



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Análisis gráfico de la evolución de la presión en el cilindro, fases de distribución de gases y ajuste al encendido en motores de ciclo Otto atmosféricos con dispositivo externo compensador de altitud por transducción de presión.

Guachi Yánez Kevin Santiago

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Ingeniería Automotriz

Trabajo de Unidad de Integración Curricular, previo a la obtención del Título de
Ingeniero Automotriz

Ing. Quiroz Erazo, Leonidas Antonio Msc.

01 de febrero del 2024

Latacunga



Plagiarism and AI Content Detection Report

GUACHI KEVIN_ANALISIS COMPENSA...

Handwritten signature and text:
 Leonilda Quiroz
 JSO2509995

Scan details

Scan time:
March 1th, 2024 at 20:30 UTC

Total Pages:
70

Total Words:
17497

Plagiarism Detection

| Types of plagiarism | Words |
|---------------------|----------|
| Identical | 2.2% 390 |
| Minor Changes | 0.5% 90 |
| Paraphrased | 3.2% 554 |
| Omitted Words | 0% 0 |

5.9%

AI Content Detection

| Text coverage | Words |
|---------------|------------|
| AI text | 0% 0 |
| Human text | 100% 17497 |

0%

[Learn more](#)

🔍 Plagiarism Results: (26)

🌐 **Sistema de admisión - espirituvintage.com** 1.3%

https://espirituvintage-com.translate.google/2020/04/30/sistema-de-admision/?x_tr_sl=es&x_tr_tl=en&x_tr_h...

Facebook Twitter Instagram Pinterest ...

🌐 **ESTUDIOS DE LA CAPACIDAD DE MOVILIDAD EN FUTBOLISTAS - Fisioterapi...** 0.7%

<https://es-studenta-com.translate.google/content/132715592/estudios-de-la-capacidad-de-movilidad-en-futboli...>

Logo Studenta Iniciar sesión ...

🌐 **Funcionamiento de un motor diésel | Union Fenix Motors** 0.6%

<https://unionfenixmotors-wordpress-com.translate.google/2014/10/18/funcionamiento-de-un-motor-diesel/?x...>

Union Fenix Motors Si te gustan los coches, ésta es tu página Menú principal Sa...

🌐 **Implementación de una extrusora de filamento de botellas plásticas reci...** 0.6%

<https://docplayer-es.translate.google/230845498-implementacion-de-una-extrusora-de-filamento-de-botellas-p...>

Iniciar la sesión Registro Buscar ...



Certificación

Certifico que el trabajo de unidad de integración curricular, "Análisis gráfico de la evolución de la presión en el cilindro, fases de distribución de gases y ajuste al encendido en motores de ciclo Otto atmosféricos con dispositivo externo compensador de altitud por transducción de presión." fue realizado por el señor Guachi Yánez, Kevin Santiago, el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto, cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos é por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permitió acreditar autorizar para que lo sustente públicamente .

Latacunga, 01 de marzo del 2024

.....
Ing. Quiroz Erazo, Leonidas Antonio Msc

C.C.0502509995



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Ingeniería Automotriz

Responsabilidad de Autoría

Yo, **Guachi Yáñez, Kevin Santiago**, con cédula de ciudadanía C.C. 1725635898, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de unidad de integración curricular de: **Análisis gráfico de la evolución de la presión en el cilindro, fases de distribución de gases y ajuste al encendido en motores de ciclo Otto atmosféricos con dispositivo externo compensador de altitud por transducción de presión**, es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 01 de marzo del 2024

Guachi Yáñez, Kevin Santiago

C.C.: 1725635898



Departamento de las Ciencias Energía y Mecánica
Carrera de Ingeniería Automotriz

Autorización de Publicación

Yo, **Guachi Yánez, Kevin Santiago**, con cédula de ciudadanía N°1725635898, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de unidad de Integración curricular: **Análisis gráfico de la evolución de la presión en el cilindro, fases de distribución de gases y ajuste al encendido en motores de ciclo Otto atmosféricos con dispositivo externo compensador de altitud por transducción de presión** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 01 de marzo del 2024

.....
Guachi Yánez, Kevin Santiago

C.C.: 1725635898

Dedicatoria

Dedico este trabajo de titulación a Dios que ha sido mi guía fundamental, a mis padres que son y han sido mi motor para continuar con mis estudios, a mis hermanas por las palabras de aliento que nunca faltaron, a mí, por el apoyo incondicional, el amor que me brindaron durante todo este proceso y por el apoyo en cada uno de mis logros académicos.

A mí persona, por no haberme permitido rendirme y así terminar mi carrera universitaria con este trabajo de titulación y el comienzo de una nueva etapa de mi vida llena de promesas y posibilidades.

Que este logro sea un reconocimiento a nuestro inquebrantable lazo y una muestra de mi profundo agradecimiento por el apoyo constante y el amor indiscutible de todos ustedes.

