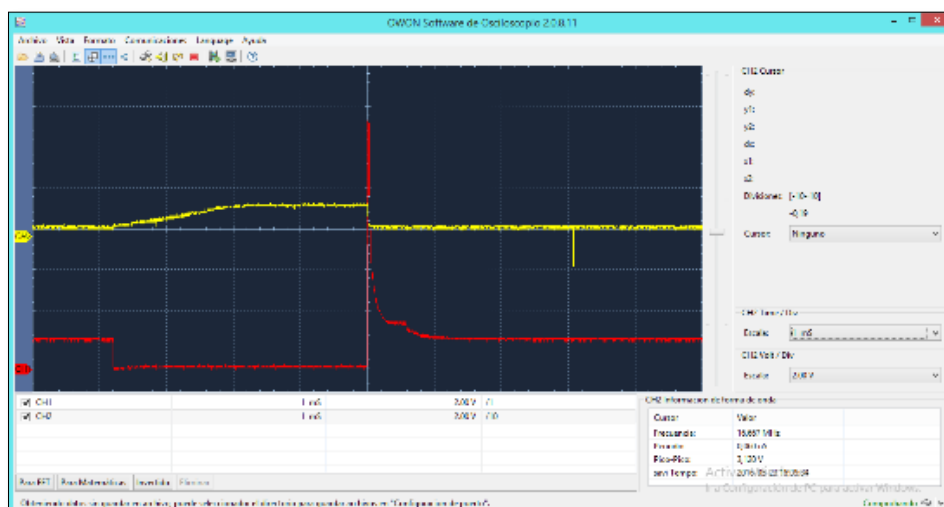


Figura 33 Oscilograma obtenido el software OWON Osciloscopio 2.0.8.26

3.1.3.Scanner automotriz GScan 2

El G-SCAN 2 es equipo original para Hyundai y KIA. Son dispositivos electrónicos que controlan el funcionamiento del automóvil, se encargan de controlar la inyección, las revoluciones, el tiempo de apertura de los inyectores,

monitorean los sensores del automóvil y envían señales a unos actuadores para que se lleve a cabo la operación correcta.



Figura 34 Osciloscopio G SCAN 2

Cada fabricante incluye un puerto de comunicación, para la ECU del automóvil, cada fabricante es específico e incluye un puerto diferente, mediante este puerto es posible percibir el funcionamiento del motor. Actualmente es considerado el mejor equipo del mercado mundial para vehículos de COREA y JAPÓN. Desarrollado por Git Technologies.

Todo scanner certificado para OBD II debe:

- Leer los PIDS del motor en tiempo real.
- Determinar automáticamente el protocolo de comunicación utilizado en el vehículo para acceder al sistema.
- Adquirir y permitir la visualización del estado y resultado de las diferentes pruebas del sistema OBD II.
- Los códigos de falla (DTC) relacionados con el control de emisiones.
- Flujo de datos relacionados con las emisiones.
- Cuadro de datos congelado.
- Visualizar los parámetros para realizar una prueba en particular.

Tabla 13
Especificaciones técnicas del Scanner GScan 2

Categoría		Especificaciones
CPU	Triple CPU	Tarjeta de control principal Arm11 @ 400mHz
		Tarjeta de comunicación Arm9 @ 266mHz
		Tarjeta de medida (opcional) Arm9 @ 266mHz
División de voltaje	Modo 2 canales	$\pm 400\text{mV}$, $\pm 800\text{mV}$, $\pm 2\text{V}$, $\pm 4\text{V}$, $\pm 8\text{V}$, $\pm 20\text{V}$, $\pm 40\text{V}$, $\pm 80\text{V}$, $\pm 200\text{V}$, $\pm 400\text{V}$
División de tiempo	Modo 2 canales	100 μs , 200 μs , 500 μs , 1ms, 2ms, 5ms, 10ms, 20ms, 50ms, 100ms, 200ms, 500ms, 1s, 2s, 5s
Potencia de entrada		100 ~ 240V AC
Frecuencia		50 / 60 Hz

Fuente: <http://g-scan.gitauto.com/>

Procedimiento:

- Buscar la ubicación del conector OBD del vehículo.
- Colocar el switch de encendido en la posición de ON, de manera que los focos del tablero queden encendidos.
- Conectar el escáner al puerto OBD del vehículo a través del cable OBD II
- Encender el escáner, mediante el botón de encendido.
- Una vez que se encuentre en el pantalla principal escoger el menú Diagnóstico a bordo de Segunda Generación OBD II.
- Con la llave de encendido en la posición ON se lee el número de códigos DTC que se encuentran almacenados en la memoria de la ECU del vehículo.

- En la pantalla de la, figura 35, seleccionar la marca del vehículo, en este caso se selecciona TOYOTA.



Figura 35 Pantalla de selección de la marca del vehículo

- En la pantalla de la, figura 36, seleccionar que el tipo de conector para este vehículo se utilizó el conector de 16 pines.

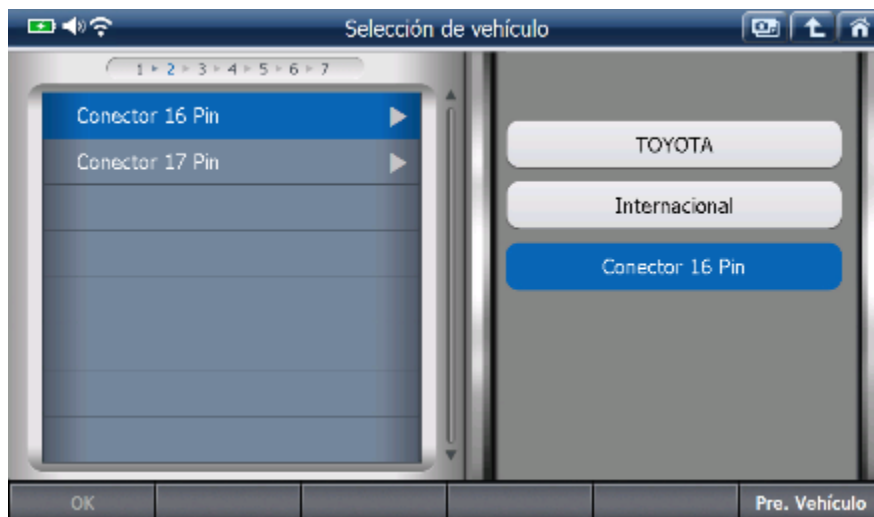


Figura 36 Pantalla de selección del tipo de conector

- Análisis de DTC del vehículo

Code	Description(1/4)	State
P0010	Camshaft Position 'A' - Actuator Circuit(Bank 1)	
P0118	Engine Coolant Temperature Circuit High Input	
P0010	Camshaft Position 'A' - Actuator Circuit(Bank 1)	Historia
P0118	Engine Coolant Temperature Circuit High Input	Historia

Figura 37 Análisis de códigos de falla DTC's

•Para poder leer los PIDS del motor en tiempo real, pasar la llave a la posición STAR.

•En la figura 38 se selecciona los PIDS que se desea registrar para su posterior análisis

Nombre de artículo(1/12)	Valor	Unidad
Temperatura del refrigerante del motor	85	°C
RPM del motor	655	rpm
Tiempo encendido (# 1)	7.5	'
Temperatura del aire admisión	23	°C
Cantidad aire admisión	2.40	gm/s
N° 1 sensor apertura Acelerador	15.7	%
O2 sensor voltaje B1S1	0.445	V
Presión Atmosférica	101	kPa
Acelerador Sensor Apertura N° 1	16.1	%
Salida Acelerador del motor	15.7	%

Figura 38 PID del motor a registrar para la investigación.

3.1.4. Pinza amperimétrica OTC

OTC AMP fue diseñado para permitir mediciones de corriente exactas utilizando mordazas de sujeción. La pinza es muy adecuado para las pruebas de arranque / circuitos de carga, y proporciona un fácil acceso a la corriente, el voltaje y otras mediciones clave de dicho sector, todo en una herramienta fácil de usar.



Figura 39 Pinza Amperimétrica OTC

Procedimiento:

- Colocar la pinza amperimétrica en el cable de señal del inyector.
- Encender la pinza amperimétrica y seleccionar la escala DC.
- Oprimir el botón auto cero para iniciar la toma de datos.
- Conectar al canal 2 del osciloscopio para analizar la onda de consumo de corriente del inyector, figura 40.

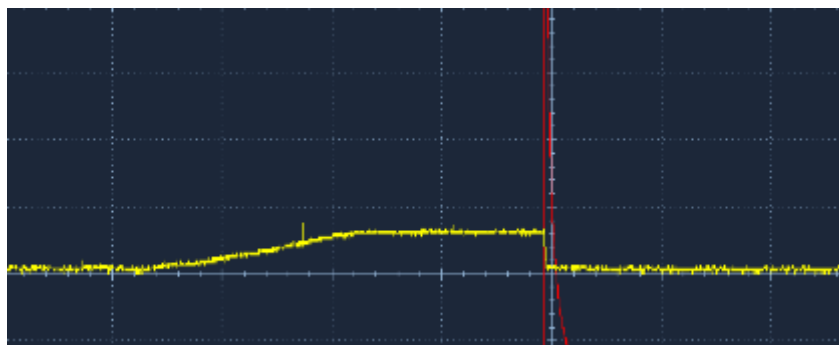


Figura 40 Onda de consumo de corriente del inyector

3.2. Tabla de parámetros recopilados

La tabla 14 indica el formato que se utilizó para recopilar y analizar los datos que se obtuvieron de las pruebas. Los datos que se muestran corresponden a los resultados de analizador de gases, PIDS y curvas de osciloscopio.

Tabla 14

Parámetros de tabulación de datos obtenidos en las pruebas

OSCILOGRAMA	CONDICIÓN DE PRUEBA	CONDICIÓN DE FALLA	RALENTÍ / CRUCERO						
			HC	CO	CO2	O2	RPM	ANCHO DE PULSO DE INYECCIÓN	ADELANTO AL ENCENDIDO
CURVA DE VOLTAJE Y CORRIENTE DEL INYECTOR	PRUEBAS EN CALIENTE / FRÍO	SIN FALLA							
		APP ALTO							
		APP BAJO							
		ECT ALTO							
		ECT BAJO							
		IAT ALTO							
		IAT BAJO							
		KNOCK ALTO							
		KNOCK BAJO							
		MAF ALTO							
		MAF BAJO							
		CMP							
		EGO							
		VVT							

		COMBINACIONES							CONTINÚA →
CURVA DE VOLTAJE Y CORRIENTE DEL INYECTOR	PRUEBAS EN CALIENTE / FRIO	INY. + BOB. ENC. MISMO CILINDRO							
		INY. + BOB. ENC. DIFERENTE CILINDRO							
		INYECTOR + VVT							
		VVT + APP ALTO							
		VVT + APP BAJO							
		VVT + MAF ALTO							
		VVT + MAF BAJO							
		VVT + ECT ALTO							
		VVT + ECT BAJO							
		VVT + BOB. ENC.							
CURVA DE VOLTAJE DEL INYECTOR Y VVT	TEMPERATURA NORMAL DE FUNCIONAMIENTO	APP ALTO							
		APP BAJO							
		ECT ALTO							
		ECT BAJO							
		IAT ALTO							
		IAT BAJO							
		MAF ALTO							
		MAF BAJO							
		CMP							

3.3. Inspección previa del vehículo por parte del operario.

3.3.1. Verificaciones sobre el vehículo

La norma NTE INEN 2202:2013 sugiere seguir los siguientes pasos:

- a) La palanca de cambios debe estar en posición neutro y el pedal del embrague debe estar libre.

b) Verificar que no existan obstáculos que impidan el avance libre del pedal del acelerador en todo su recorrido.

c) Las ruedas del vehículo deben estar bloqueadas o el vehículo debe estar inmovilizado.

d) El aire acondicionado del vehículo debe estar apagado.

e) Desactivar todos aquellos dispositivos instalados en el motor o en el vehículo que alteren las características normales de velocidad del motor, y que tengan como efecto la modificación de los resultados de la prueba de aceleración libre o que impidan su ejecución adecuada.

f) Verificar que se incrementa la velocidad del motor hasta tal punto en que sea posible comprobar que el gobernador limita la velocidad máxima del motor.

g) Verificar que no existan fugas en el tubo de escape, silenciador, tapa de llenado del tanque de combustible, tapa de llenado del aceite del motor y en las uniones al múltiple de escape o alguna salida adicional a las de diseño, que provoquen una dilución de los gases del escape o una fuga de los mismos.

3.3.2. Recomendaciones especiales para la instalación de la sonda.

Para medir los gases de escape se debe tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Verificar que la manguera de la sonda no presente ninguna fuga de gas.
- Antes de iniciar las pruebas la sonda debe someterse a una prueba de fuga de gases.

- Al momento de conducir la sonda al tubo de escape del vehículo verificar que no se encuentre doblada ni aplastada.
- La sonda debe ser instalada en el tubo de escape enfrentando la corriente y dirección de salida del flujo del humo, únicamente en el momento que el software lo solicita.
- Tener precaución de no golpear la sonda, ni doblar la sonda ya que se puede romper.

3.4. Condiciones ambientales para la prueba

Las condiciones ambientales y de altitud del lugar donde se va a realizar las mediciones son importantes tales que:

- La temperatura ambiente. Debe estar por encima de 2°C (36°F).
- No debe existir humedad visible, neblina o excesiva concentración de gases.
- Las condiciones ambientales deben ser favorables no debe existir lluvia ni excesivo polvo para evitar que la sonda se llene de agua o tierra.
- El lugar donde se efectúen las mediciones debe ser abierto para evitar la concentración de gases, y precautelar la salud del operario.
- Las pruebas no pueden realizarse en la noche debido que a esa hora el ambiente se encuentra contaminado, a consecuencia de las emisiones de los demás automotores.

3.5. Método de ensayo

Fundamento

- La norma NTE INEN 2 203, establece que el método de ensayo para determinar la concentración de las emisiones provenientes del sistema de escape de vehículos equipados con motor de encendido por chispa cuyo combustible es gasolina, en condiciones de marcha mínima o "ralentí".
- El principio de operación se basa en la absorción de luz infrarroja no dispersa de gases para la determinación de hidrocarburos, monóxido y dióxido de carbono.
- El oxígeno se mide utilizando una celda de combustible (fuel cell). Esto no excluye el uso de equipos con otro principio de operación, siempre y cuando sean homologados.
- Capacidad de auto calibración. Los equipos de medición deben tener incorporada la función propia de auto calibración, la cual se debe realizar automáticamente cada vez que el equipo es encendido, o manualmente cada vez que el usuario lo requiera.
- Los equipos de medición deben contar con un dispositivo de impresión directa de los resultados y de la identificación del vehículo automotor medido.
- Los equipos deben contar con un tacómetro para la medición de las revoluciones del motor.
- El equipo debe disponer de características de seguridad que garanticen la protección del operador.
- La calibración del equipo se debe realizar siguiendo estrictamente las especificaciones de frecuencia del fabricante del equipo. En caso que éstas no estén disponibles, la calibración se debe realizar, como máximo, cada tres meses.
- El equipo se debe calibrar luego de cada mantenimiento correctivo.

- La calibración anterior es independiente del auto calibración automática que realiza el equipo cada vez que es encendido.
- El gas de calibración debe cumplir con los requisitos establecidos en la norma ISO 6145, este gas debe contar con una certificación emitida por el fabricante.

3.6.Procedimiento de pruebas.

Para obtener los datos de la investigación se debe seguir el siguiente procedimiento:

3.6.1.Procedimiento previo.

- Realizar el mantenimiento preventivo del motor de acuerdo al kilometraje.
- Buscar el diagrama eléctrico, electrónico del motor el mismo debe contener información de conexión de sensores y actuadores del motor.
- Comprobar que coincidan los colores de cables del plano con los que hay en el motor.
- Verificar la ubicación de la ECU en el vehículo, figura 41, de acuerdo al plano eléctrico.

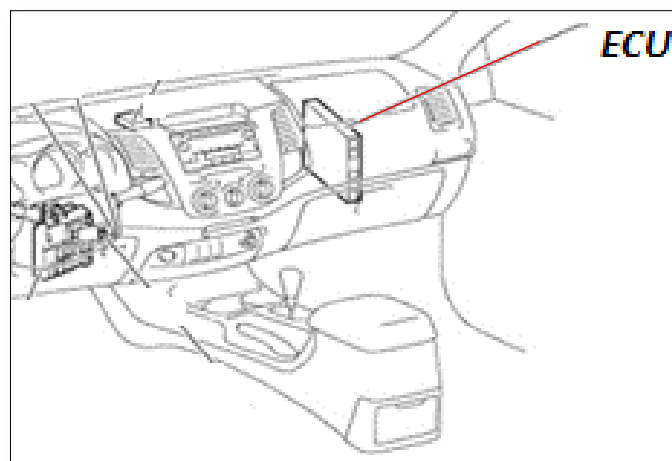


Figura 41 Ubicación de la ECU en el vehículo

Fuente: TOYOTA MOTOR CORPORATION, "Manual de Entrenamiento de Inyección Electrónica de Combustible"

- Comprobar la igualdad en la distribución de pines y sockets de conexión de la ECU, de acuerdo al, figura 42.

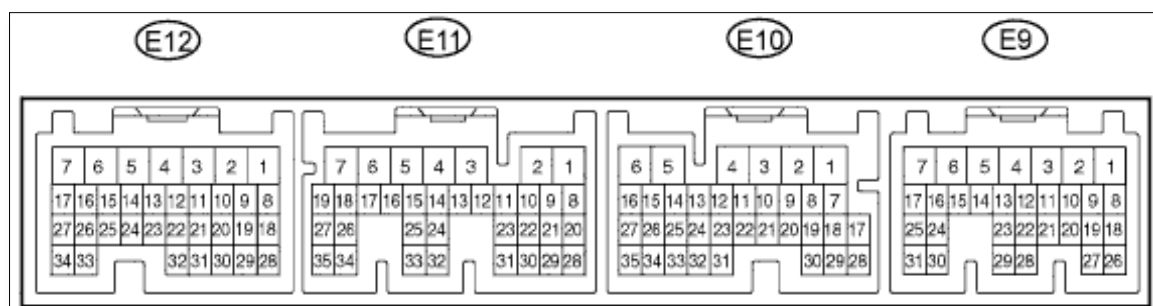


Figura 42 Distribución de pines de la ECU de la camioneta TOYOTA HILUX 4x2 gasolina

Fuente: TOYOTA MOTOR CORPORATION, "Manual de Entrenamiento de Inyección Electrónica de Combustible"

- Con la ayuda de un multímetro digital y a través del plano eléctrico verificar los puntos de voltaje y de masa correspondiente a cada uno de los sensores y actuadores.
- Obtener las curvas de funcionamiento de cada uno de los sensores y actuadores.

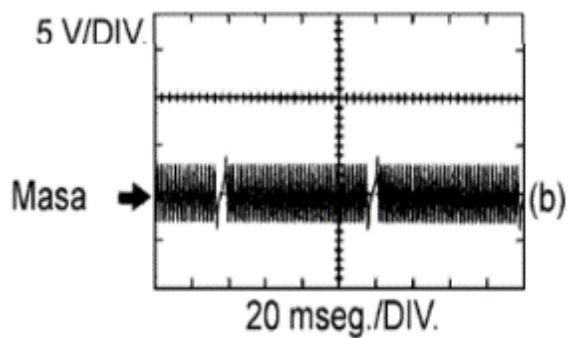


Figura 43 Curva de funcionamiento del sensor de posición del cigüeñal

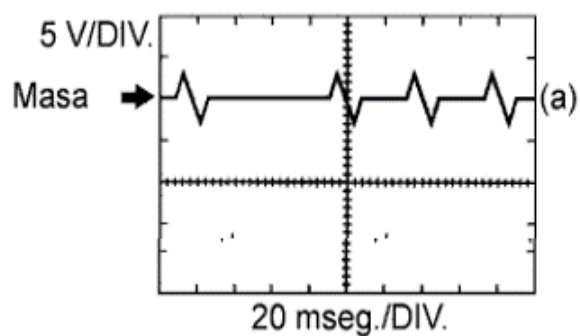


Figura 44 Curva de funcionamiento del sensor de posición del árbol de levas

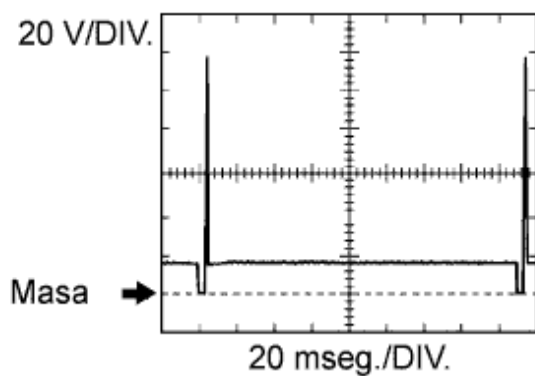


Figura 45 Curva de funcionamiento del inyector

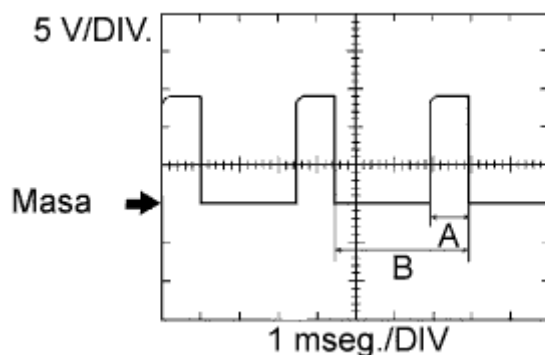


Figura 46 Curva de funcionamiento del sensor VVT

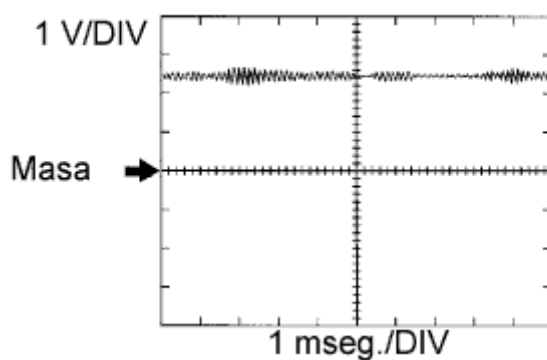


Figura 47 Curva de funcionamiento del sensor de golpeteo

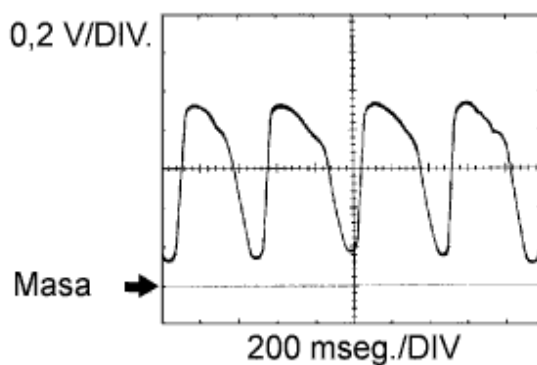


Figura 48 Curva de funcionamiento del sensor de oxígeno

3.6.2. Procedimiento para generar códigos de fallas en sensores.

Mediante un multímetro y el plano eléctrico del sistema de control electrónico del motor, identificar los cables de señal, alimentación y masa de cada uno de los sensores y actuadores para a través de la combinación entre estos generar códigos de falla altos y bajos.

a.Sensores de dos cables

- Código de falla alto (HIGH)

Desconectar el socket del sensor para que de esta manera el voltaje de referencia de (5V), pase directamente al de señal.

- Código de falla bajo (LOW)

Desconectar el socket del sensor y unir los dos terminales a través de un puente de esta manera el voltaje de referencia pasa directamente a tierra y la señal recibe 0 voltios.

b.Sensores de tres cables

- Código de falla alto (HIGH)

Unir el cable de 5 voltios con el de señal, de esta manera todo el voltaje de alimentación ingresa directamente al cable de señal.

- Código de falla bajo (LOW)

Desconectar el socket del sensor y unir el cable de tierra con el de señal, de esta manera la señal será de 0 voltios.

3.6.3. Ejecución

La persona encargada de la investigación deberá seguir el siguiente protocolo de normas de seguridad para llevar a cabo la recopilación de datos y pruebas.

- a) Revisar los niveles de cantidad de gasolina, fluido de refrigerante, aceite de motor.
- b) Ubicar el vehículo en un espacio abierto y sobre una superficie plana sin des nivel del suelo.
- c) Ubicar cada una de las herramientas de diagnóstico en un lugar que no interrumpa el paso, ni que tampoco tenga contacto con las partes móviles del vehículo.
- d) Para las pruebas que son en la condición caliente encender el vehículo para mantener la temperatura del motor en el rango (65 a 90 °C).
- e) Para las pruebas que se deben realizar en la condición frío, es recomendable desmontar el termostato del sistema de refrigeración para evitar el excesivo calentamiento del motor provocado por su funcionamiento.

Tabla 15
Rango de temperatura para las pruebas

Estado del motor	Rango de temperatura
Frío	35-65 °C
Caliente	65 a 90 °C

- f) Mediante un regulador de voltaje conectar el analizador de gases, osciloscopio a una fuente de alimentación de 110 V.
- g) Encender el motor del vehículo y dejarlo inmovilizado con el freno de mano, para evitar que exista movimiento durante las pruebas de ralentí y cruceo.
- h) Conectar la punta del canal 1 del osciloscopio al cable de señal del inyector para verificar la onda de funcionamiento, tener en cuenta que el cable de tierra de la punta lógica se encuentra conectada a un punto de masa (negativo) del vehículo.

- i) En el canal 2 del osciloscopio conectar la pinza amperimétrica, la misma que se encuentra anclada al cable de señal del inyector, de donde toma el dato de consumo de corriente.
- j) Calibrar el tiempo y el voltaje de cada una de las ondas para su posterior análisis.
- k) Ajustar el punto de disparo (trigger), para estabilizar la posición de la onda.
- l) Mediante conexión USB conectar el osciloscopio con el computador para almacenar las ondas.
- m) Verificar que los dispositivos que se encuentran instalados en el motor como el aire acondicionado se encuentre apagados, para evitar que se alteren las características normales de funcionamiento del motor.
- n) Con el analizador de gases encendido abrir el software CARTEK GAS A ANALIZADOR, seguir todos los pasos de registro y verificación.
- o) Instalar el modulo medidor de RPM en los terminales de la batería.
- p) Verificar que no exista fugas en el tubo de escape, catalizador, tapa de llenado de aceite del motor y uniones del múltiple de escape ya que estas podrían generar dilución de gases de escape.
- q) Crear el DTC alto o bajo de acuerdo a la guía de práctica.
- r) A través del escáner verificar la existencia del DTC
- s) Verificar que le banco de pruebas entre en modo auto encero y colocar la sonda en el tubo de escape, mantener las revoluciones en el rango solicitado, esperar 20 segundos para que la prueba ralenti finalice.

- t) Mantener las revoluciones del motor en el rango de 2000 a 2500 rpm durante 20 segundos hasta finalizar la prueba en modo crucero.
- u) Una vez finalizadas las pruebas el software indicará que las pruebas se realizaron exitosamente y pedirá que se registre un nombre para su posterior análisis.
- v) Capturar las ondas de consumo de corriente y funcionamiento del inyector.
- w) En la figura 36 se indica los PIDS que se desea almacenar, para su análisis.
- x) Los datos obtenidos serán comparados con los valores mínimos y máximos de emisiones permitidas por la norma NTE INEN 2 202:2002, después de la relación con los datos de la norma indicara si la prueba es RECHAZADA o APROBADA.
- y) Apagar el motor.
- z) Repetir todos estos pasos para las diferentes condiciones de falla.

3.6.4.Sugerencias

- Al momento de generar los códigos quitar la llave de la posición ON para evitar que exista daños por eléctricos.
- Al generar el código alto o bajo indistintamente, verificar siempre con el escáner para confirmarlo.
- Antes de generar los códigos de falla comparar con un multímetro que coincida con lo detallado en el plano eléctrico.

- Verificar la temperatura a la que se va a realizar la prueba de acuerdo a la tabla 15.
- Utilizar un solo tipo de combustible para realizar todas las pruebas.
- Después de cada prueba limpiar la sonda para evitar la acumulación de agua, esto podría generar alteraciones en los datos.
- Es importante el reemplazo de los filtros del analizador de gases, antes de iniciar las pruebas.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

A través del protocolo de pruebas establecido se analizó los datos recopilados en la investigación en el vehículo TOYOTA HILUX 2.7 cc gasolina.

4.1. Condición normal de funcionamiento

Las pruebas fueron realizadas en las siguientes condiciones:

- Condición normal de operación (sin fallas)

Esta prueba se realizó con el motor en óptimas condiciones es decir sin ninguna falla, mediante el uso del analizador de gases se midió los valores de HC, CO, CO₂ O₂; con el osciloscopio se obtuvo el tiempo de inyección, consumo de corriente; con el escáner se adquirió los PIDS del motor, esta prueba se la realizo con el motor caliente y frío, y sirven de referencia para contrastar con los resultados de las demás pruebas.

- DTC en sensores

Previa revisión del plano eléctrico, se creó fallas por desconexión en los sensores, en alto (HIGH) y en bajo (LOW), donde fue posible, para analizar su incidencia con las emisiones de gases, estas fallas se realizaron con el motor caliente y frío.

- DTC en actuadores

Posterior a la revisión del diagrama eléctrico del motor se generó fallas en los actuadores y midió los gases de escape para conocer cuál es su incidencia,

esta prueba se realizó con el motor tanto caliente como frío, y la señal de la corriente del inyector fue reemplazada por la forma de onda del voltaje de la válvula VVT.

- Fallas combinadas

Se combinó los DTCS altos y bajos de sensores con las fallas en actuadores, para conocer su incidencia en las emisiones de gases, esta prueba se la realizo con el motor caliente y frío. Es importante recordar que en cada en cada una de las pruebas el voltaje y la corriente de los inyectores se mantiene constante de acuerdo al voltaje del sistema, que es proporcionado por la batería y el alternador, habiendo mínimas variaciones en el orden de los milivoltios. El voltaje promedio de funcionamiento es de 13,71 voltios, la corriente promedio de funcionamiento es de 1,086 Amperios.

4.1.1. Pruebas a ralentí

El oscilograma de la, figura 49, muestra la curva de voltaje y corriente del primer inyector cuando el motor está caliente, funcionando sin DTC's y a velocidad de ralentí.

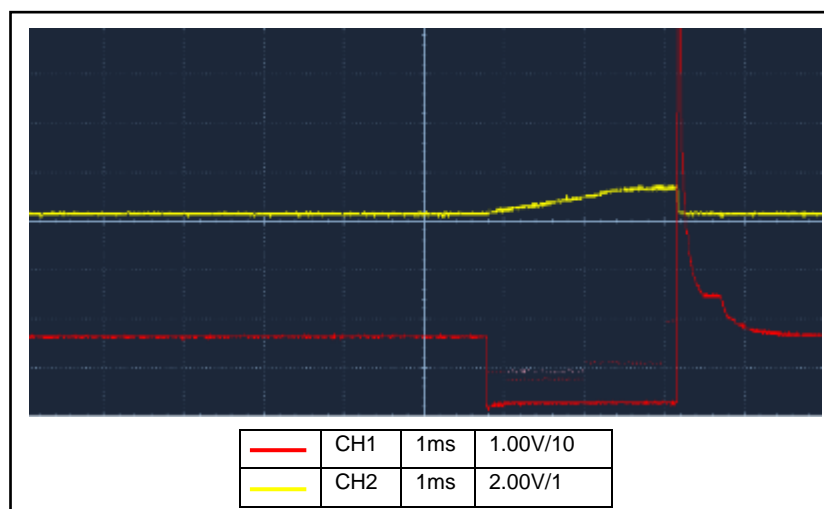


Figura 49 Curva de voltaje y corriente del inyector a condición normal en caliente a velocidad de ralentí

El ancho de pulso del inyector es de 2,289 ms, con el motor a 660 rpm y 85°C. El oscilograma de la figura 50 muestra el funcionamiento del inyector cuando el motor esta frío (<60°C)

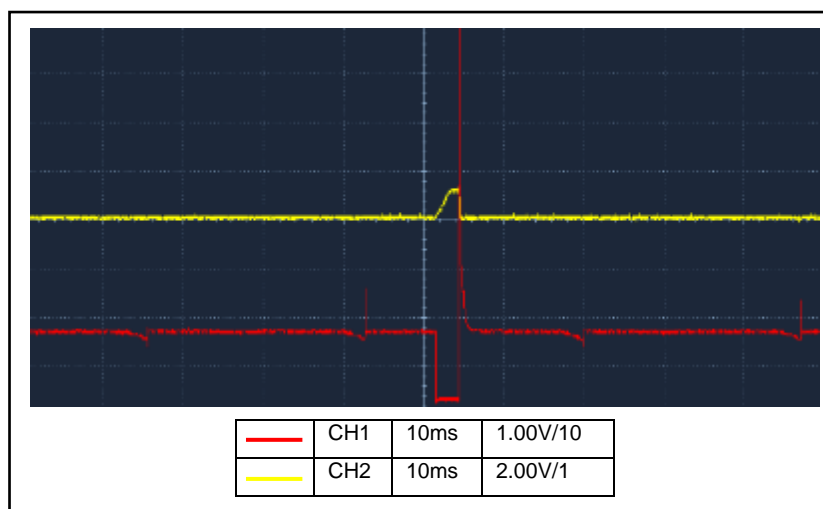


Figura 50 Curva de voltaje y corriente del inyector a condición normal en frío velocidad ralentí

El ancho de pulso del inyector es de 3.053 ms, con el motor a 1061 rpm y 37°C. La diferencia de tiempo del ancho de pulso es 0.764ms, por lo que el valor del ancho de pulso cuando el motor esta frío aumenta en 33.33% con respecto al valor cuando está caliente. Los valores obtenidos de esta prueba se muestran en la tabla 16.

Tabla 16
Emisiones a condición normal velocidad ralentí

Descripción	Unidad	Valor en caliente	Valor en frío	Diferencia
HC	ppm	116	61	55
CO	%	0.42	0.03	0.39
CO2	%	13.63	14.22	0.59
O2	%	0.88	0.28	0.6
Velocidad	rpm	665	1051	386
Ancho de pulso	ms	2.289	3.053	0.754
Adelanto al encendido	°	7.5	12	4.5

Los valores de los residuos de hidrocarburos aumentan en conjunto con el monóxido y la presencia de oxígeno cuando el motor está trabajando en

caliente, lo que demuestra que la eficiencia del motor no mejora cuando alcanza la temperatura normal de operación, sin embargo estos resultados debe ser comparados con los obtenidos cuando el motor está trabajando en velocidad de crucero, ya que ese será el estado que conservará la mayor parte del tiempo cuando se esté usando el vehículo, y con los valores que se obtengan cuando existan DTC's en las diferentes condiciones de temperatura y velocidad.

En las figuras de la 51 a la 54 se muestra la comparación de residuos de hidrocarburos, gases de escape, tiempo de inyección y adelanto al encendido cuando el motor está funcionando en la condición frío y caliente.

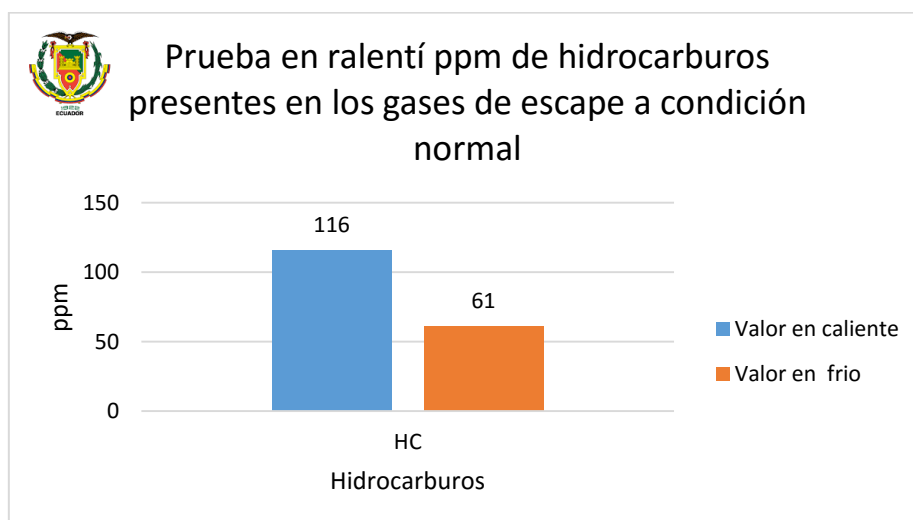


Figura 51 Comparación de hidrocarburos presentes en los gases de escape a condición normal y velocidad ralentí

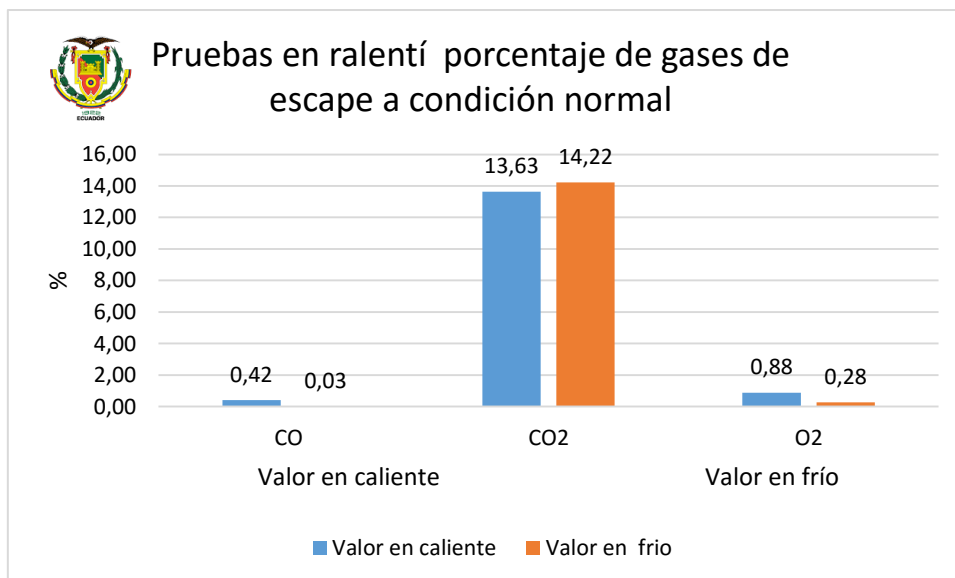


Figura 52 Comparación de porcentaje de gases de escape a condición normal y velocidad ralentí

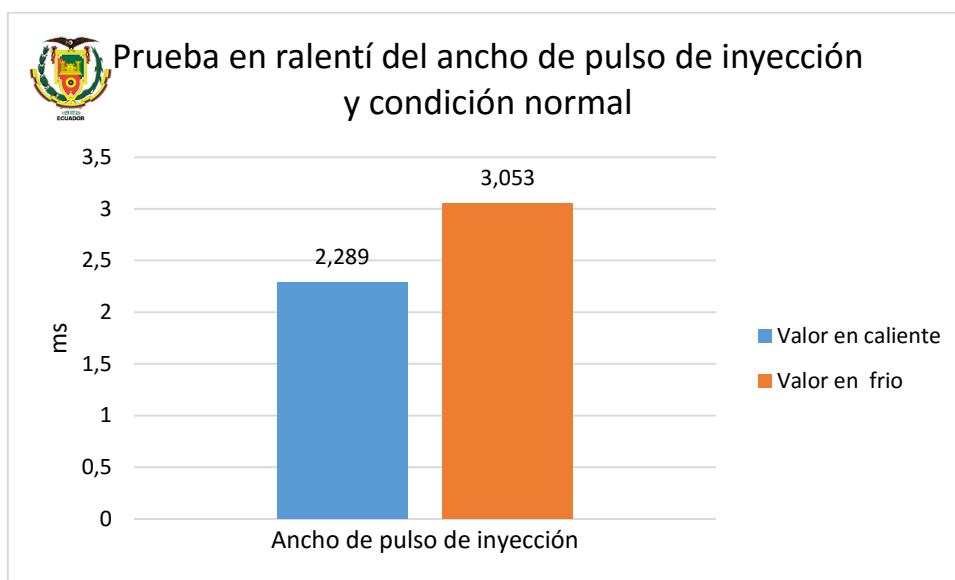


Figura 53 Comparación del ancho de pulso de inyección en condición normal y velocidad ralentí

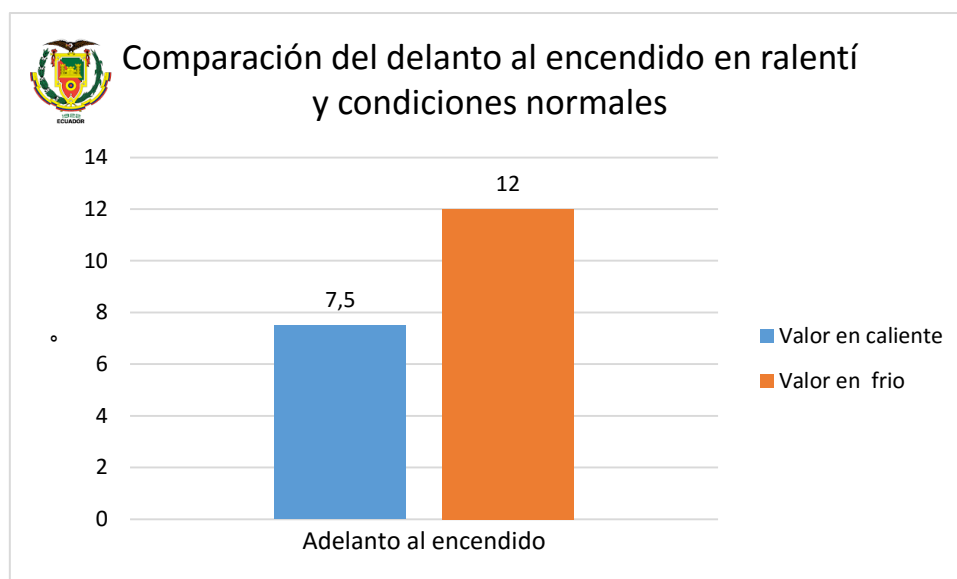


Figura 54 Comparación del adelanto al encendido en condición normal y velocidad ralentí

En el oscilograma de la, figura 55, muestra la curva de voltaje del inyector y de la válvula VVT cuando el motor está a temperatura normal de funcionamiento, funcionando sin DTC's y a velocidad de ralentí.

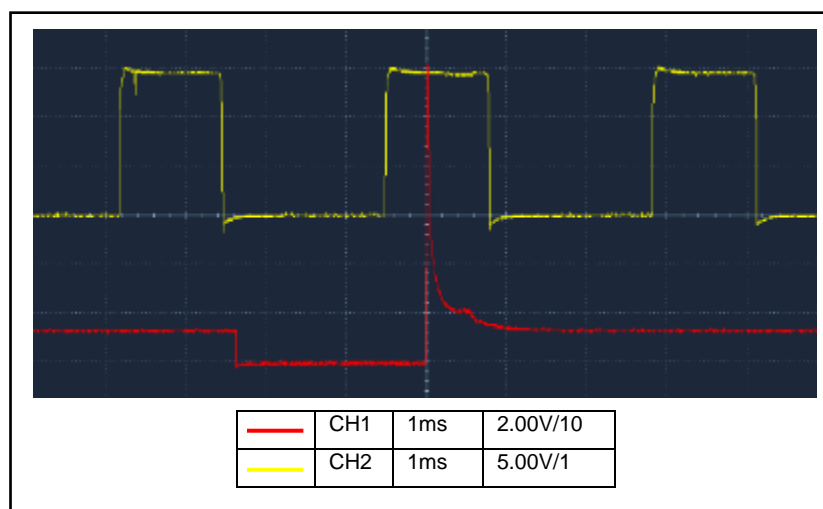


Figura 55 Curva de voltaje del inyector y de la válvula VVT a condiciones y temperatura normal de funcionamiento velocidad ralentí

El ancho de pulso del inyector es de 2.300ms, el ancho de pulso de la válvula VVT es de 2.053ms, el periodo es de 3.368ms con el motor a 660 rpm y 87°C. El resumen del oscilograma y emisiones registradas en condición normal de funcionamiento se registran en la tabla 17.

Tabla 17

Emisiones de gases y valores de funcionamiento de la válvula VVT a velocidad cruceo

Descripción	Unidad	Valor en condiciones normales
HC	ppm	116
CO	%	0.42
CO2	%	13.63
O2	%	0.88
Velocidad	rpm	660
Ancho de pulso de inyección	ms	2.300
Ancho de pulso VVT	ms	2.053
Periodo del inyector	ms	183.22
Periodo de la válvula VVT	ms	3.368

Estos son los valores nominales de la prueba con los se compararan las pruebas con fallas en el motor.

4.1.2. Pruebas en cruceo (2000 – 2500 RPM)

El oscilograma de la figura 56 muestra la curva de voltaje y corriente del primer inyector cuando el motor está caliente, funcionando sin DTC's y a velocidad de cruceo.

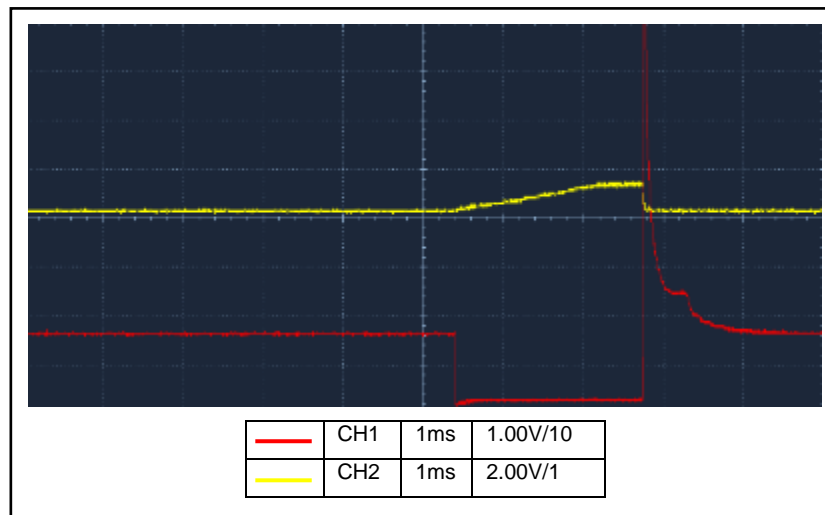


Figura 56 Curva de voltaje y corriente del inyector a condición normal en caliente velocidad crucero

El ancho de pulso del inyector es de 2,368 ms, con el motor a 2635 rpm y 86°C. El oscilograma de la figura 57 muestra el funcionamiento del inyector cuando el motor está frío (<60°C)

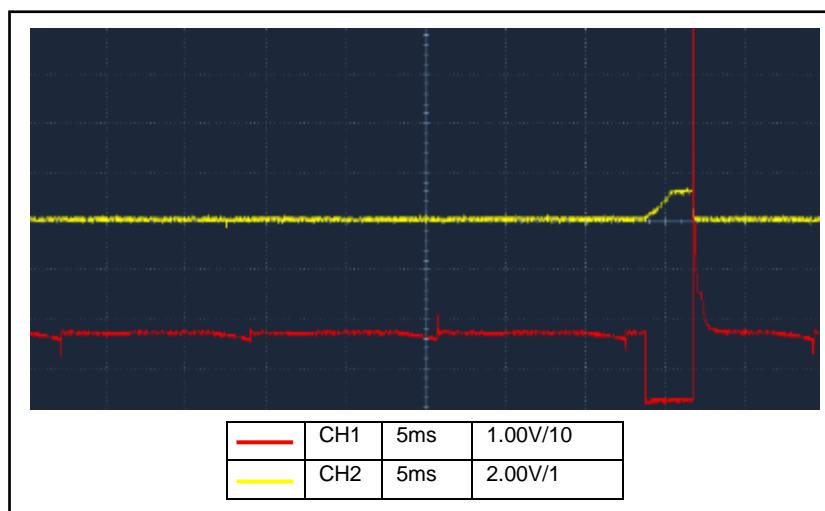


Figura 57 Curva de voltaje y corriente del inyector a condición normal en frío velocidad crucero

El ancho de pulso del inyector es de 3.132 ms, con el motor a 2286 rpm y 39°C. La diferencia de tiempo del ancho de pulso es 0.764ms, por lo que el valor del ancho de pulso cuando el motor está frío aumenta en 32.26% con respecto al valor cuando está caliente.

El resumen de los dos oscilogramas y las emisiones registradas en ambas condiciones se registran en la tabla 18.

Tabla 18
Comparación de emisiones a condición normal a velocidad cruceo

Descripción	Unidad	Valor en caliente	Valor en frío	Diferencia
HC	ppm	100	40	60
CO	%	0.63	0.06	0.57
CO2	%	13.66	14.22	0.56
O2	%	0.57	0.13	0.44
Velocidad	rpm	2686	2335	351
Ancho de pulso	ms	2.368	3.132	0.764
Adelanto al encendido	°	36	35	1

En comparación a los datos obtenidos con la velocidad en ralentí, se puede apreciar que cuando el motor está frío no mejora la combustión, esto se debe a que el catalizador no ha llegado a su temperatura de funcionamiento y el ingreso adicional de combustible se debe al aumento en el ancho de pulso ha provocado una mezcla demasiado rica. Por el contrario cuando el motor alcanza su temperatura de funcionamiento la cantidad de hidrocarburos disminuye de manera considerable (>13%), no así los valores de los gases residuales que se vieron aumentados, lo que demuestra una mejor combustión en estas condiciones. Estos resultados en conjunto con los de las pruebas en ralentí sirven como modelo de comparación para determinar si las pruebas realizadas con el vehículo cuando existen fallas perjudican de manera considerable a la forma en la que el motor realiza la combustión.

En las figuras 58, 59, y 60 se muestra la comparación de residuos de hidrocarburos, gases de escape, tiempo de inyección y adelanto al encendido cuando el motor está funcionando en frío y caliente.

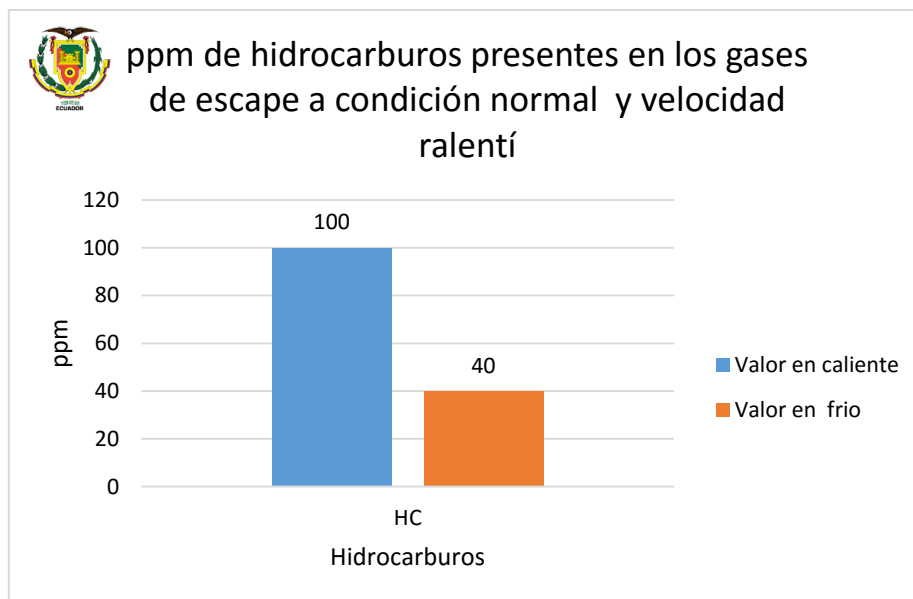


Figura 58 Comparación de hidrocarburos presentes en los gases de escape a condición normal y velocidad crucero

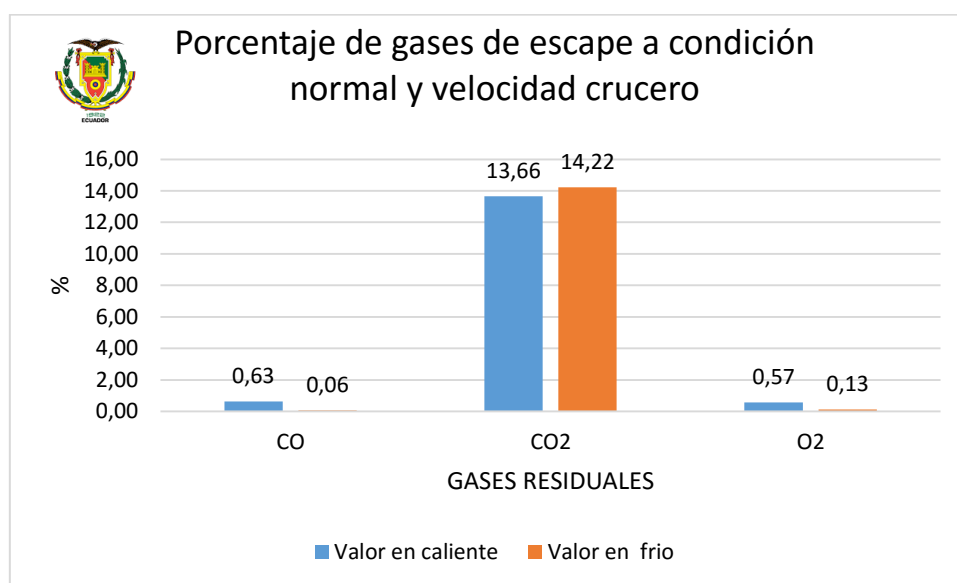


Figura 59 Comparación de porcentaje de gases de escape a condición normal y velocidad crucero

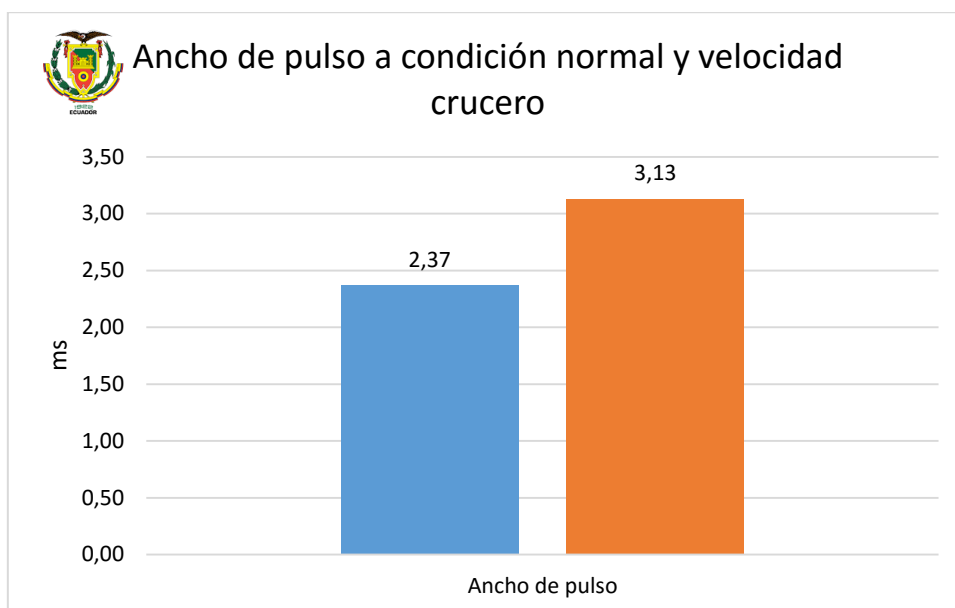


Figura 60 Comparación del ancho de pulso de inyección en condición normal y velocidad crucero

En el oscilograma de la, figura 61, muestra la curva de voltaje del inyector y de la válvula VVT cuando el motor está a temperatura normal de funcionamiento, funcionando sin DTC's y a velocidad de crucero.

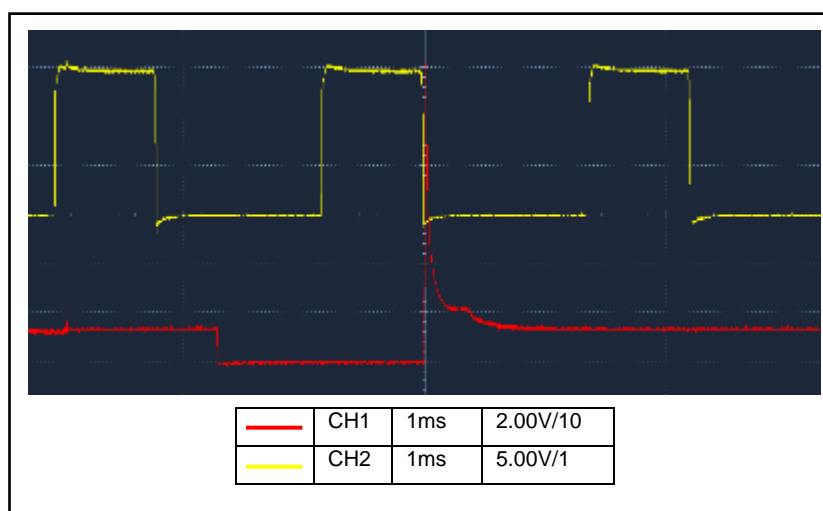


Figura 61 Curva de voltaje del inyector y de la válvula VVT a condición y temperatura normal de funcionamiento y velocidad crucero

El ancho de pulso del inyector es de 2.364ms, el ancho de pulso de la válvula VVT es de 2.00ms, el periodo es de 3.316ms con el motor a 2500 rpm y 87°C.

El resumen del oscilograma y emisiones registradas en condición normal de funcionamiento se registran en la tabla 19

Tabla 19
Emisiones de gases y valores de funcionamiento de la válvula VVT a velocidad cruceo

Descripción	Unidad	Valor en condiciones normales
HC	ppm	100
CO	%	0.63
CO2	%	13.66
O2	%	0.57
Velocidad	rpm	2500
Ancho de pulso de inyección	ms	2.364
Ancho de pulso VVT	ms	2.00
Periodo del inyector	ms	51.073
Periodo de la válvula VVT	ms	3.316

Estos son los valores nominales de la prueba con los se compararan las pruebas con fallas en el motor.

4.2.Pruebas con fallas en el motor a velocidad ralentí

4.2.1. Sensor IAT DTC alto (HIGH)

En la figura 62 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba

P0113 Intake Air Temperature Circuit High Input

Figura 62 Lectura de código DTC alto del sensor IAT a velocidad ralentí

El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en caliente se muestra en la, figura 63.

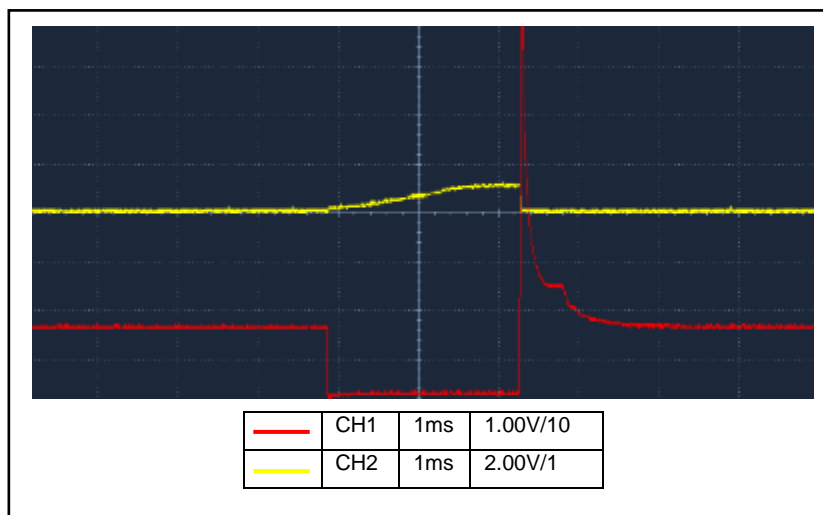


Figura 63 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC alto el sensor IAT con el motor caliente y velocidad ralenti

El ancho de pulso del inyector es de 2.395 ms, con el motor a 653 rpm y 86°C. El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en frío se muestra en la, figura 64.

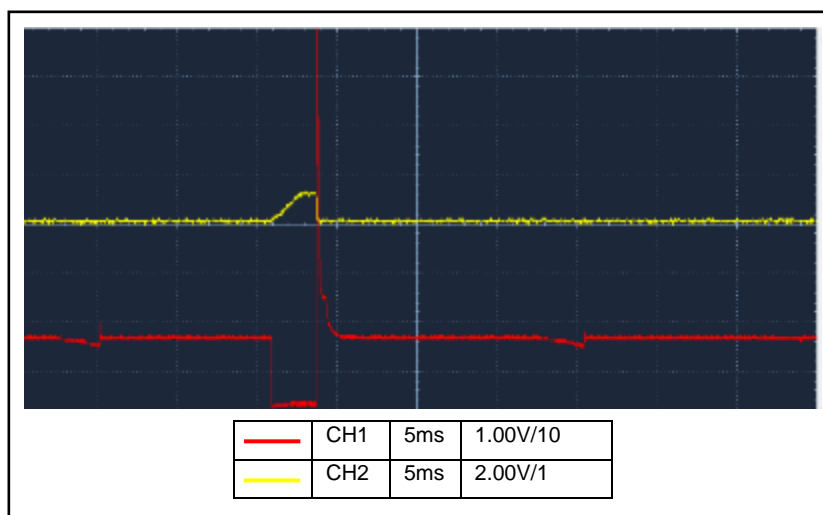


Figura 64 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC alto el sensor IAT con el motor frío y velocidad ralenti

El ancho de pulso del inyector es de 2.895 ms, con el motor a 993 rpm y 32°C. La diferencia de tiempo del ancho de pulso es 0.5ms, por lo que el valor del ancho de pulso cuando el motor está frío aumenta en 20.87% con respecto al valor cuando está caliente. Con respecto a las pruebas realizadas al motor

funcionando a condiciones normales, la tendencia del aumento de ancho de pulso y del adelanto cuando el motor esta frío se mantiene.

En comparación con los datos obtenidos de las pruebas de funcionamiento normal, existe un aumento de hidrocarburos de 12 ppm cuando el motor está caliente (10.3%), mientras que con el motor frío los valores se mantienen similares. En el caso de los gases de escape cuando el motor está trabajando en frío existe una disminución del monóxido y el oxígeno, mientras que se evidencia un aumento en el dióxido de carbono, mientras que cuando el motor alcanza su temperatura de funcionamiento ocurre el efecto contrario. El ancho de pulso disminuye cuando el motor esta frío y aumenta ligeramente cuando aumenta la temperatura. Con respecto al adelanto, solo cuando está trabajando en frío se produce un aumento de más de 21°. El resumen de los datos del inyector y los valores de prueba de los gases de escape, junto con la comparación de datos se muestra en la tabla 20.

Tabla 20

Comparación de valores a condición normal vs. DTC alto en el sensor IAT a velocidad ralentí

Descripción	Unidad	Valor en caliente		Diferen.	Valor en frío		Diferen.
		Normal	IAT		Normal	IAT	
HC	ppm	116	128	12	61	39	22
CO	%	0.42	0.49	0.07	0.03	0.01	0.02
CO ₂	%	13.63	13.55	0.08	14.22	14.26	0.04
O ₂	%	0.88	1.01	0.13	0.28	0.20	0.08
Velocidad	rpm	665	656	9	1051	993	58
Ancho de pulso	ms	2.289	2.395	0.106	3.053	2.895	0.158
Adelanto al encendido	°	7.5	8	0.5	12	33.5	21.5

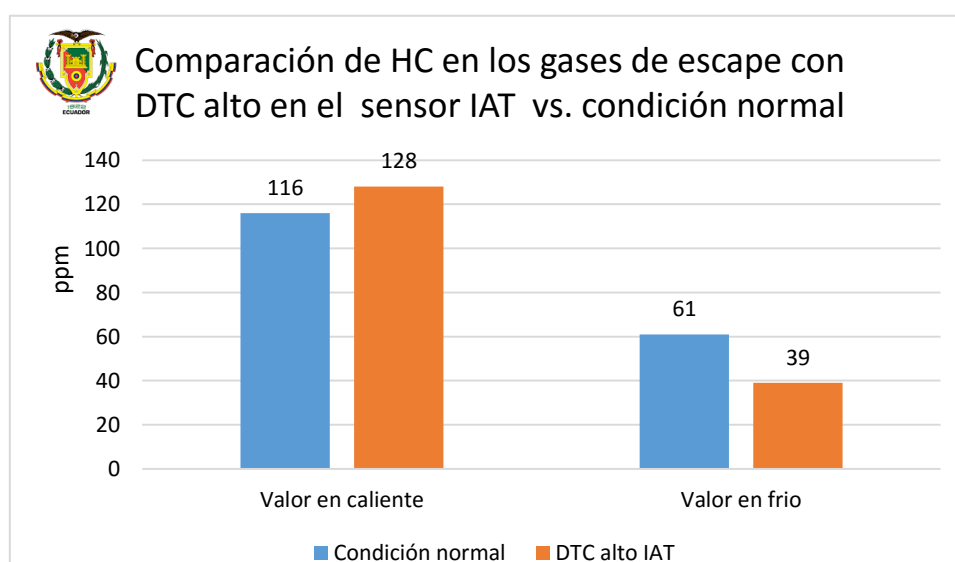


Figura 65 Comparación de HC en los gases de escape con DTC alto en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad ralentí

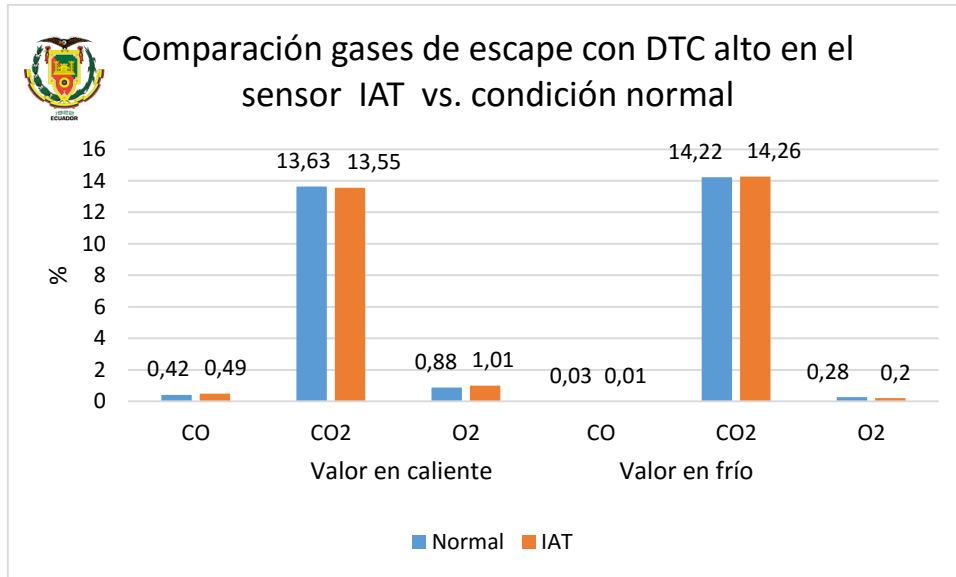


Figura 66 Comparación gases de escape con DTC alto en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad ralenti

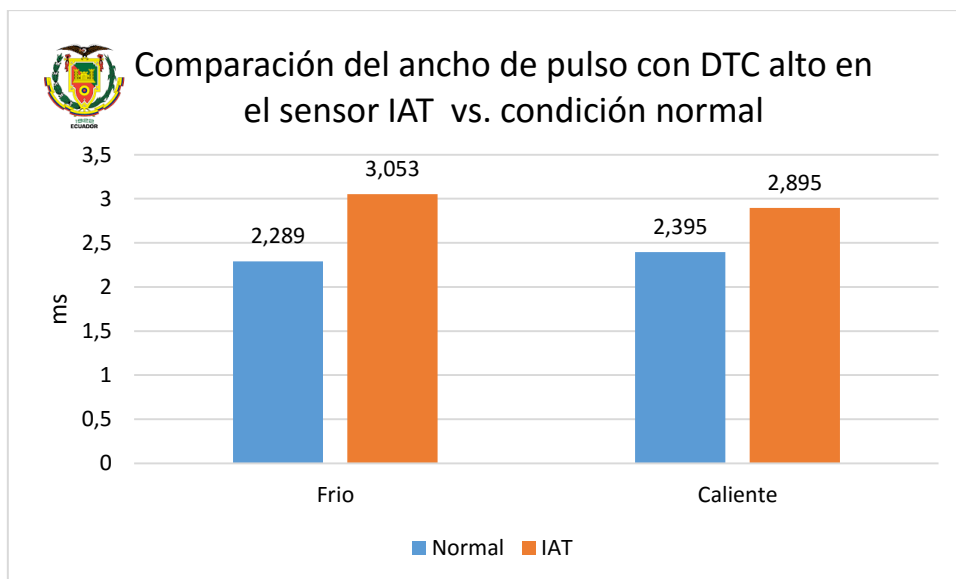


Figura 67 Comparación del ancho de pulso con DTC alto en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad ralenti

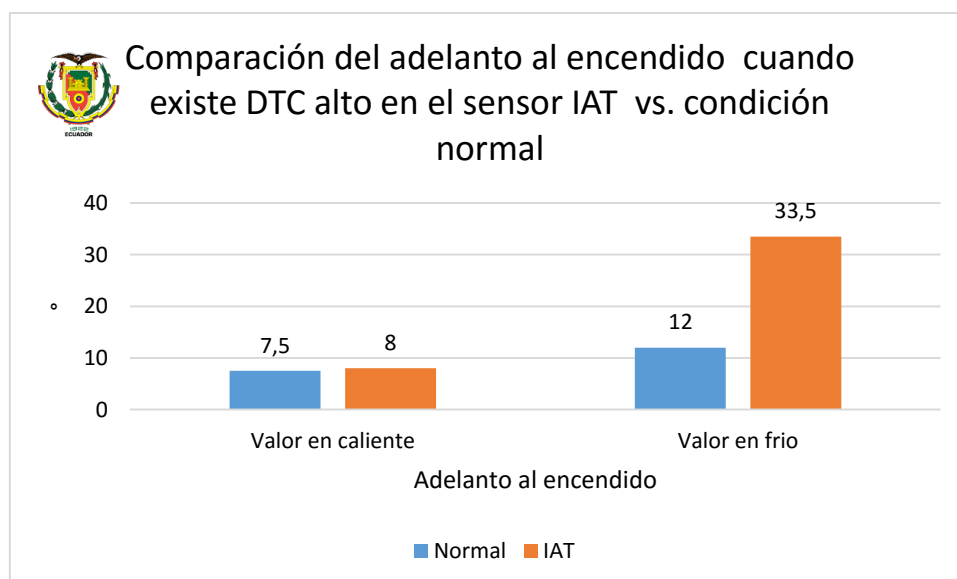


Figura 68 Comparación del ancho de pulso con DTC alto en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad ralenti

4.2.2. Sensor IAT DTC bajo (LOW)

En la figura 69 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba



Figura 69 Lectura de código DTC bajo del sensor IAT motor caliente a velocidad ralenti

El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en caliente se muestra en la figura 70

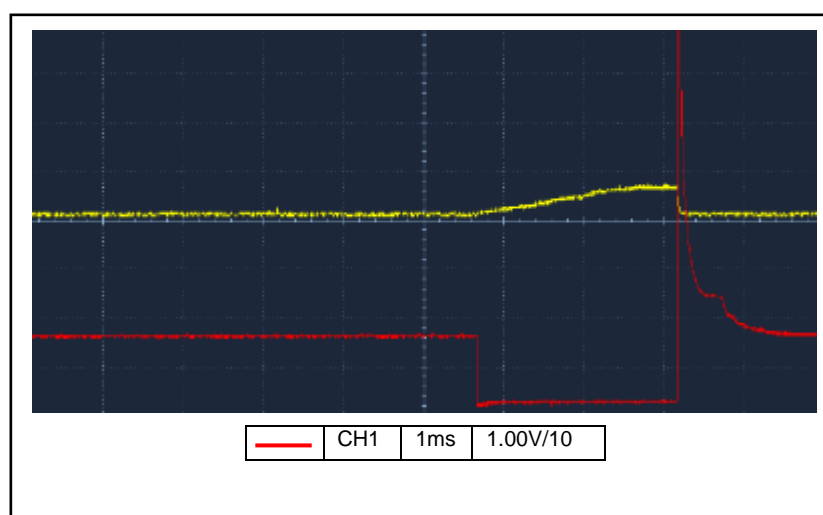



Figura 70 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC bajo el sensor IAT con el motor caliente y velocidad ralenti

	CH2	1ms	2.00V/1
---	-----	-----	---------

El ancho de pulso del inyector es de 2.463 ms, con el motor a 664 rpm y 86°C. El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector en está en frío se muestra en la figura 71.

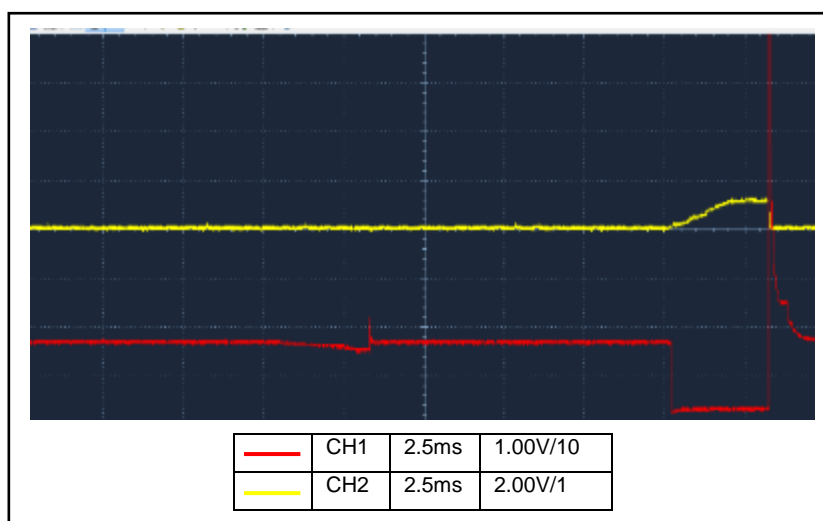


Figura 71 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC bajo el sensor IAT con el motor frío y

El ancho de pulso del inyector es de 2.921 ms, con el motor a 1019 rpm y 32°C. La diferencia de tiempo del ancho de pulso es 0.458ms, por lo que el valor del ancho de pulso cuando el motor está frío aumenta en 18.59% con respecto al valor cuando está caliente.

En comparación con los datos obtenidos de las pruebas de funcionamiento normal, los valores de hidrocarburos presentes en los gases de escape varían de forma drástica, en el caso del motor funcionando en caliente disminuye en 85 unidades (73.27%), mientras que cuando el motor estaba trabajando en frío aumenta 31 unidades (50.81%). En el caso de los gases ocurre el efecto contrario que cuando se detecta el DTC alto, porque en el caso del monóxido de carbono y del oxígeno disminuyen su valor cuando aumenta la temperatura de motor. La tabulación de estos datos en conjunto con los valores de ancho de pulso y adelanto al encendido se muestran en la tabla 21.

Tabla 21

Comparación de valores a condición normal vs. DTC bajo en el sensor IAT a velocidad ralentí

Descripción	Unidad	Valor en caliente		Diferen.	Valor en frío		Diferen.
		Normal	IAT		Normal	IAT	
HC	ppm	116	31	85	61	92	31
CO	%	0.42	0.02	0.4	0.03	0.12	0.09
CO2	%	13.63	14.16	0.53	14.22	14.08	0.14
O2	%	0.88	0.28	0.6	0.28	0.39	0.11
Velocidad	rpm	665	664	1	1051	1019	32
Ancho de pulso	ms	2.289	2.463	0.174	3.053	2.921	0.132
Adelanto al encendido	°	7.5	8	0.5	12	12	0

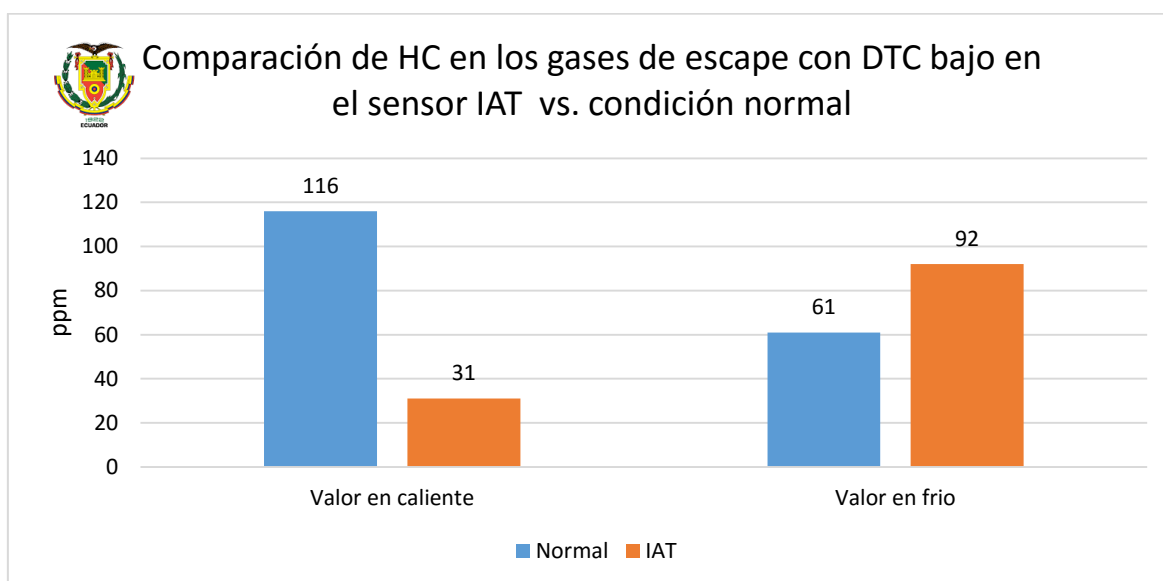


Figura 72 Comparación de HC en los gases de escape con DTC bajo en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad ralentí

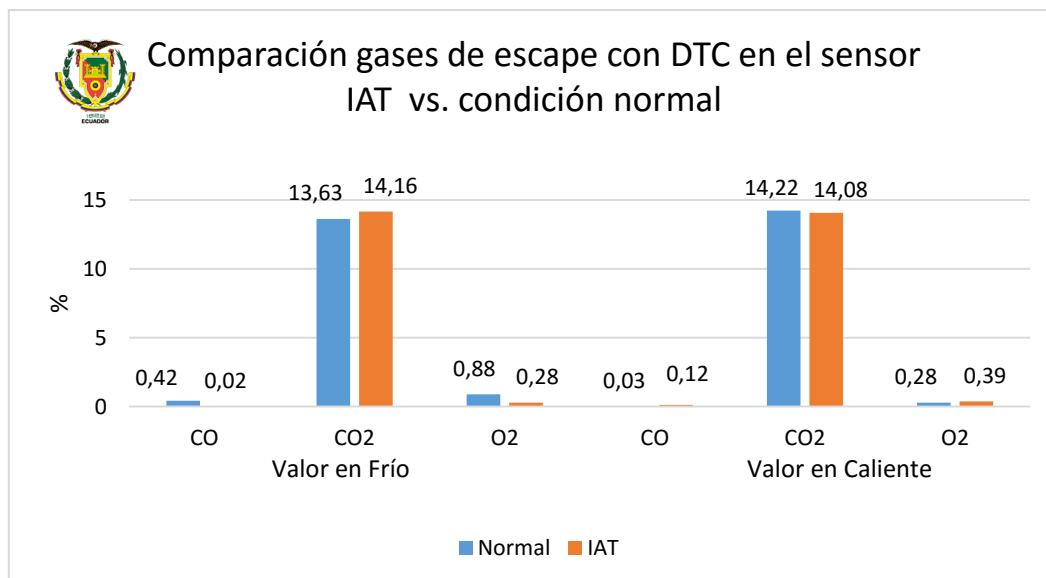


Figura 73 Comparación gases de escape con DTC bajo en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad ralenti

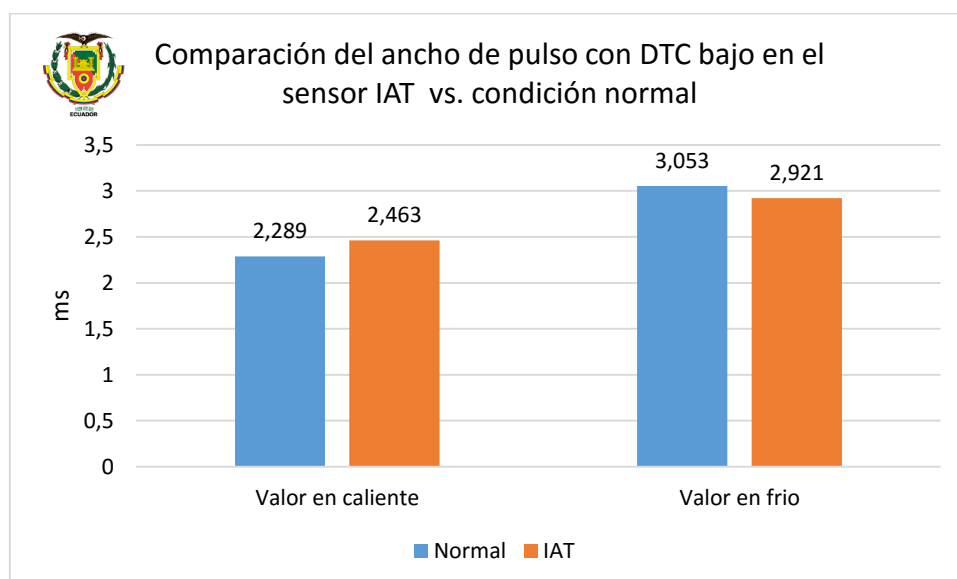


Figura 74 Comparación del ancho de pulso con DTC bajo en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad ralenti

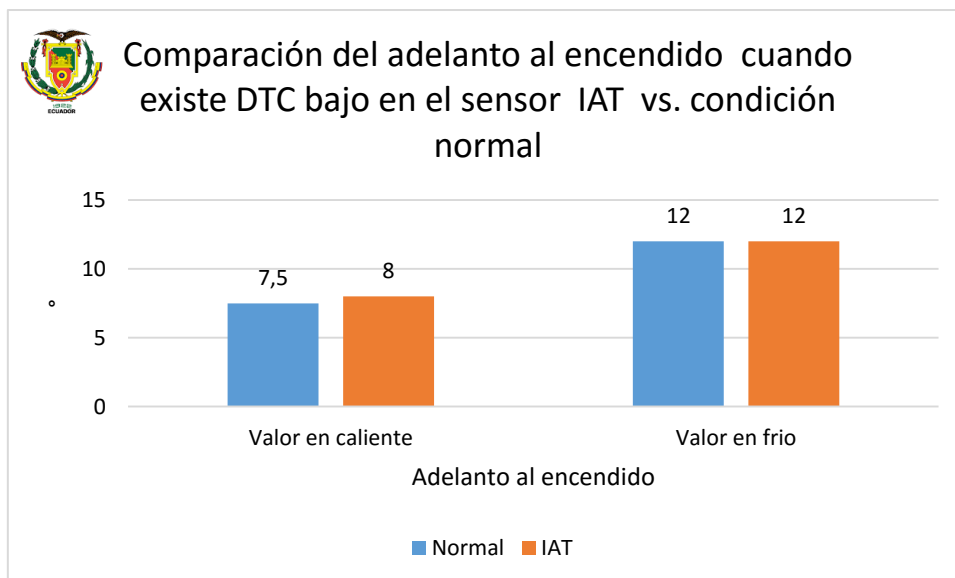


Figura 75 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC bajo en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad ralenti

4.2.3. Sensor MAF DTC alto (HIGH)

En la figura 76 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba

P0103 Mass Air Flow Circuit High

Figura 76 Lectura de código DTC alto del sensor IAT a velocidad ralenti

El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en caliente se muestra en la figura 77.

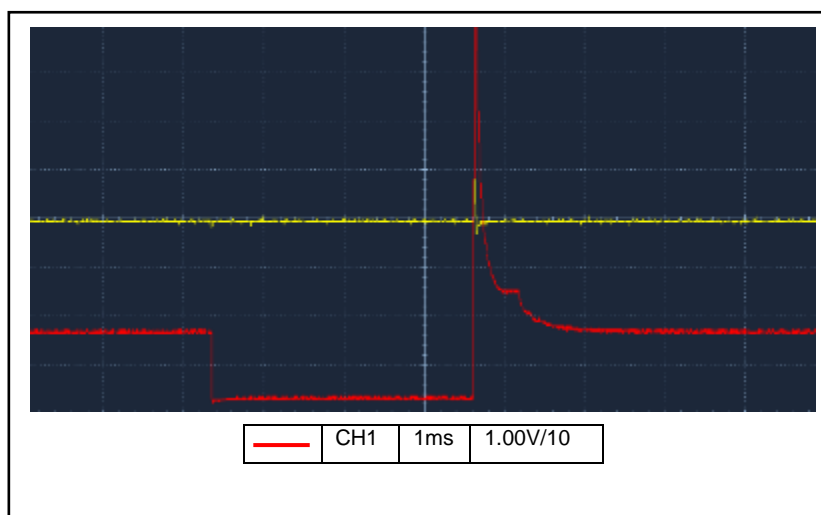



Figura 77 Curva de voltaje y corriente del inyector con DTC alto en el sensor MAF motor caliente y velocidad ralenti

	CH2	1ms	2.00V/1
---	-----	-----	---------

El ancho de pulso del inyector es de 3.253 ms, con el motor a 653 rpm y 86°C. El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector en está en frío se muestra en la figura 78.

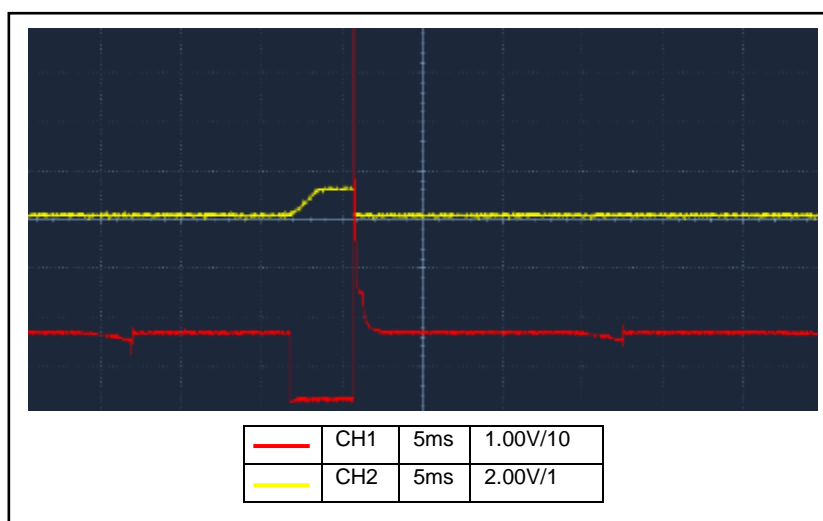


Figura 78 Curva de voltaje y corriente del inyector con DTC alto en el sensor MAF motor frío y velocidad ralenti

El ancho de pulso del inyector es de 3.947 ms, con el motor a 1113 rpm y 35°C. La diferencia de tiempo del ancho de pulso es 0.694ms, por lo que el valor del ancho de pulso cuando el motor esta frío aumenta en 21.33% con respecto al valor cuando está caliente.

Con respecto a las pruebas realizadas al motor funcionando a condiciones normales, la tendencia del aumento de ancho de pulso cuando el motor esta frío se mantiene. El adelanto al encendido no aumenta en ninguno de los casos, porque la falla provoca que la computadora interprete una entrada excesiva de aire, lo que de ser cierto produciría un aumento en la presión de compresión y un adelanto provocaría contra explosiones. Debido a esta misma interpretación existe un excesivo incremento en los hidrocarburos presentes en los gases de escape porque al existir un exceso de aire la ECU trata de inyectar más combustible para mantener la relación, lo cual también se ve

reflejado en el aumento del ancho de pulso. Con respecto a los gases de escape la variación más sensible sucede con el monóxido, este aumento puede deberse a que el catalizador se encuentra saturado de combustible y no puede cumplir adecuadamente con la función de descomponer la molécula de monóxido de carbono lo cual por ende implica una disminución en el CO₂. Los datos de este análisis se muestran en la tabla 22.

Tabla 22

Comparación de valores a condición normal vs. DTC alto en el sensor MAF a velocidad ralentí

Descripción	Unidad	Valor en caliente		Diferen.	Valor en frío		Diferen.
		Normal	MAF		Normal	MAF	
HC	ppm	116	473	357	61	493	432
CO	%	0.42	8.89	8.47	0.03	9.06	9.03
CO ₂	%	13.63	8.44	5.19	14.22	8.37	5.85
O ₂	%	0.88	0.52	0.36	0.28	0.37	0.09
Velocidad	rpm	665	654	11	1051	994	57
Ancho de pulso	ms	2.289	3.253	0.964	3.053	3.947	0.894
Adelanto al encendido	°	7.5	7.5	0	12	12	0

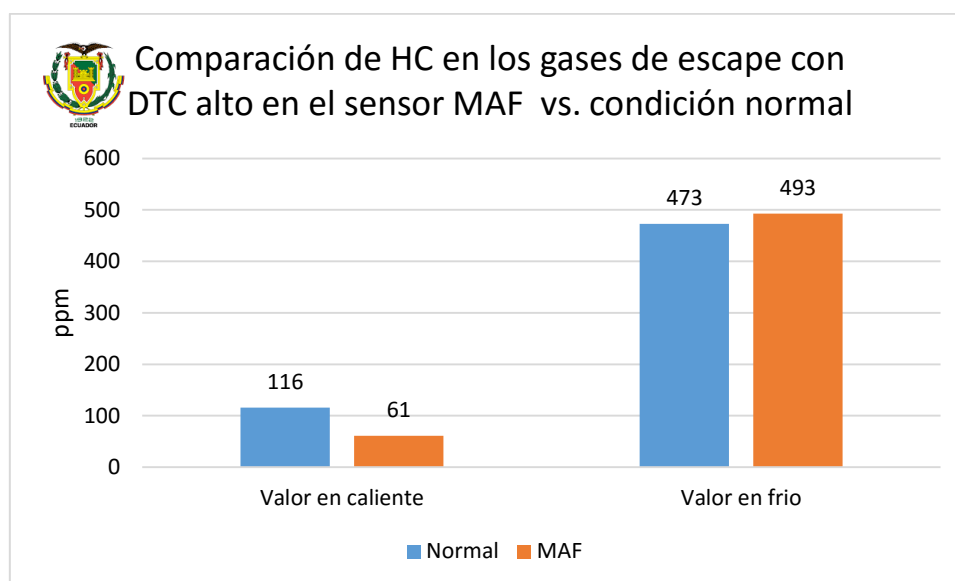


Figura 79 Comparación de HC en los gases de escape con DTC alto en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad ralentí

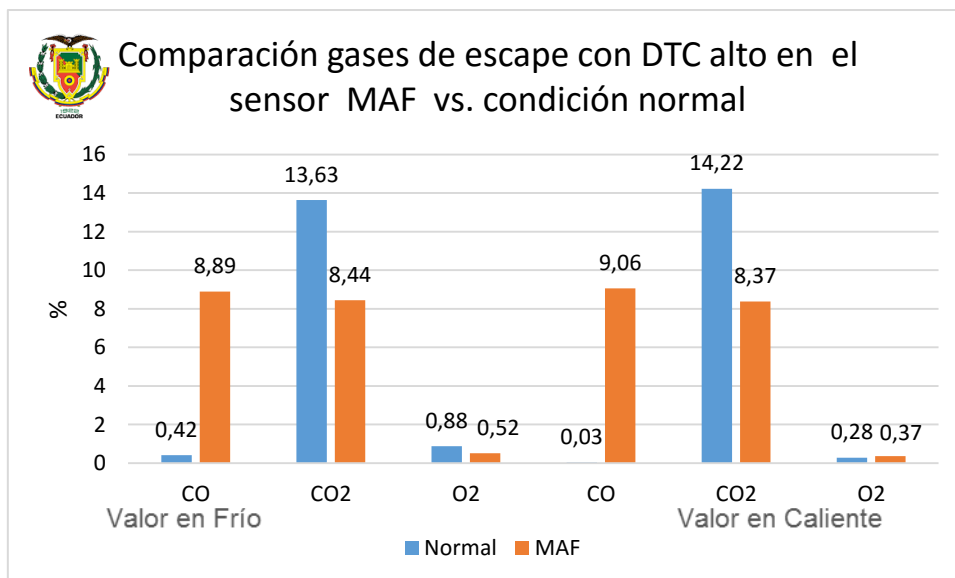


Figura 80 Comparación gases de escape con DTC alto en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad ralenti

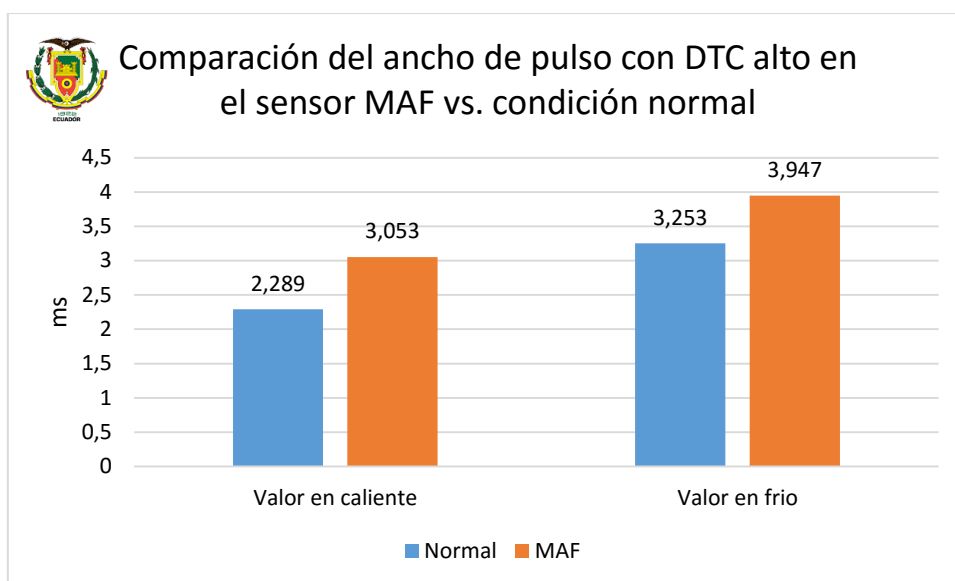


Figura 81 Comparación del ancho de pulso con DTC alto en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad ralenti

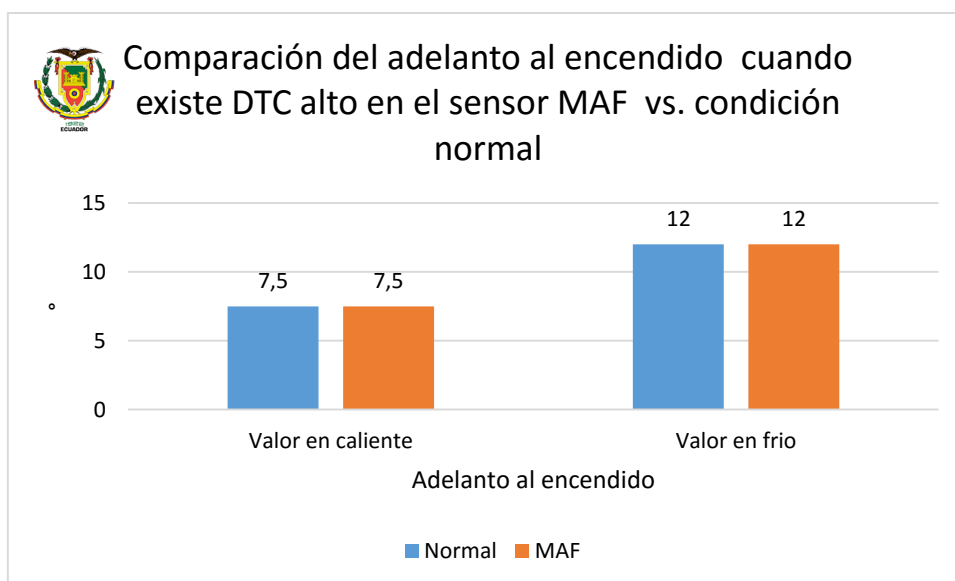


Figura 82 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC alto en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad ralenti

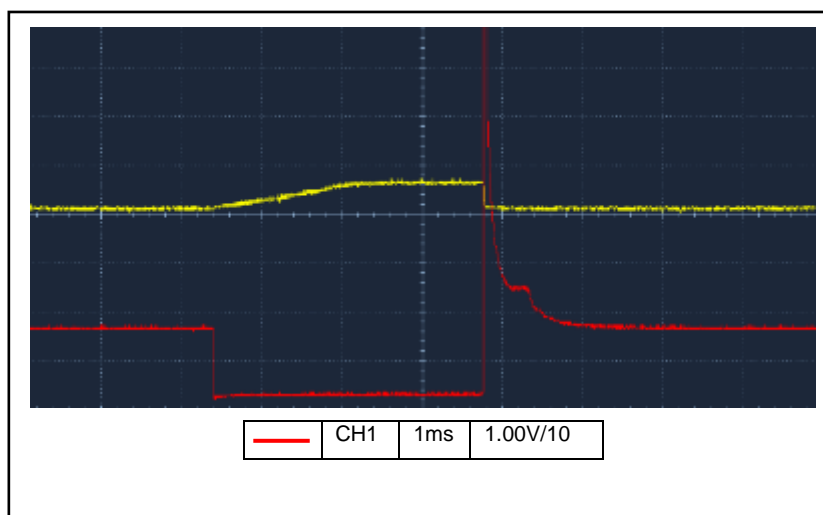
4.2.4. Sensor MAF DTC bajo (LOW)

En la figura 83 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba

P0102 Mass Air Flow Circuit Low

Figura 83 Lectura de código DTC bajo del sensor MAF a velocidad ralenti

El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en caliente se muestra en la figura 84.




	CH2	1ms	2.00V/1
---	-----	-----	---------

Figura 84 Curva de voltaje y corriente del inyector con DTC bajo en el sensor MAF motor caliente y velocidad ralenti

El ancho de pulso del inyector es de 3.358 ms, con el motor a 648 rpm y 87°C. El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector con el motor frío se muestra en la figura 85.

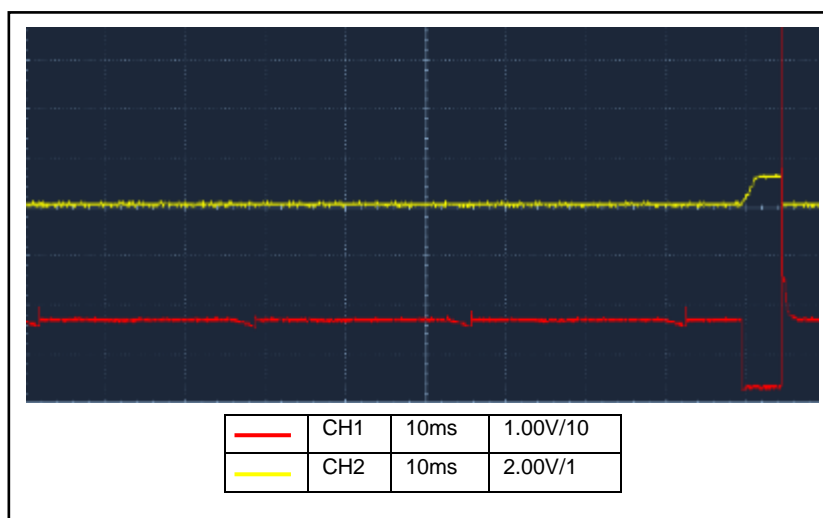


Figura 85 Curva de voltaje y corriente del inyector con DTC bajo en el sensor MAF motor frío y velocidad ralenti

El ancho de pulso del inyector es de 5.053 ms, con el motor a 984 rpm y 44°C. La diferencia de tiempo del ancho de pulso es 1.695 ms, por lo que el valor del ancho de pulso cuando el motor está frío aumenta en 50.47% con respecto al valor cuando está caliente. Con respecto a las pruebas realizadas al motor funcionando a condiciones normales, la tendencia del aumento de ancho de pulso y disminución del adelanto al encendido cuando el motor está frío se mantiene.

Al momento en que la ECU detecta que existe un DTC bajo en el sensor MAF interpreta que existe una excesiva disminución en la entrada de aire, aumentando la inyección de combustible para tratar de mantener la relación estequiometría en cualquier régimen de revoluciones. Este exceso en la cantidad de combustible afecta el funcionamiento del catalizador provocando que exista un exceso de monóxido de carbono y una disminución en el dióxido de carbono.