Guachi Yáñez, Kevin Santiago

Agradecimiento

Doy las gracias a mi familia por ser mi apoyo en los momentos de incertidumbre y mi guía en los días más difíciles, les debo más de lo que las palabras pueden expresar, gracias a su sacrificio, paciencia y ánimo constante, han sido el motor que me ha mantenido en pie incluso cuando los obstáculos parecían insuperables.

Este trabajo de grado es por y para ustedes, por creer en mí incluso cuando ni yo no creía en mis propias capacidades.

Expreso un profundo agradecimiento a mi familia, mis compañeros de confianza, que en los momentos de alegría y de pesar han sido mi indiscutible compañía. Cada desafío superado y cada logro alcanzado han sido mejores gracias a su lado. Con su apoyo he logrado hacer de los malos momentos experiencias de superación y que cada logro quede guardado en mi mente y corazón, es por eso que estaré eternamente agradecido.

Guachi Yánez, Kevin Santiago

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|---|----|
| Caratula..... | 1 |
| Reporte de verificación de contenidos | 2 |
| Certificación | 3 |
| Responsabilidad de Autoría | 4 |
| Autorización de Publicación | 5 |
| Dedicatoria | 6 |
| Agradecimiento..... | 7 |
| Resumen..... | 20 |
| Capítulo I: Planteamiento Del Problema De Investigación | 22 |
| Antecedentes Investigativos..... | 22 |
| Planteamiento Del Problema..... | 23 |
| Justificación | 24 |
| Objetivos | 25 |
| Objetivo General..... | 25 |
| Objetivos Específicos | 25 |
| Descripción Detallada del Proyecto | 26 |
| Hipótesis | 28 |
| Capítulo II: Marco Teórico | 29 |
| Introducción | 29 |
| Motor de combustión interna atmosférico..... | 29 |

| | |
|--|----|
| Puesta a punto de vehículo con MCI atmosférico | 30 |
| Sensores automotrices | 30 |
| Sensor MAP..... | 30 |
| Señales Automotrices Obtenidas Mediante Sensores..... | 32 |
| Señal de entrada..... | 32 |
| Señal de salida | 32 |
| Señales análogas y digitales | 32 |
| Presión | 33 |
| Presión absoluta | 33 |
| Presión atmosférica | 33 |
| Presión de vacío o presión negativa | 33 |
| Presión Atmosférica a Diferentes Alturas..... | 33 |
| Transductores de presión | 35 |
| Transductores de presión de vacío | 35 |
| Dispositivos Compensadores de Altitud | 36 |
| Patente válvula ecológica compensadora de altitud Marclais | 36 |
| Emisión de gases de un motor ciclo Otto..... | 36 |
| Monóxido de carbono (CO) | 37 |
| Dióxido de carbono (CO ₂)..... | 37 |
| Hidrocarburos (HC)..... | 37 |
| Valores Permisibles Acorde a la Normativa Ecuatoriana | 37 |

| | |
|--|----|
| Capitulo III: Estudio de la Visualización y Recolección datos del Motor Ciclo Otto Atmosférico | 38 |
| Equipos de medición | 38 |
| Altímetro | 38 |
| Osciloscopio Analizador de Motores | 39 |
| <i>Accesorios Para Analizador de Motores</i> | 39 |
| Escáner Automotriz..... | 40 |
| Analizador de gases | 41 |
| Contador de revoluciones..... | 41 |
| Vehículo de Prueba | 42 |
| Protocolo de Puesta a Punto de Vehículo..... | 43 |
| Comprobación de la Puesta a Punto Del Motor..... | 46 |
| Protocolos de Ejecución de Scripts en el Analizador de Motores | 47 |
| Protocolo de Uso del Script Px35..... | 47 |
| Protocolo de Uso de Transductor de Vacío Dx..... | 48 |
| Protocolo de Medición Presión Absoluta con Escáner Automotriz | 49 |
| Protocolo de Preparación para Prueba de Gases | 50 |
| Protocolo de Uso del Analizador de gases para toma de datos..... | 50 |
| Protocolo de Pruebas a Diferentes Alturas Sobre el Nivel del Mar | 51 |
| Instalación de la válvula compensadora de altitud en el vehículo de pruebas | 53 |
| Partes de la válvula compensadora de altitud | 55 |
| Principio de Funcionamiento de la Válvula Compensadora | 56 |

| | |
|---|----|
| | 11 |
| Simulación del flujo de aire dentro de la válvula | 59 |
| Simulacion de valvula a diferentes alturas | 60 |
| Prueba de Gases Contaminantes | 62 |
| Informe de resultados obtenidos en la prueba de gases | 63 |
| Ruta de Pruebas | 64 |
| Ensayos Realizados a Diferentes Alturas | 65 |
| Ensayos Realizados a 2 msnm | 67 |
| <i>Prueba con Transductor de Presión Px35.</i> | 67 |
| <i>Prueba Con Transductor de Vacío Dx.</i> | 69 |
| <i>Presión Absoluta en Múltiple de Admisión.</i> | 70 |
| Ensayos realizados a 501 msnm..... | 71 |
| <i>Prueba con Transductor de Presión Px35.</i> | 71 |
| <i>Prueba Con Transductor de Vacío Dx</i> | 73 |
| <i>Presión Absoluta en Múltiple de Admisión.</i> | 74 |
| Ensayos Realizados a 994 msnm | 75 |
| <i>Prueba con Transductor de Presión Px35.</i> | 75 |
| <i>Prueba Con Transductor de Vacío Dx.</i> | 77 |
| <i>Presión Absoluta en Múltiple de Admisión.</i> | 78 |
| Ensayos Realizados a 1483 msnm | 79 |
| <i>Prueba con Transductor de Presión Px35.</i> | 79 |
| <i>Prueba Con Transductor de Vacío Dx.</i> | 81 |

| | |
|---|-----------|
| | 12 |
| <i>Presión Absoluta en Múltiple de Admisión.....</i> | <i>82</i> |
| Ensayos realizados a 2012 msnm..... | 83 |
| <i>Prueba con Transductor de Presión Px35.</i> | <i>83</i> |
| <i>Prueba Con Transductor de Vacío Dx.</i> | <i>85</i> |
| <i>Presión Absoluta en Múltiple de Admisión.....</i> | <i>86</i> |
| Ensayos realizados a 2562 msnm..... | 87 |
| <i>Prueba con Transductor de Presión Px35.</i> | <i>87</i> |
| <i>Prueba Con Transductor de Vacío Dx.</i> | <i>89</i> |
| <i>Presión Absoluta en Múltiple de Admisión.....</i> | <i>90</i> |
| Ensayos realizados a 3057 msnm..... | 91 |
| <i>Prueba con Transductor de Presión Px35.</i> | <i>91</i> |
| <i>Prueba Con Transductor de Vacío Dx.</i> | <i>93</i> |
| <i>Presión Absoluta en Múltiple de Admisión.....</i> | <i>94</i> |
| Capítulo IV: Análisis de resultados de la evolución de la presión en el cilindro, fases de distribución de gases y ajuste al encendido en motores de ciclo Otto atmosféricos | 96 |
| Análisis de las pruebas..... | 96 |
| Interpretación de Oscilograma Generado por Transductor de Presión | 96 |
| Análisis de la Presión Absoluta con el Múltiple de Admisión | 102 |
| Análisis de Resultados en las Pruebas de Gases Contaminantes..... | 106 |
| Capítulo V: Marco Administrativo | 109 |
| Recursos | 109 |
| Recursos Humanos | 109 |

| | |
|------------------------------|-----|
| Recursos Tecnológicos | 109 |
| Recursos Materiales | 110 |
| Presupuesto | 111 |
| Costo neto del proyecto..... | 111 |
| Financiamiento..... | 111 |
| Conclusiones | 112 |
| Recomendaciones | 114 |
| Bibliografía | 115 |
| Anexos | 119 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 <i>Árbol de problemas</i> | 24 |
| Figura 2 <i>Funcionamiento del sensor MAP</i> | 31 |
| Figura 3 <i>Valores de operación del sensor MAP</i> | 31 |
| Figura 4 <i>Visualización de una señal en el osciloscopio</i> | 32 |
| Figura 5 <i>Transductores de presión</i> | 35 |
| Figura 6 <i>Válvula compensadora de altitud</i> | 36 |
| Figura 7 <i>Aplicación Altimetro Preciso</i> | 38 |
| Figura 8 <i>Osciloscopio automotriz analizador de motores</i> | 39 |
| Figura 9 <i>Escáner automotriz</i> | 40 |
| Figura 10 <i>Analizador de gases AGS-688</i> | 41 |
| Figura 11 <i>Contador de Revoluciones</i> | 41 |
| Figura 12 <i>Vehículo de pruebas</i> | 42 |
| Figura 13 <i>Puesta a punto de vehículo sistemas específicos del motor</i> | 43 |
| Figura 14 <i>Puesta a punto de vehículo sistemas específicos del motor (continuación)</i> | 44 |
| Figura 15 <i>Protocolo de puesta a punto de vehículo de prueba</i> | 45 |
| Figura 16 <i>Comprobación de Protocolo de puesta a punto de vehículo de prueba</i> | 46 |
| Figura 17 <i>Protocolo para uso del Script Px35 en el software USB Oscilloscope</i> | 47 |
| Figura 18 <i>Protocolo para uso del transductor de vacío en el software del osciloscopio</i> | 48 |
| Figura 19 <i>Protocolo para medición de presión absoluta</i> | 49 |
| Figura 20 <i>Preparación del vehículo y del equipo para análisis de gases</i> | 50 |
| Figura 21 <i>Uso del analizador de Gases</i> | 51 |
| Figura 22 <i>Protocolo para cada parada de ensayo</i> | 52 |
| Figura 23 <i>Diagrama de instalación de la válvula compensadora en el múltiple de admisión</i> ... | 53 |
| Figura 24 <i>Instalación de la válvula compensadora de altitud</i> | 54 |