Tabla 23

Comparación de valores a condición normal vs. DTC bajo en el MAF a velocidad ralentí

Descripción	Unidad	Valor en caliente		Diferen.	Valor en frío		Diferen.
		Normal	MAF		Normal	MAF	
HC	ppm	116	480	364	61	644	603
CO	%	0.42	8.92	8.5	0.03	10.55	10.52
CO2	%	13.63	8.40	5.23	14.22	7.32	6.9
O2	%	0.88	0.49	0.39	0.28	0.42	0.14
Velocidad	rpm	665	654	11	1051	1096	45
Ancho de pulso	ms	2.289	3.358	1.069	3.053	5.053	2
Adelanto al encendido	°	7.5	7.5	0	12	9.5	2.5

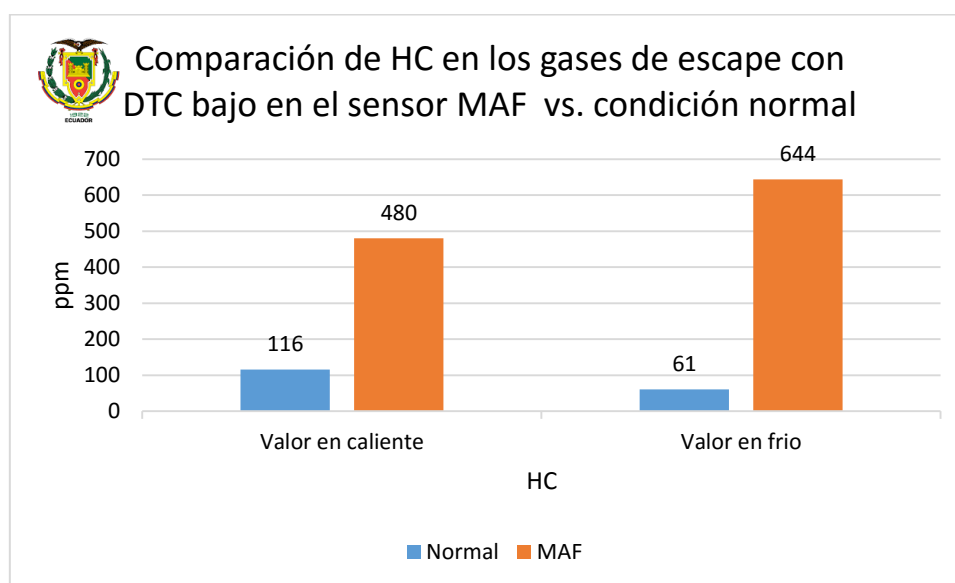


Figura 86 Comparación de HC en los gases de escape con DTC bajo en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad ralentí

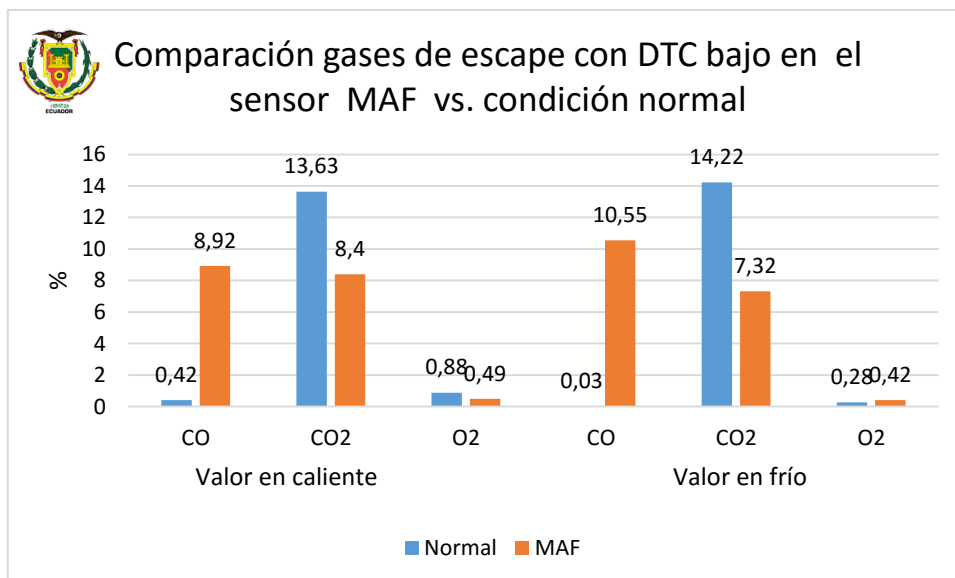


Figura 87 Comparación gases de escape con DTC bajo en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad ralenti

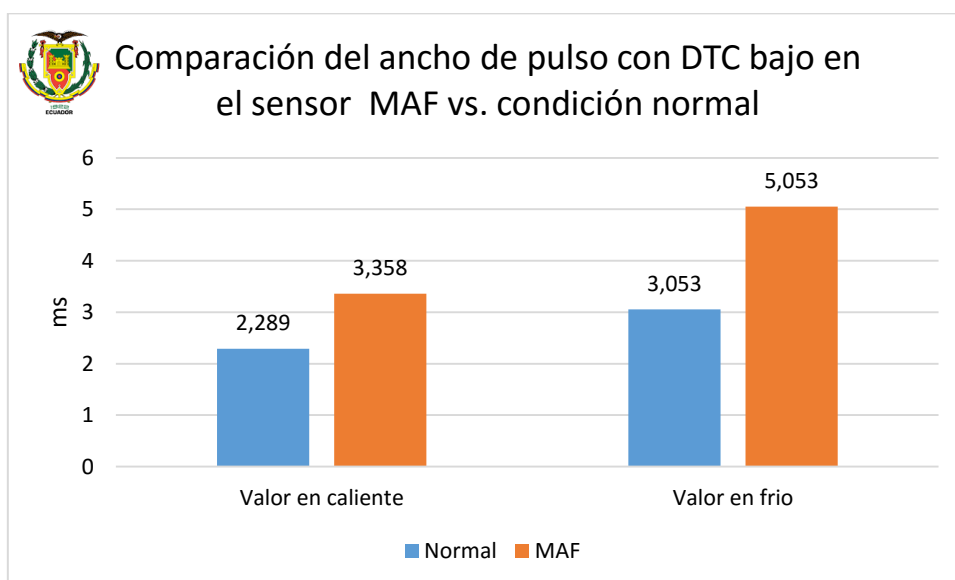


Figura 88 Comparación del ancho de pulso con DTC bajo en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad ralenti

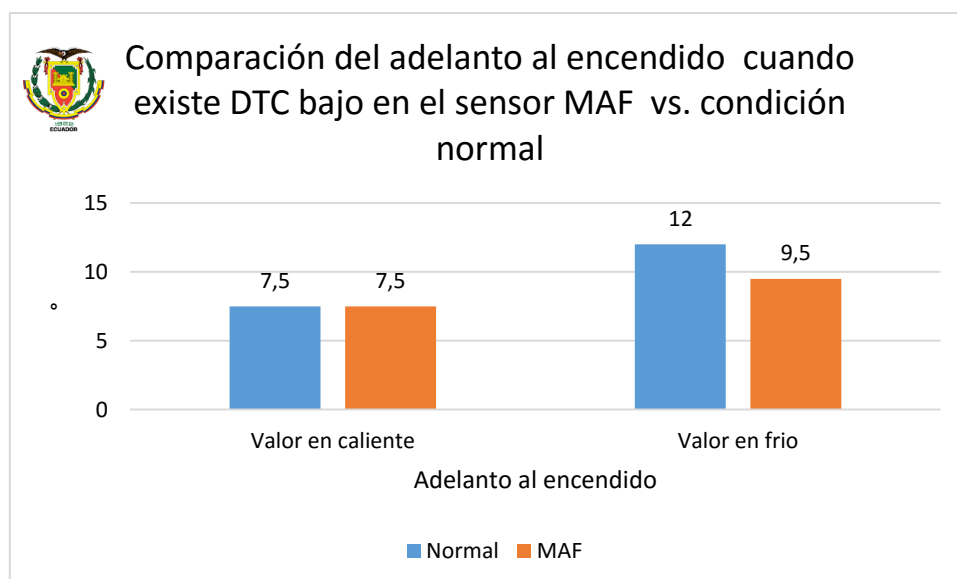


Figura 89 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC alto en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad ralenti

4.2.5. Sensor ECT DTC Alto (HIGH)

En la figura 90 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba

P0118 Engine Coolant Temperature Circuit High Input

Figura 90 Lectura de código DTC alto del sensor alto ECT a velocidad ralenti

El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en caliente se muestra en la figura 91.

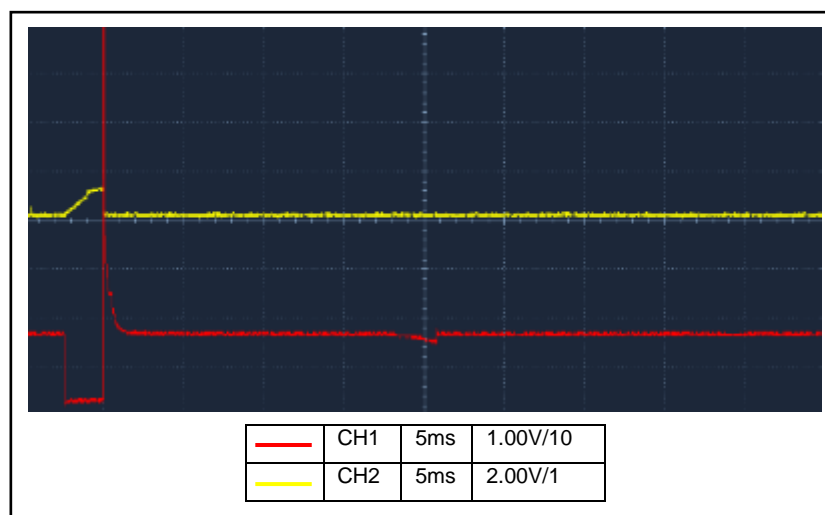


Figura 91 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC alto en el sensor ECT con el motor caliente y velocidad ralenti

El ancho de pulso del inyector es de 2.368 ms, con el motor a 753 rpm y - 40°C. El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector en está en frío se muestra en la figura 92.

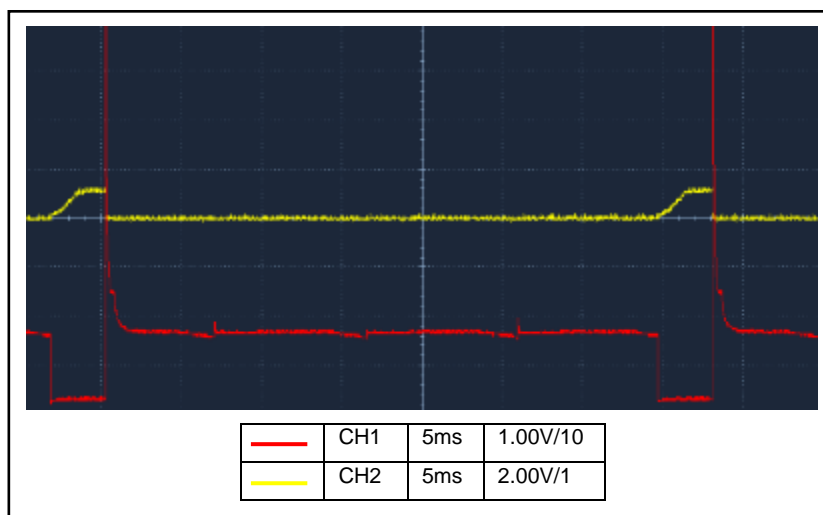


Figura 92 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC alto en el sensor ECT con el motor frío y velocidad ralenti

El ancho de pulso del inyector es de 3.947 ms, con el motor a 547 rpm y - 40°C. La diferencia de tiempo del ancho de pulso es 1.579 ms, por lo que el valor del ancho de pulso cuando el motor esta frío aumenta en 66.68% con respecto al valor cuando está caliente. Con respecto a las pruebas realizadas al motor funcionando a condiciones normales, la tendencia del aumento de ancho de pulso y disminución del adelanto al encendido cuando el motor esta frío se mantiene, sin embargo el efecto es mucho menor en comparación a las provocadas por otras fallas.

Los hidrocarburos se incrementan aproximadamente cinco veces su valor, los valores de los gases de escape se mantienen con respecto a los valores cuando el motor esta sin fallas, esto se debe a que el combustible presente todavía no afecta de forma significativa al funcionamiento del catalizador.

Tabla 24

Comparación de valores a condición normal vs. DTC alto en el sensor ECT a velocidad ralentí

Descripción	Unidad	Valor en caliente		Diferen.	Valor en frío		Diferen.
		Normal	ECT		Normal	ECT	
HC	ppm	116	116	0	61	313	252
CO	%	0.42	0.50	0.08	0.03	0.42	0.39
CO2	%	13.63	13.52	0.11	14.22	13.48	0.74
O2	%	0.88	0.97	0.09	0.28	1.19	0.91
Velocidad	rpm	665	765	100	1051	785	266
Ancho de pulso	ms	2.289	2.368	0.079	3.053	3.947	0.894
Adelanto al encendido	°	7.5	8.0	0.5	12	8.5	2.5

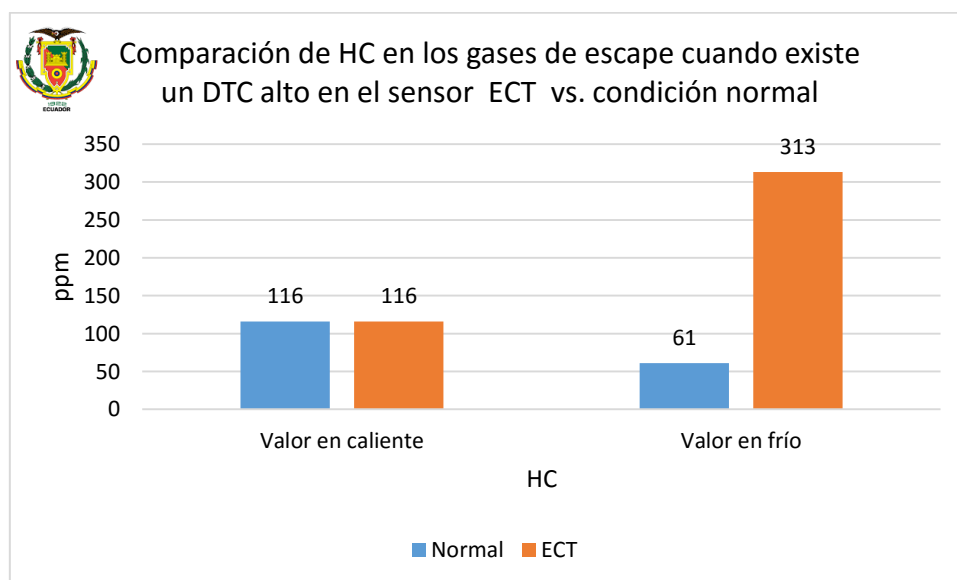


Figura 93 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad ralentí

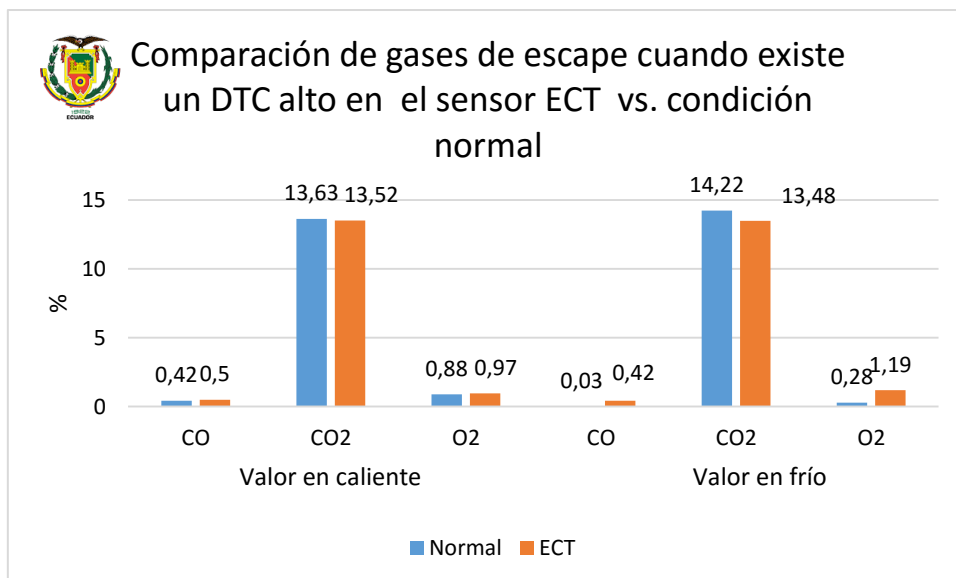


Figura 94 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad ralenti

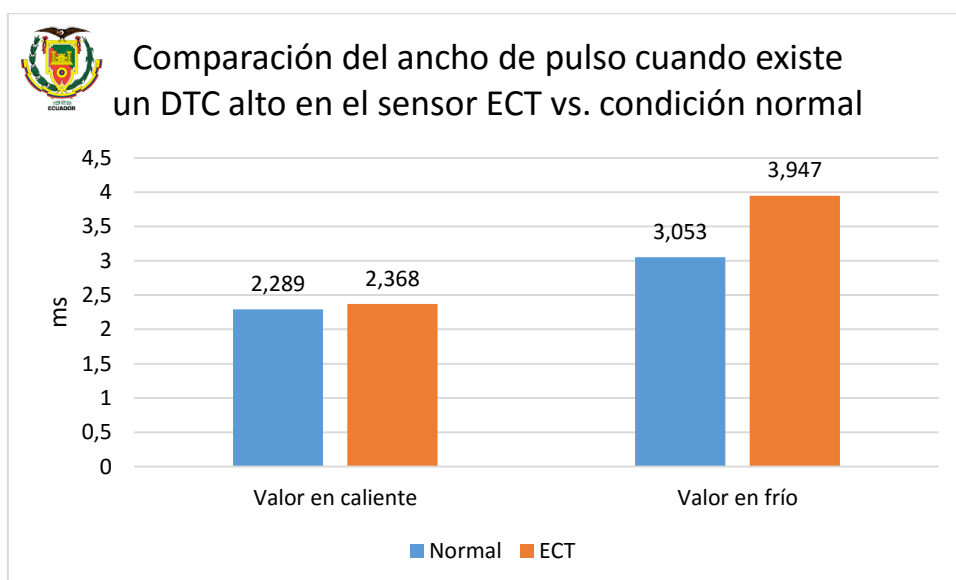


Figura 95 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC alto en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad ralenti

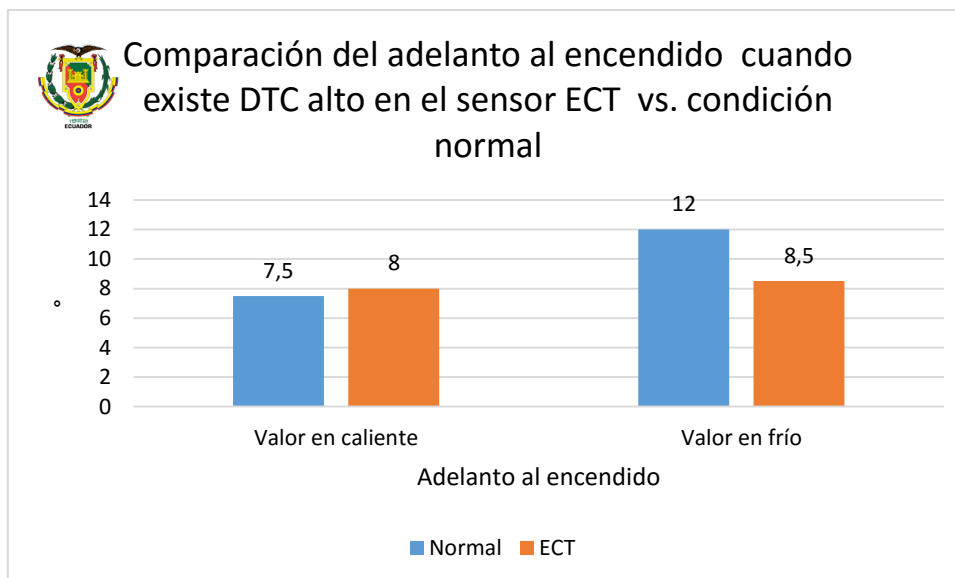


Figura 96 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC alto en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad ralentí

4.2.6. Sensor ECT DTC bajo (LOW)

En la figura 97 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba.

P0117 Engine Coolant Temperature Circuit Low Input

Figura 97 Lectura de código DTC bajo del sensor ECT a velocidad ralentí

El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en caliente se muestra en la figura 98.

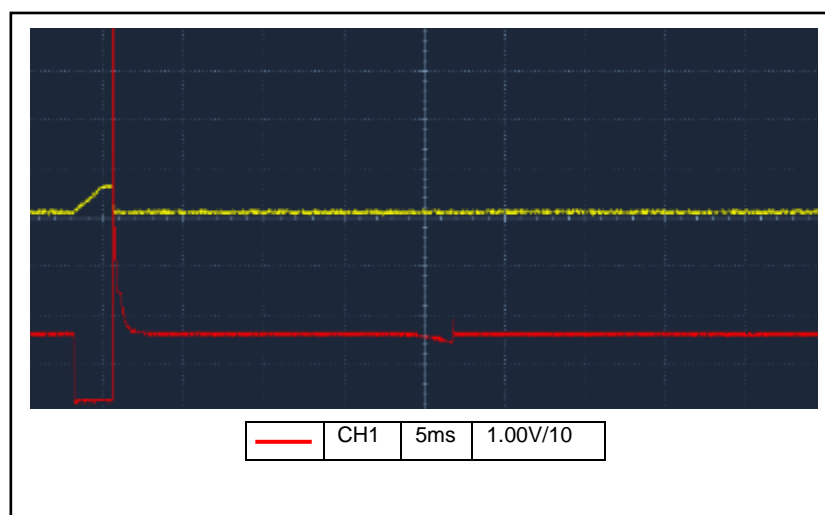



Figura 98 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando existe DTC bajo en el sensor ECT motor caliente velocidad ralentí

	CH2	5ms	2.00V/1
---	-----	-----	---------

El ancho de pulso del inyector es de 2.474 ms, con el motor a 751 rpm y 140°C. El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector con el motor frío se muestra en la figura 99.

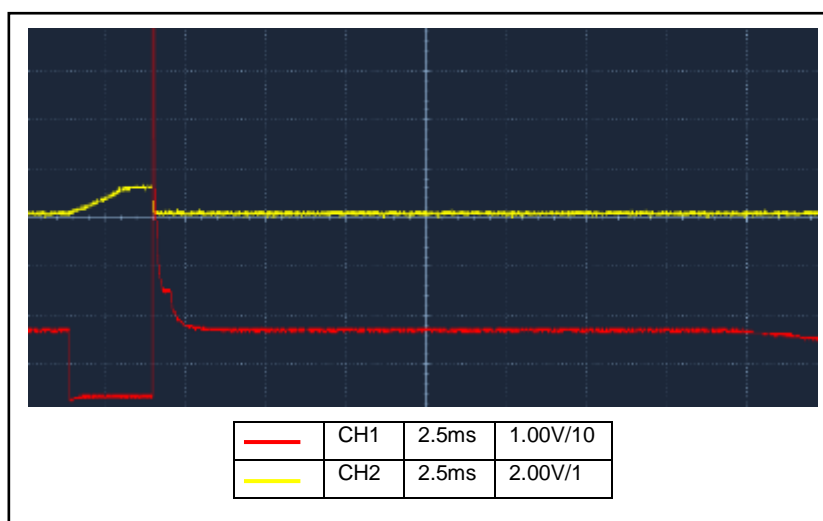


Figura 99 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando existe DTC bajo en el sensor ECT motor frío velocidad ralenti

El ancho de pulso del inyector es de 2.618 ms, con el motor a 749 rpm y 140°C. La diferencia de tiempo del ancho de pulso es 0.144 ms, por lo que el valor del ancho de pulso cuando el motor está frío aumenta en 5.82% con respecto al valor cuando está caliente. Con respecto a las pruebas realizadas al motor funcionando a condiciones normales, el ancho de pulso y adelanto al encendido cuando el motor está frío disminuye.

Ocurre algo similar a lo sucedido cuando existe un DTC alto en el sensor ECT, sin embargo el incremento de los hidrocarburos en los gases de escape es menor, cuatro veces el valor de funcionamiento normal, por lo cual los niveles de dióxido, monóxido y oxígeno son cercanos a los valores que presenta el motor cuando está funcionando bien.

Tabla 25

Comparación de valores a condición normal vs. DTC bajo en el sensor ECT a velocidad ralenti

Descripción	Unidad	Valor en caliente		Diferen.	Valor en frío		Diferen.
		Normal	ECT		Normal	ECT	
HC	ppm	116	114	2	61	245	184
CO	%	0.42	0.48	0.06	0.03	0.46	0.43
CO2	%	13.63	13.56	0.07	14.22	13.46	0.76
O2	%	0.88	0.98	0.1	0.28	1.19	0.91
Velocidad	rpm	665	751	86	1051	785	266
Ancho de pulso	ms	2.289	2.474	0.185	3.053	2.618	0.435
Adelanto al encendido	°	7.5	7.5	0	12	7.5	4.5

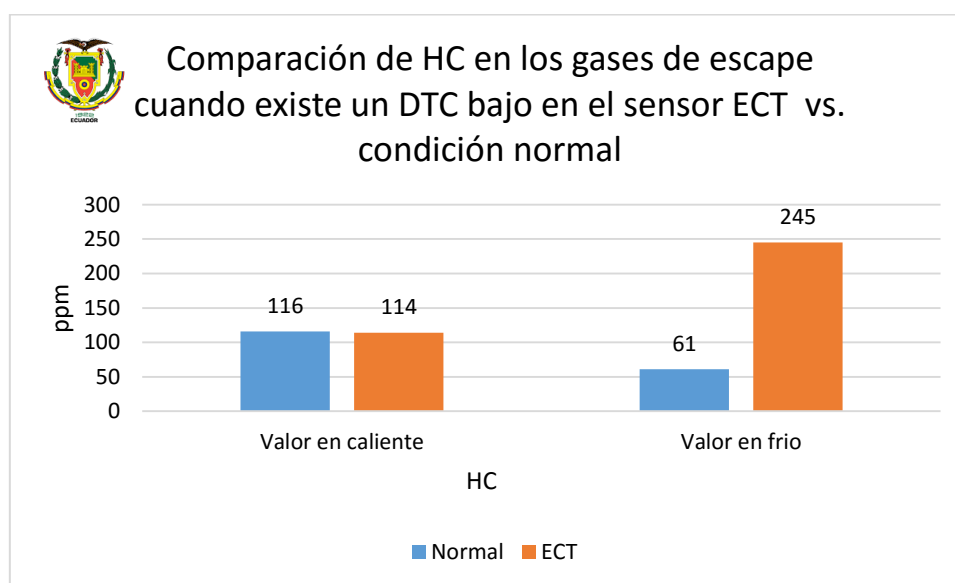


Figura 100 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad ralenti

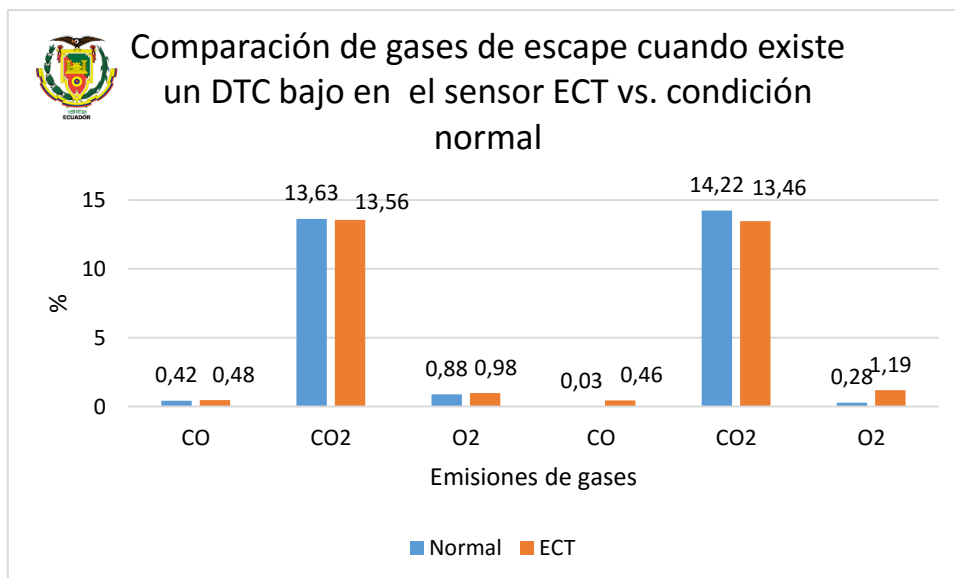


Figura 101 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad ralenti

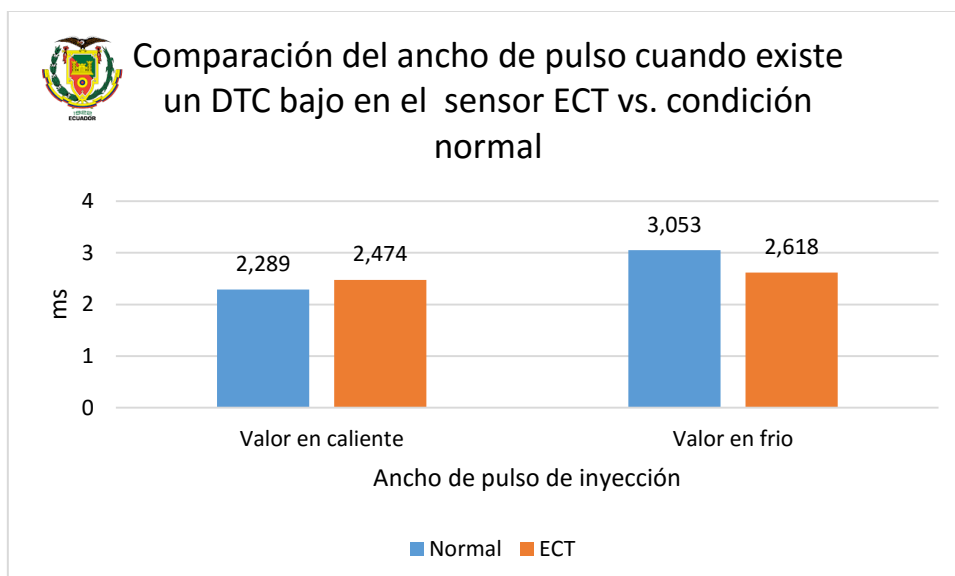


Figura 102 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC bajo en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad ralenti

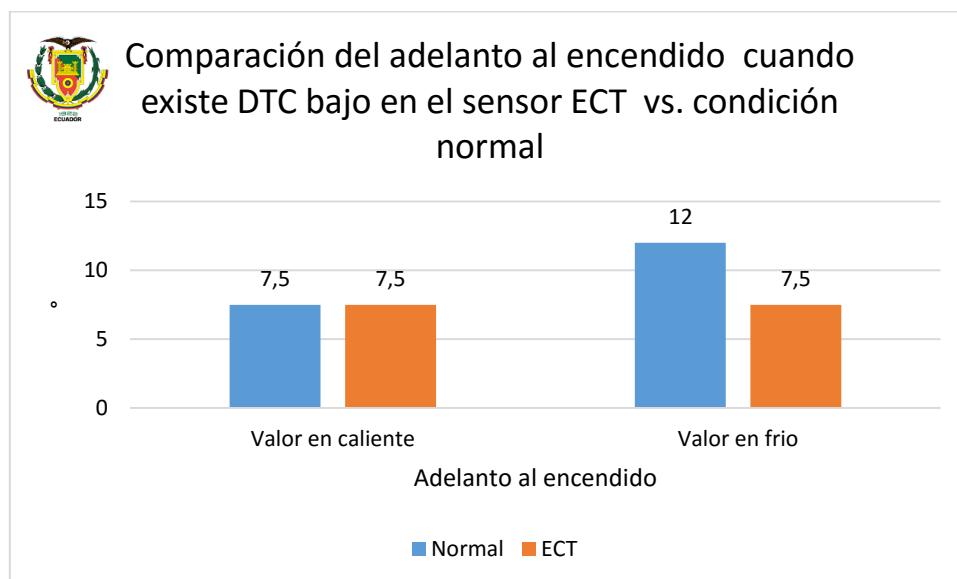


Figura 103 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC bajo en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad ralenti

4.2.7. Sensor KNOCK DTC Alto (HIGH)

En la figura 104 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba

P0328 Knock Sensor 1 Circuit High Input(Bank 1 or Single Sensor)

Figura 104 Lectura de código DTC alto del sensor KNOCK a velocidad ralenti

El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en caliente se muestra en la figura 105.

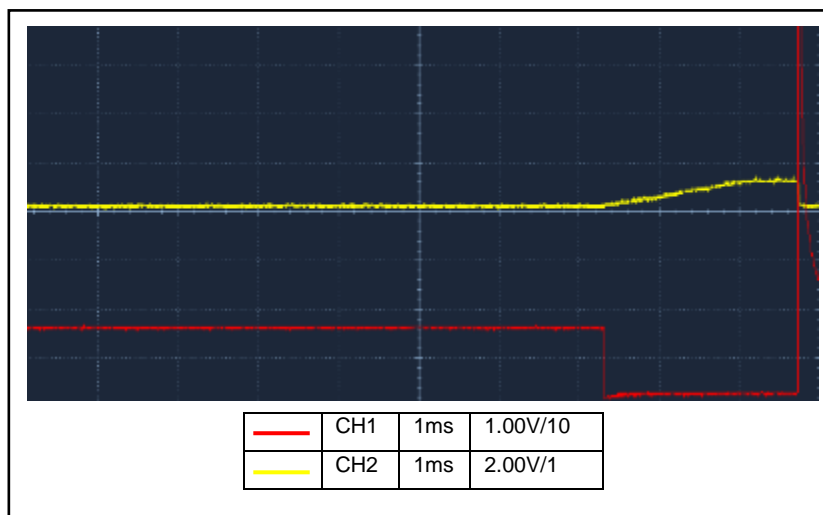


Figura 105 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC alto en el sensor KNOCK con el motor caliente y velocidad ralenti

El ancho de pulso del inyector es de 2.368 ms, con el motor a 640 rpm y 88°C. El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector en está en frío se muestra en la figura 106.

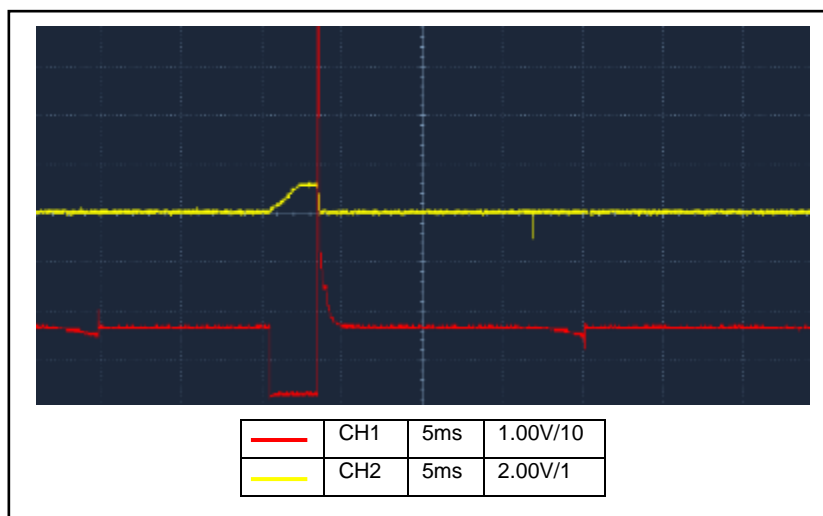


Figura 106 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC alto en el sensor KNOCK con el motor frío y velocidad ralenti

El ancho de pulso del inyector es de 2.895 ms, con el motor a 977 rpm y 43°C. La diferencia de tiempo del ancho de pulso es 0.527 ms, por lo que el valor del ancho de pulso cuando el motor está frío aumenta en 22.25% con respecto al valor cuando está caliente.

En comparación a otras fallas el consumo de combustible no se ve tan afectado, como en un DTC alto del sensor knock la computadora interpreta que existe poco golpeteo e incrementa el valor del ancho de pulso cuando el motor está caliente para que la combustión tenga la fuerza necesaria para que el sensor tenga una lectura adecuada, esto provoca el incremento de los hidrocarburos presentes en los gases de escape. Los valores de los gases restantes se mantienen en valores cercanos a los de funcionamiento normal ya que el combustible no satura en su totalidad al catalizador.

Tabla 26

Comparación de valores a condición normal vs. DTC alto en el sensor KNOCK a velocidad ralentí

Descripción	Unidad	Valor en caliente		Diferen.	Valor en frío		Diferen.
		Normal	KNOCK K		Normal	KNOCK K	
HC	ppm	116	51	65	61	161	100
CO	%	0.42	0.06	0.36	0.03	0.44	0.41
CO ₂	%	13.63	14.09	0.46	14.22	13.54	0.68
O ₂	%	0.88	0.38	0.5	0.28	1.00	0.72
Velocidad	rpm	665	640	25	1051	997	54
Ancho de pulso	ms	2.289	2.368	0.079	3.053	2.895	0.158
Adelanto al encendido	°	7.5	6.5	1	12	9.5	2.5

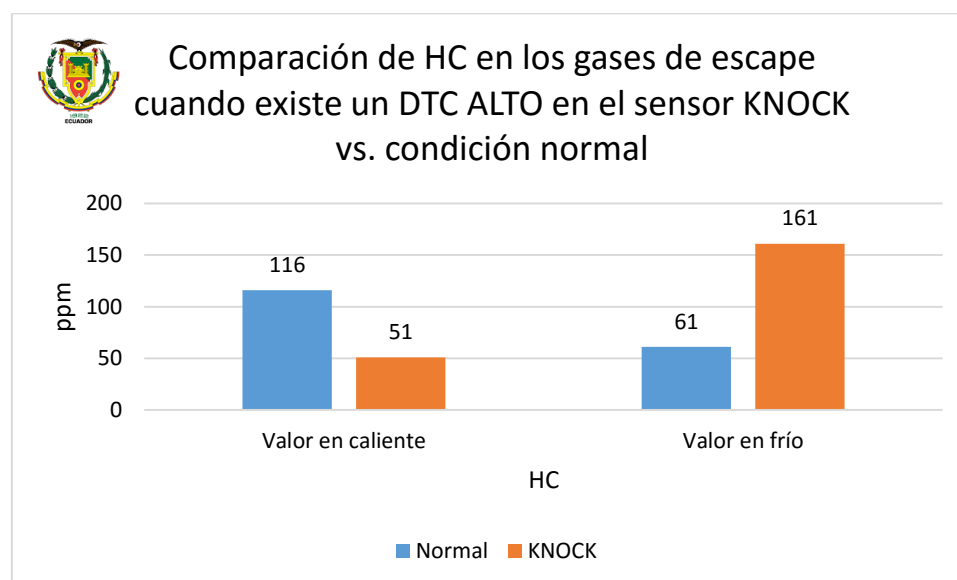


Figura 107 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC Alto en el sensor KNOCK vs. condición normal y velocidad ralentí

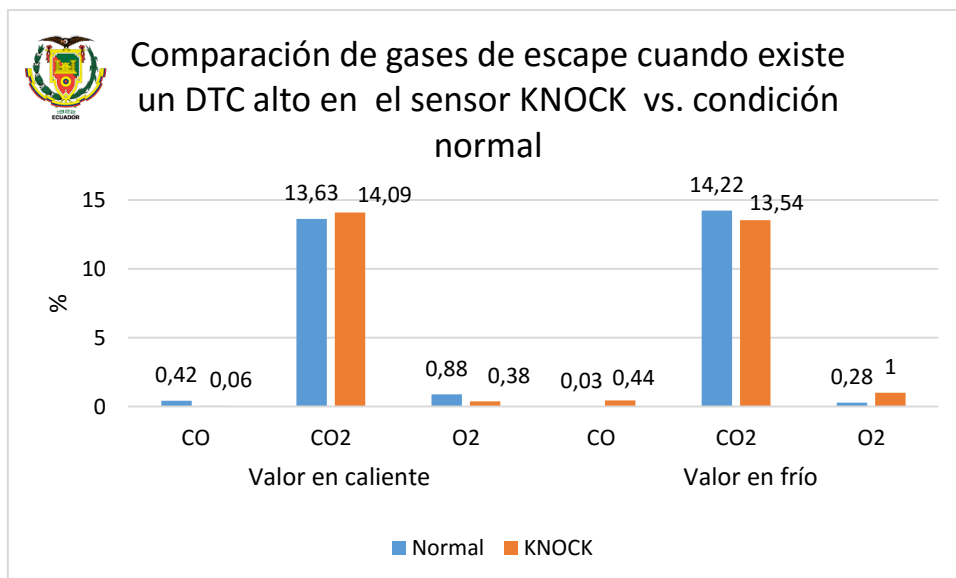


Figura 108 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor KNOCK vs. condición normal y velocidad ralentí

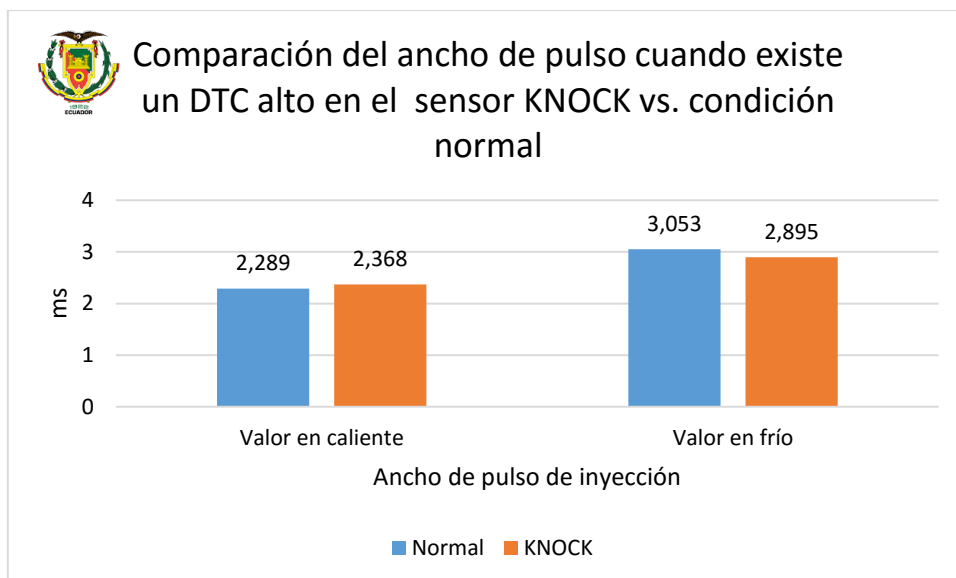


Figura 109 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC alto en el sensor KNOCK vs. condición normal y velocidad ralentí

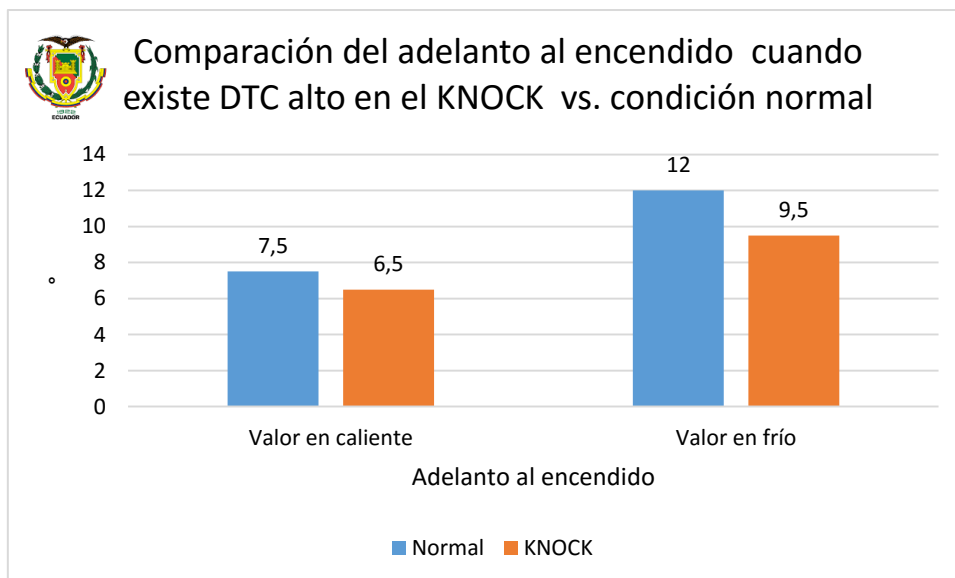


Figura 110 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC alto en el KNOCK vs. condición normal y velocidad ralenti

4.2.8. Sensor KNOCK DTC bajo (LOW)

En la figura 111 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba.

P0327 Knock Sensor 1 Circuit Low Input (Bank 1 or Single Sensor)

Figura 111 Lectura de código DTC bajo del sensor KNOCK a velocidad ralenti

El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en caliente se muestra en la figura 112.

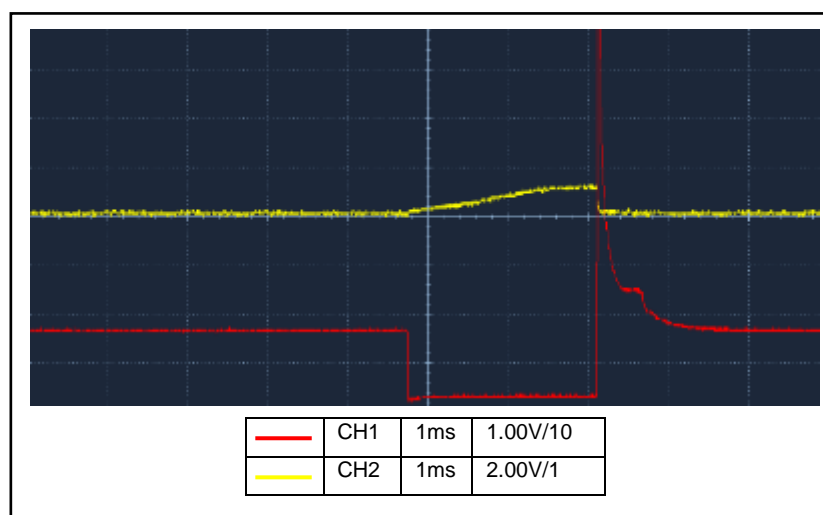


Figura 112 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC bajo en el sensor KNOCK con el motor caliente y velocidad ralenti

El ancho de pulso del inyector es de 2.463 ms, con el motor a 640 rpm y 88°C. El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector con el motor frío se muestra en la figura 113.

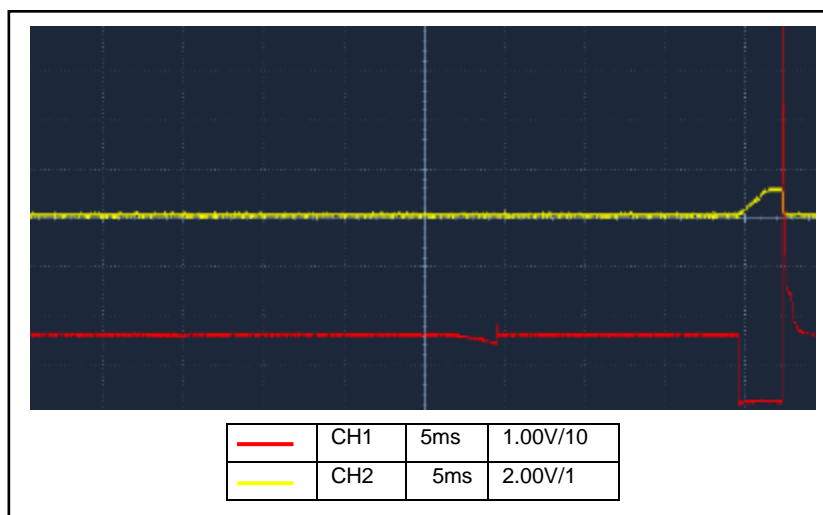


Figura 113 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando existe DTC bajo en el sensor KNOCK motor frío

El ancho de pulso del inyector es de 2.495 ms, con el motor a 1043 rpm y 40°C. La diferencia de tiempo del ancho de pulso es 0.032 ms, por lo que el valor del ancho de pulso cuando el motor está frío aumenta en 1.29% con respecto al valor cuando está caliente.

El comportamiento de los hidrocarburos y los gases de escape es similar al ocurrido en las pruebas que se presentaron con DTC alto. Cuando el motor está caliente disminuye los hidrocarburos debido a que la ECU adelanta el encendido para compensar el golpeteo que no detecta, por tanto se quema un poco más de combustible. Ocurre lo contrario cuando el motor está frío, sin embargo en ambos casos la variación de gases de escape no es tan significativa.

Tabla 27

Comparación de valores a condición normal vs. DTC bajo en el sensor KNOCK a velocidad ralentí

Descripción	Unidad	Valor en caliente	Diferen.	Valor en frío	Diferen.
-------------	--------	-------------------	----------	---------------	----------

		Normal	KNOCK		Normal	KNOCK	
			K			K	
HC	ppm	116	57	59	61	128	67
CO	%	0.42	0.05	0.37	0.03	0.28	0.25
CO2	%	13.63	14.18	0.55	14.22	13.80	0.42
O2	%	0.88	0.35	0.53	0.28	0.73	0.45
Velocidad	rpm	665	640	15	1051	1043	8
Ancho de pulso	ms	2.289	2.463	0.174	3.053	2.495	0.558
Adelanto al encendido	°	7.5	11.5	4	12	10.5	1.5

La comparación de los datos se muestra en los siguientes gráficos de barras.

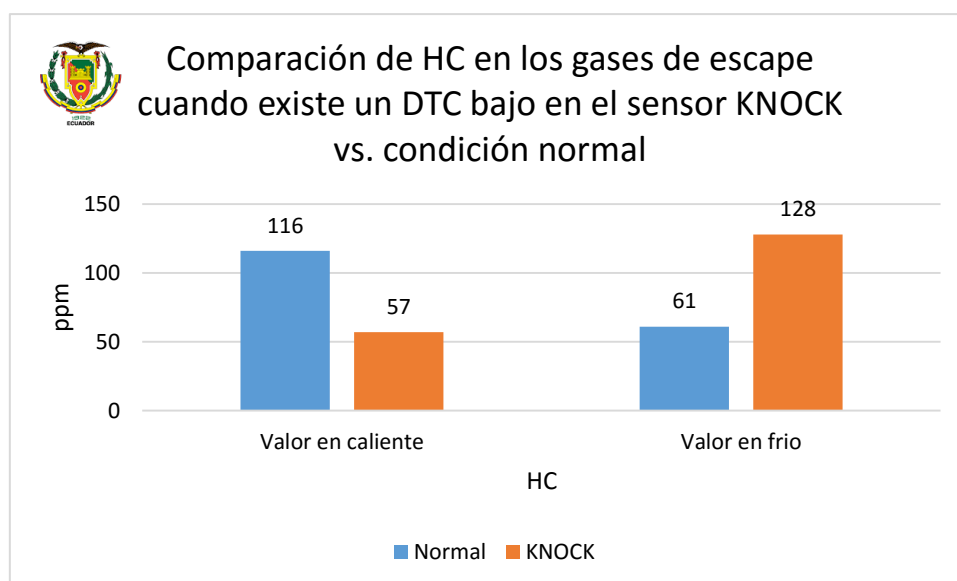


Figura 114 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor KNOCK vs. condición normal y velocidad ralentí

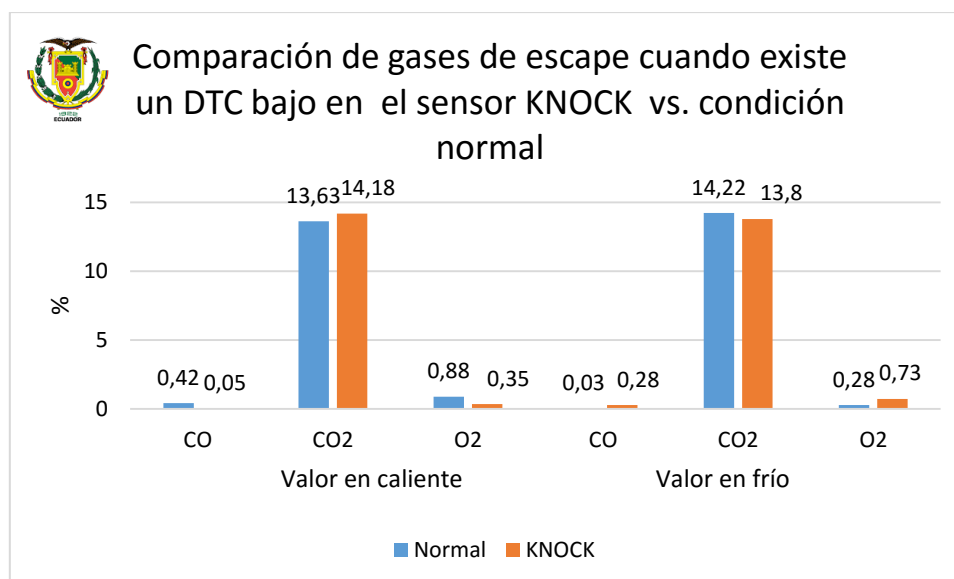


Figura 115 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor KNOCK vs. condición normal y velocidad ralentí

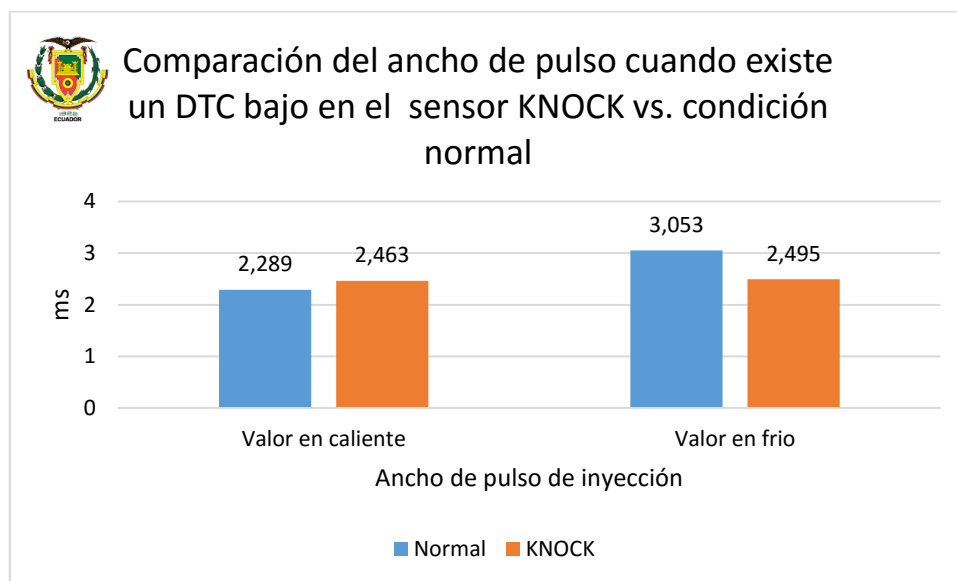


Figura 116 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC bajo en el sensor KNOCK vs. condición normal y velocidad ralentí

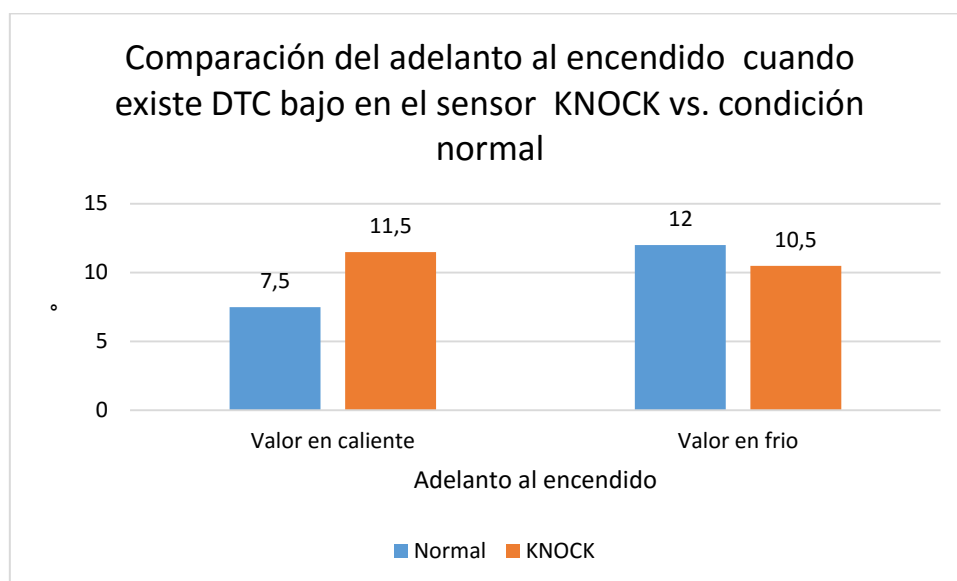


Figura 117 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC bajo en el sensor KNOCK vs. condición normal y velocidad ralentí

4.2.9. Sensor APP DTC Alto (HIGH)

En la figura 118 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba

P0121	Throttle Pedal Position Sensor/Switch 'A' Circuit Range/Performance
P0123	Throttle/Pedal Position Sensor/Switch 'A' Circuit High Input

Figura 118 Lectura de código DTC alto del sensor APP a velocidad ralentí

El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en caliente se muestra en la figura 119.

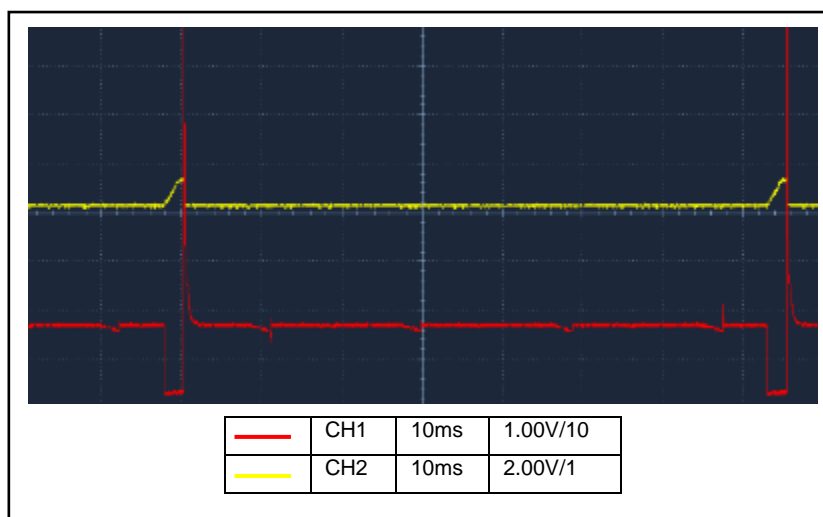


Figura 119 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC alto en el sensor APP con el motor caliente y velocidad ralentí

El ancho de pulso del inyector es de 2.421 ms, con el motor a 1589 rpm y 86°C. El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector en está en frío se muestra en la figura 120.

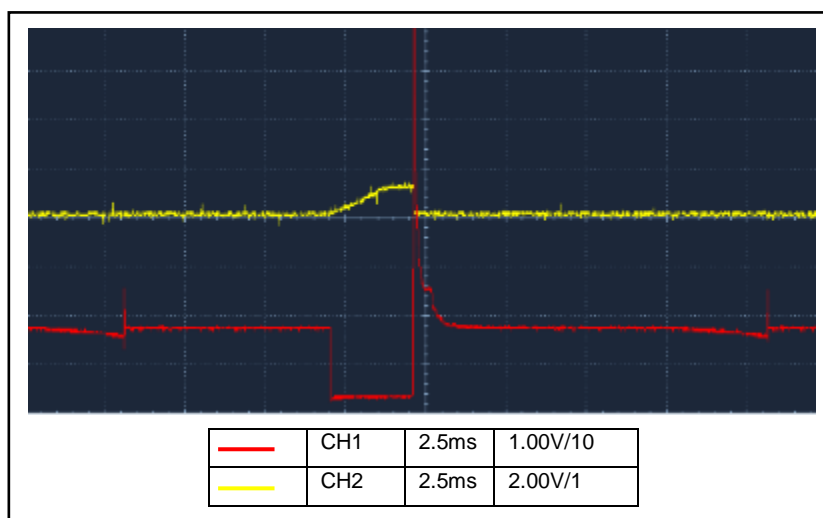


Figura 120 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC alto en el sensor APP con el motor frío y velocidad ralentí

El ancho de pulso del inyector es de 3.421ms, con el motor a 1420 rpm y 45°C. La diferencia de tiempo del ancho de pulso es 1 ms, por lo que el valor del ancho de pulso cuando el motor esta frío aumenta en 41.30% con respecto al valor cuando está caliente.

Lo primero que se puede notar durante esta prueba es que la velocidad del motor se aumenta drásticamente, puesto que la ECU no diferencia si se está acelerando o no, mantiene la inyección de combustible constante e incrementa el adelanto, de tal forma que el vehículo tiene suficiente fuerza para moverse. En esta condición los hidrocarburos presentes en los gases de escape son casi el 5% del valor cuando el motor funciona a condición normal por el adelanto excesivo sin haber realizado el aumento de combustible; el valor de los gases de escape se mantiene cercano a los valores normales de funcionamiento gracias que el catalizador funciona correctamente

Tabla 28

Comparación de valores a condición normal vs. DTC alto en el sensor APP a velocidad ralentí

Descripción	Unidad	Valor en caliente		Diferen.	Valor en frío		Diferen.
		Normal	APP		Normal	APP	
HC	ppm	116	6	100	61	180	119
CO	%	0.42	0.00	0.42	0.03	1.17	1.14
CO2	%	13.63	14.05	0.42	14.22	13.38	0.84
O2	%	0.88	0.42	0.46	0.28	0.37	0.09
Velocidad	rpm	665	1589	924	1051	1420	369
Ancho de pulso	ms	2.289	2.421	0.132	3.053	3.421	0.368
Adelanto al encendido	°	7.5	22.5	15	12	24.0	12

La comparación de los datos se muestra en los siguientes gráficos de barras.

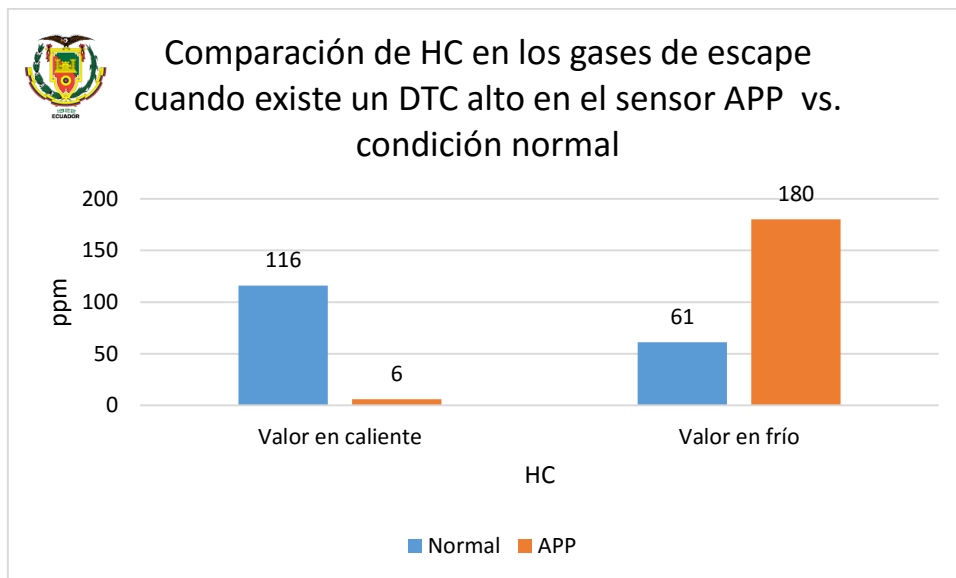


Figura 121 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor APP vs. condición normal y velocidad ralenti

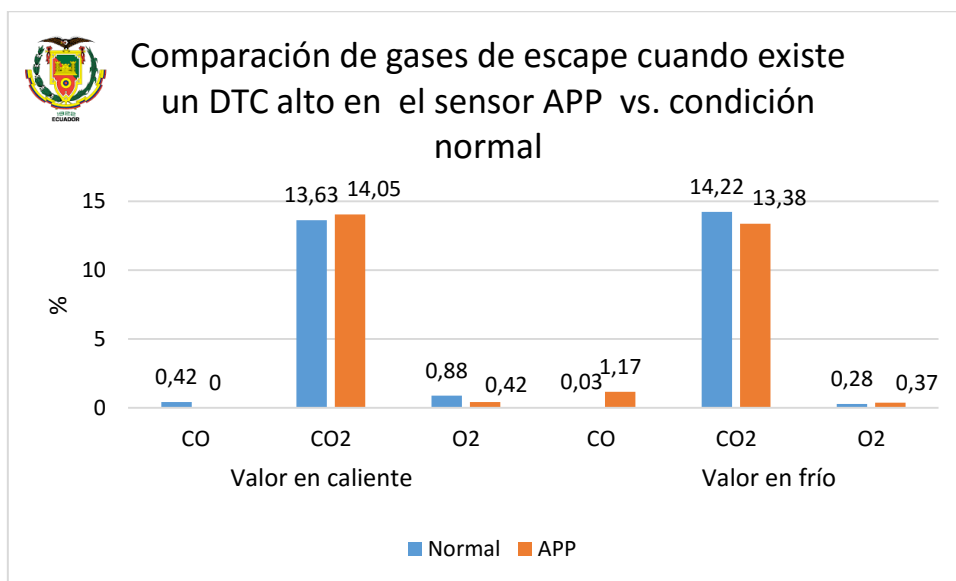


Figura 122 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor APP vs. condición normal y velocidad ralenti

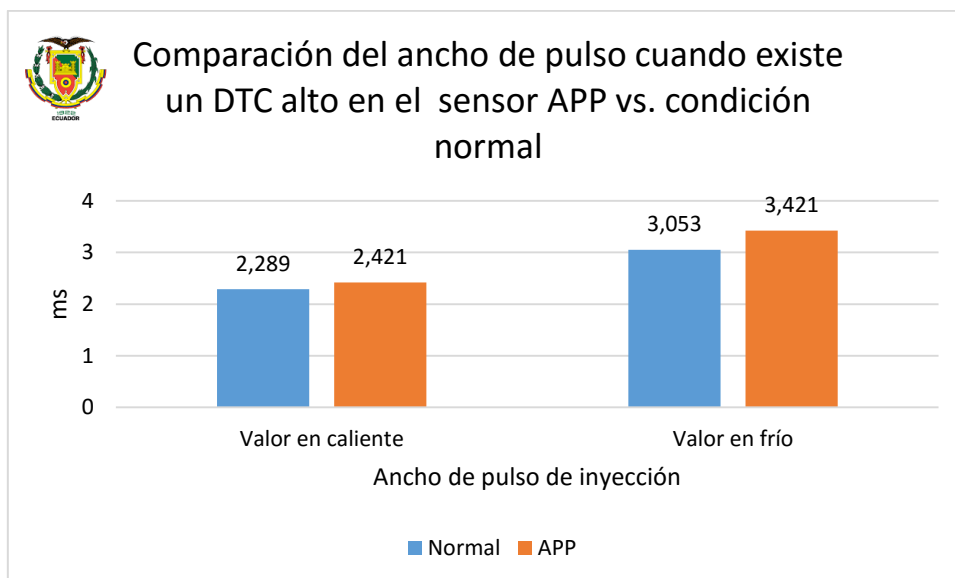


Figura 123 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC alto en el sensor APP vs. condición normal y velocidad ralentí

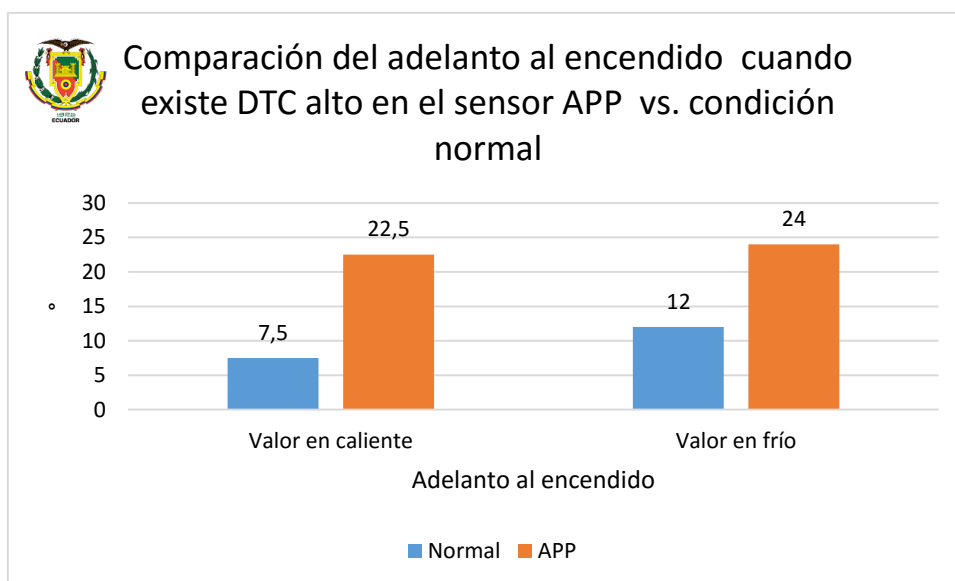


Figura 124 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC alto en el sensor APP vs. condición normal y velocidad ralentí

4.2.10. Sensor APP DTC bajo (LOW)

En la figura 125 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba.

P0121	Throttle Pedal Position Sensor/Switch 'A' Circuit Range/Performance
P0122	Throttle/Pedal Position Sensor/Switch 'A' Circuit Low Input

Figura 125 Lectura de código DTC bajo del sensor ECT a velocidad ralentí

El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en caliente se muestra en la figura 126.

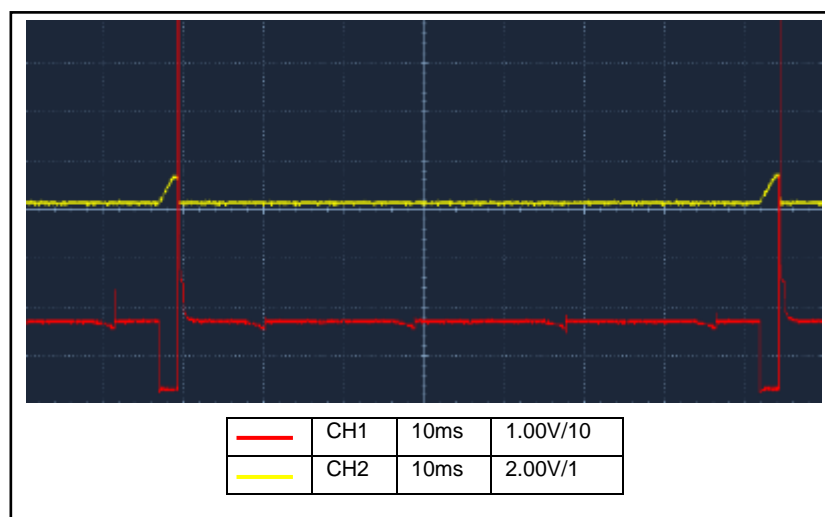


Figura 126 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC bajo el sensor APP con el motor caliente y velocidad ralentí

El ancho de pulso del inyector es de 2.579 ms, con el motor a 1477 rpm y 81°C. El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector con el motor frío se muestra en la figura 127.

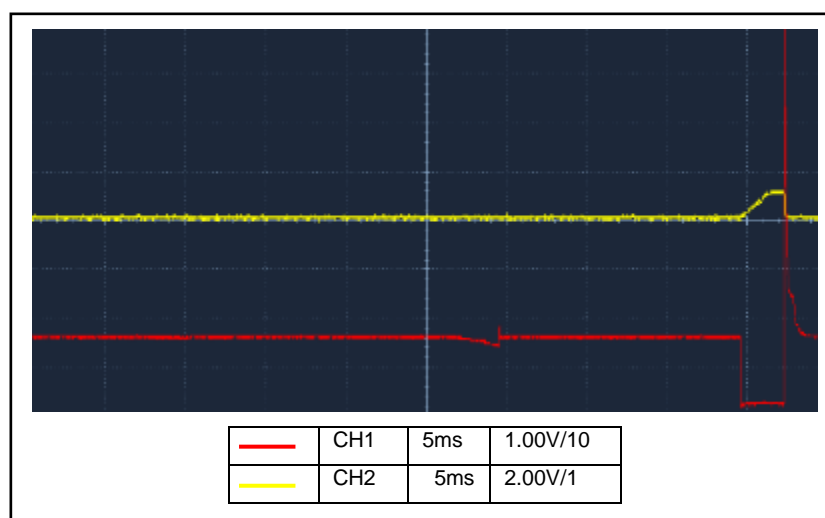


Figura 127 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando existe DTC bajo en el sensor KNOCK motor frío velocidad ralentí

El ancho de pulso del inyector es de 2.697 ms, con el motor a 1390 rpm y 38°C. La diferencia de tiempo del ancho de pulso es 0.118 ms, por lo que el valor del ancho de pulso cuando el motor está frío aumenta en 4.57% con respecto al valor cuando está caliente. Cuando se presenta esta falla ocurre lo mismo que cuando la ECU detecta que tiene un DTC alto. Debido a que la ECU no reconoce la posición del acelerador y va a tratar de mantener el motor funcionando en un régimen en el que el vehículo pueda funcionar

Tabla 29

Comparación de valores a condición normal vs. DTC bajo en el sensor APP a velocidad ralentí

Descripción	Unidad	Valor en caliente		Diferen.	Valor en frío		Diferen.
		Normal	APP		Normal	APP	
HC	ppm	116	7	99	61	193	132
CO	%	0.42	0.00	0.42	0.03	1.60	1.57
CO2	%	13.63	14.14	0.51	14.22	13.26	0.96
O2	%	0.88	0.23	0.65	0.28	0.28	0
Velocidad	rpm	665	1477	812	1051	1390	339
Ancho de pulso	ms	2.289	2.579	0.29	3.053	2.697	0.356
Adelanto al encendido	°	7.5	22.5	15	12	24.5	12.5

La comparación de los datos se muestra en los siguientes gráficos de barras.

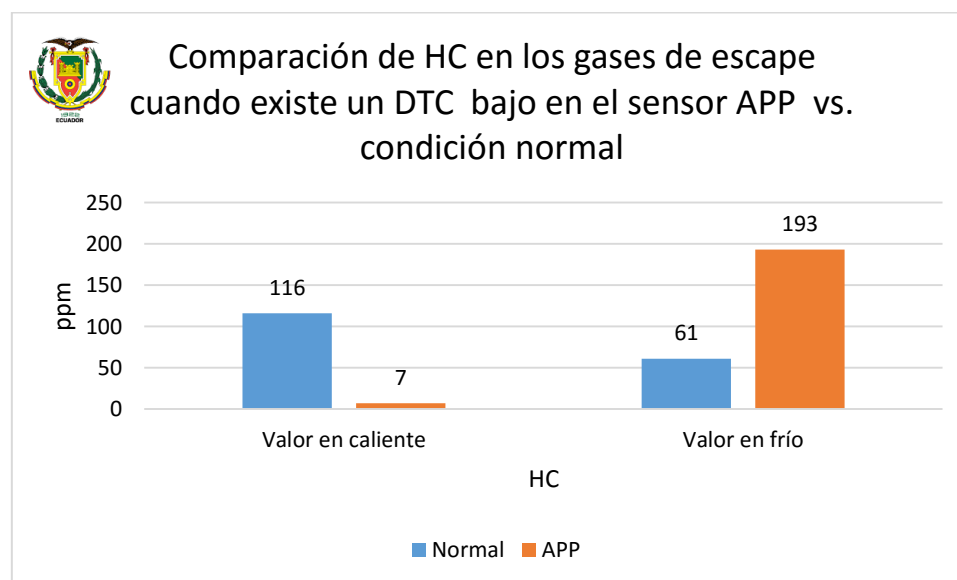


Figura 128 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor APP vs. condición normal y velocidad ralentí

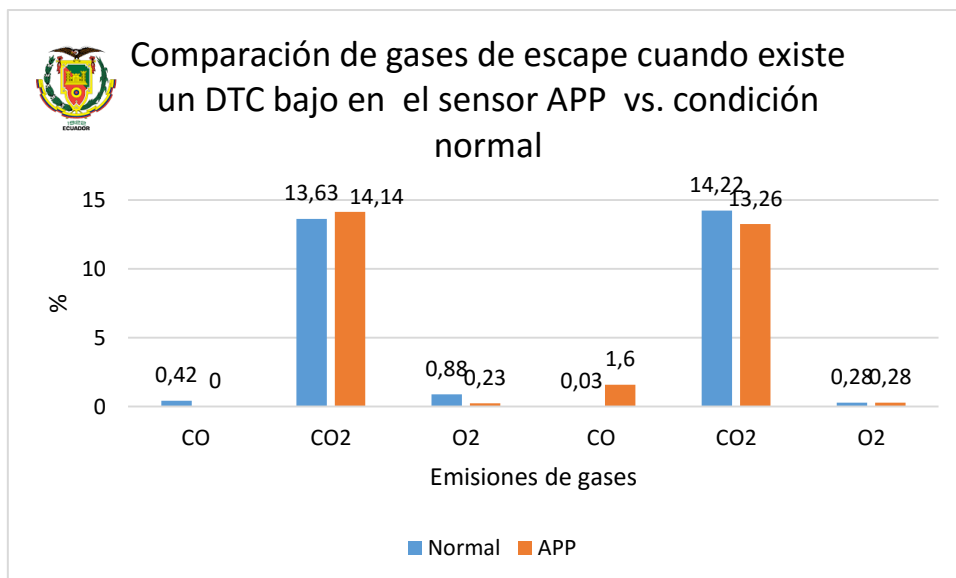


Figura 129 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor APP vs. condición normal y velocidad ralenti

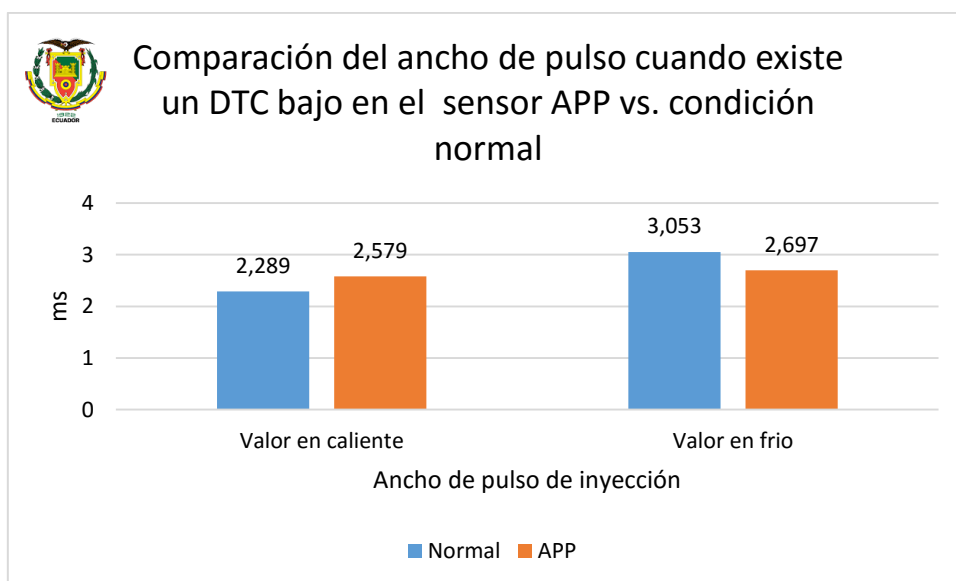


Figura 130 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC bajo en el sensor APP vs. condición normal y velocidad ralenti

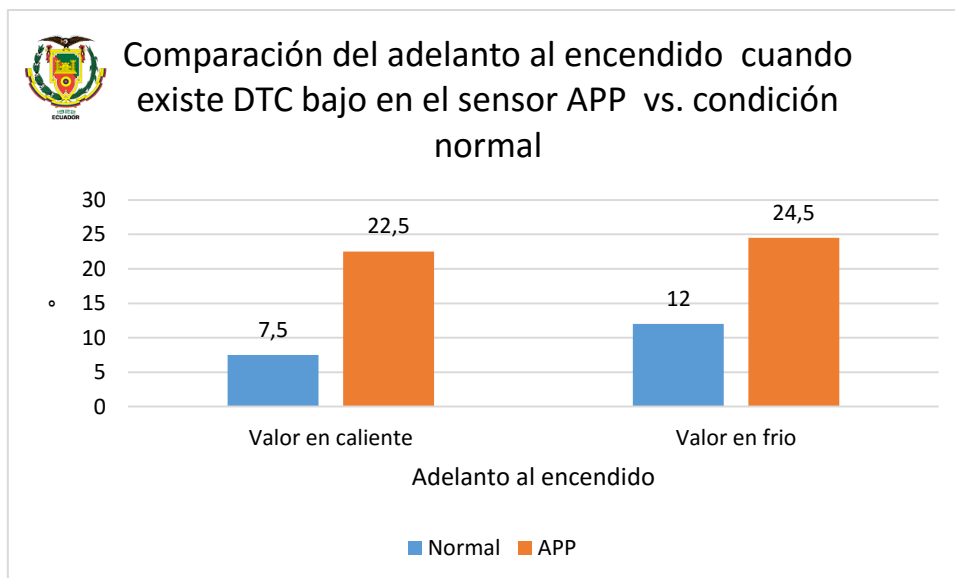


Figura 131 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC bajo en el sensor APP vs. condición normal y velocidad ralenti

4.2.11.DTC en el sensor EGO

En la figura 132 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba

P0135 Oxygen Sensor Heater Circuit (Bank 1 Sensor 1)

Figura 132 Lectura de código DTC del sensor EGO a velocidad ralenti

El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en caliente se muestra en la figura 133.

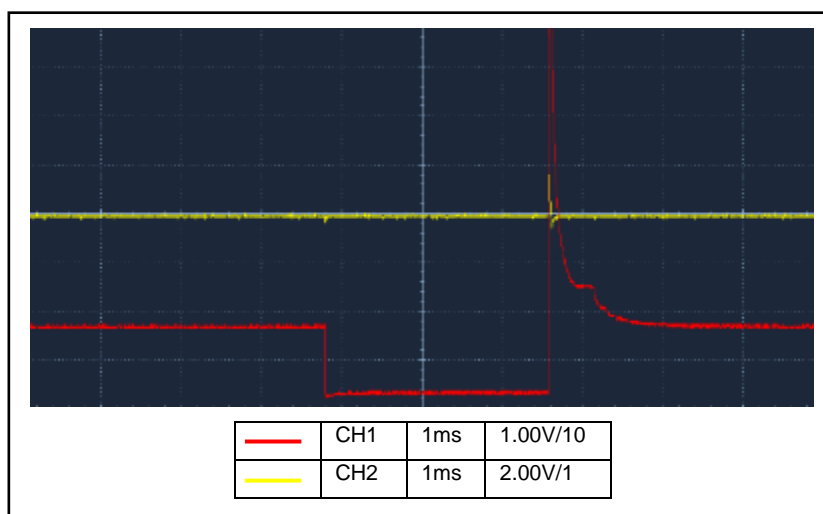


Figura 133 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC el sensor APP con el motor caliente y velocidad ralenti

El ancho de pulso del inyector es de 2.789 ms, con el motor a 2040 rpm y 85°C. El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector en está en frío se muestra en la figura 134.

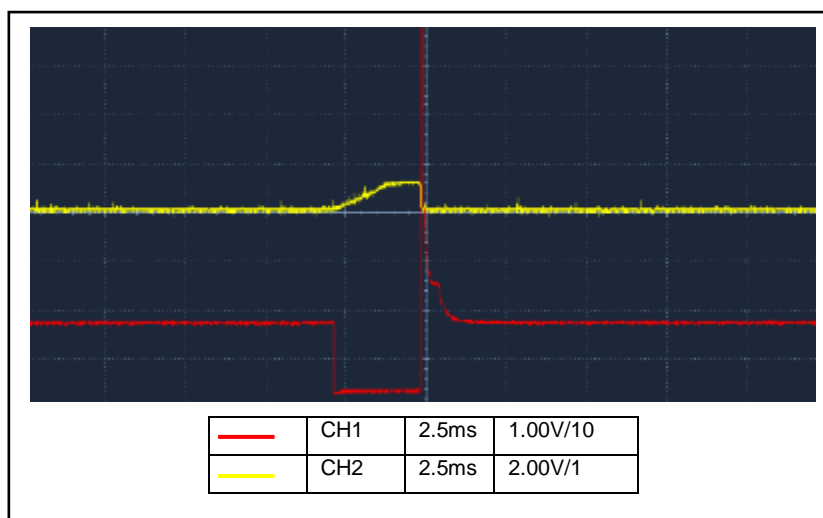


Figura 134 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC alto el sensor APP con el motor frío y velocidad ralentí

El ancho de pulso del inyector es de 2.618ms, con el motor a 1009 rpm y 42°C. La diferencia de tiempo del ancho de pulso es 0.171 ms, por lo que el valor del ancho de pulso cuando el motor esta frío aumenta en 6.13% con respecto al valor cuando está caliente.

Como este sensor indica a la ECU cual es la relación de aire-combustible, al no estar presente se genera un aumento en la inyección para compensar cualquier desajuste en la entrada de aire y un aumento en el adelanto para combustionar la gasolina adicional, estos cambios provocan que el monóxido aumente drásticamente hasta cerca del valor límite y una disminución de los valores de dióxido y oxígeno cuando el motor está frío, y algo similar cuando está caliente pero en menor medida. El resumen de este análisis se muestra en la tabla 30.

Tabla 30

Comparación de valores a condición normal vs. DTC en el sensor EGO a velocidad ralentí

Descripción	Unidad	Valor en caliente		Diferen.	Valor en frío		Diferen.
		Normal	EGO		Normal	EGO	
HC	ppm	116	298	182	61	206	145
CO	%	0.42	5.37	4.95	0.03	0.89	0.86
CO2	%	13.63	10.75	2.88	14.22	13.46	0.76
O2	%	0.88	0.41	0.47	0.28	0.65	0.37
Velocidad	rpm	665	2040	1375	1051	1009	42
Ancho de pulso	ms	2.289	2.798	0.509	3.053	2.618	0.435
Adelanto al encendido	°	7.5	26	18.5	12	10.5	1.5

La comparación de los datos se muestra en los siguientes gráficos de barras.

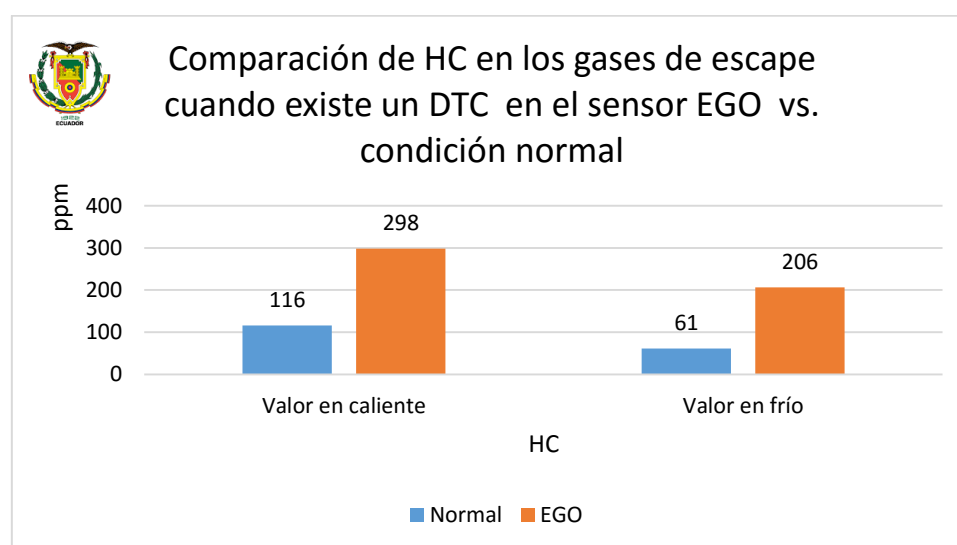


Figura 135 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC en el sensor EGO vs. condición normal y velocidad ralentí

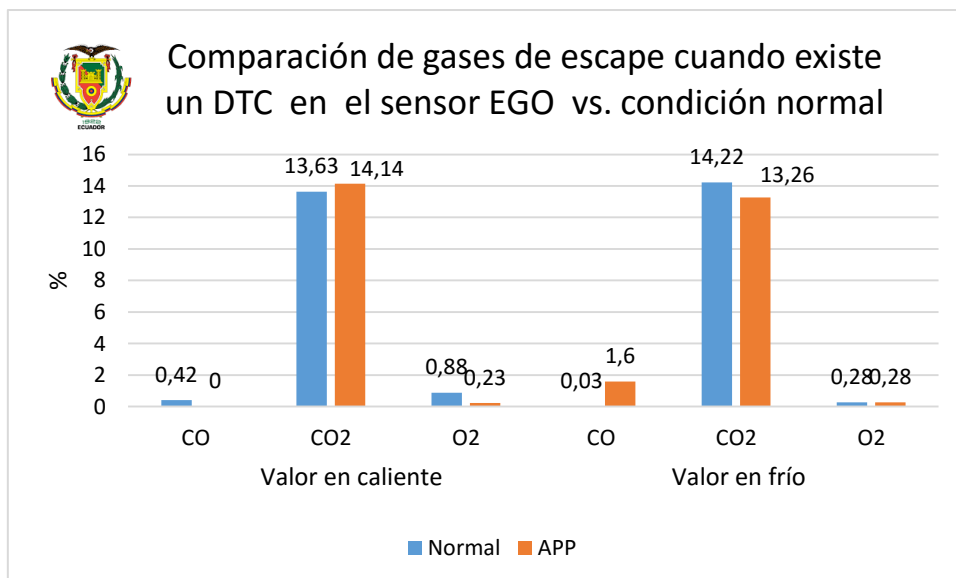


Figura 136 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC en el sensor EGO vs. condición normal y velocidad ralenti

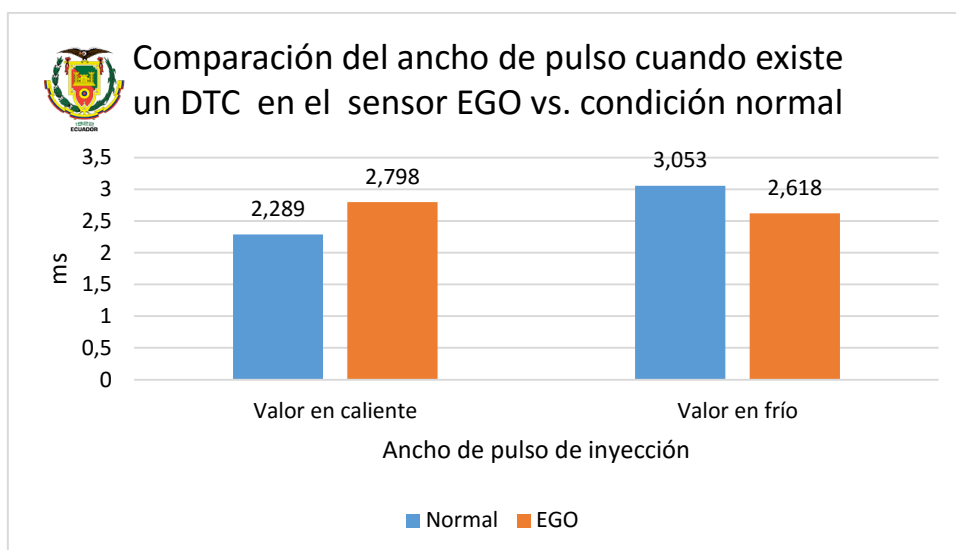


Figura 137 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC en el sensor EGO vs. condición normal y velocidad ralenti

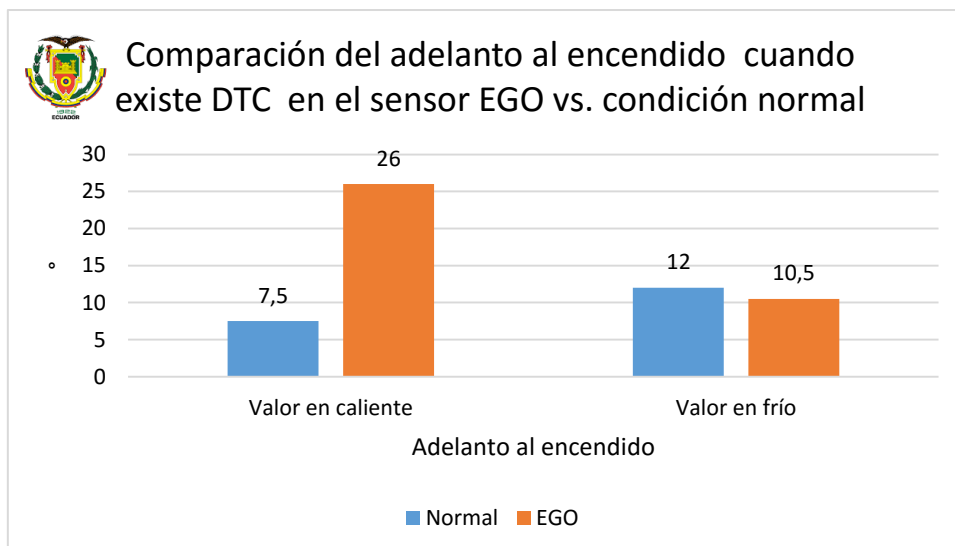


Figura 138 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC en el sensor EGO vs. condición normal y velocidad ralenti

4.2.12.DTC en el Sensor CMP

En la figura 139 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba

P0340 Camshaft Position Sensor Circuit

Figura 139 Lectura de código DTC del sensor CMP a velocidad ralenti

El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en caliente se muestra en la figura 140.

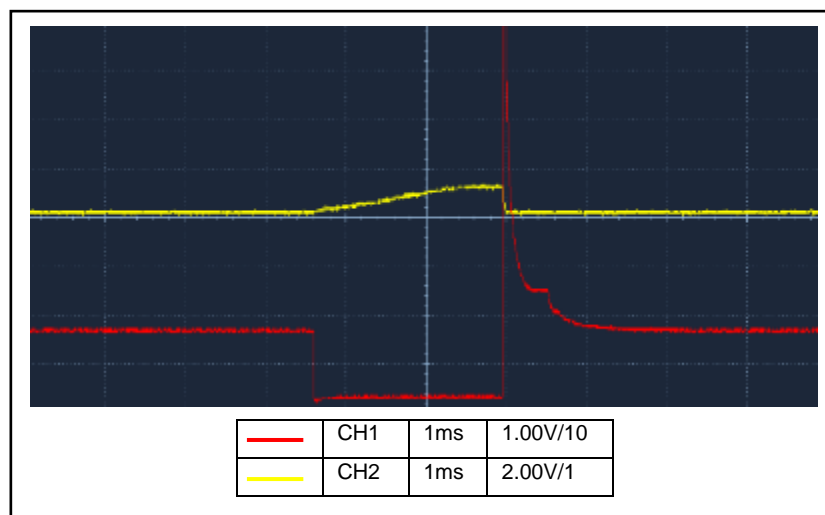


Figura 140 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC el sensor CMP con el motor caliente y velocidad ralenti

El ancho de pulso del inyector es de 2.347 ms, con el motor a 656 rpm y 88°C. El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector en está en frío se muestra en la figura 141.

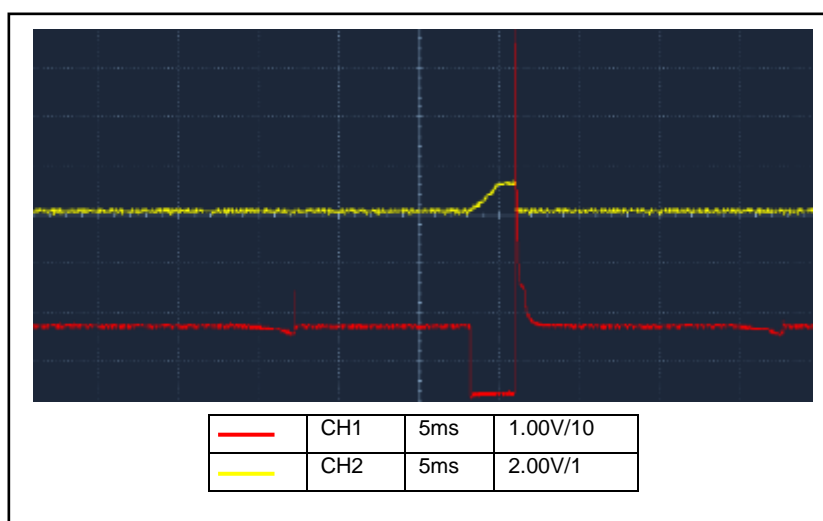


Figura 141 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC en el sensor CMP con el motor frío y velocidad ralentí

El ancho de pulso del inyector es de 2.895ms, con el motor a 998 rpm y 43°C. La diferencia de tiempo del ancho de pulso es 0.548 ms, por lo que el valor del ancho de pulso cuando el motor esta frío aumenta en 23.34% con respecto al valor cuando está caliente.

Cuando surge la perdida de la señal del sensor CMP el motor se encuentra funcionando como que fuera de inyección semi secuencial y chispa perdida por tanto hace una doble inyección cuando los pistones están descendiendo del punto muerto superior hacia el punto muerto inferior y de la misma forma existe un doble salto de chispa cuando los pistones se acercan al punto muerto superior razón por la que no existe un aumento notable en los hidrocarburos esto también se ve favorecido por el adelanto al encendido generado por el DTC. El principal cambio en los gases de escape se observa en una disminución del monóxido cuando el motor está caliente, al igual que el oxígeno; cuando le motor esta frío en cambio los valores de los tres gases se mantienen cercanos a los de condiciones normales.

Tabla 31

Comparación de valores a condición normal vs. DTC en el sensor CMP a velocidad ralentí

Descripción	Unidad	Valor en caliente		Diferen.	Valor en frío		Diferen.
		Normal	CMP		Normal	CMP	
HC	ppm	116	24	92	61	23	38
CO	%	0.42	0.01	0.41	0.03	0.01	0.02
CO ₂	%	13.63	14.22	0.59	14.22	14.29	0.07
O ₂	%	0.88	0.28	0.6	0.28	0.25	0.03
Velocidad	rpm	665	656	100	1051	998	53
Ancho de pulso	ms	2.289	2.347	0.058	3.053	2.895	0.158
Adelanto al encendido	°	7.5	10	2.5	12	9.5	2.5

La comparación de los datos se muestra en los siguientes gráficos de barras.