| | |
|--|-----|
| Figura 25 <i>Ubicación de la válvula compensadora de altitud en el vehículo</i> | 55 |
| Figura 26 <i>Partes de la válvula compensadora de altitud</i> | 55 |
| Figura 27 <i>Funcionamiento de la válvula compensadora de altitud parte 1</i> | 56 |
| Figura 28 <i>Diagrama de funcionamiento de la válvula compensadora de altitud parte 2</i> | 57 |
| Figura 29 <i>Diagrama de funcionamiento de la válvula compensadora de altitud parte 3</i> | 58 |
| Figura 30 <i>Válvula modelada en 3D</i> | 59 |
| Figura 31 <i>Simulación CFD con parámetros a 0 msnm</i> | 60 |
| Figura 32 <i>Simulación CFD con parámetros a 3000 msnm</i> | 61 |
| Figura 33 <i>Prueba de gases contaminantes en vehículo de pruebas</i> | 63 |
| Figura 34 <i>Resultados de análisis de gases - vehículo sin válvula</i> | 63 |
| Figura 35 <i>Resultados de análisis de gases - vehículo con válvula</i> | 64 |
| Figura 36 <i>Recorrido realizado a diferentes alturas.</i> | 64 |
| Figura 37 <i>Conexión del equipo de medición</i> | 66 |
| Figura 38 <i>Pruebas realizadas en vehículo a una altura de 2 msnm.</i> | 67 |
| Figura 39 <i>Vehículo de pruebas ubicado en Santo Domingo una altura de 501 msnm</i> | 71 |
| Figura 40 <i>Vehículo de pruebas en Cascada Río Napa a 994 msnm</i> | 75 |
| Figura 41 <i>Vehículo de pruebas Estación de servicio Tandapi a 1483 msnm</i> | 79 |
| Figura 42 <i>Vehículo de pruebas en Santuario Católico Virgen de la Merced - 2012 msnm</i> | 83 |
| Figura 43 <i>Cascadas Gemelas – Agua Caliente, Pichincha a 2562 msnm</i> | 87 |
| Figura 44 <i>Vehículo de pruebas ubicado en Santo Domingo una altura de 3057 msnm</i> | 91 |
| Figura 45 <i>Oscilograma de presión del cilindro a 1483 msnm</i> | 96 |
| Figura 46 <i>Evolución de la presión máxima en el cilindro a diferentes alturas</i> | 98 |
| Figura 47 <i>Cantidad de gas en cilindro, en vertical, con válvula instalada a 2000msnm</i> | 99 |
| Figura 48 <i>Cantidad de gas, en vertical sin válvula instalada a 2000msnm</i> | 100 |
| Figura 49 <i>Cantidad de gas en el cilindro desde el centro, sin válvula a 2000msnm</i> | 101 |
| Figura 50 <i>Cantidad de gas en el cilindro desde el centro, con válvula a 2000msnm</i> | 101 |

| | |
|---|-----|
| Figura 51 <i>Gráfica de variación del ralentí a diferentes alturas.</i> | 103 |
| Figura 52 <i>Presión absoluta en el múltiple de admisión</i> | 104 |
| Figura 53 <i>Presión absoluta en el múltiple de admisión con el vehículo apagado</i> | 105 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1 <i>Variación de datos a varias alturas sobre el nivel del mar</i> | 34 |
| Tabla 2 <i>Kit Accesorios Analizador de Motores</i> | 39 |
| Tabla 3 <i>Especificaciones técnicas</i> | 42 |
| Tabla 4 <i>Parámetros de simulación con parámetros a 0 msnm</i> | 60 |
| Tabla 5 <i>Resultados obtenidos CFD con parámetros a 0 msnm</i> | 61 |
| Tabla 6 <i>Parámetros de simulación con parámetros a 3000 msnm</i> | 62 |
| Tabla 7 <i>Resultados obtenidos CFD con parámetros a 3000 msnm</i> | 62 |
| Tabla 8 <i>Lugares de medición a diferentes alturas</i> | 65 |
| Tabla 9 <i>Oscilograma generado por script Px35 a 2 msnm</i> | 68 |
| Tabla 10 <i>Reporte de cantidad de gas en el cilindro según script Px35 a 2 msnm</i> | 68 |
| Tabla 11 <i>Reporte de distribución de gases en el cilindro con script Px35 a 2 msnm</i> | 69 |
| Tabla 12 <i>Oscilograma generado por transductor de vacío Dx</i> | 69 |
| Tabla 13 <i>Resultados obtenidos del escáner automotriz</i> | 70 |
| Tabla 14 <i>Oscilograma generado por script Px35 a 501 msnm</i> | 72 |
| Tabla 15 <i>Reporte de cantidad de gas en el cilindro según script Px35 a 501 msnm</i> | 72 |
| Tabla 16 <i>Reporte de distribución de gases en el cilindro con script Px35 a 501 msnm</i> | 73 |
| Tabla 17 <i>Oscilograma generado por transductor de vacío Dx</i> | 73 |
| Tabla 18 <i>Resultados obtenidos del escáner automotriz a 501 msnm</i> | 74 |
| Tabla 19 <i>Oscilograma generado por script Px35 a 994 msnm</i> | 76 |
| Tabla 20 <i>Reporte de cantidad de gas en el cilindro según script Px35 a 994 msnm</i> | 76 |
| Tabla 21 <i>Reporte de distribución de gases en el cilindro con script Px35 a 994 msnm</i> | 77 |
| Tabla 22 <i>Oscilograma generado por transductor de vacío Dx</i> | 77 |
| Tabla 23 <i>Resultados obtenidos del escáner automotriz a 994 msnm</i> | 78 |
| Tabla 24 <i>Oscilograma generado por script Px35 a 1483 msnm</i> | 80 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 25 <i>Reporte de cantidad de gas en el cilindro según script Px35 a 1483 msnm</i> | 80 |
| Tabla 26 <i>Reporte de distribución de gases en el cilindro con script Px35 a 1483 msnm</i> | 81 |
| Tabla 27 <i>Oscilograma generado por transductor de vacío Dx</i> | 81 |
| Tabla 28 <i>Resultados obtenidos del escáner automotriz a 1483 msnm</i> | 82 |
| Tabla 29 <i>Oscilograma generado por script Px35 a 2012 msnm</i> | 84 |
| Tabla 30 <i>Reporte de cantidad de gas en el cilindro según script Px35 a 2012 msnm</i> | 84 |
| Tabla 31 <i>Reporte de distribución de gases en el cilindro con script Px35 a 2012 msnm</i> | 85 |
| Tabla 32 <i>Oscilograma generado por transductor de vacío Dx</i> | 85 |
| Tabla 33 <i>Resultados obtenidos del escáner automotriz a 2012 msnm</i> | 86 |
| Tabla 34 <i>Oscilograma generado por script Px35 a 2562 msnm</i> | 88 |
| Tabla 35 <i>Reporte de cantidad de gas en el cilindro según script Px35 a 501 msnm</i> | 88 |
| Tabla 36 <i>Reporte de la distribución de gases en el cilindro con script Px35 a 994 msnm</i> | 89 |
| Tabla 37 <i>Oscilograma generado por transductor de vacío Dx</i> | 89 |
| Tabla 38 <i>Resultados obtenidos del escáner automotriz a 2562 msnm</i> | 90 |
| Tabla 39 <i>Oscilograma generado por script Px35 a 3027 msnm</i> | 92 |
| Tabla 40 <i>Reporte de cantidad de gas en el cilindro según script Px35 a 3057 msnm</i> | 92 |
| Tabla 41 <i>Reporte de distribución de gases en el cilindro con script Px35 a 3057 msnm</i> | 93 |
| Tabla 42 <i>Oscilograma generado por transductor de vacío Dx</i> | 93 |
| Tabla 43 <i>Resultados obtenidos del escáner automotriz</i> | 94 |
| Tabla 44 <i>Presión máxima en el cilindro a diferentes alturas</i> | 97 |
| Tabla 45 <i>Presión Absoluta en el múltiple de admisión</i> | 102 |
| Tabla 46 <i>Presión Absoluta en el múltiple de admisión apagado el vehículo</i> | 105 |
| Tabla 47 <i>Variación de datos obtenidos del analizador de gases</i> | 106 |
| Tabla 48 <i>Recursos humanos</i> | 109 |
| Tabla 49 <i>Recursos tecnológicos</i> | 110 |
| Tabla 50 <i>Recursos materiales</i> | 110 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 51 <i>Adquisiciones varias</i> | 111 |
| Tabla 52 <i>Costo neto del proyecto</i> | 111 |

Resumen

En el presente trabajo de la Unidad Integración Curricular se analiza gráficamente la evolución de la presión en el cilindro, y a la incidencia de los sistemas compensadores de altitud en motores de ciclo Otto atmosféricos, se estudia los tiempos reales en el MCI mediante oscilogramas generados por un equipo analizador de motores, en función de las presiones que existen internamente en el cilindro, obtenidas mediante transductores de presión, las mismas varían debido al movimiento del pistón. Se realizan ensayos mediante protocolos de medición a diferentes alturas sobre el nivel del mar en el país, para la comparación del rendimiento del motor sin y con dispositivo compensador de altitud. La interpretación se desarrolla por script Px por software automatizado que determina el estado mecánico del motor obteniendo datos cuantitativos y gráficos de relación de compresión, fases de distribución de gases, ángulos de apertura y cierre de válvulas, eficiencia volumétrica y pérdidas de potencia, con la recolección de estos datos se compara la eficiencia del dispositivo externo y se evidencia cambios tanto en emisiones contaminantes post combustión, así como en el funcionamiento del motor.