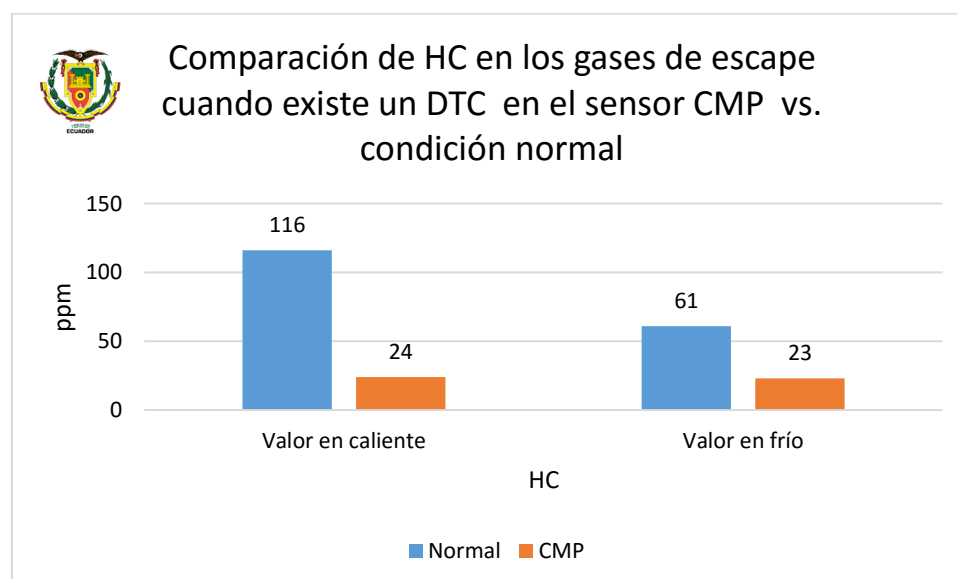


Figura 142 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC en el sensor CMP vs. condición normal y velocidad ralentí

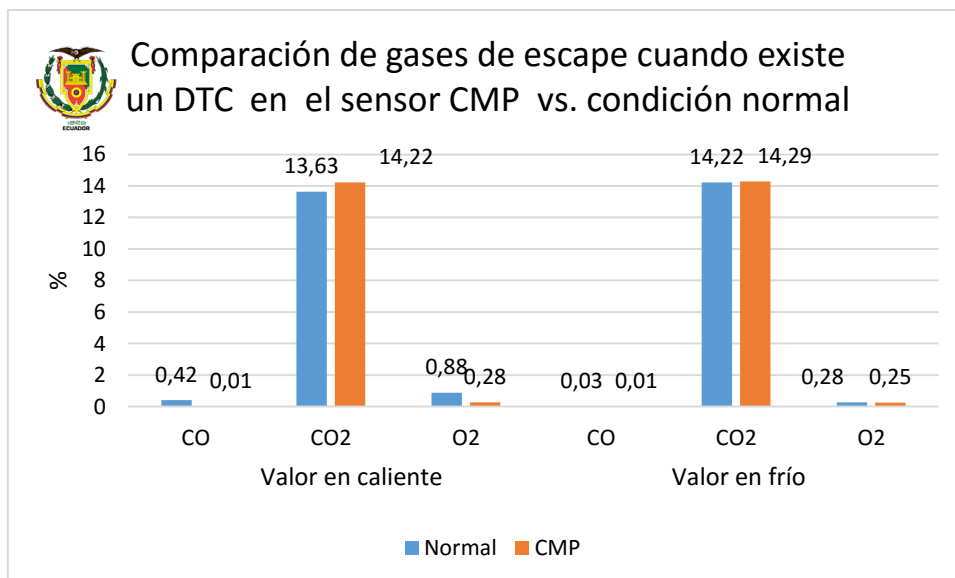


Figura 143 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC en el sensor CMP vs. condición normal y velocidad ralenti

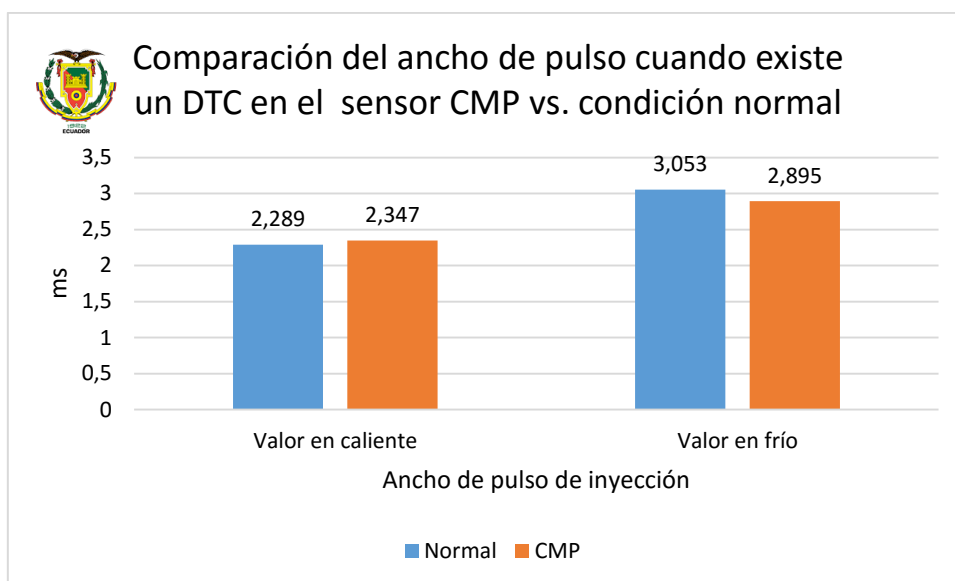


Figura 144 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC en el sensor CMP vs. condición normal y velocidad ralenti

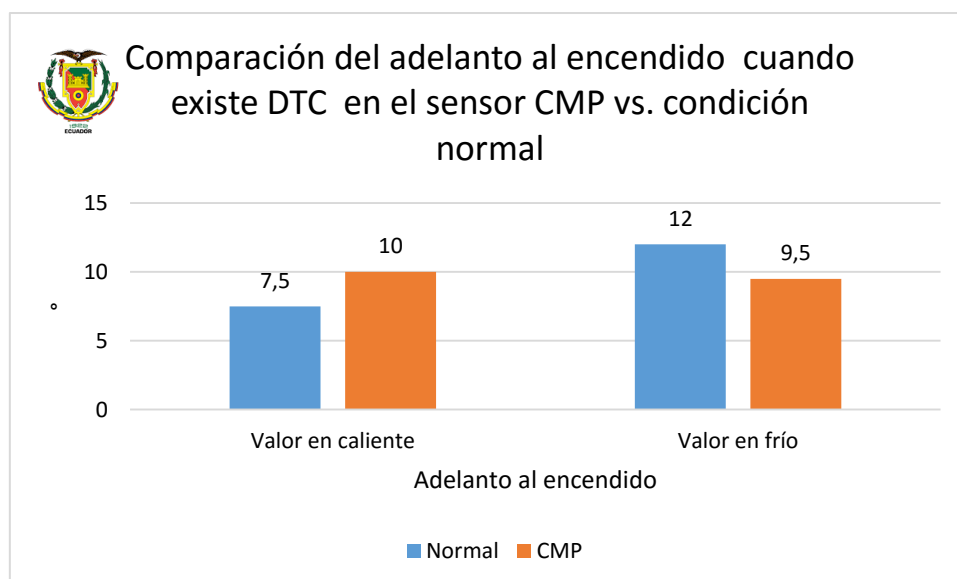


Figura 145 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC en el sensor CMP vs. condición normal y velocidad ralenti

4.2.13. DTC en la válvula VVT

En la figura 146 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba

P0010 Camshaft Position 'A' - Actuator Circuit(Bank 1)

Figura 146 Lectura de código DTC de la válvula VVT a velocidad ralenti

El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en caliente se muestra en la figura 147.

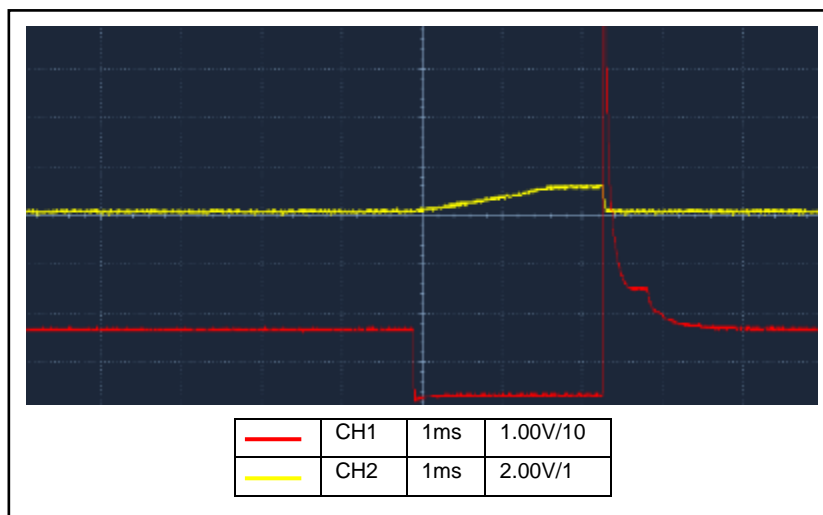


Figura 147 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC en la válvula VVT con el motor caliente y velocidad ralentí

El ancho de pulso del inyector es de 2.332 ms, con el motor a 650 rpm y 86°C. El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector en está en frío se muestra en la figura 148.

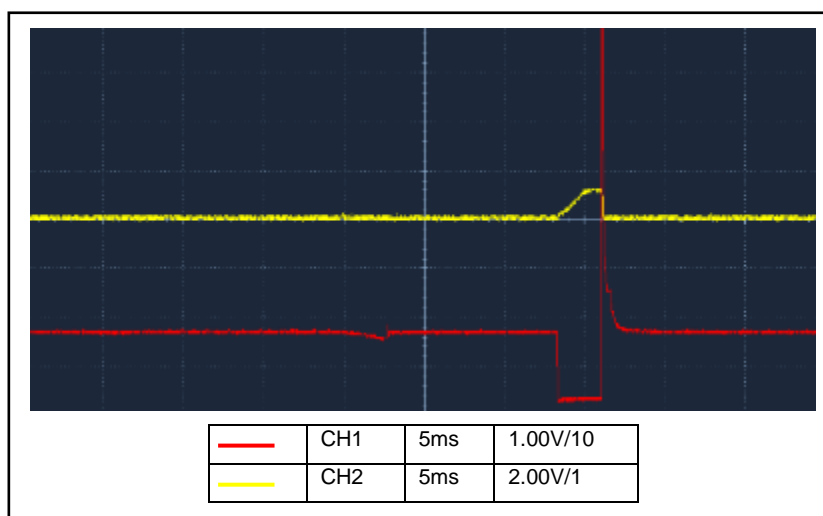


Figura 148 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC en la válvula VVT con el motor frío y velocidad ralentí

El ancho de pulso del inyector es de 2.737ms, con el motor a 1042 rpm y 40°C. La diferencia de tiempo del ancho de pulso es 0.405 ms, por lo que el valor del ancho de pulso cuando el motor está frío aumenta en 17.36% con respecto al valor cuando está caliente.

En esta condición, cuando el motor está caliente, aumentan los hidrocarburos debido a que la ECU no puede regular la entrada de gases frescos que son regulados por la válvula VVT, en cambio cuando el motor está frío disminuyen debido a que la ECU da un pulso de inyección menor para evitar que el motor se ahogue por la disminución de aire de entrada, en los demás gases de escape no existe una variación considerable, existe un aumento en el adelanto al encendido para quemar el combustible extra del pulso de inyección.

Tabla 32

Comparación de valores a condición normal vs. DTC en la válvula VVT a velocidad ralentí

Descripción	Unidad	Valor en caliente		Diferen.	Valor en frío		Diferen.
		Normal	VVT		Normal	VVT	
HC	ppm	116	146	30	61	34	27
CO	%	0.42	0.50	0.08	0.03	0.01	0.02
CO ₂	%	13.63	13.49	0.14	14.22	14.24	0.02
O ₂	%	0.88	1.07	0.19	0.28	0.21	0.07
Velocidad	rpm	665	650	15	1051	1042	9
Ancho de pulso	ms	2.289	2.332	0.043	3.053	2.737	0.316
Adelanto al encendido	°	7.5	11.5	4	12	10.5	1.5

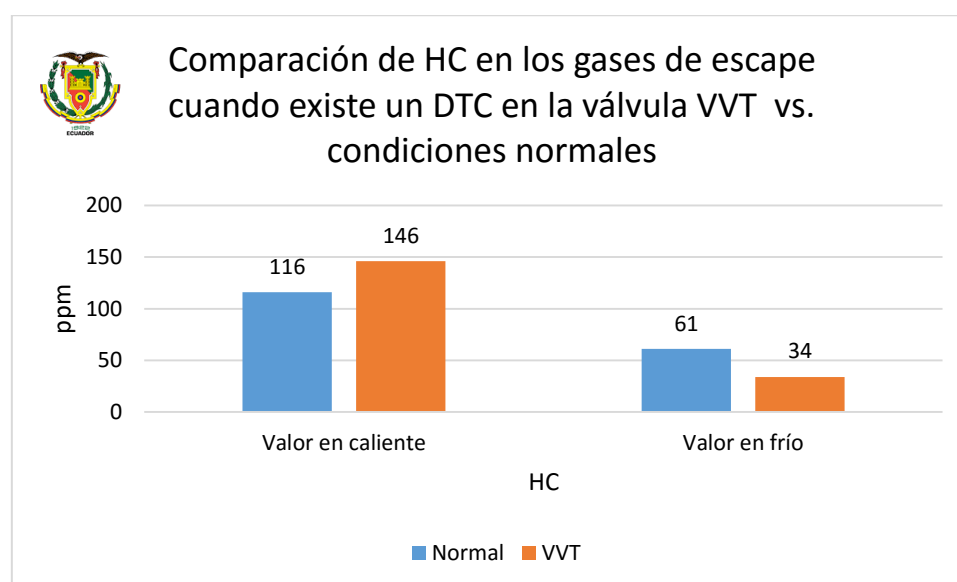


Figura 149 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad ralentí

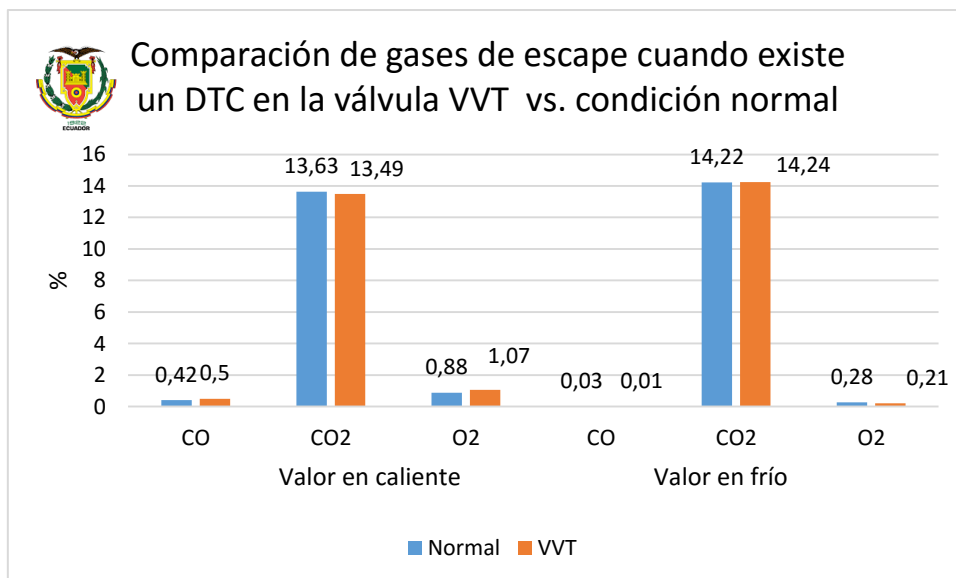


Figura 150 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad ralenti

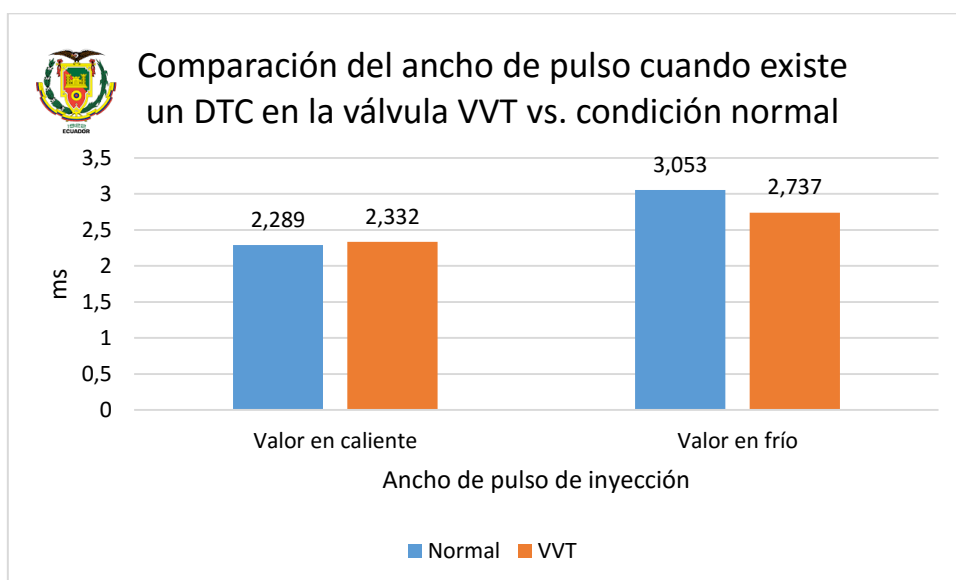


Figura 151 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad ralenti

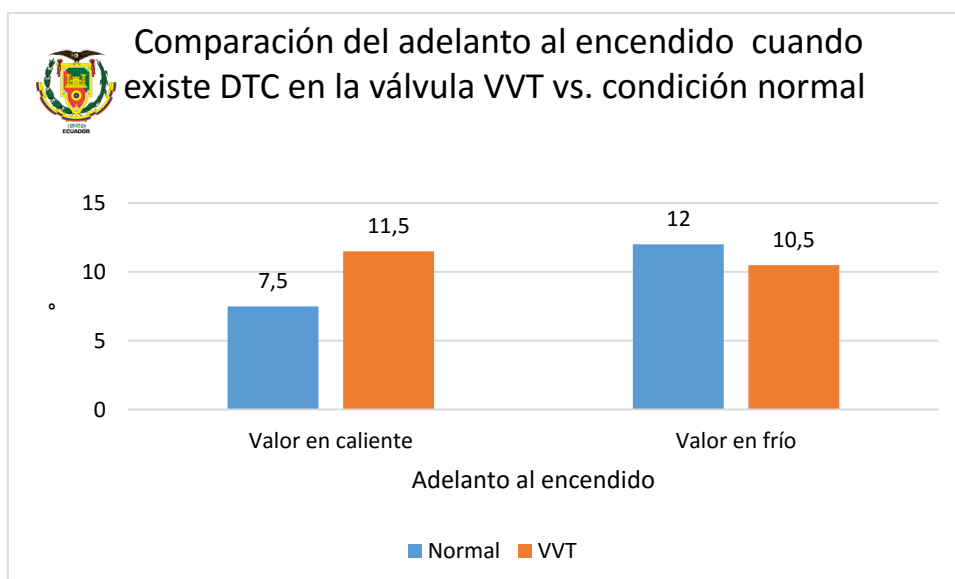


Figura 152 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad ralentí

4.3. Pruebas con fallas en el motor a velocidad crucero

4.3.1. Sensor IAT DTC alto (HIGH)

En la figura 153 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba

P0113 Intake Air Temperature Circuit High Input

Figura 153 Lectura de código DTC alto del sensor IAT a velocidad crucero

El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en caliente se muestra en la figura 154.

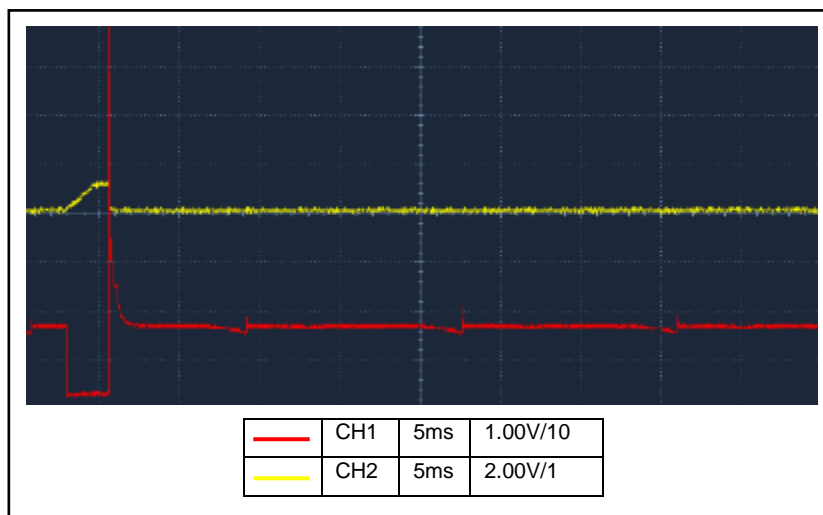


Figura 154 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC alto en el sensor IAT con el motor caliente y velocidad crucero

El ancho de pulso del inyector es de 2.500 ms, con el motor a 2655 rpm y 86°C. El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector en está en frío se muestra en la figura 155.

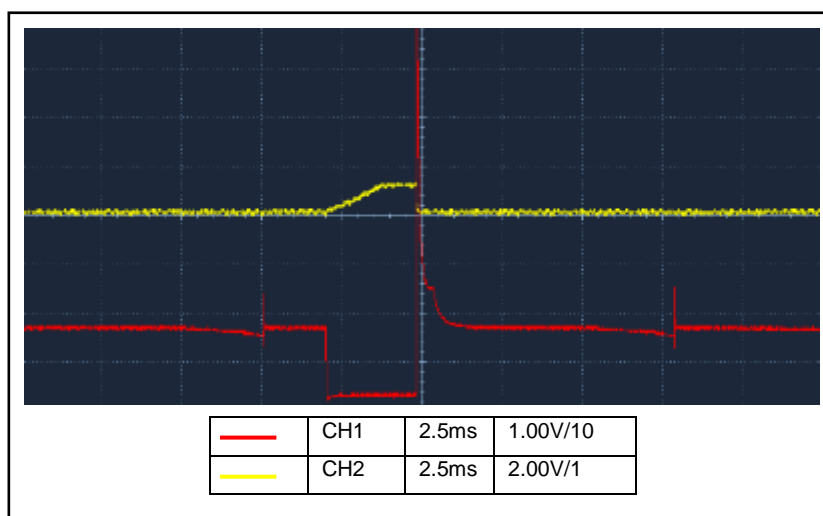


Figura 155 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC alto el sensor IAT con el motor frío y velocidad crucero

El ancho de pulso del inyector es de 3.079 ms, con el motor a 993 rpm y 2208°C. La diferencia de tiempo del ancho de pulso es 0.579ms, por lo que el valor del ancho de pulso cuando el motor esta frío aumenta en 23.16% con respecto al valor cuando está caliente.

Con respecto a las pruebas realizadas con el motor funcionando a ralentí se puede ver que la variación del ancho de pulso de inyección en menor medida, mientras que los hidrocarburos disminuyen cerca de 80 ppm, cuando el motor está caliente y casi no varía cuando está frío. Los gases de escape tampoco tiene un variación significativa (<0.2 %). En donde si existe una variación es en el adelanto al encendido pues disminuye en 7° cuando el motor está caliente y aumenta 4° cuando está frío, que es un efecto totalmente contrario con respecto al que sucede en ralentí donde el aumento es menor cuando el motor está caliente y mucho mayor (>20°) cuando está frío. Los resultados obtenidos en esta prueba se indican en la tabla 33.

Tabla 33 Comparación de valores a condición normal vs. DTC alto en el sensor IAT a velocidad cruceo

Descripción	Unidad	Valor en caliente		Diferen.	Valor en frío		Diferen.
		Normal	IAT		Normal	IAT	
HC	ppm	100	61	39	40	36	4
CO	%	0.63	0.56	0.07	0.06	0.09	0.03
CO2	%	13.66	13.78	0.12	14.22	14.23	0.01
O2	%	0.57	0.56	0.01	0.13	0.16	0.03
Velocidad	rpm	2686	2163	523	2335	2150	185
Ancho de pulso	ms	2.368	2.500	0.132	3.132	3.079	0.053
Adelanto al encendido	°	36	29	7	35	39	4

La comparación de los datos se muestra en los siguientes gráficos de barras.

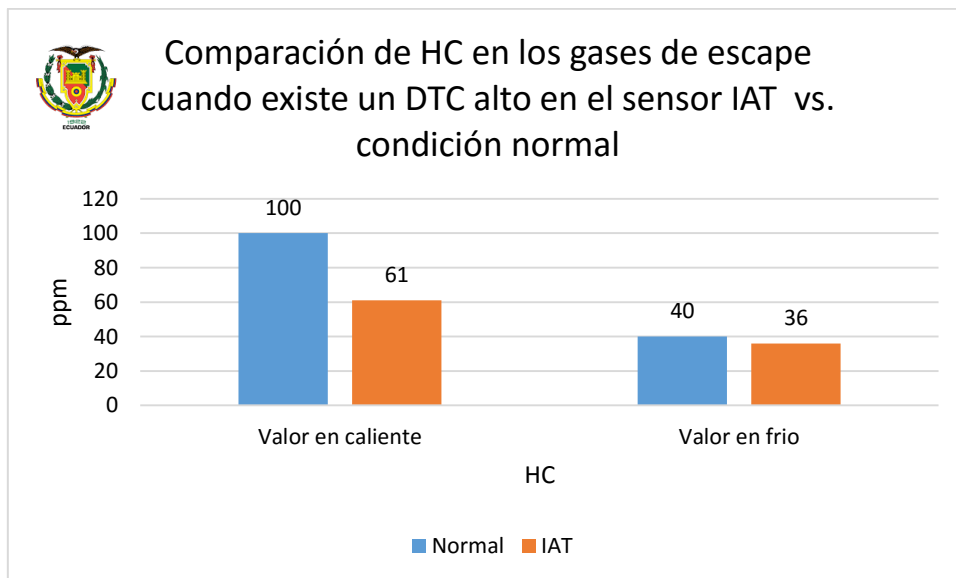


Figura 156 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad crucero

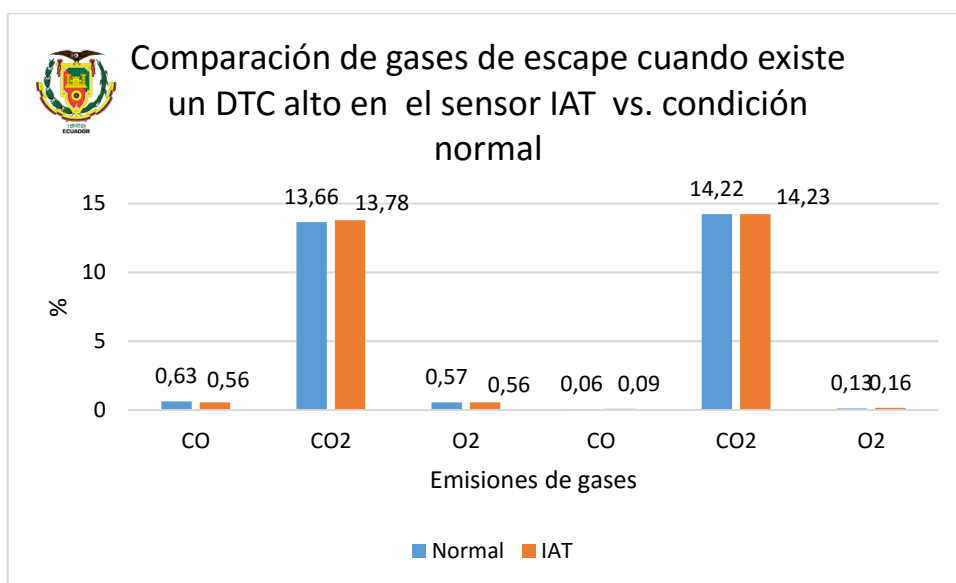


Figura 157 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad crucero

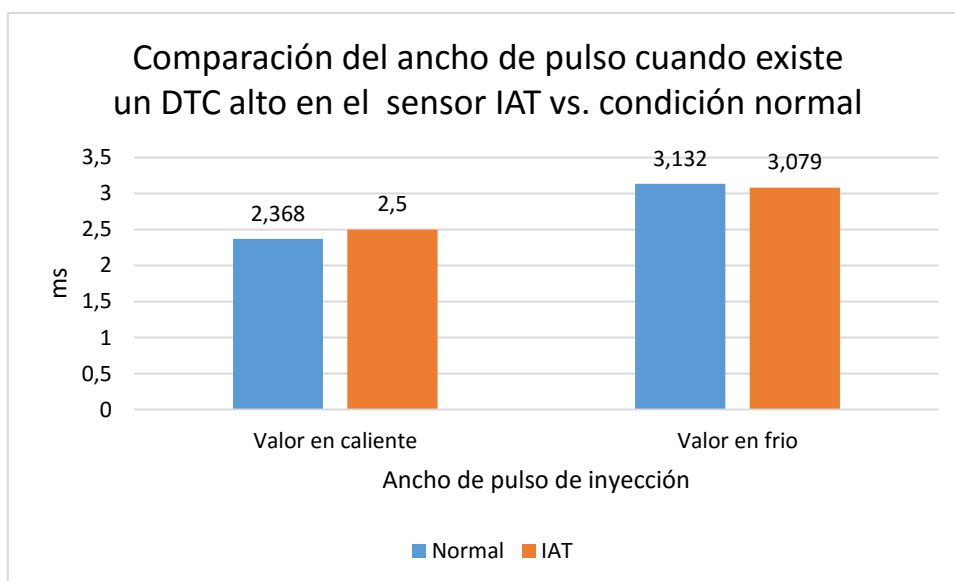


Figura 158 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC alto en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad crucero

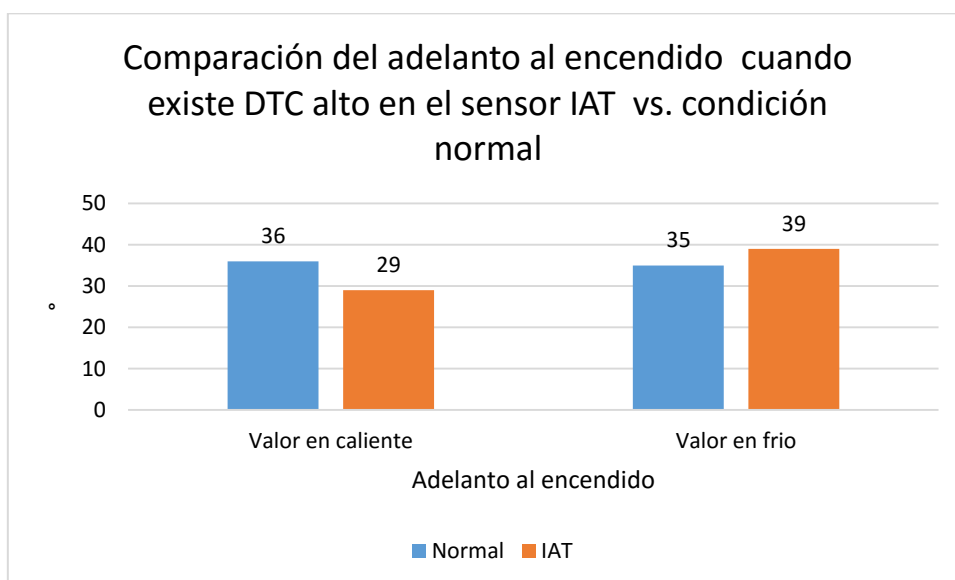


Figura 159 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC alto en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad crucero

4.3.2. Sensor IAT DTC bajo (LOW)

En la figura 160 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba

P0112 Intake Air Temperature Circuit Low Input

Figura 160 Lectura de código DTC bajo del sensor IAT a velocidad crucero

El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en caliente se muestra en la figura 161.

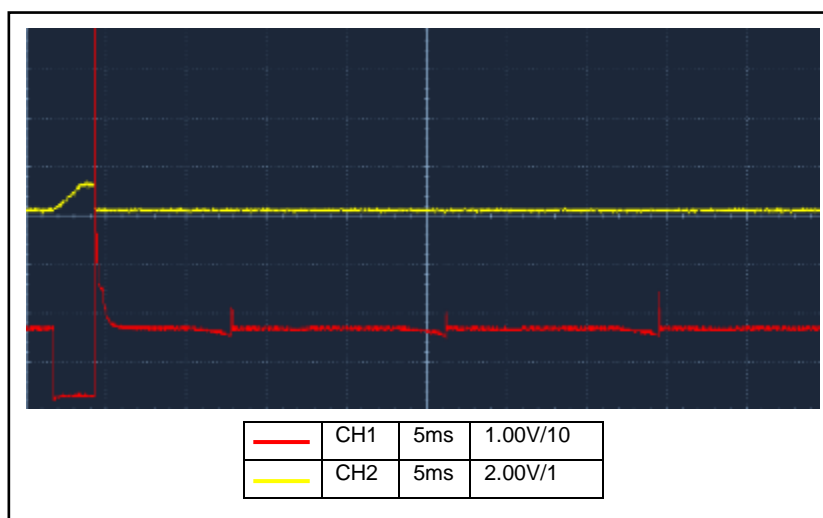


Figura 161 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC bajo en el sensor IAT con el motor caliente y velocidad crucero

El ancho de pulso del inyector es de 2.500 ms, con el motor a 2395 rpm y 86°C. El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en frío se muestra en la figura 162.

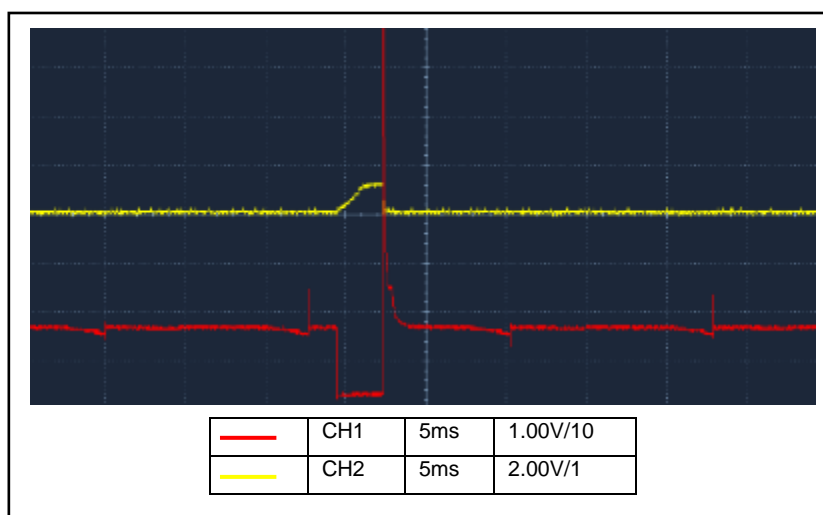


Figura 162 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC bajo en el sensor IAT con el motor frío y velocidad crucero

El ancho de pulso del inyector es de 2.895 ms, con el motor a 2157 rpm y 41°C. La diferencia de tiempo del ancho de pulso es 0.395ms, por lo que el valor del ancho de pulso cuando el motor esta frío aumenta en 15.8% con respecto al valor cuando está caliente.

Los valores obtenidos durante estas mediciones son similares a los de la prueba en ralentí, tanto hidrocarburos como gases de escape, esto se debe a que el aumento en el ancho de pulso y el adelanto al encendido son proporcionales, por lo que solo observa un ligero aumento en la cantidad de hidrocarburos.

Tabla 34

Comparación de valores a condición normal vs. DTC bajo en el sensor IAT a velocidad crucero

Descripción	Unidad	Valor en caliente		Diferen.	Valor en frío		Diferen.
		Normal	IAT		Normal	IAT	
HC	ppm	100	34	66	40	46	6
CO	%	0.63	0.23	0.4	0.06	0.10	0.04
CO2	%	13.66	14.08	0.42	14.22	14.21	0.01
O2	%	0.57	0.23	0.34	0.13	0.18	0.05
Velocidad	rpm	2686	2395	291	2335	2157	178
Ancho de pulso	ms	2.368	2.500	0.132	3.132	2.895	0.237
Adelanto al encendido	°	36	31.5	4.5	35	32.0	3

La comparación de los datos se muestra en los siguientes gráficos de barras.

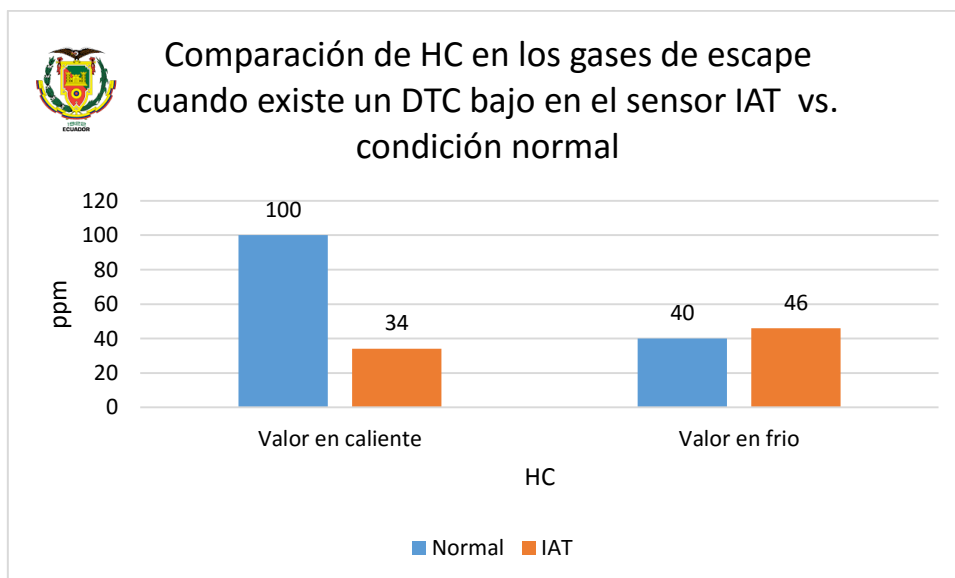


Figura 163 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad cruceo

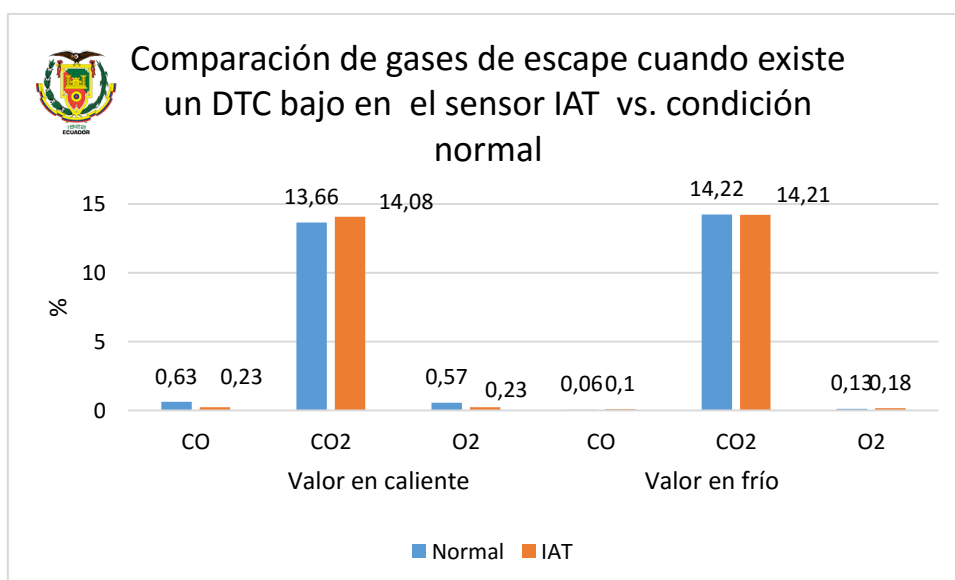


Figura 164 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad cruceo

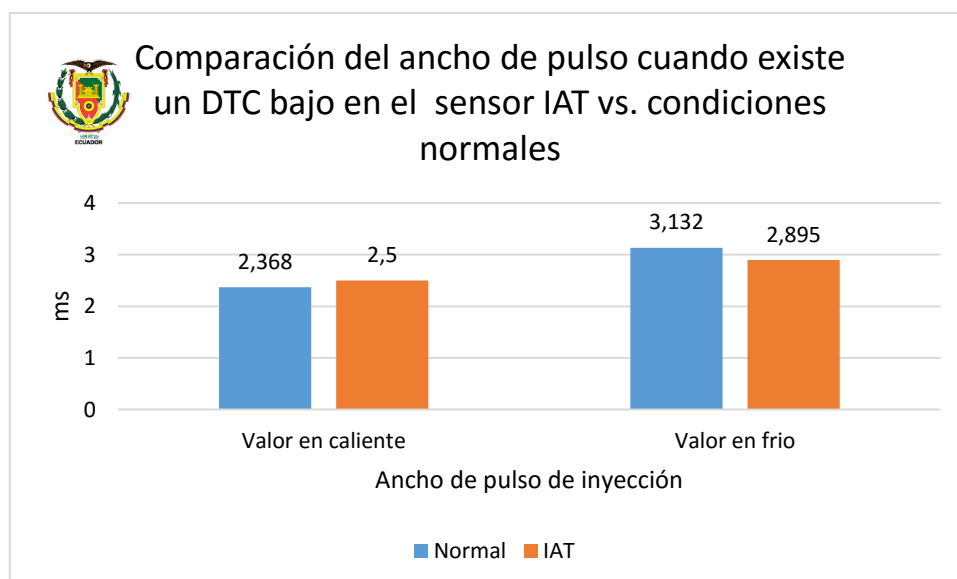


Figura 165 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC bajo en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad crucero

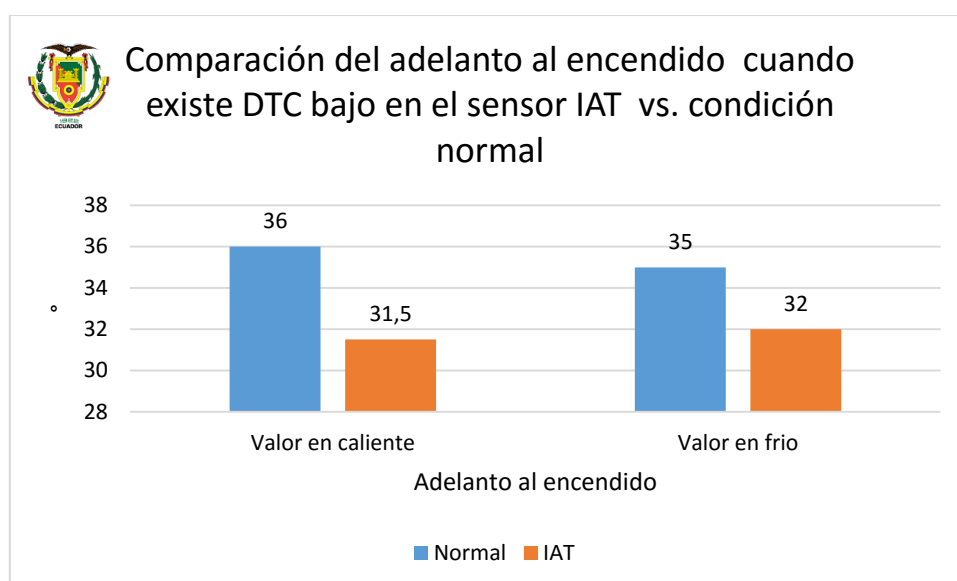


Figura 166 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC bajo en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad crucero

4.3.3. Sensor MAF DTC alto (HIGH)

En la figura 167 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba

P0103 | Mass Air Flow Circuit High

Figura 167 Lectura de código DTC alto del sensor MAF a velocidad crucero

El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en caliente se muestra en la figura 168.

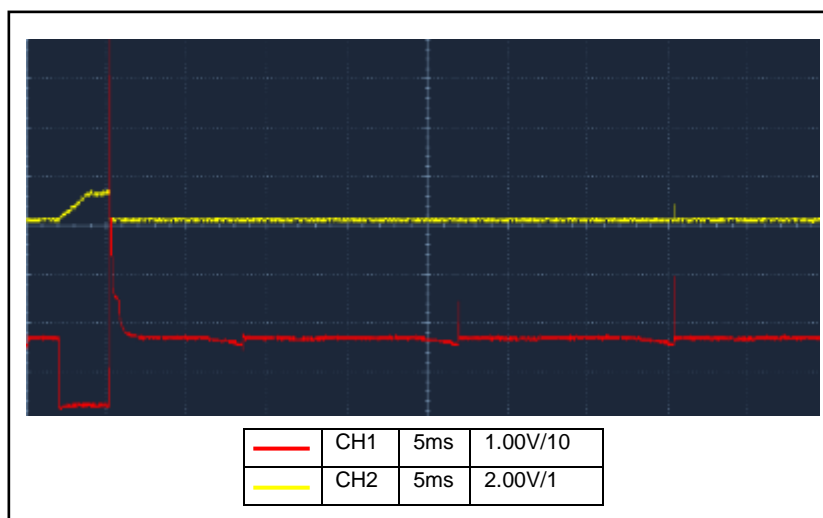


Figura 168 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC alto el sensor MAF con el motor caliente y velocidad crucero

El ancho de pulso del inyector es de 3.158 ms, con el motor a 2322 rpm y 86°C. El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector en está en frío se muestra en la figura 169.

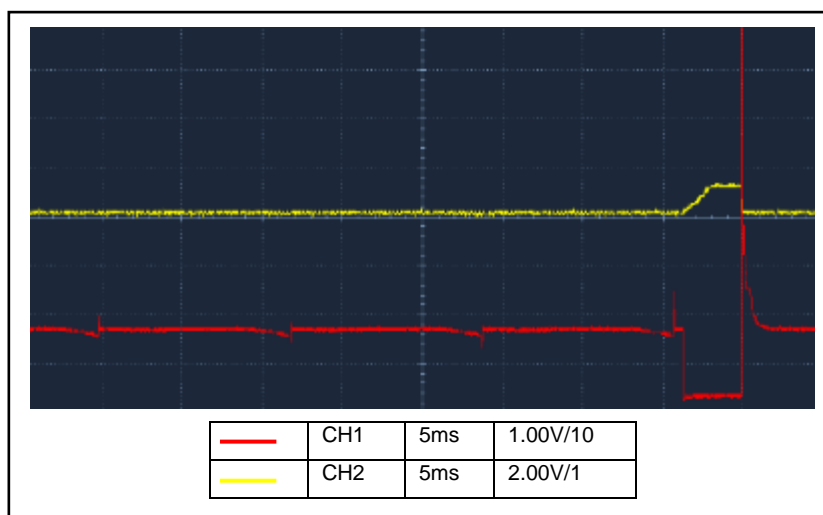


Figura 169 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC alto el sensor MAF con el motor frío y velocidad crucero

El ancho de pulso del inyector es de 3.684 ms, con el motor a 2266 rpm y 37°C. La diferencia de tiempo del ancho de pulso es 0.526ms, por lo que el valor del ancho de pulso cuando el motor está frío aumenta en 16.65% con respecto al valor cuando está caliente.

Cuando el motor está a velocidad de cruce y existe esta falla se observa una variación excesiva en los hidrocarburos y en los gases residuales; cuando el motor está caliente la ECU genera un aumento excesivo en el ancho de pulso por lo que la variación de hidrocarburos es de casi el triple, mientras que cuando el motor está frío la variación es de casi 10 veces la cantidad de hidrocarburos cuando no hay falla. En el caso del monóxido el aumento también es excesivo, siendo más de 13 veces el valor de cuando está caliente y casi 150 veces cuando está frío, como consecuencia de eso también existe una disminución en el dióxido, este resultado se debe a un mal trabajo del catalizador por estar saturado de combustible.

Tabla 35

Comparación de valores a condición normal vs. DTC alto en el sensor MAF a velocidad de cruce

Descripción	Unidad	Valor en caliente		Diferen.	Valor en frío		Diferen.
		Normal	MAF		Normal	MAF	
HC	ppm	100	274	174	40	409	369
CO	%	0.63	8.34	7.7	0.06	8.88	8.82
CO2	%	13.66	9.00	4.66	14.22	8.57	5.65
O2	%	0.57	0.26	0.31	0.13	0.24	0.11
Velocidad	rpm	2686	2322	364	2335	2266	69
Ancho de pulso	ms	2.368	3.158	0.79	3.132	3.684	0.552
Adelanto al encendido	°	36	32.5	3.5	35	34	1

La comparación de los datos se muestra en los siguientes gráficos de barras.

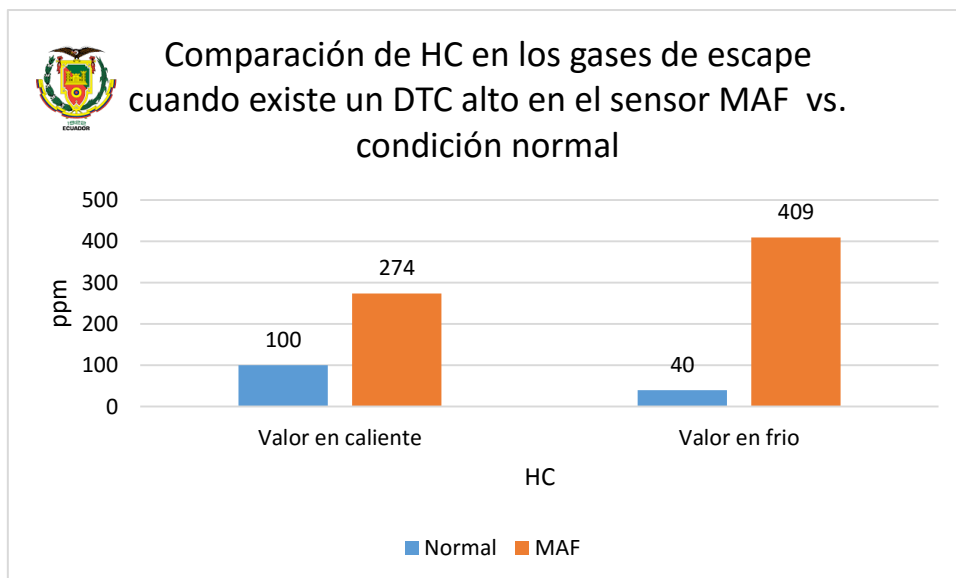


Figura 170 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad crucero

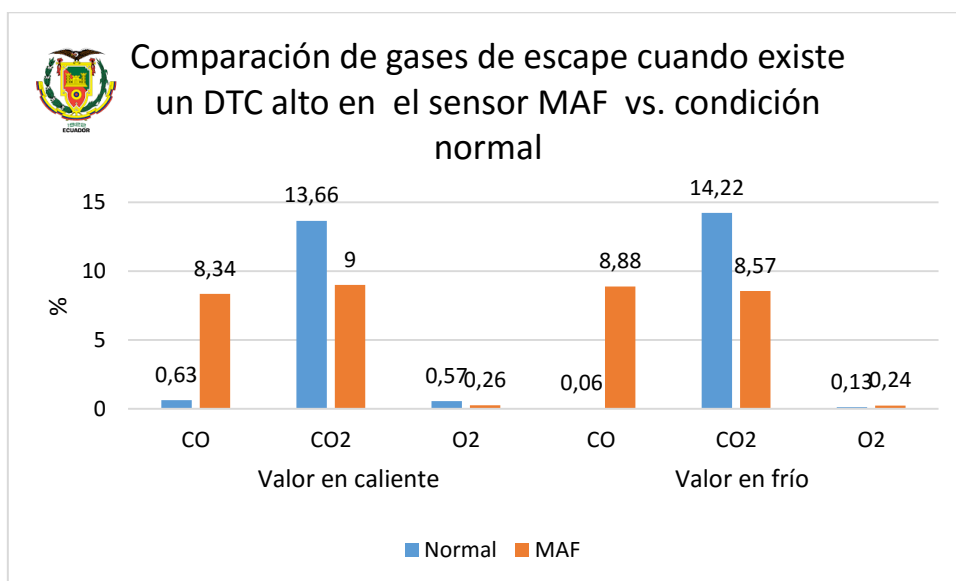


Figura 171 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad crucero

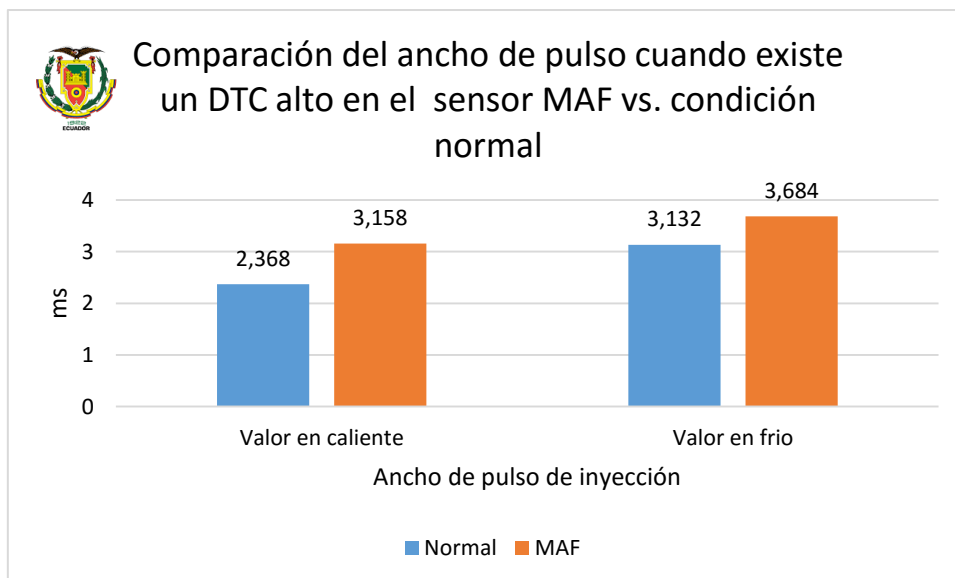


Figura 172 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC alto en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad crucero

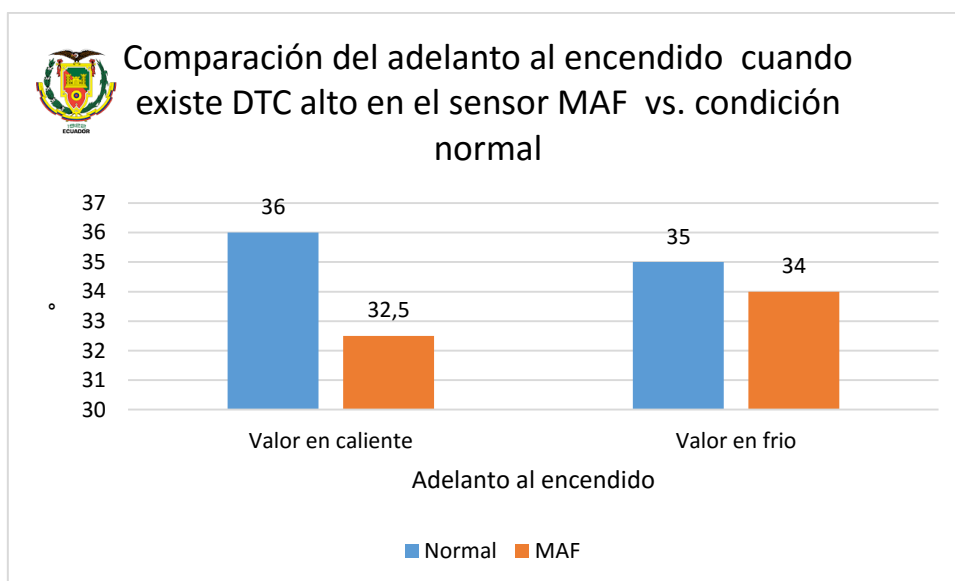


Figura 173 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC alto en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad crucero

4.3.4. Sensor MAF DTC bajo (LOW)

En la figura 174 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba

P0102 Mass Air Flow Circuit Low

Figura 174 Lectura de código DTC bajo del sensor MAF a velocidad crucero

El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en caliente se muestra en la figura 175.

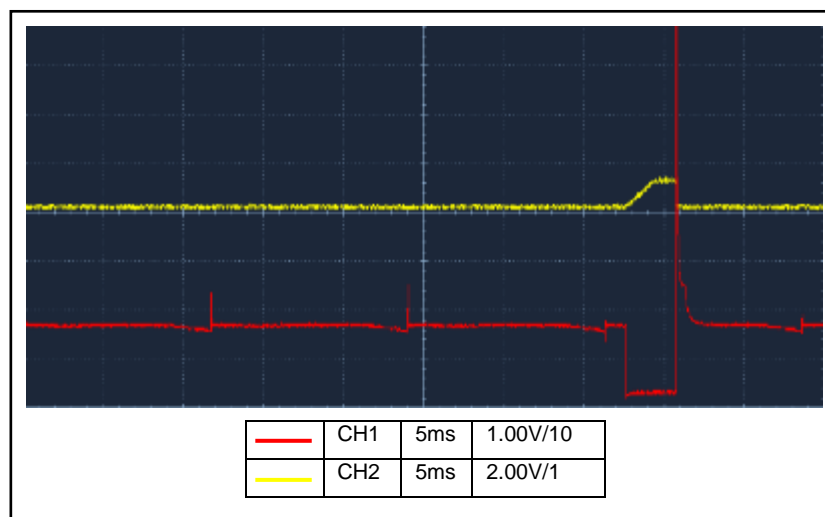


Figura 175 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC bajo el sensor MAF con el motor caliente y velocidad crucero

El ancho de pulso del inyector es de 3.158 ms, con el motor a 2208 rpm y 86°C. El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está el frío se muestra en la figura 176.

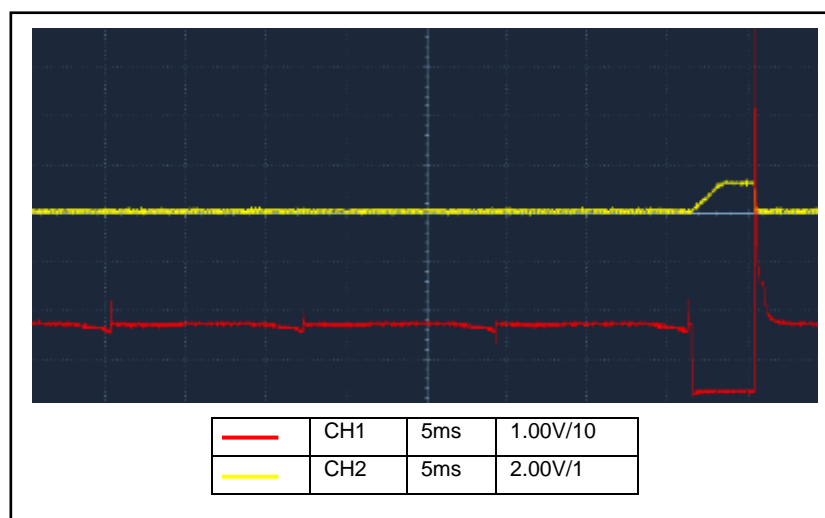


Figura 176 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC bajo el sensor MAF con el motor frío y velocidad crucero

El ancho de pulso del inyector es de 3.868 ms, con el motor a 2403 rpm y 35.5°C. La diferencia de tiempo del ancho de pulso es 0.71ms, por lo que el valor del ancho de pulso cuando el motor esta frío aumenta en 22.48% con respecto al valor cuando está caliente.

Cuando existe esta condición de falla en el motor el comportamiento de los gases residuales y de los hidrocarburos es el mismo que cuando existe un DTC alto existiendo variaciones mínimas, siendo la más significativa un aumento de 80 ppm de HC cuando el motor esta frío.

Tabla 36

Comparación de valores a condición normal vs. DTC bajo en el MAF a velocidad crucero

Descripción	Unidad	Valor en caliente		Diferen.	Valor en frío		Diferen.
		Normal	MAF		Normal	MAF	
HC	ppm	100	247	147	40	481	441
CO	%	0.63	7.91	7.28	0.06	8.99	8.93
CO2	%	13.66	9.26	4.4	14.22	8.51	5.71
O2	%	0.57	0.21	0.36	0.13	0.28	0.15
Velocidad	rpm	2686	2208	478	2335	2403	68
Ancho de pulso	ms	2.368	3.158	0.79	3.132	3.868	0.736
Adelanto al encendido	°	36	32.5	4.5	35	35.5	0.5

La comparación de los datos se muestra en los siguientes gráficos de barras.

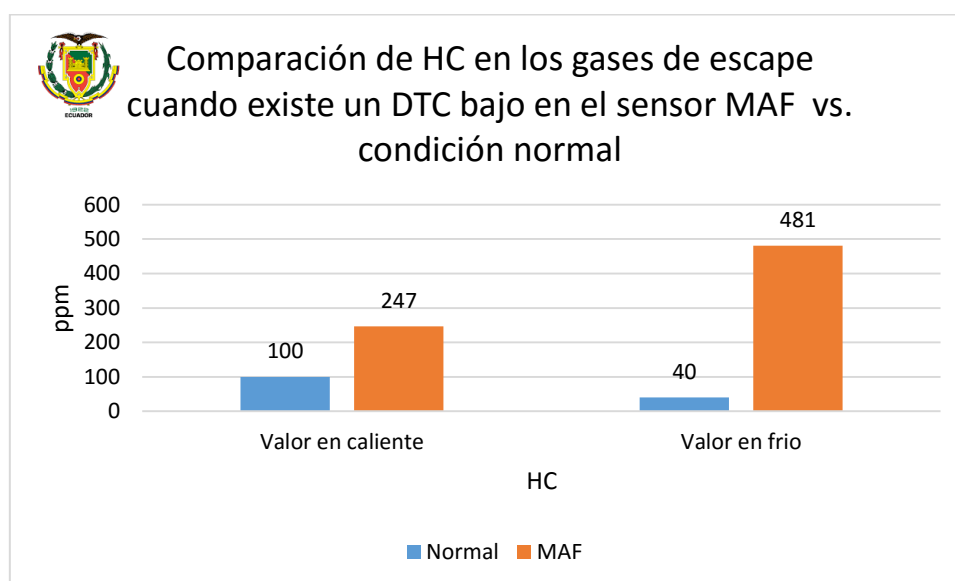


Figura 177 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad crucero

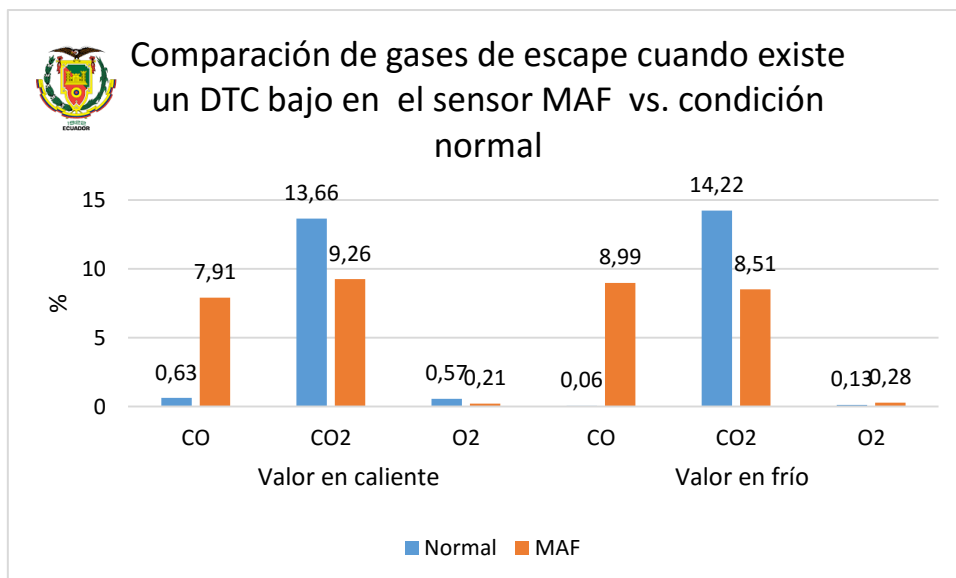


Figura 178 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad crucero

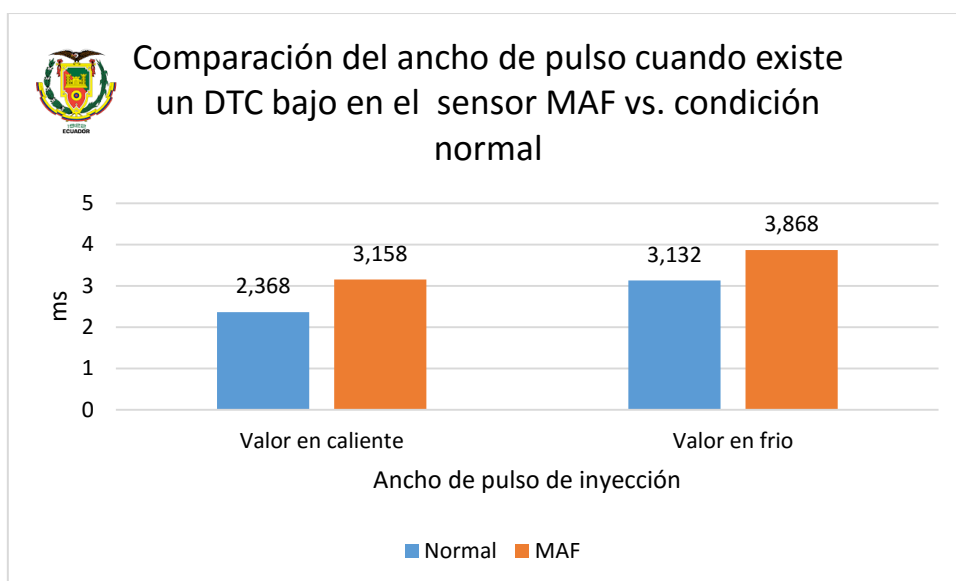


Figura 179 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC bajo en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad crucero

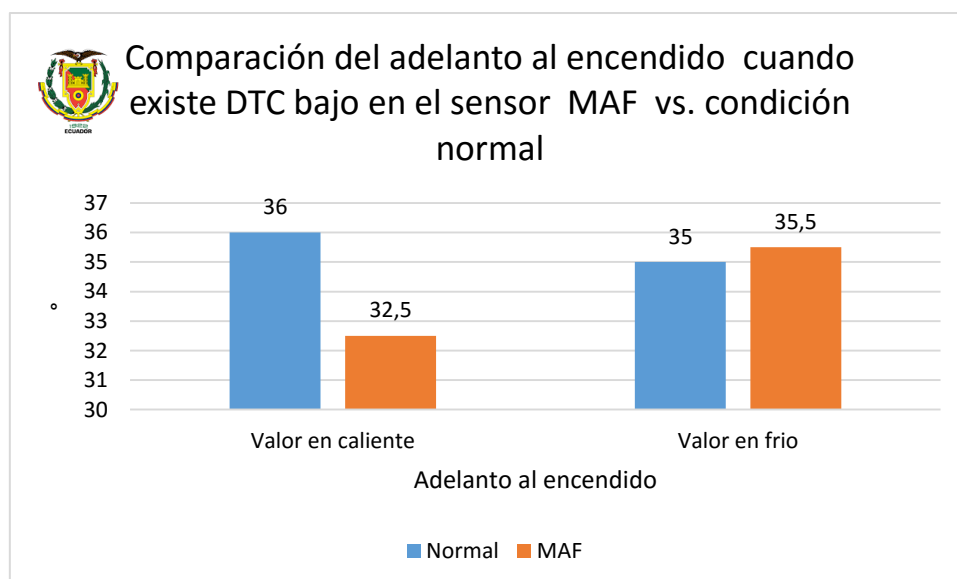


Figura 180 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC bajo en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad crucero

4.3.5. Sensor ECT DTC Alto (HIGH)

En la figura 181 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba

P0118 Engine Coolant Temperature Circuit High Input

Figura 181 Lectura de código DTC alto del sensor ECT a velocidad crucero

El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en caliente se muestra en la figura 182.

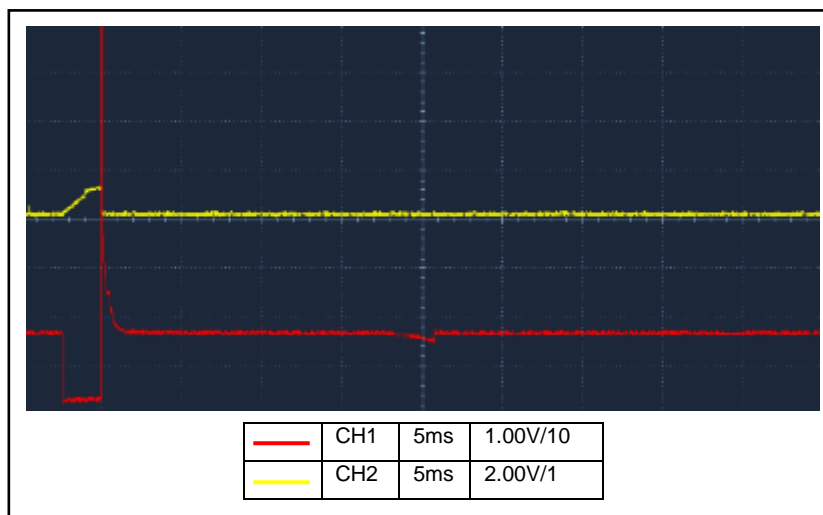


Figura 182 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC alto el sensor ECT con el motor caliente y velocidad crucero

El ancho de pulso del inyector es de 2.368 ms, con el motor a 2068 rpm y - 40°C. El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando el motor esta frío se muestra en la figura 183.

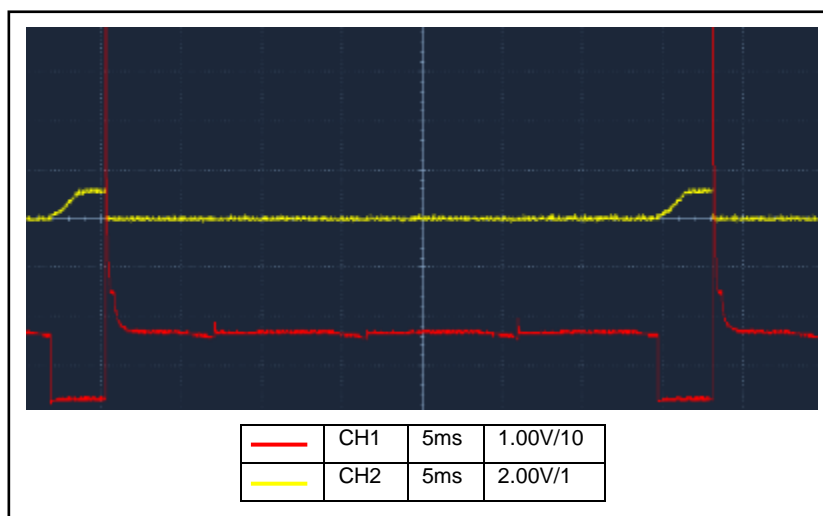


Figura 183 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC alto el sensor ECT con el motor frío y velocidad crucero

El ancho de pulso del inyector es de 3.20 ms, con el motor a 2068 rpm y - 40°C. La diferencia de tiempo del ancho de pulso es 0.832 ms, por lo que el valor del ancho de pulso cuando el motor esta frío aumenta en 35.13% con respecto al valor cuando está caliente.

Esta falla no tiene una mayor incidencia en el comportamiento de la ECU. El aumento del ancho de pulso cuando el motor esta frío se ve compensado por un aumento en el adelanto al encendido de tal manera que los hidrocarburos se mantienen en el mismo nivel, en cambio cuando el motor está en caliente los hidrocarburos disminuyen ya que la ECU no ha generado un aumento en el ancho de pulso. Los valores de los niveles de gases de escape son similares a los del motor en condiciones normales.

Tabla 37

Comparación de valores a condición normal vs. DTC alto en el sensor ECT a velocidad crucero

Descripción	Unidad	Valor en caliente		Diferen.	Valor en frío		Diferen.
		Normal	ECT		Normal	ECT	
HC	ppm	100	57	43	40	43	3
CO	%	0.63	0.46	0.17	0.06	0.08	0.02
CO2	%	13.66	13.84	0.18	14.22	14.27	0.05
O2	%	0.57	0.42	0.15	0.13	0.17	0.04
Velocidad	rpm	2686	2068	618	2335	2157	178
Ancho de pulso	ms	2.368	2.368	0	3.132	3.20	0.068
Adelanto al encendido	°	36	27	9	35	41.5	6.5

La comparación de los datos se muestra en los siguientes gráficos de barras.

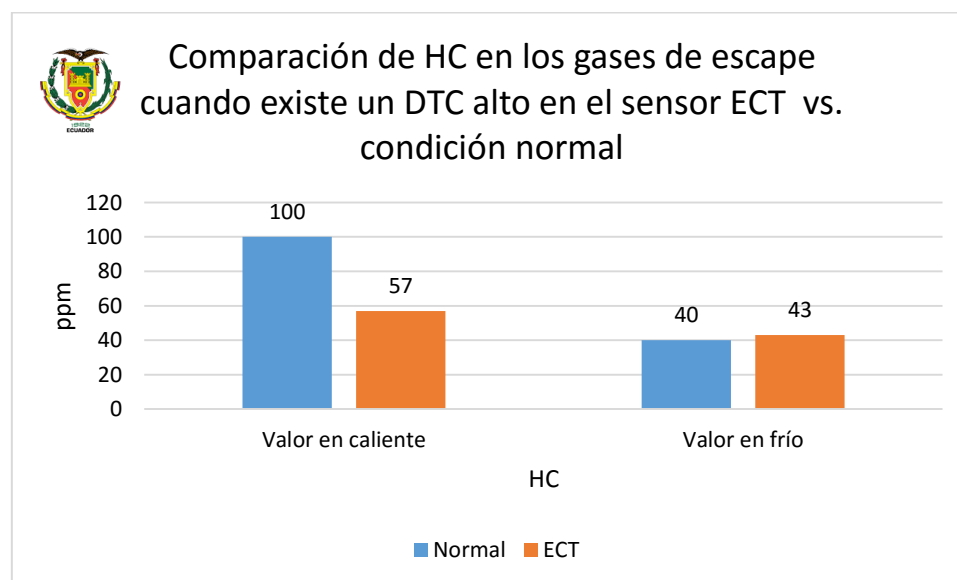


Figura 184 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad crucero

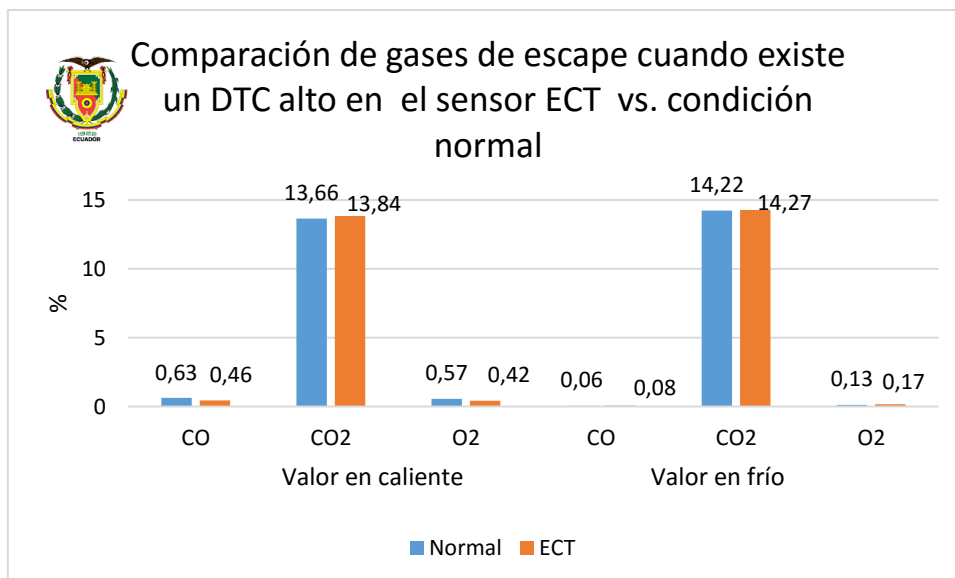


Figura 185 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad crucero

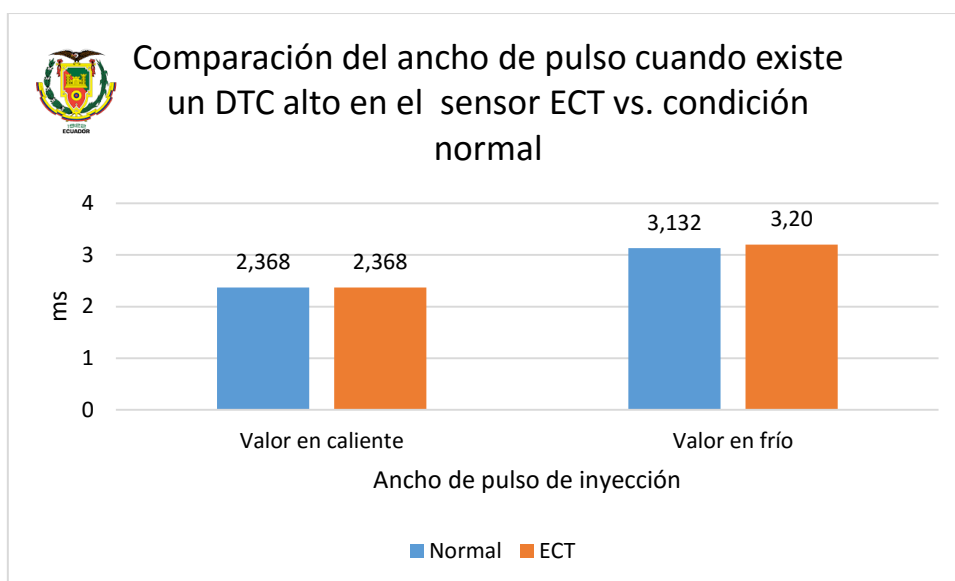


Figura 186 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC alto en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad crucero

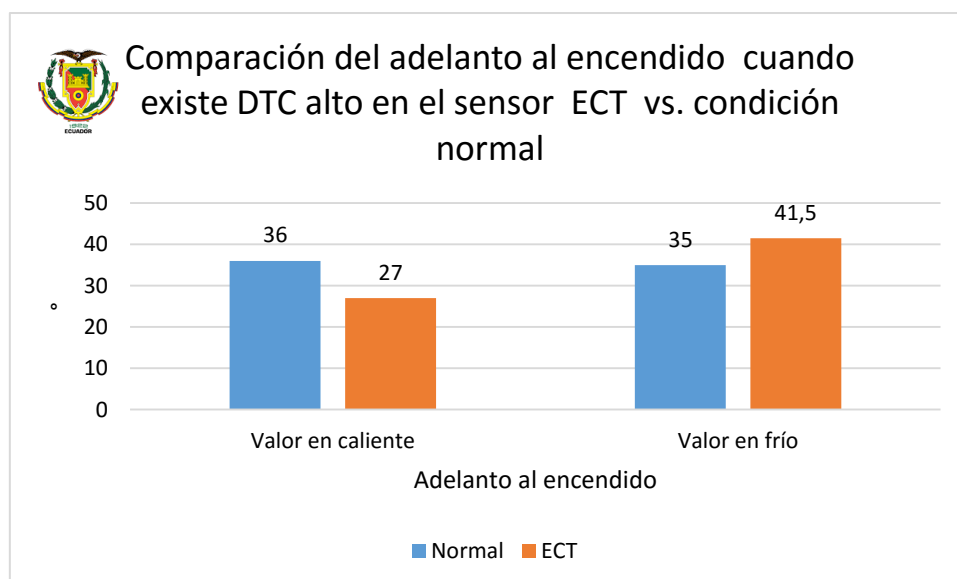


Figura 187 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC alto en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad crucero

4.3.6. Sensor ECT DTC bajo (LOW)

En la figura 188 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba.

P0117 Engine Coolant Temperature Circuit Low Input

Figura 188 Lectura de código DTC bajo del sensor ECT a velocidad crucero

El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en caliente se muestra en la figura 189.

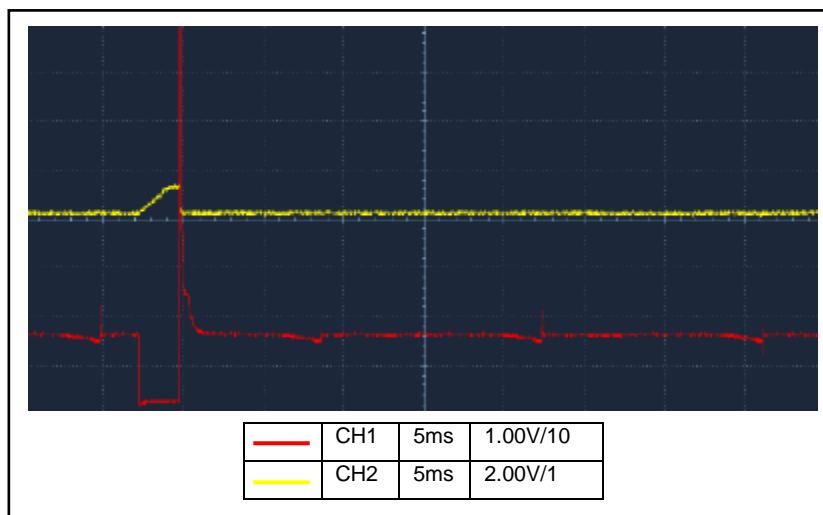


Figura 189 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando existe DTC bajo en el sensor ECT motor caliente velocidad cruceo

El ancho de pulso del inyector es de 2.579 ms, con el motor a 2176 rpm y 140°C. El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector con el motor frío se muestra en la figura 190.

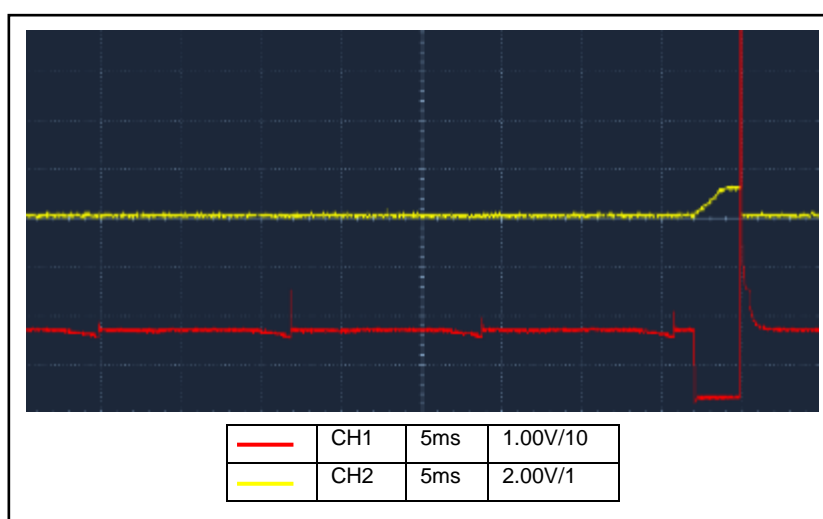


Figura 190 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando existe DTC bajo en el sensor ECT motor frío velocidad cruceo

El ancho de pulso del inyector es de 2.895 ms, con el motor a 2273 rpm y 140°C. La diferencia de tiempo del ancho de pulso es 0.316 ms, por lo que el valor del ancho de pulso cuando el motor está frío aumenta en 12.25% con respecto al valor cuando está caliente.

En esta condición de falla se puede observar que cuando el motor está caliente disminuyen acerca de la mitad los hidrocarburos a pesar de que el ancho de pulso aumenta y el adelanto al encendido disminuye. En el caso de los gases de escape existe un aumento de casi doce veces en el monóxido cuando el motor esta frío, mientras que los demás valores se mantienen a los obtenidos cuando el motor esta sin fallas. Los resultados de las pruebas se indican en la tabla 38

Tabla 38

Comparación de valores a condición normal vs. DTC bajo en el sensor ECT a velocidad crucero

Descripción	Unidad	Valor en caliente		Diferen.	Valor en frío		Diferen.
		Normal	ECT		Normal	ECT	
HC	ppm	100	59	41	40	123	83
CO	%	0.63	0.52	0.11	0.06	0.59	0.53
CO2	%	13.66	13.78	0.12	14.22	13.54	0.68
O2	%	0.57	0.51	0.06	0.13	0.84	0.71
Velocidad	rpm	2686	2176	510	2335	2273	62
Ancho de pulso	ms	2.368	2.579	0.211	3.132	2.895	0.237
Adelanto al encendido	°	36	27.5	8.5	35	31.5	3.5

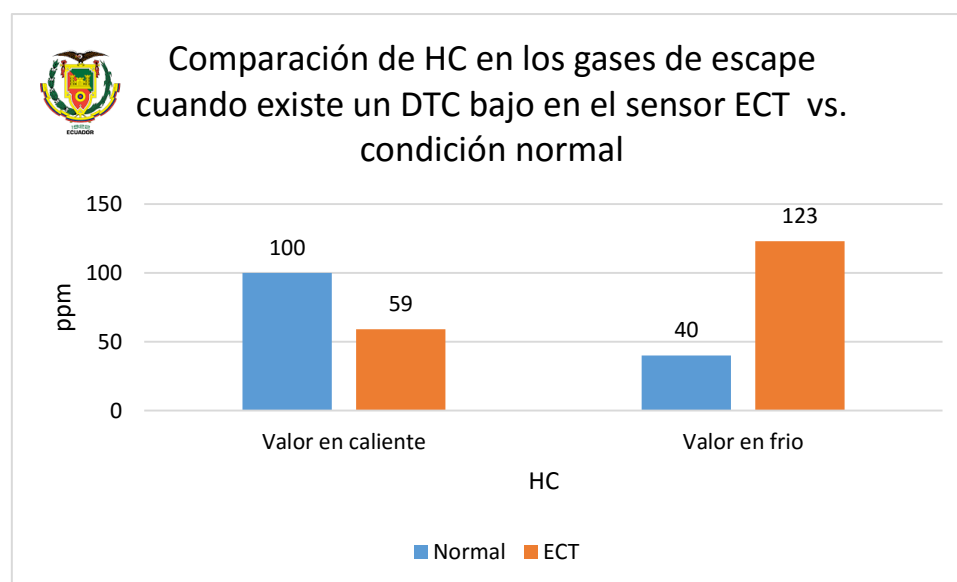


Figura 191 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad crucero

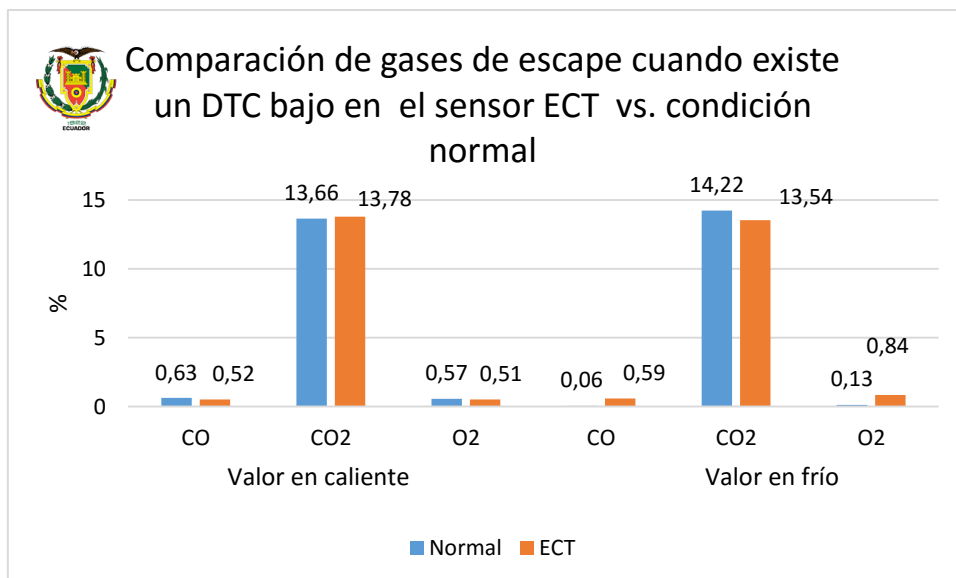


Figura 192 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad crucero

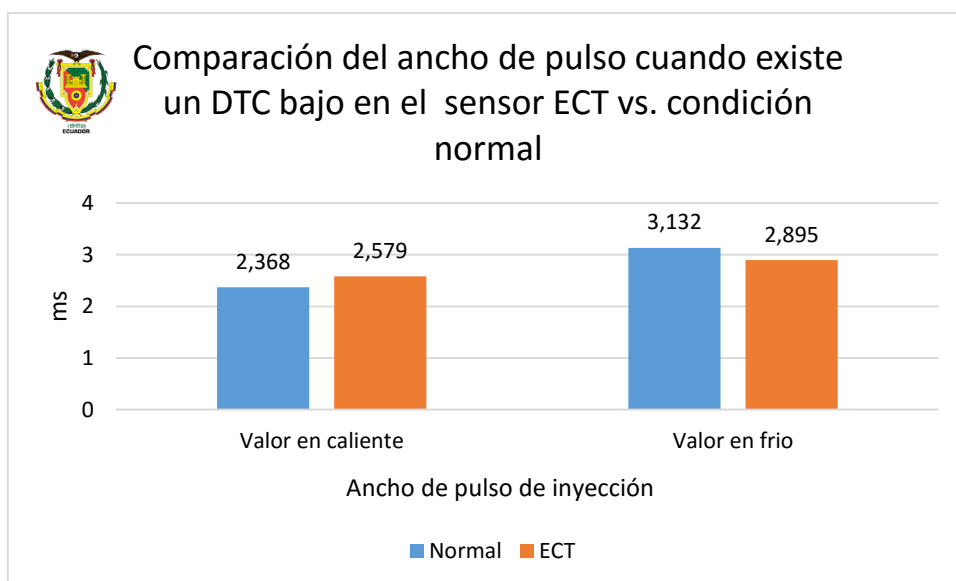


Figura 193 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC bajo en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad crucero

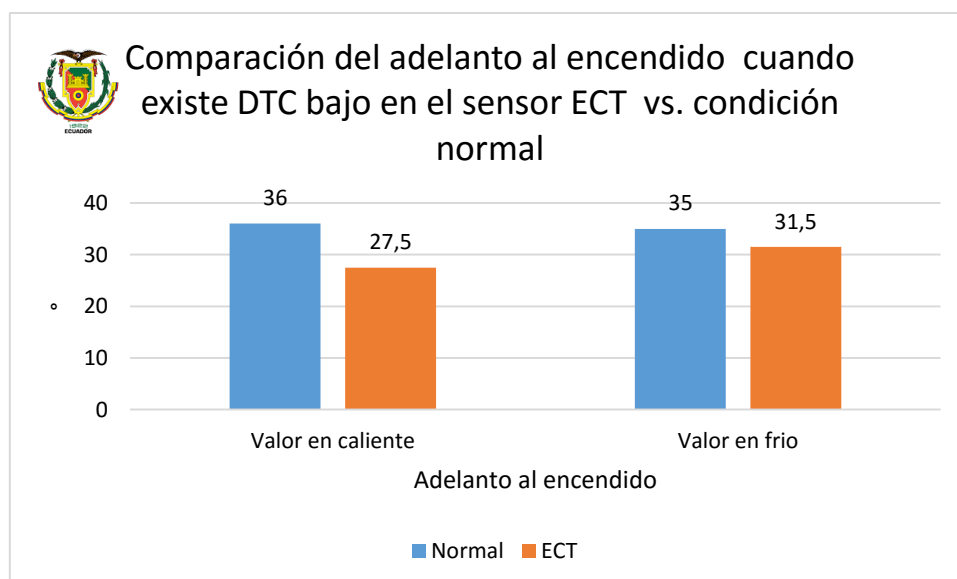


Figura 194 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC bajo en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad crucero

4.3.7. Sensor KNOCK DTC Alto (HIGH)

En la figura 195 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba

P0328 Knock Sensor 1 Circuit High Input(Bank 1 or Single Sensor)

Figura 195 Lectura de código DTC alto del sensor KNOCK a velocidad crucero

El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en caliente se muestra en la figura 196.

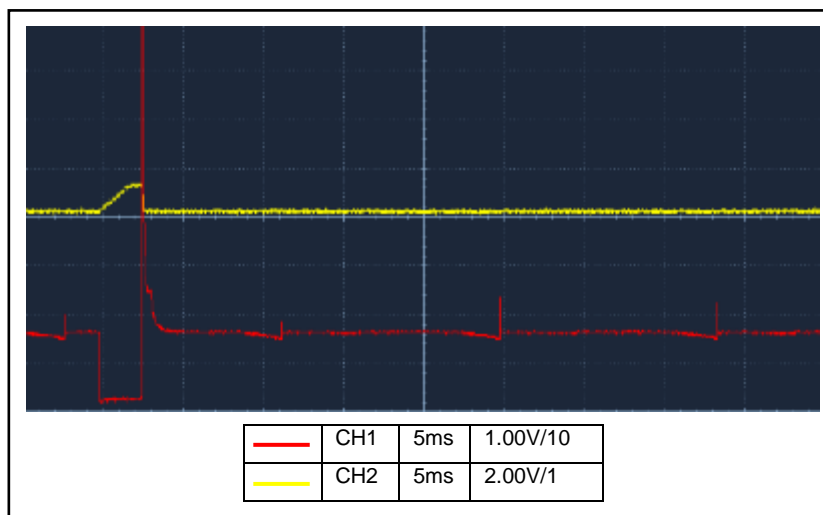


Figura 196 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC alto el sensor KNOCK con el motor caliente y velocidad crucero

El ancho de pulso del inyector es de 2.684 ms, con el motor a 2166 rpm y 87°C. El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector en está en frío se muestra en la figura 197.

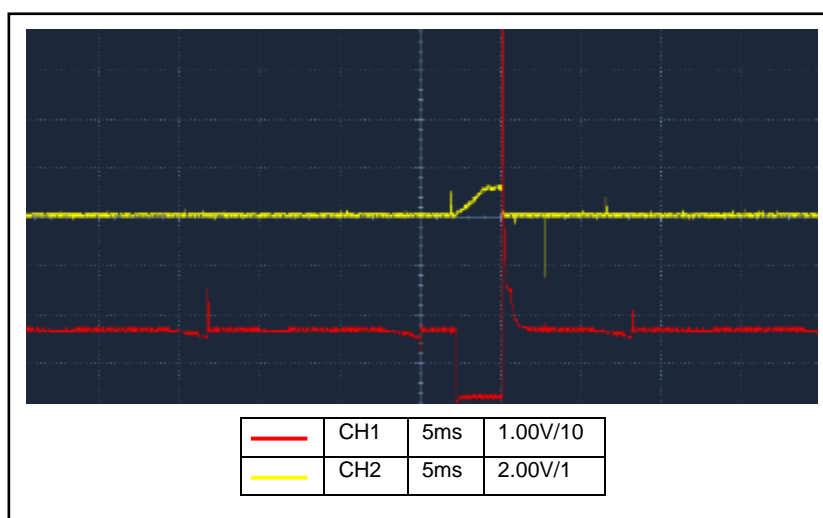


Figura 197 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC alto el sensor KNOCK con el motor frío y velocidad crucero

El ancho de pulso del inyector es de 2.947 ms, con el motor a 2463 rpm y 42°C. La diferencia de tiempo del ancho de pulso es 0.263 ms, por lo que el valor del ancho de pulso cuando el motor está frío aumenta en 9.79% con respecto al valor cuando está caliente.

Cuando existe esta falla hay una disminución del nivel de hidrocarburos en los gases de escape cuando el motor está caliente, a pesar que existe un aumento en el ancho de pulso y una disminución en el adelanto al encendido. Los valores de los gases de escape se mantienen en niveles cercanos a los de niveles de condición normal excepto por el monóxido cuando el motor esta frío que aumenta a 4 cuatro veces el valor nominal. Los valores obtenidos se muestran en la tabla 39

Tabla 39

Comparación de valores a condición normal vs. DTC alto en el KNOCK a velocidad crucero

Descripción	Unidad	Valor en caliente		Diferen.	Valor en frío		Diferen.
		Normal	KNOCK		Normal	KNOCK	
HC	ppm	100	46	54	40	49	9
CO	%	0.63	0.36	0.27	0.06	0.25	0.19
CO ₂	%	13.66	13.90	0.24	14.22	14.14	0.08
O ₂	%	0.57	0.31	0.26	0.13	0.14	0.01
Velocidad	rpm	2686	2166	520	2335	2463	128
Ancho de pulso	ms	2.368	2.684	0.316	3.132	2.947	0.185
Adelanto al encendido	°	36	29	7	35	37	2

La comparación de los datos se muestra en los siguientes gráficos de barras.

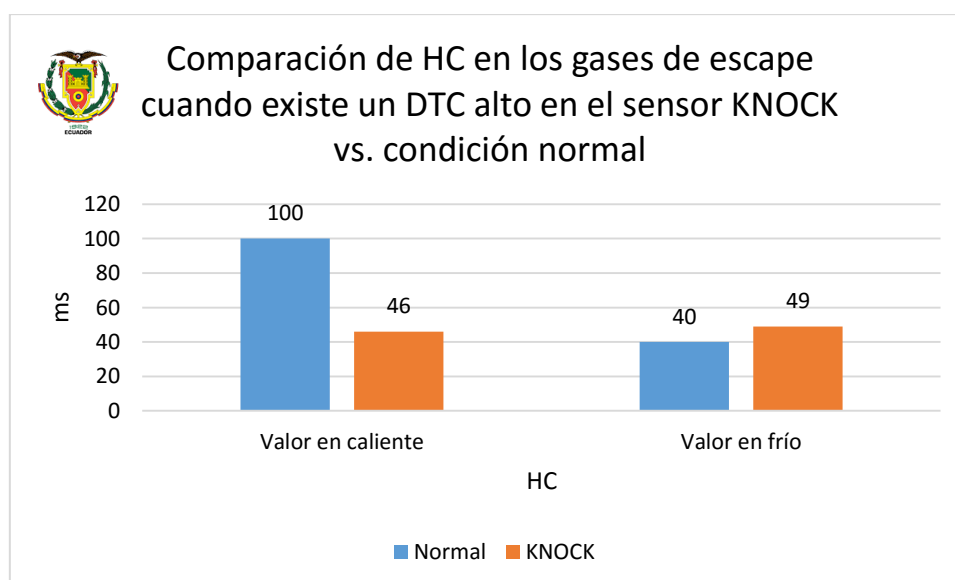


Figura 198 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor KNOCK vs. condición normal y velocidad crucero

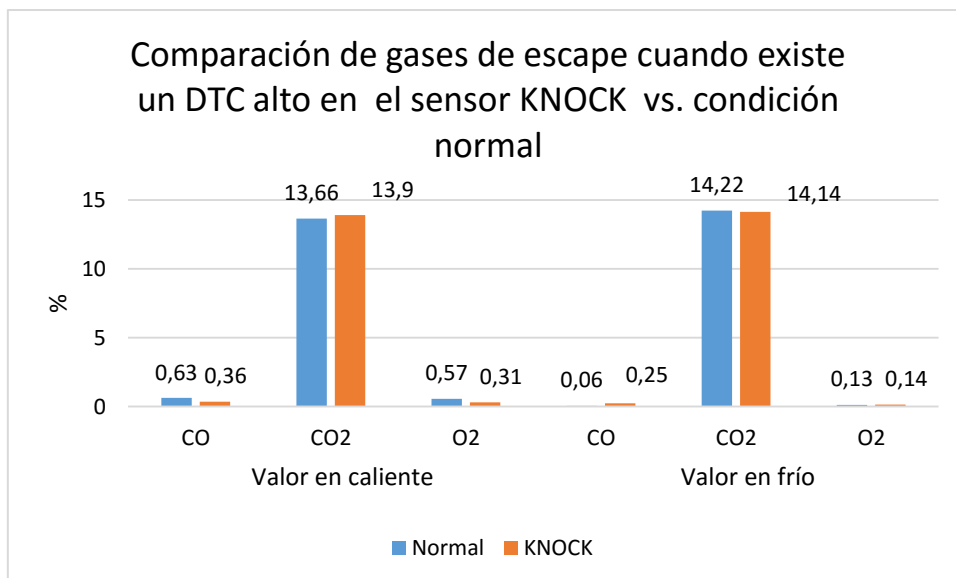


Figura 199 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor KNOCK vs. condición normal y velocidad crucero

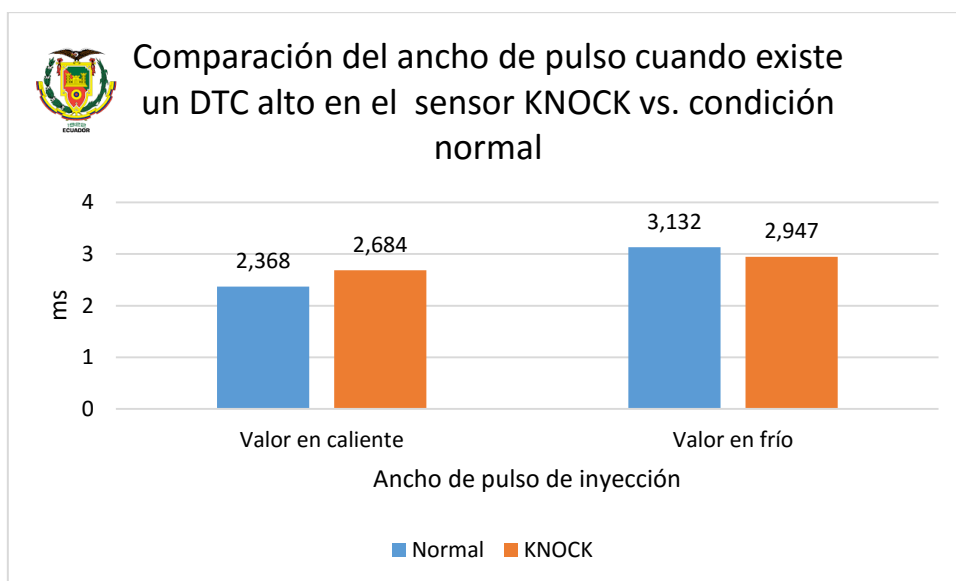


Figura 200 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC alto en el sensor KNOCK vs. condición normal y velocidad crucero

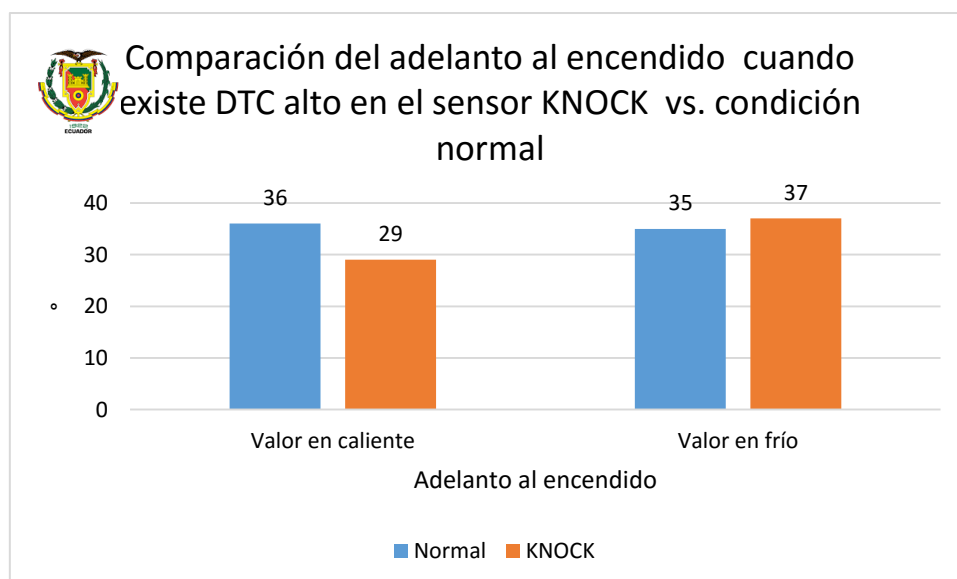


Figura 201 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC alto en el sensor KNOCK vs. condición normal y velocidad crucero

4.3.8. Sensor KNOCK DTC bajo (LOW)

En la figura 202 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba.