Palabras Clave: Oscilogramas, transducción de presión, compensador de altitud, fases de distribución, script Px.

Abstract

At this present work, the evolution of the pressure in the cylinder, and the incidence of altitude compensation systems in atmospheric Otto cycle engines, were analyzed graphically. During the development of the research project, the real times of the internal combustion engine are studied, such as intake, compression, explosion and exhaust, shown graphically through oscillograms generated by an engine analyzer equipment, depending on the pressures that exist internally in the cylinder, obtained through pressure transducers. The pressures that are emitted inside the cylinder vary due to the movement of the piston, with this the engine complies with the four strokes, required to obtain the oscillograms that will be interpreted with the help of the P_x script and its automated software that determines the mechanical state of the engine by throwing quantitative data and graphs of compression ratio, gas distribution phases, valve opening and closing angles, volumetric efficiency and power losses. An external altitude compensating device was added to the atmospheric internal combustion engine and tests were carried out using the respective protocols and at different heights above sea level in the country, for the performance comparison of the same engine with that device, with the collection of these data, the efficiency of the external device is compared and changes are noted in both post-combustion polluting emissions, as well as in engine operation.

Keywords: Oscillograms, pressure transduction, altitude compensator, distribution phases.

Capítulo I

Planteamiento Del Problema De Investigación

Antecedentes Investigativos

Los tiempos reales del motor de combustión interna son los siguientes: Admisión dura más de 180° de giro. La válvula de admisión tiene un adelanto de apertura de 10° a 15° (AAA) y el cierre de la válvula no se produce a lo que el pistón alcanza el punto muerto inferior, sino que se retrasa el cierre de la válvula de 40° a 45° (RCA) (Zurita, 2007)

La compresión de este tiempo dura menos de 180° de giro. Antes de que el pistón alcance el punto muerto superior se produce el salto de la chispa, avance de encendido (AE). Explosión es donde las válvulas se mantienen cerradas y el pistón desciende del punto muerto superior al punto muerto inferior. (Zurita, 2007)

Antes de que el pistón haya terminado su recorrido la válvula de escape abre, Escape la válvula de escape y adelanta su apertura de 40° a 50° (AAE), esto para aprovechar la presión interna y que los gases salgan rápidamente. (Zurita, 2007)

Existe un método de análisis de oscilogramas en función de las presiones que existen internamente en el cilindro, con la finalidad de detectar fallos mecánicos y la interacción de la masa de aire que se encuentra en todo el proceso de combustión del motor. Los motores de combustión interna tienen problemas para conseguir un óptimo equilibrio en relación a los cambios de altitud, sin embargo, las condiciones atmosféricas cambian de forma radical conforme se aleja del nivel del mar. A más altitud, la cantidad de oxígeno se reduce de manera considerable. (Criollo & Matute, 2014)

Muchos creen que esta reducción se debe a una baja concentración de dicho elemento, sin embargo, lo que ocurre es que hay menos aire en el ambiente. De tal forma que la concentración del oxígeno en el aire, alrededor de un 21%, el comportamiento es igual tanto a

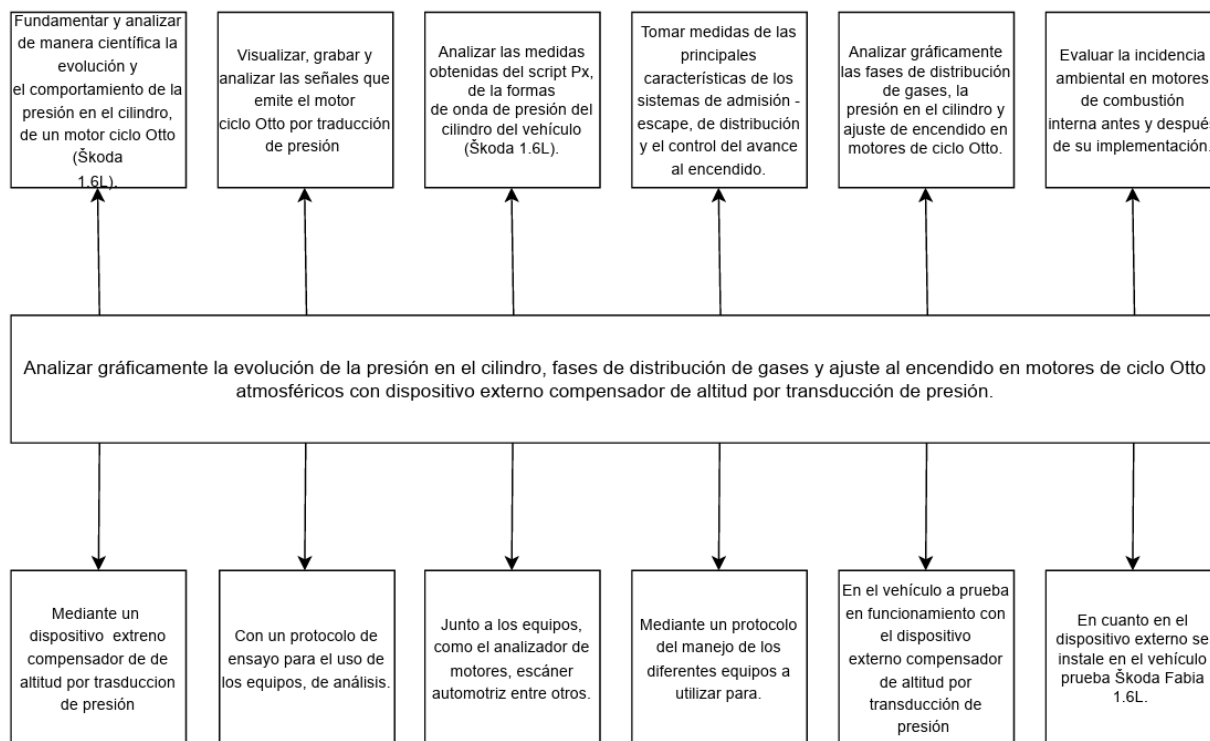
una altura mínima sobre el nivel del mar que a una altitud alta, la diferencia se presenta debido a la cantidad de aire que exista en él. (Criollo & Matute, 2014)