P0327 Knock Sensor 1 Circuit Low Input (Bank 1 or Single Sensor)

Figura 202 Lectura de código DTC bajo del sensor KNOCK a velocidad crucero

El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en caliente se muestra en la figura 203.

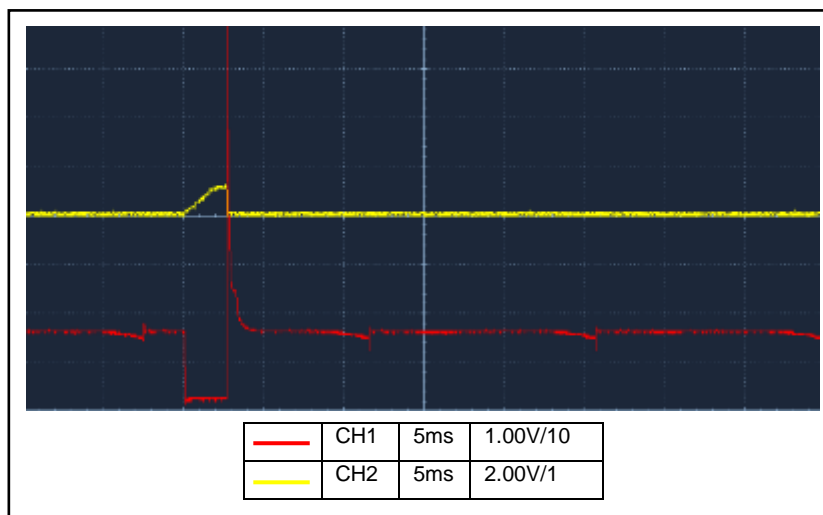


Figura 203 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC bajo el sensor KNOCK con el motor caliente y velocidad crucero

El ancho de pulso del inyector es de 2.632 ms, con el motor a 2089 rpm y 86°C. El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector con el motor frío se muestra en la figura 204.

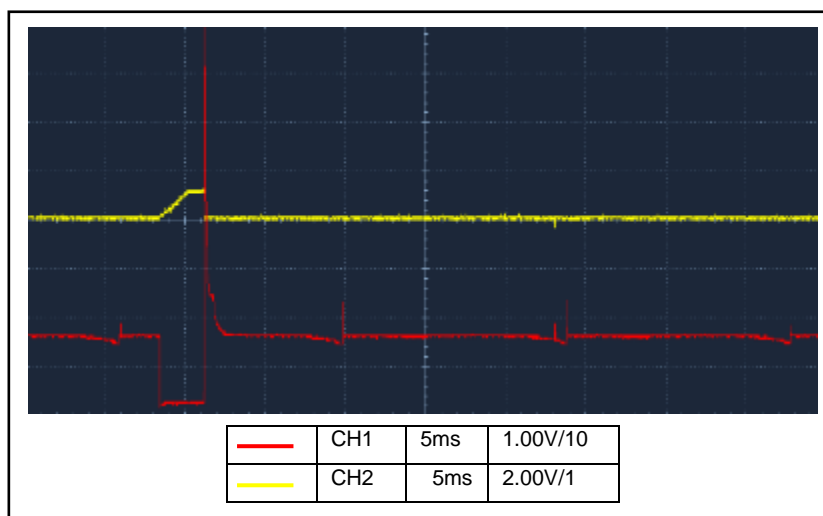


Figura 204 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando existe DTC bajo en el sensor KNOCK motor frío velocidad crucero

El ancho de pulso del inyector es de 2.632 ms, con el motor a 2126 rpm y 41°C. La diferencia de tiempo del ancho de pulso es 0ms, por lo que el valor del ancho de pulso cuando el motor está frío aumenta no aumenta con respecto al valor cuando está caliente.

Bajo esta condición de falla se obtienen valores similares a los del DTC alto, las principales variaciones se ven en el aumento de hidrocarburos cuando el motor esta frío. Los valores obtenidos de esta prueba se muestran en la tabla 40.

Tabla 40

Comparación de valores a condición normal vs. DTC bajo en el sensor KNOCK a velocidad crucero

Descripción	Unidad	Valor en caliente		Diferen.	Valor en frío		Diferen.
		Normal	KNOCK K		Normal	KNOCK K	
HC	ppm	100	49	51	40	94	54
CO	%	0.63	0.31	0.32	0.06	0.31	0.25
CO2	%	13.66	14	0.34	14.22	13.88	0.34
O2	%	0.57	0.33	0.24	0.13	0.51	0.38
Velocidad	rpm	2686	2089	597	2335	2126	209
Ancho de pulso	ms	2.368	2.632	0.264	3.132	2.632	0.5
Adelanto al encendido	°	36	27.5	8.5	35	34.5	0.5

La comparación de los datos se muestra en los siguientes gráficos de barras.

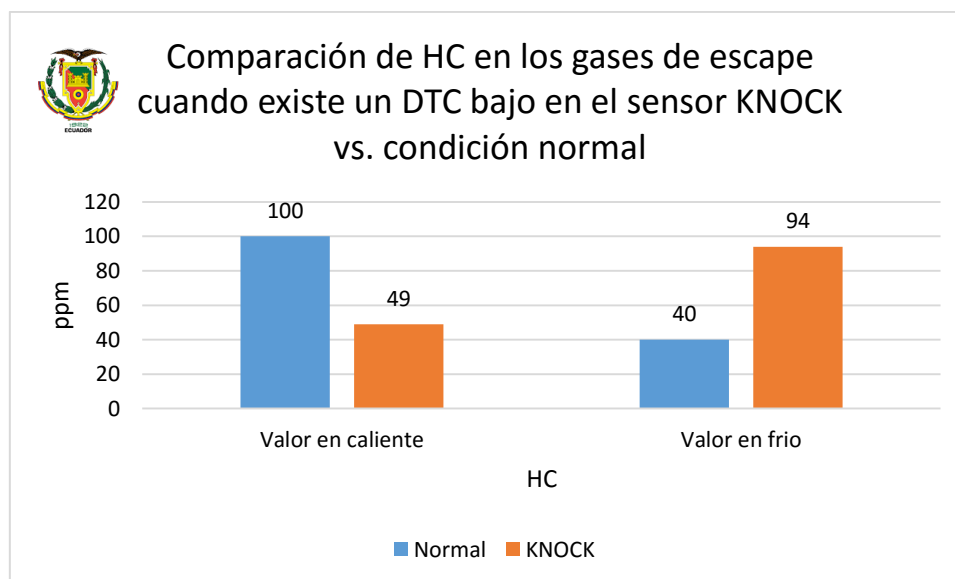


Figura 205 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor KNOCK vs. condición normal y velocidad crucero

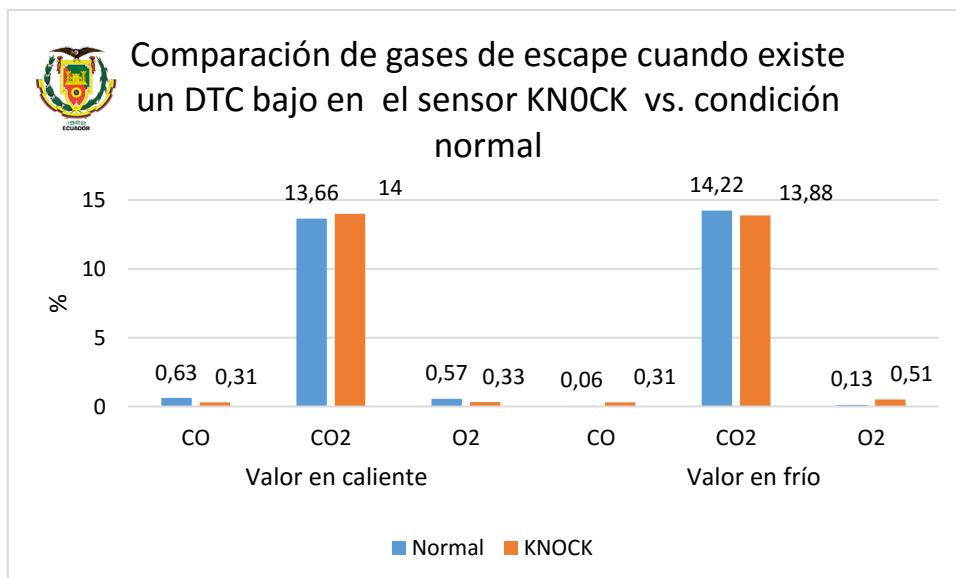


Figura 206 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor KNOCK vs. condición normal y velocidad crucero

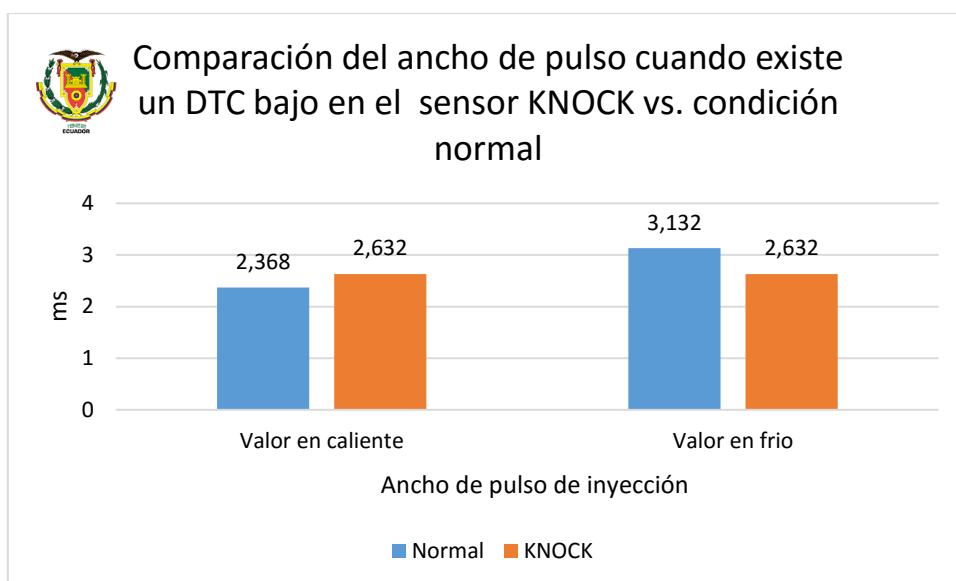


Figura 207 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC bajo en el sensor KNOCK vs. condición normal y velocidad crucero

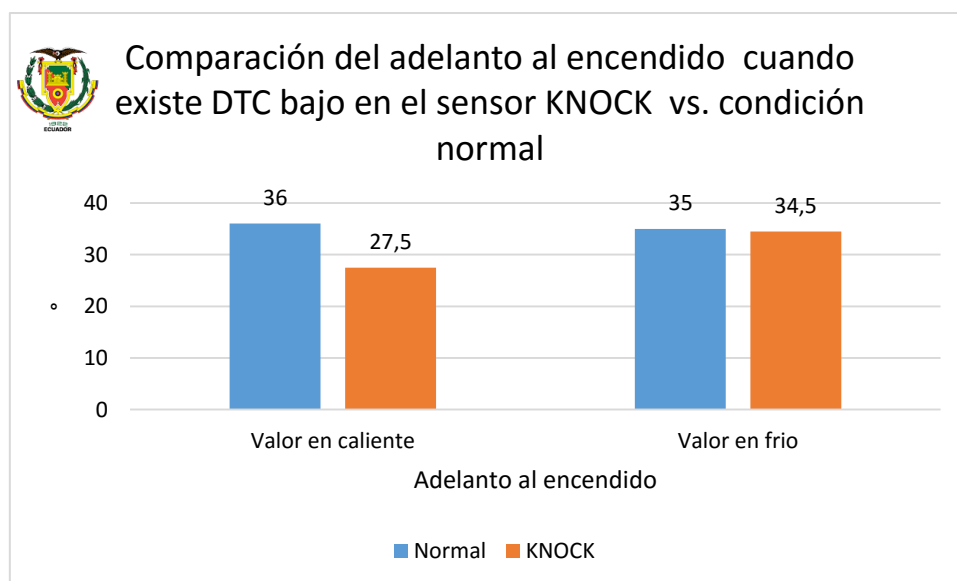


Figura 208 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC bajo en el sensor KNOCK vs. condición normal y velocidad crucero

4.3.9. Sensor APP DTC Alto (HIGH)

En la figura 209 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba

P0121	Throttle Pedal Position Sensor/Switch 'A' Circuit Range/Performance
P0123	Throttle/Pedal Position Sensor/Switch 'A' Circuit High Input

Figura 209 Lectura de código DTC alto del sensor APP a velocidad crucero

Los resultados de emisiones de gases de escape no se pueden obtener debido a que el analizador detecta dilución excesiva

4.3.10. Sensor APP DTC Bajo (LOW)

En la figura 210 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba

P0121	Throttle Pedal Position Sensor/Switch 'A' Circuit Range/Performance
P0122	Throttle/Pedal Position Sensor/Switch 'A' Circuit Low Input

Figura 210 Lectura de código DTC bajo del sensor APP a velocidad crucero

Los resultados de emisiones de gases de escape no se pueden obtener debido a que el analizador detecta dilución excesiva

4.3.11. DTC en el Sensor EGO

En la figura 211 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba

P0135	Oxygen Sensor Heater Circuit (Bank 1 Sensor 1)
--------------	--

Figura 211 Lectura de código DTC del sensor EGO a velocidad crucero

El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en caliente se muestra en la figura 212.

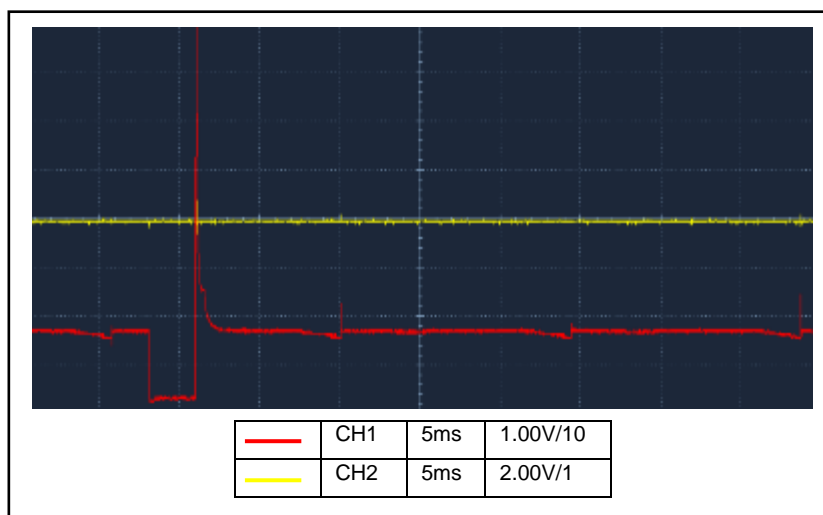


Figura 212 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC en el sensor EGO con el motor caliente y velocidad crucero

El ancho de pulso del inyector es de 2.684 ms, con el motor a 2631 rpm y 85°C. El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando el motor está en frío se muestra en la figura 214.

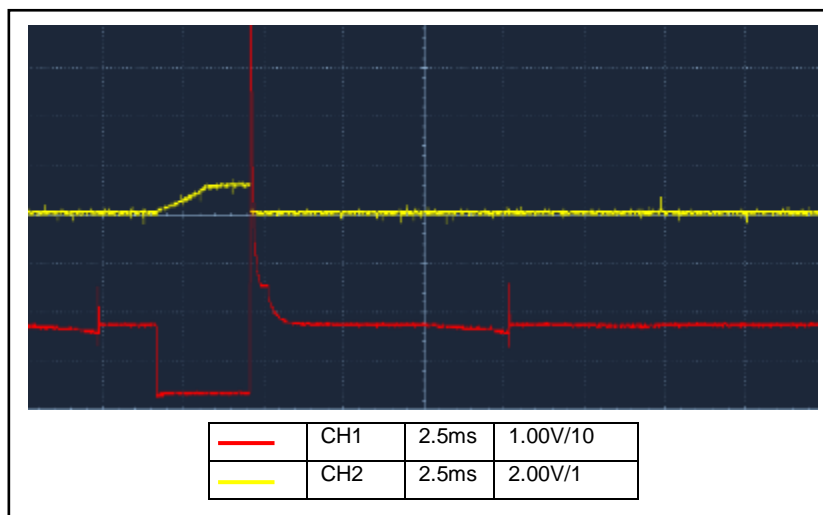


Figura 213 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC alto en el sensor EGO con el motor frío y velocidad crucero

El ancho de pulso del inyector es de 2.961 ms, con el motor a 2295 rpm y 42°C. La diferencia de tiempo del ancho de pulso es 0.277 ms, por lo que el valor del ancho de pulso cuando el motor esta frío aumenta en 10.32% con respecto al valor cuando está caliente.

Cuando existe esta falla existe un aumento de hidrocarburos en los gases de escape, sin embargo a pesar de que este aumento no es suficiente para saturar el catalizador existe un aumento excesivo del monóxido cuando el motor está caliente, este aumento también existe cuando el motor esta frío pero en menor medida. Los valores obtenidos de esta prueba se muestran en la tabla 41.

Tabla 41
Comparación de valores a condición normal vs. DTC en el sensor EGO a velocidad crucero

Descripción	Unidad	Valor en caliente		Diferen.	Valor en frío		Diferen.
		Normal	EGO		Normal	EGO	
HC	ppm	100	182	82	40	165	125
CO	%	0.63	5.75	5.12	0.06	1.38	1.32
CO2	%	13.66	10.64	3.02	14.22	13.27	0.95

O2	%	0.57	0.21	0.36	0.13	0.36	0.23
Velocidad	rpm	2686	2631	55	2335	2295	40
Ancho de pulso	ms	2.368	2.684	0.316	3.132	2.961	0.171
Adelanto al encendido	°	36	36	0	35	32	3

La comparación de los datos se muestra en los siguientes gráficos de barras.

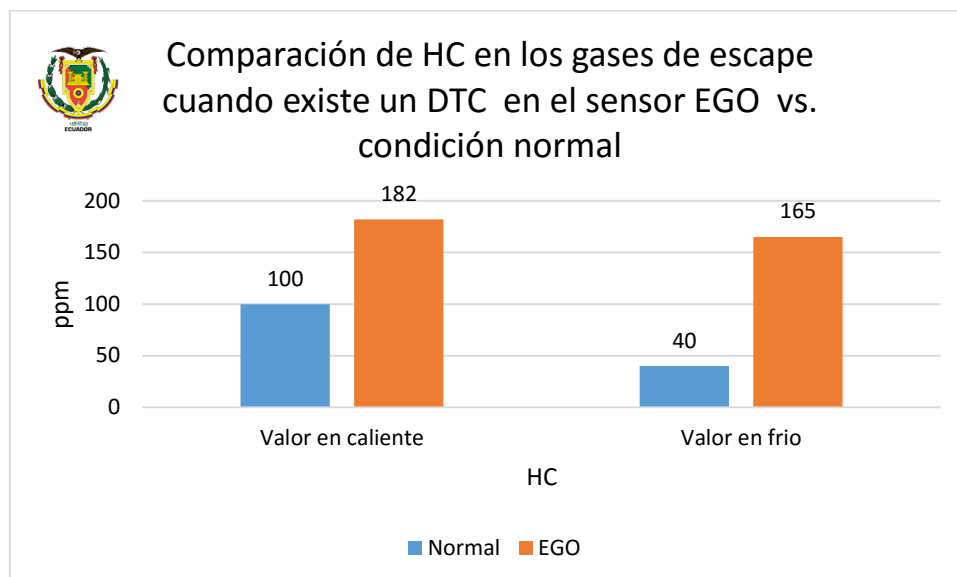


Figura 214 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC en el sensor EGO vs. condición normal y velocidad crucero

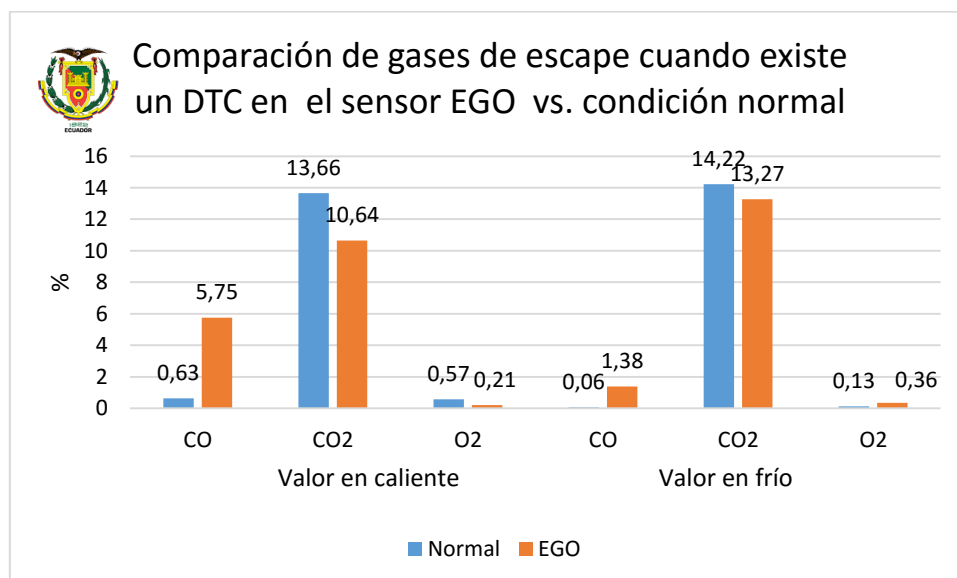


Figura 215 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC en el sensor EGO vs. condición normal y velocidad crucero

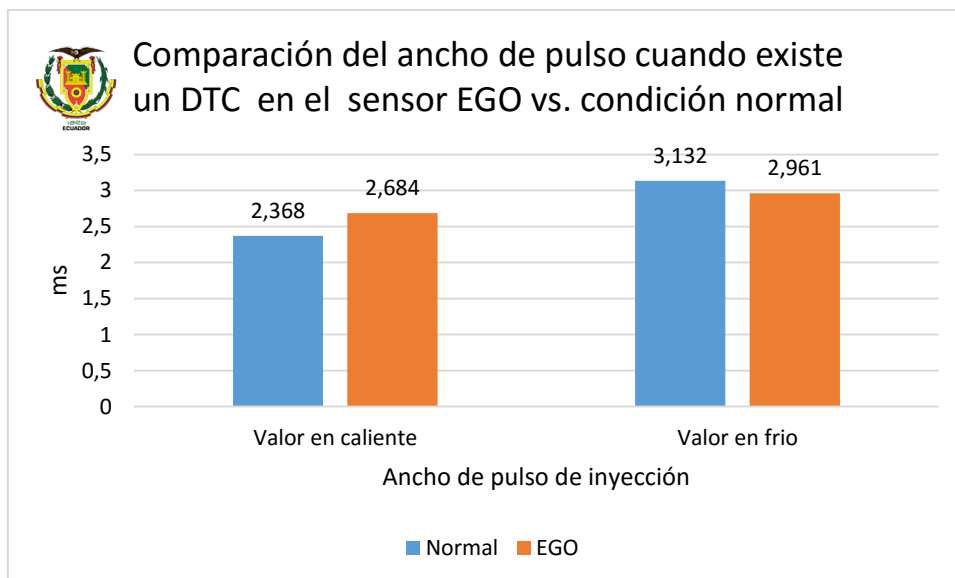


Figura 216 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC en el sensor EGO vs. condición normal y velocidad crucero

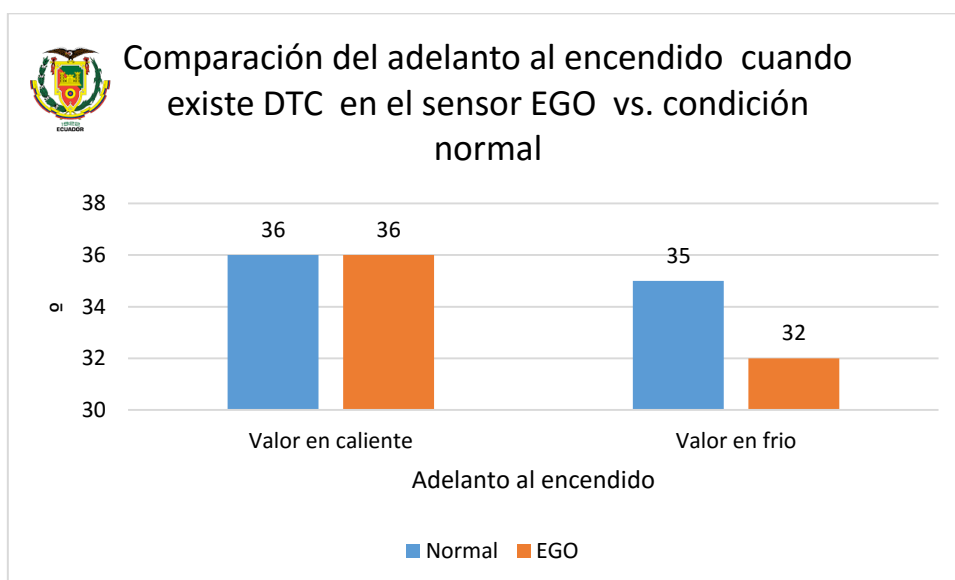


Figura 217 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC en el sensor EGO vs. condición normal y velocidad crucero

4.3.12.DTC en el Sensor CMP

En la figura 218 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba

P0340 Camshaft Position Sensor Circuit

Figura 218 Lectura de código DTC del sensor CMP a velocidad crucero

El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en caliente se muestra en la figura 219.

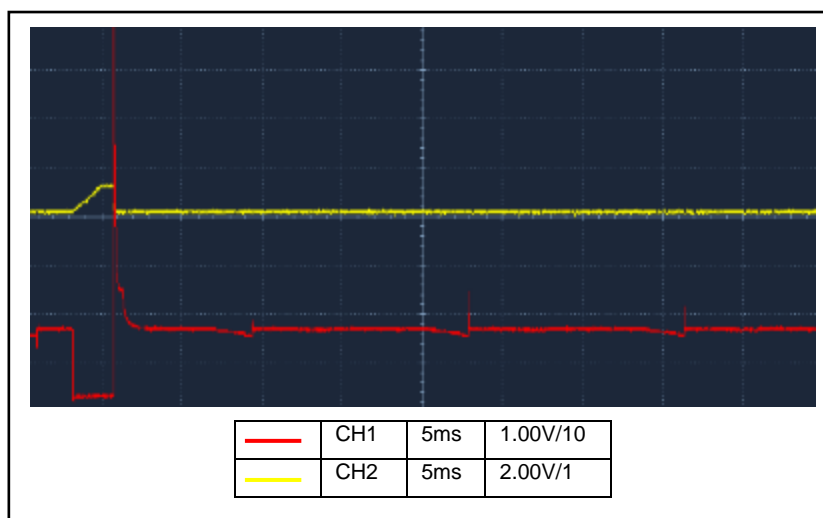


Figura 219 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC el sensor CMP con el motor caliente y velocidad crucero

El ancho de pulso del inyector es de 2.579 ms, con el motor a 2275 rpm y 86°C. El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector en está en frío se muestra en la figura 220.

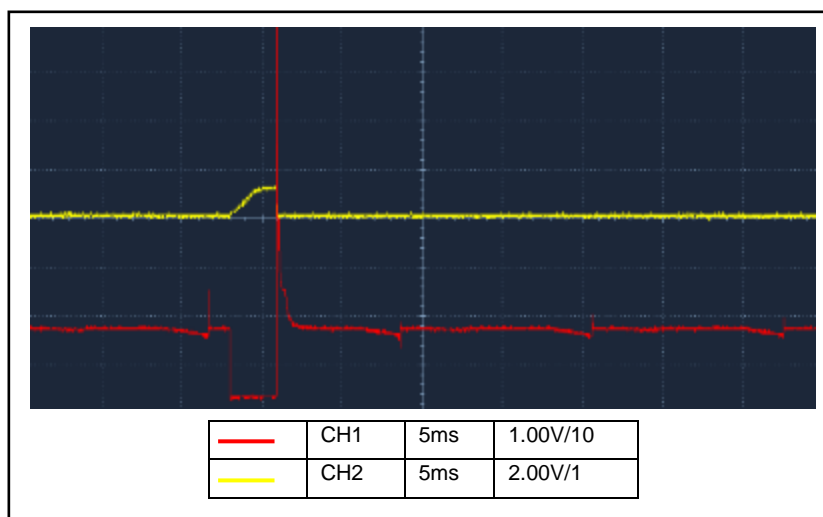


Figura 220 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC en el sensor CMP con el motor frío y velocidad crucero

El ancho de pulso del inyector es de 2.974ms, con el motor a 2063 rpm y 43°C. La diferencia de tiempo del ancho de pulso es 0.395 ms, por lo que el

valor del ancho de pulso cuando el motor esta frío aumenta en 15.32% con respecto al valor cuando está caliente.

Los valores de hidrocarburos y de gases de escape se mantienen en valores similares a los obtenidos en ralentí. Los hidrocarburos disminuyen considerablemente ocasionado por el doble salto de chispa que quema el combustible residual del cilindro, la ligera disminución del adelanto al encendido se debe a la misma razón que la disminución de hidrocarburos. Los valores obtenidos de esta prueba se muestran en la tabla 42.

Tabla 42

Comparación de valores a condición normal vs. DTC en el sensor CMP a velocidad crucero

Descripción	Unidad	Valor en caliente		Diferen.	Valor en frío		Diferen.
		Normal	CMP		Normal	CMP	
HC	ppm	100	30	70	40	30	10
CO	%	0.63	0.24	0.39	0.06	0.06	0
CO ₂	%	13.66	14.15	0.49	14.22	14.17	0.05
O ₂	%	0.57	0.17	0.4	0.13	0.17	0.04
Velocidad	rpm	2686	2275	411	2335	2063	272
Ancho de pulso	ms	2.368	2.579	0.211	3.132	2.974	0.158
Adelanto al encendido	°	36	35.5	0.5	35	30.5	4.5

La comparación de los datos se muestra en los siguientes gráficos de barras.

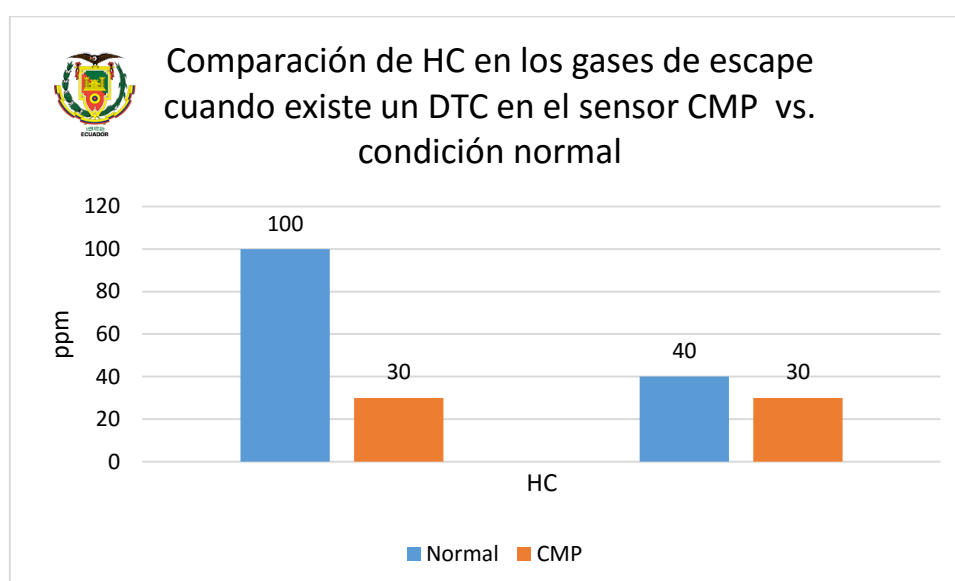


Figura 221 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC en el sensor CMP vs. condición normal y velocidad crucero.

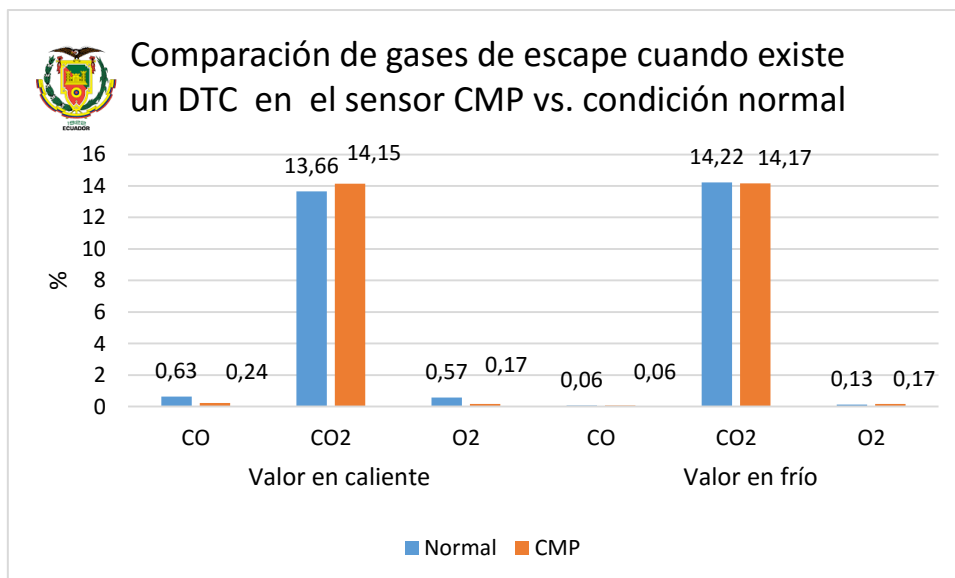


Figura 222 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC en el sensor CMP vs. condición normal y velocidad crucero

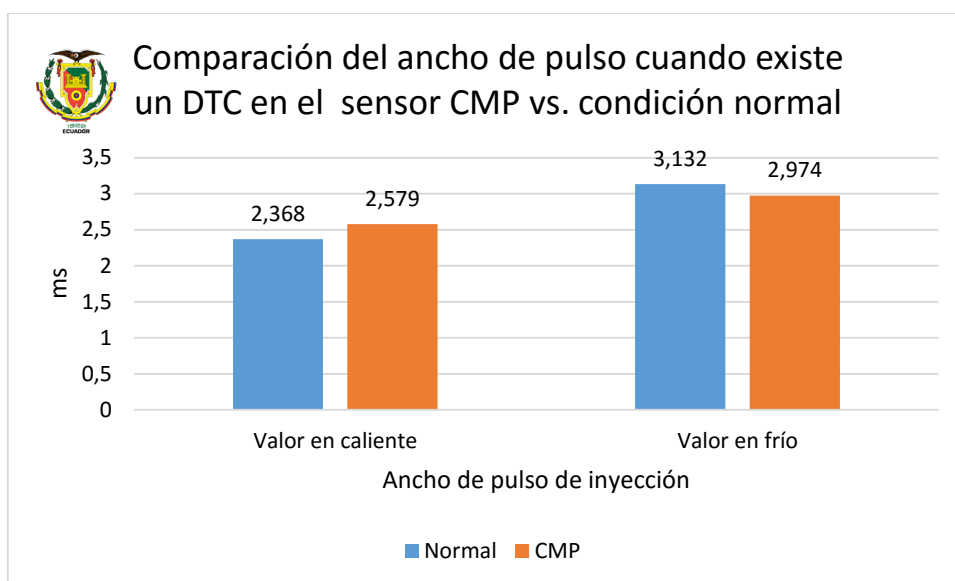


Figura 223 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC en el sensor CMP vs. condición normal y velocidad crucero

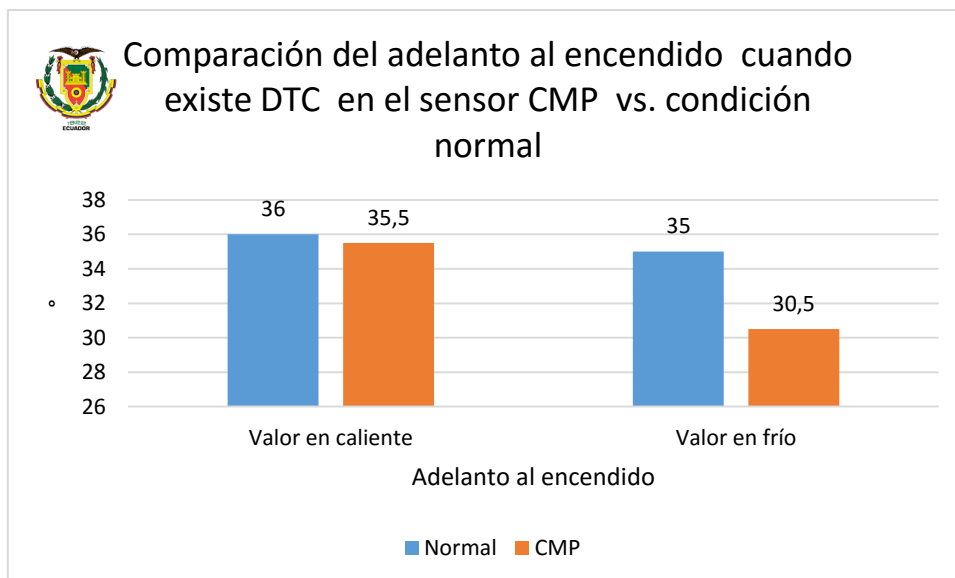


Figura 224 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC en el sensor CMP vs. condición normal y velocidad crucero

4.3.13.DTC en la Válvula VVT

En la figura 225 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba.

P0010 Camshaft Position 'A' - Actuator Circuit(Bank 1)

Figura 225 Lectura de código de falla de la válvula VVT a velocidad crucero

El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en caliente se muestra en la figura 226.

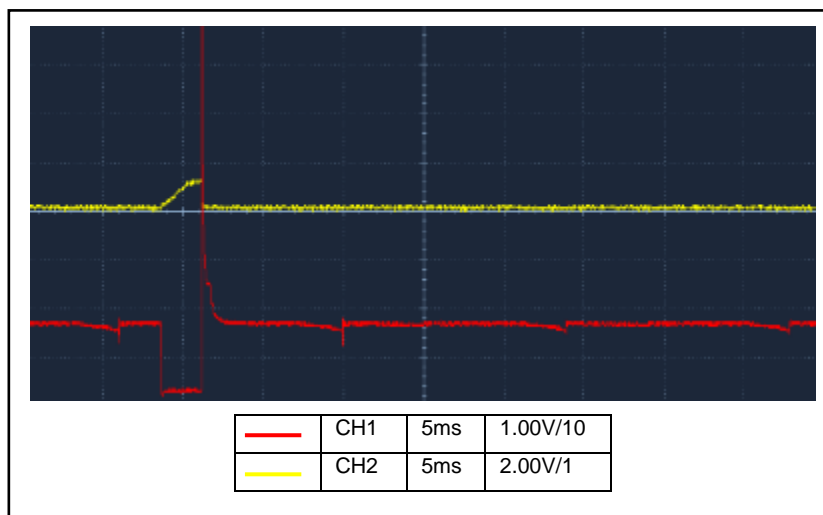


Figura 226 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC en la válvula VVT con el motor caliente y velocidad crucero

El ancho de pulso del inyector es de 2.579 ms, con el motor a 2205 rpm y 86°C. El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector en está en frío se muestra en la figura 227.

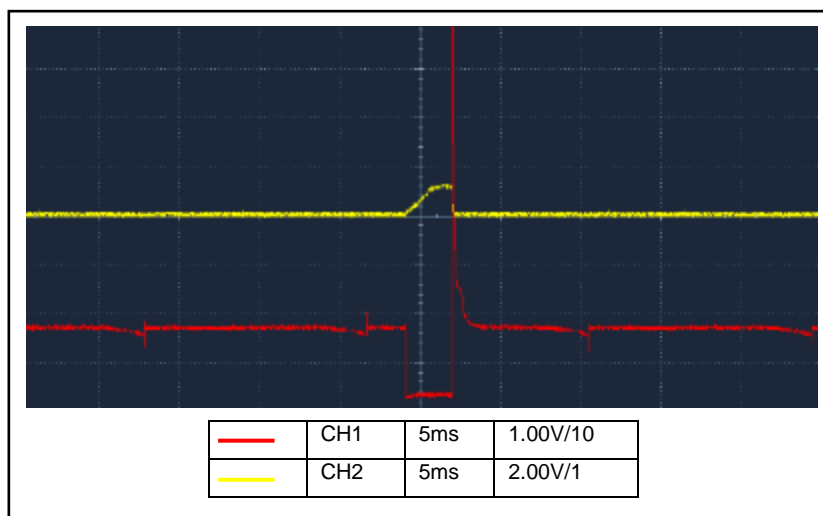


Figura 227 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC en la válvula VVT con el motor frío y velocidad crucero

El ancho de pulso del inyector es de 2.789ms, con el motor a 2085 rpm y 41°C. La diferencia de tiempo del ancho de pulso es 0.21 ms, por lo que el valor del ancho de pulso cuando el motor está frío aumenta en 8.14% con respecto al valor cuando está caliente.

En esta condición de falla existe una disminución en los hidrocarburos cuando el motor está caliente, esto se debe al hecho que el VVT no puede controlar el cruce de válvulas por tanto el sistema no puede disminuir el tiempo de apertura de válvulas cuando el vehículo alcanza la velocidad de crucero sin carga y provoca una mezcla más pobre. Los valores obtenidos de esta prueba se muestran en la tabla 43

Tabla 43
Comparación de valores a condición normal vs. DTC en la válvula VVT a velocidad crucero

Descripción	Unidad	Valor en caliente		Diferen.	Valor en frío		Diferen.
		Normal	VVT		Normal	VVT	
HC	ppm	100	64	36	40	30	10
CO	%	0.63	0.54	0.09	0.06	0.05	0.01
CO2	%	13.66	13.72	0.06	14.22	14.16	0.06
O2	%	0.57	0.57	0	0.13	0.15	0.02
Velocidad	rpm	2686	2205	481	2335	2085	250
Ancho de pulso	ms	2.368	2.579	0.211	3.132	2.789	0.343
Adelanto al encendido	°	36	29.5	6.5	35	29.5	5.5

La comparación de los datos se muestra en los siguientes gráficos de barras.

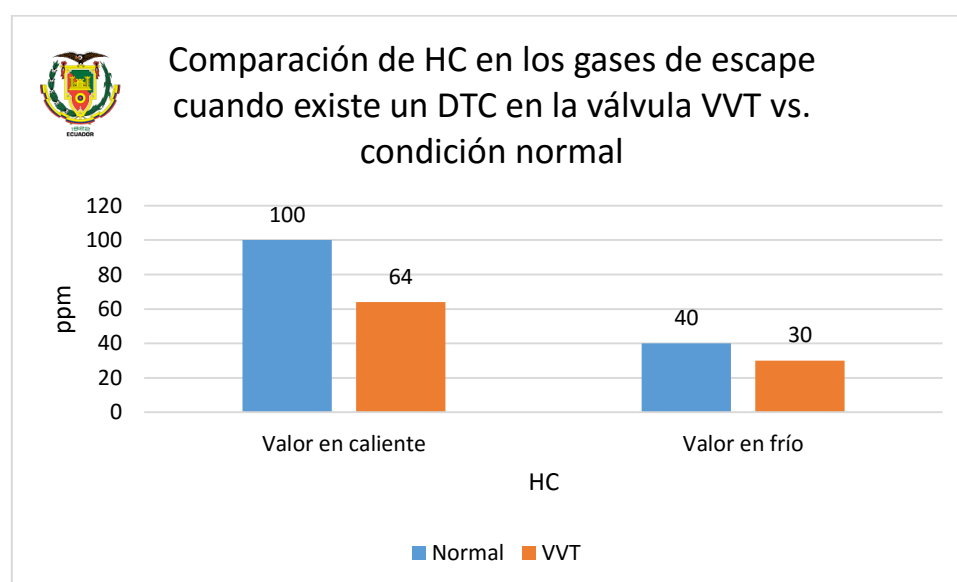


Figura 228 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad crucero

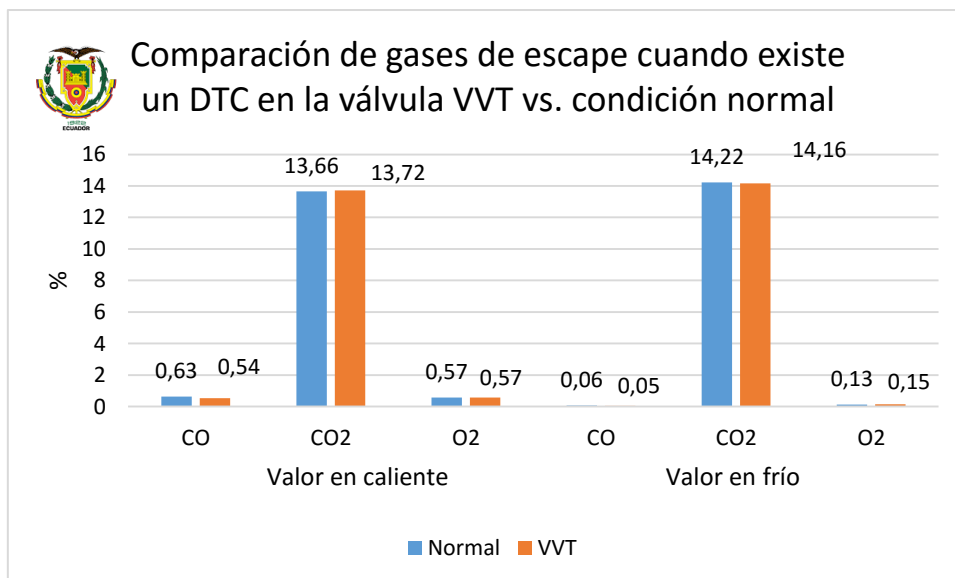


Figura 229 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad crucero

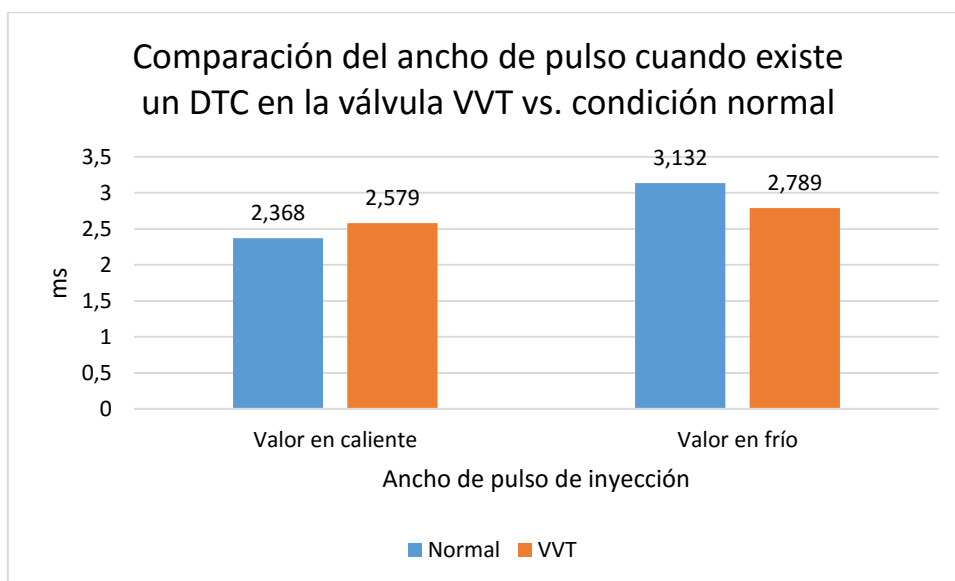


Figura 230 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad crucero

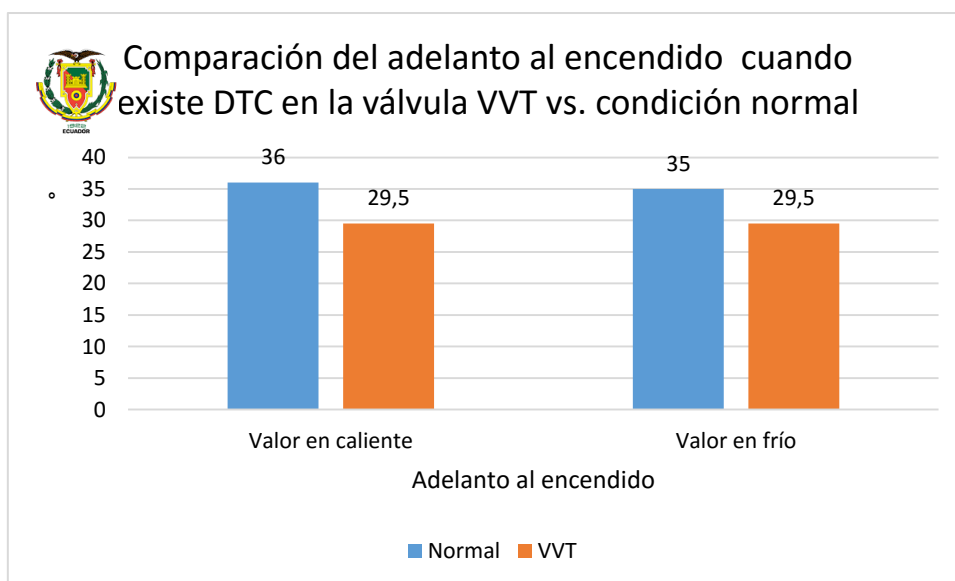


Figura 231 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad crucero

4.4. Pruebas con fallas en sensores combinados en el motor a velocidad ralenti

4.4.1. Inyector + bobina de encendido del mismo cilindro

En la figura 232 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba

P0352 Ignition Coil 'B' Primary/Secondary Circuit

Figura 232 Lectura de código DTC cuando falla el inyector y la bobina del mismo cilindro del motor

El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en caliente se muestra en la figura 233.

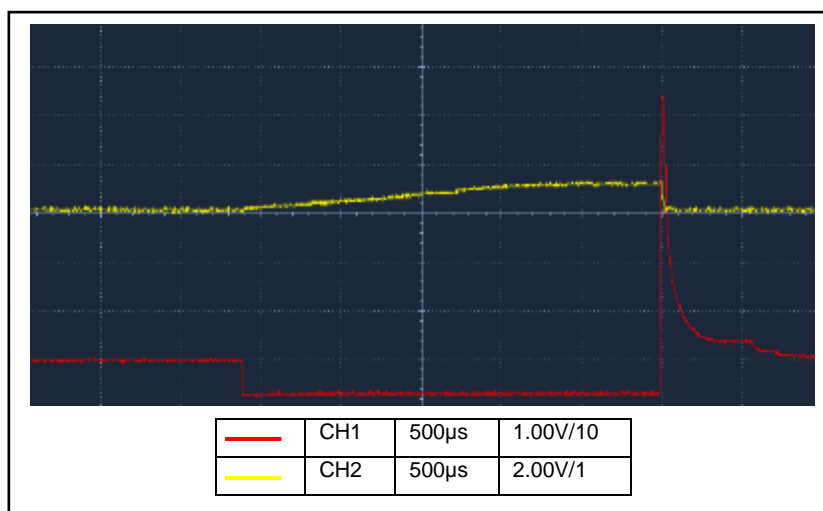


Figura 233 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC por falla del inyector y bobina del mismo cilindro del motor en velocidad ralenti en caliente

El ancho de pulso del inyector es de 2.624ms, con el motor a 610 rpm y 88°C. El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en frío se muestra en la figura 234.

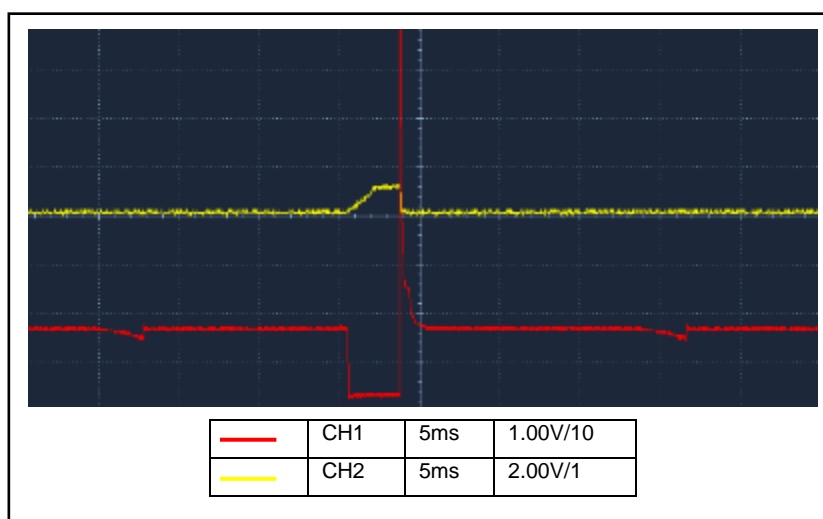


Figura 234 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC por falla del inyector y bobina del mismo cilindro del motor en velocidad ralenti en frío

El ancho de pulso del inyector es de 3.421 ms, con el motor a 808 rpm y 43°C. La diferencia de tiempo del ancho de pulso es 0.797ms, por lo que el valor del ancho de pulso cuando el motor esta frío aumenta en 30.37% con respecto al valor cuando está caliente.

La principal variación que se observa en esta prueba es el aumento de hidrocarburos cuando el motor está en la condición de frío debido a que probablemente la ECU intenta compensar el cilindro que no está funcionando inyectando más combustible en los demás cilindros pero, para que el motor no se salga de control ni afecte demasiado su estructura disminuye ligeramente el adelanto al encendido, esto se evidencia rápidamente en la gran cantidad de humo blanco que se observa cuando el motor está funcionando. Este problema se corrige en gran medida cuando el motor alcanza la temperatura de funcionamiento ya que el catalizador ayuda a evaporar gran parte del combustible que no fue consumido. El aumento en el oxígeno presente también es producido por el aire que paso por el cilindro inhabilitado sin cambiar su estructura. Los valores obtenidos de esta prueba se muestran en la tabla 44

Tabla 44

Comparación de valores a condición normal vs. DTC por falla del inyector y bobina del mismo cilindro del motor a velocidad ralenti

Descripción	Unidad	Valor en caliente		Diferen.	Valor en frío		Diferen.
		Normal	INY+BOB		Normal	INY+B OB	
HC	ppm	116	193	77	61	32308	32347
CO	%	0.42	0.06	0.36	0.03	0.13	0.10
CO2	%	13.63	9.48	4.15	14.22	3.53	10.69
O2	%	0.88	8.36	7.48	0.28	10.96	10.68
Velocidad	rpm	665	610	55	1051	808	243
Ancho de pulso	ms	2.289	2.624	0.335	3.053	3.421	0.368
Adelanto al encendido	°	7.5	5.5	2	12	10	2

La comparación de los datos se muestra en los siguientes gráficos de barras.

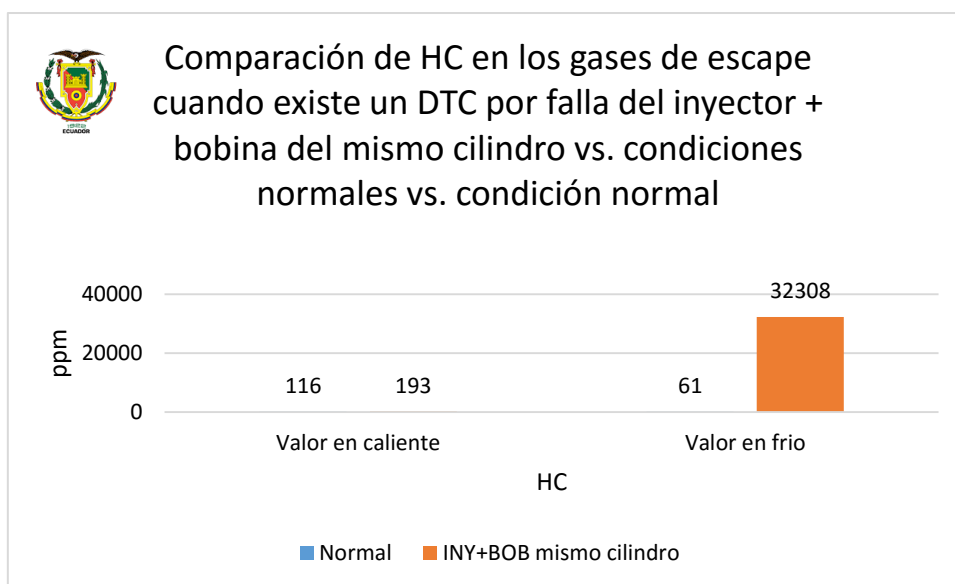


Figura 235 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC por falla del inyector + bobina del mismo cilindro vs. condición normal y velocidad ralenti

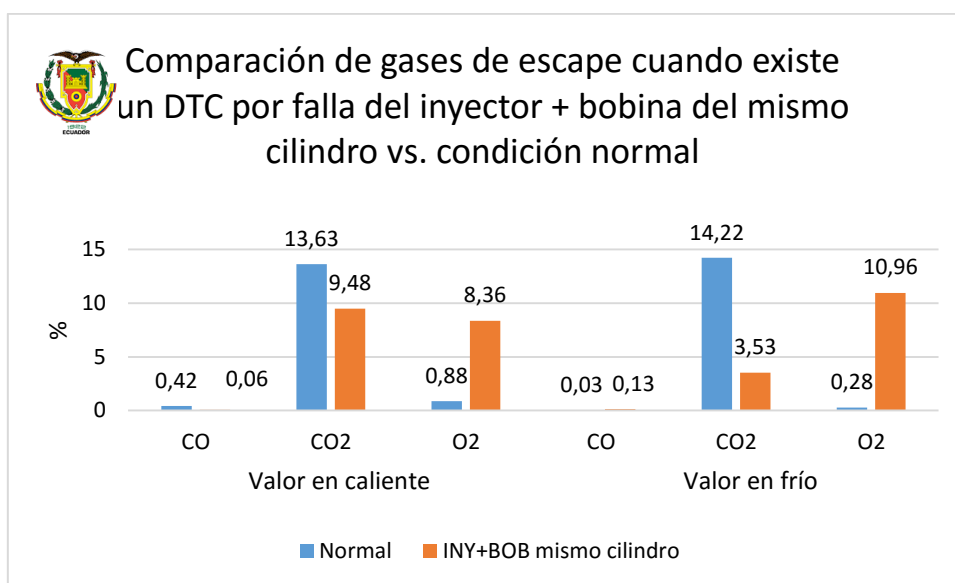


Figura 236 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC por falla del inyector + bobina del mismo cilindro vs. condición normal y velocidad ralenti

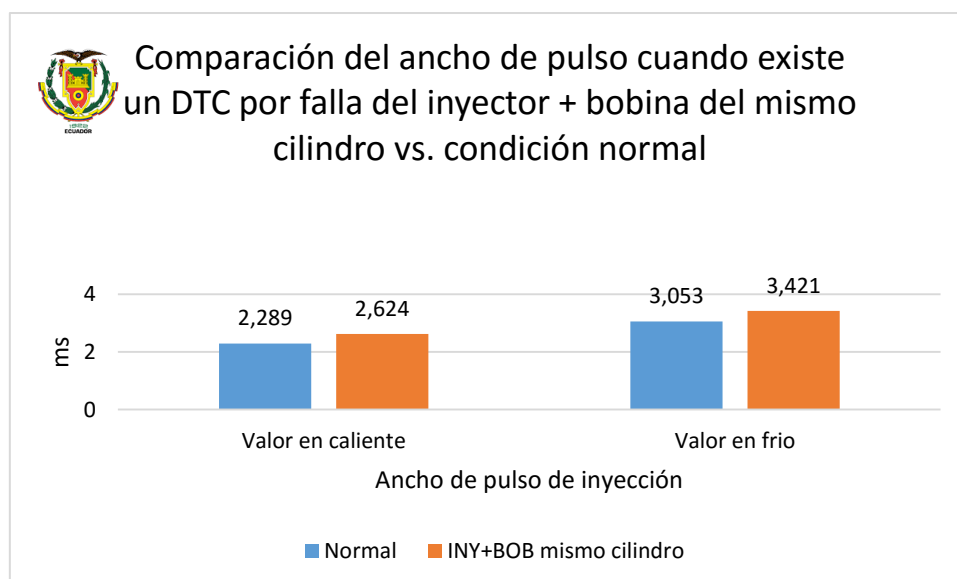


Figura 237 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC por falla del inyector + bobina del mismo cilindro vs. condición normal y velocidad ralenti

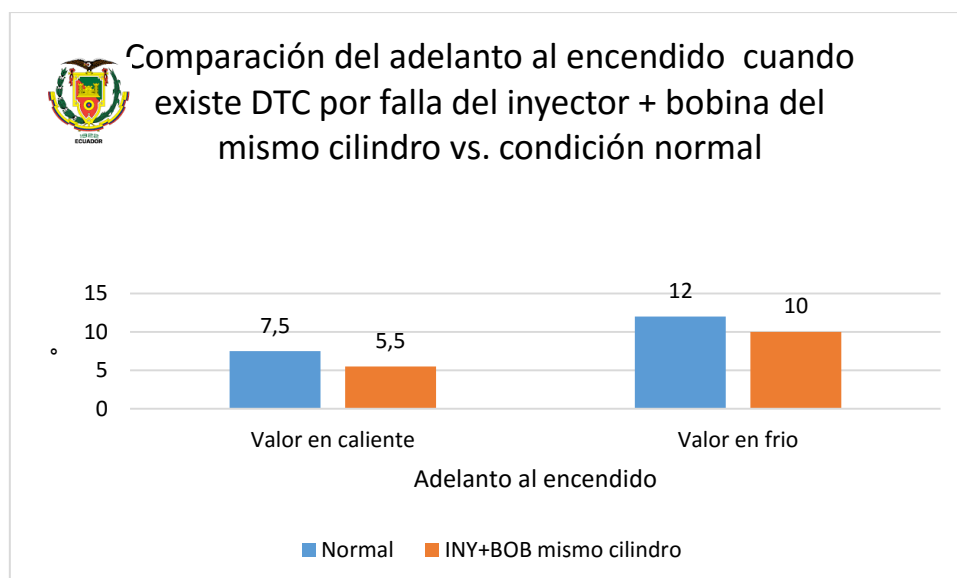


Figura 238 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC por falla del inyector + bobina del mismo cilindro velocidad vs. condición normal y velocidad ralenti

4.4.2. Inyector + bobina de encendido diferente cilindro

En la figura 239 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba

P0352 Ignition Coil 'B' Primary/Secondary Circuit

Figura 239 Lectura de código DTC cuando falla el inyector y la bobina del mismo cilindro del motor

El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en caliente se muestra en la figura 240.

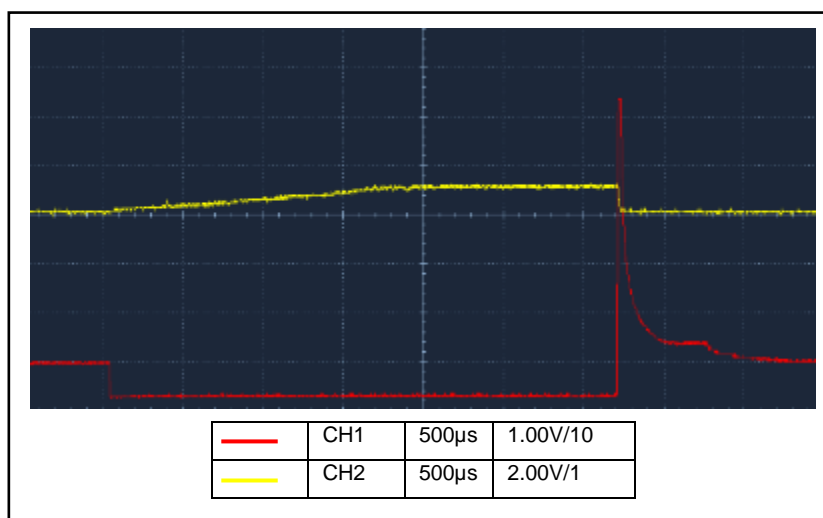


Figura 240 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC por falla del inyector y bobina del diferente cilindro del motor en velocidad ralentí en caliente

El ancho de pulso del inyector es de 3.153ms, con el motor a 610 rpm y 88°C. El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en frío se muestra en la figura 241.

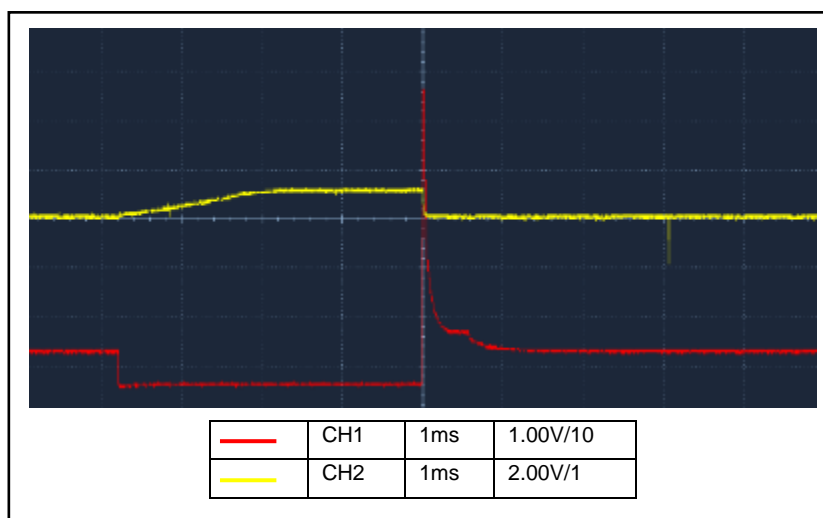


Figura 241 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC por falla del inyector y bobina de diferente cilindro del motor en velocidad ralentí en frío

El ancho de pulso del inyector es de 3.779 ms, con el motor a 808 rpm y 43°C. La diferencia de tiempo del ancho de pulso es 0.626ms, por lo que el valor del ancho de pulso cuando el motor esta frío aumenta en 19.85% con respecto al valor cuando está caliente.

En esta combinación de falla ocurre algo similar a la anterior pero el nivel de hidrocarburos es considerablemente menor, esto se debe a que cuando la ECU detecta que falta una bobina de encendido intenta hacer la compensación de combustible en los otros cilindros, pero al no estar desconectado un inyector que no es detectado por la ECU como una falla no hay compensación adicional de combustible. También se puede observar una disminución del monóxido y dióxido con un aumento del oxígeno que es mucho mayor al valor cuando las dos fallas ocurren en el mismo cilindro, porque en esta condición el aire pasa sin combustionarse por dos cilindros. Los valores obtenidos de esta prueba se muestran en la tabla 45

Tabla 45

Comparación de valores a condición normal vs. DTC por falla del inyector y bobina de diferente cilindro del motor a velocidad ralentí

Descripción	Unidad	Valor en caliente		Diferen.	Valor en frío		Diferen.
		Normal	INY+BOB dif.		Normal	INY+B OB dif.	
HC	ppm	116	249	133	61	1090	1029
CO	%	0.42	0.03	0.39	0.03	0.04	0.01
CO2	%	13.63	6.52	7.11	14.22	6.02	8.2
O2	%	0.88	13.32	12.44	0.28	13.87	13.59
Velocidad	rpm	665	610	55	1051	808	243
Ancho de pulso	ms	2.289	3.153	0.864	3.053	3.779	0.726
Adelanto al encendido	°	7.5	8	0.5	12	9.5	2.5

La comparación de los datos se muestra en los siguientes gráficos de barras.

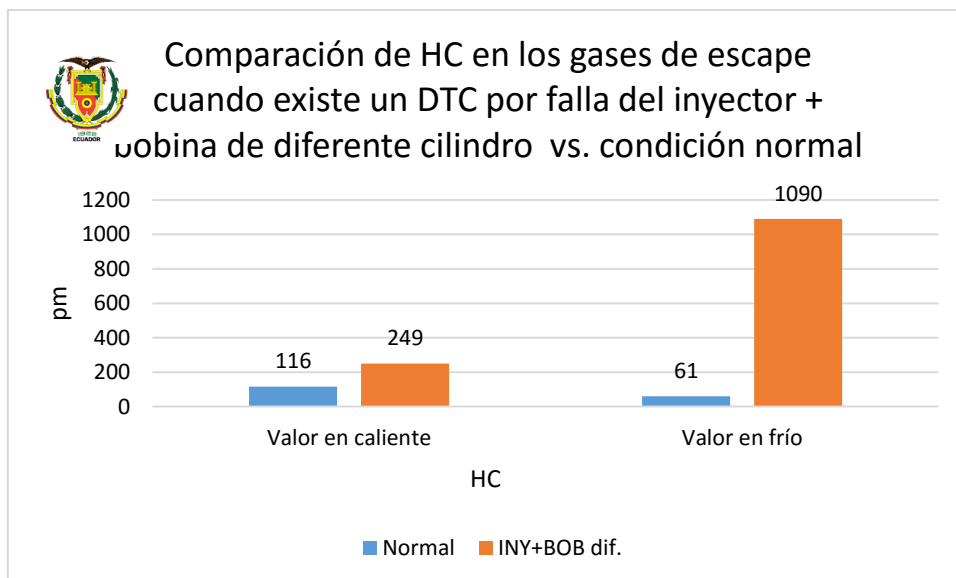


Figura 242 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC por falla del inyector + bobina de diferente cilindro vs. condición normal y velocidad ralenti

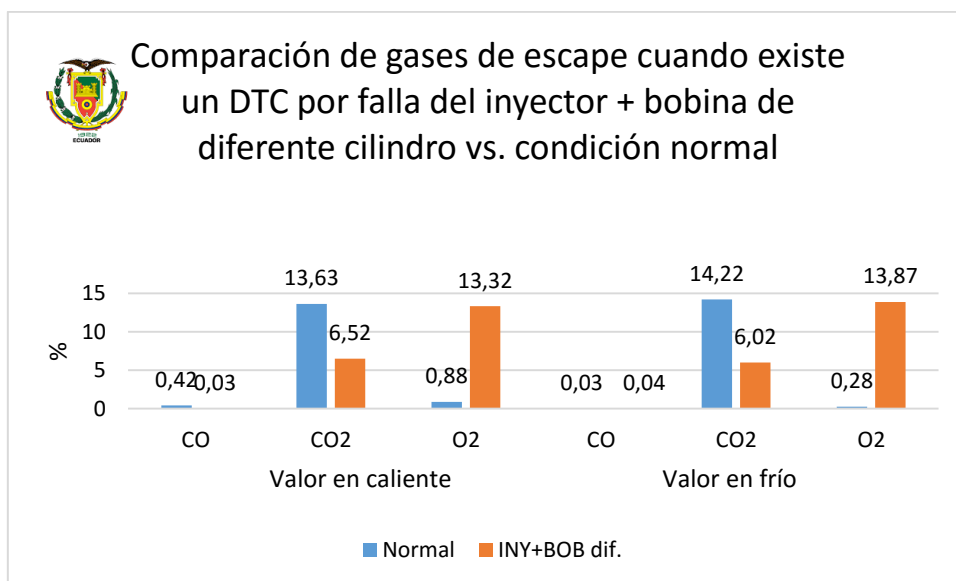


Figura 243 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC por falla del inyector + bobina de diferente cilindro vs. condición normal y velocidad ralenti

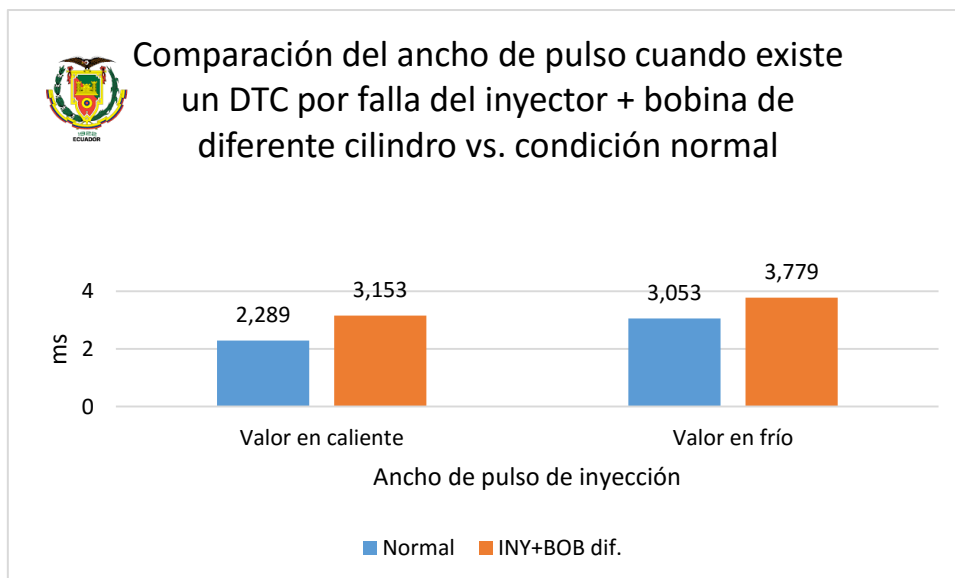


Figura 244 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC por falla del inyector + bobina de diferente cilindro vs. condición normal y velocidad ralentí

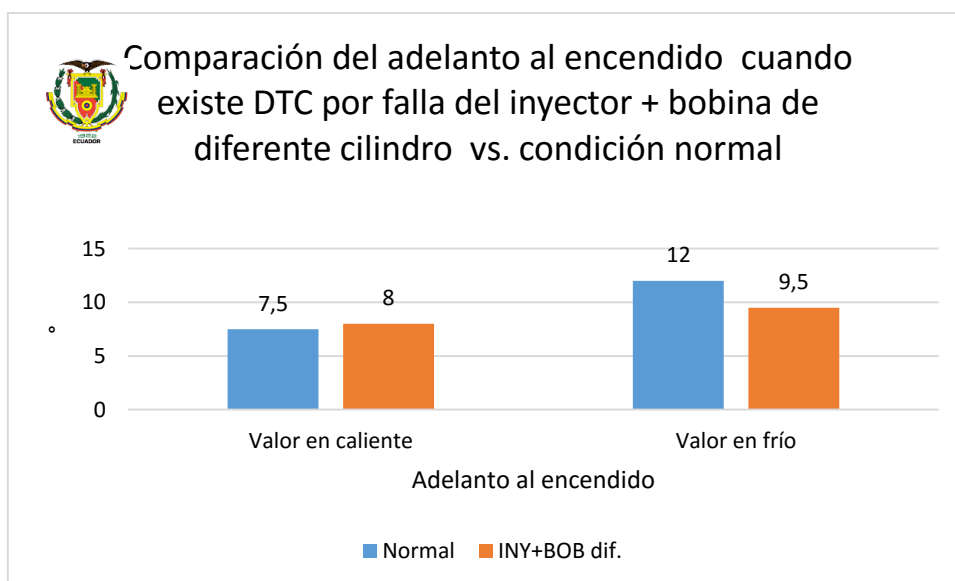


Figura 245 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC por falla del inyector + bobina de diferente cilindro y velocidad ralentí

4.4.3. Falla combinada entre inyector + Válvula VVT

En la figura 246 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba

P0010 Camshaft Position 'A' - Actuator Circuit(Bank 1)

Figura 246 Lectura de código DTC cuando falla el inyector y la válvula VVT del motor

El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en caliente se muestra en la figura 247.

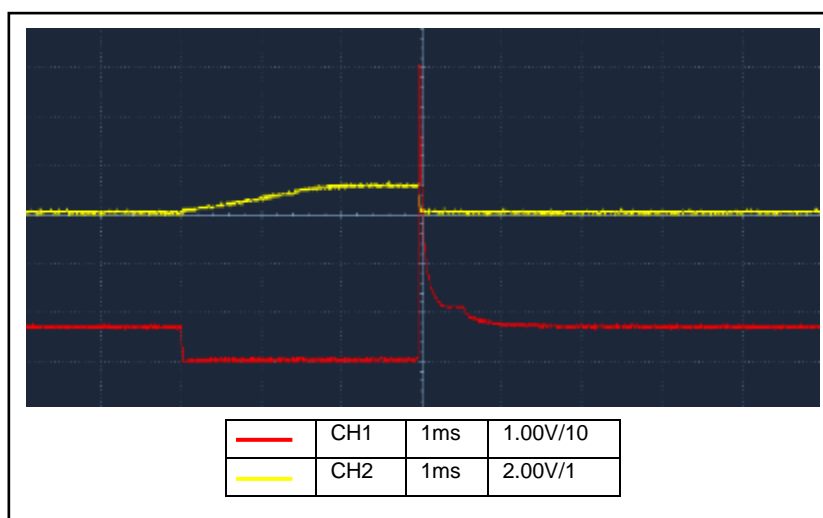


Figura 247 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC por falla del inyector válvula VVT del motor en velocidad ralentí en caliente

El ancho de pulso del inyector es de 2.947ms, con el motor a 673 rpm y 86°C. El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en frío se muestra en la figura 248.

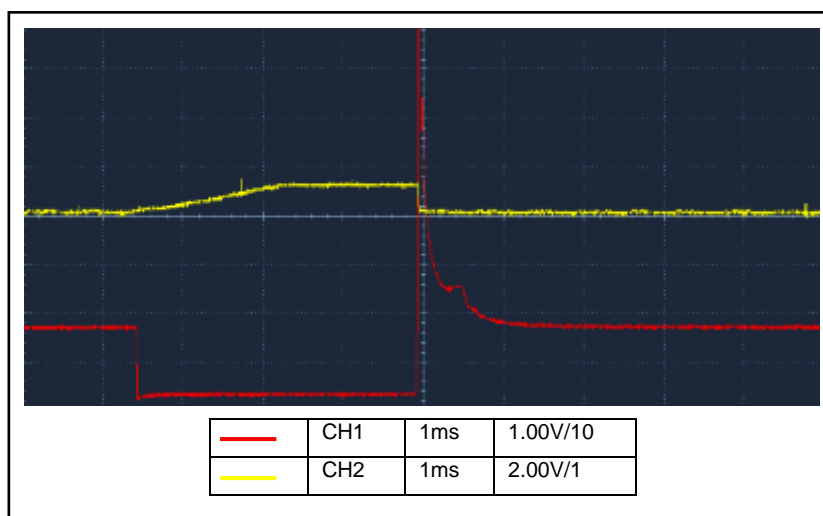


Figura 248 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC por falla del inyector más válvula VVT del motor en velocidad ralentí en frío

El ancho de pulso del inyector es de 3.432 ms, con el motor a 1009 rpm y 41°C. La diferencia de tiempo del ancho de pulso es 0.485ms, por lo que el valor del ancho de pulso cuando el motor está frío aumenta en 16.45% con respecto al valor cuando está caliente.

En esta prueba se puede observar un aumento en los hidrocarburos presentes en los gases de escape a diferencia de cuando la falla solo se encuentra en la válvula VVT que los hidrocarburos disminuyen. Esto se debe a la acción del sensor KNOCK y sensor MAF porque, al no funcionar la válvula VVT no se puede reducir el tiempo de cruce de válvulas y el flujo de aire será mayor cuando la velocidad del motor ya es constante esto lo detecta el sensor MAF y permite el mayor ingreso de combustible aumentando de esta forma el ancho de pulso de inyección en los inyectores y al no estar presente uno de los inyectores el golpeteo que detecta el sensor KNOCK no se encuentra en el rango de trabajo por lo que la ECU disminuye el adelanto al encendido para mantener bajo control el vehículo. El nivel de oxígeno también aumenta a la vez el dióxido y monóxido disminuyen como consecuencia del inyector del cilindro que no está trabajando. Los valores obtenidos de esta prueba se muestran en la tabla 46

Tabla 46

Comparación de valores a condición normal vs. DTC por falla del inyector más válvula VVT del motor a velocidad ralentí

Descripción	Unidad	Valor en caliente		Diferen.	Valor en frío		Diferen.
		Normal	INY+VVT		Normal	INY+VVT	
HC	ppm	116	268	384	61	695	634
CO	%	0.42	2.55	2.13	0.03	0.29	0.26
CO2	%	13.63	9.17	4.46	14.22	10.04	4.18
O2	%	0.88	6.24	5.36	0.28	6.80	6.52
Velocidad	rpm	665	673	8	1051	1009	42
Ancho de pulso	ms	2.289	2.947	0.658	3.053	3.432	0.379
Adelanto al encendido	°	7.5	4.5	3	12	9.5	2.5

La comparación de los datos se muestra en los siguientes gráficos de barras.

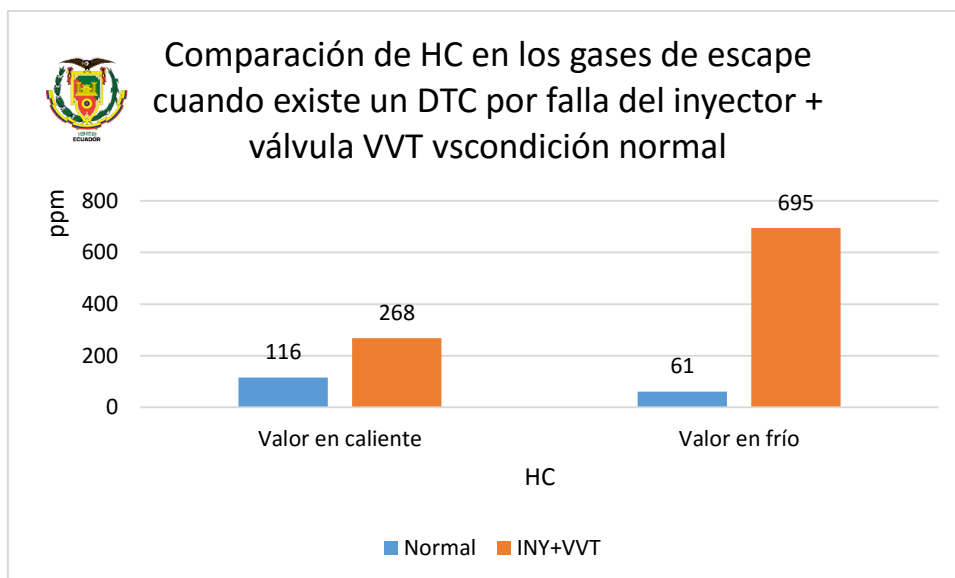


Figura 249 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC por falla del inyector + válvula VVT vs. condición normal y velocidad ralenti

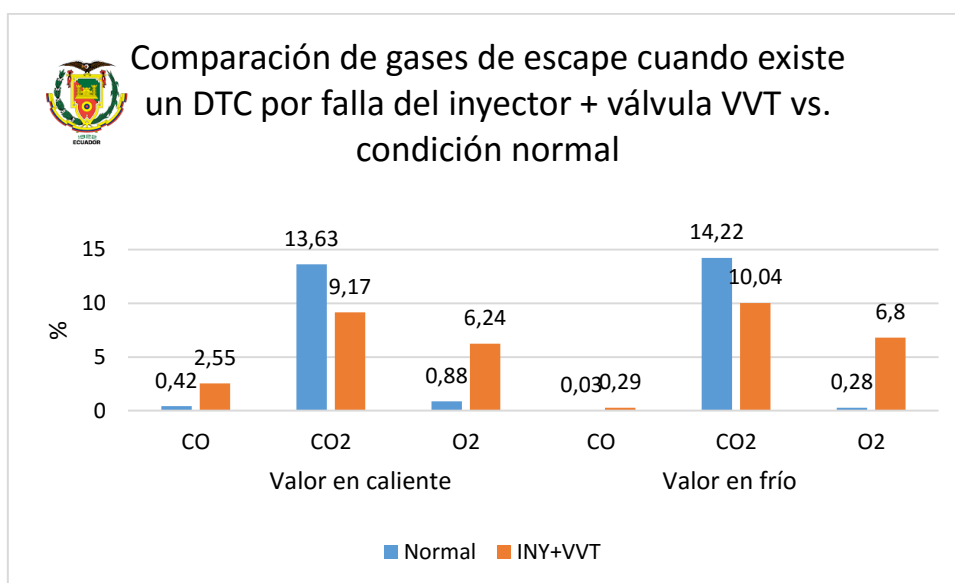


Figura 250 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC por falla del inyector + válvula VVT vs. condición normal y velocidad ralenti

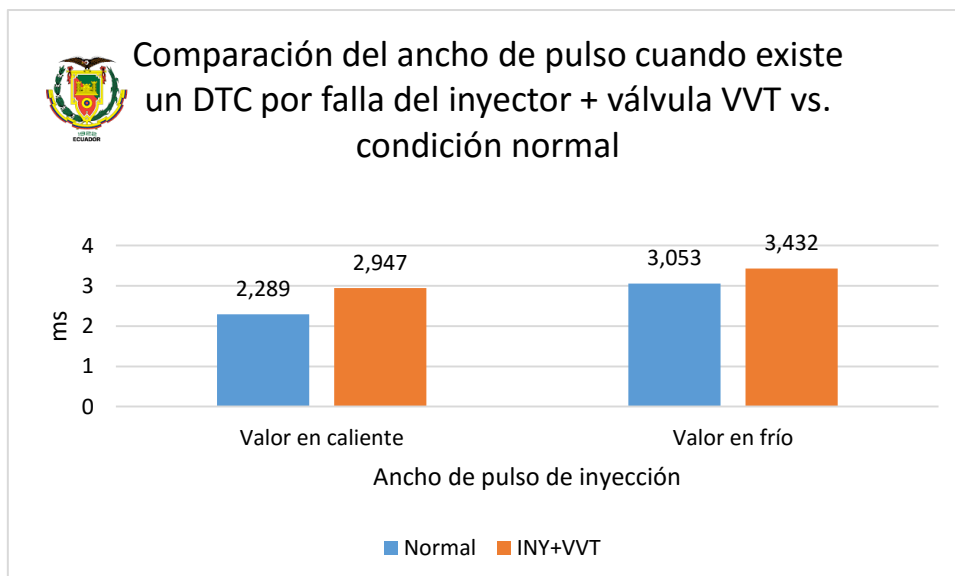


Figura 251 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC por falla del inyector + válvula VVT vs. condición normal y velocidad ralentí

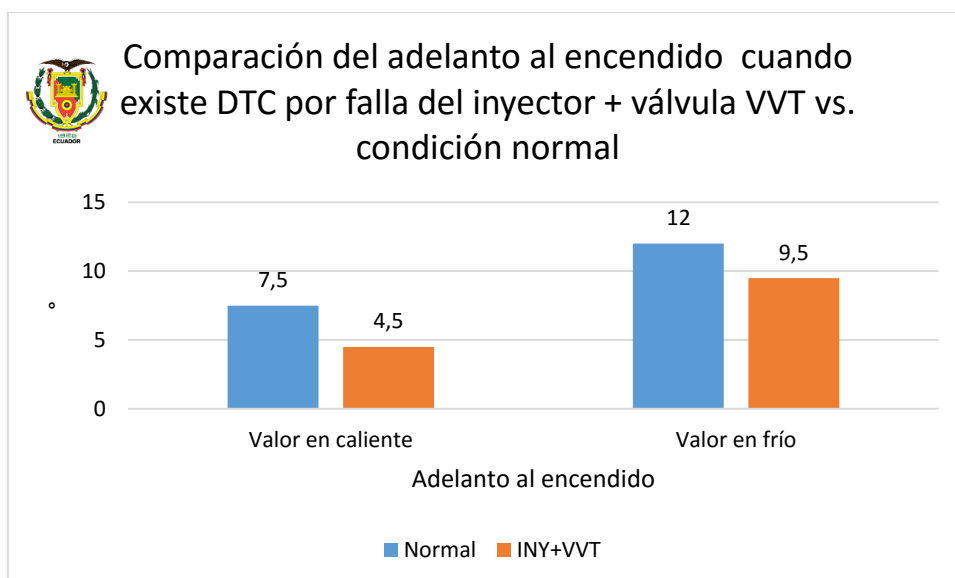


Figura 252 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC por falla del inyector + válvula VVT vs. condición normal y velocidad ralentí

4.4.4. Falla combinada entre bobina de encendido + Válvula VVT

En la figura 253 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba

P0010	Camshaft Position 'A' - Actuator Circuit(Bank 1)
P0354	Ignition Coil 'D' Primary/Secondary Circuit

Figura 253 Lectura de código DTC cuando falla la bobina de encendido y la válvula VVT del motor a velocidad ralentí

El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en caliente se muestra en la figura 254.

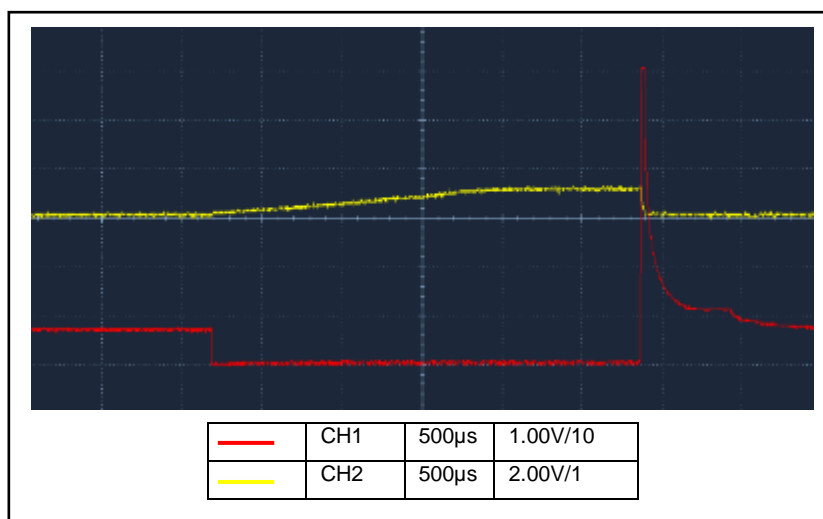


Figura 254 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC por falla de la bobina de encendido + válvula VVT del motor en velocidad ralentí en caliente

El ancho de pulso del inyector es de 2.947ms, con el motor a 637 rpm y 86°C. El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en frío se muestra en la figura 255.

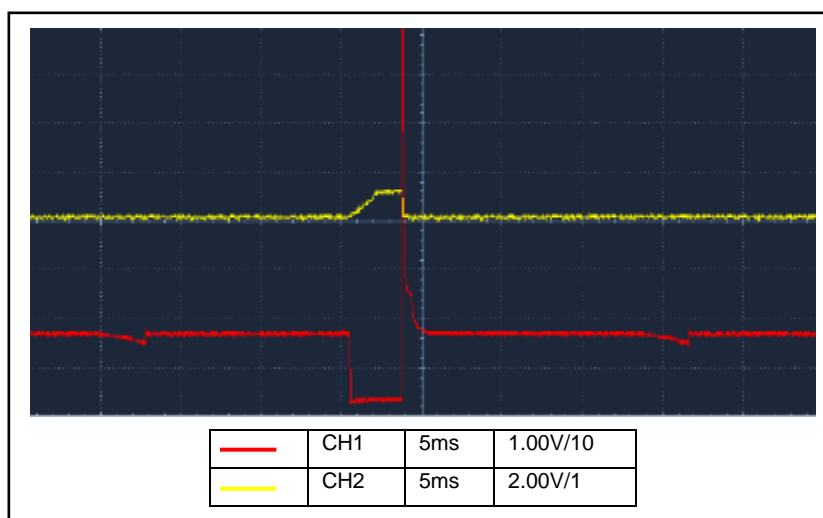


Figura 255 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC por falla de la bobina de encendido + válvula VVT del motor en velocidad ralentí en frío

El ancho de pulso del inyector es de 3.589ms, con el motor a 918 rpm y 35°C. La diferencia de tiempo del ancho de pulso es 0.642ms, por lo que el valor del ancho de pulso cuando el motor esta frío aumenta en 21.78% con respecto al valor cuando está caliente.

En esta combinación de fallas el aumento del nivel de hidrocarburos es mucho mayor que el anterior esto se debe a que al existir un mayor flujo másico de aire por la falla de la válvula VVT la ECU intenta hacer la compensación del combustible por la falla de la bobina de encendido. El adelanto también tiene un aumento para compensar la pérdida de potencia por el cilindro disminuido. Al igual que en las anteriores fallas donde falla uno o más cilindros el nivel de oxígeno aumenta debido a que pasa sin combustionarse. Los valores obtenidos de esta prueba se muestran en la tabla 47

Tabla 47

Comparación de valores a condición normal vs. DTC por falla de la bobina de encendido más válvula VVT del motor a velocidad ralenti

Descripción	Unidad	Valor en caliente		Diferen.	Valor en frío		Diferen.
		Normal	BOB.+VVT		Normal	BOB.+VVT	
HC	ppm	116	193	77	61	786	725
CO	%	0.42	0.10	0.32	0.03	2.123	2.093
CO2	%	13.63	9.76	3.87	14.22	14.05	0.17
O2	%	0.88	7.83	6.95	0.28	3.34	3.06
Velocidad	rpm	665	637	28	1051	918	133
Ancho de pulso	ms	2.289	2.947	0.658	3.053	3.589	0.536
Adelanto al encendido	°	7.5	5.5	2	12	10.5	11.5

La comparación de los datos se muestra en los siguientes gráficos de barras.

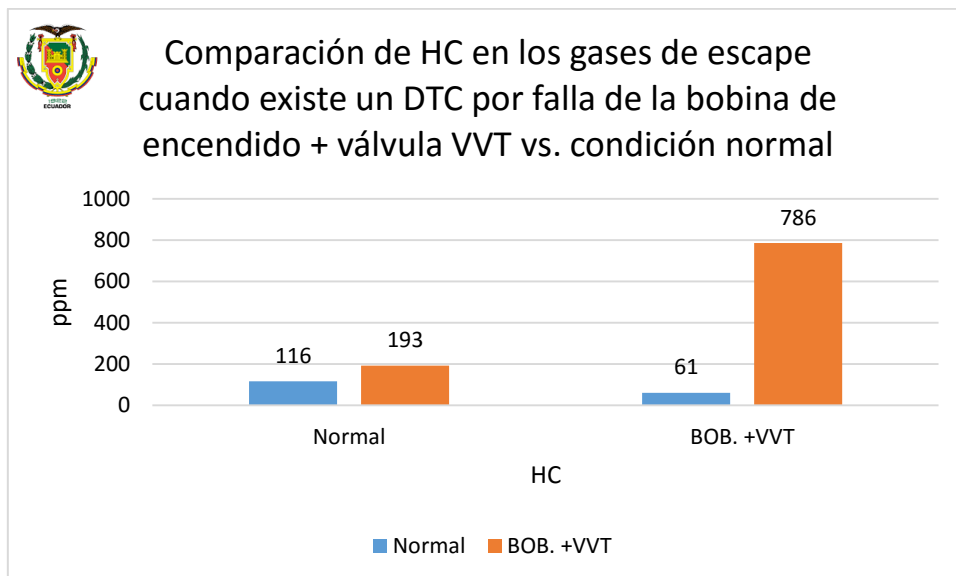


Figura 256 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC por falla de la bobina de encendido + válvula VVT vs. condición normal y velocidad ralenti

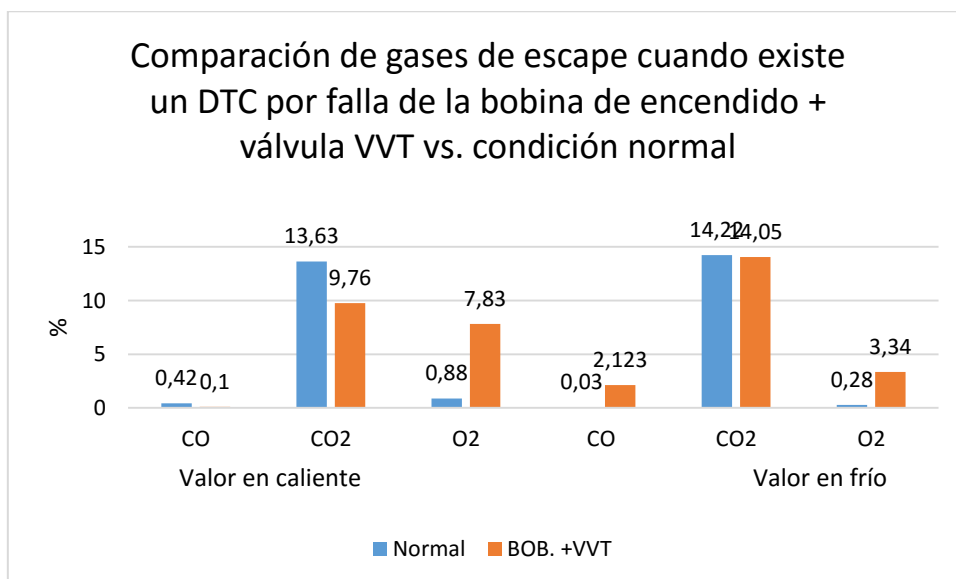


Figura 257 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC por falla de la bobina de encendido + válvula VVT vs. condición normal y velocidad ralenti

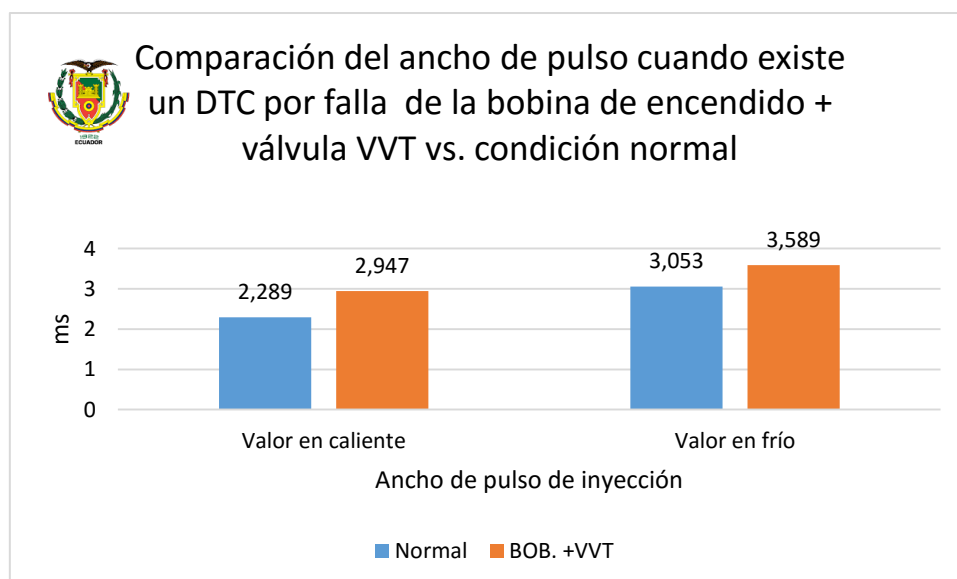


Figura 258 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC por falla de la bobina de encendido + válvula VVT vs. condición normal y velocidad ralentí

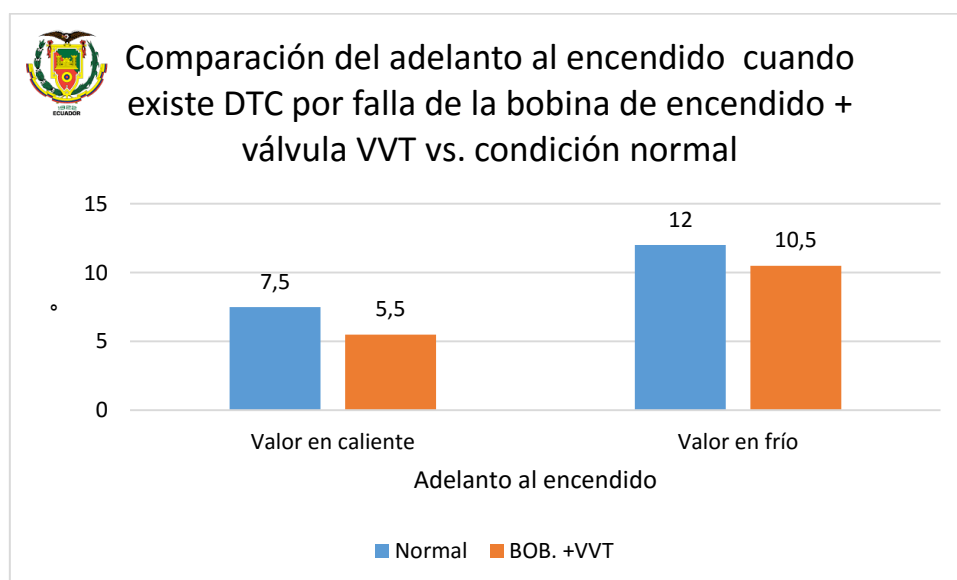


Figura 259 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC por falla de la bobina de encendido + válvula VVT vs. condición normal y velocidad ralentí

4.4.5. Falla combinada entre la Válvula VVT + DTC Alto (HIGH) en el sensor ECT

En la figura 260 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba

P0010	Camshaft Position 'A' - Actuator Circuit(Bank 1)
P0118	Engine Coolant Temperature Circuit High Input

Figura 260 Lectura de código de falla combinado entre la válvula VVT y DTC alto en el sensor ECT

El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en caliente se muestra en la figura 261.

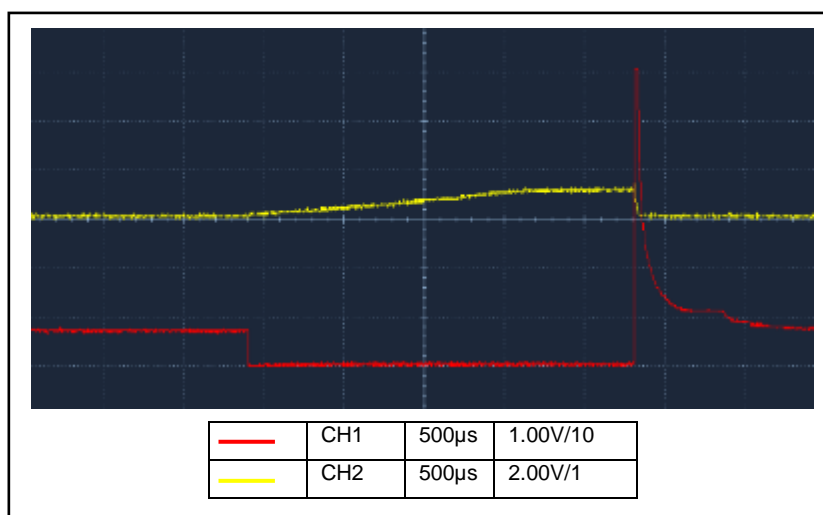


Figura 261 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC por falla de la válvula VVT y DTC alto en el sensor ECT en velocidad ralentí en caliente

El ancho de pulso del inyector es de 2.421ms, con el motor a 795 rpm y - 40°C. El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en frío se muestra en la figura 262.

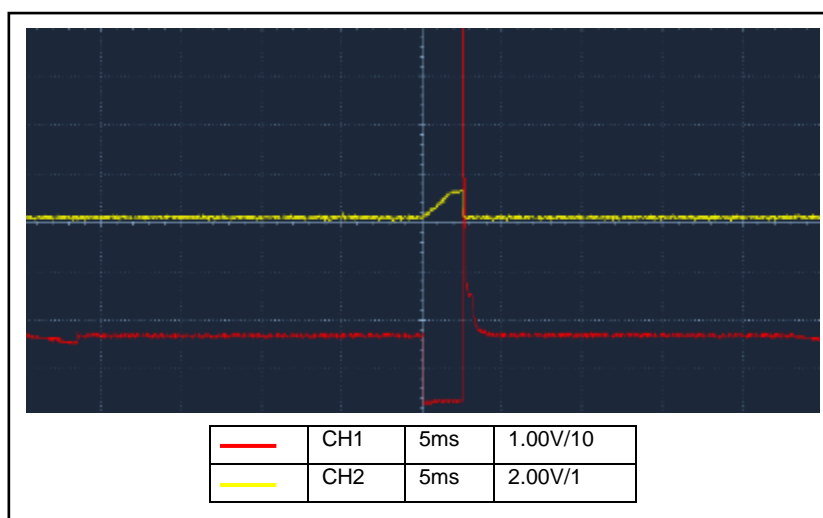


Figura 262 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC por falla de la válvula VVT y DTC alto en el sensor ECT en velocidad ralentí en frío

El ancho de pulso del inyector es de 2.447ms, con el motor a 747 rpm y -40°C. La diferencia de tiempo del ancho de pulso es 0.026ms, por lo que el valor del ancho de pulso cuando el motor esta frío aumenta en 1.07% con respecto al valor cuando está caliente.

Lo primero que se puede percibir cuando existe esta falla es que existe una serie de cambios muy bruscos en el funcionamiento cuando el motor esta frío, pero se regulan y corrigen muy bien cuando el motor alcanza la temperatura de funcionamiento. Cuando el motor se mantiene frío se produce el aumento en los hidrocarburos en los gases de escape por la compensación que el motor hace al percibir que la temperatura es muy baja, además del combustible del cilindro cuya bobina no está funcionando. Los valores obtenidos de esta prueba se muestran en la tabla 48.

Tabla 48

Comparación de valores a condición normal vs. Falla combinada de la bobina de encendido + DTC alto en sensor ECT a velocidad ralenti

Descripción	Unidad	Valor en caliente		Diferen.	Valor en frío		Diferen.
		Normal	BOB.+ECT		Normal	BOB.+ECT	
HC	ppm	116	107	9	61	1637	1576
CO	%	0.42	0.45	0.03	0.03	0.43	0.40
CO2	%	13.63	13.60	0.03	14.22	12.50	1.72
O2	%	0.88	0.84	0.04	0.28	2.55	2.27
Velocidad	rpm	665	795	130	1051	747	3034
Ancho de pulso	ms	2.289	2.421	0.132	3.053	2.447	0.606
Adelanto al encendido	°	7.5	8.5	1	12	10	2

La comparación de los datos se muestra en los siguientes gráficos de barras.

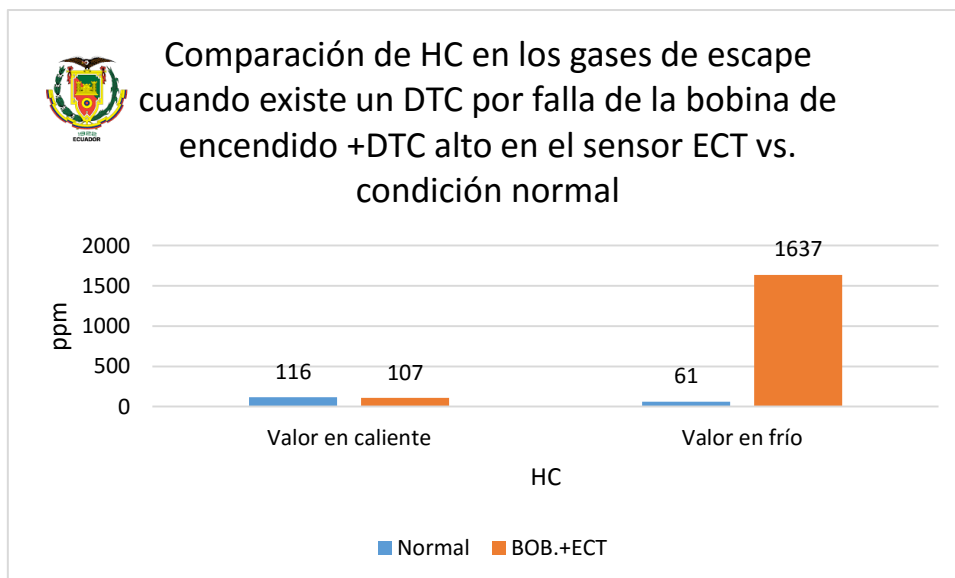


Figura 263 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC por falla de la bobina de encendido +DTC alto en el sensor ECT vs. condición normal vs. condición normal y velocidad ralentí

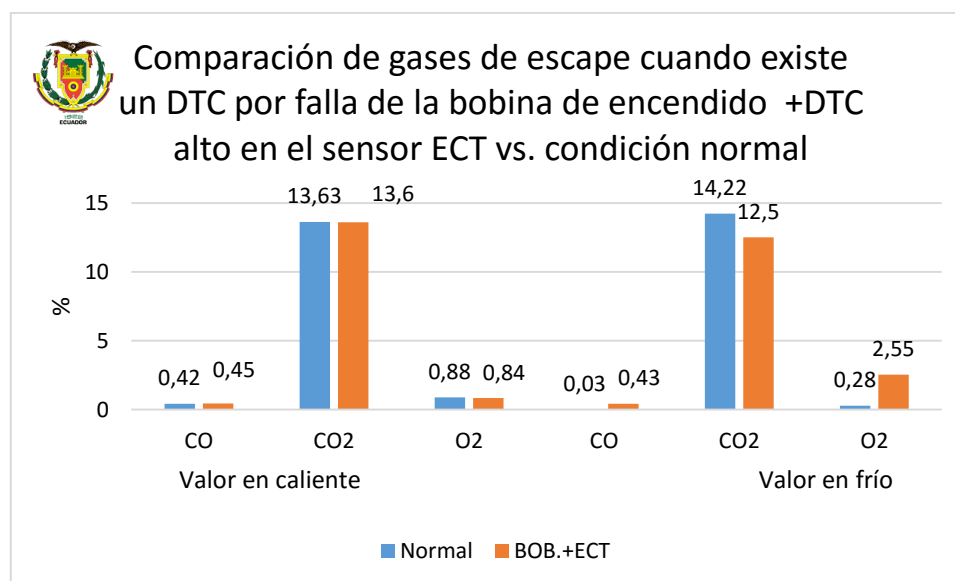


Figura 264 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC por falla de la bobina de encendido +DTC alto en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad ralentí

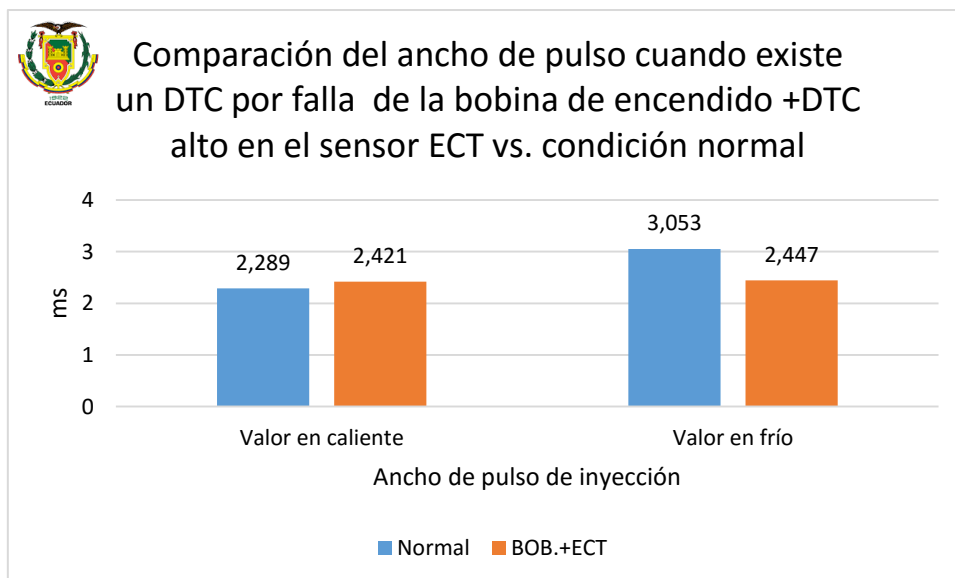


Figura 265 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC por falla de la bobina de encendido +DTC alto en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad ralenti

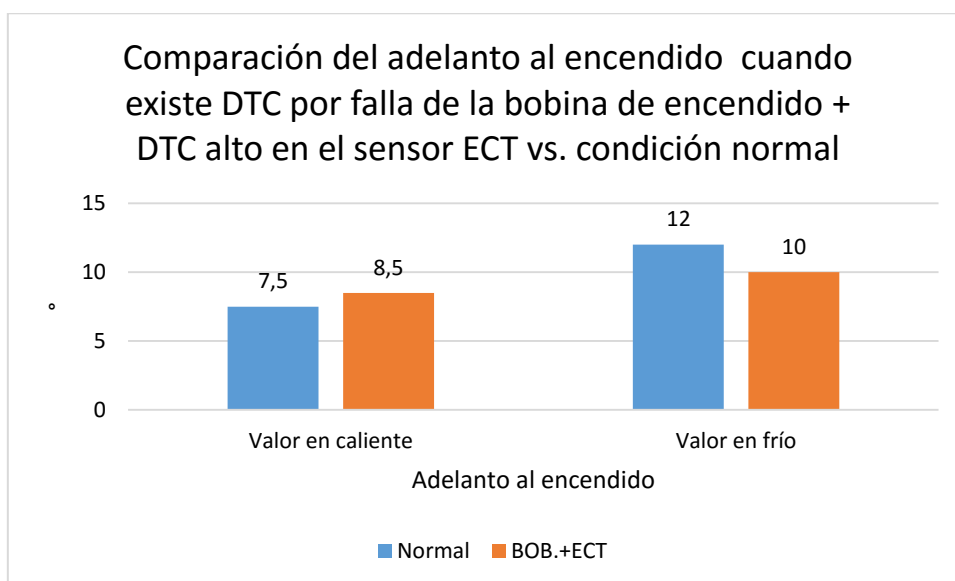


Figura 266 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC por falla de la bobina de encendido + DTC alto en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad ralenti

4.4.6. Falla combinada entre la Válvula VVT + DTC Bajo (LOW) en el sensor ECT

En la figura 267 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba

P0117	Engine Coolant Temperature Circuit Low Input
P0010	Camshaft Position 'A' - Actuator Circuit(Bank 1)

Figura 267 Lectura de código de falla combinado entre la válvula VVT y DTC bajo en el sensor ECT

El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en caliente se muestra en la figura 268.

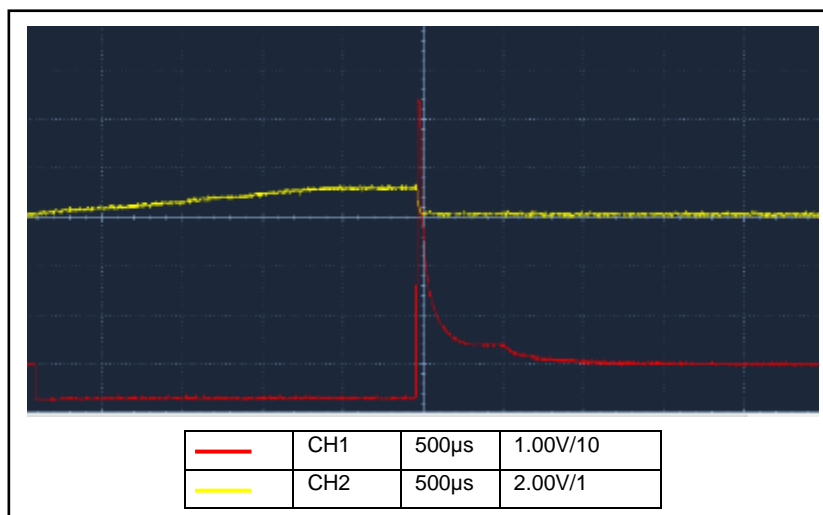


Figura 268 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC por falla de la válvula VVT y DTC bajo en el sensor ECT en velocidad ralentí en caliente

El ancho de pulso del inyector es de 2.366ms, con el motor a 737 rpm y 140°C. El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en frío se muestra en la figura 269.

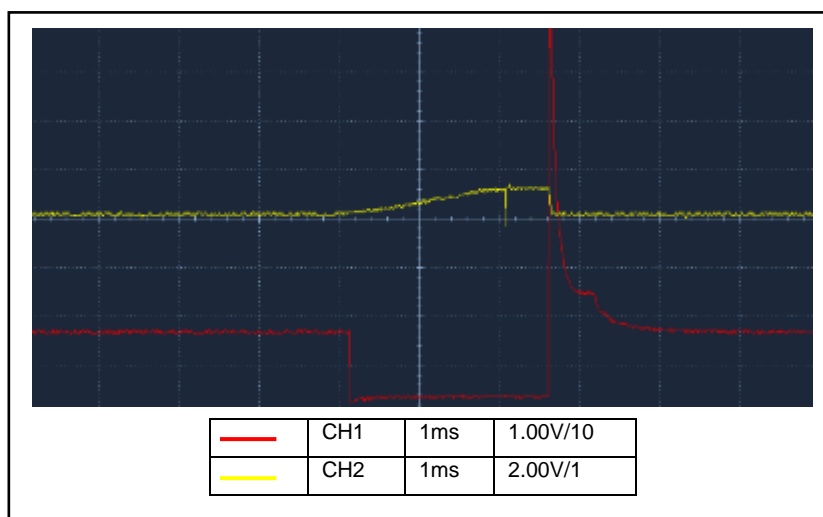


Figura 269 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC por falla de la válvula VVT y DTC bajo en el sensor ECT en velocidad ralentí en frío

El ancho de pulso del inyector es de 2.421ms, con el motor a 747 rpm y 43°C. La diferencia de tiempo del ancho de pulso es 0.055ms, por lo que el valor del ancho de pulso cuando el motor está frío aumenta en 2.32% con respecto al valor cuando está caliente.

Igual que en la condición anterior cuando el motor está frío existe una cantidad excesiva de hidrocarburos presentes en los gases de escape debido principalmente a la baja temperatura del motor y al cilindro que no está funcionando, sin embargo este problema desaparece cuando alcanza la temperatura normal de funcionamiento debido a que el combustible que pasa por el cilindro que no está funcionando se evapora más rápidamente y el combustible no sale en forma de neblina si no totalmente evaporizado de tal manera que los valores obtenidos a través de la prueba de emisiones son bastante cercanos a los de funcionamiento normal. Los valores obtenidos de esta prueba se muestran en la tabla 49.

Tabla 49

Comparación de valores a condición normal vs. Falla combinada de la bobina de encendido + DTC bajo en sensor ECT a velocidad ralentí

Descripción	Unidad	Valor en caliente		Diferen.	Valor en frío		Diferen.
		Normal	BOB. +ECT		Normal	BOB.+ ECT	
HC	ppm	116	105	11	61	1362	1301
CO	%	0.42	0.47	0.05	0.03	0.36	0.33

CONTINÚA →

CO2	%	13.63	13.57	0.06	14.22	12.71	1.51
O2	%	0.88	0.88	0	0.28	2.21	1.93
Velocidad	rpm	665	737	72	1051	747	304
Ancho de pulso	ms	2.289	2.366	0.077	3.053	2.421	0.632
Adelanto al encendido	°	7.5	7.5	0	12	8.5	3.5

La comparación de los datos se muestra en los siguientes gráficos de barras.

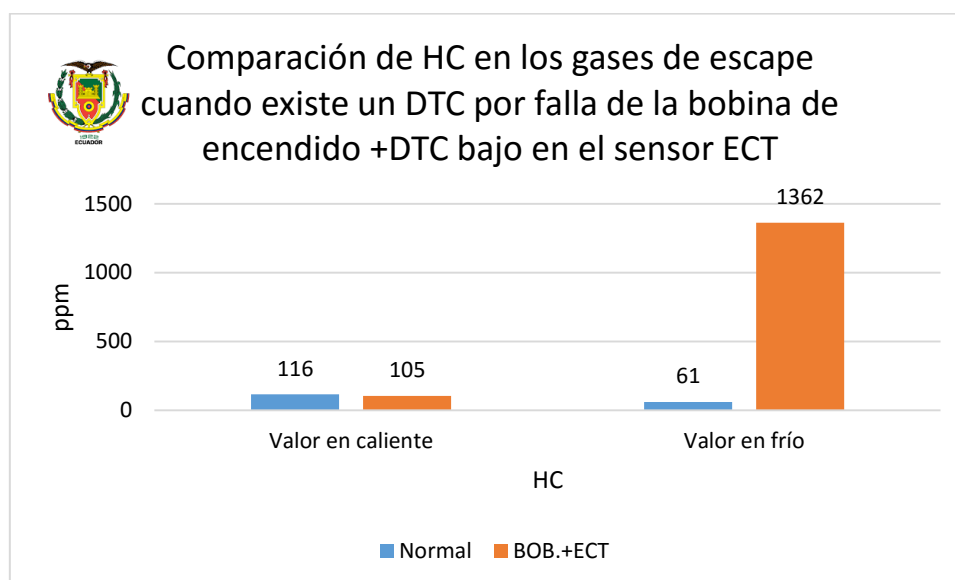


Figura 270 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC por falla de la bobina de encendido +DTC bajo en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad ralenti

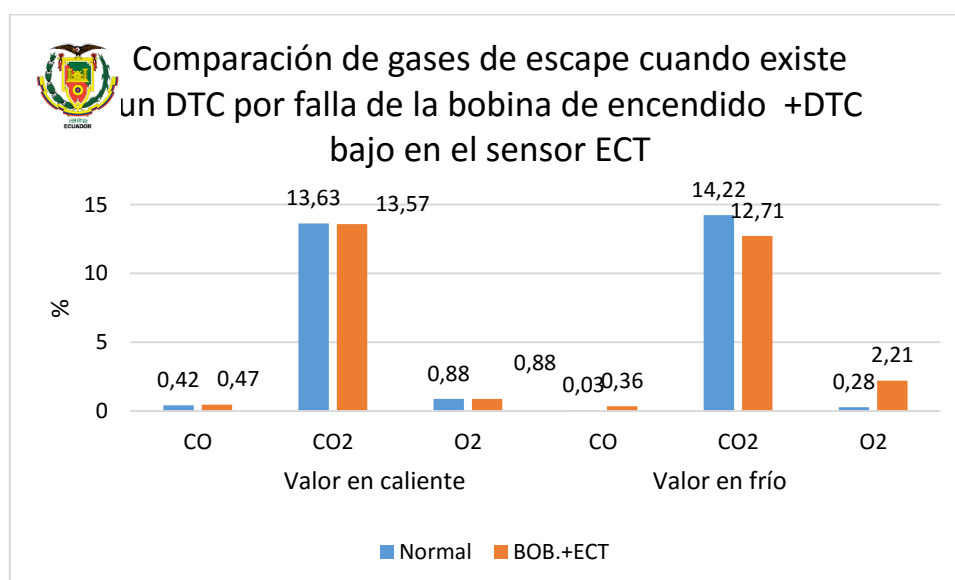


Figura 271 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC por falla de la bobina de encendido +DTC bajo en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad ralenti

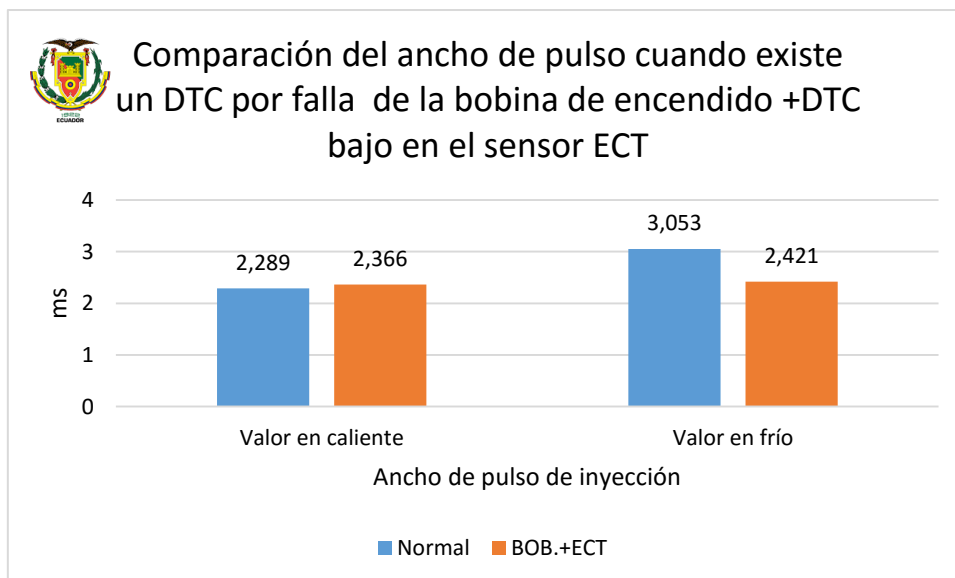


Figura 272 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC por falla de la bobina de encendido +DTC bajo en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad ralenti

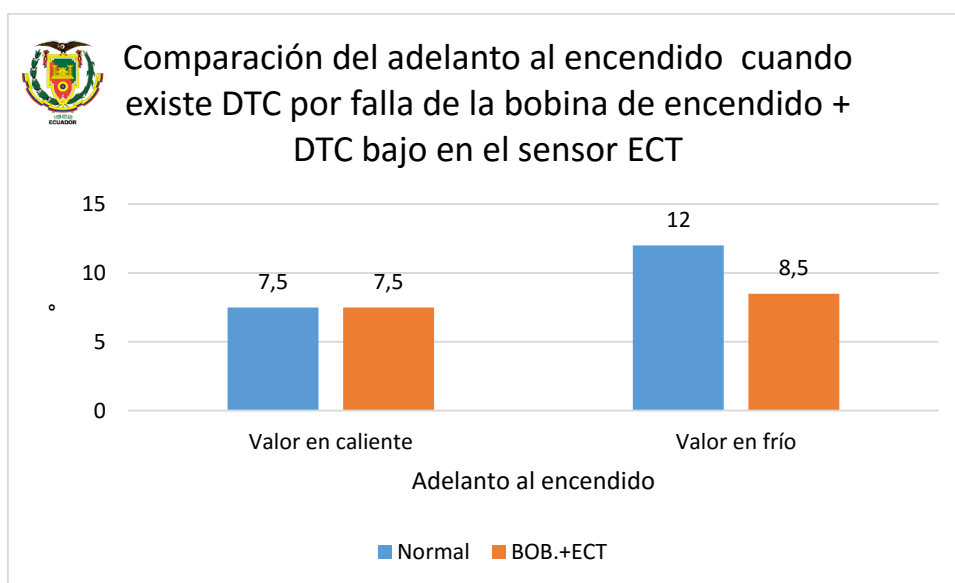


Figura 273 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC por falla de la bobina de encendido + DTC bajo en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad ralenti

4.4.7. Falla combinada entre la Válvula VVT + DTC Alto (HIGH) en el sensor MAF

En la figura 274 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba

P0010	Camshaft Position 'A' - Actuator Circuit(Bank 1)
P0103	Mass Air Flow Circuit High

Figura 274 Lectura de código de falla combinado entre la válvula VVT y DTC alto en el sensor MAF a velocidad ralentí

El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en caliente se muestra en la figura 275.

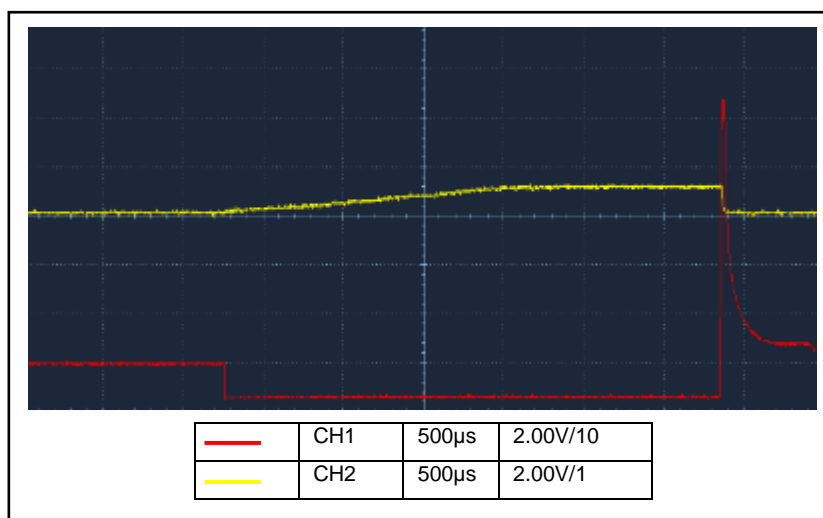


Figura 275 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC por falla de la válvula VVT y DTC alto en el sensor MAF en velocidad ralentí en caliente

El ancho de pulso del inyector es de 3.092ms, con el motor a 505 rpm y 88°C. El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en frío se muestra en la figura 276.

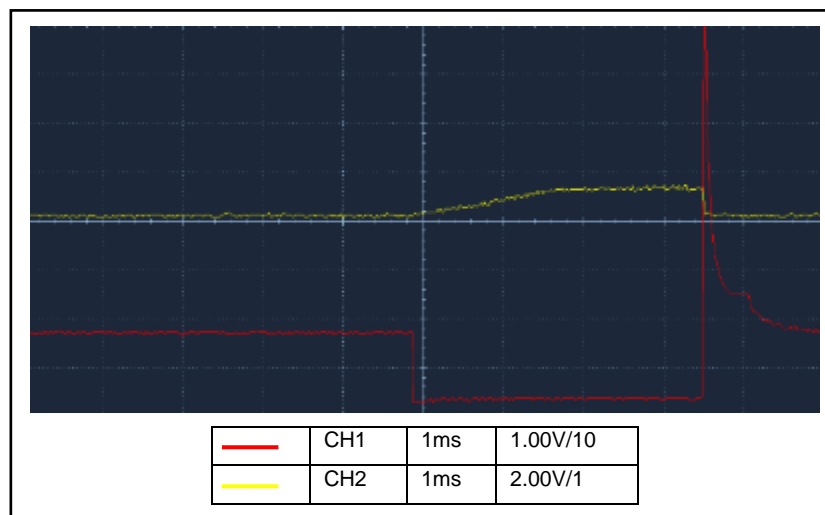


Figura 276 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC por falla de la válvula VVT y DTC alto en el sensor MAF en velocidad ralentí en frío

El ancho de pulso del inyector es de 6.382ms, con el motor a 1200 rpm y 48°C. La diferencia de tiempo del ancho de pulso es 3.29ms, por lo que el valor del ancho de pulso cuando el motor está frío aumenta en 106.40% con respecto al valor cuando está caliente.

En esta prueba también se evidencia un alto nivel de hidrocarburos presentes en los gases de escape debido principalmente a que la ECU entiende que existe un flujo de aire excesivo por lo cual da un tiempo mayor de inyección tanto en frío como en caliente además existe un retraso al encendido cuando el motor está trabajando a temperatura normal. El aumento en el monóxido se debe a la saturación del catalizador por el combustible no quemado. Los valores obtenidos de esta prueba se muestran en la tabla 50.

Tabla 50

Comparación de valores a condición normal vs. Falla combinada de la válvula VVT + DTC alto en sensor MAF a velocidad ralentí

Descripción	Unidad	Valor en caliente		Diferen.	Valor en frío		Diferen.
		Normal	VVT+ MAF		Normal	VVT+ MAF	
HC	ppm	116	421	305	61	1410	1349
CO	%	0.42	8.15	7.73	0.03	8.08	8.05
CO2	%	13.63	8.86	4.77	14.22	8.112	6.108
O2	%	0.88	0.49	0.39	0.28	1.71	1.43
Velocidad	rpm	665	505	160	1051	1200	149
Ancho de pulso	ms	2.289	3.092	0.803	3.053	6.382	3.329
Adelanto al encendido	°	7.5	5	2.5	12	12	0

La comparación de los datos se muestra en los siguientes gráficos de barras.

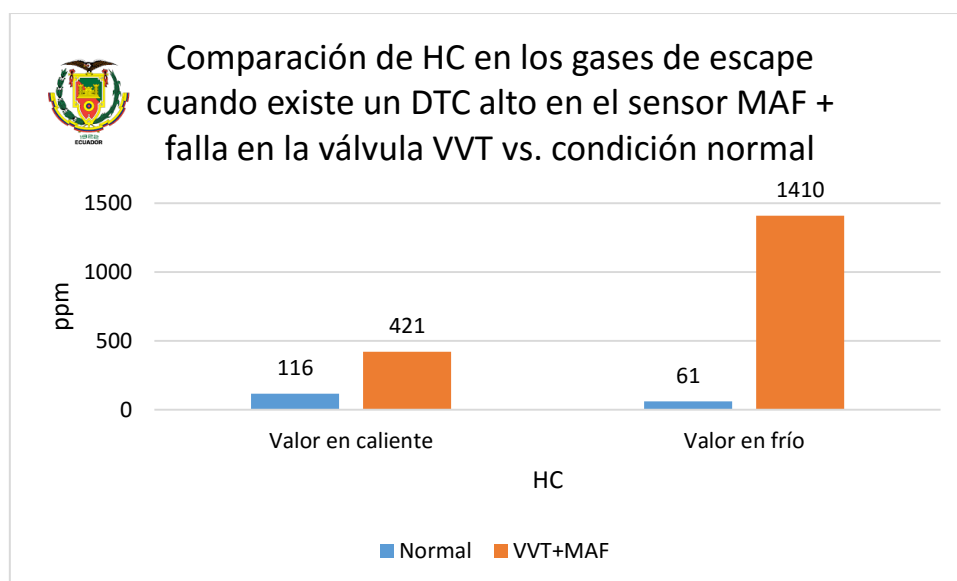


Figura 277 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor MAF + falla en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad ralenti

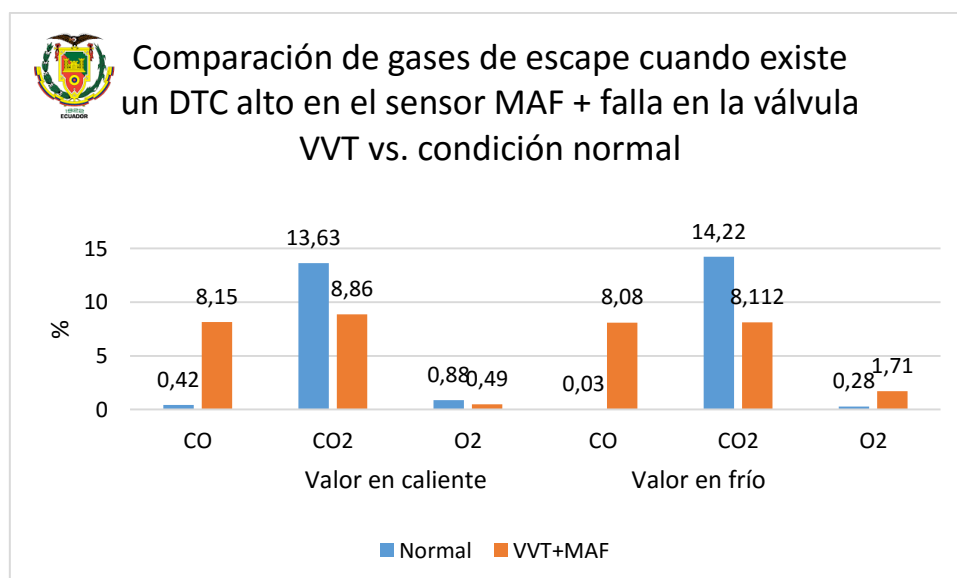


Figura 278 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor MAF + falla en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad ralenti

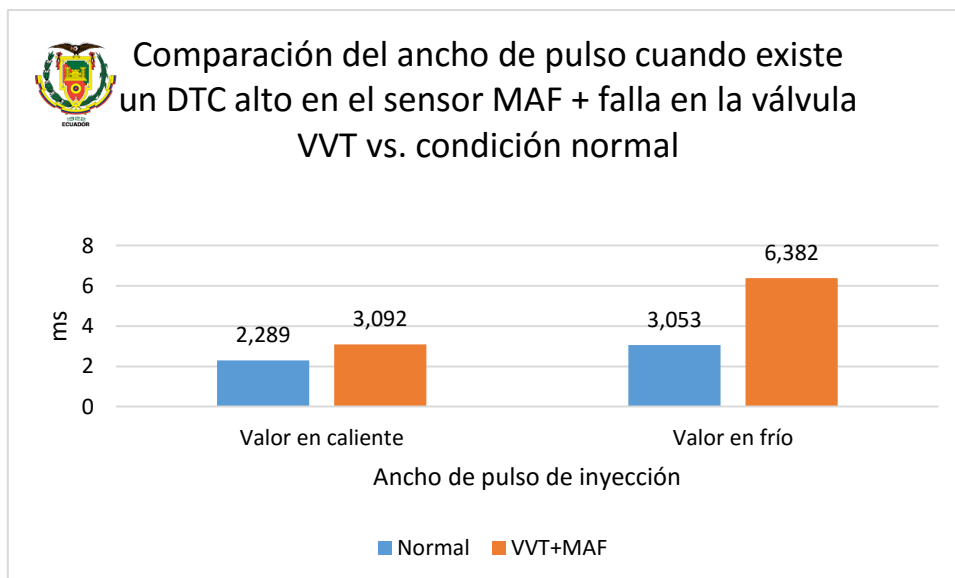


Figura 279 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC alto en el sensor MAF + falla en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad ralenti

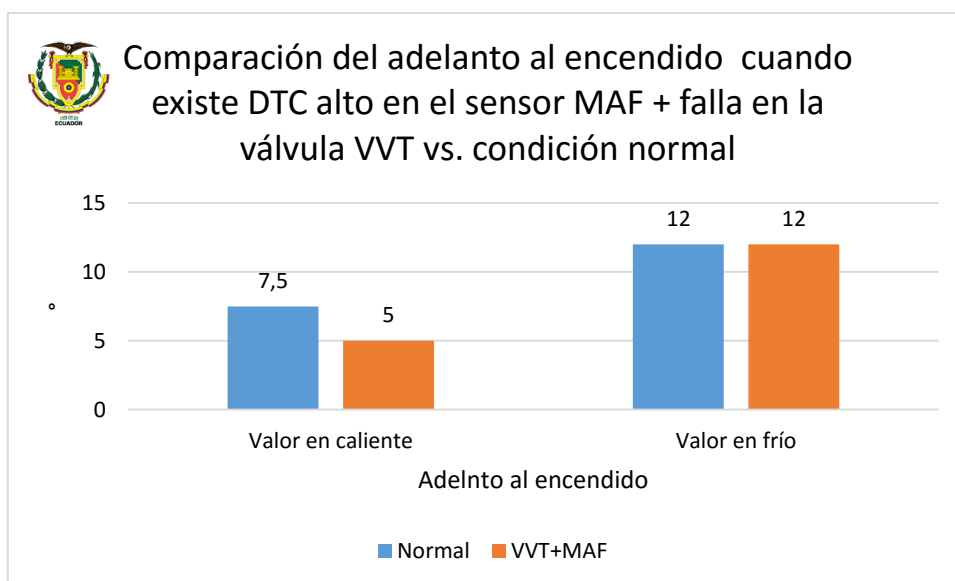


Figura 280 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC alto en el sensor MAF + falla en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad ralenti

4.4.8. Falla combinada entre la Válvula VVT + DTC Bajo (LOW) en el sensor MAF

En la figura 281 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba

P0010	Camshaft Position 'A' - Actuator Circuit(Bank 1)
P0102	Mass Air Flow Circuit Low

Figura 281 Lectura de código de falla combinado entre la válvula VVT y DTC bajo en el sensor MAF a velocidad ralentí

El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en caliente se muestra en la figura 282.

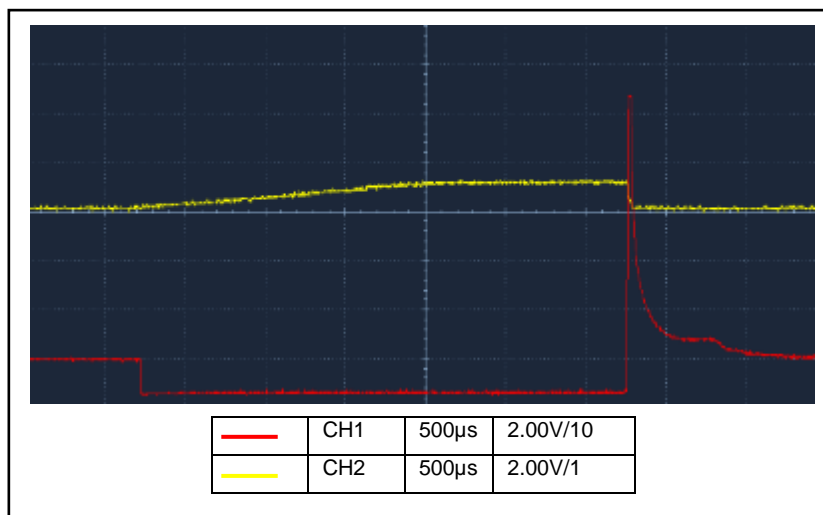


Figura 282 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC por falla de la válvula VVT y DTC bajo en el sensor MAF en velocidad ralentí en caliente

El ancho de pulso del inyector es de 3.00ms, con el motor a 654 rpm y 86°C. El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en frío se muestra en la figura 283.

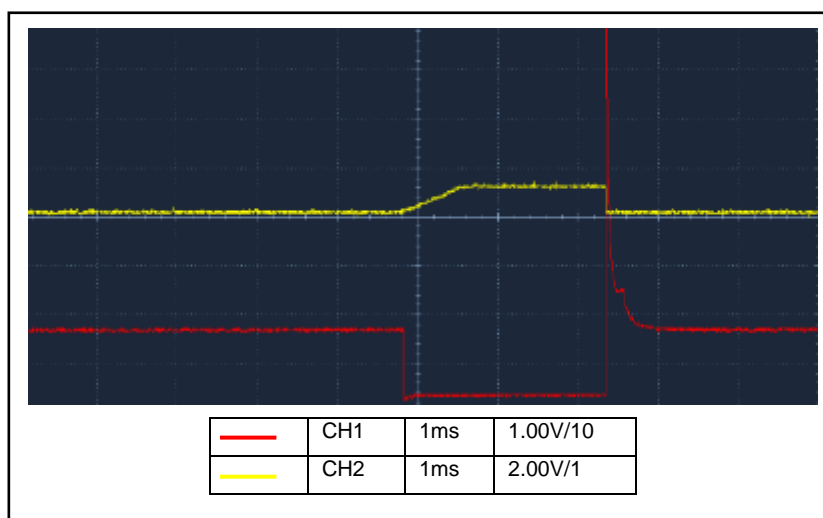


Figura 283 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC por falla de la válvula VVT y DTC bajo en el sensor MAF en velocidad ralentí en frío

El ancho de pulso del inyector es de 6.382ms, con el motor a 684 rpm y 46°C. La diferencia de tiempo del ancho de pulso es 3.382ms, por lo que el valor del ancho de pulso cuando el motor está frío aumenta en 112.73% con respecto al valor cuando está caliente.

Al momento de realizar esta prueba se obtuvo un resultado similar al de la prueba con DTC alto en el MAF, debido a que la ECU no puede determinar la cantidad de flujo másico de aire se provoca un aumento considerable en el ancho de pulso de inyección, además la ligera disminución en el adelanto al encendido también favorece al aumento de hidrocarburos. El incremento del monóxido se debe a la saturación del catalizador con gasolina que no fue combustionada y como consecuencia hay una disminución en el dióxido. Los valores obtenidos de esta prueba se muestran en la tabla 51

Tabla 51

Comparación de valores a condición normal vs. Falla combinada de la válvula VVT + DTC bajo en sensor MAF a velocidad ralentí

Descripción	Unidad	Valor en caliente		Diferen.	Valor en frío		Diferen.
		Normal	VVT+ MAF		Normal	BOB.+ ECT	
HC	ppm	116	402	286	61	1410	1349
CO	%	0.42	7.97	7.55	0.03	8.08	8.05
CO2	%	13.63	9.00	4.63	14.22	8.12	6.1
O2	%	0.88	0.50	0.38	0.28	1.71	1.43
Velocidad	rpm	665	654	11	1051	684	367
Ancho de pulso	ms	2.289	3.00	0.711	3.053	6.382	3.329
Adelanto al encendido	°	7.5	8	0.5	12	10.5	1.5

La comparación de los datos se muestra en los siguientes gráficos de barras.

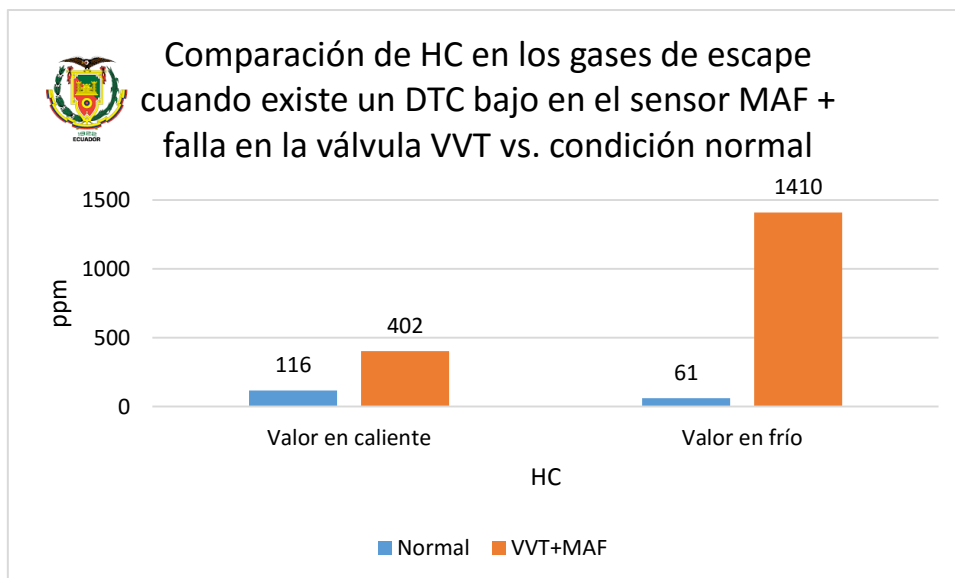


Figura 284 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor MAF + falla en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad ralenti

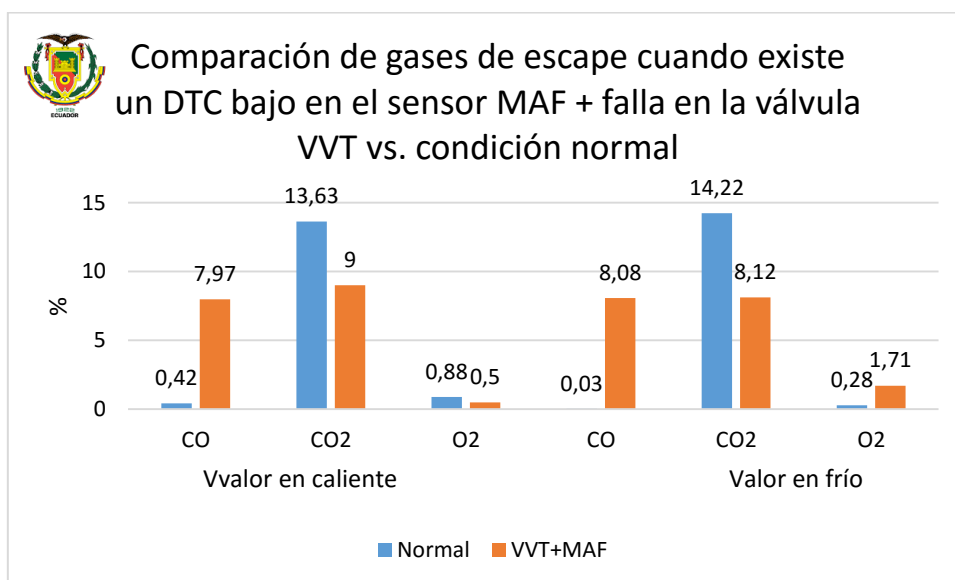


Figura 285 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor MAF + falla en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad ralenti

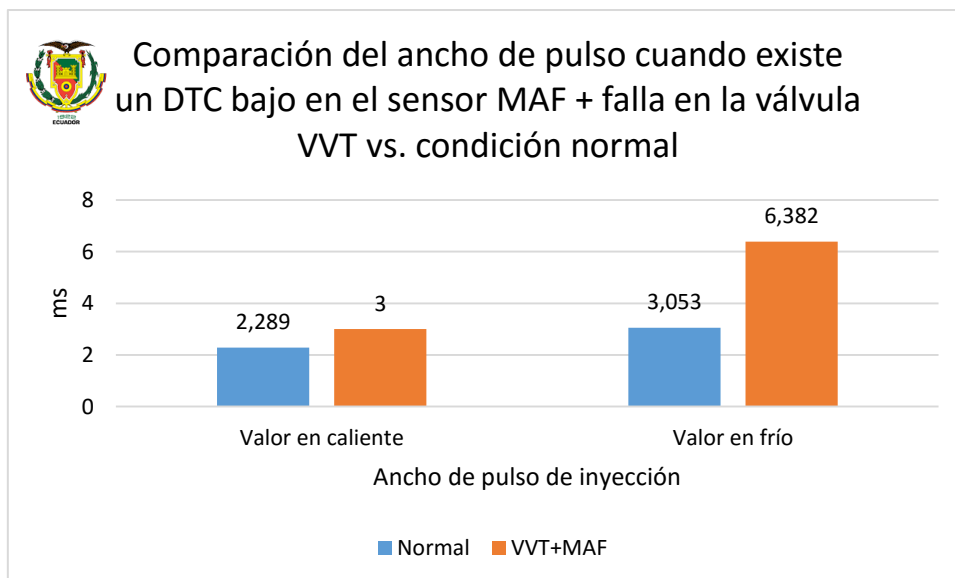


Figura 286 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC bajo en el sensor MAF + falla en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad ralentí

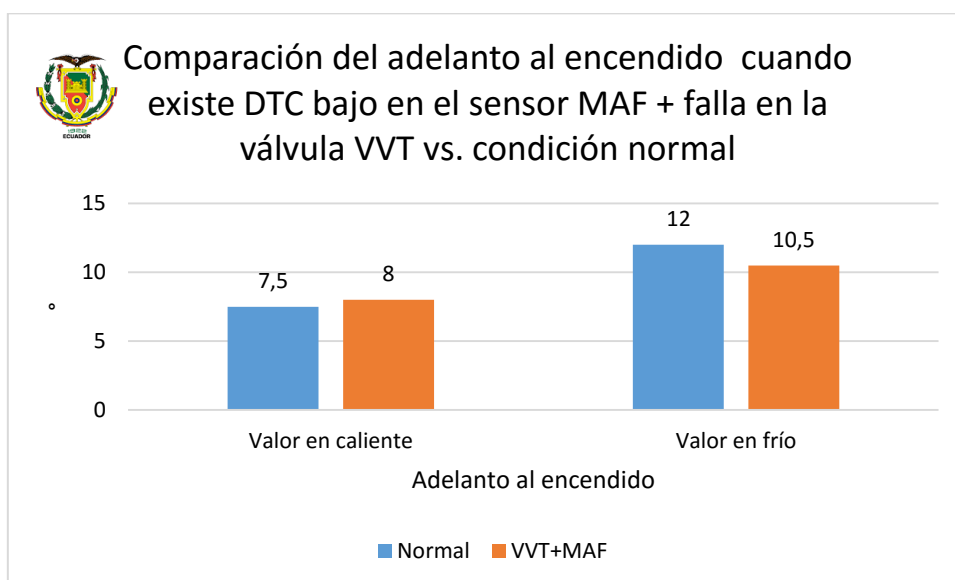


Figura 287 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC bajo en el sensor MAF + falla en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad ralentí

4.4.9. Falla combinada entre la Válvula VVT + DTC Alto (HIGH) en el sensor APP

En la figura 288 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba

P0010	Camshaft Position 'A' - Actuator Circuit(Bank 1)
P0123	Throttle/Pedal Position Sensor/Switch 'A' Circuit High Input

Figura 288 Lectura de código de falla combinado entre la válvula VVT y DTC alto en el sensor APP a velocidad ralentí

El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en caliente se muestra en la figura 289.

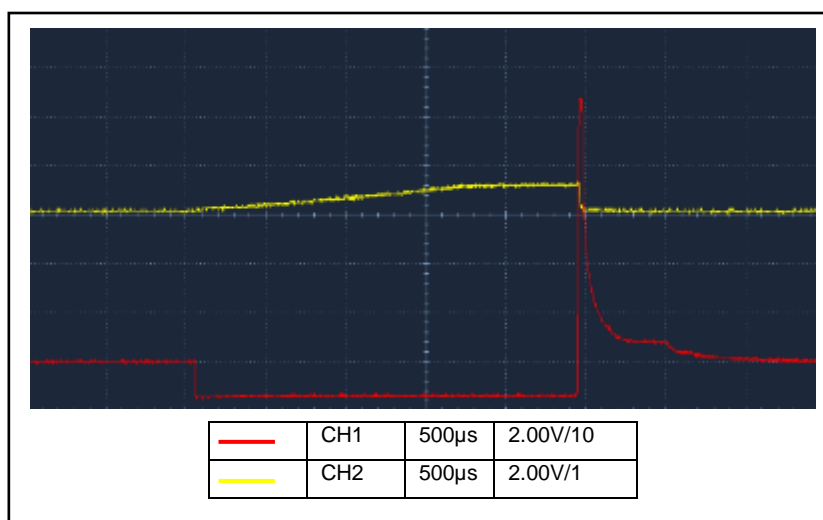


Figura 289 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC por falla de la válvula VVT y DTC alto en el sensor APP en velocidad ralentí en caliente

El ancho de pulso del inyector es de 2.395ms, con el motor a 1473 rpm y 85°C. El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en frío se muestra en la figura 290.

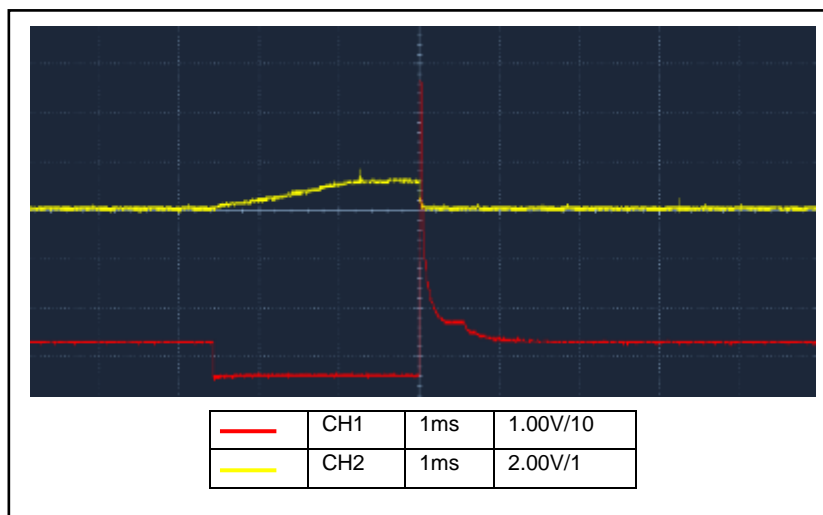


Figura 290 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC por falla de la válvula VVT y DTC alto en el sensor APP en velocidad ralentí en frío

El ancho de pulso del inyector es de 2.584ms, con el motor a 1216 rpm y 43°C. La diferencia de tiempo del ancho de pulso es 0.1890ms, por lo que el valor del ancho de pulso cuando el motor está frío aumenta en 7.89% con respecto al valor cuando está caliente.

En esta prueba no se pudo realizar la medición de gases en caliente debido a que la velocidad del motor estaba elevada y fue rechazada por no estar dentro del rango de rpm requeridas por el analizador de gases. Cuando el motor se encuentra frío se observa que hay un gran adelanto al encendido casi el doble del valor nominal esto provoca que tanto las revoluciones como los hidrocarburos presentes en los gases de escape aumenten. En monóxido y el oxígeno también aumentan como resultado de una mala combustión por un adelanto excesivo. Los valores obtenidos de esta prueba se muestran en la tabla 52.

Tabla 52

Comparación de valores a condición normal vs. Falla combinada de la válvula VVT + DTC alto en el sensor APP a velocidad ralentí

Descripción	Unidad	Valor en caliente		Diferen.	Valor en frío		Diferen.
		Normal	VVT+ APP		Normal	VVT+ APP	
HC	ppm	116	00	116	61	423	362
CO	%	0.42	00	0.42	0.03	1.41	1.38
CO ₂	%	13.63	00	13.63	14.22	10.06	4.16

O2	%	0.88	00	0.88	0.28	5.88	5.60
Velocidad	rpm	665	1473	808	1051	1216	165
Ancho de pulso	ms	2.289	2.395	0.1060	3.053	2.584	0.4690
Adelanto al encendido	°	7.5	22.5	15	12	23.5	11.5

La comparación de los datos se muestra en los siguientes gráficos de barras

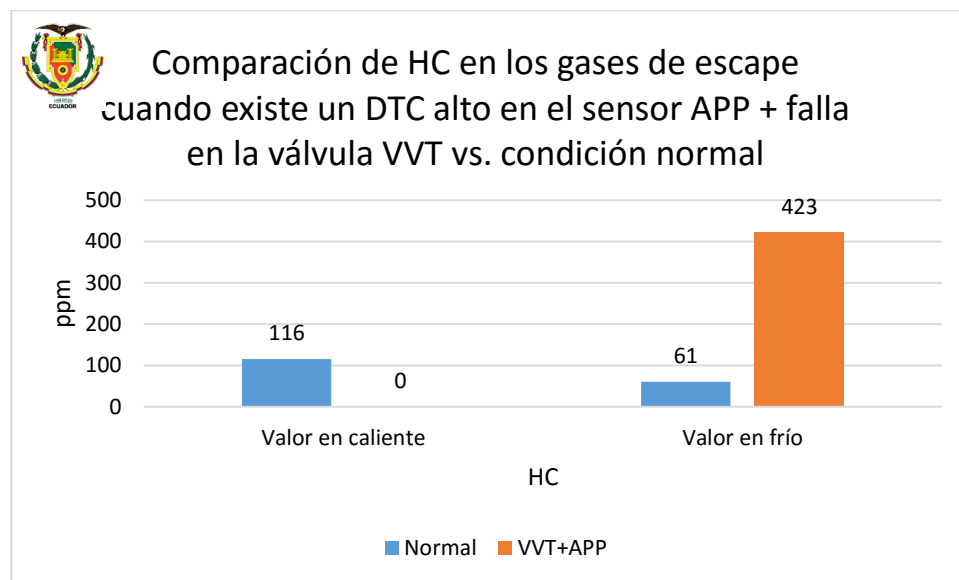


Figura 291 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor APP + falla en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad ralentí

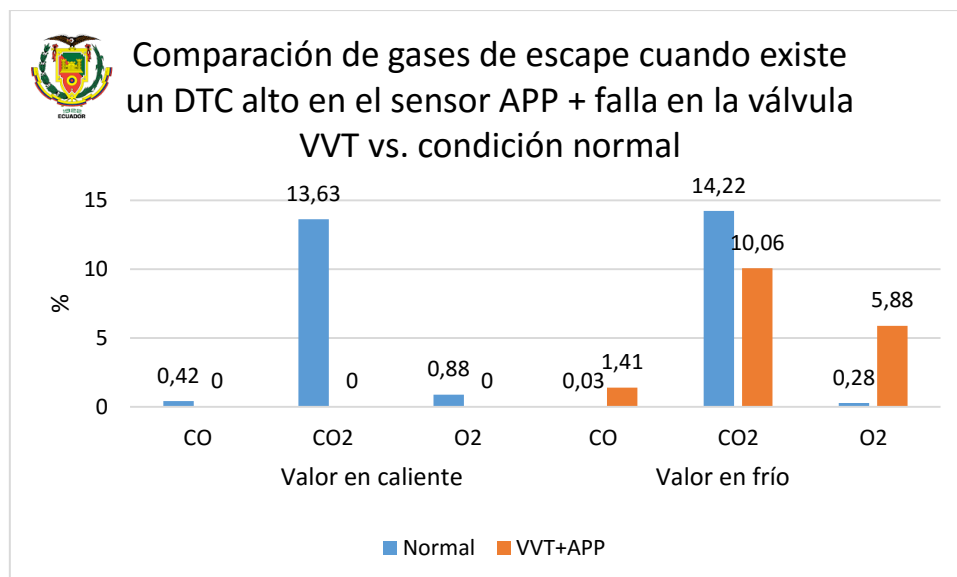


Figura 292 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor APP + falla en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad ralentí

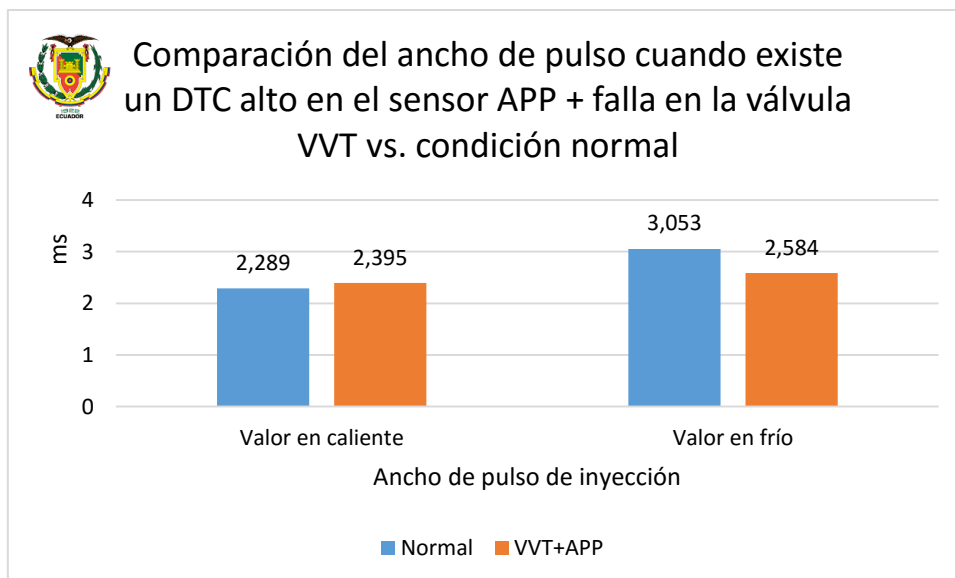


Figura 293 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC alto en el sensor APP + falla en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad ralenti

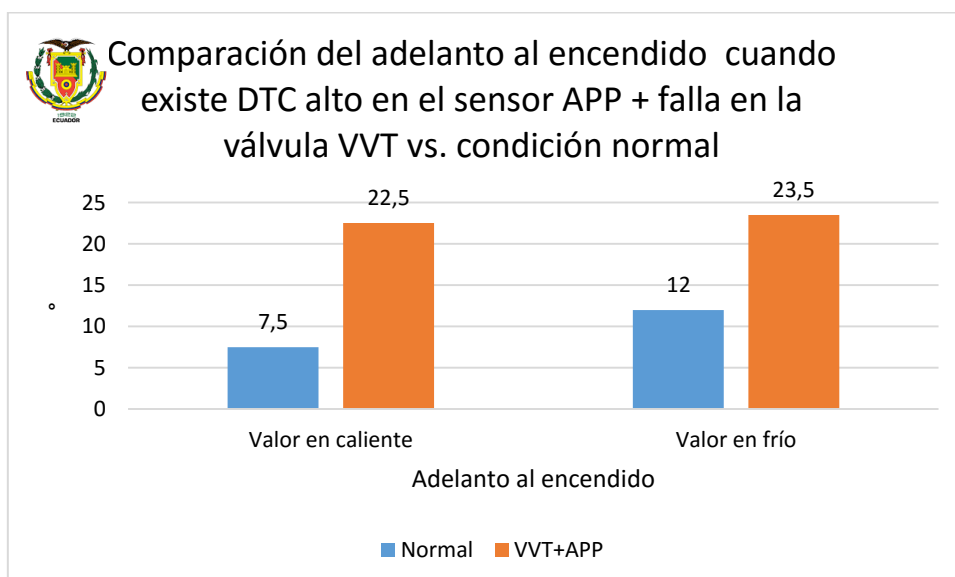


Figura 294 Comparación del adelanto al encendido cuando existe DTC alto en el sensor APP + falla en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad ralenti

4.4.10. Falta combinada entre la Válvula VVT + DTC Bajo (LOW) en el sensor APP

En la figura 295 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba

P0122 Throttle/Pedal Position Sensor/Switch 'A' Circuit Low Input

P0010 Camshaft Position 'A' - Actuator Circuit(Bank 1)

Figura 295 Lectura de código de falla combinado entre la válvula VVT y DTC bajo en el sensor APP a velocidad ralentí

El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en caliente se muestra en la figura 296.

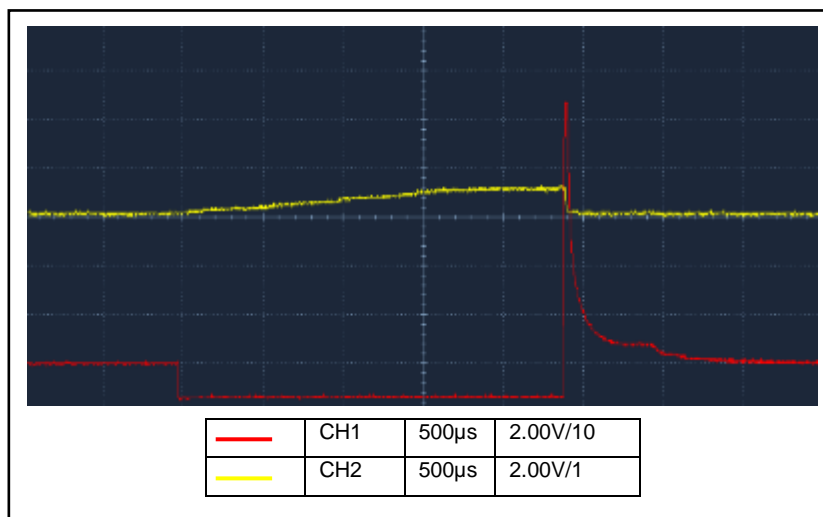


Figura 296 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC por falla de la válvula VVT y DTC bajo en el sensor APP en velocidad ralentí en caliente

El ancho de pulso del inyector es de 2.395ms, con el motor a 1441 rpm y 81°C. El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en frío se muestra en la figura 297.

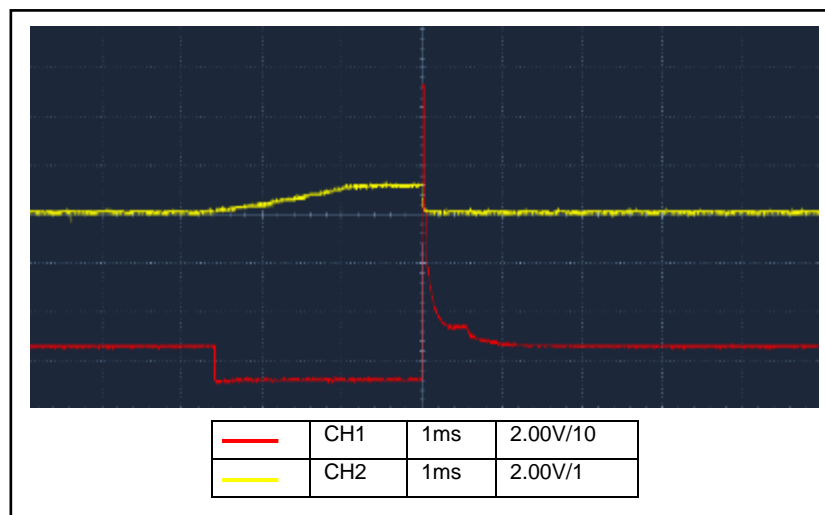


Figura 297 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC por falla de la válvula VVT y DTC bajo en el sensor APP en velocidad ralentí en frío

El ancho de pulso del inyector es de 2.605ms, con el motor a 1413 rpm y 44°C. La diferencia de tiempo del ancho de pulso es 0.2100ms, por lo que el valor del ancho de pulso cuando el motor está frío aumenta en 8.76% con respecto al valor cuando está caliente. Con respecto a las pruebas realizadas al motor funcionando a condiciones normales, la tendencia del aumento de ancho de pulso y del adelanto cuando el motor está frío se mantiene.

Los resultados de emisiones de gases de escape no se puede realizar debido a que existe una excesiva dilución

4.5.Pruebas con fallas en sensores combinados en el motor a velocidad crucero

4.5.1.Inyector + bobina de encendido del mismo cilindro

En la figura 298 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba

P0352 Ignition Coil 'B' Primary/Secondary Circuit

Figura 298 Lectura de código DTC cuando falla el inyector y la bobina del mismo cilindro del motor velocidad crucero

Los resultados de emisiones de gases de escape no se puede realizar debido a que existe una excesiva dilución

4.5.2. Inyector + bobina de encendido de diferente cilindro

En la figura 299 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba

P0352 Ignition Coil 'B' Primary/Secondary Circuit

Figura 299 Lectura de código DTC cuando falla el inyector y la bobina del mismo cilindro del motor a velocidad crucero

Los resultados de emisiones de gases de escape no se puede realizar debido a que existe una excesiva dilución

4.5.3. Falla combinada entre inyector + Válvula VVT

En la figura 300 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba

P0010 Camshaft Position 'A' - Actuator Circuit(Bank 1)

Figura 300 Lectura de código DTC cuando falla el inyector y la válvula VVT del motor a velocidad crucero

Los resultados de emisiones de gases de escape no se puede realizar debido a que existe una excesiva dilución

4.5.4. Falla combinada entre bobina de encendido + Válvula VVT

En la figura 301 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba.

P0010	Camshaft Position 'A' - Actuator Circuit(Bank 1)
P0354	Ignition Coil 'D' Primary/Secondary Circuit

Figura 301 Lectura de código DTC cuando falla la bobina de encendido y la válvula VVT del motor velocidad crucero

Los resultados de emisiones de gases de escape no se puede realizar debido a que existe una excesiva dilución

4.5.5. Falla combinada entre la Válvula VVT + DTC Alto (HIGH) en el sensor ECT

En la figura 302 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba

P0103	Mass Air Flow Circuit High
P0010	Camshaft Position 'A' - Actuator Circuit(Bank 1)

Figura 302 Lectura de código de falla combinado entre la válvula VVT y DTC alto en el sensor ECT velocidad crucero

El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en caliente se muestra en la figura 303.

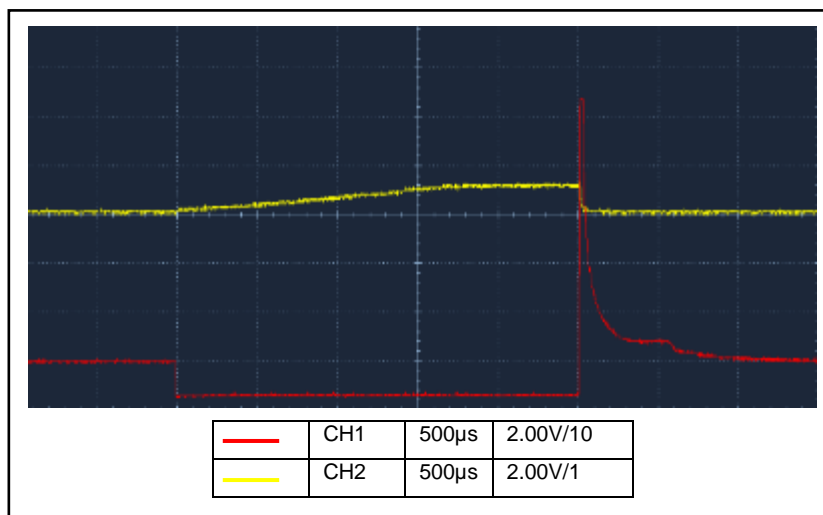


Figura 303 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC por falla de la válvula VVT y DTC alto en el sensor ECT en velocidad crucero en caliente

El ancho de pulso del inyector es de 2.500ms, con el motor a 2285 rpm y -40°C. El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en frío se muestra en la figura 304.

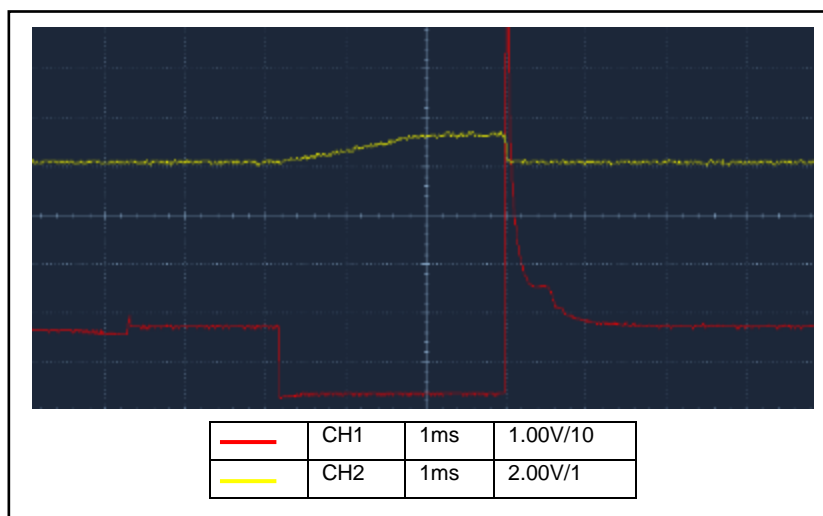


Figura 304 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC por falla de la válvula VVT y DTC alto en el sensor ECT en velocidad crucero en frío

El ancho de pulso del inyector es de 2.795ms, con el motor a 2249 rpm y -40°C. La diferencia de tiempo del ancho de pulso es 0.295ms, por lo que el valor del ancho de pulso cuando el motor está frío aumenta en 11.80% con respecto al valor cuando está caliente.

En esta prueba existe un alto contenido de hidrocarburos en los gases de escape cuando el motor está frío sin embargo este problema se corrige cuando el motor alcanza la temperatura normal de funcionamiento, en ambos casos disminuye el adelanto al encendido. Cuando el motor se encuentra a temperatura de funcionamiento el nivel de hidrocarburos disminuye con respecto al valor nominal como producto del oxígeno adicional en el motor por la falla en la válvula VVT. Los valores obtenidos de esta prueba se muestran en la tabla 53.

Tabla 53

Comparación de valores a condición normal vs. Falla combinada de la válvula VVT + DTC alto en sensor ECT a velocidad cruceo

Descripción	Unidad	Valor en caliente		Diferen.	Valor en frío		Diferen.
		Normal	VVT.+ ECT		Normal	VVT.+ ECT	
HC	ppm	100	70	30	40	1509	1019
CO	%	0.63	0.55	0.08	0.06	0.52	0.46
CO ₂	%	13.66	13.69	0.03	14.22	12.58	0.36
O ₂	%	0.57	0.54	0.03	0.13	2.24	2.11
Velocidad	rpm	2686	2285	401	2335	2249	86
Ancho de pulso	ms	2.368	2.500	0.132	3.132	2.795	0.337
Adelanto al encendido	°	36	29.5	6.5	35	32	0

La comparación de los datos se muestra en los siguientes gráficos de barras.

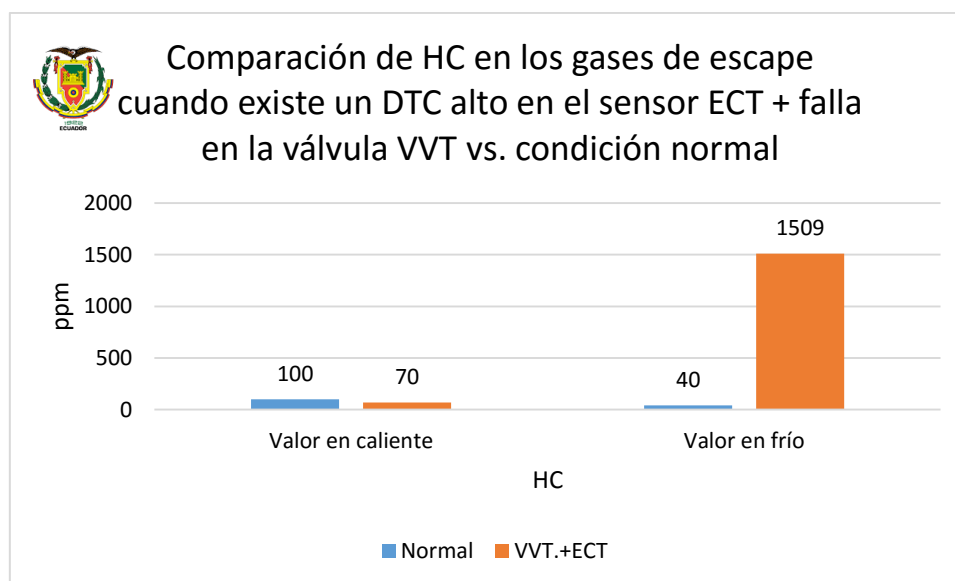


Figura 305 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor ECT + falla en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad cruceo

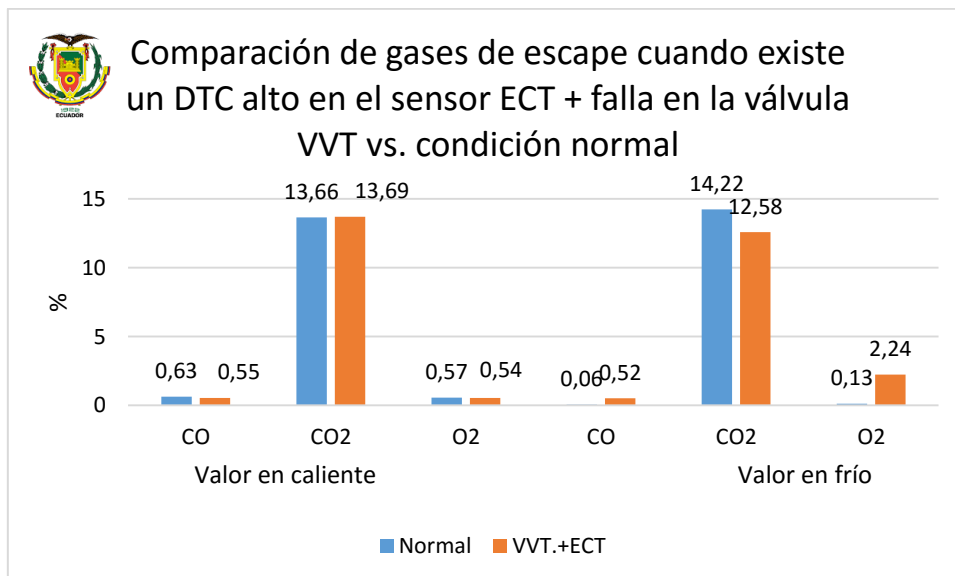


Figura 306 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor ECT + falla en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad crucero

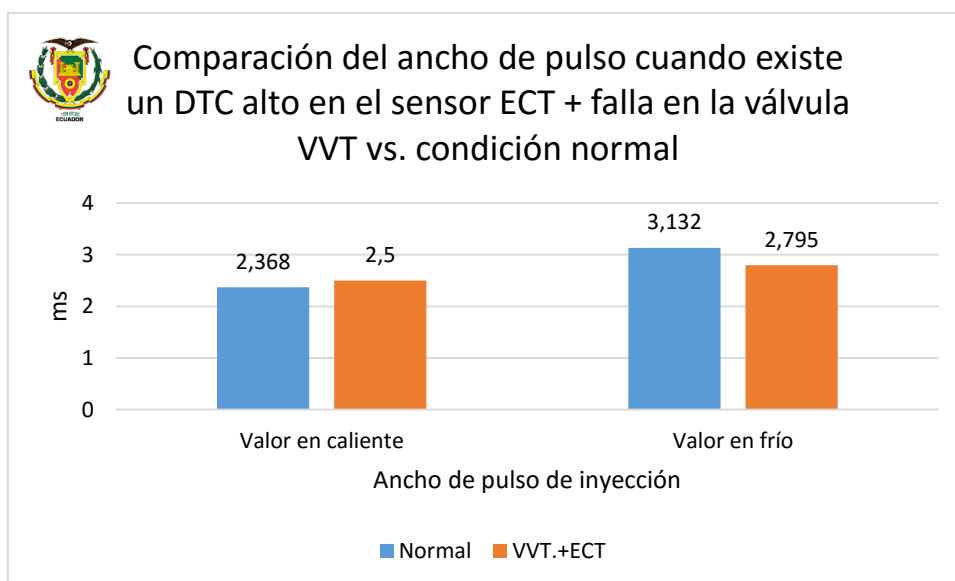


Figura 307 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC alto en el sensor ECT + falla en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad crucero

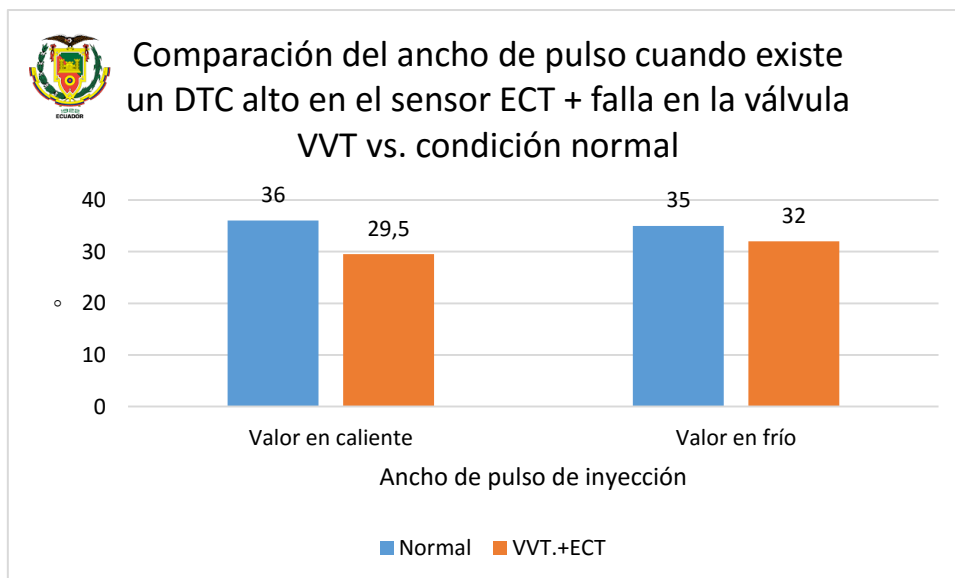


Figura 308 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC alto en el sensor ECT + falla en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad crucero

4.5.6. Falla combinada entre la Válvula VVT + DTC Bajo (LOW) en el sensor ECT

En la figura 309 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba

P0010	Camshaft Position 'A' - Actuator Circuit(Bank 1)
P0117	Engine Coolant Temperature Circuit Low Input

Figura 309 Lectura de código de falla combinado entre la válvula VVT y DTC bajo en el sensor ECT

El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en caliente se muestra en la figura 310.

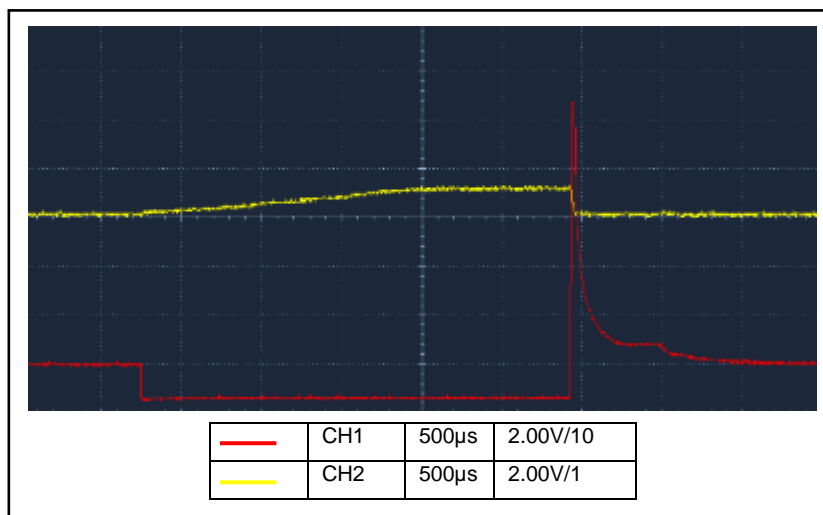


Figura 310 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC por falla de la válvula VVT y DTC bajo en el sensor ECT en velocidad crucero en caliente

El ancho de pulso del inyector es de 2.658ms, con el motor a 2227 rpm y 140°C. El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en frío se muestra en la figura 311.

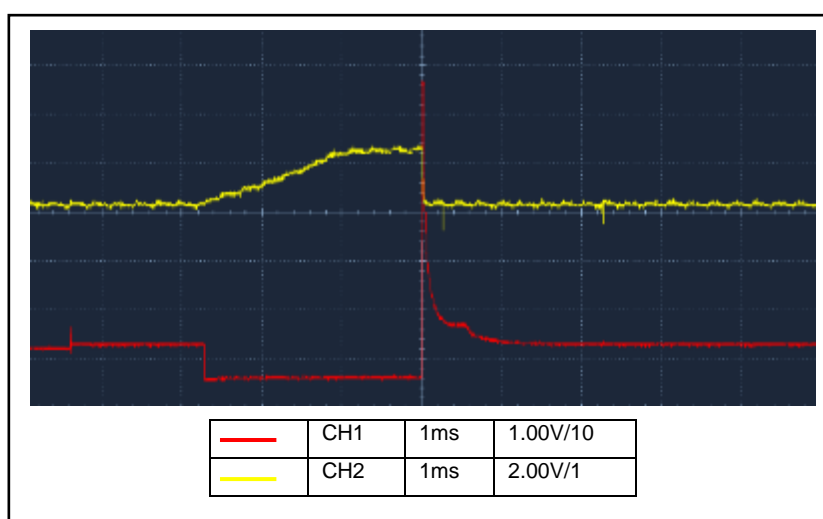


Figura 311 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC por falla de la válvula VVT y DTC bajo en el sensor ECT en velocidad crucero en frío

El ancho de pulso del inyector es de 2.737ms, con el motor a 2196 rpm y -40°C. La diferencia de tiempo del ancho de pulso es 0.079ms, por lo que el valor del ancho de pulso cuando el motor está frío aumenta en 7.90% con respecto al valor cuando está caliente.

El comportamiento del motor al momento de realizar esta prueba es el mismo que ocurrió cuando se presenta el DTC alto en este mismo sensor, la diferencia más significativa se encuentra en el nivel de hidrocarburos que son menores tanto en frío como en caliente. Los valores obtenidos de esta prueba se muestran en la tabla 54.

Tabla 54

Comparación de valores a condición normal vs. Falla combinada de la válvula VVT + DTC bajo en sensor ECT a velocidad cruceo

Descripción	Unidad	Valor en caliente		Diferen.	Valor en frío		Diferen.
		Normal	VVT.+ ECT		Normal	VVT.+ ECT	
HC	ppm	100	65	35	40	1138	1098
CO	%	0.63	0.51	0.12	0.06	0.63	0.57
CO2	%	13.66	13.75	0.09	14.22	12.62	1.60
O2	%	0.57	0.50	0.07	0.13	2.11	1.98
Velocidad	rpm	2686	2227	459	2335	2196	139
Ancho de pulso	ms	2.368	2.658	0.29	3.132	2.737	0.395
Adelanto al encendido	°	36	29.5	6.5	35	30.5	4.5

La comparación de los datos se muestra en los siguientes gráficos de barras.

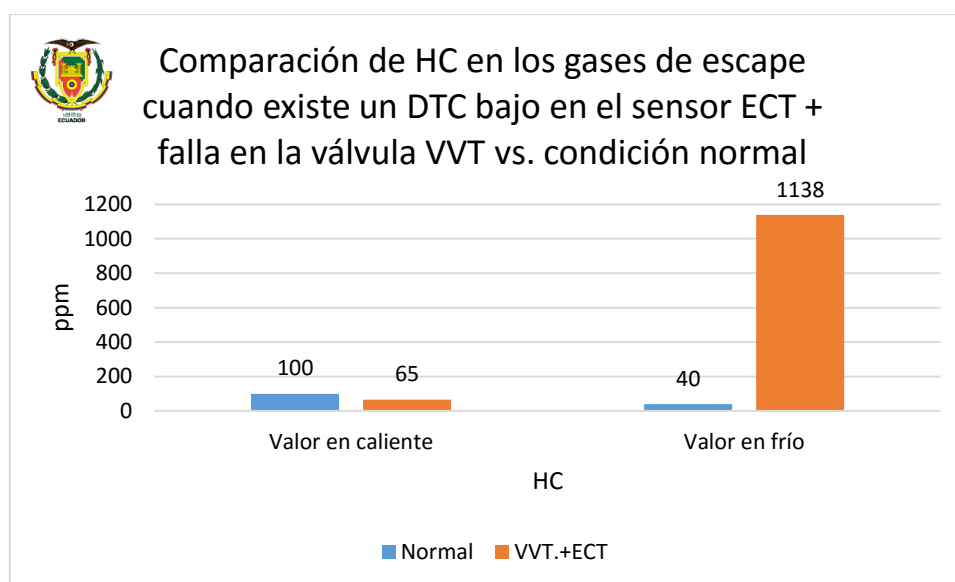


Figura 312 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor ECT + falla en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad cruceo

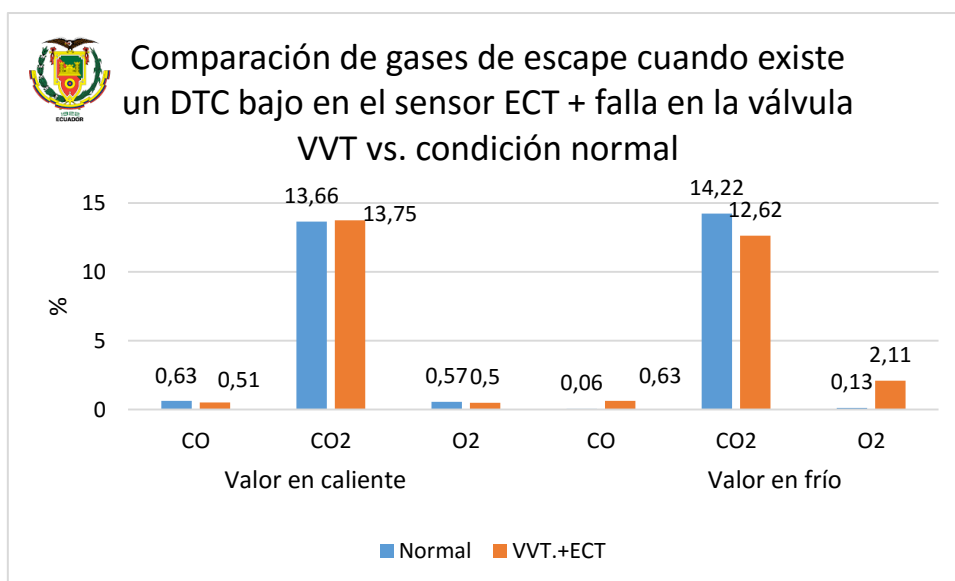


Figura 313 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor ECT + falla en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad crucero

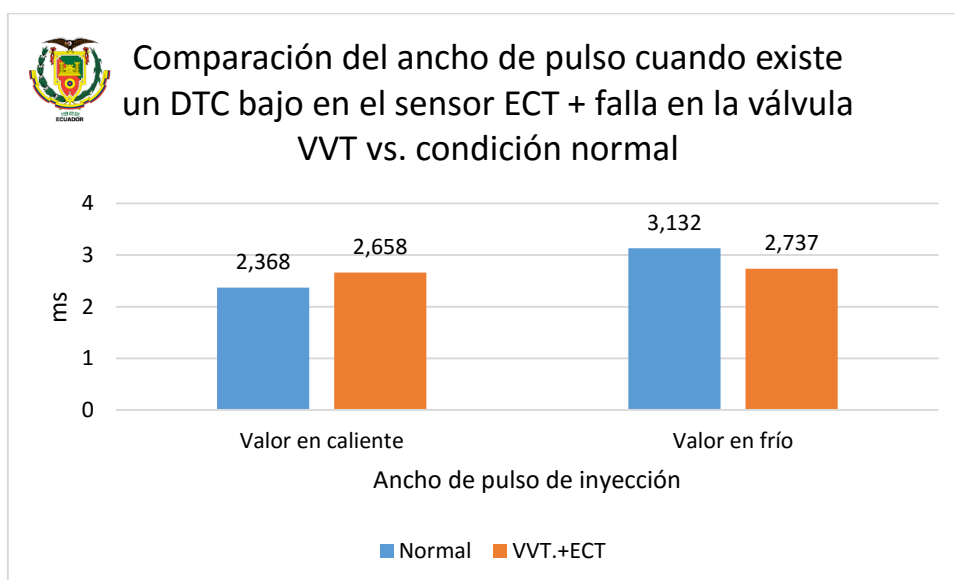


Figura 314 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC bajo en el sensor ECT + falla en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad crucero

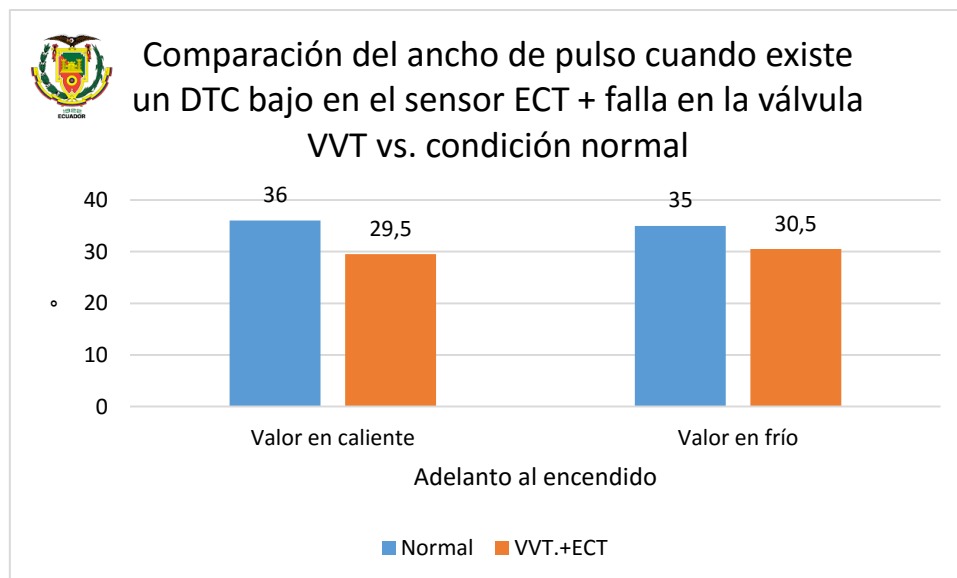


Figura 315 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC bajo en el sensor ECT + falla en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad crucero

4.5.7. Falla combinada entre la Válvula VVT + DTC Alto (HIGH) en el sensor MAF

En la figura 316 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba

P0010	Camshaft Position 'A' - Actuator Circuit(Bank 1)
P0103	Mass Air Flow Circuit High

Figura 316 Lectura de código de falla combinado entre la válvula VVT y DTC alto en el sensor MAF

El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en caliente se muestra en la figura 317.

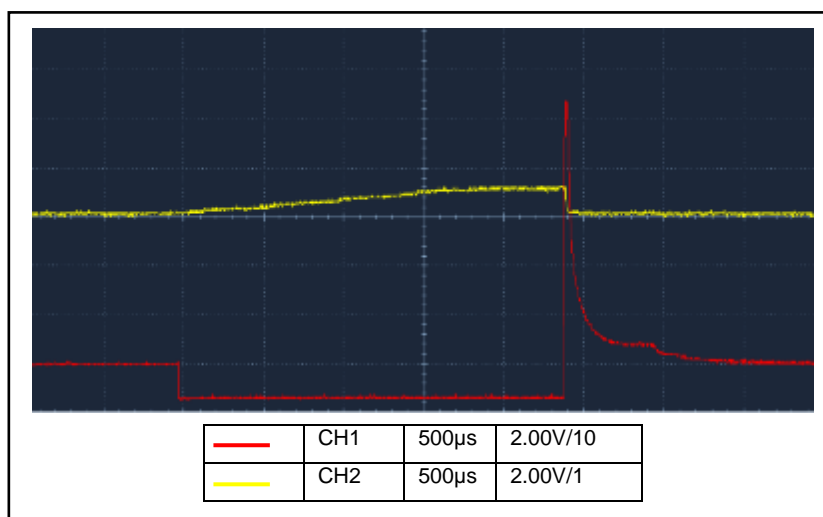


Figura 317 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC por falla de la válvula VVT y DTC alto en el sensor MAF en velocidad crucero en caliente

El ancho de pulso del inyector es de 2.408ms, con el motor a 2127 rpm y 87°C. El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en frío se muestra en la figura 318.

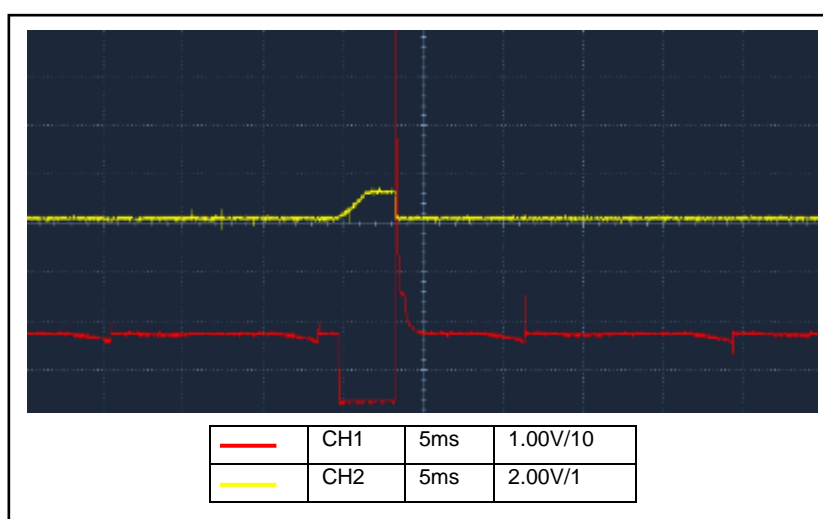


Figura 318 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC por falla de la válvula VVT y DTC alto en el sensor MAF en velocidad crucero en frío

El ancho de pulso del inyector es de 3.421ms, con el motor a 2194rpm y 33.5°C. La diferencia de tiempo del ancho de pulso es 0.295ms, por lo que el valor del ancho de pulso cuando el motor está frío aumenta en 11.80% con respecto al valor cuando está caliente.

Cuando ocurre esta falla tanto el nivel de hidrocarburos como el de monóxido aumenta considerablemente en frío y caliente debido al aumento del ancho de pulso y la disminución del adelanto provocado por la ECU por que detecta un exceso de flujo másico de aire. El nivel de oxígeno se comporta de manera diferente en las dos condiciones del motor pues aumenta cuando el motor esta frío, por el aumento del tiempo de traslape (tiempo del cruce entre válvulas), y disminuye cuando el motor está caliente dando como resultado el aumento del monóxido. Los valores obtenidos de esta prueba se muestran en la tabla 55.

Tabla 55

Comparación de valores a condición normal vs. Falla combinada de la válvula VVT + DTC alto en el sensor MAF a velocidad crucero

Descripción	Unidad	Valor en caliente		Diferen.	Valor en frío		Diferen.
		Normal	VVT.+ MAF		Normal	VVT.+ MAF	
HC	ppm	100	264	164	40	1384	1344
CO	%	0.63	8.06	7.43	0.06	7.74	7.68
CO2	%	13.66	9.12	4.54	14.22	8.45	5.77
O2	%	0.57	0.24	0.33	0.13	1.47	1.34
Velocidad	rpm	2686	2127	559	2335	2194	141
Ancho de pulso	ms	2.368	2.408	0.04	3.132	3.421	0.289
Adelanto al encendido	°	36	32	4	35	33.5	1.5

La comparación de los datos se muestra en los siguientes gráficos de barras.