En teoría, los autos modernos con motor de combustión interna no deberían experimentar la pérdida de potencia, ya que cuentan con dichos sensores y dispositivos para adaptarse a los cambios de altitud. Sin embargo, todavía se escucha a algunos usuarios quejarse de este fenómeno. De acuerdo con algunos especialistas, la pérdida de potencia es de aproximadamente 10% por cada 1,000 metros de ascenso. (Criollo & Matute, 2014)

Planteamiento Del Problema.

Las variaciones en la presión y temperatura atmosférica pueden tener un impacto negativo en los motores de combustión interna, especialmente debido a la menor disponibilidad de oxígeno a altitudes elevadas, lo que conduce a una combustión incompleta y mayores emisiones contaminantes, como hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y dióxido de carbono. La altitud afecta la relación aire-combustible, lo que requiere ajustes en parámetros como la presión atmosférica y la temperatura del aire de admisión. La instalación de válvulas compensadoras en vehículos a altitudes superiores a 1500 metros sobre el nivel del mar busca mejorar el rendimiento del motor, mientras que el rendimiento de los motores de combustión interna está directamente relacionado con la regulación de la combustión controlada por la presión de los cilindros. (Acebes, 2007)

Los motores de encendido con lazo de control cerrado reducen el suministro de combustible a mayores altitudes para mantener una mezcla estequiométrica, mientras que la menor temperatura exterior requiere un avance en el ángulo de encendido para compensar la disminución de la velocidad de combustión. (Acebes, 2007)

Figura 1*Árbol de problemas*

Nota. Árbol de problemas del proyecto de investigación.

Justificación

Los automóviles enfrentan desafíos constantes para cumplir con las normativas de emisiones, mejorar la economía de combustible y ofrecer un rendimiento óptimo en diversas condiciones de altitud. La transducción de presión en tiempo real se ha vuelto crucial para medir y controlar las condiciones de funcionamiento del motor, especialmente con la creciente importancia de los sistemas compensadores de altitud, que ajustan la mezcla aire-combustible automáticamente según la altitud. La investigación sobre cómo estos sistemas afectan el rendimiento y la eficiencia de los motores de ciclo Otto puede influir en el diseño y la optimización de motores, contribuyendo a la reducción de emisiones y al desarrollo de vehículos más eficientes y ecológicos.

Los fabricantes de automóviles buscan constantemente formas de mejorar la eficiencia de sus motores y cumplir con regulaciones ambientales más estrictas. Comprender la interacción entre los sistemas compensadores de altitud y los motores de ciclo Otto puede ayudar a desarrollar estrategias de control más efectivas y sistemas de inyección de combustible más avanzados. Además, esta investigación puede tener implicaciones en la industria de la aviación, donde también se utilizan motores de ciclo Otto en aeronaves ligeras.

En resumen, el análisis de la incidencia de los sistemas compensadores de altitud en motores de ciclo Otto mediante la transducción de presión en tiempo real es un tema relevante y de gran alcance, con implicaciones significativas tanto en la mejora de la tecnología automotriz como en otras áreas donde se utilizan motores de este tipo. El uso del analizador de motores como herramienta de digitalización de datos y su transmisión hacia la PC permite un análisis profundo de las señales de presión en el cilindro y otros parámetros relacionados con el rendimiento del motor, lo que es fundamental para comprender y optimizar su funcionamiento.

Objetivos

Objetivo General

Analizar gráficamente la evolución de la presión en el cilindro, fases de distribución de gases y ajuste al encendido en motores de ciclo Otto atmosféricos con dispositivo externo compensador de altitud por transducción de presión.