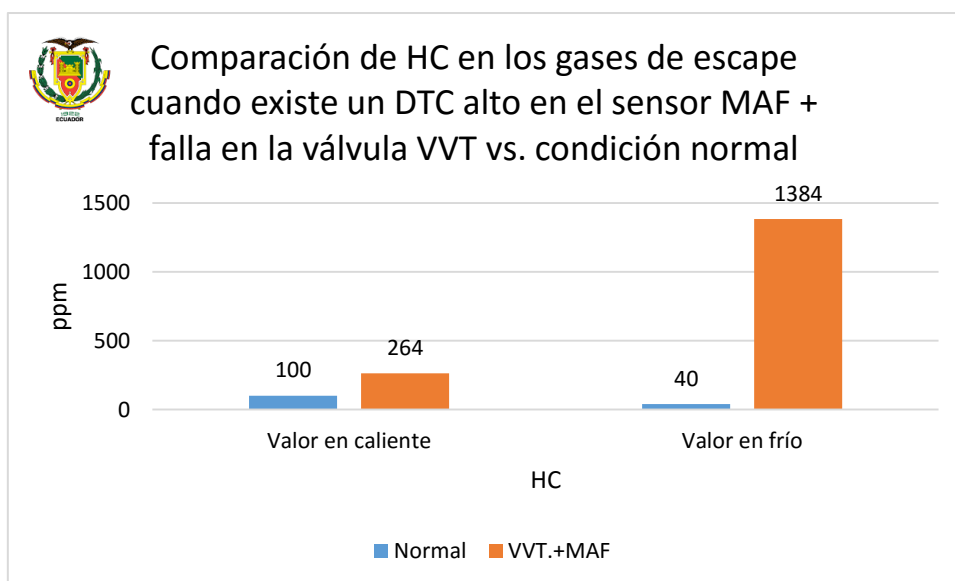


Figura 319 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor MAF + falla en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad crucero

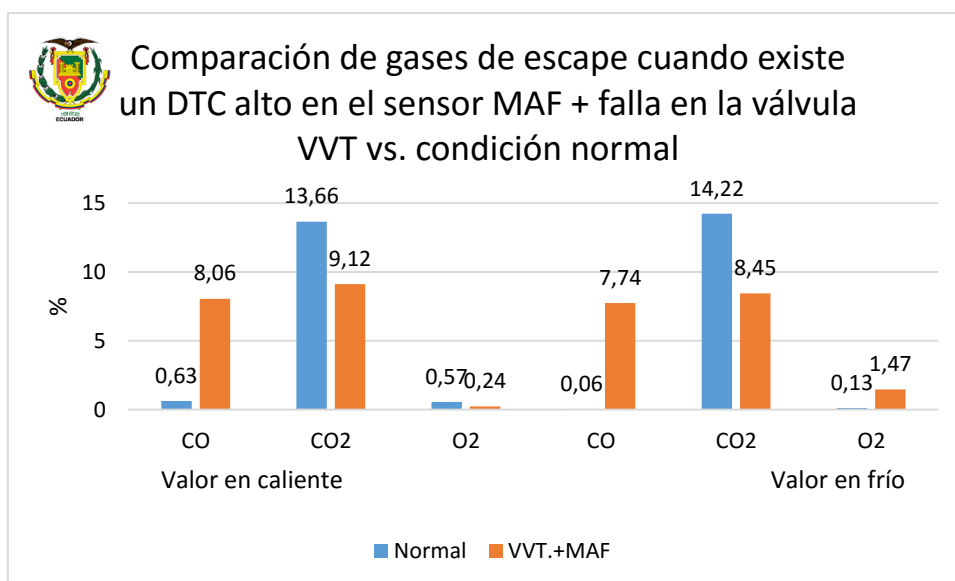


Figura 320 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor MAF + falla en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad crucero

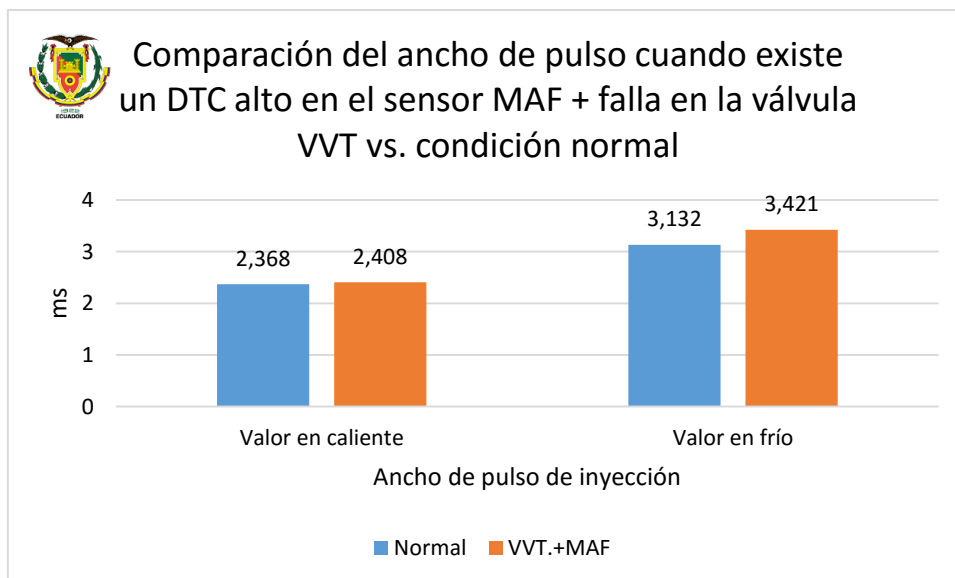


Figura 321 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC alto en el sensor MAF + falla en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad crucero

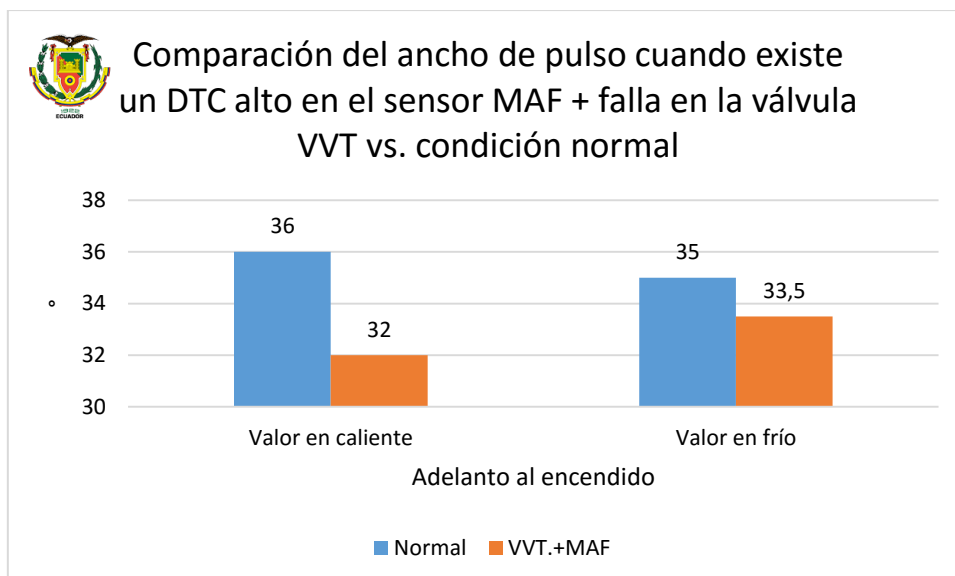


Figura 322 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC alto en el sensor MAF + falla en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad crucero

4.5.8. Falla combinada entre la Válvula VVT + DTC Bajo (HIGH) en el sensor MAF

En la figura 323 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba

P0010 Camshaft Position 'A' - Actuator Circuit(Bank 1)

P0102 Mass Air Flow Circuit Low

Figura 323 Lectura de código de falla combinado entre la válvula VVT y DTC bajo en el sensor MAF a velocidad cruceo

El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en caliente se muestra en la figura 324.

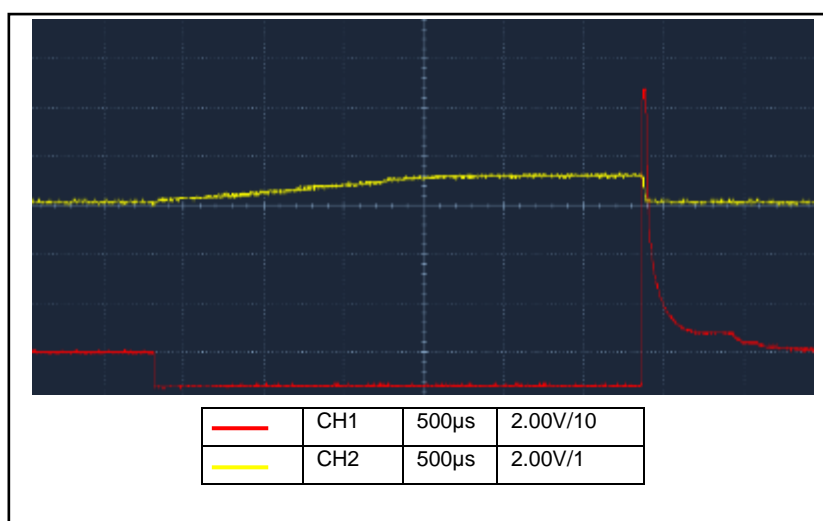


Figura 324 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC por falla de la válvula VVT y DTC BAJO en el sensor MAF en velocidad cruceo en caliente

El ancho de pulso del inyector es de 3.047ms, con el motor a 2141 rpm y 87°C. El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en frío se muestra en la figura 325.

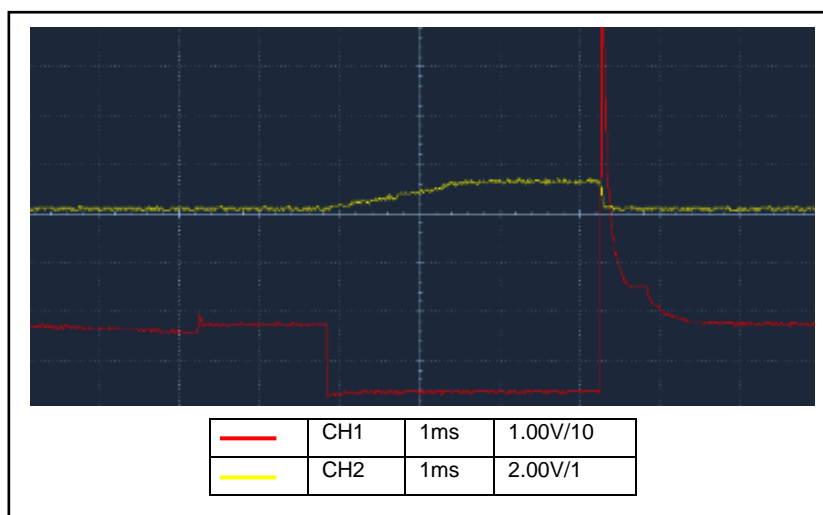


Figura 325 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC por falla de la válvula VVT y DTC bajo en el sensor MAF en velocidad cruceo en frío

El ancho de pulso del inyector es de 3.421ms, con el motor a 2194rpm y 42°C. La diferencia de tiempo del ancho de pulso es 0.374ms, por lo que el valor del ancho de pulso cuando el motor está frío aumenta en 12.27% con respecto al valor cuando está caliente. Durante esta falla ocurre un resultado similar al obtenido cuando el sensor MAF tiene un DTC alto, con variaciones que resultan mínimas. Los valores obtenidos de esta prueba se muestran en la tabla 56.

Tabla 56

Comparación de valores a condición normal vs. Falla combinada de la válvula VVT + DTC bajo en el sensor MAF a velocidad cruceo

Descripción	Unidad	Valor en caliente		Diferen.	Valor en frío		Diferen.
		Normal	VVT.+ MAF		Normal	VVT.+ MAF	
HC	ppm	100	252	152	40	1172	1132
CO	%	0.63	7.82	7.19	0.06	6.79	6.73
CO2	%	13.66	9.23	4.43	14.22	7.67	6.55
O2	%	0.57	0.25	0.32	0.13	3.70	3.57
Velocidad	rpm	2686	2141	545	2335	2194	141
Ancho de pulso	ms	2.368	3.047	0.679	3.132	3.421	0.289
Adelanto al encendido	°	36	32	4	35	33.5	1.5

La comparación de los datos se muestra en los siguientes gráficos de barras.

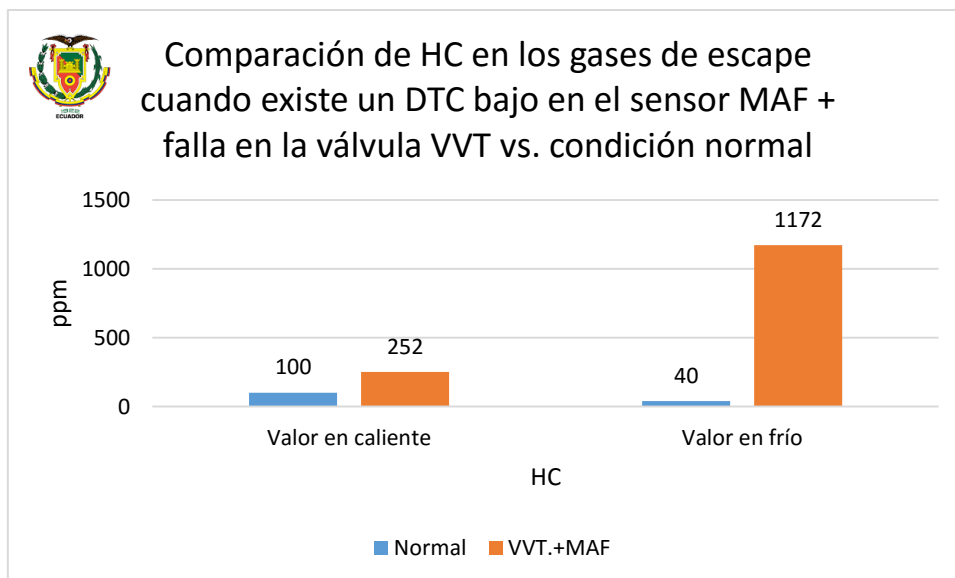


Figura 326 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor MAF + falla en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad crucero

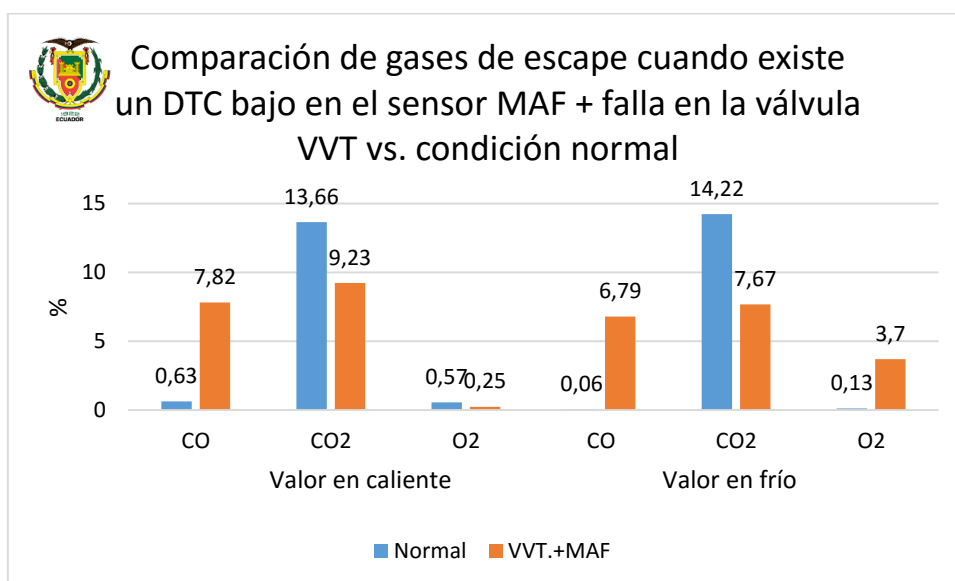


Figura 327 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor MAF + falla en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad crucero

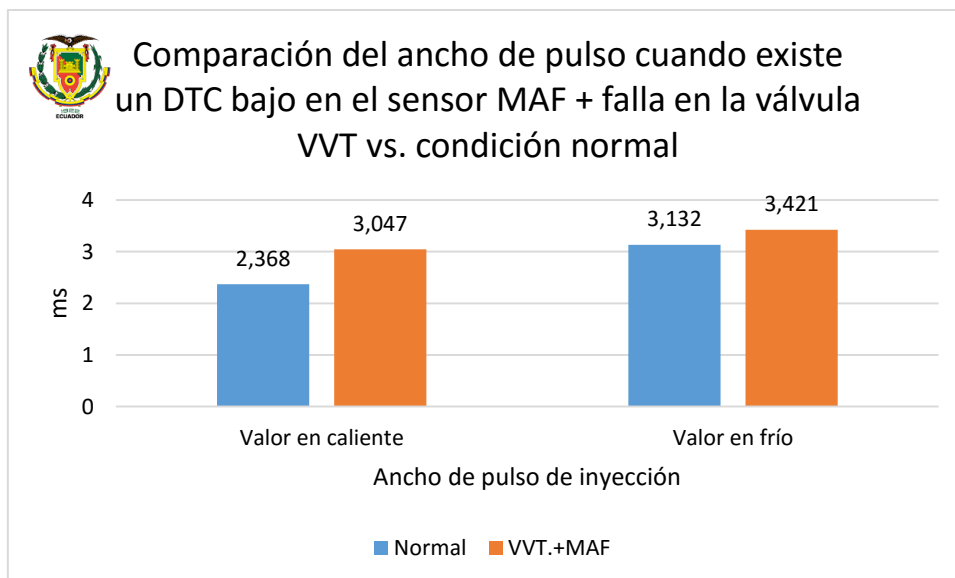


Figura 328 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC bajo en el sensor MAF + falla en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad crucero

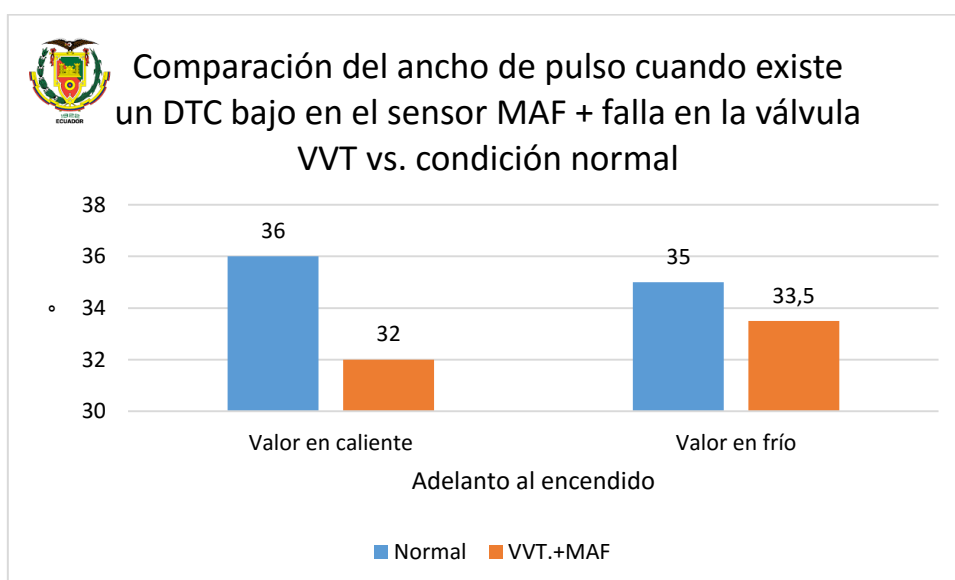


Figura 329 Comparación del ancho de pulso cuando existe un DTC bajo en el sensor MAF + falla en la válvula VVT vs. condición normal y velocidad crucero

4.5.9. Falla combinada entre la Válvula VVT + DTC Alto (HIGH) en el sensor APP

En la figura 330 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba

P0010	Camshaft Position 'A' - Actuator Circuit(Bank 1)
P0123	Throttle/Pedal Position Sensor/Switch 'A' Circuit High Input

Figura 330 Lectura de código de falla combinado entre la válvula VVT y DTC alto en el sensor APP a velocidad crucero

Los resultados de emisiones de gases de escape no se puede realizar debido a que existe una excesiva dilución

4.5.10.Falla combinada entre la Válvula VVT + DTC Bajo (LOW) en el sensor APP

En la figura 331 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba

P0122	Throttle/Pedal Position Sensor/Switch 'A' Circuit Low Input
P0010	Camshaft Position 'A' - Actuator Circuit(Bank 1)

Figura 331 Lectura de código de falla combinado entre la válvula VVT y DTC bajo en el sensor APP a velocidad crucero

Los resultados de emisiones de gases de escape no se puede realizar debido a que existe una excesiva dilución

4.6.Pruebas con fallas en los sensores a ralentí, con señal de VVT e inyector a condición normal

4.6.1. Sensor IAT DTC alto (HIGH)

En la figura 332 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba

P0113	Intake Air Temperature Circuit High Input
--------------	---

Figura 332 Lectura de código DTC alto del sensor IAT a velocidad ralentí

El oscilograma de voltaje del inyector cuando está a temperatura normal de funcionamiento se muestra en la figura 333.

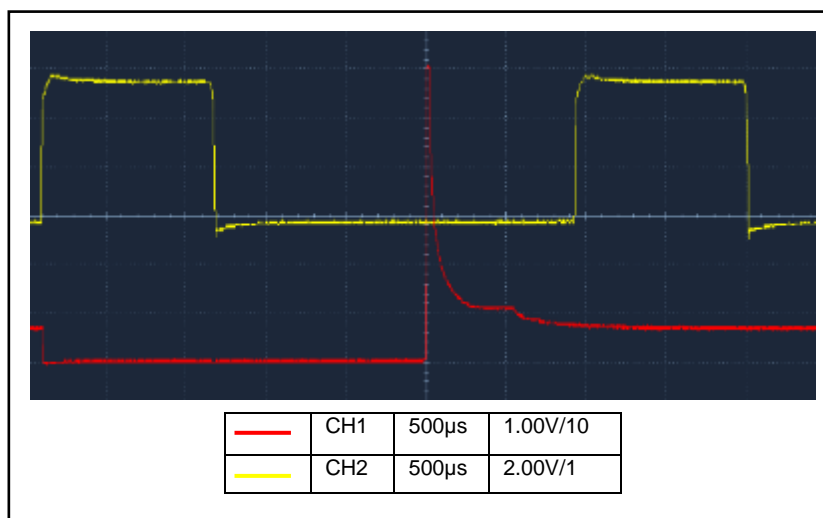


Figura 333 Curva de voltaje del inyector cuando presenta un DTC alto el sensor IAT con el motor caliente y velocidad ralenti. El ancho de pulso del inyector es de 2.395 ms. con el motor a 653 rpm y 86°C. Al analizar la curva de funcionamiento de la válvula VVT se observa que el tiempo del ancho de pulso disminuye hasta casi la mitad, lo que provoca, lo que implica un menor tiempo de adelanto de la apertura de la válvula de admisión como consecuencia de esto se tiene una menor entrada de aire fresco y una menor recirculación al momento del traslape lo que a su vez provoca el aumento de hidrocarburos en los gases de escape. A esta condición también hay que añadirle el hecho que la ECU interpreta que el motor está trabajando a una temperatura demasiado baja lo cual genera que aumente el ancho de pulso. Los valores obtenidos de esta prueba se muestran en la tabla 57.

Tabla 57

Comparación de valores a condición normal vs. DTC alto en el sensor IAT a velocidad ralenti

Descripción	Unidad	Temperatura Normal de Funcionamiento		Diferencia
		NORMAL	IAT ALTO	
HC	ppm	116	157	41
CO	%	0.42	0.49	0.07
CO2	%	13.63	13.47	0.16
O2	%	0.88	1.04	0.16

Velocidad	rpm	660	653	7
Ancho de pulso de inyección	ms	2.300	2.395	0.95
Ancho de pulso VVT	ms	2.053	1.079	0.974
Periodo del inyector	ms	183.22	185.239	2.019
Periodo de la válvula VVT	ms	3.368	3.026	0.342

La comparación de los datos se muestra en los siguientes gráficos de barras.

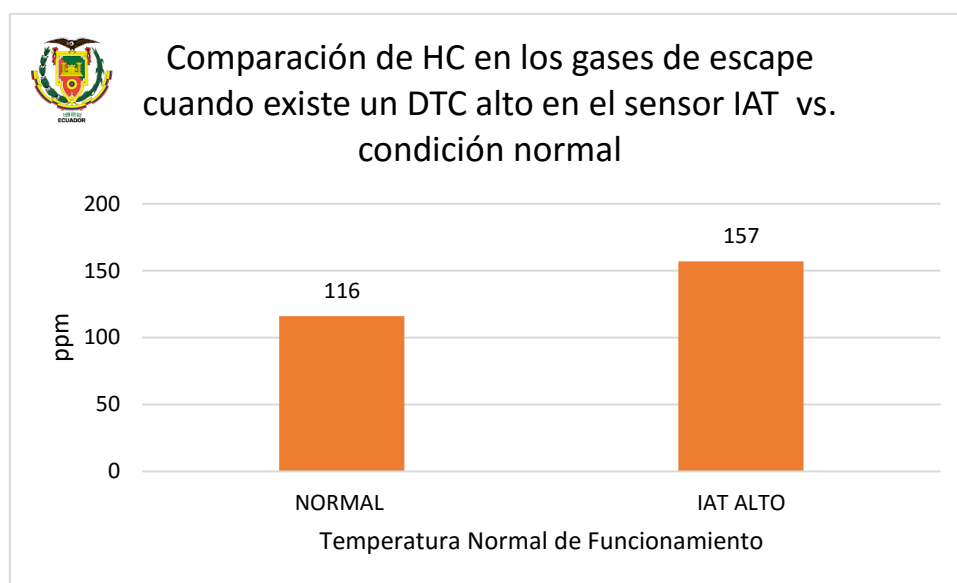


Figura 334 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad ralentí

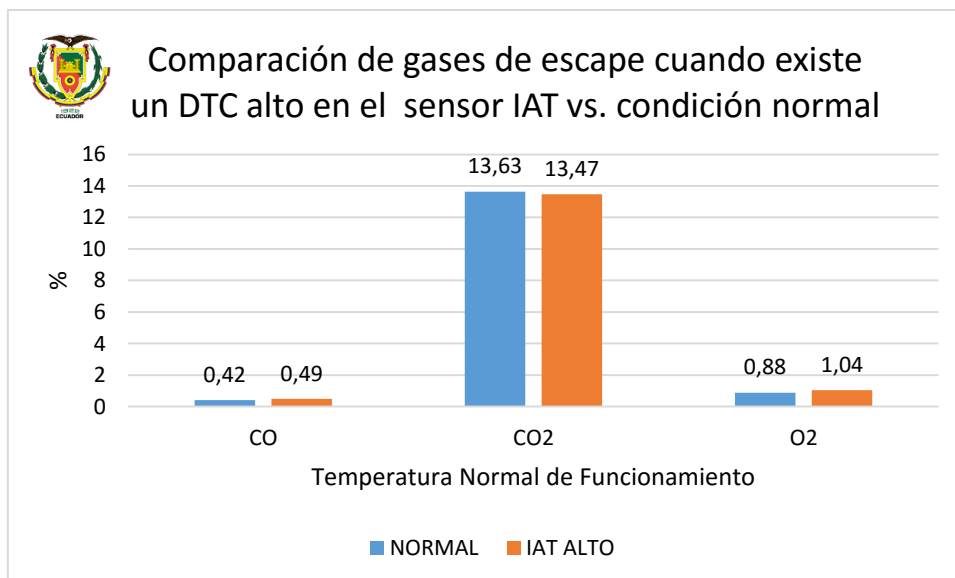


Figura 335 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad ralentí

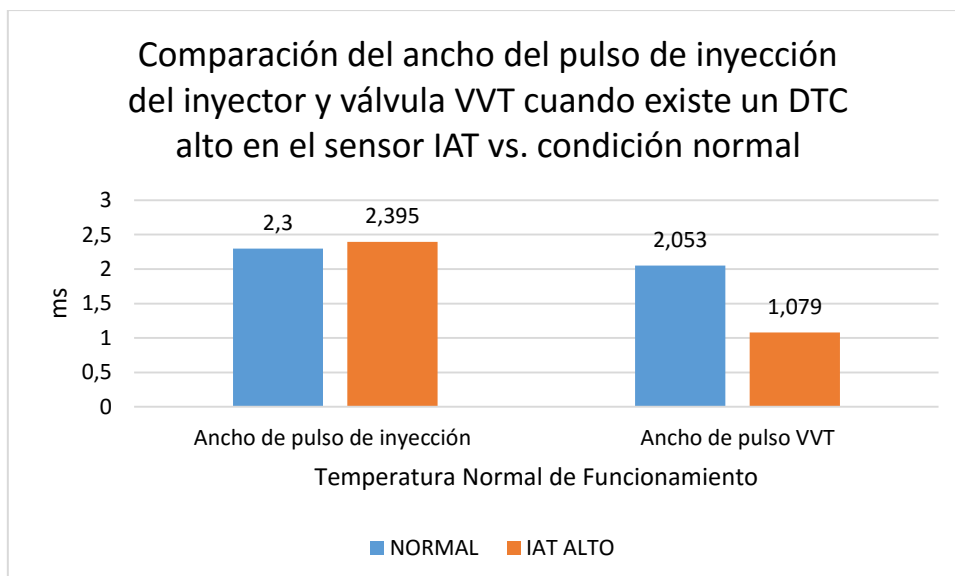


Figura 336 Comparación del ancho del pulso de inyección del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC alto en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad ralentí

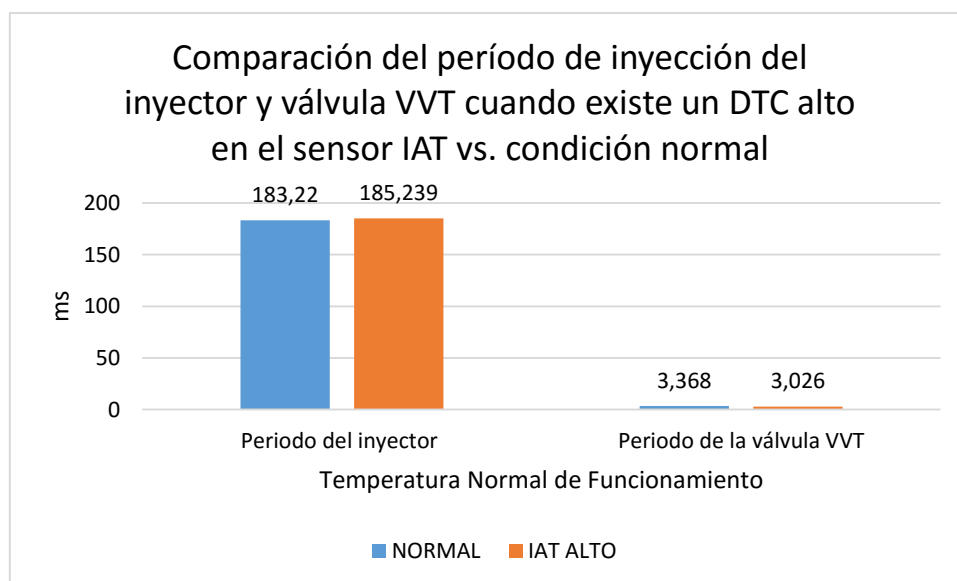


Figura 337 Comparación del período de inyección del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC alto en el sensor IAT vs. Condición normal y velocidad ralentí

4.6.2. Sensor IAT DTC bajo (LOW)

En la figura 338 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba

P0112 Intake Air Temperature Circuit Low Input

Figura 338 Lectura de código DTC bajo del sensor IAT motor caliente velocidad ralentí

El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en caliente se muestra en la figura 339.

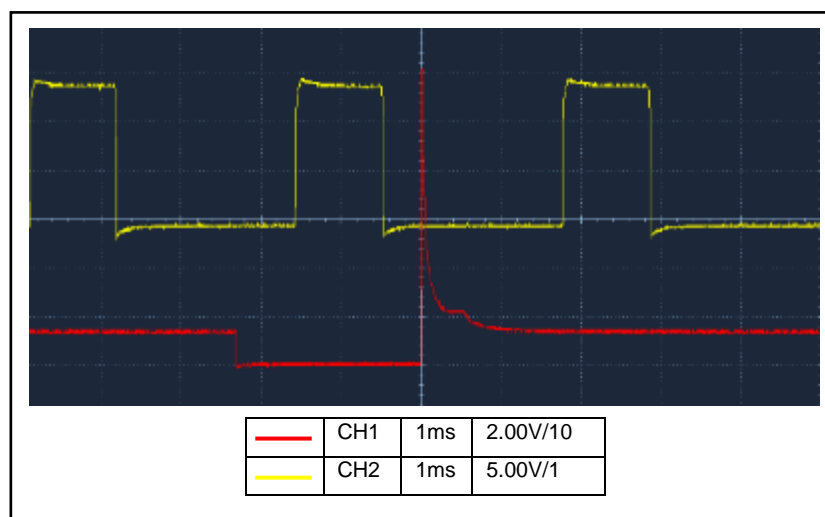


Figura 339 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC bajo el sensor IAT con el motor caliente y velocidad ralentí

El ancho de pulso del inyector es de 2.316 ms, con el motor a 663 rpm y 86°C. Con respecto a la válvula VVT ocurre un efecto similar al sucedido cuando el DTC del sensor IAT es alto por lo que la variación del tiempo del ancho de pulso de la válvula VVT tiene una variación menor al 5% con respecto a la prueba anterior. Esta similitud también se la puede apreciar en el nivel de hidrocarburos que también mantiene un valor cercano al de la prueba anterior que es un poco mayor debido a que el tiempo del pulso del inyector también aumenta por la interpretación de la ECU de una entrada de aire demasiado caliente. Los valores obtenidos de esta prueba se muestran en la tabla 58.

Tabla 58

Comparación de valores a condición normal vs. DTC bajo en el sensor IAT a velocidad ralentí

Descripción	Unidad	Temperatura Normal De Funcionamiento		Diferencia
		NORMAL	IAT BAJO	
HC	ppm	116	153	37
CO	%	0.42	0.48	0.06
CO2	%	13.63	13.52	0.11
O2	%	0.88	0.99	0.11
Velocidad	rpm	660	663	3
Ancho de pulso de inyección	ms	2.300	2.316	0.016
Ancho de pulso	ms	2.053	1.905	0.958

VVT				
Periodo del inyector	ms	183.22	182.12	1.1
Periodo de la válvula VVT	ms	3.368	3.342	0.026

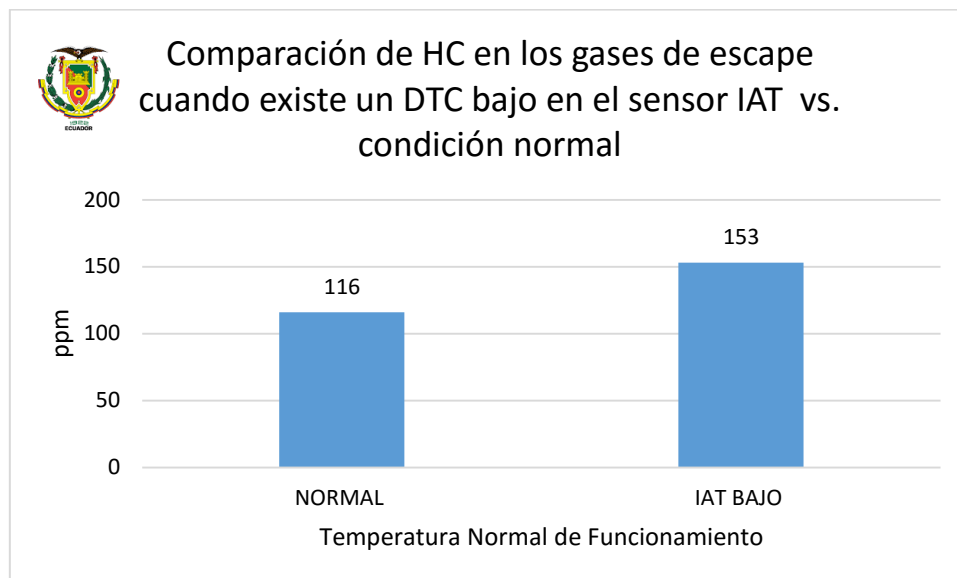


Figura 340 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad ralentí

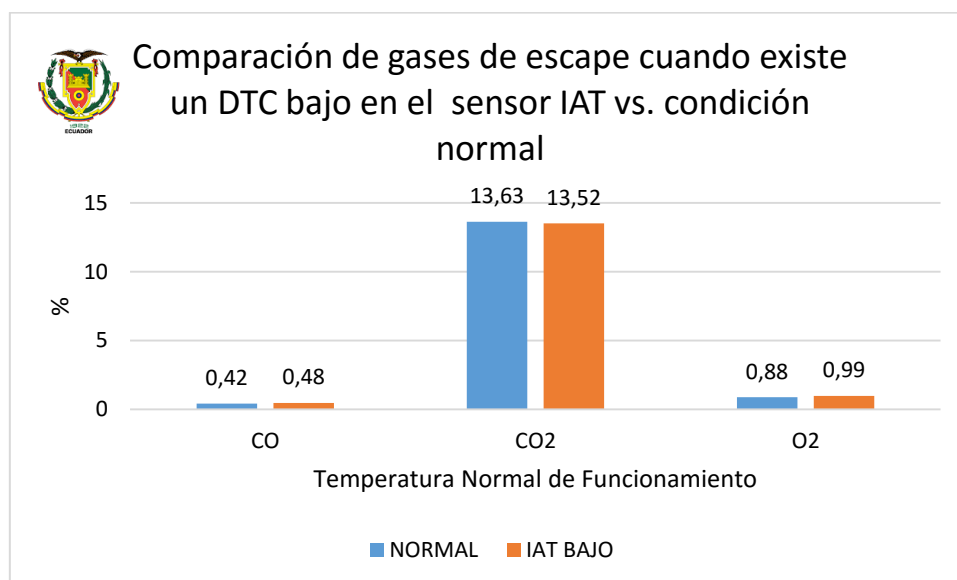


Figura 341 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad ralentí

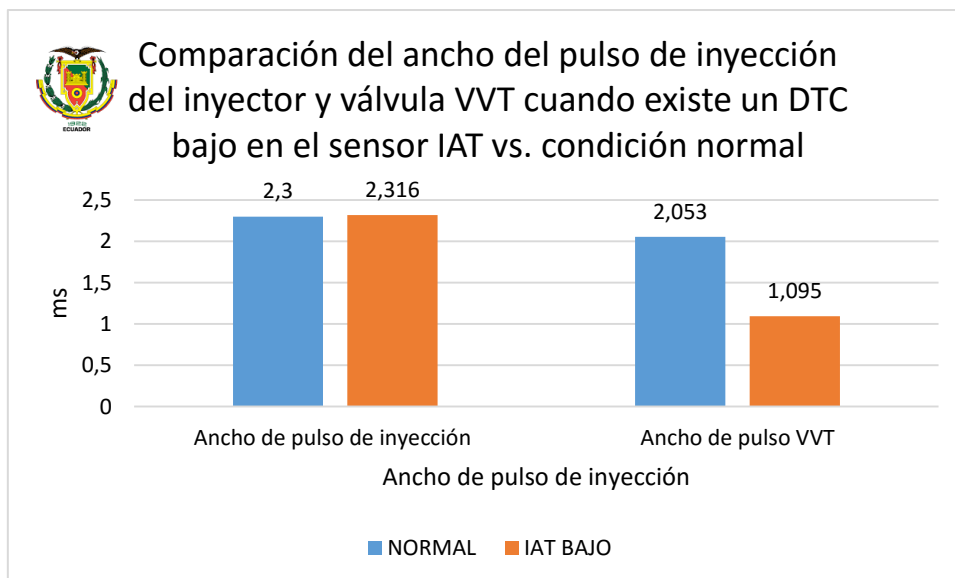


Figura 342 Comparación del ancho del pulso de inyección del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC bajo en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad ralentí

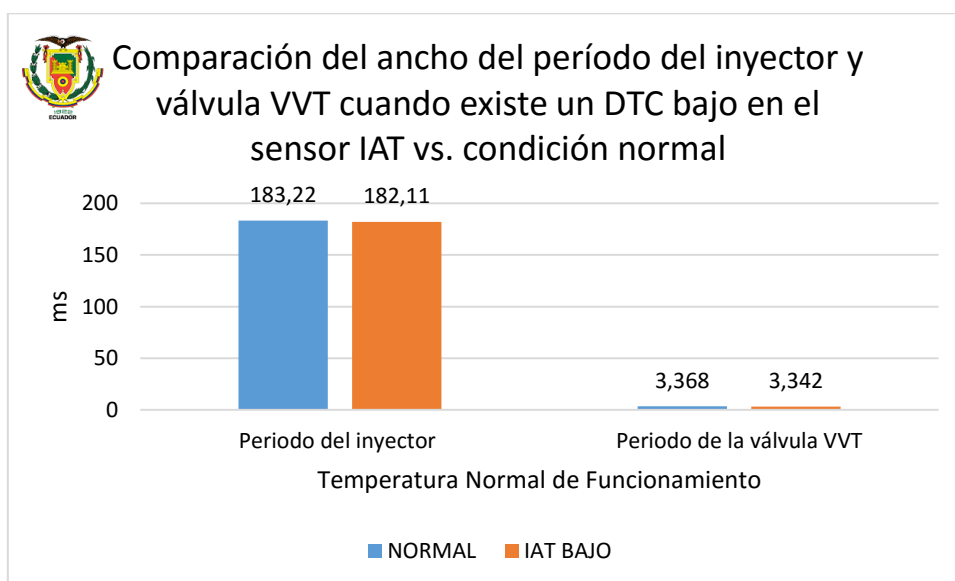


Figura 343 Comparación del ancho del período del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC bajo en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad ralentí

4.6.3. Sensor MAF DTC alto (HIGH)

En la figura 344 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba

P0103 Mass Air Flow Circuit High

Figura 344 Lectura de código DTC alto del sensor MAF a velocidad ralentí

El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en caliente se muestra en la figura 345.

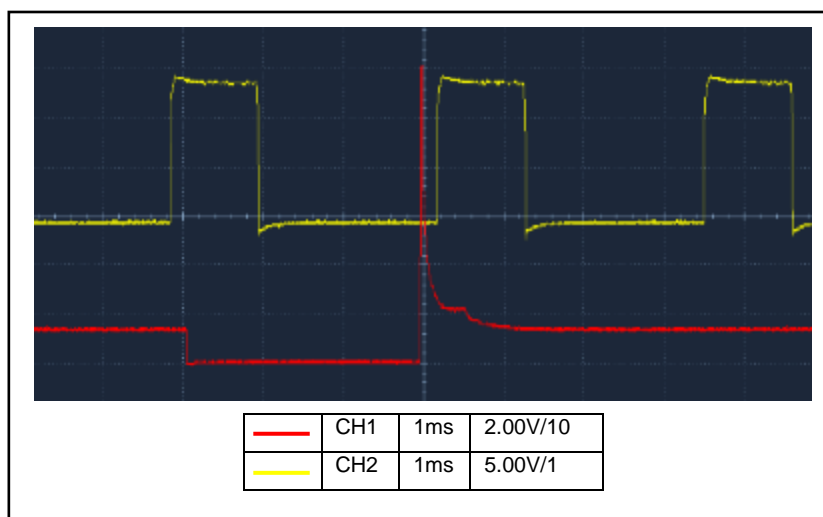


Figura 345 Curva de voltaje y corriente del inyector con DTC alto del sensor MAF motor caliente velocidad ralentí

El ancho de pulso del inyector es de 2.492ms, con el motor a 648 rpm y 83°C. Con respecto a la válvula VVT ocurre un efecto similar al de las fallas anteriores y la variación sigue siendo menor al 5%, sin embargo durante esta falla el nivel de hidrocarburos presentes en los gases de escape aumenta hasta casi el cuádruple del valor en condiciones normales, debido a que el ancho de pulso del inyector se vuelve mucho mayor que en las anteriores pruebas. Adicionalmente el nivel de monóxido de carbono aumenta muy por encima de la norma probablemente debido a una saturación del catalizador con el combustible no quemado. Los valores obtenidos de esta prueba se muestran en la tabla 59.

Tabla 59

Comparación de valores a condición normal vs. DTC alto en el sensor MAF a velocidad ralentí

Descripción	Unidad	Temperatura Normal de Funcionamiento		Diferencia
		NORMAL	MAF ALTO	



HC	ppm	116	413	297
CO	%	0.42	7.15	6.73
CO2	%	13.63	9.54	4.09
O2	%	0.88	0.46	0.42
Velocidad	rpm	660	648	12
Ancho de pulso de inyección	ms	2.300	2.942	0.192
Ancho de pulso VVT	ms	2.053	1.095	0.958
Periodo del inyector	ms	183.22	185.05	1.83
Periodo de la válvula VVT	ms	3.368	3.316	0.052

La comparación de los datos se muestra en los siguientes gráficos de barras.

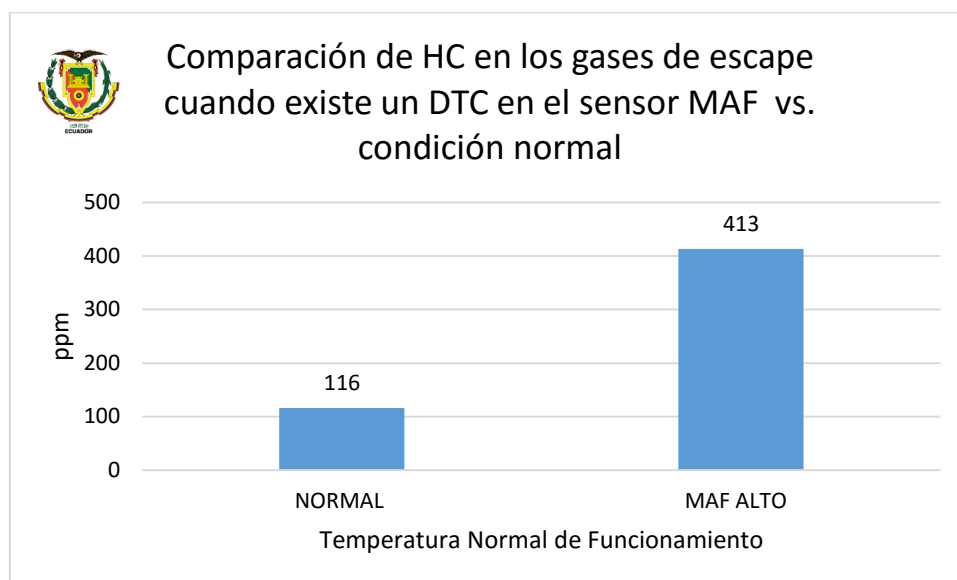


Figura 346 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad ralenti

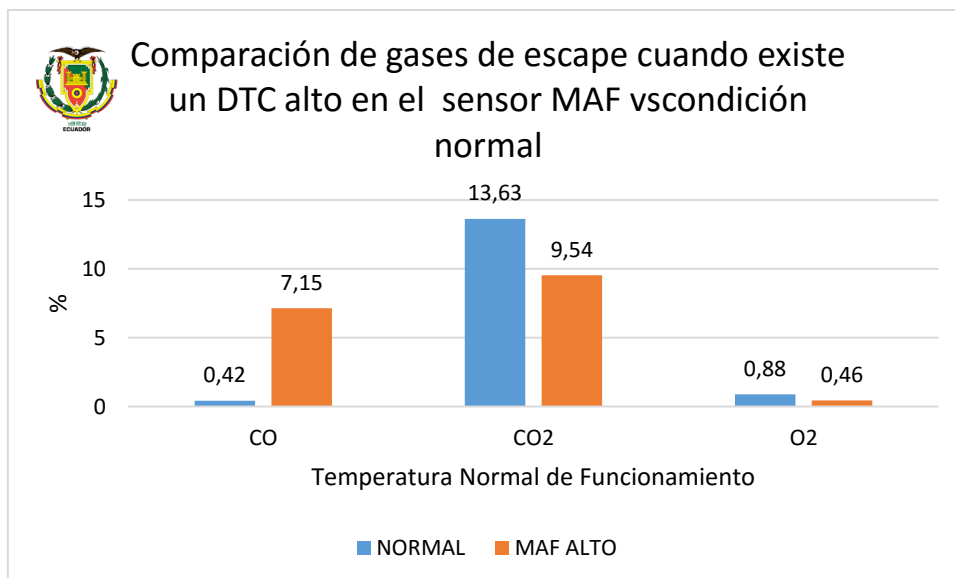


Figura 347 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad ralenti

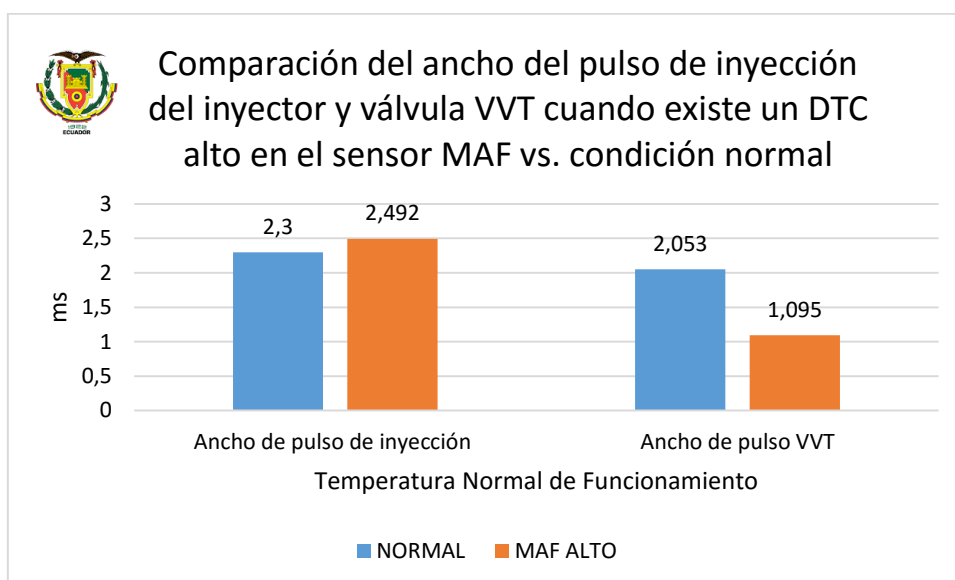


Figura 348 Comparación del ancho del pulso de inyección del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC alto en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad ralenti

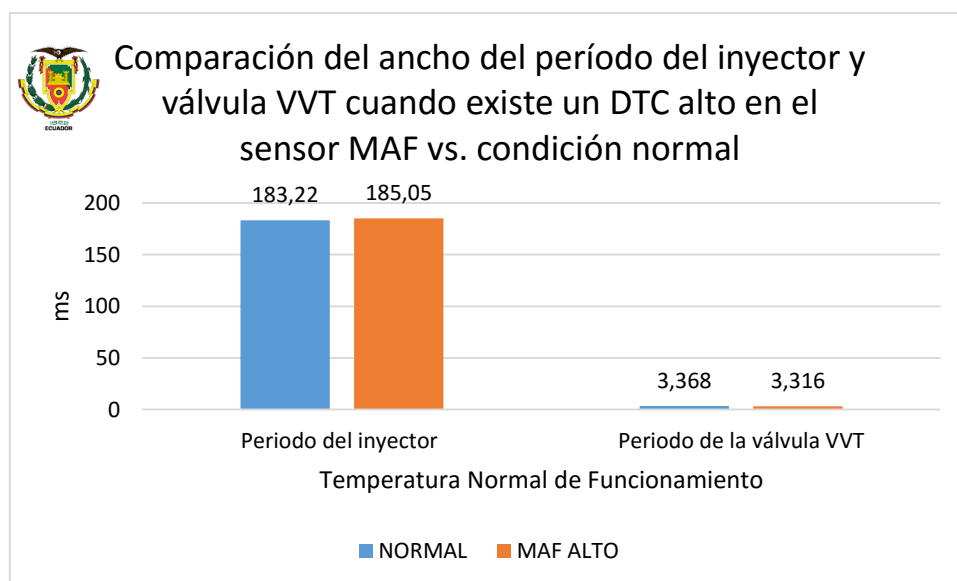


Figura 349 Comparación del ancho del período del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC alto en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad ralentí

4.6.4. Sensor MAF DTC bajo (LOW)

En la figura 350 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba

P0102 Mass Air Flow Circuit Low

Figura 350 Lectura de código DTC bajo del sensor IAT a velocidad ralentí

El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en caliente se muestra en la figura 351.

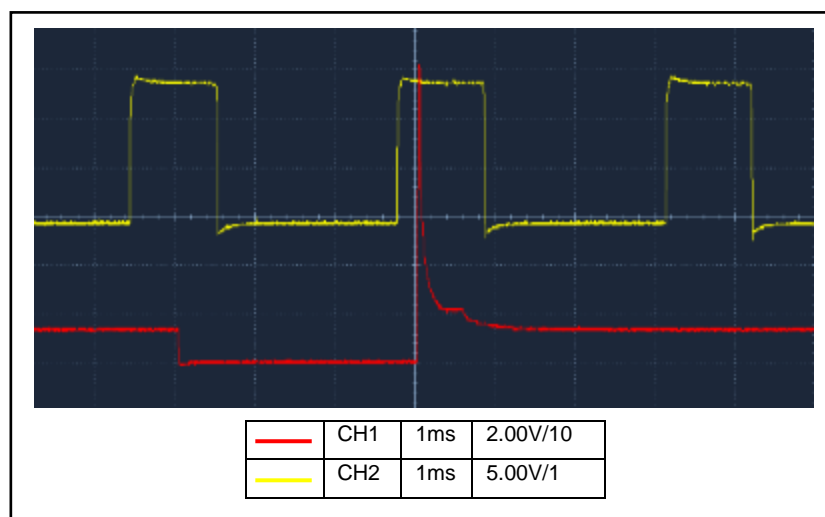


Figura 351 Curva de voltaje y corriente del inyector con DTC bajo del sensor MAF motor caliente velocidad ralentí

El ancho de pulso del inyector es de 3.00 ms, con el motor a 642 rpm y 86°C.

En esta prueba la válvula VVT empieza a funcionar de la misma manera que en la prueba anterior de sensor MAF con DTC alto y las pruebas del sensor IAT por tanto se puede deducir que cuando existe un DTC en los sensores que miden las condiciones del aire de entrada, la válvula VVT adquiere un funcionamiento estándar. El comportamiento de los hidrocarburos es igual al ocurrido cuando el DTC en el sensor MAF es alto debido a que el ancho de pulso del inyector aumenta de forma considerable, lo que a su vez conlleva a la saturación del catalizador con el aumento del porcentaje del monóxido. Los valores obtenidos de esta prueba se muestran en la tabla 60.

Tabla 60

Comparación de valores a condición normal vs. DTC bajo en el MAF a velocidad ralentí

Descripción	Unidad	Temperatura Normal de Funcionamiento		Diferencia
		NORMAL	MAF BAJO	
HC	ppm	116	404	288
CO	%	0.42	7.77	0.35
CO2	%	13.63	9.14	4.49

O2	%	0.88	0.47	0.41
Velocidad	rpm	660	642	18
Ancho de pulso de inyección	ms	2.300	3.00	0.7
Ancho de pulso VVT	ms	2.053	1.121	0.932
Periodo del inyector	ms	183.22	184.402	1.182
Periodo de la válvula VVT	ms	3.368	3.368	0

La comparación de los datos se muestra en los siguientes gráficos de barras.

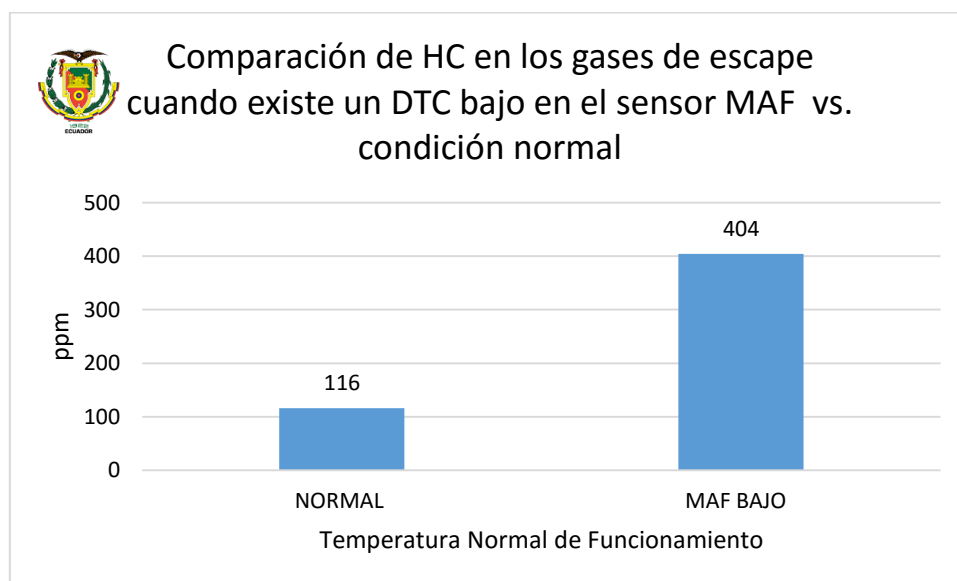


Figura 352 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad ralenti

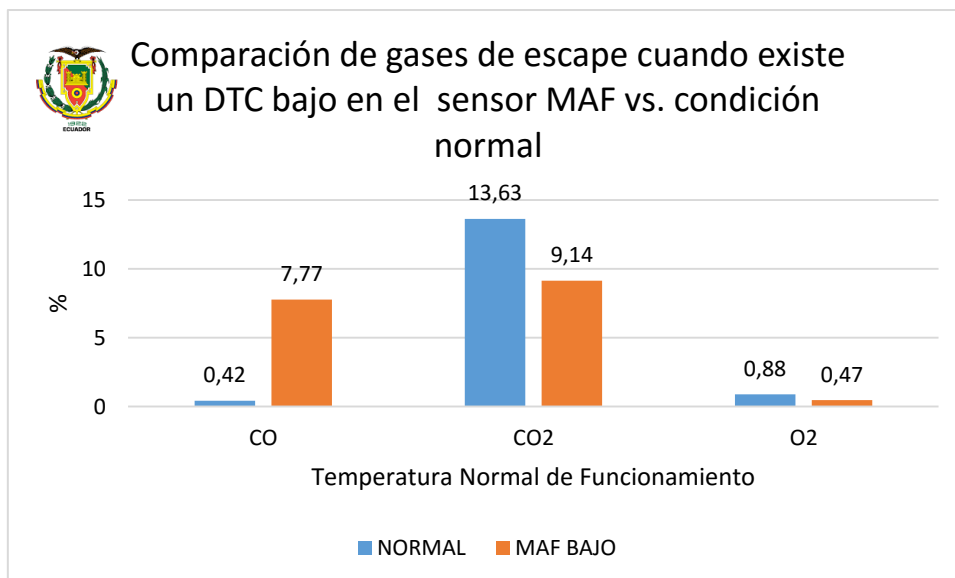


Figura 353 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad ralenti

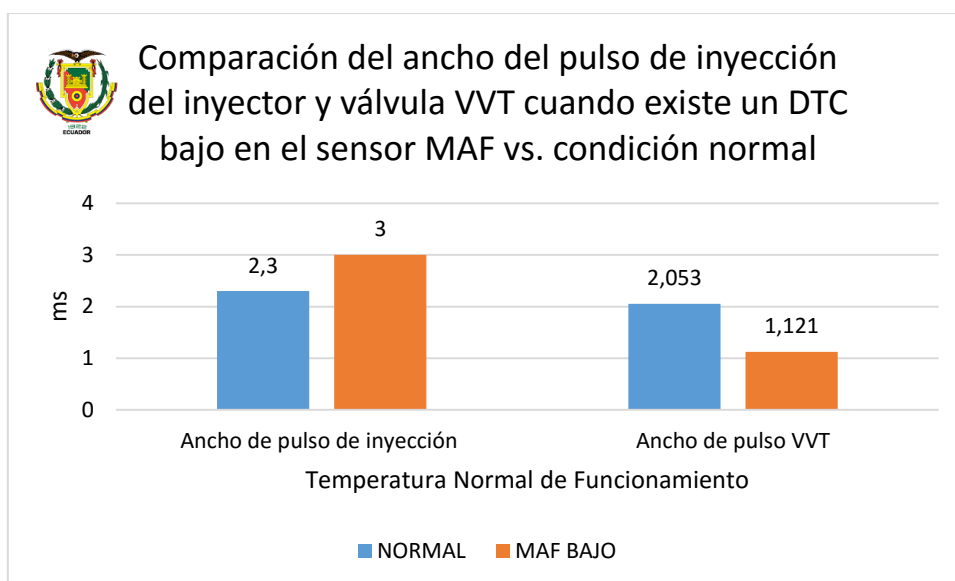


Figura 354 Comparación del ancho del pulso de inyección del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC bajo en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad ralenti

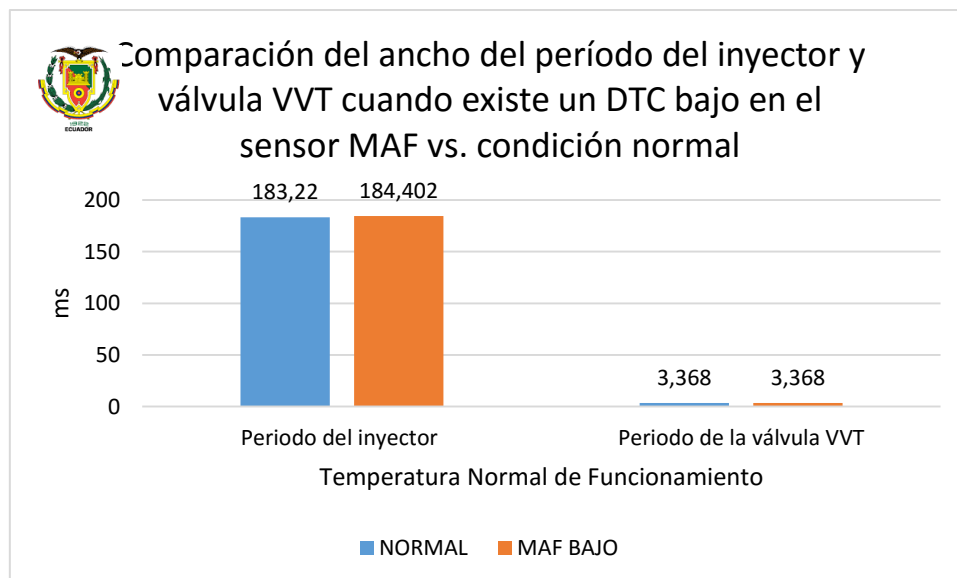


Figura 355 Comparación del ancho del período del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC bajo en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad ralenti

4.6.5. Sensor ECT DTC Alto (HIGH)

En la figura 356 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba

P0118 Engine Coolant Temperature Circuit High Input

Figura 356 Lectura de código DTC alto del sensor ECT a velocidad ralenti

El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en caliente se muestra en la figura 357.

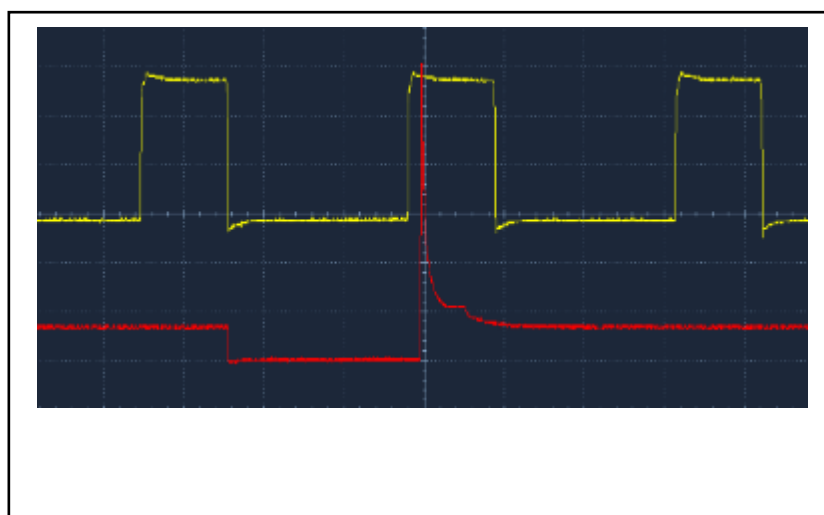




Figura 357 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC alto el sensor ECT con el

	CH1	1ms	2.00V/10
	CH2	1ms	5.00V/1

El ancho de pulso del inyector es de 2.463 ms, con el motor a 670 rpm y - 40°C. En esta prueba el ancho de pulso de la válvula VVT, cuando existe este DTC que mide una variable del estado del motor, no varía demasiado con respecto al de las pruebas en los que varía el estado del aire que ingresa al motor, el incremento de hidrocarburos es del 16.37%, mientras que los niveles de los otros gases se mantienen muy cercanos a los del motor funcionando a condiciones normales. Los valores obtenidos de esta prueba se muestran en la tabla 61.

Tabla 61
Comparación de valores a condición normal vs. DTC alto en el ECT a velocidad ralentí

Descripción	Unidad	Temperatura Normal de Funcionamiento		Diferencia
		NORMAL	ECT ALTO	
HC	ppm	116	135	19
CO	%	0.42	0.49	0.07
CO2	%	13.63	13.51	0.12
O2	%	0.88	0.95	0.07
Velocidad	rpm	660	670	10
Ancho de pulso de inyección	ms	2.300	2.463	0.163
Ancho de pulso VVT	ms	2.053	1.084	0.969
Período del inyector	ms	183.22	174.036	36.184
Período de la válvula VVT	ms	3.368	3.316	0.052

CONTINUA →

La comparación de los datos se muestra en los siguientes gráficos de barras.

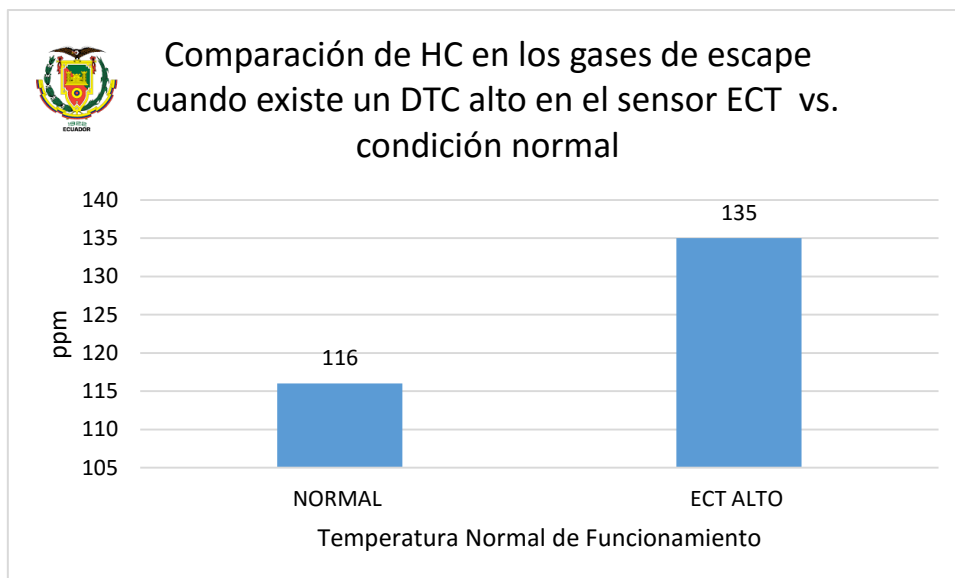


Figura 358 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad ralenti

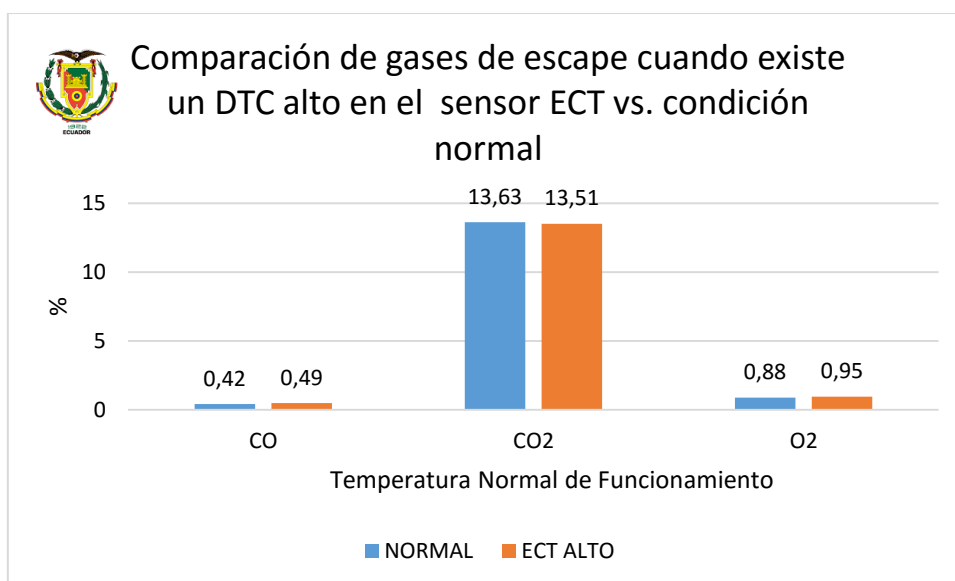


Figura 359 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad ralenti

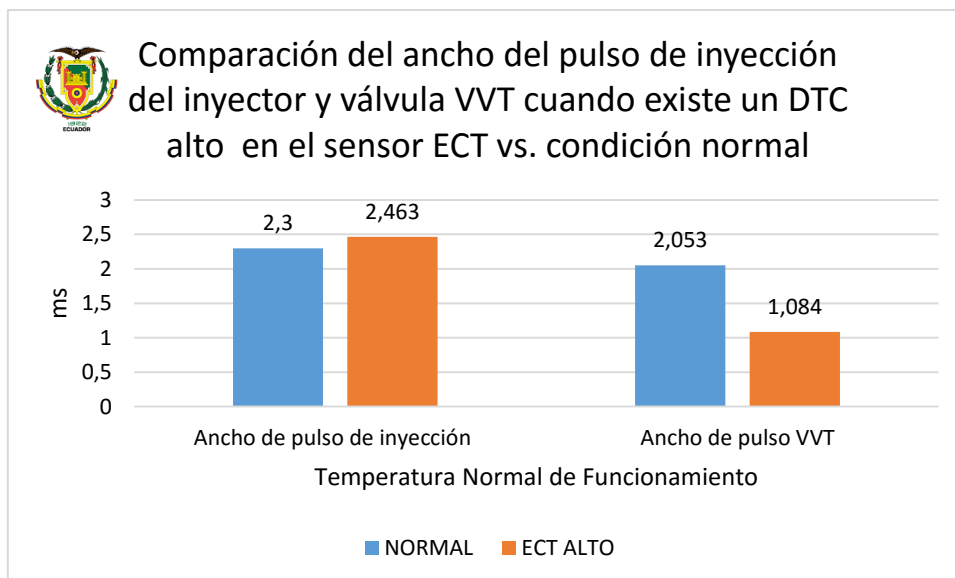


Figura 360 Comparación del ancho del pulso de inyección del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC alto en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad ralentí

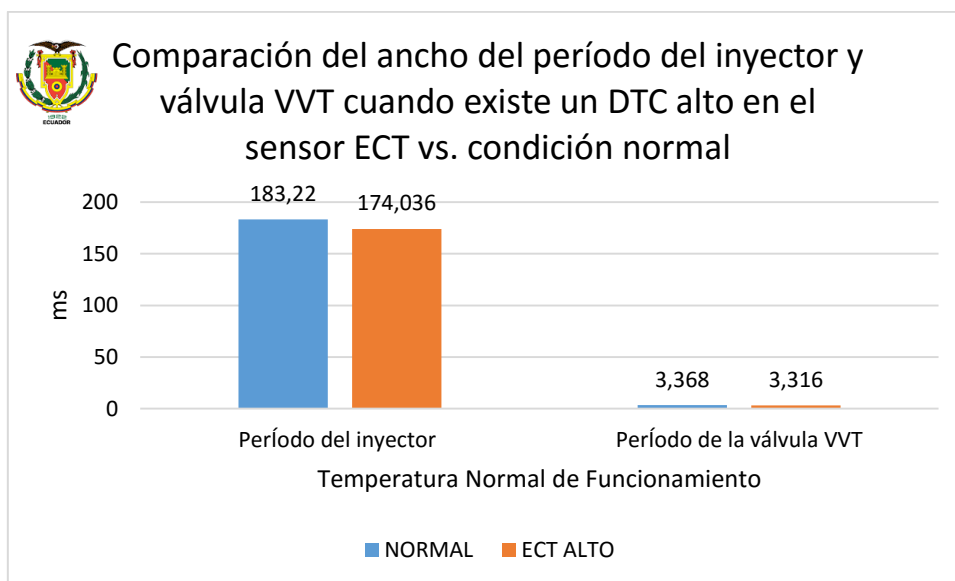


Figura 361 Comparación del ancho del período del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC alto en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad ralentí

4.6.6. Sensor ECT DTC bajo (LOW)

En la figura 362 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba.

P0117 Engine Coolant Temperature Circuit Low Input

Figura 362 Lectura de código DTC bajo del sensor ECT a velocidad ralentí

El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en caliente se muestra en la figura 363.

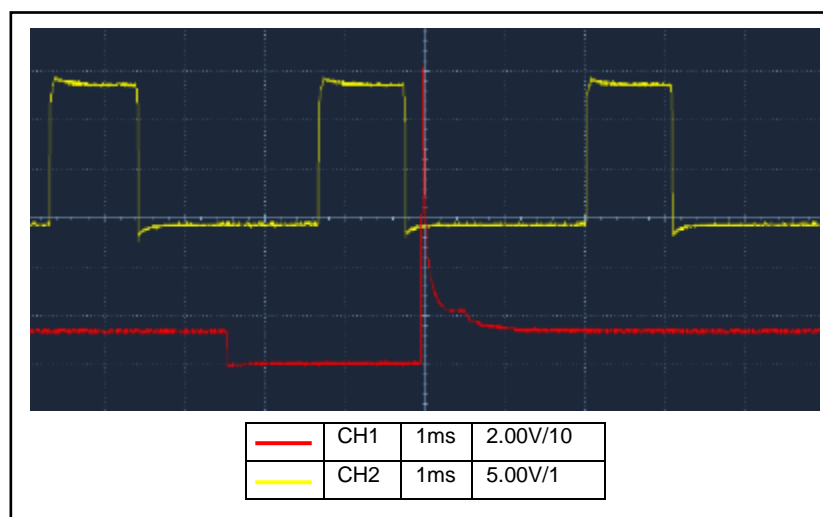


Figura 363 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando existe DTC bajo en el sensor ECT motor caliente velocidad ralentí

El ancho de pulso del inyector es de 2.421 ms, con el motor a 670 rpm y 140°C. En esta prueba el comportamiento tanto de válvula VVT como de los gases residuales del escape son similares a la anterior prueba, de lo cual se puede deducir que para los sensores que miden variable del motor el comportamiento de la válvula VVT se vuelve estándar y habría que comparar este valor cuando el motor alcanza la velocidad de crucero. Los valores obtenidos de esta prueba se muestran en la tabla 62.

Tabla 62

Comparación de valores a condición normalvs. DTC bajo en el sensor ECT a velocidad ralentí

Descripción	Unidad	Temperatura Normal de Funcionamiento		Diferencia
		NORMAL	ECT BAJO	
HC	ppm	116	136	20
CO	%	0.42	0.49	0.07
CO2	%	13.63	13.49	0.14

CONTINÚA →

O2	%	0.88	0.97	0.09
Velocidad	rpm	660	670	10
Ancho de pulso de inyección	ms	2.300	2.421	0.121
Ancho de pulso VVT	ms	2.053	1.105	0.948
Período del inyector	ms	183.22	172.596	10.624
Período de la válvula VVT	ms	3.368	3.316	0.052

La comparación de los datos se muestra en los siguientes gráficos de barras.

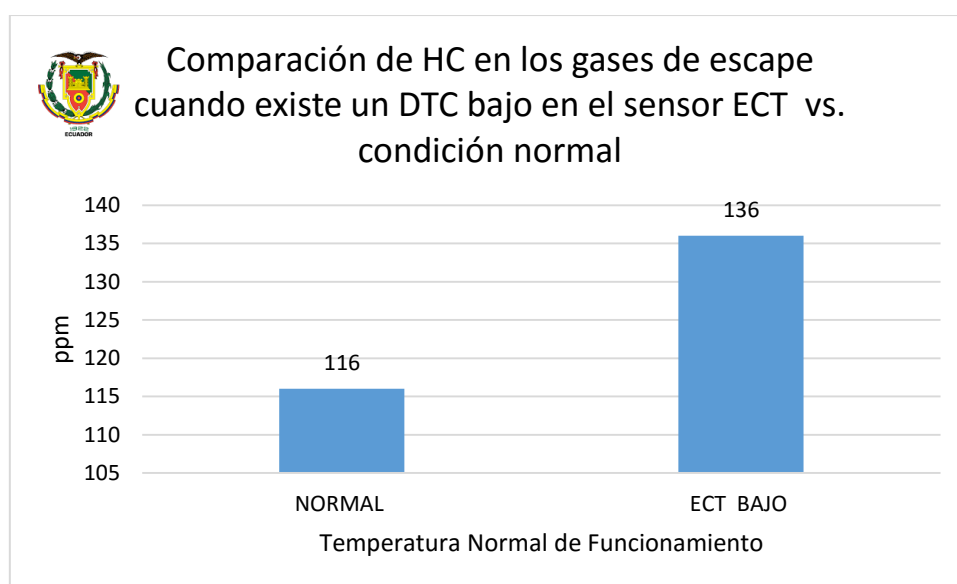


Figura 364 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad ralenti

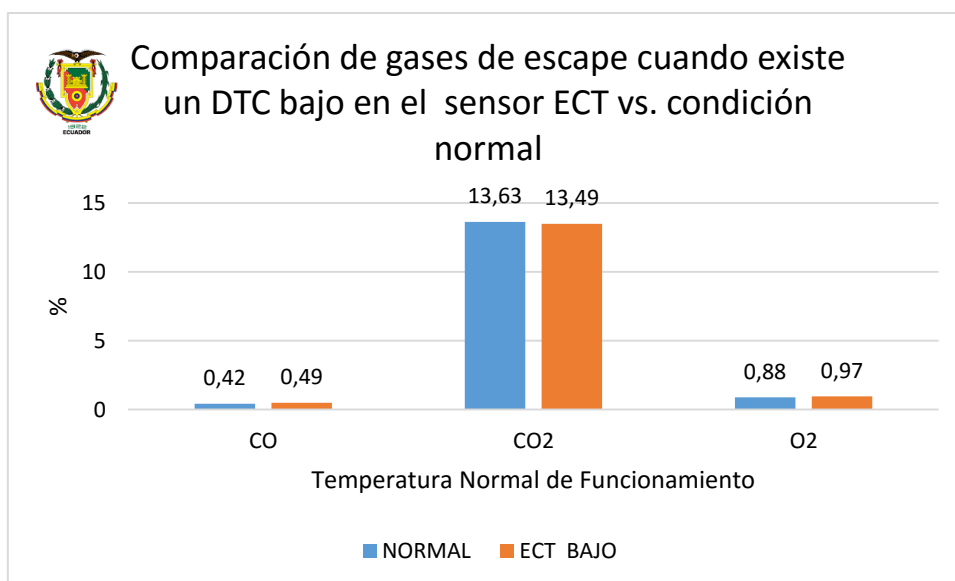


Figura 365 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad ralenti

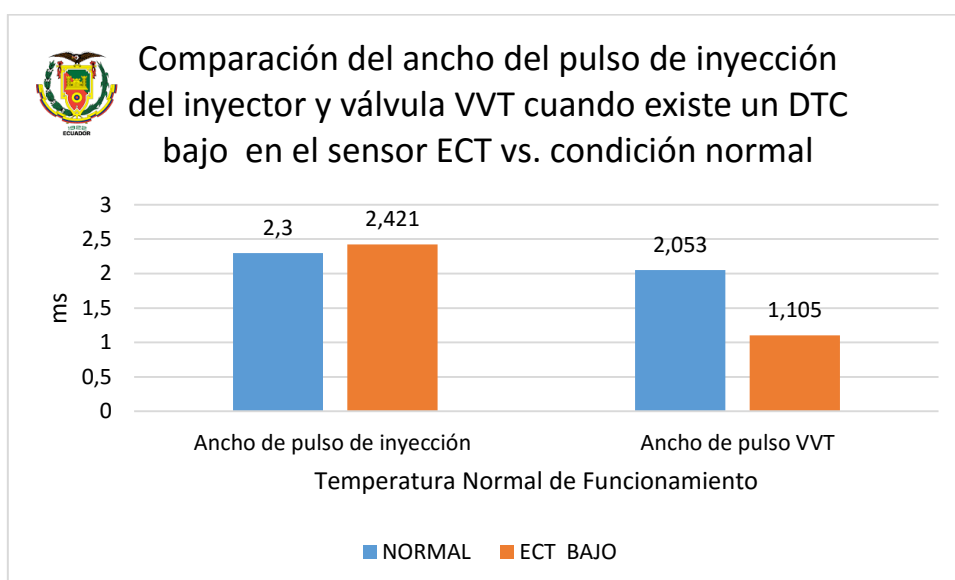


Figura 366 Comparación del ancho del pulso de inyección del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC bajo en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad ralenti

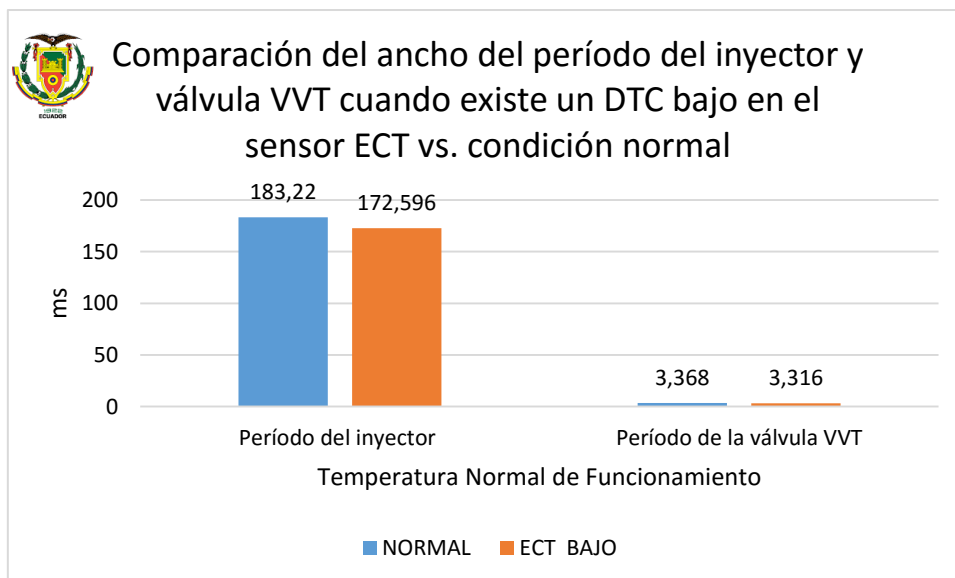


Figura 367 Comparación del ancho del período del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC bajo en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad ralenti

4.6.7. Sensor APP DTC Alto (HIGH)

En la figura 368 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba

P0121	Throttle Pedal Position Sensor/Switch 'A' Circuit Range/Performance
P0123	Throttle/Pedal Position Sensor/Switch 'A' Circuit High Input

Figura 368 Lectura de código DTC alto del sensor APP a velocidad ralenti

El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en caliente se muestra en la figura 370.

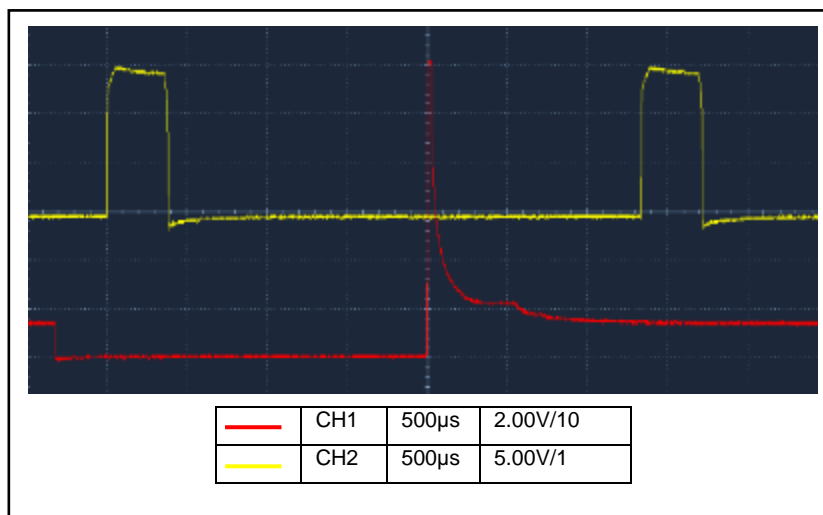


Figura 369 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC alto el sensor APP con el motor caliente y velocidad ralentí

El ancho de pulso del inyector es de 2.316 ms, con el motor a 1593 rpm y 86°C. En esta prueba en el caso de la válvula VVT la ECU mantiene el ancho de pulso de la señal bajo para de esta forma disminuir el tiempo de cruce de válvulas y favorecer al funcionamiento del motor en bajas revoluciones, debido a que durante esta falla no puede determinar si se está acelerando o manteniendo una velocidad constante. Con respecto a los hidrocarburos se puede ver que su nivel disminuye a pesar de que el ancho de pulso a aumentado esto se debe principalmente al régimen de giro del motor y adelanto al encendido que provoca este nuevo régimen de giro como se observó en las pruebas anteriores cuando se analizó el voltaje y corriente del inyector. Los valores obtenidos de esta prueba se muestran en la tabla 63.

Tabla 63
Comparación de valores a condición normal vs. DTC alto en el sensor APP a velocidad ralentí

Descripción	Unidad	Temperatura Normal de Funcionamiento		Diferencia
		NORMAL	APP ALTO	
HC	ppm	116	23	93
CO	%	0.42	0.00	0.42
CO2	%	13.63	14.13	0.5
O2	%	0.88	0.44	0.44
Velocidad	rpm	660	1593	933

CONTINÚA →

Ancho de pulso de inyección	ms	2.300	2.316	0.016
Ancho de pulso VVT	ms	2.053	0.368	1.685
Período del inyector	ms	183.22	75.158	108.062
Período de la válvula VVT	ms	3.368	3.211	0.157

La comparación de los datos se muestra en los siguientes gráficos de barras.

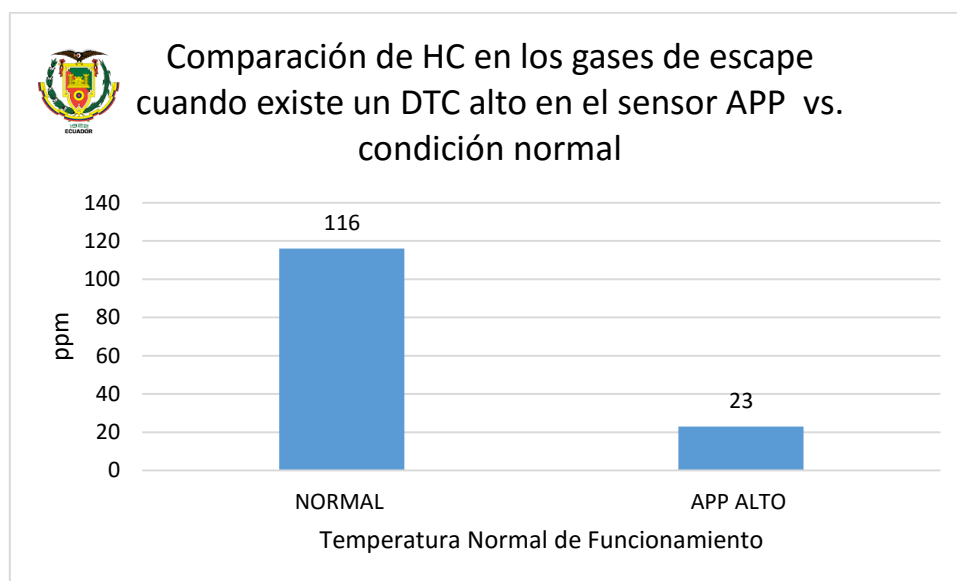


Figura 370 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor APP vs. condición normal y velocidad ralenti

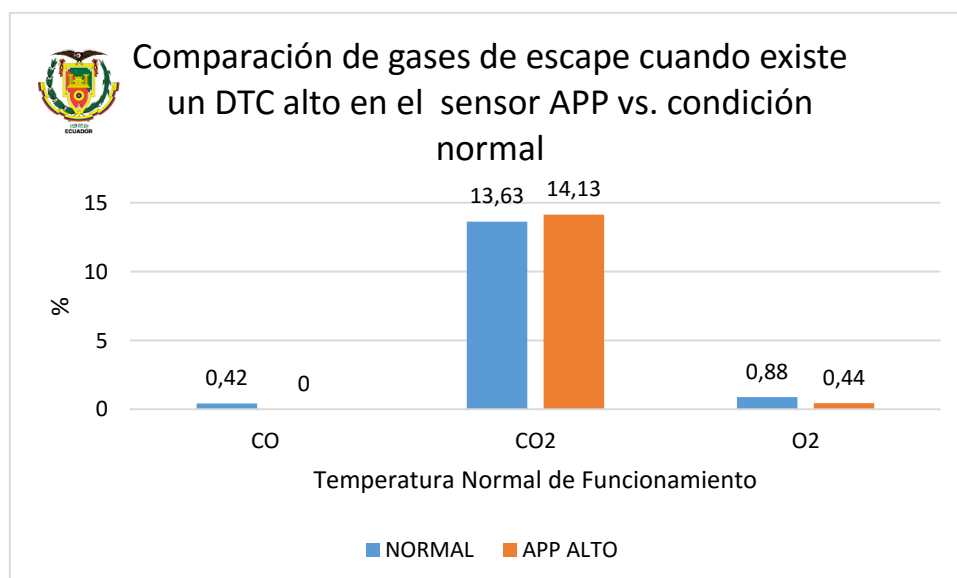


Figura 371 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor APP vs. condición normal y velocidad ralenti

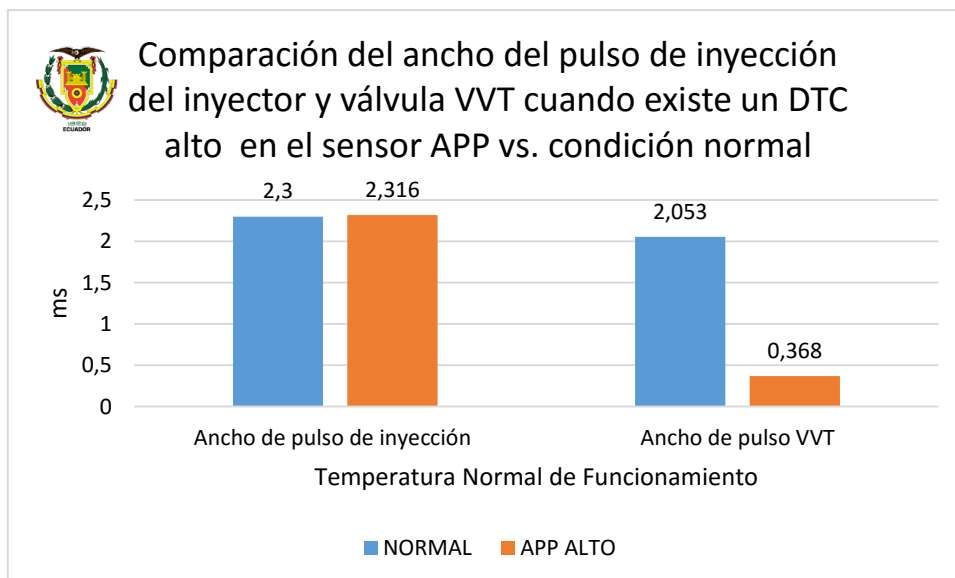


Figura 372 Comparación del ancho del pulso de inyección del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC alto en el sensor APP vs. condición normal y velocidad ralenti

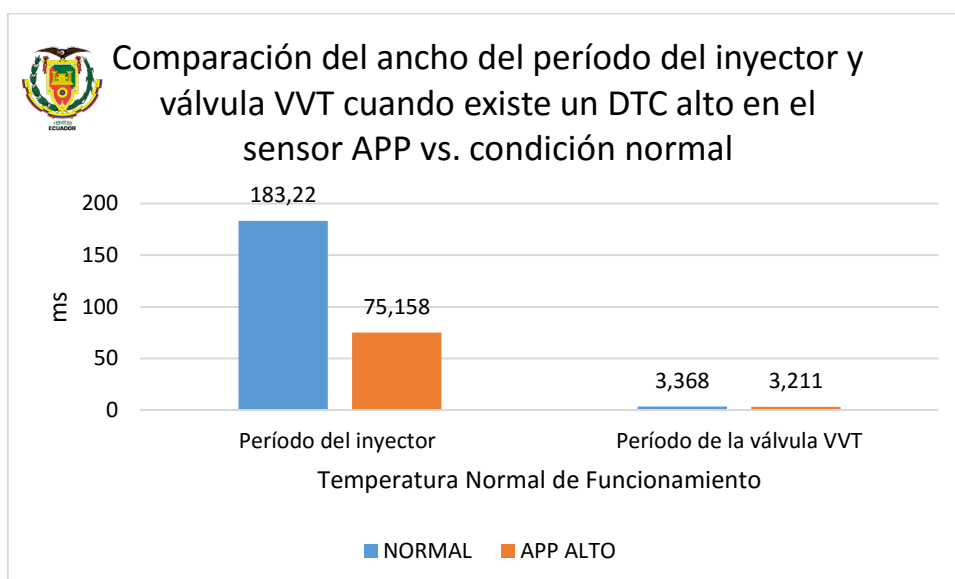


Figura 373 Comparación del ancho del período del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC alto en el sensor APP vs. condición normal y velocidad ralenti

4.6.8. Sensor APP DTC bajo (LOW)

En la figura 374 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba.

P0121	Throttle Pedal Position Sensor/Switch 'A' Circuit Range/Performance
P0122	Throttle/Pedal Position Sensor/Switch 'A' Circuit Low Input

Figura 374 Lectura de código DTC bajo del sensor APP velocidad ralentí

El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en caliente se muestra en la figura 375.

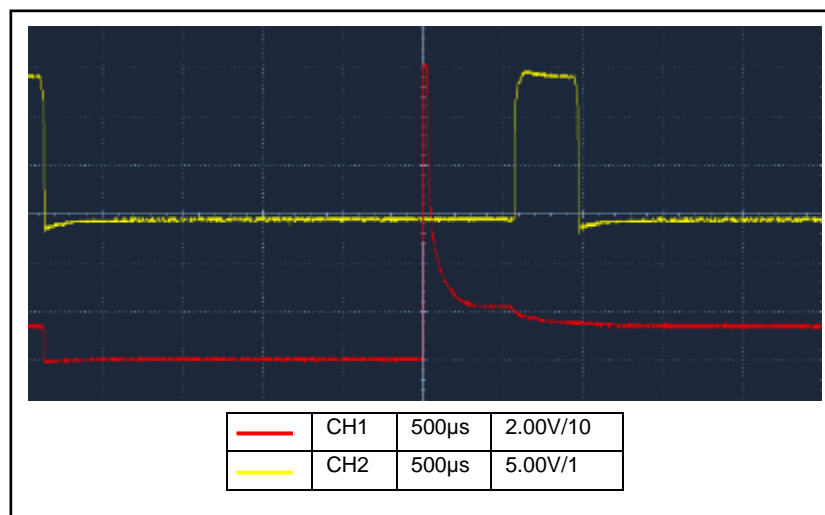


Figura 375 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC bajo el sensor APP con el motor caliente y velocidad ralentí

El ancho de pulso del inyector es de 2.363 ms, con el motor a 1508 rpm y 85°C. En esta prueba lo primero que se puede apreciar es que los niveles de hidrocarburos descienden mucho de igual manera el monóxido tiende a cero. Esto se debe principalmente al adelanto al encendido del motor que se puede confirmar en esta misma prueba cuando se midió el voltaje y la corriente del inyector. Con respecto a la válvula VVT sucede lo mismo que cuando el DTC en el sensor APP era alto pues disminuye a un valor muy bajo lo que determina un menor adelanto a la apertura de la válvula de admisión. El ancho de pulso del inyector se mantiene en un valor cercano al nominal. Los valores obtenidos de esta prueba se muestran en la tabla 64.

Tabla 64

Comparación de valores a condición normal vs. DTC bajo en el sensor APP a velocidad ralenti

Descripción	Unidad	Temperatura Normal de Funcionamiento		Diferencia
		NORMAL	APP BAJO	
HC	ppm	116	21	95
CO	%	0.42	0.00	0.42
CO2	%	13.63	14.00	0.37
O2	%	0.88	0.57	0.31
Velocidad	rpm	660	1508	848
Ancho de pulso de inyección	ms	2.300	2.363	0.063
Ancho de pulso VVT	ms	2.053	0.408	1.645
Período del inyector	ms	183.22	77.165	106.055
Período de la válvula VVT	ms	3.368	3.303	0.065

La comparación de los datos se muestra en los siguientes gráficos de barras.

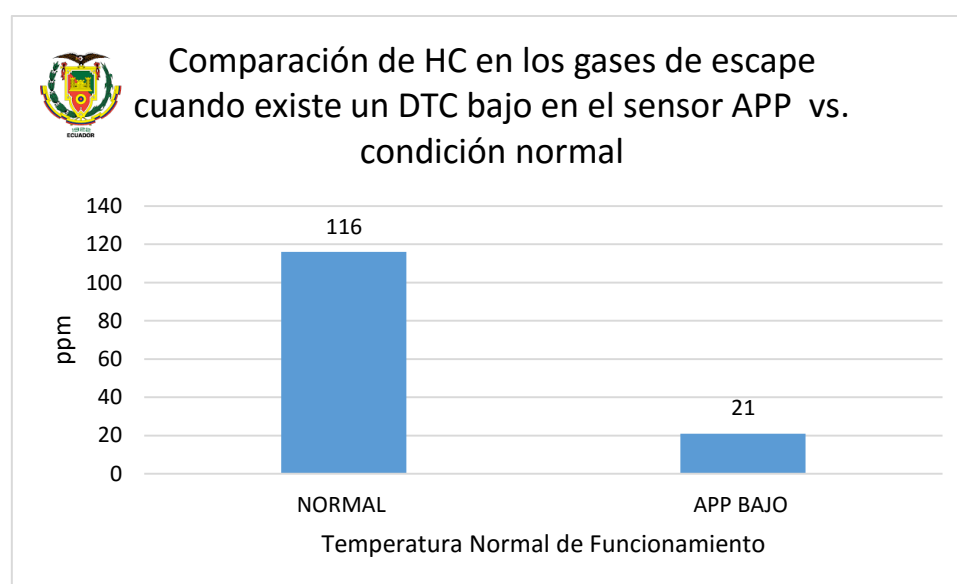


Figura 376 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor APP vs. condición normal y velocidad ralenti

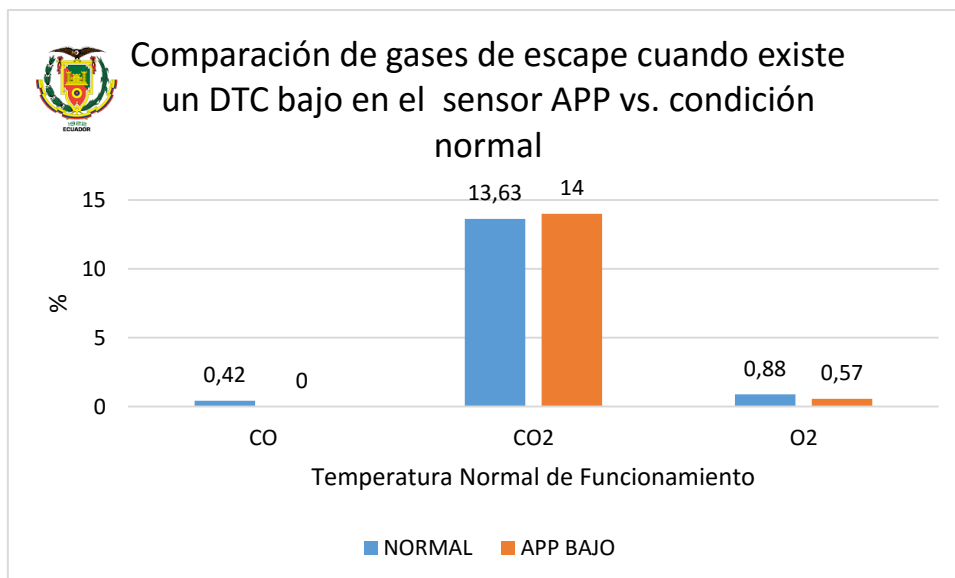


Figura 377 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor APP vs. condición normal y velocidad ralenti

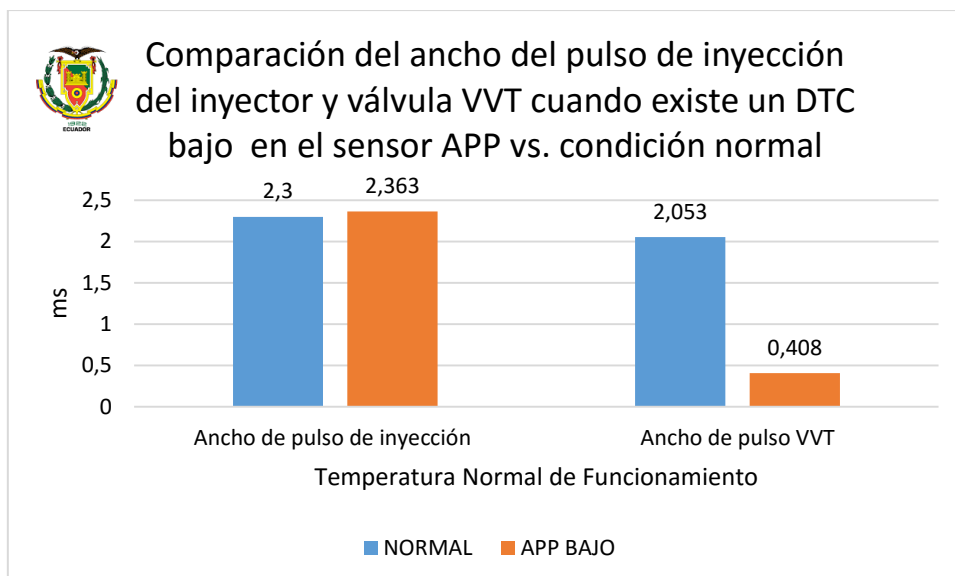


Figura 378 Comparación del ancho del pulso de inyección del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC bajo en el sensor APP vs. condición normal y velocidad ralenti

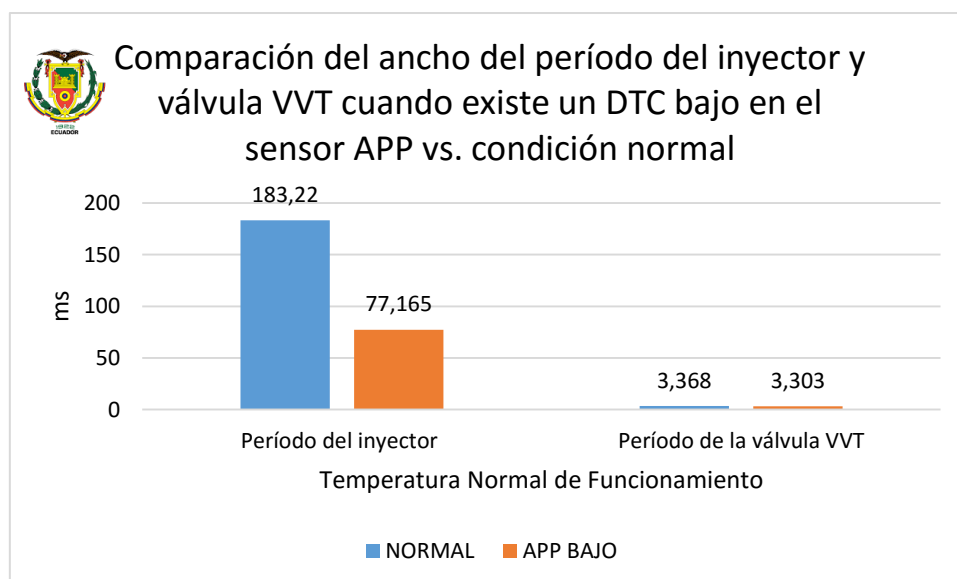


Figura 379 Comparación del ancho del período del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC bajo en el sensor APP vs. condición normal y velocidad ralenti

4.6.9. DTC en el Sensor CMP

En la figura 380 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba

P0340 Camshaft Position Sensor Circuit

Figura 380 Lectura de código DTC del sensor CMP a velocidad ralenti

El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en caliente se muestra en la figura 381.

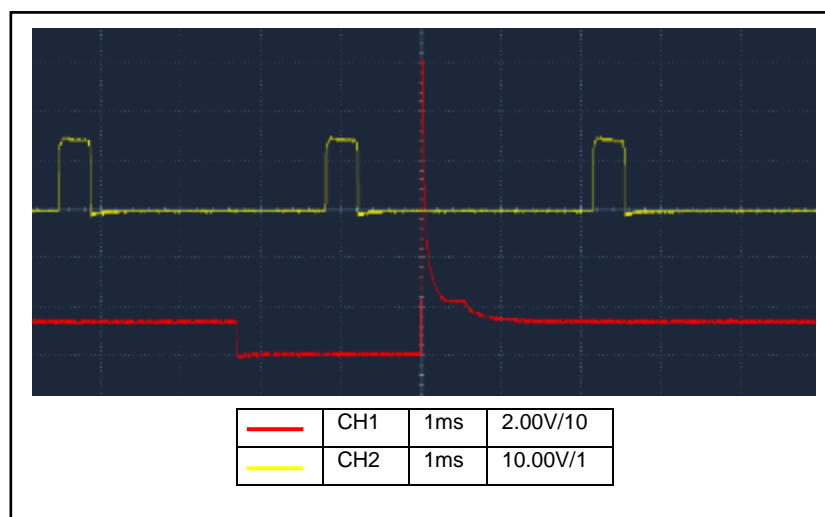


Figura 381 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC el sensor CMP con el motor caliente y velocidad ralenti

El ancho de pulso del inyector es de 2.300 ms, con el motor a 662 rpm y 78°C. En esta prueba el comportamiento de la válvula VVT es similar al ocurrido con los DTC en el sensor APP, el ancho de pulso de la válvula disminuye por lo que también disminuye el tiempo de cruce de válvulas. Al contrario de las fallas en el sensor APP en este caso aumenta el nivel de hidrocarburos presentes en los gases de escape debido a la doble inyección que provoca la doble inyección del sensor CMP pero no es excesiva por el doble salto de chispa. Los gases residuales de escape se encuentran alrededor de los valores del motor funcionando a condiciones normales. Los valores obtenidos de esta prueba se muestran en la tabla 65.

Tabla 65

Comparación de valores a condición normalvs. DTC en el sensor CMP a velocidad ralenti

Descripción	Unidad	Temperatura Normal de Funcionamiento		Diferencia
		NORMAL	CMP	
HC	ppm	116	161	45
CO	%	0.42	0.45	0.03
CO2	%	13.63	13.55	0.08
O2	%	0.88	0.97	0.09
Velocidad	rpm	660	662	2
Ancho de pulso	ms	2.300	2.300	0

CONTINÚA



de inyección				
Ancho de pulso VVT	ms	2.053	0.421	1.632
Período del inyector	ms	183.22	185.584	2.364
Período de la válvula VVT	ms	3.368	2.947	0.421

La comparación de los datos se muestra en los siguientes gráficos de barras.

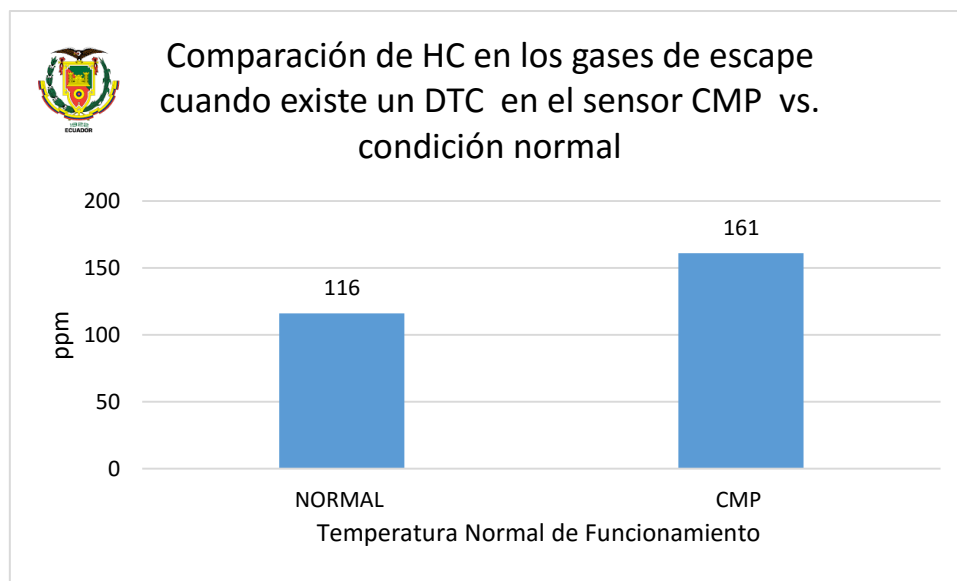


Figura 382 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC en el sensor CMP vs. condición normal y velocidad ralenti

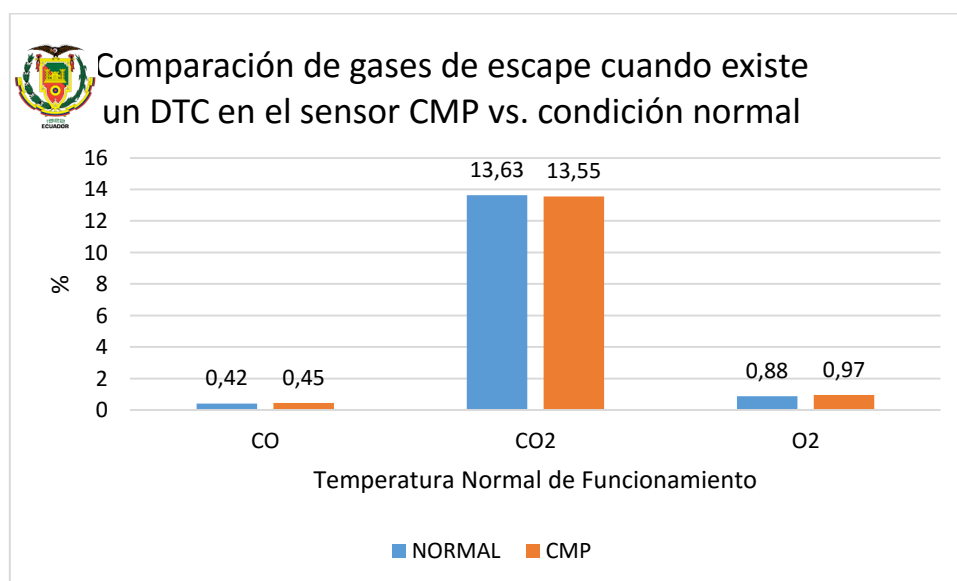


Figura 383 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC en el sensor CMP vs. condición normal y velocidad ralenti

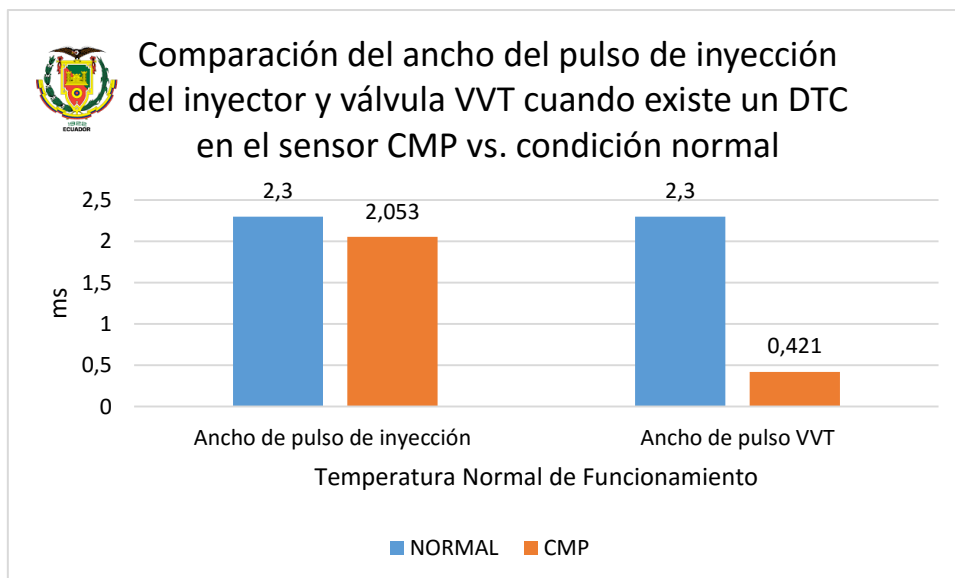


Figura 384 Comparación del ancho del pulso de inyección del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC en el sensor CMP vs. condición normal y velocidad ralentí

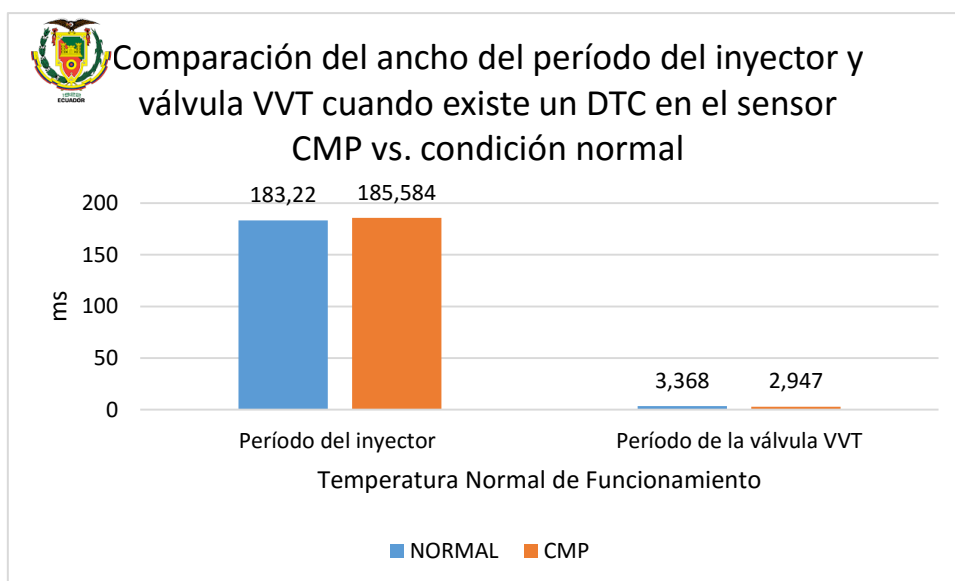


Figura 385 Comparación del ancho del período del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC en el sensor CMP vs. condición normal y velocidad ralentí

4.7. Pruebas con fallas en sensores a velocidad crucero, temperatura normal de operación tomando la curva de la válvula VVT e inyector

4.7.1. Sensor IAT DTC alto (HIGH)

En la figura 386 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba

P0113 Intake Air Temperature Circuit High Input

Figura 386 Lectura de código DTC alto del sensor IAT a velocidad crucero

El oscilograma de voltaje del inyector cuando está a temperatura normal de funcionamiento se muestra en la figura 387.

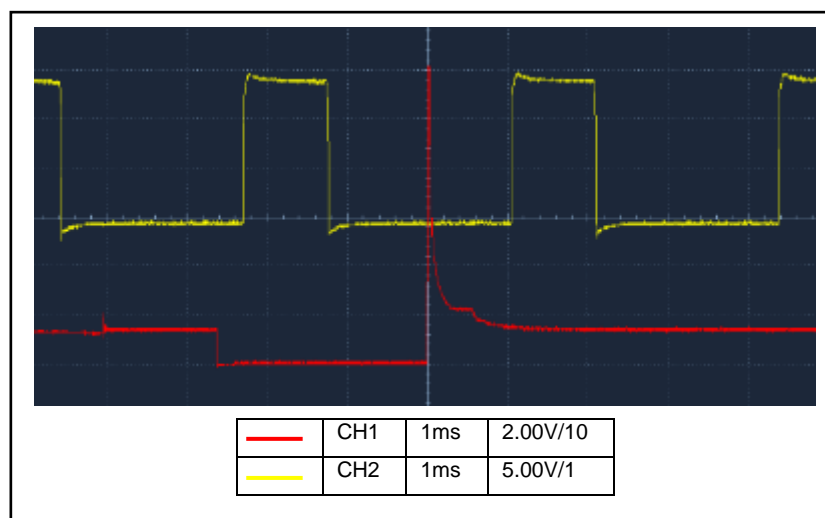


Figura 387 Curva de voltaje del inyector cuando presenta un DTC alto en el sensor IAT con el motor caliente y velocidad crucero

El ancho de pulso del inyector es de 2.395 ms, con el motor a 2355 rpm y 86°C. En esta prueba a pesar de existir una falla de DTC alto en el sensor IAT los valores de hidrocarburos y gases de escape se mantienen cercanos a los valores nominales de trabajo, pero el ancho de pulso de la válvula VVT se mantiene por debajo del valor normal de trabajo lo que significaría una menor adelanto a la apertura de la válvula de admisión pese a estar a una velocidad

más elevada, sin embargo esto se ve compensado gracias a la velocidad con la que está girando el motor. Antes de dar un veredicto acerca de la poca influencia de este sensor cuando el motor alcanza la velocidad de funcionamiento se debería comparar los valores con los obtenidos cuando el vehículo está en movimiento y con alguna carga. Los valores obtenidos de esta prueba se muestran en la tabla 66.

Tabla 66
Comparación de valores a condición normal vs. DTC alto en el sensor IAT a velocidad crucero

Descripción	Unidad	Temperatura Normal de Funcionamiento		Diferencia
		NORMAL	IAT ALTO	
HC	ppm	100	104	4
CO	%	0.63	0.59	0.04
CO2	%	13.66	13.65	0.01
O2	%	0.57	0.60	0.03
Velocidad	rpm	2655	2355	300
Ancho de pulso de inyección	ms	2.579	2.642	0.063
Ancho de pulso VVT	ms	2.00	1.105	0.895
Período del inyector	ms	51.073	47.823	3.25
Período de la válvula VVT	ms	3.316	3.368	0.052

La comparación de los datos se muestra en los siguientes gráficos de barras.

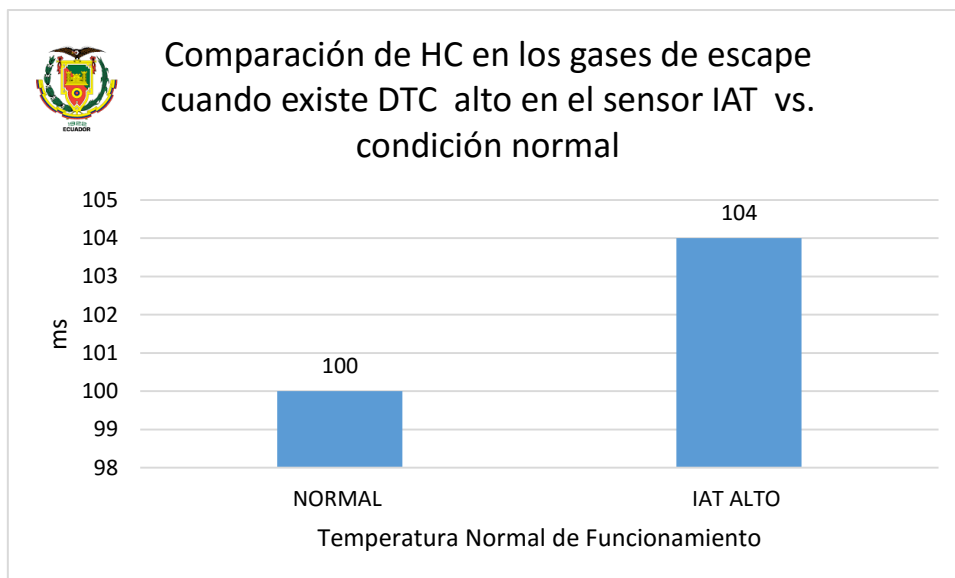


Figura 388 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor alto vs. condición normal y velocidad crucero

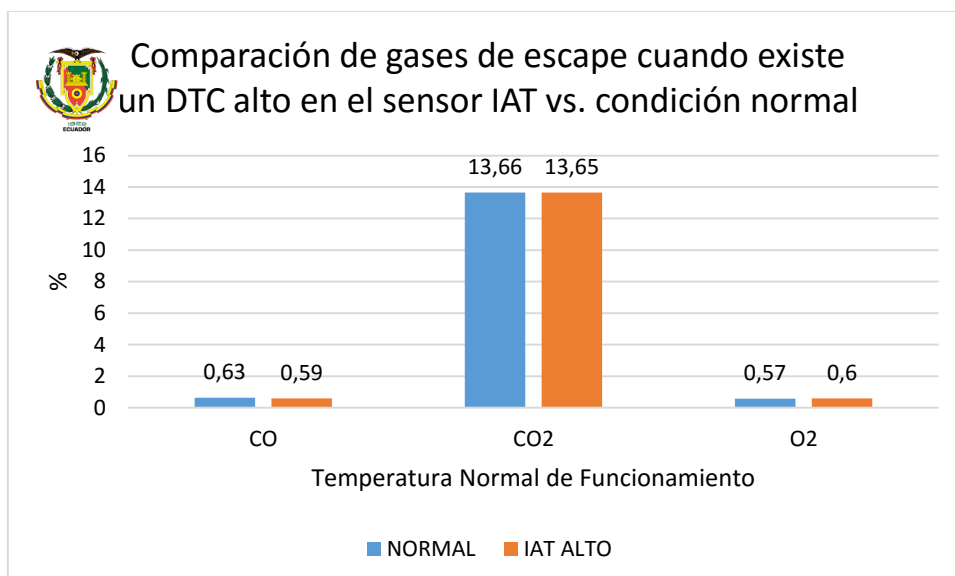


Figura 389 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad crucero

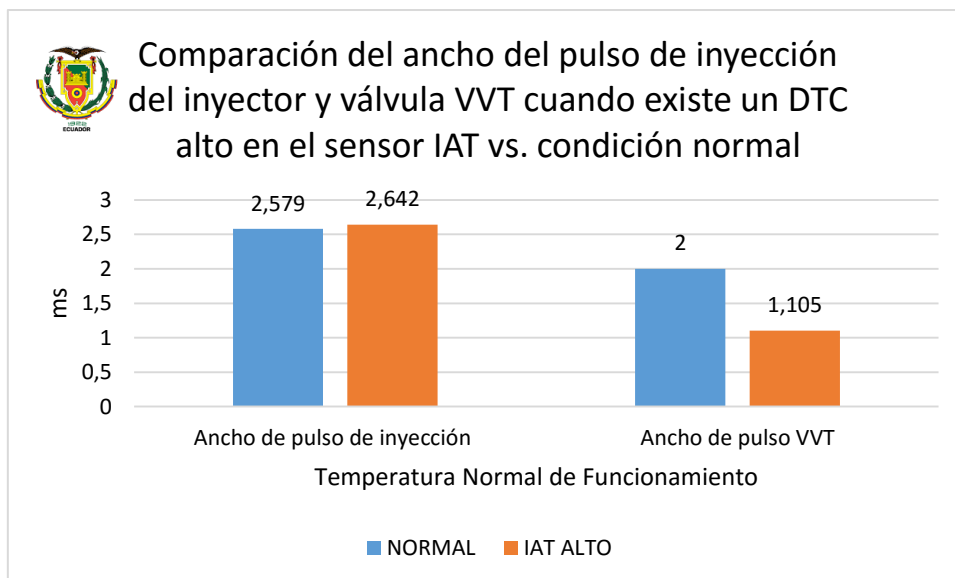


Figura 390 Comparación del ancho del pulso de inyección del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC alto en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad crucero

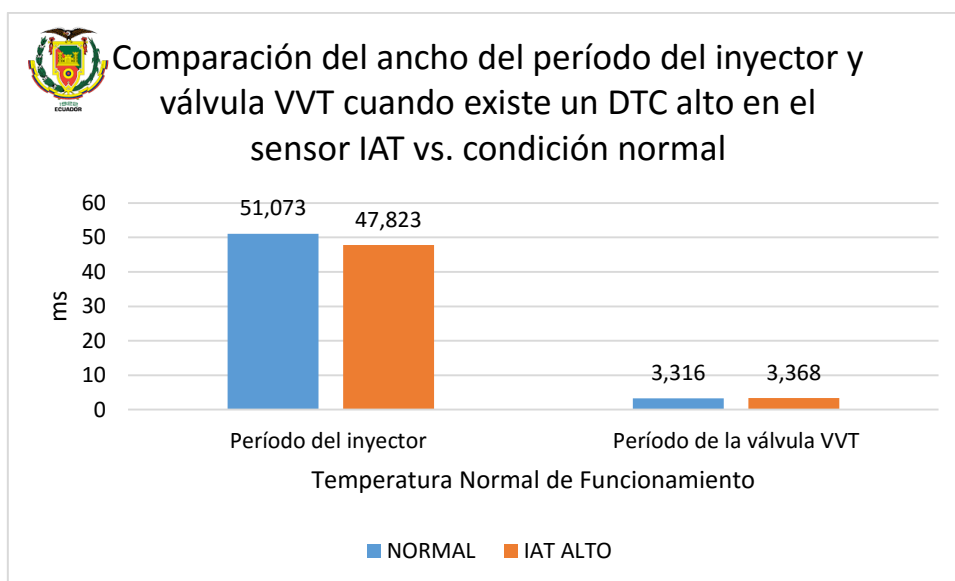


Figura 391 Comparación del ancho del período del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC alto en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad crucero

4.7.2. Sensor IAT DTC bajo (LOW)

En la figura 392 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba

P0112 Intake Air Temperature Circuit Low Input

Figura 392 Lectura de código DTC bajo del sensor IAT motor caliente velocidad crucero

El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en caliente se muestra en la figura 393

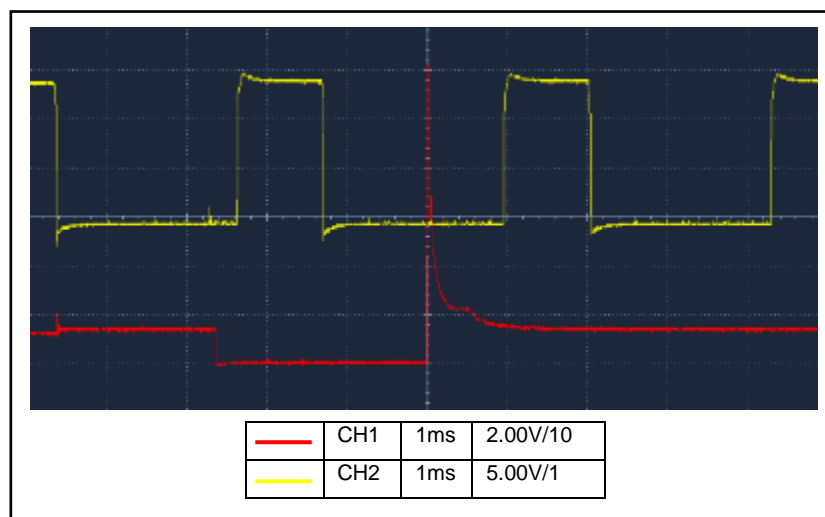


Figura 393 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC bajo el sensor IAT con el motor caliente y velocidad crucero

El ancho de pulso del inyector es de 2.658ms, con el motor a 2256 rpm y 86°C. En esta prueba el funcionamiento del motor es similar a lo ocurrido cuando el DTC en el sensor IAT es alto con solo mínimas variaciones, incluso el funcionamiento de la válvula VVT no varía más que por centésima de milisegundo. Los valores obtenidos de esta prueba se muestran en la tabla 67.

Tabla 67

Comparación de valores a condición normal vs. DTC bajo en el sensor IAT a velocidad crucero

Descripción	Unidad	Temperatura Normal de Funcionamiento		Diferencia
		NORMAL	IAT BAJO	
HC	ppm	100	95	5
CO	%	0.63	0.59	0.04
CO2	%	13.66	13.63	0.03
O2	%	0.57	0.59	0.02
Velocidad	rpm	2655	2256	399

CONTINÚA →

Ancho de pulso de inyección	ms	2.579	2.658	0.079
Ancho de pulso VVT	ms	2.00	1.105	. 895
Período del inyector	ms	51.073	52.387	1.314
Período de la válvula VVT	ms	3.316	3.326	0.01

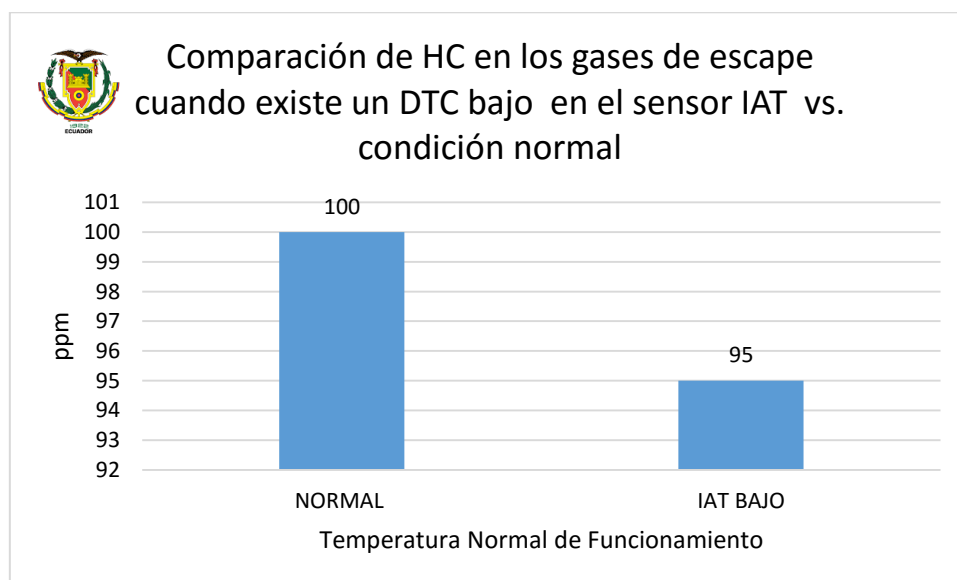


Figura 394 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad crucero

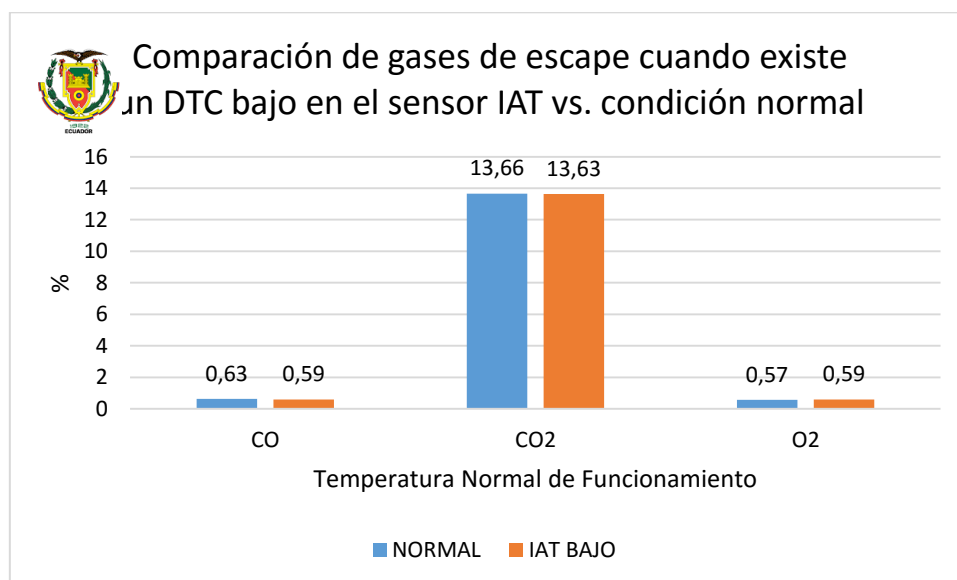


Figura 395 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad crucero

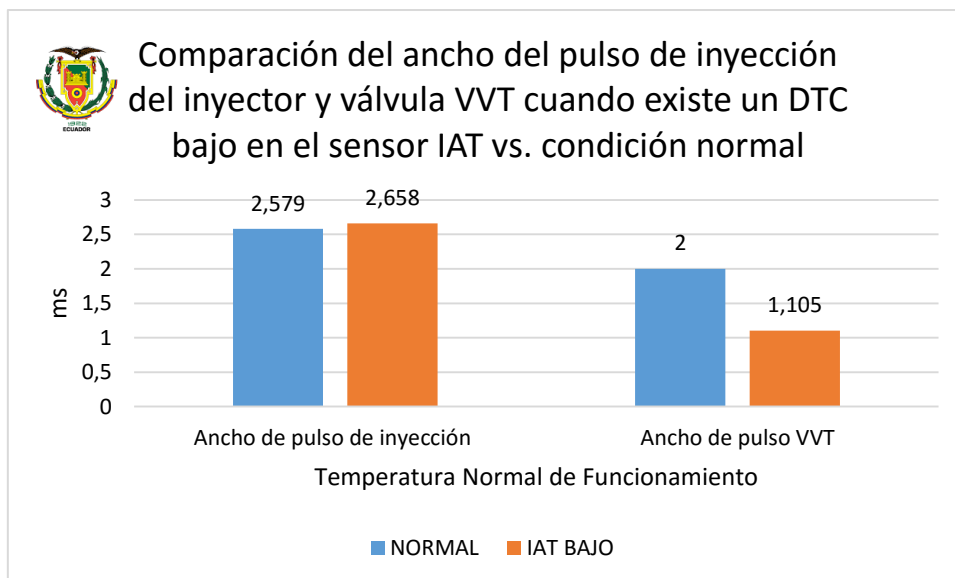


Figura 396 Comparación del ancho del pulso de inyección del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC bajo en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad cruceo

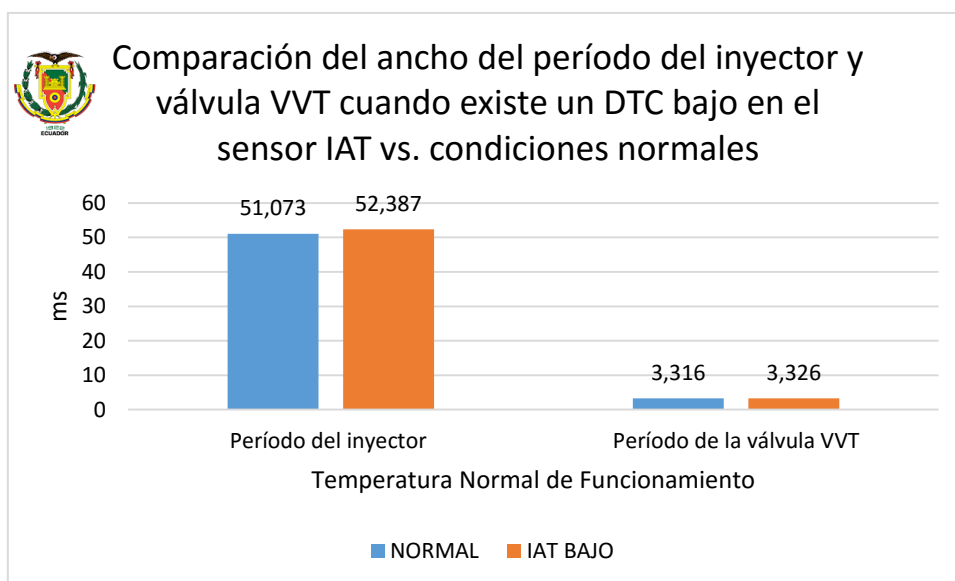


Figura 397 Comparación del ancho del período del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC bajo en el sensor IAT vs. condición normal y velocidad cruceo

4.7.3. Sensor MAF DTC alto (HIGH)

En la figura 398 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba

P0103 Mass Air Flow Circuit High

Figura 398 Lectura de código DTC alto del sensor MAF a velocidad cruceo

El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en caliente se muestra en la figura 399.

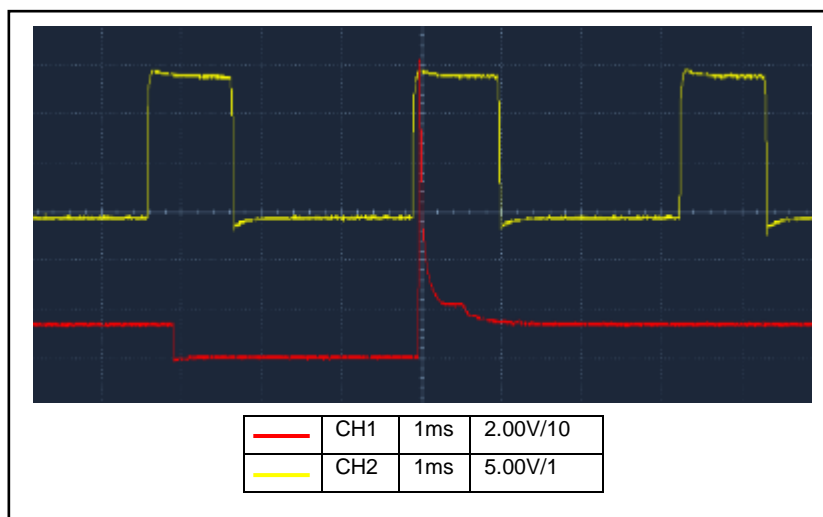


Figura 399 Curva de voltaje y corriente del inyector con DTC alto del sensor MAF motor caliente velocidad ralenti

El ancho de pulso del inyector es de 3.026 ms, con el motor a 2175 rpm y 86°C. En esta prueba la cantidad de hidrocarburos es elevada debido a que el ancho de pulso del inyector ha aumentado además que la válvula VVT se abre parcialmente por el DTC por lo que no ingresa suficiente oxígeno para realizar una combustión más completa. El nivel de monóxido también es elevado debido a la saturación del catalizador. Los valores obtenidos de esta prueba se muestran en la tabla 68.

Tabla 68
Comparación de valores a condición normal vs. DTC alto en el sensor MAF a velocidad cruceo

Descripción	Unidad	Temperatura Normal de Funcionamiento		Diferencia
		NORMAL	MAF ALTO	
HC	ppm	100	303	203
CO	%	0.63	7.99	7.36
CO2	%	13.66	9.11	4.55
O2	%	0.57	0.28	0.29

CONTINÚA →

Velocidad	rpm	2655	2175	480
Ancho de pulso de inyección	ms	2.579	3.026	0.447
Ancho de pulso VVT	ms	2.00	1.079	0.921
Período del inyector	ms	51.073	55.082	4.009
Período de la válvula VVT	ms	3.316	3.300	0.016

La comparación de los datos se muestra en los siguientes gráficos de barras.

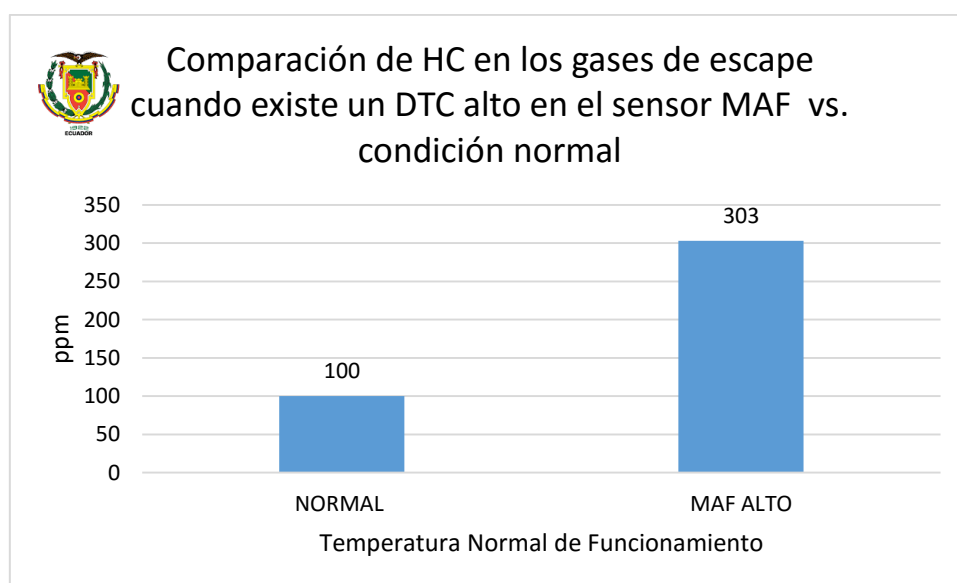


Figura 400 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad crucero

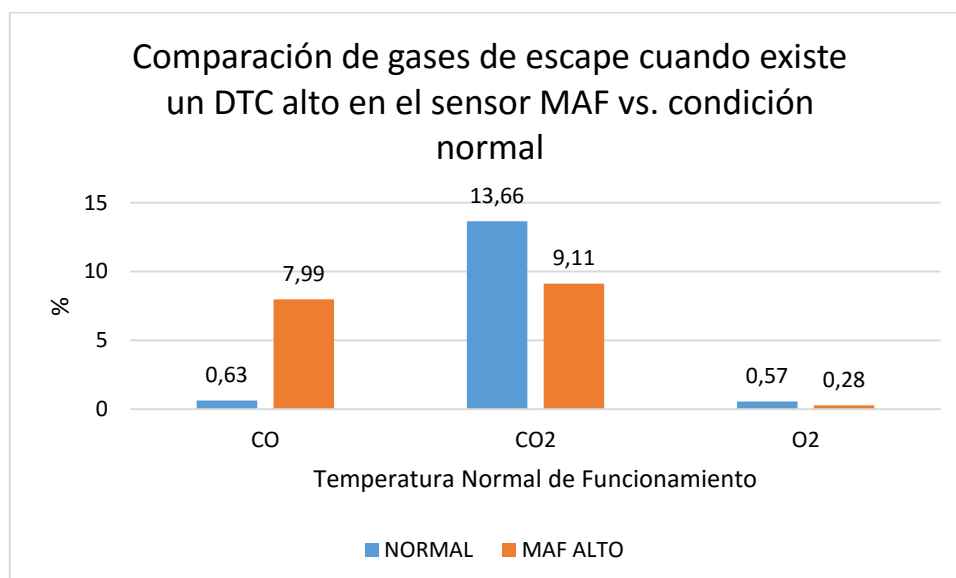


Figura 401 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad crucero

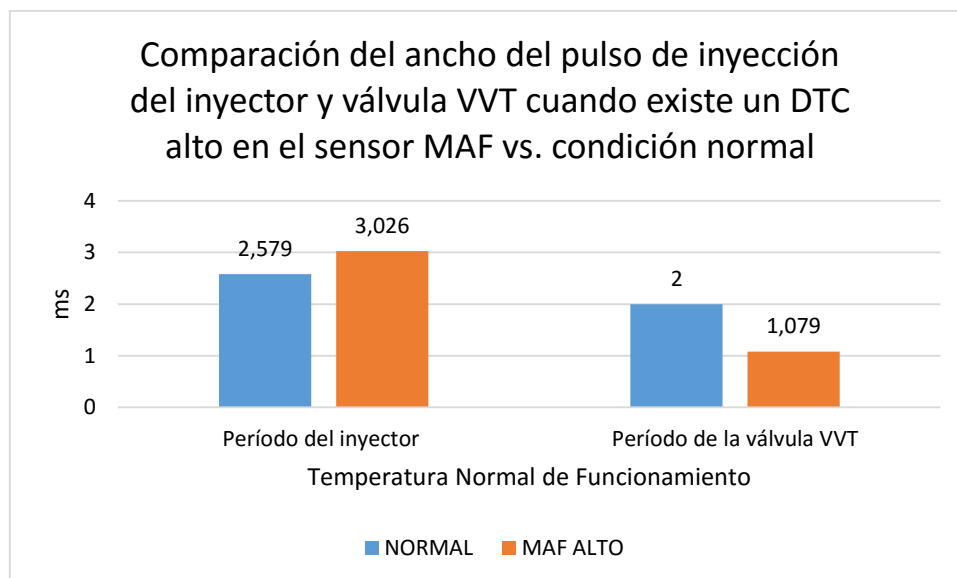


Figura 402 Comparación del ancho del pulso de inyección del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC alto en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad cruceo

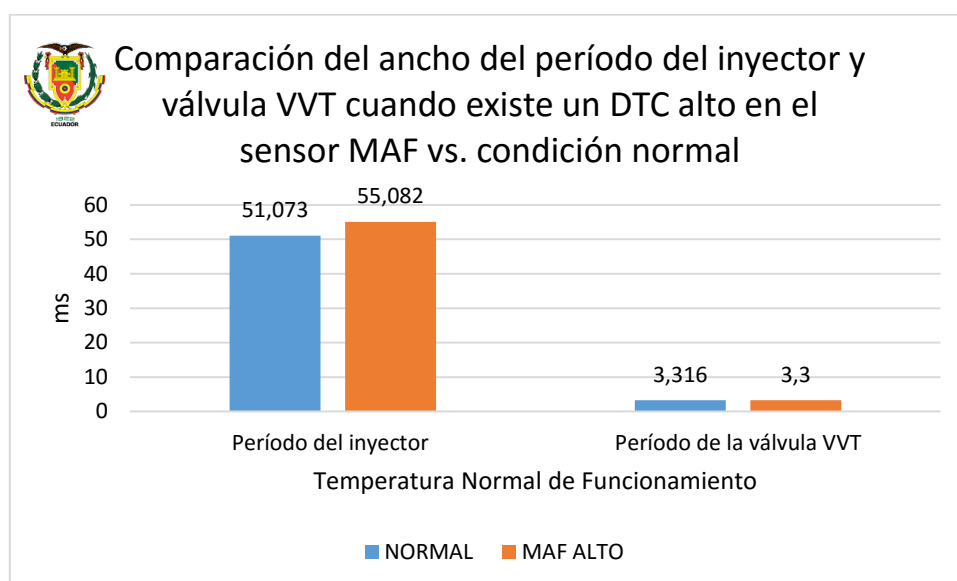


Figura 403 Comparación del ancho del período del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC alto en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad cruceo

4.7.4. Sensor MAF DTC bajo (LOW)

En la figura 404 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba

P0102 Mass Air Flow Circuit Low

Figura 404 Lectura de código DTC alto del sensor IAT a velocidad crucero

El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en caliente se muestra en la figura 405.

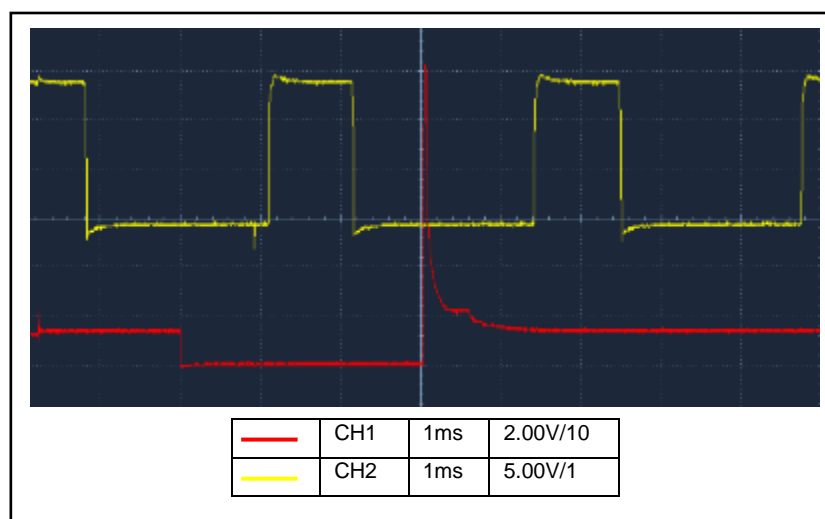


Figura 405 Curva de voltaje y corriente del inyector con DTC bajo del sensor MAF motor caliente y velocidad ralenti

El ancho de pulso del inyector es de 3.053ms, con el motor a 2180 rpm y 87°C. En esta prueba se obtiene resultados similares a cuando el motor tiene el DTC alto en este mismo sensor pero tanto el nivel de hidrocarburos como el monóxido son ligeramente menores. En el ancho de pulso de la válvula VVT no hay variaciones. Los valores obtenidos de esta prueba se muestran en la tabla 69.

Tabla 69

Comparación de valores a condición normal vs. DTC bajo en el sensor MAF a velocidad crucero

Descripción	Unidad	Temperatura Normal de Funcionamiento		Diferencia
		NORMAL	MAF BAJO	
HC	ppm	100	290	190
CO	%	0.63	8.08	7.45
CO2	%	13.66	9.07	4.59

CONTINÚA →

O2	%	0.57	0.28	0.29
Velocidad	rpm	2655	2180	475
Ancho de pulso de inyección	ms	2.579	3.053	0.474
Ancho de pulso VVT	ms	2.00	1.053	0.47
Período del inyector	ms	51.073	51.726	0.653
Período de la válvula VVT	ms	3.316	3.316	0

La comparación de los datos se muestra en los siguientes gráficos de barras.

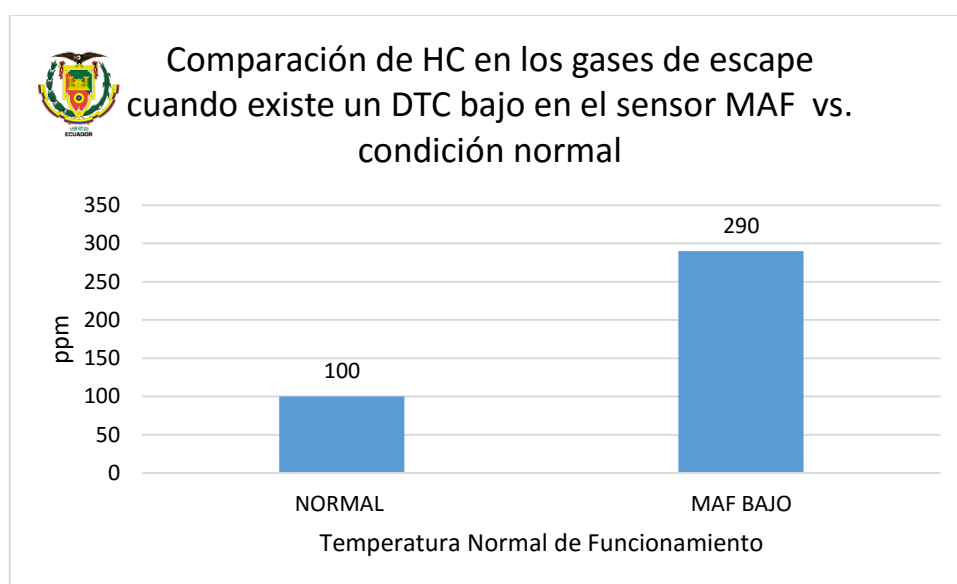


Figura 406 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad crucero

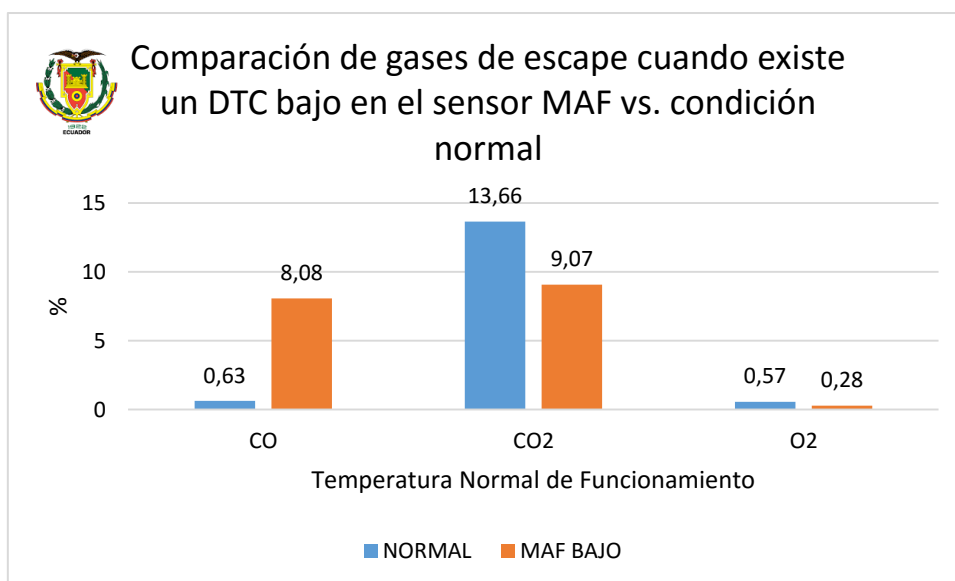


Figura 407 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad crucero

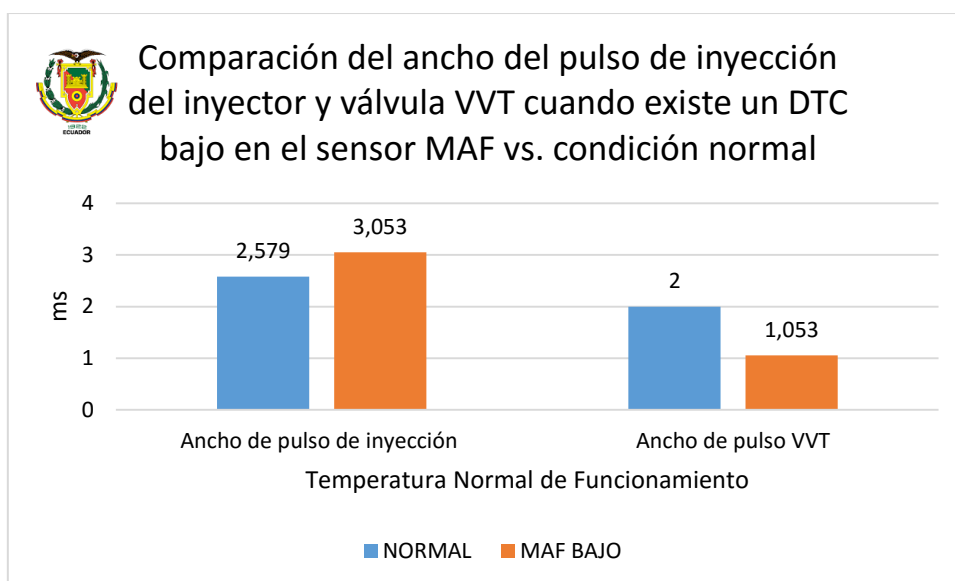


Figura 408 Comparación del ancho del pulso de inyección del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC bajo en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad crucero

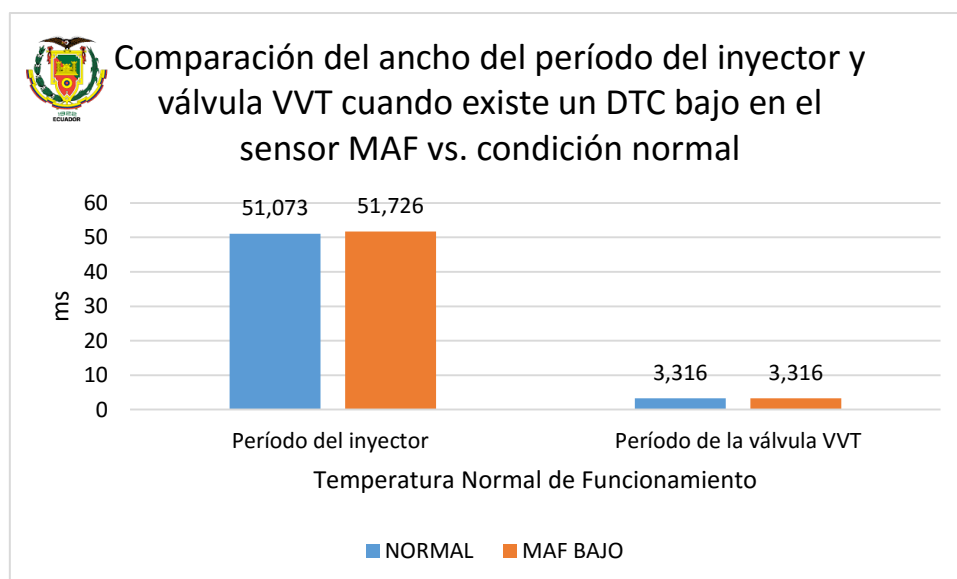


Figura 409 Comparación del ancho del período del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC bajo en el sensor MAF vs. condición normal y velocidad crucero

4.7.5. Sensor ECT DTC Alto (HIGH)

En la figura 410 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba

P0118 Engine Coolant Temperature Circuit High Input

Figura 410 Lectura de código DTC alto del sensor ECT a velocidad crucero

El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en caliente se muestra en la figura 411.

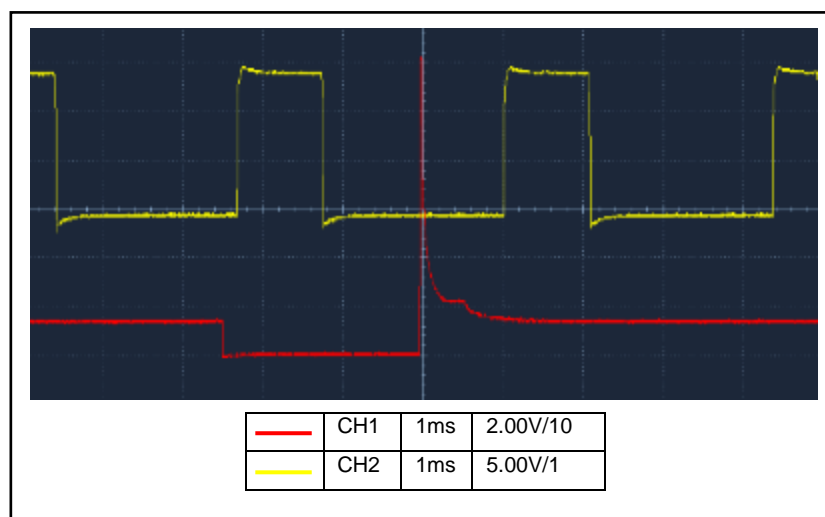


Figura 411 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC alto el sensor ECT con el motor caliente y velocidad cruceo

El ancho de pulso del inyector es de 2.468 ms, con el motor a 2063 rpm y -40°C. En esta prueba disminuyen los hidrocarburos presentes en los gases de escape, mientras los demás gases se mantienen en un valor cercano a los obtenidos cuando el motor trabaja a condiciones normales. La válvula VVT mantiene su funcionamiento similar al obtenido cuando ocurren otras fallas de este tipo. Los valores obtenidos de esta prueba se muestran en la tabla 70.

Tabla 70

Comparación de valores a condición normal vs. DTC alto en el sensor ECT velocidad cruceo

Descripción	Unidad	Temperatura Normal de Funcionamiento		Diferencia
		NORMAL	ECT ALTO	
HC	ppm	100	90	10
CO	%	0.63	0.58	0.15
CO2	%	13.66	13.57	0.09
O2	%	0.57	0.71	0.14
Velocidad	rpm	2655	2063	592
Ancho de pulso de inyección	ms	2.579	2.468	0.111
Ancho de pulso VVT	ms	2.00	1.105	0.895
Período del inyector	ms	51.073	57.953	6.88
Período de la válvula VVT	ms	3.316	3.316	0

La comparación de los datos se muestra en los siguientes gráficos de barras.

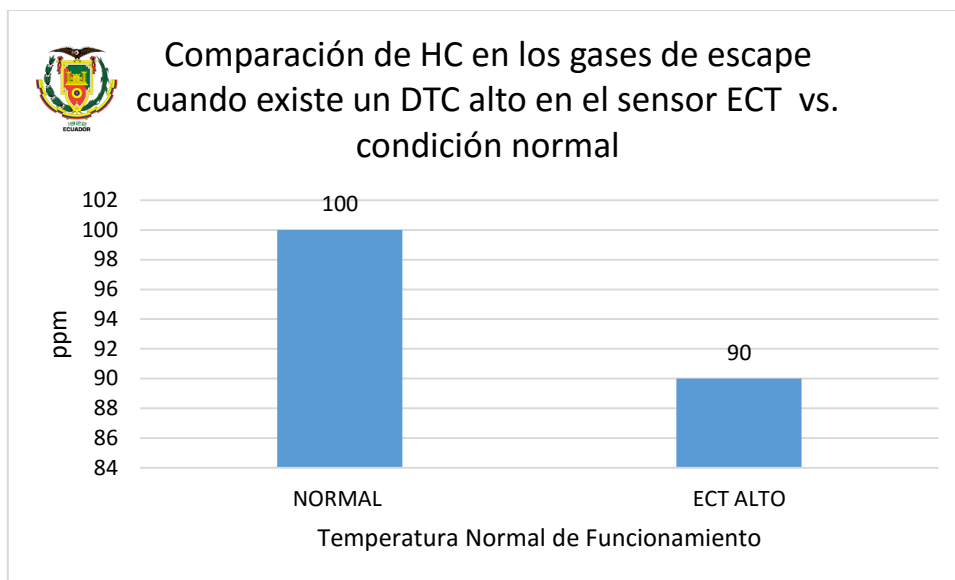


Figura 412 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad crucero

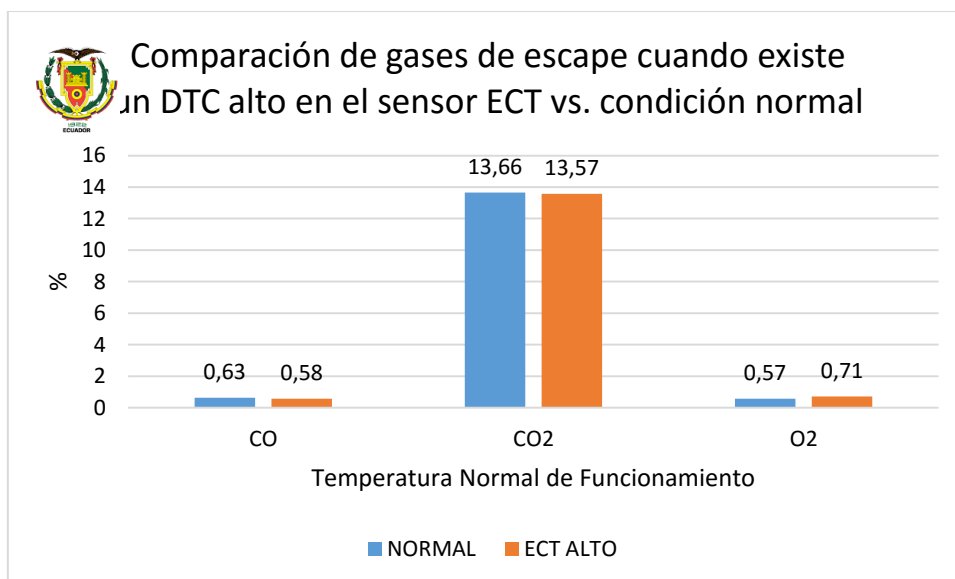


Figura 413 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC alto en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad crucero

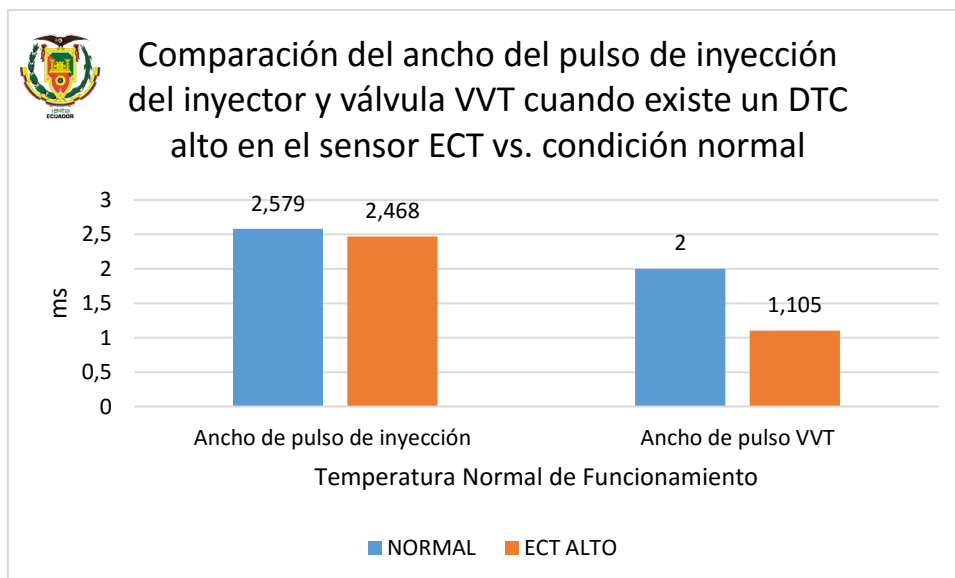


Figura 414 Comparación del ancho del pulso de inyección del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC alto en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad crucero

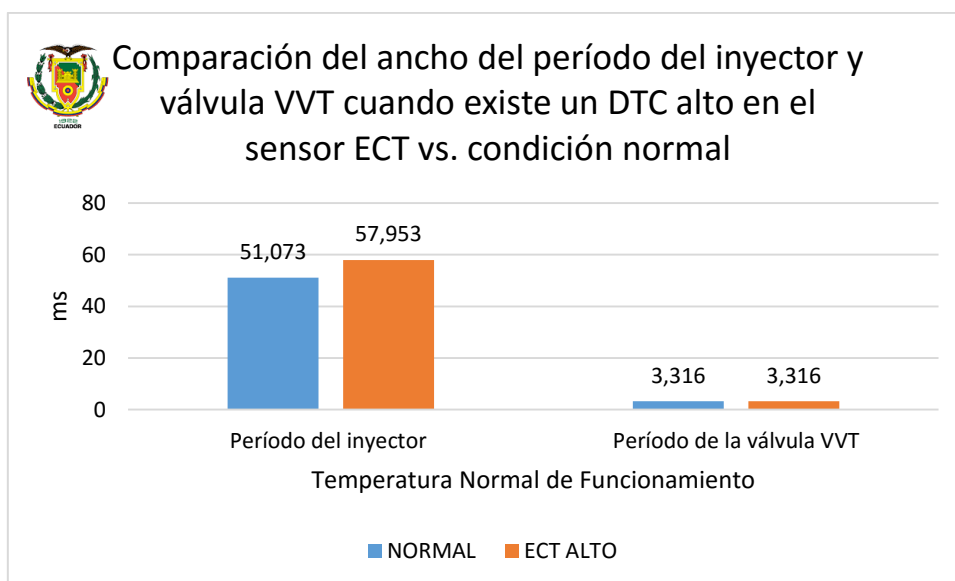


Figura 415 Comparación del ancho del período del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC alto en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad crucero

4.7.6. Sensor ECT DTC bajo (LOW)

En la figura 416 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba.

P0117 Engine Coolant Temperature Circuit Low Input

Figura 416 Lectura de código DTC bajo del sensor ECT a velocidad crucero

El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en caliente se muestra en la figura 417.

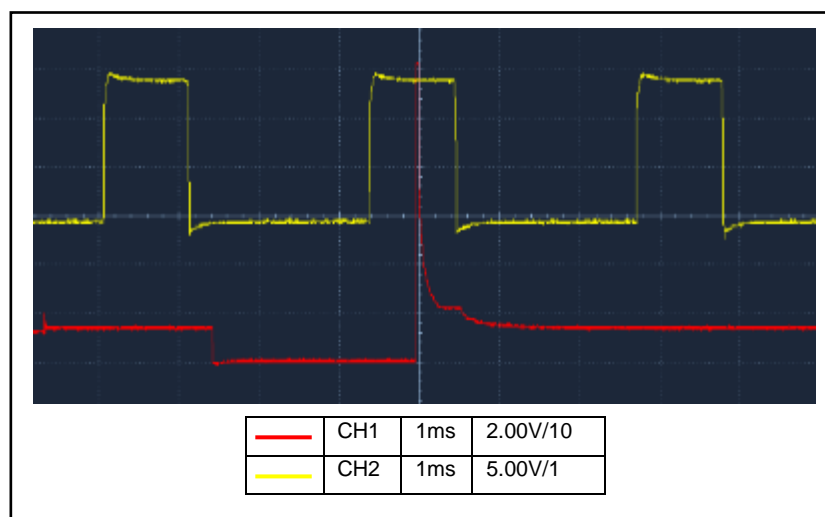


Figura 417 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando existe DTC bajo en el sensor ECT motor caliente velocidad crucero

El ancho de pulso del inyector es de 2.526 ms, con el motor a 2288 rpm y 140°C. En esta prueba se obtiene resultados similares a los registrados cuando el motor trabaja con un DTC alto en el sensor ECT. Los valores obtenidos de esta prueba se muestran en la tabla 71.

Tabla 71

Comparación de valores a condición normal vs. DTC bajo en el sensor ECT a velocidad crucero

Descripción	Unidad	Temperatura Normal de Funcionamiento		Diferencia
		NORMAL	ECT BAJO	
HC	ppm	100	89	11
CO	%	0.63	0.62	0.01
CO2	%	13.66	13.55	0.11
O2	%	0.57	0.64	0.07
Velocidad	rpm	2655	2288	367
Ancho de pulso de inyección	ms	2.579	2.526	0.053
Ancho de pulso	ms	2.00	1.053	0.947

CONTINUA →

VVT				
Período del inyector	ms	51.073	55.953	4.88
Período de la válvula VVT	ms	3.316	3.421	0.105

La comparación de los datos se muestra en los siguientes gráficos de barras.

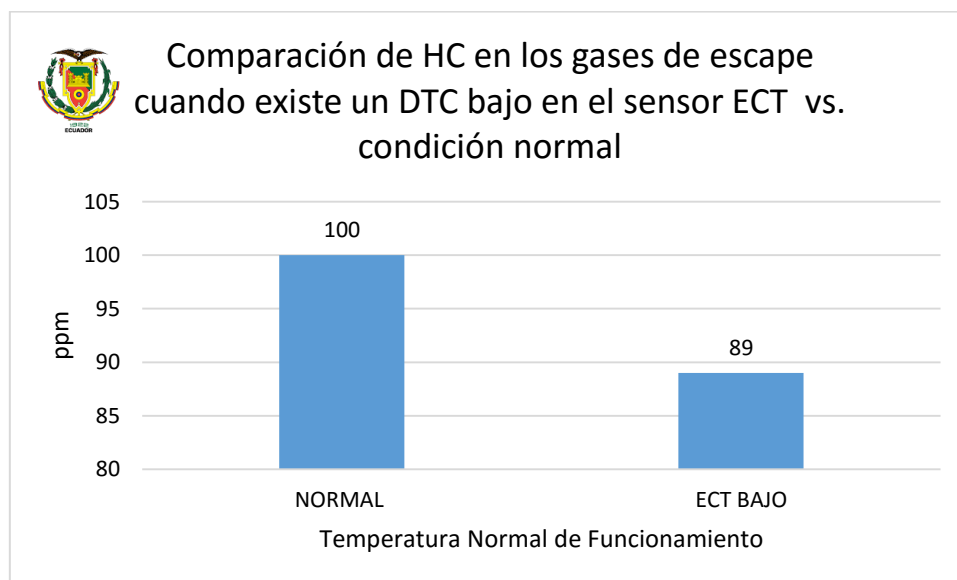


Figura 418 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad crucero

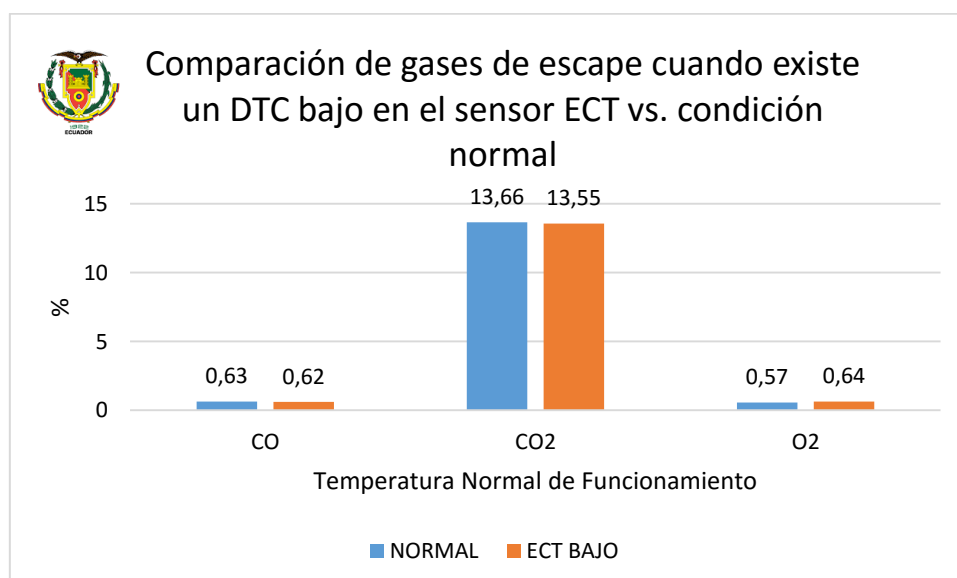


Figura 419 Comparación de gases de escape cuando existe un DTC bajo en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad crucero

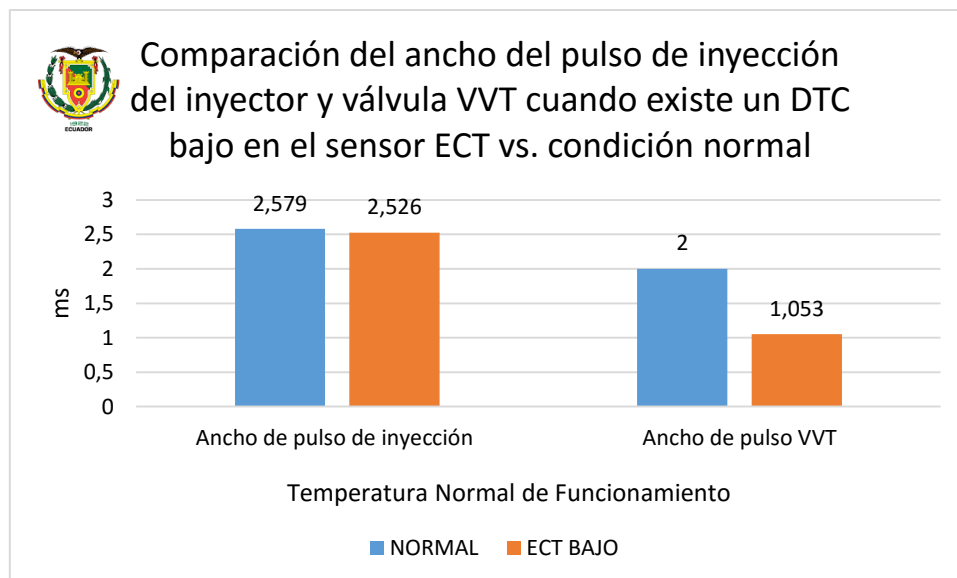


Figura 420 Comparación del ancho del pulso de inyección del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC bajo en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad cruceo

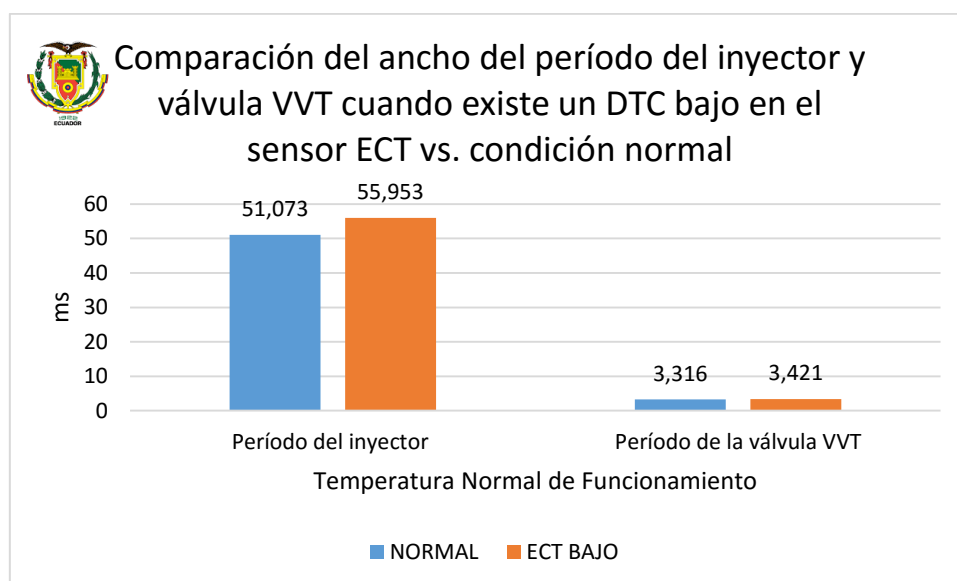


Figura 421 Comparación del ancho del período del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC bajo en el sensor ECT vs. condición normal y velocidad cruceo

4.7.7. Sensor APP DTC Alto (HIGH)

En la figura 422 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba

P0121	Throttle Pedal Position Sensor/Switch 'A' Circuit Range/Performance
P0123	Throttle/Pedal Position Sensor/Switch 'A' Circuit High Input

Figura 422 Lectura de código DTC alto del sensor APP y velocidad crucero

4.7.8. Sensor APP DTC bajo (LOW)

En la figura 423 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba.

P0121	Throttle Pedal Position Sensor/Switch 'A' Circuit Range/Performance
P0122	Throttle/Pedal Position Sensor/Switch 'A' Circuit Low Input

Figura 423 Lectura de código DTC bajo del sensor APP a velocidad crucero

4.7.9. DTC en el Sensor CMP

En la figura 425 se observa la lectura del código DTC, presente en la ECU al momento de realizar la prueba

P0340	Camshaft Position Sensor Circuit
--------------	----------------------------------

Figura 424 Lectura de código DTC del sensor CMP a velocidad crucero

El oscilograma de voltaje y corriente generado por el inyector cuando está en caliente se muestra en la figura 425.

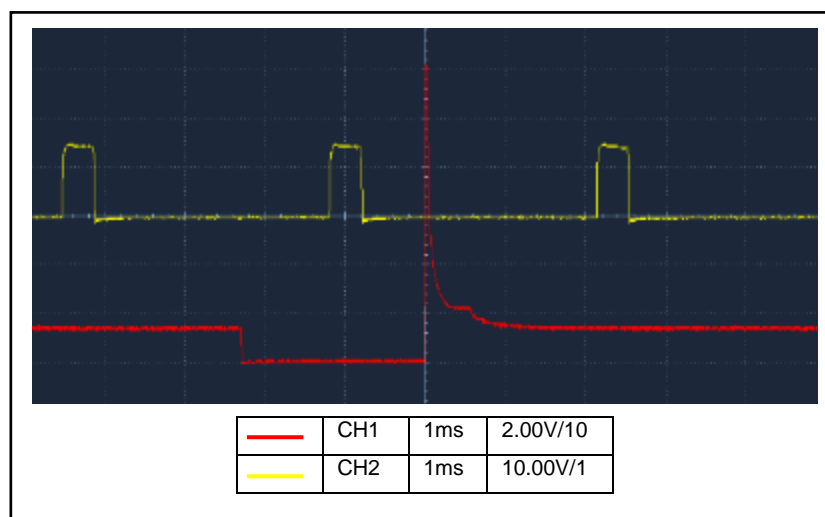


Figura 425 Curva de voltaje y corriente del inyector cuando presenta un DTC el sensor CMP con el motor caliente y velocidad cruceo

El ancho de pulso del inyector es de 2.316 ms, con el motor a 2202 rpm y 86°C. En esta prueba se puede observar que la mayor parte de los valores se mantienen cercanos a los de funcionamiento de condición normal excepto del valor de ancho de pulso de la válvula VVT que disminuye a un valor mucho menor que el obtenido en otras pruebas con la misma falla (ralentí) sin embargo como se puede observar no tiene mayor incidencia en el funcionamiento normal del motor cuando trabaja a velocidad de cruceo pero sin carga. Los valores obtenidos de esta prueba se muestran en la tabla 72.

Tabla 72

Comparación de valores a condición normal vs. DTC en el sensor CMP velocidad cruceo

Descripción	Unidad	Temperatura Normal de Funcionamiento		Diferencia
		NORMAL	CMP	
HC	ppm	100	107	7
CO	%	0.63	0.60	0.03
CO2	%	13.66	13.66	0
O2	%	0.57	0.66	0.09
Velocidad	rpm	2655	2202	453
Ancho de pulso de inyección	ms	2.579	2.316	0.263
Ancho de pulso VVT	ms	2.00	0.400	1.60
Período del inyector	ms	51.073	185.504	134.431

CONTINÚA →

Período de la válvula VVT	ms	3.316	3.053	0.263
----------------------------------	----	-------	-------	-------

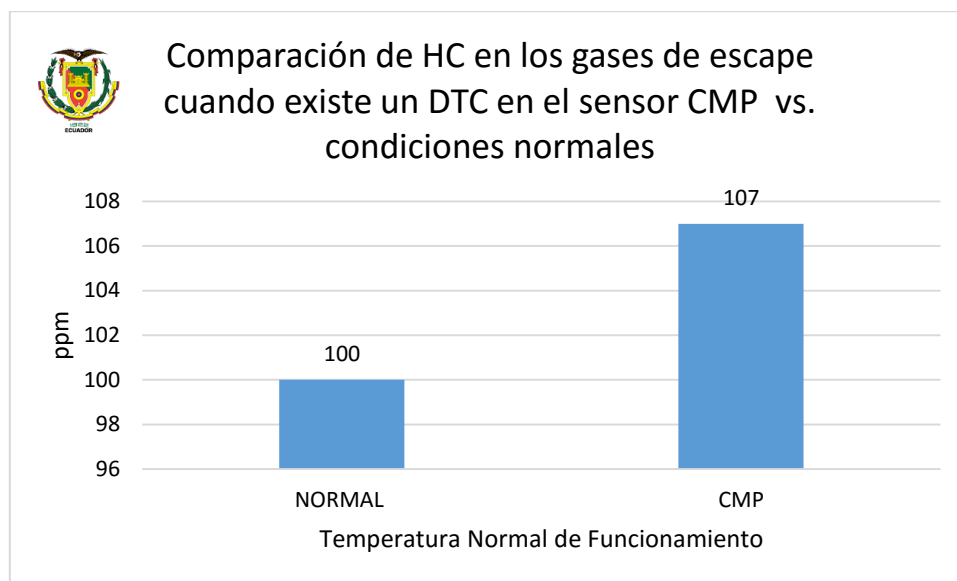


Figura 426 Comparación de HC en los gases de escape cuando existe un DTC en el sensor CMP vs. condición normal y velocidad crucero

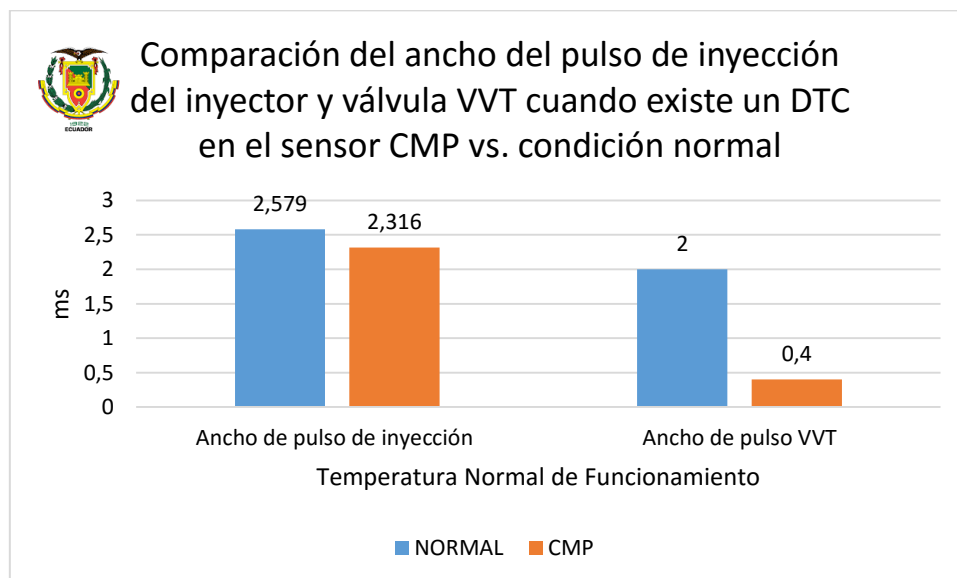


Figura 427 Comparación del ancho del pulso de inyección del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC en el sensor CMP vs. condición normal y velocidad crucero

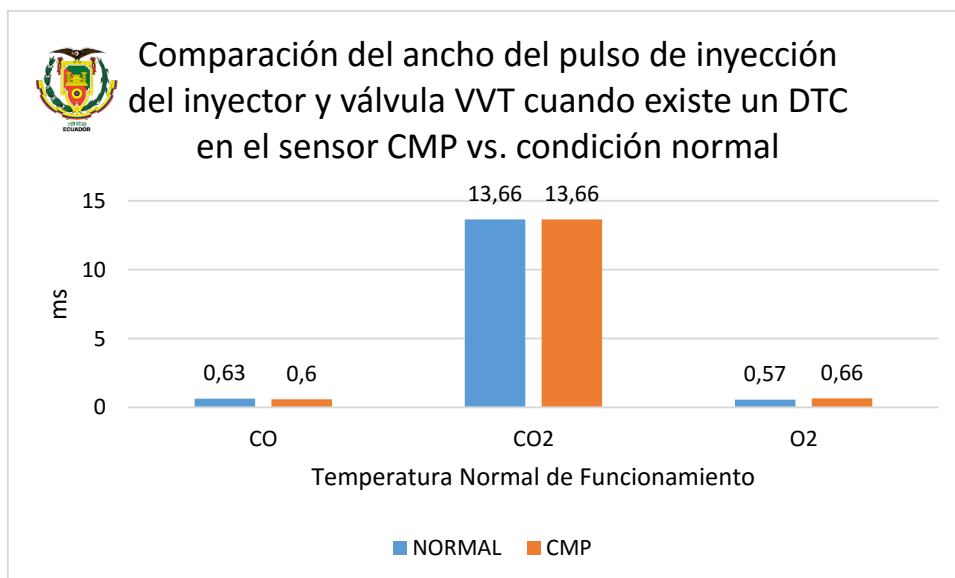


Figura 428 Comparación del ancho del pulso de inyección del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC en el sensor CMP vs. condición normal y velocidad crucero

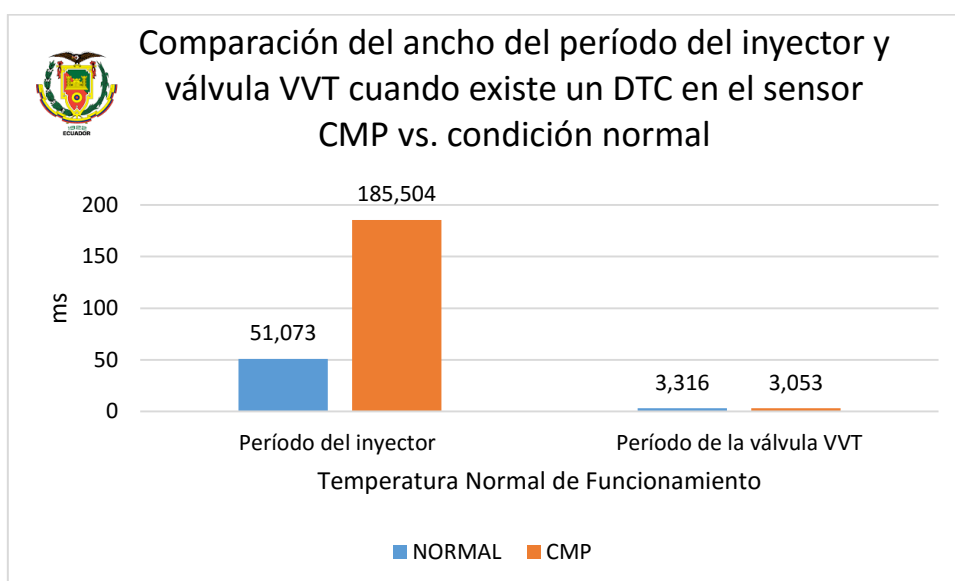


Figura 429 Comparación del ancho del período del inyector y válvula VVT cuando existe un DTC en el sensor CMP vs. condición normal y velocidad crucero

4.8.Comparación unificada de datos por velocidad

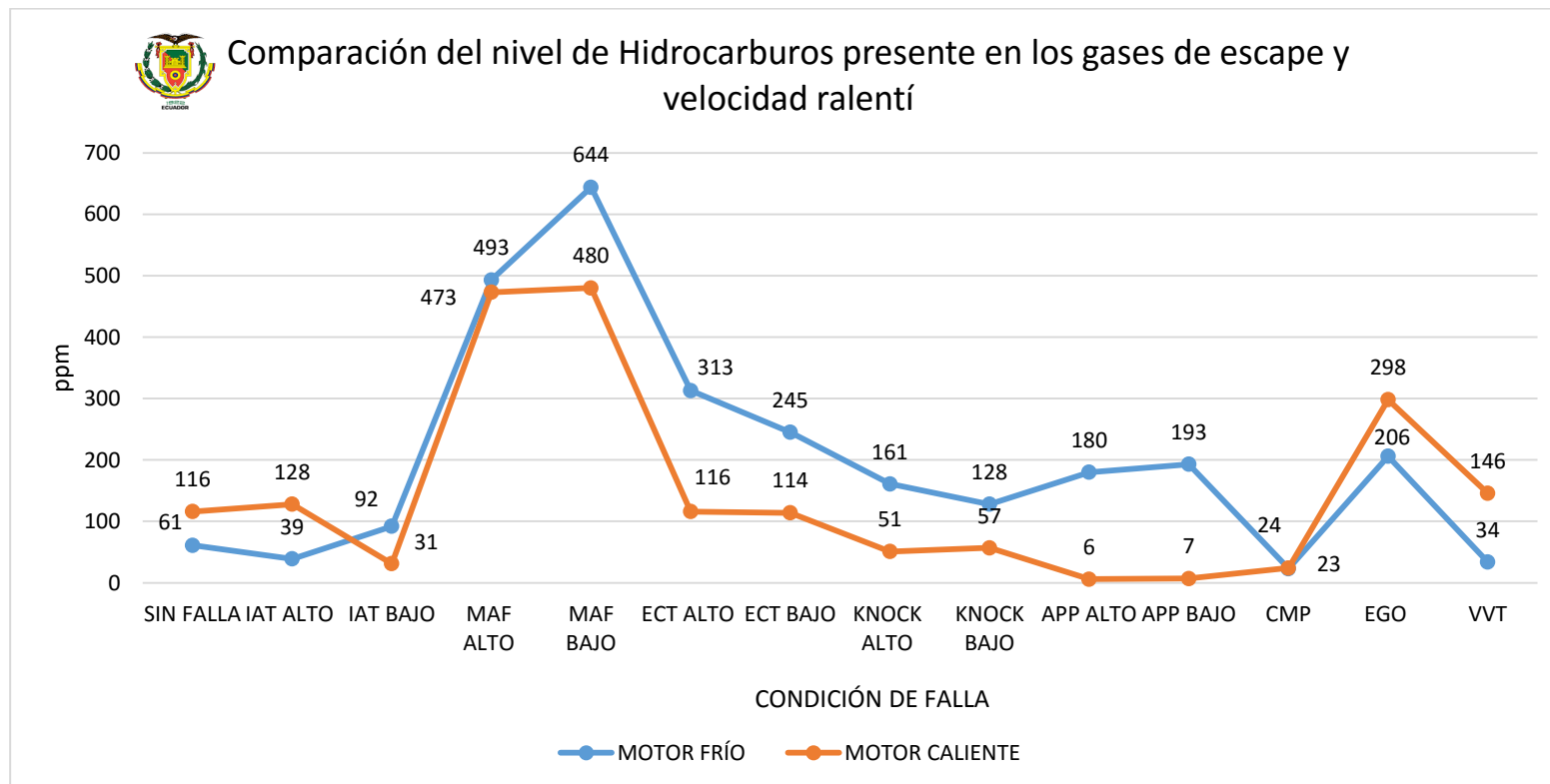


Figura 430 Comparación del nivel de Hidrocarburos presente en los gases de escape y velocidad ralenti

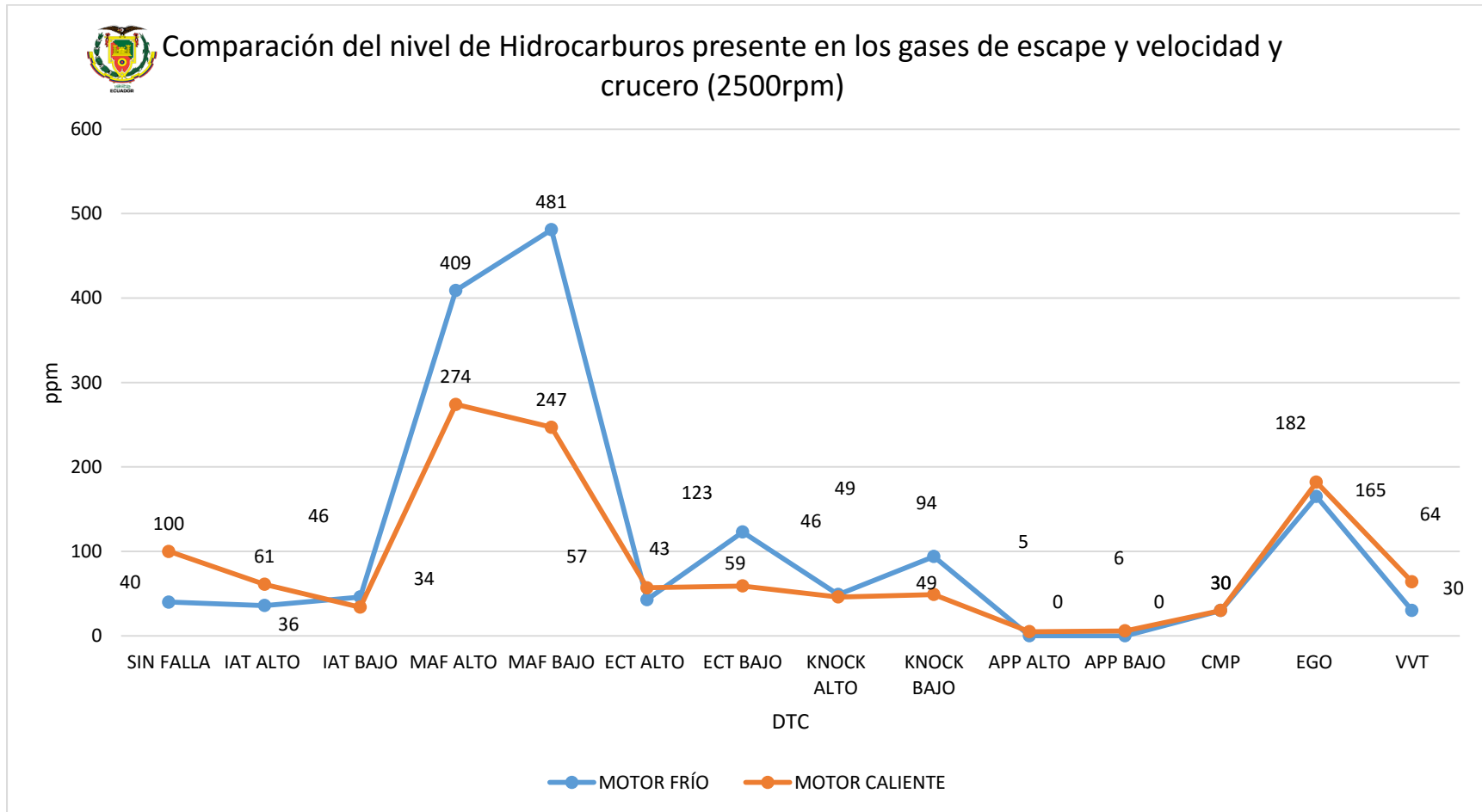


Figura 431 Comparación del nivel de Hidrocarburos presente en los gases de escape y velocidad crucero

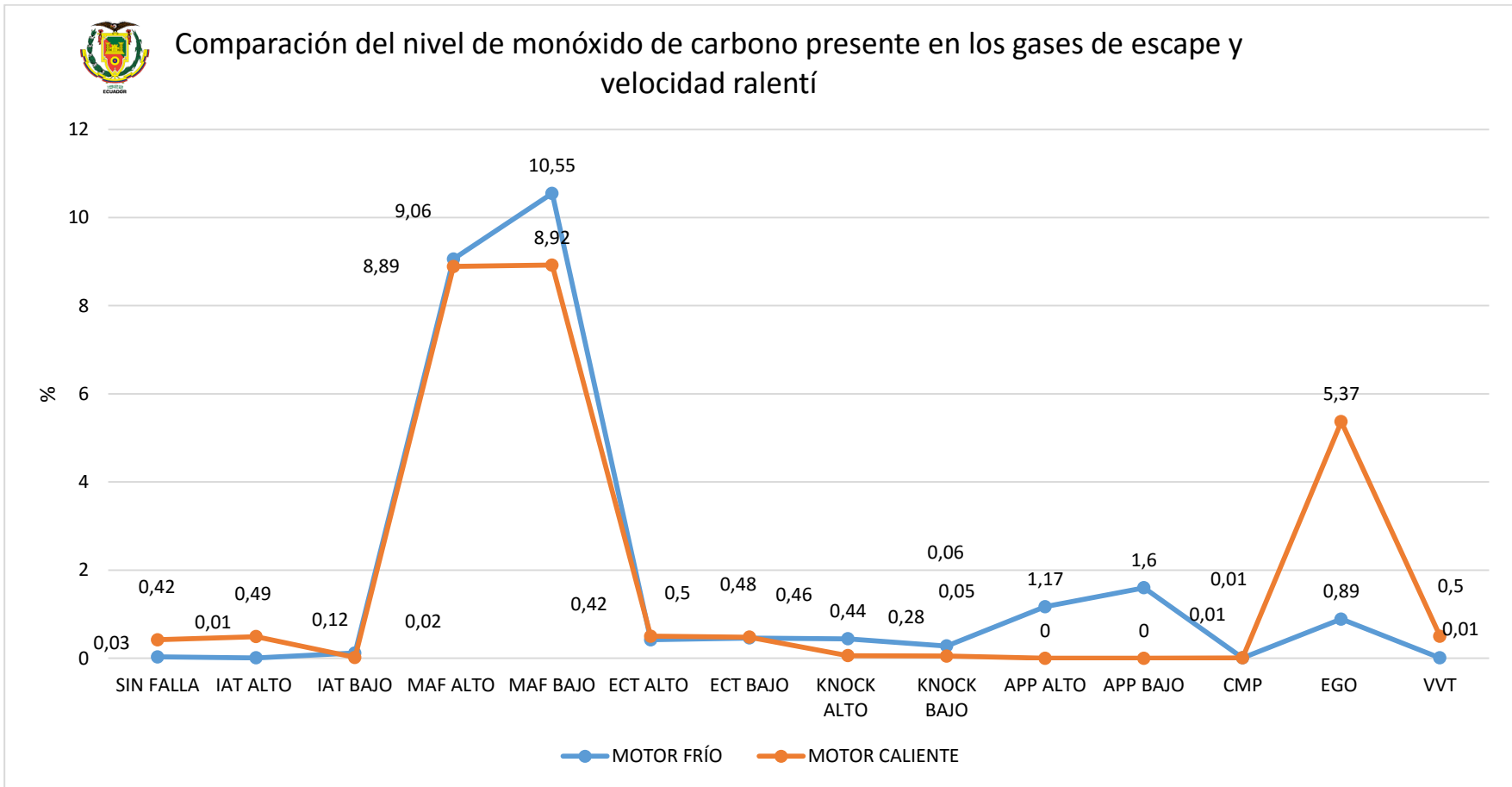


Figura 432 Comparación del nivel de monóxido de carbono presente en los gases de escape y velocidad ralentí

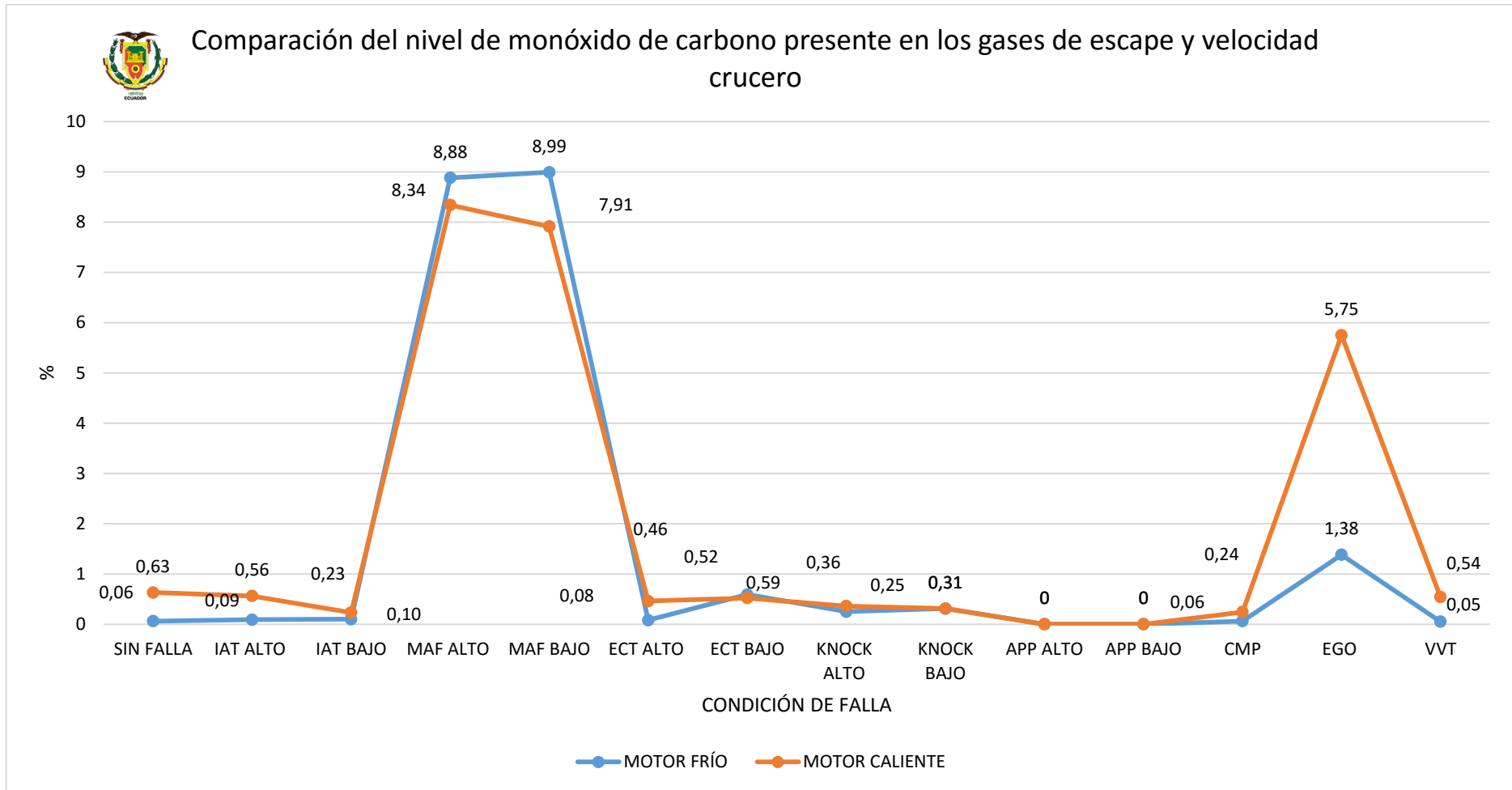


Figura 433 Comparación del nivel de monóxido de carbono presente en los gases de escape y velocidad cruceo

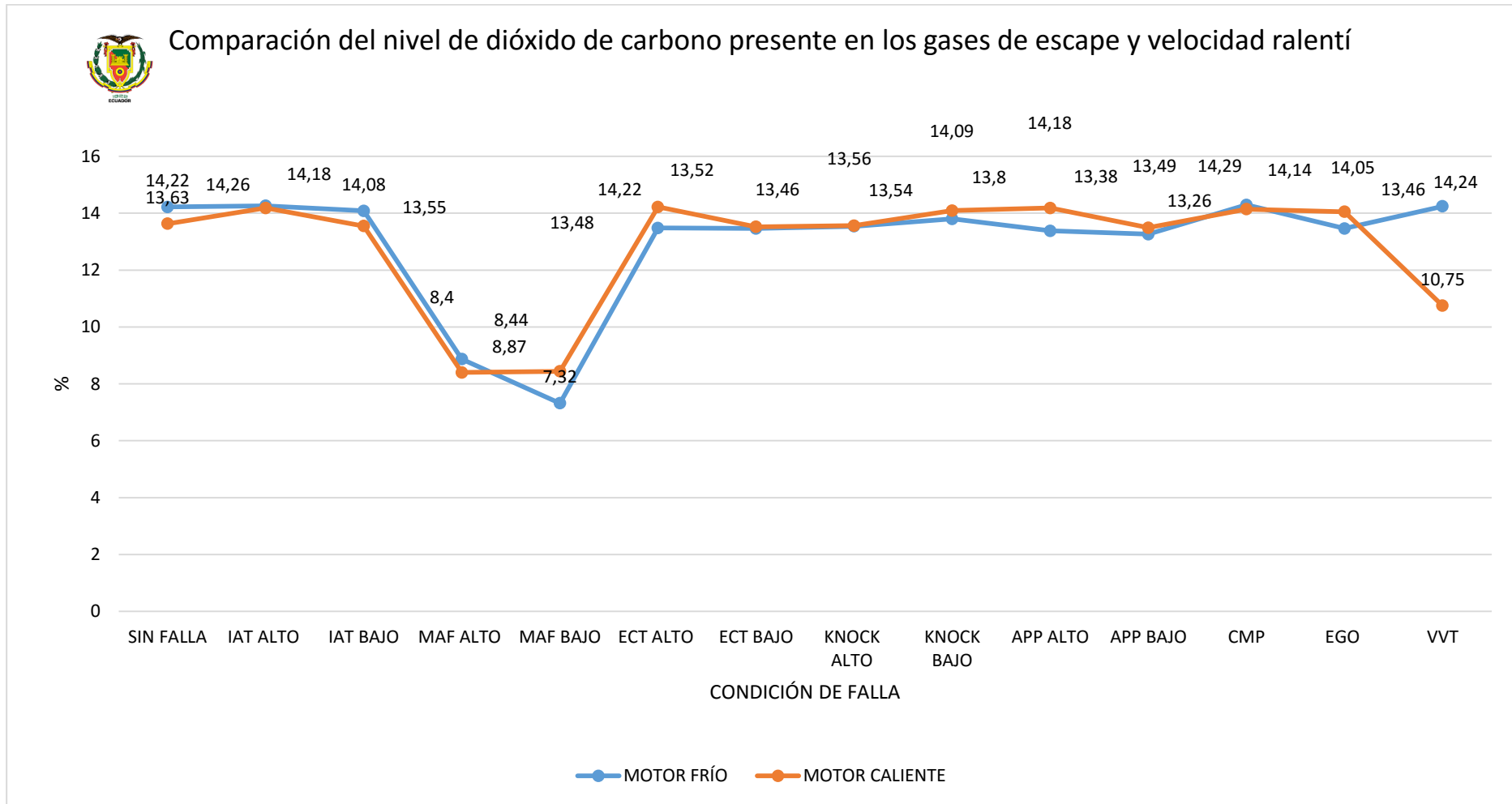


Figura 434 Comparación del nivel de dióxido de carbono presente en los gases de escape y velocidad ralenti

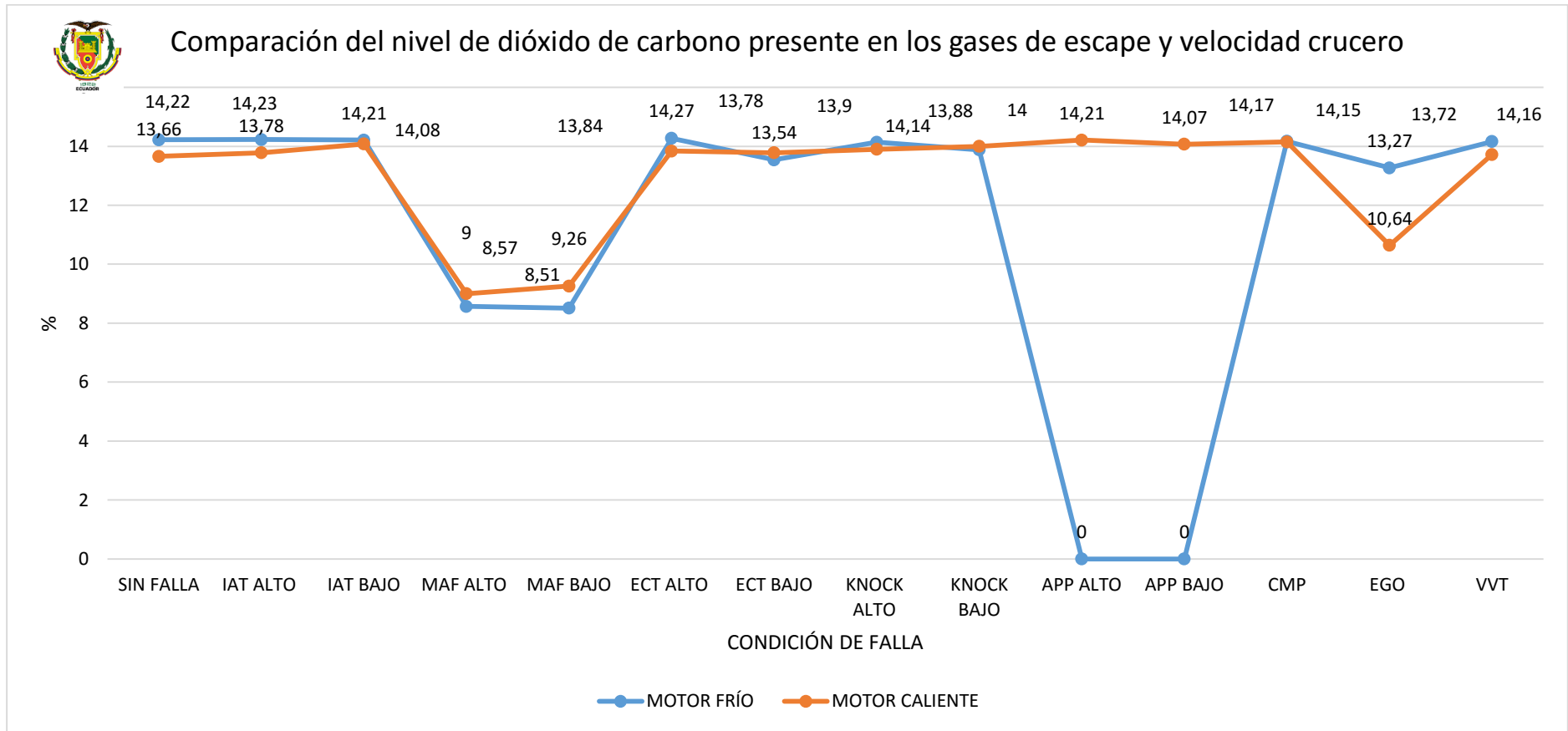


Figura 435 Comparación del nivel de dióxido de carbono presente en los gases de escape y velocidad crucero

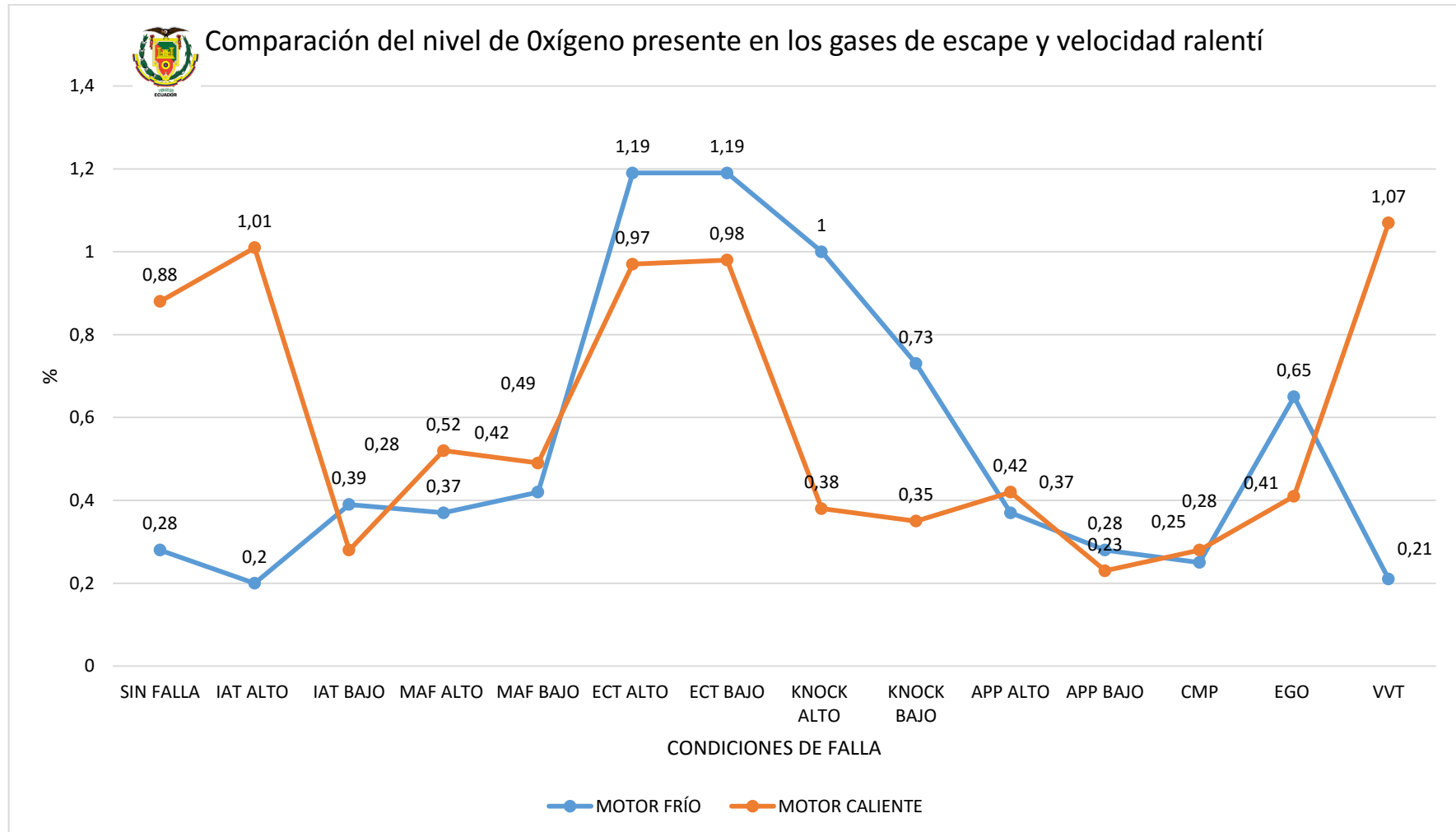


Figura 436 Comparación del nivel de Oxígeno presente en los gases de escape y velocidad ralenti

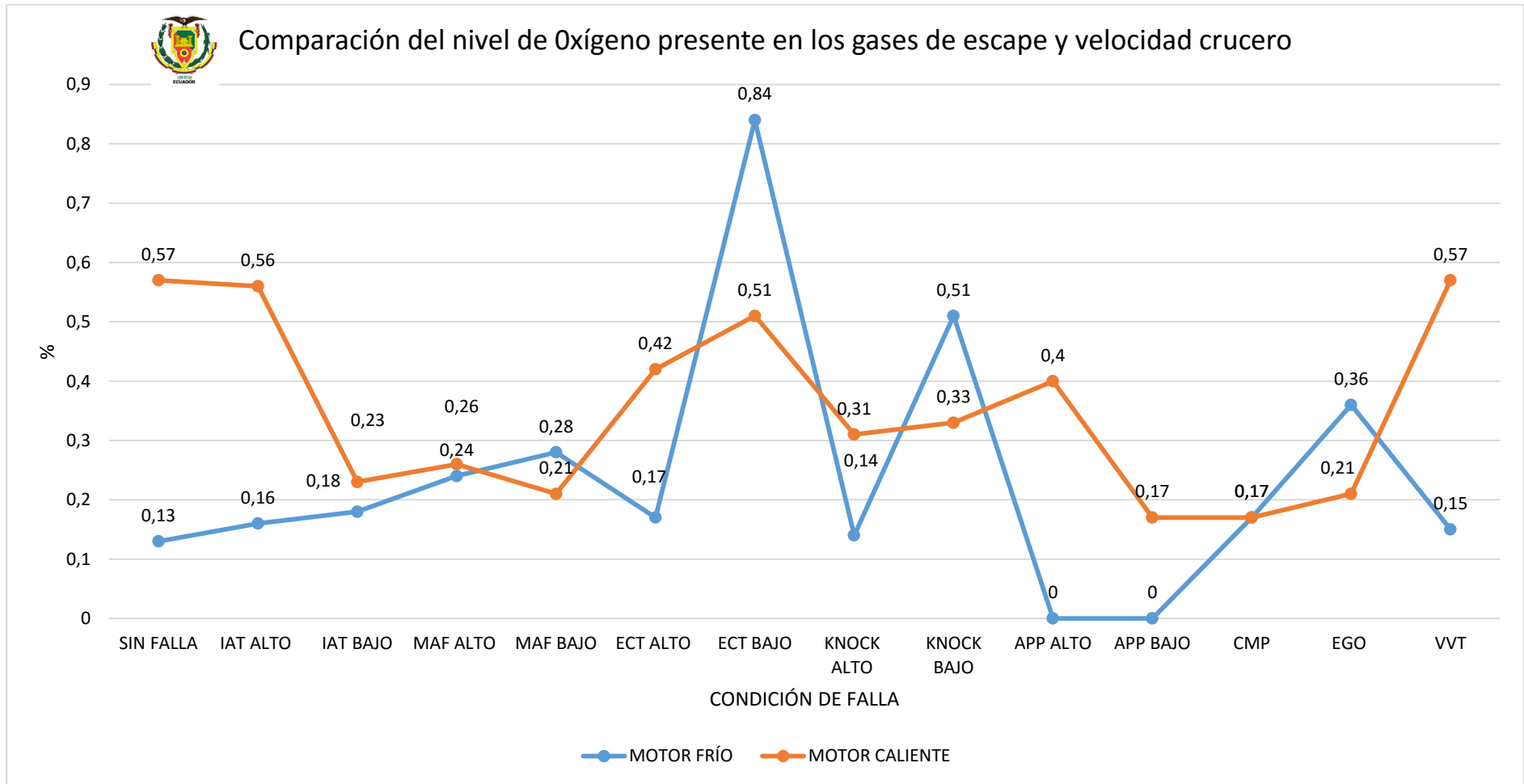


Figura 437 Comparación del nivel de Oxígeno presente en los gases de escape y velocidad crucero

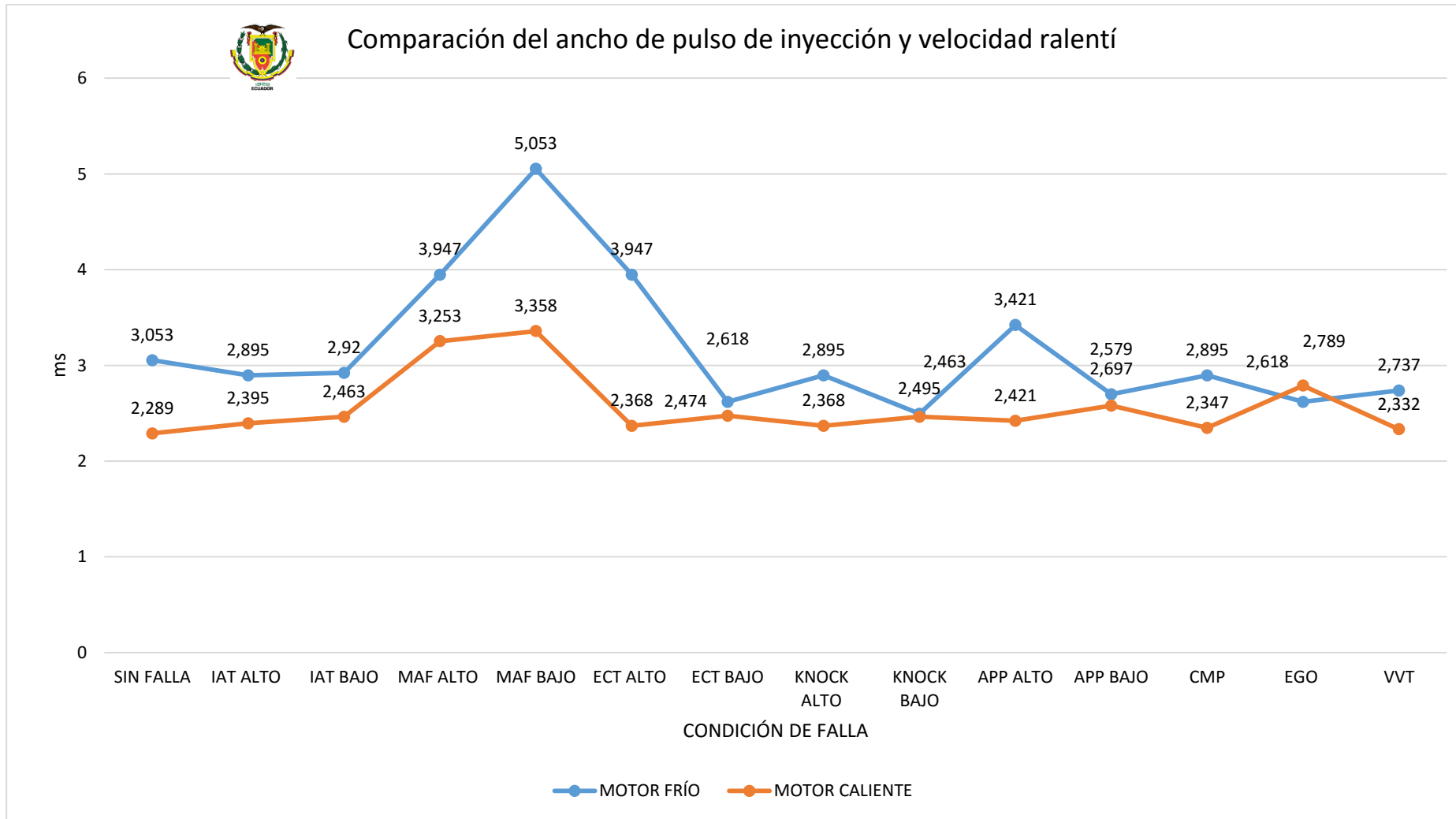


Figura 438 Comparación del ancho de pulso de inyección y velocidad ralentí

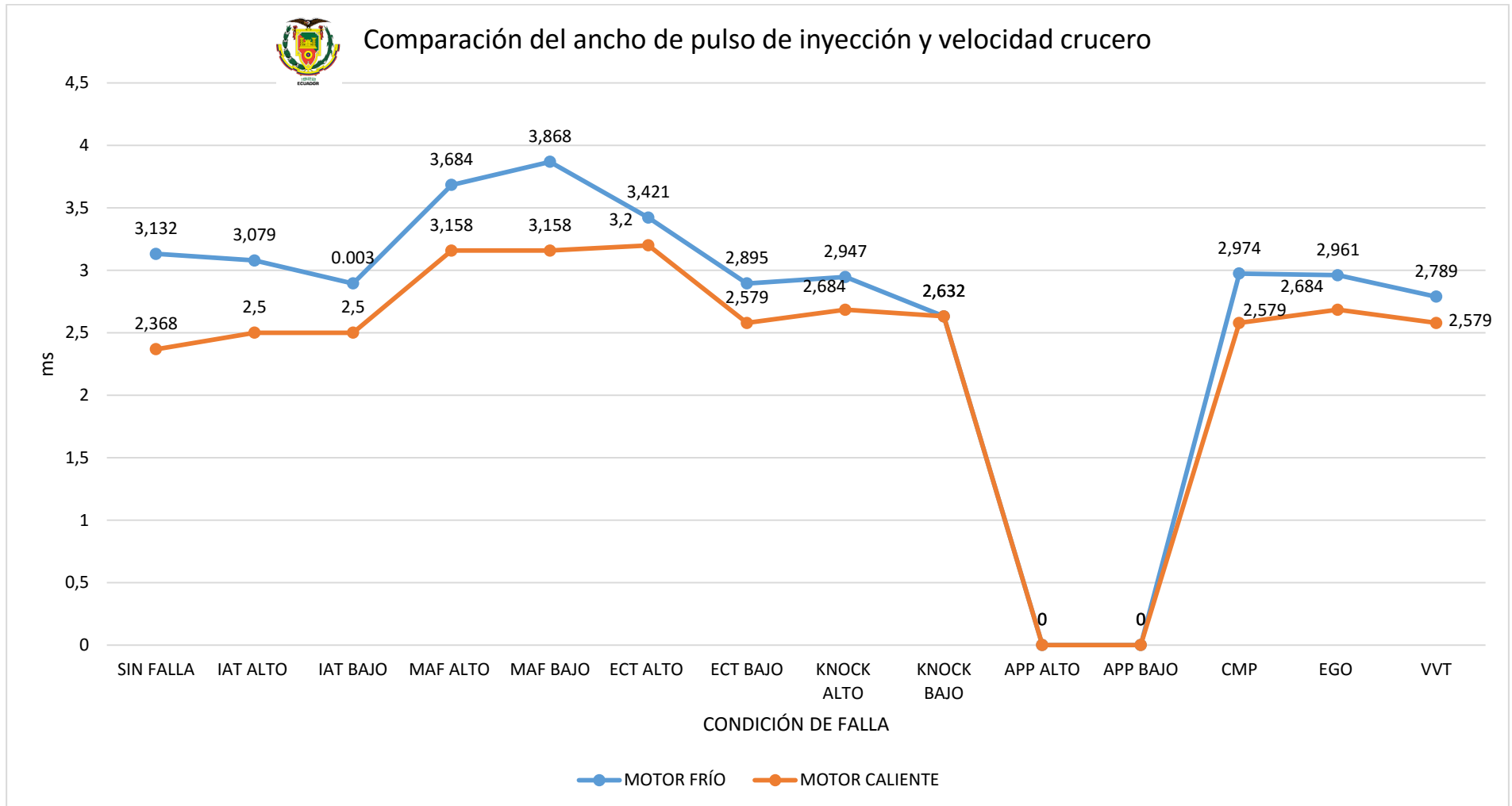


Figura 439 Comparación del ancho de pulso de inyección y velocidad crucero

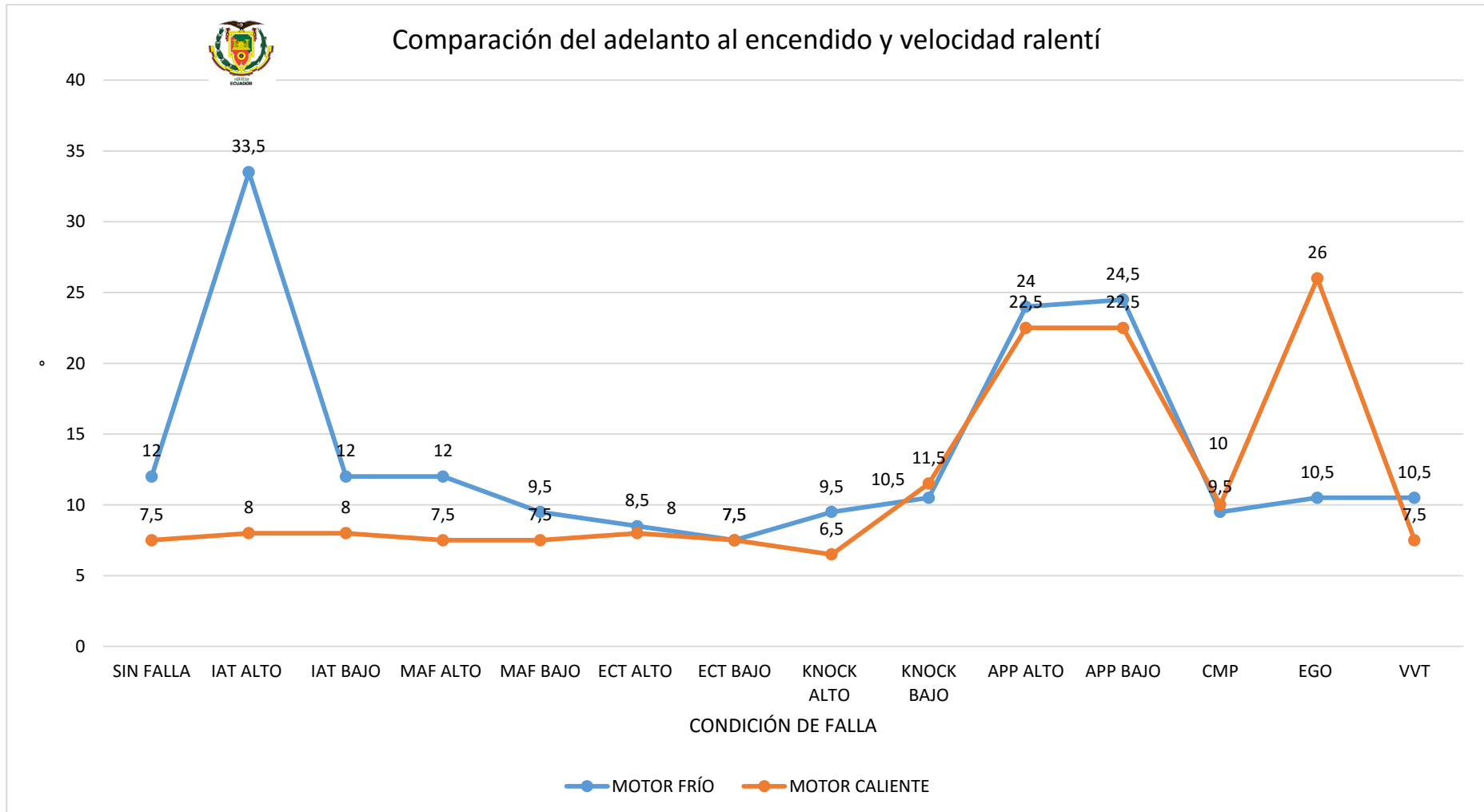


Figura 440 Comparación del adelanto al encendido y velocidad ralentí

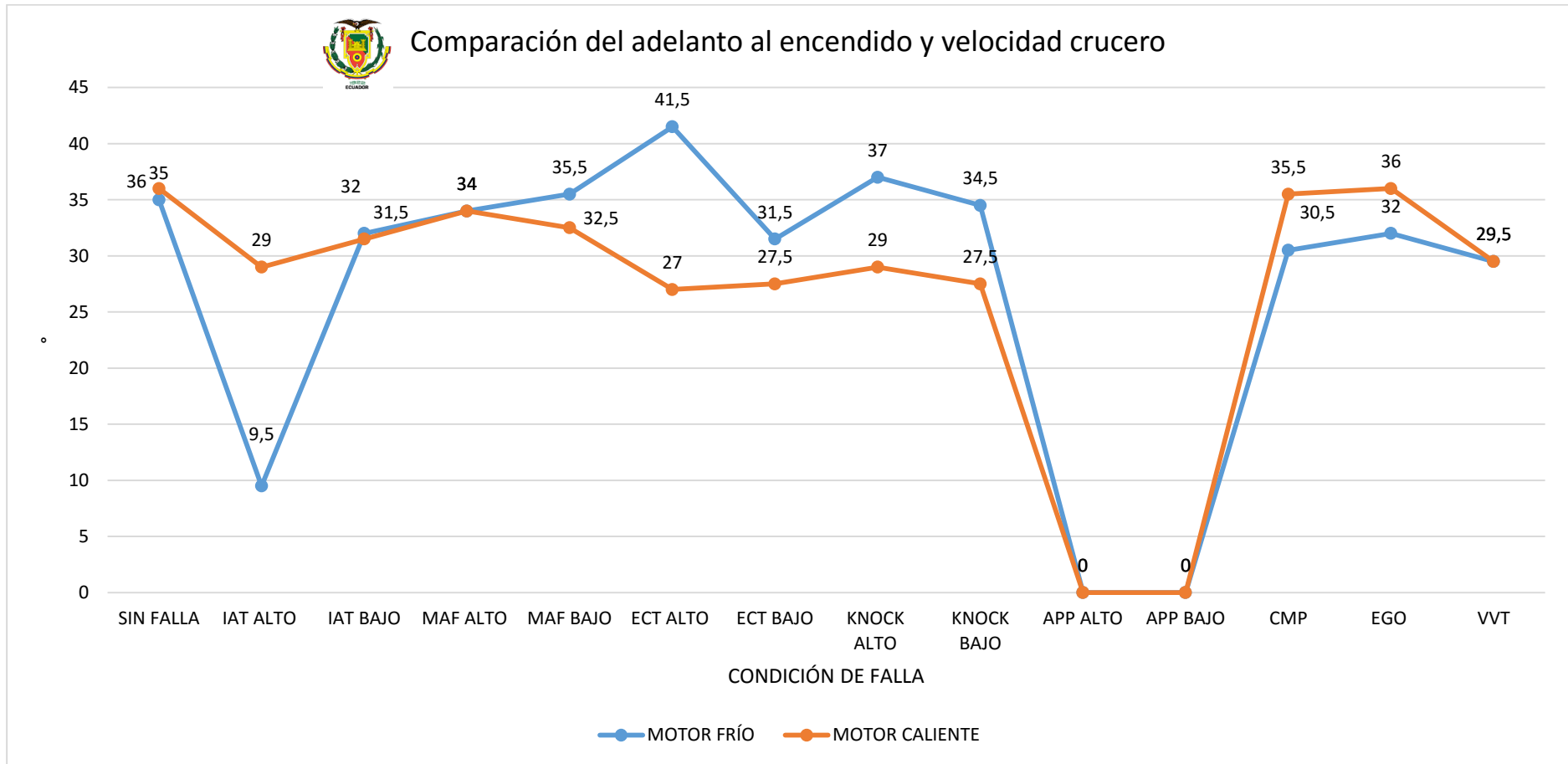


Figura 441 Comparación del adelanto al encendido y velocidad crucero

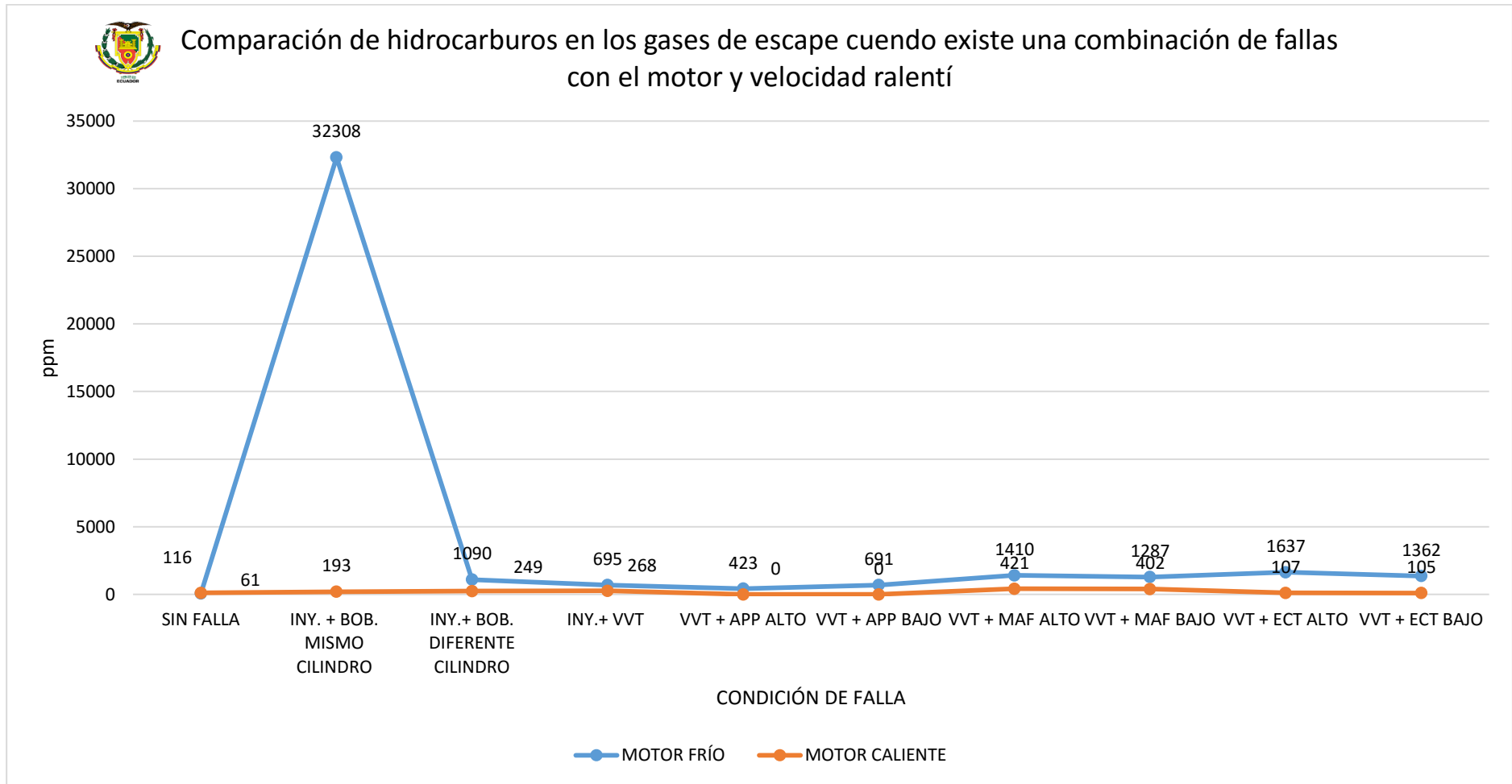


Figura 442 Comparación de hidrocarburos en los gases de escape cuando existe una combinación de fallas con el motor y velocidad ralentí

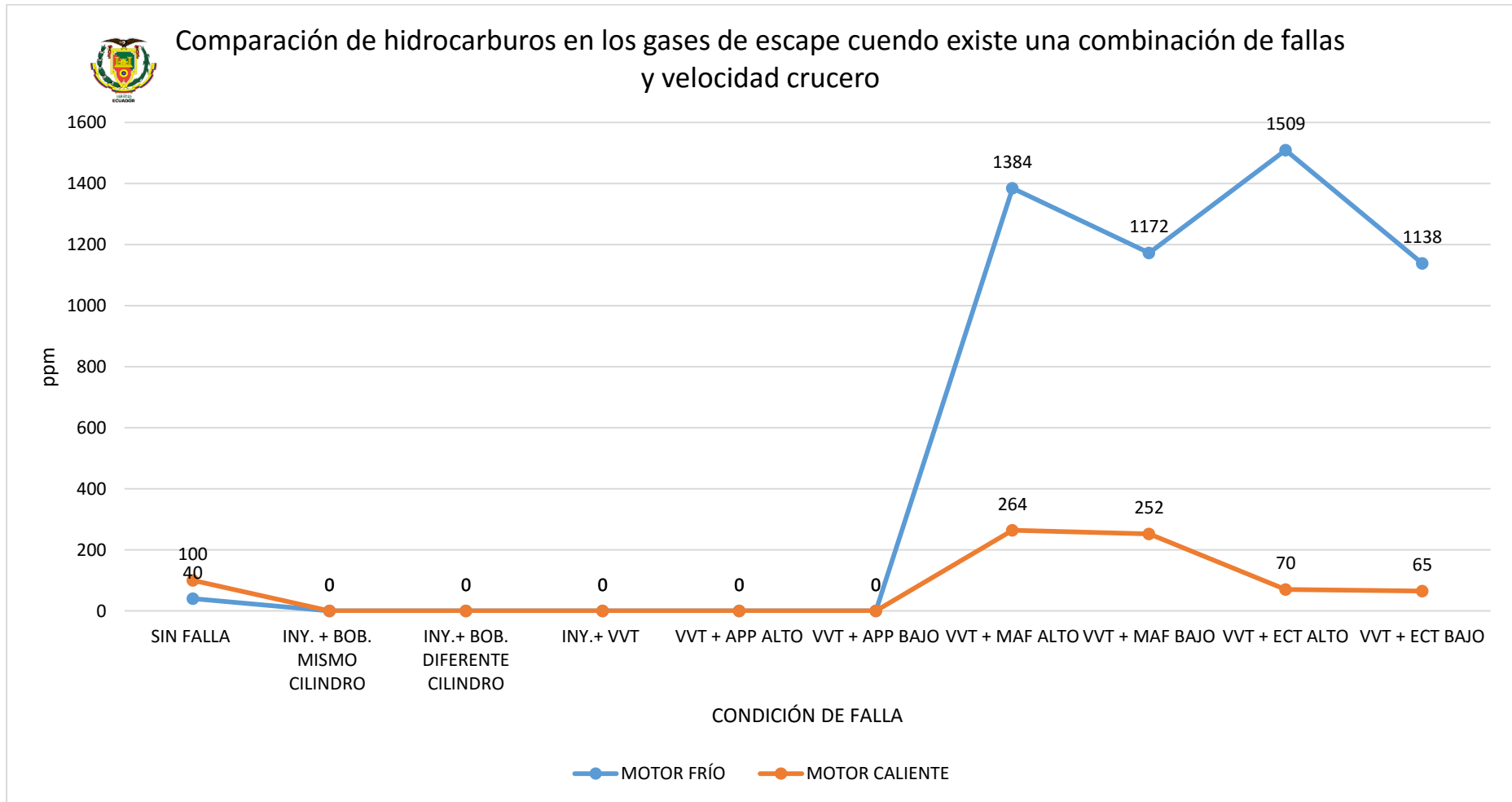


Figura 443 Comparación de hidrocarburos en los gases de escape cuando existe una combinación de fallas y velocidad crucero

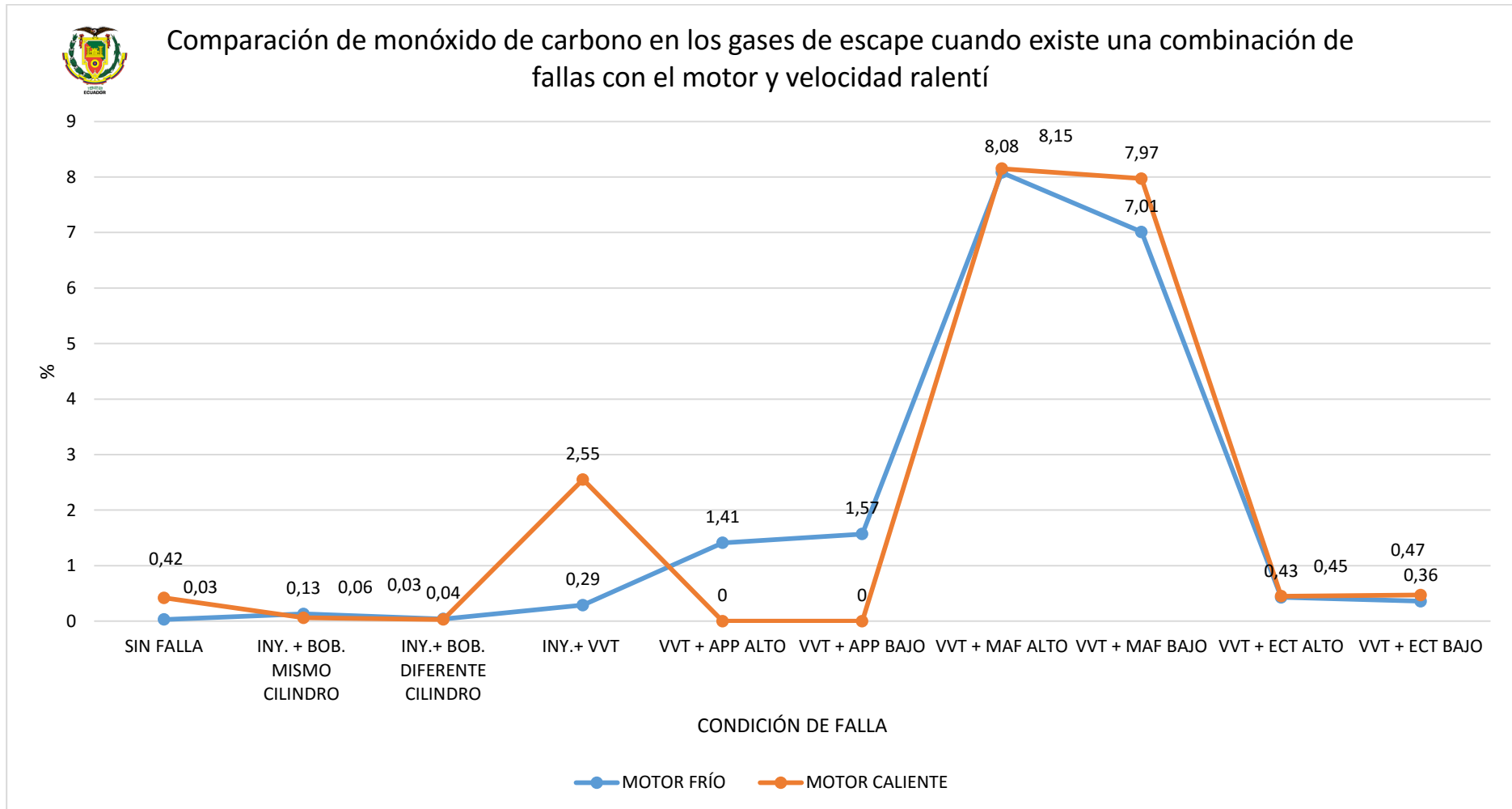


Figura 444 Comparación de monóxido de carbono en los gases de escape cuando existe una combinación de fallas con el motor y velocidad ralenti

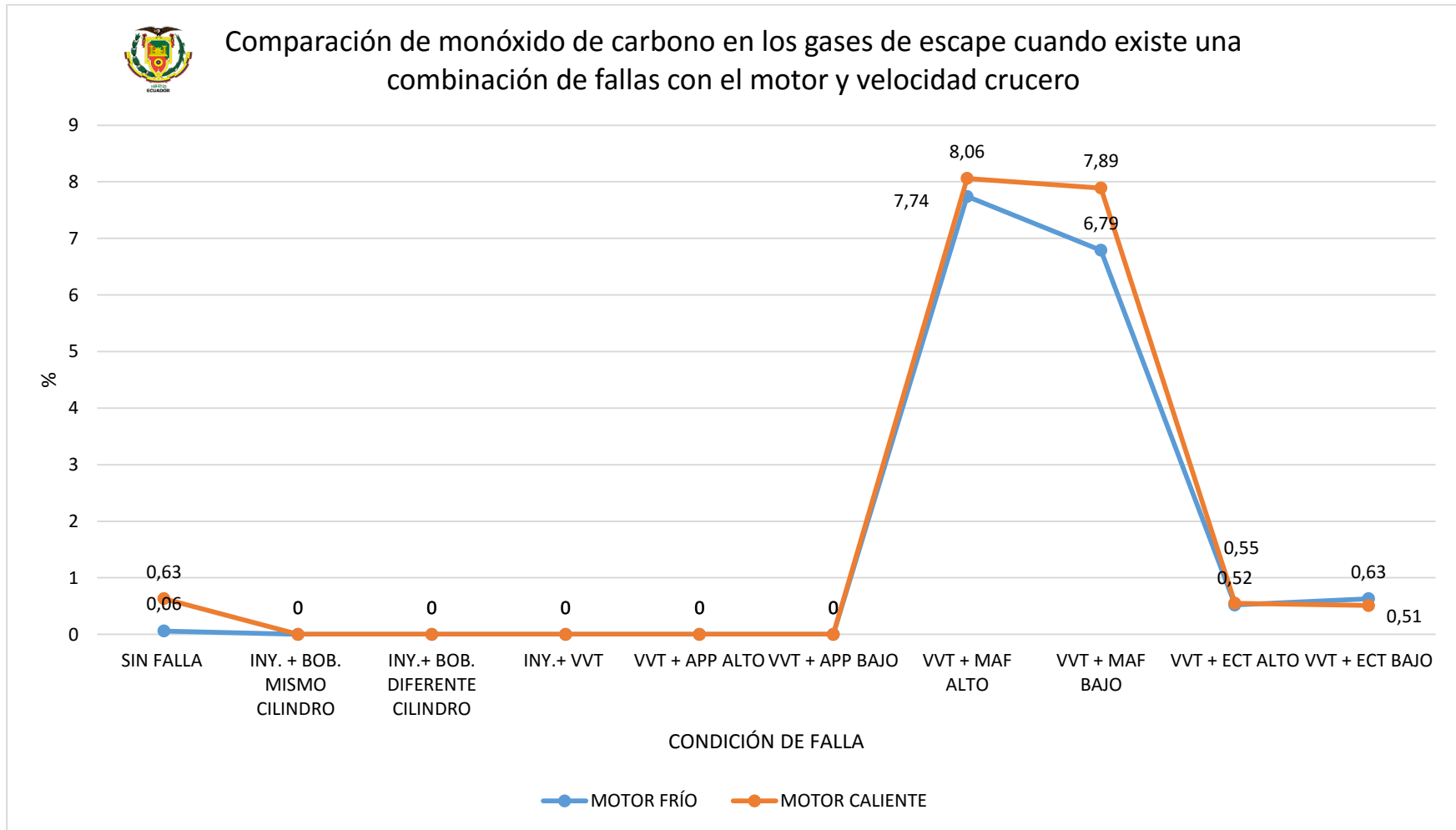


Figura 445 Comparación de monóxido de carbono en los gases de escape cuando existe una combinación de fallas con el motor y velocidad crucero

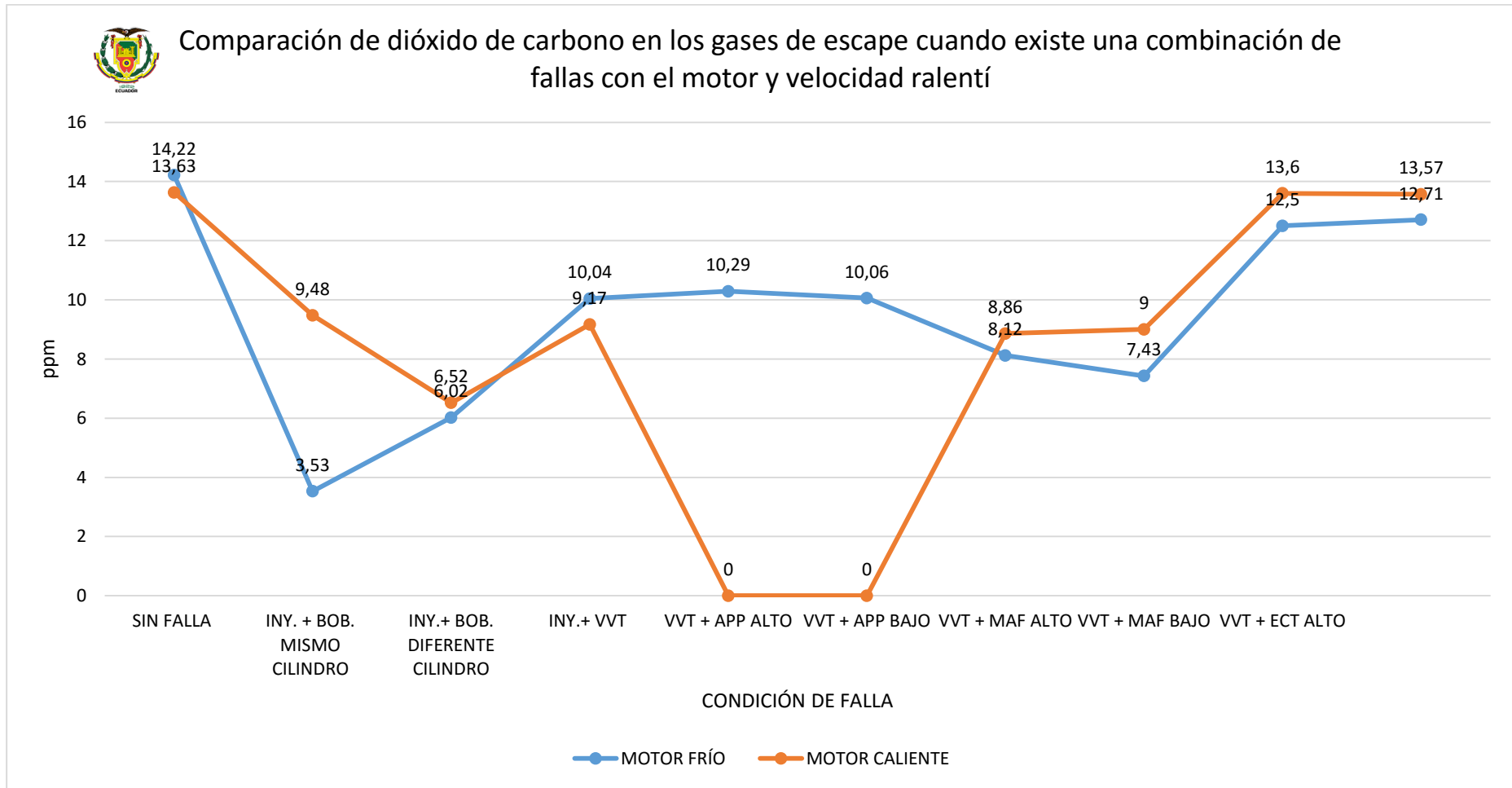


Figura 446 Comparación de dióxido de carbono en los gases de escape cuando existe una combinación de fallas con el motor y velocidad ralentí

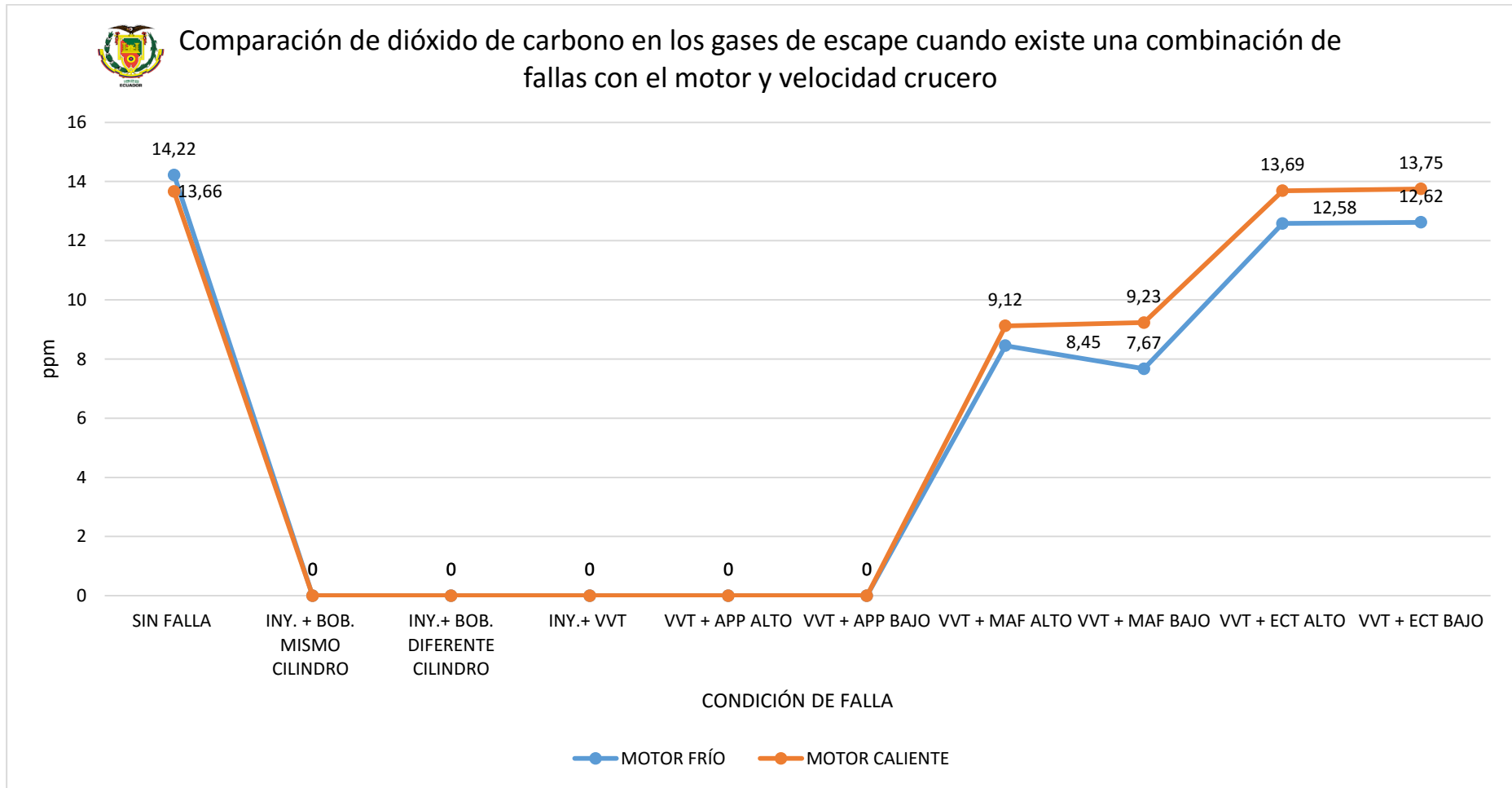


Figura 447 Comparación de dióxido de carbono en los gases de escape cuando existe una combinación de fallas con el motor y velocidad crucero

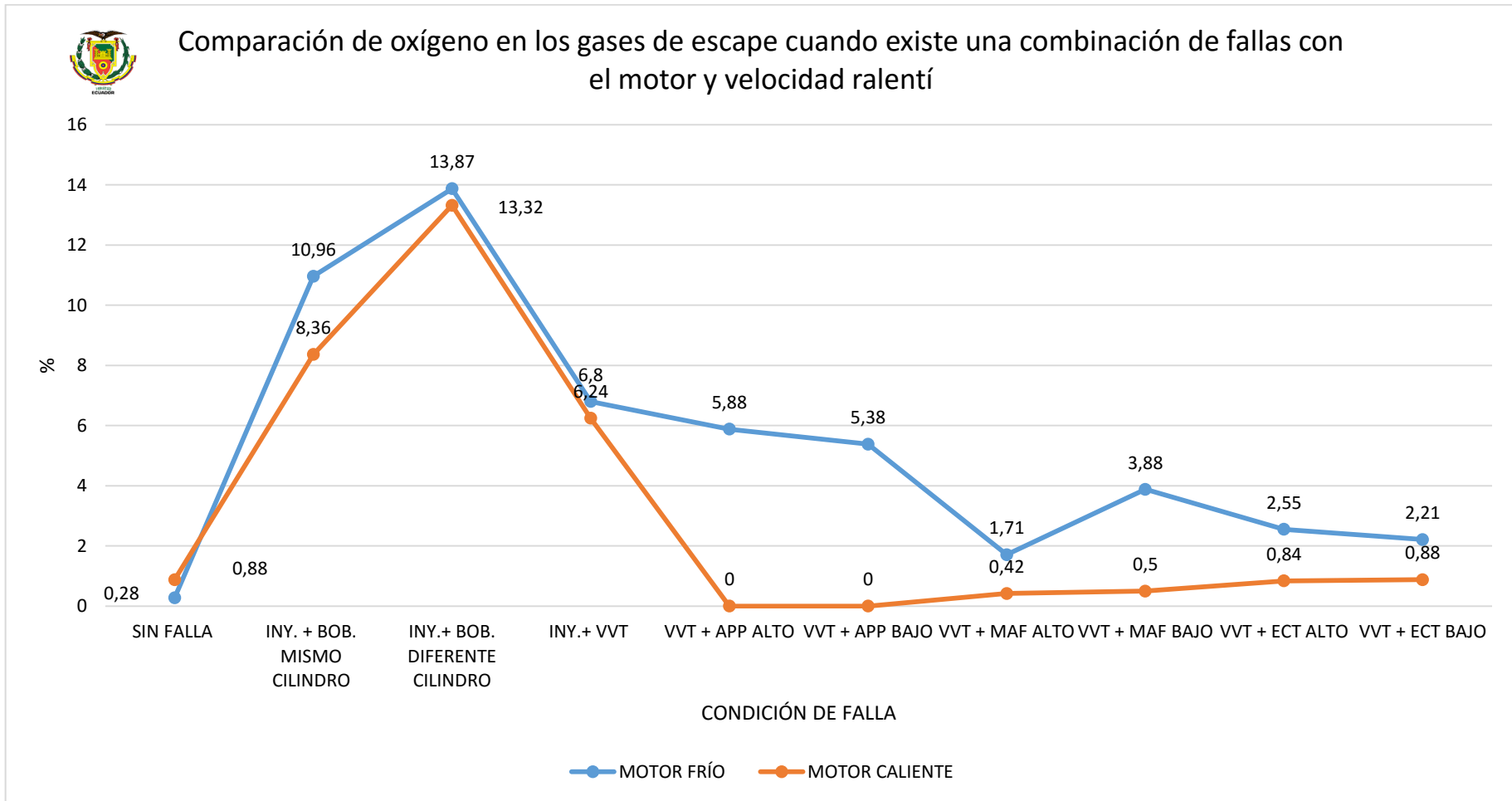


Figura 448 Comparación de oxígeno en los gases de escape cuando existe una combinación de fallas con el motor y velocidad ralentí

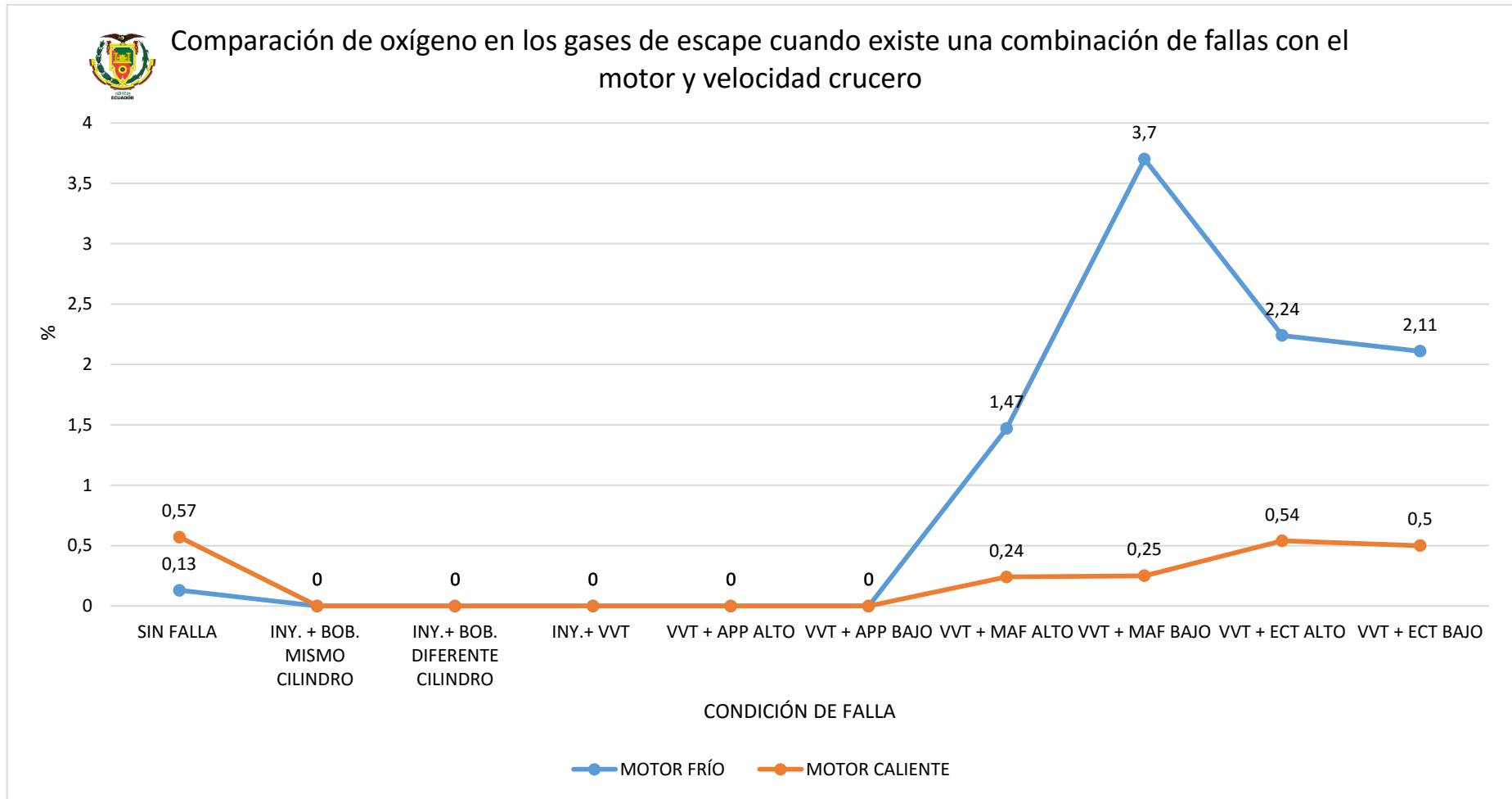


Figura 449 Comparación de oxígeno en los gases de escape cuando existe una combinación de fallas con el motor y velocidad crucero

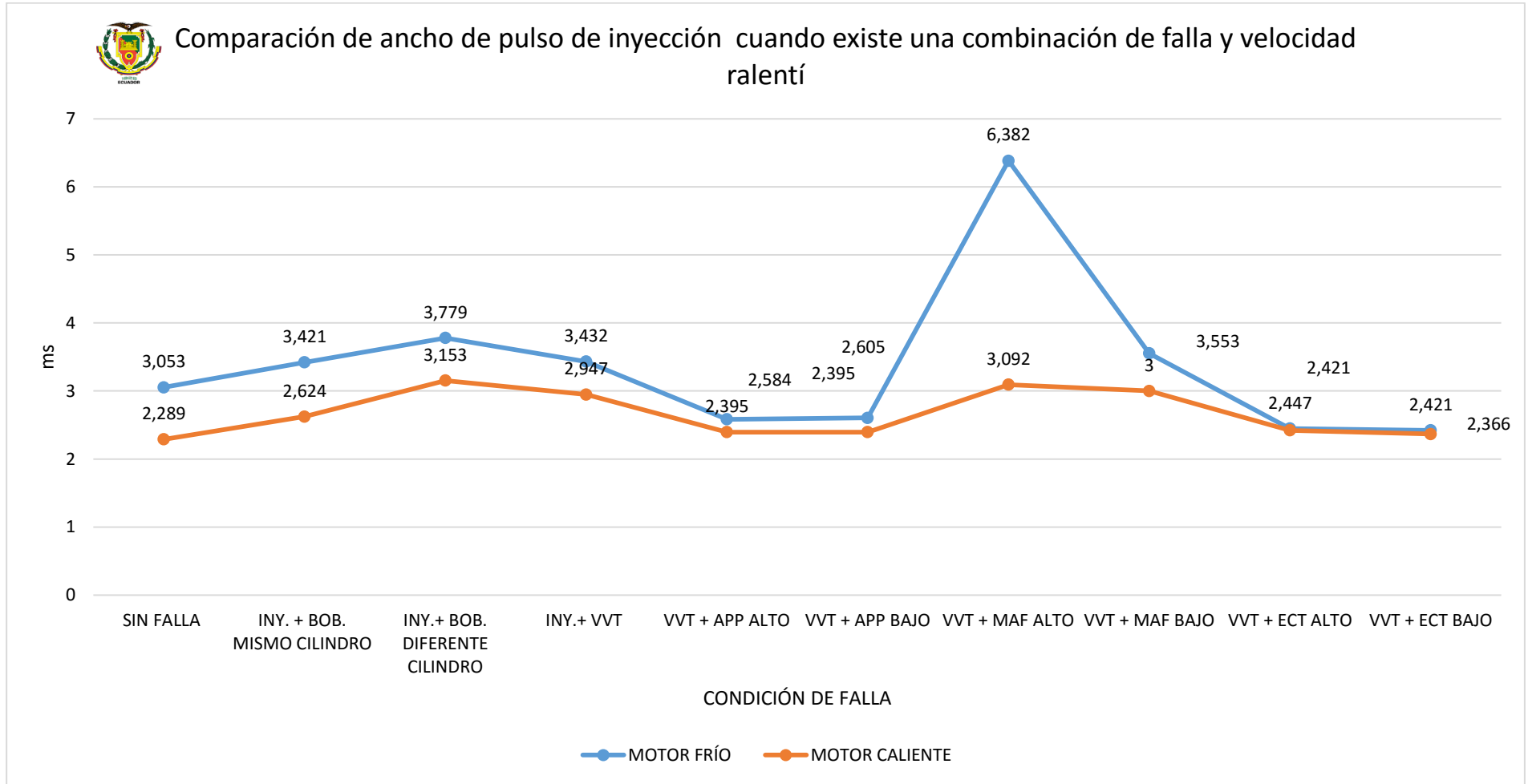


Figura 450 Comparación de ancho de pulso de inyección cuando existe una combinación de falla y velocidad ralentí

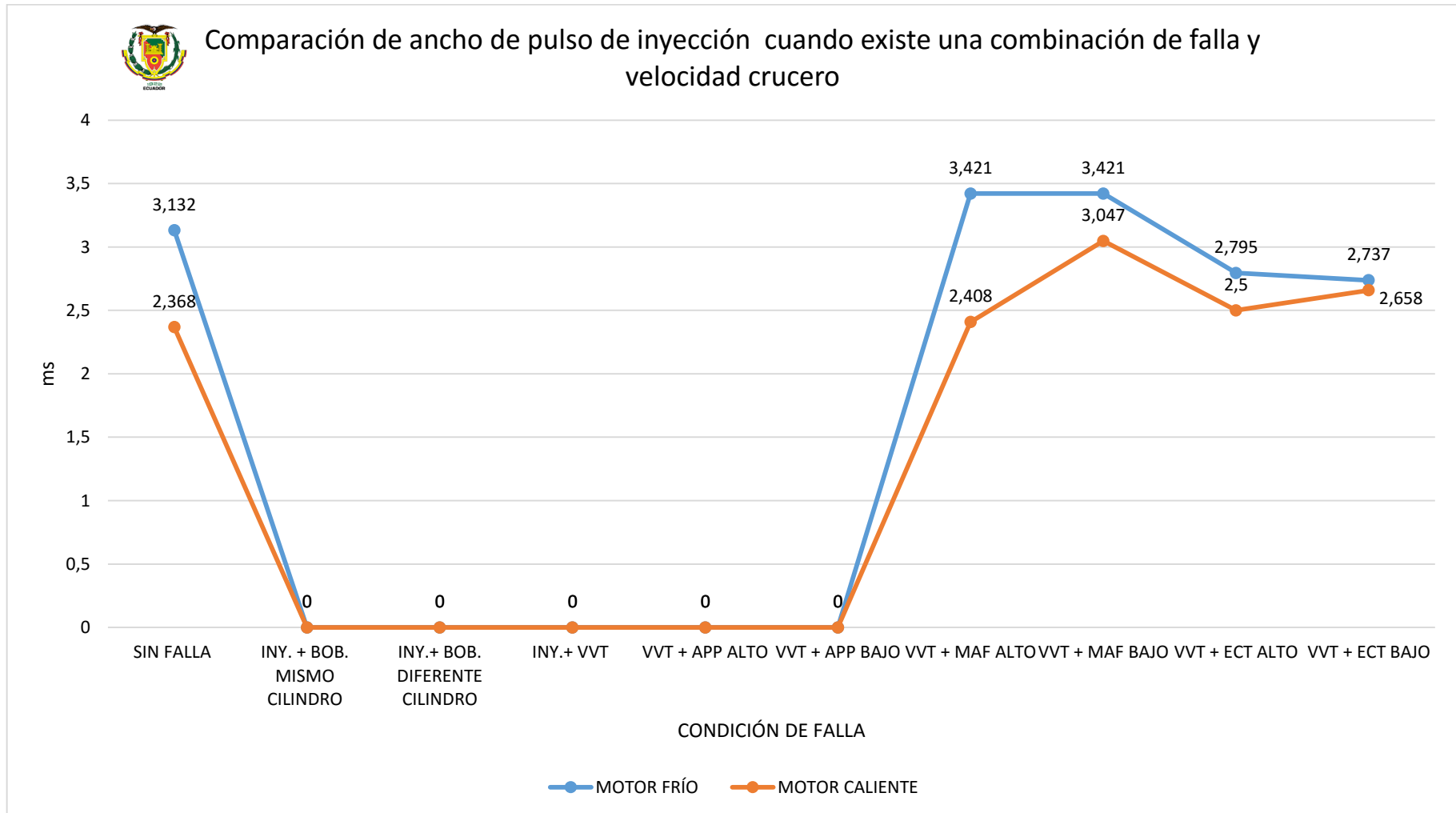


Figura 451 Comparación de ancho de pulso de inyección cuando existe una combinación de falla y velocidad crucero

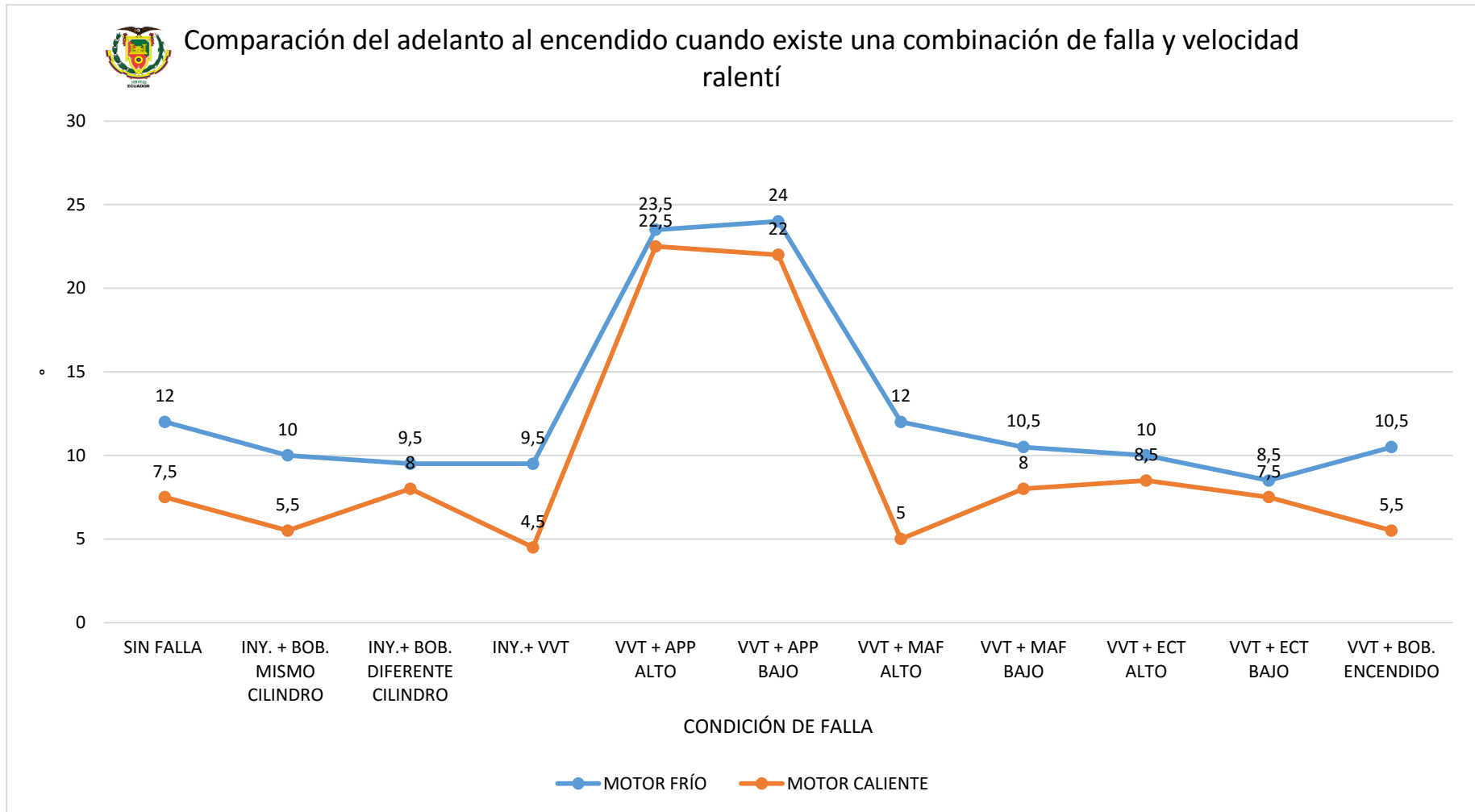


Figura 452 Comparación del adelanto al encendido cuando existe una combinación de falla y velocidad ralentí

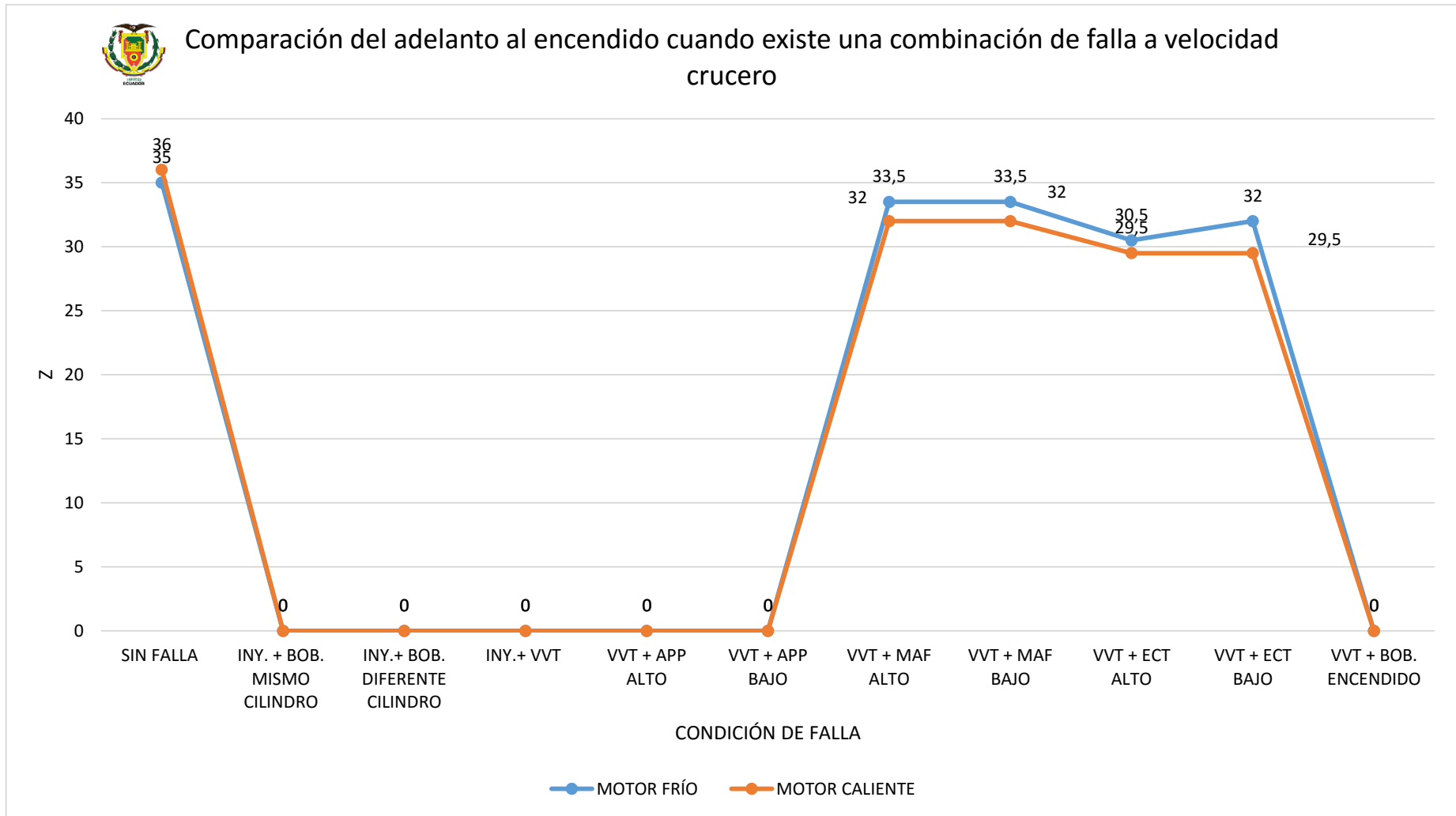


Figura 453 Comparación del adelanto al encendido cuando existe una combinación de falla y velocidad crucero.

CAPÍTULO V

MARCO ADMINISTRATIVO

5.1. Recursos

Para cumplir con las metas propuestas, para lograr que tenga una validez técnica este capítulo hace referencia a los recursos humanos, físicos, financieros, materiales, tecnológicos que se emplearon para realizar este proyecto de investigación.

5.1.1. Recursos humanos

Los recursos humanos son el aporte principal para que una investigación se la pueda desarrollar ya que a través del conocimiento y talento humano sobre el tema permiten que se la desarrolle. Es por esto que el tiempo y dedicación de las personas a la investigación del tema han permitido cumplir con las metas establecidas de una manera eficiente.

Tabla 73
Recursos humanos

Recursos Humanos	
Ing. German Erazo	Director
Ing. José Quiroz	Docente
Sr. Stalin Quimbita	Investigador

5.1.2. Recursos físicos

Estos recursos son de mucha importancia debido a que de estos dependen la eficiencia de la investigación, debe presentar lugares seguros para realizar las mediciones sin generar afectaciones a los datos obtenidos.

Tabla 74
Recursos físicos

Recursos físicos	
Desarrollo práctico	Laboratorio de Mecánica de Patio de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L Extensión Latacunga
Desarrollo teórico	Biblioteca de Universidad de las Fuerzas Armadas EPE-L Extensión Latacunga
	Domicilio del investigador

5.1.3. Recursos financieros

El proyecto ejecutado al tratarse que es de carácter técnico está involucrado con el empleo de equipos de medición y diagnóstico automotriz, los mismos que para su correcto funcionamiento requieren de mantenimiento como calibración de equipos, estos costos económicos son asumidos de forma total por las partes involucradas en el desarrollo de la investigación. Los recursos utilizados para el desarrollo del proyecto de investigación se encuentran detallados en la tabla 75.

Tabla 75
Recursos financieros

ORD.	CANT.	UNID.	DETALLE	V. UNIT.	V. TOTAL
1	40	Galón	Combustible del vehículo para realizar mediciones	1,60	64,00
2	1000	Unidad	Impresiones de resultados de pruebas realizadas	0,03	30,00
3	4	Unidad	Baterías y cable de conexión De instrumentos de medición	12,50	50,00
4	4	Unidad	Conectores tipo cocodrilo para conexiones eléctricas	15,00	60,00
5	1000	Unidad	Papel BOND	0,01	10,00
6	1	Unidad	Equipo de seguridad industrial	10,00	10,00
7	1	Juego	Herramientas Manuales	250,00	250,00
8	5	Unidad	Guaípe	1,00	5,00
9	4	Unidad	Espray de limpieza de contactos electrónicos, cintas aislantes	17,50	70,00

CONTINÚA →

10	1	\$	Gastos extras	100,00	100,00
11	1	\$	Mantenimiento de la ECU del vehículo	400,00	400,00
12	1	\$	Mantenimiento del analizador de gases	300,00	300,00
13	1	\$	Gastos varios	500,00	500,00
				TOTAL	1.849,00

5.1.4. Recursos Materiales

Para realizar cada una de las pruebas de la investigación se requiere utilizar materiales técnicos como repuestos automotrices de igual forma para el desarrollo teórico se requiere de suministros y materiales de oficina.

Tabla 76
Recursos materiales

Recursos Materiales	
Desarrollo práctico	Herramientas para mecánica automotriz
	Puntas de osciloscopio
	Equipo de seguridad personal
	Cinta aislante
	Batería de 9 voltios
	Cables tipo lagarto
Desarrollo teórico	Hojas de papel
	Impresiones
	Memoria Flash
	Manuales técnicos
	Diagramas eléctricos

5.1.5. Recursos tecnológicos

Para el desarrollo y recopilación de datos necesarios para el proyecto de investigación se necesitan los siguientes equipos:

Tabla 77
Recursos tecnológicos

Recursos tecnológicos	
Desarrollo práctico	Camioneta Toyota Hilux
	Analizador de gases
	Osciloscopio digital
	Escáner automotriz
	Multímetro
Desarrollo teórico	Pinza amperimétrica
	Computador personal
	Impresora
	Internet

5.2. Análisis de costo del proyecto

Antes de realizar el presente proyecto se realizó la revisión y mantenimiento del sistema electrónico de inyección de combustible del vehículo, además se adquirió equipo que facilitó la toma de datos, gastos que fueron financiados por el señor Stalin Quimbita.

5.3. Análisis del costo beneficio

En realización al costo beneficio se puede evidencia tres beneficios directos obtenidos tras la realización de este proyecto, uno personal y dos para la sociedad. El primero, el beneficio personal, es el conocimiento adquirido por parte del equipo investigador, el segundo beneficio es para los estudiantes de ingeniería que ahora cuentan con un aporte académico que servirá como base o fuente de consulta para futuras investigaciones, prácticas de laboratorio o consultas, y finalmente servirá para concientizar a la sociedad sobre los perjuicios ocasionados al vehículo además del medio ambiente por el mal funcionamiento de los sensores y la necesidad de corregir estas fallas, por lo que los gastos resultan justificados

5.4.Cronograma de actividades

	DESCRIPCION DE LA TAREA	Duración	Inicio	Final	Septiembre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
1	Presentación de la solicitud del tema	20 días	15/09/2015	02/10/2015										
2	Desarrollo del plan de investigación	30 días	22-nov	23/11/2015										
3	Revisión y presentación del plan de investigación	14 días	25/11/2015	30/11/2015										
4	Desarrollo del marco metodológico	40 días	02/12/2015	15/01/2016										
5	Análisis de DTC en el sistema de control electrónico de combustible	30 días	18/01/2016	29/02/2016										
6	Mediciones y pruebas	60 días	01/03/2016	15/06/2016										
7	Desarrollo del escrito	30 días	18/06/2016	31/07/2016										
8	Marco administrativo	30 días	18/07/2016	31/07/2016										

Figura 454 Cronograma de actividades

CONCLUSIONES

- El manual técnico generado a partir del análisis de gases de combustión del motor gasolina TOYOTA serie 2 TR cuando se generan DTCS en el sistema electrónico de combustible, contiene información que relaciona, las cantidades de las diferentes sustancias que componen los gases de escape cuando existe una falla o grupo de fallas específicas en los sensores y actuadores, para la calibración y puesta a punto en conjunto con otras herramientas de diagnóstico automotriz.
- Se investigó documentos técnicos sobre los códigos de falla del vehículo TOYOTA y sobre el uso del analizador de gases para realizar un manejo adecuado del mismo y un análisis correcto de los datos obtenidos.
- Al comparar las mediciones realizadas con el analizador de gases en el motor TOYOTA 2TR se puede observar que existen variaciones significativas con respecto a los valores máximos permitidos en la norma NTE INEN 2 204: 2002, con lo cual se evidencia la importancia de mantener en óptimas condiciones el sistema electrónico de gestión de combustible.
- Los resultados obtenidos de las mediciones en los gases de escape cuando el motor está funcionando a condición normal son 116 ppm de Hidrocarburos y 0.42% de monóxido de carbono, que se mantienen dentro de los rangos permitidos en la norma, siendo 42% y 58% menores (200ppm y 1%), respectivamente, por lo que el ancho de pulso del inyector, de 2,289 ms en velocidad ralentí y, 2,368 ms en velocidad crucero, valores que se relacionan para establecer una diferencia con las obtenidas cuando el motor presenta DTCS.
- La variación de la concentración de los componentes de los gases de escape tiende a ser menor cuando el motor se encuentra caliente y a

velocidad de cruce, en tanto que cuando el motor está funcionando frío y a ralentí los valores tienen valores más significativos.

- La variación del nivel de hidrocarburos cuando existe un solo DTC es mayor cuando existe un código de falla bajo en el sensor MAF con el motor a velocidad de ralentí, siendo 644 ppm, lo significa un aumento del 955% con respecto al valor de funcionamiento del motor frío a velocidad ralentí de 61 ppm, e incluso cuando el motor alcanza la temperatura de funcionamiento y la velocidad de cruce la falla del sensor MAF sigue siendo la que provoca el mayor nivel de hidrocarburos en los gases de escape, con 274 ppm lo que significa un aumento del 136% respecto al valor nominal de 116 ppm.
- El mayor nivel de monóxido cuando existe un solo DTC se evidencia cuando el motor esta frío a velocidad de ralentí y con un código de falla bajo en el sensor MAF, llegando alcanzar un valor de 10,55%, que es 355 veces mayor que el porcentaje nominal de 0.03%, lo que guarda una relación con el alto nivel de hidrocarburos presentes cuando existe este mismo DTC debido a la mala combustión y la saturación del catalizador.
- El mayor nivel de dióxido de carbono es cuando existe un solo DTC se observa cuando el motor esta frío y a velocidad de ralentí con una falla en el sensor CMP donde alcanza un valor del 14.29%, sin embargo no es significativa ya que solo representa el 0.48% de aumento en comparación del valor nominal; sin embargo la mayor variación existe cuando se genera un DTC bajo en el sensor MAF pero no provoca un aumento si no una disminución.
- El mayor nivel de oxígeno presente en los gases de cuando existe un solo DTC se observa cuando el motor esta frío, a velocidad de ralentí y con un código de falla en el sensor ECT alto y bajo, siendo 4.25 veces mayor que el valor nominal (0.28%).

- El mayor valor de ancho de pulso de inyección cuando existe un solo DTC ocurre cuando el motor está frío, a velocidad de ralentí y con código de falla bajo en el sensor MAF alcanzando un valor de 5.05ms que es 2ms mayor al valor nominal de 3.05ms, con lo que se corrobora el exceso de hidrocarburos cuando existe esta misma falla.
- La mayor variación del adelanto al encendido es el 21,2° y ocurre cuando el motor está frío, a velocidad de ralentí y con un código de falla alto en el sensor IAT, esto significa un aumento del 179% con respecto al valor nominal.
- Cuando existe una falla que combine dos DTC los valores de hidrocarburos presentes en los gases de escape se incrementan en valores extremadamente elevados, siendo el más significativo el valor obtenido cuando el motor está frío a velocidad de crucero, con una combinación de fallas de bobina e inyector del mismo cilindro donde alcanza un valor de 32308 ppm siendo 482 (67) veces mayor que el valor nominal.
- El mayor valor de monóxido presente en los gases de escape cuando existe una combinación de fallas ocurre cuando el motor está frío a velocidad de ralentí y con una combinación entre falla en la válvula VVT mas DTC alto en el sensor MAF aunque en DTC bajo en el mismo sensor el valor también es considerablemente alto tanto en ralentí como en crucero, por lo que esa combinación de fallas ha tenido una gran incidencia en el aumento de este gas contaminante.
- El menor nivel de dióxido de carbono, que corresponde a la peor combustión se observa cuando el motor está frío y a velocidad de ralentí con una combinación de fallas de inyector y bobina del mismo cilindro siendo un valor del 3.53% lo que equivale al 24.8% del valor nominal (14.22%).

- La mayor concentración de oxígeno cuando existe una combinación de fallas ocurre cuando el motor está frío, a velocidad de ralentí y en una combinación de inyector con bobina de diferente cilindro pues alcanza un valor del 13.87% que es 50 veces el valor nominal, lo que evidencia la falta de trabajo de los dos cilindros a través de los cuales el aire pasa sin combustionarse.
- El mayor valor de tiempo de inyección cuando existe una combinación de fallas ocurre cuando el motor está frío, a velocidad de ralentí, con una combinación de válvula VVT y DTC alto en el sensor MAF ya que alcanza un tiempo de 6,38 ms que es 3,33ms mayor que el valor nominal.
- La mayor diferencia de adelanto al encendido es cuando el motor está en frío y existe una combinación de códigos de falla entre la válvula VVT y el sensor APP tanto en alto como en bajo, existiendo 16° de diferencia en el primer caso y 16,5° en el segundo, lo que a su vez explica por qué los valores de hidrocarburos se mantienen relativamente bajos cuando existe este tipo de combinación de fallas.
- El análisis de la información obtenida permite obtener que cuando existe una sola falla es el sensor MAF el que tiene la mayor incidencia sobre el sistema para provocar altos niveles de contaminación por hidrocarburos y monóxido, mientras que una falla de bobina y inyector del mismo cilindro provoca un desmesurado aumento de la contaminación por hidrocarburos.
- El conocimiento de los parámetros de funcionamiento del vehículo TOYOTA HILUX 2.7 con motor gasolina serie 2TR durante su operación a 2907 m.s.n.m en conjunto con la adquisición de los PIDS a través del escáner automotriz permitieron generar de forma más rápida y segura los DTC necesarios para desarrollar la presente investigación y comprar los datos obtenidos.

RECOMENDACIONES

Al culminar el presente trabajo de investigación automotriz se considera importante tener presente los siguientes puntos.

- Utilizar el protocolo de seguridad necesario para trabajar con elementos electrónicos, tomando en cuenta la polaridad, el voltaje, y los puntos de masa.
- Es importante conseguir los diagramas eléctricos y electrónicos de control del motor e identificar si los componentes coinciden con aquellos presentes en el vehículo.
- Se recomienda calibrar y dar mantenimiento preventivo a los equipos de medición y al vehículo en el que se realizan las pruebas para que los valores obtenidos sean lo más confiable posibles.
- Es importante utilizar el mismo combustible y de la misma estación para disminuir las variaciones en los valores obtenidos por medio del analizador de gases de escape.
- Se debe tener precaución, emplear normas de seguridad al realizar trabajos en el vehículo que implique el uso de electricidad para prevenir daños en la ECU.
- Se recomienda realizar esta investigación, para obtener datos de torque y potencia.

BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, J. (2001). *Técnicas del automóvil. Sistemas de inyección de combustible en los motores diesel*. Madrid, España: Paraninfo. Recuperado el 30 de Marzo de 2016
- Astudillo , M. (2010). *Tecnología del Automóvil* (Vol. 1). (Paraninfo, Ed.) Madrid: España. Recuperado el 31 de Marzo de 2016
- Bosch GmbH, R. (2003). *Técnica de gases de escape para motores de gasolina*. Alemania: Serie Amarilla. Recuperado el 21 de Marzo de 2016
- Bosch, R. (2002). *Regulación electrónica Diesel (EDC)*. Postfach: Reverté.
- Coello, E. (2005). *Sistemas de inyección electrónica de gasolina*. Quito, Ecuador: América. Recuperado el 30 de Marzo de 2016
- Crouse, W. (2002). *Puesta a Punto y Rendimiento del Motor* . México D.F.: Alfaomega .
- Gonzales C, D. (2012). *Motores Térmicos y Sus Sistemas Auxiliares* (Vol. 1). Madrid, España: Paraninfo. Recuperado el 2016 de Marzo de 23
- Hermógenes, G. (2002). *Sistemas de Inyección Gasolina*. España: CEAC S.A. Recuperado el 23 de Marzo de 2016
- Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN. (2004). *Gestión Ambiental Aire Vehículos Automotores. Límites permitidos de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres de gasolina* (Primera ed.). Quito, Ecuador. Recuperado el 31 de Marzo de 2016
- Kia Motors. (2003). *Common Rail- Bosch*. Santiago de Chile: Departamento de asistencia técnica de DIASA Ltda.
- Maddox, R. (1996). *El manual de Códigos de computadoras y sistemas de control electrónico del motor*. California, Estados Unidos de Norte America: Haynes Norte America. Recuperado el 4 de Abril de 2016
- Orozco C, J. L. (2006). *Inyección Electrónica en motores a gasolina*. En J. L. Cuautle. México D.F.,: México Digital Comunicación.
- Parra Reina, L. (2013). *Electrónica y servicios*. México D.F., México: Md Comunicación. Recuperado el 31 de Marzo de 2016
- Ribbens, W. (2008). *Electrónica Automotriz*. México D.F., México: Limusa. Recuperado el 30 de Marzo de 2016
- Ros Marín , J. A. (2011). *Sistemas Eléctricos y de seguridad y de confortabilidad* (Vol. 1). Navalmorales, Madrid, España: Paraninfo. Recuperado el 30 de Marzo de 2016

Ruiz, R. (2007). *El método científico y sus etapas*. México D. F., México: Esfinge. Recuperado el 2 de Abril de 2016

Sánchez, E. (2008). *Sistemas Auxiliares del Motor*. Madrid: MACMILLAN.

Verdaguer, A. (2004). *Manual de inyección electrónica* (Vol. 2). Buenos Aires: Manuales Negri. Recuperado el 4 de Abril de 2016

Watson , B. (2001). *Manual de fuel inyection BOSCH*. México D.F., México: Prentice Hall Hispanoamérica. Recuperado el 4 de Abril de 2016

NETGRAFÍA

Ambar , M. (23 de Enero de 2014). Ambar Motor. Recuperado el 31 de Marzo de 2016, de http://www.ambarmotors.com.mx/check_engine.html#

Augeri, F. (11 de Enero de 2011). CISE Electronics. Recuperado el 2016 de Marzo de 22, de <http://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/302-an%C3%A1lisis-de-los-gases-de-escape-de-los-motores-de-combusti%C3%B3n-interna.html>

Blasco, V. (2008). Obtenido de SISTEMA DE DIAGNÓSTICO OBD II : http://www.electronicar.net/IMG/Articulo_OBDII.pdf

Bosch, R. (2015). Bosch Auto Parts. Recuperado el 24 de Noviembre de 2015, de Bosch Auto Parts: <https://www.boschautoparts.com/auto/air-management-sensors>

Castro, R. (22 de Mayo de 2012). Enauto. Recuperado el 30 de Marzo de 2016, de Enauto: <http://www.enauto.cl/sintomas-de-inyectores-sucios/>

Centeno, M. (10 de Noviembre de 2010). Obtenido de SISTEMAS ANTICONTAMINANTES EN EL MOTOR: http://www.educa.madrid.org/web/ies.mateoaleman.alcala/presentacion_sistemas_anticontaminantes.pdf

Diario Motor. (24 de Marzo de 2016). Recuperado el 30 de Marzo de 2016, de <http://www.diariomotor.com/coche/toyota-hilux/>

ElectroniCar.net. (2008). Obtenido de SISTEMAS DE DIAGNÓSTICO DE SEGUNDA GENERACIÓN: <http://www.electronicar.net/IMG/Que%20es%20OBDII.pdf>

Felipe Eduardo. (5 de Octubre de 2009). Tecnicos. Recuperado el 30 de Marzo de 2015, de Tecnicos:

<http://autosacelerados.blogspot.com/2009/10/bombas-de-gasolina-la-bomba-de-gasolina.html>

Guerra, B. (06 de Junio de 2012). Sensores del auto 2bm. Recuperado el 30 de Marzo de 2016, de Sensores del auto 2bm: http://electronicdelautocbtis160.blogspot.com/2012_06_01_archive.html

Maco, J. (10 de Abril de 2011). Obtenido de Sistema OBD II (On board diagnostic): <https://josemaco.files.wordpress.com/2011/04/sistema-obdii.pdf>

Motorsport, T. (20 de Junio de 2011). Titan Motorsport. Recuperado el 14 de Octubre de 2015, de Titan Motorsport: <http://blog.titanmotorsports.com/?tag=gm-iat-sensor>

OBD CODES. (2015). Recuperado el 09 de Noviembre de 2015, de OBD CODES: <http://www.obd-codes.com/faq/ect-sensor.php>

Ocaño, D. (10 de Junio de 2013). Sistema electrónico del automóvil. Recuperado el 30 de Marzo de 2016, de Sistema electrónico del automóvil: <http://barnierek.blogspot.com/2013/06/sensores-y-actuadores.html>

Puluc, S. (2014). Coprtes.com. Recuperado el 25 de Noviembre de 2015, de Coprtes.com: <http://www.copartes.com/foros/articulo/6410/funcionamiento-del-sensor-map>

Puluc, S. (25 de Noviembre de 2015). Coprtes.com. Recuperado el 30 de Marzo de 2016, de <http://copartes.com/foros/articulo/6410/funcionamiento-del-sensor-map>

Representaciones, A. (23 de Enero de 2015). Recuperado el 23 de Marzo de 2016, de <http://www.gnrepresentaciones.co/index.php/Analizador-de-Gases/Analizador-de-gases-para-gasolina-50-100-CARTEK.html>

Urbina, A. (Junio de 2008). Obtenido de MANUAL PRÁCTICO DE DIAGNÓSTICO Y CORRECCIÓN DE FALLAS REFERENTES AL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA EN LOS VEHÍCULOS DE LA LÍNEA TOYOTA : [http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/655/1/CD-1595\(2008-07-15-01-27-36\).pdf](http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/655/1/CD-1595(2008-07-15-01-27-36).pdf)

Vallejos , M. (25 de Junio de 2008). Biodisol. Recuperado el 22 de Marzo de 2016, de <http://www.biodisol.com/cambio-climatico/tipos-de-gases-producidos-en-la-combustion-y-sus-consecuencias-energias-renovables-contaminantes-medio-ambiente-efecto-invernadero/>

VDO España. (2015). Recuperado el 10 de Noviembre de 2015, de VDO España:

http://www.vdo.es/generator/www/es/es/vdo/main/products_solutions/special_oem_solutions/platform_products/pedals/pedals_es.html?activetab=3859506

NORMAS

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN. (2 204: 2002). Gestión Ambiental Aire Vehiculos Automotores. Límites permitidos de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres de gasolina (Primera ed.). Quito, Ecuador. Recuperado el 31 de Marzo de 2016

ANEXOS



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

CERTIFICACIÓN

Se certifica que el siguiente trabajo fue desarrollado por el Sr. STALIN GABRIEL QUIMBITA TAIPE bajo nuestra supervisión.

Ing. Germán Erazo
Director del Proyecto



Ing. Danilo Zambrano
Director de Carrera

Dr. Juan Carlos Díaz A.
Secretario Académico