Objetivos Específicos

Fundamentar científicamente la evolución de la presión en el cilindro, fases de distribución de gases y ajuste al encendido en motores de ciclo Otto atmosféricos con dispositivo externo compensador de altitud por transducción de presión.

Desarrollar un protocolo de ensayo para el equipo analizador de motores, a fin de visualizar, grabar y analizar las señales por transducción de presión.

Desarrollar la visualización y grabación para medición de las formas de onda de presión del cilindro de un vehículo del motor de combustión interna ciclo Otto.

Medición de las principales características neumáticas de los sistemas de admisión – escape del sistema de distribución y sistema de control de avance al encendido a través de script en motores de ciclo Otto.

Descripción Detallada del Proyecto

La ejecución del presente proyecto de investigación de el “Análisis gráfico de la evolución de la presión en el cilindro, fases de distribución de gases y ajuste al encendido en motores de ciclo Otto atmosféricos con dispositivo externo compensador de altitud por transducción de presión.”, considera lo siguiente:

Se fundamento científico técnico mediante bibliografía con sustento académico en temáticas afines a la evolución de la presión en el cilindro, fases de distribución de gases y ajuste al encendido en motores de ciclo Otto atmosféricos con dispositivo externo compensador de altitud por transducción de presión.

Se desarrollo un protocolo de ensayo para el equipo Usb Autoscope, a fin de visualizar, grabar y analizar todas las señales por transducción de presión con rango de 0 msnm a 3000 msnm en el vehículo de prueba para la medición, cálculo y análisis de las principales características neumáticas de los sistemas de admisión – escape del sistema de distribución y sistema de control de avance al encendido a través de script en motores de ciclo Otto atmosféricos con dispositivo externo compensador de altitud por transducción de presión.

Se desarrollo la visualización y grabación para medición de presión de gas de un rango entre -0.95...+35 Bar a fin de obtener oscilogramas de presión en los cilindros del motor funcionando sin combustión, mediante la configuración del USB Autoscope IV en el modo de prueba Px+Longer con las formas de onda de presión del cilindro de un vehículo con

sincronización temprana de válvulas, a través del software para detectar automáticamente las desviaciones de los gráficos normales y las marca mediante punteros en el motor de combustión interna ciclo Otto, antes y después de la implementación del dispositivo externo compensador de altitud.

Se analizó los datos obtenidos en el informe del script Px, estableciendo la relación de la variación de la altitud respecto de la sincronización de válvulas, sincronización de encendido con el tiempo de encendido en el rango operativo y evolución de la presión en el cilindro.

Se evaluó con mayor precisión y rapidez todo lo relacionado con el tiempo de apertura y cierre de las válvulas se representa en forma de un diagrama como se desarrolla la cantidad de gases en el cilindro en cualquier momento del ciclo de trabajo, a través del script con los detalles del llenado del cilindro durante la fase de admisión, características del sistema de admisión y cantidad de potencia absorbida en motores de combustión interna atmosféricos antes y después de la implementación del dispositivo externo compensador de altitud.

Se analizo de manera gráfica de las fases de distribución de gases, presión en el cilindro y ajuste al encendido en motores de ciclo Otto atmosféricos con dispositivo externo compensador de altitud por transducción de presión; considerando valores típicos de pérdidas de presión y/o masa de gases en motores de la onda de presión del cilindro para estado aceptable entre un 10% a un 18%.

Se evaluó la incidencia ambiental en motores de combustión interna atmosféricos antes y después de la implementación del dispositivo externo compensador de altitud mediante prueba de emisiones en ciclos urbanos y extraurbanos.

Hipótesis

La incidencia del dispositivo externo compensador en motores de combustión interna atmosféricos compensará en 20% valores típicos de pérdidas de presión y/o masa de gases en motores de la onda de presión del cilindro.

Capítulo II

Marco Teórico

Introducción

En este capítulo se muestran las bases teóricas que han sido el resultado de la investigación bibliográfica donde se tratarán temas fundamentales como el motor de ciclo otto atmosférico, principios de alimentación de aire del motor, compensadores de altitud, transductores de presión, presión atmosférica a diferentes alturas, métodos de análisis mediante uso de equipos avanzados que se implementarán en vehículos de aspiración atmosférica.

Las mejoras alcanzadas están muy ligadas a la configuración y calibraciones de los nuevos sistemas implementados, estos se realizan en laboratorios que consideran el nivel del mar como punto de referencia y el uso de combustibles disponibles en las regiones donde se realizan las mejoras de los sistemas. Lo importante de este estudio es demostrar el cambio ocasionado en el proceso de combustión por trabajar con compensadores de altitud en una altura superior a los 2000 msnm (Zambrano, Nestor, Chicago, & García, 2017)

Motor de combustión interna atmosférico

En el contexto de motores de combustión interna (MCI) atmosféricos, Significa que el motor toma directamente aire a la presión atmosférica durante su carrera de admisión, que se le puede llamar admisión atmosférica. En estos motores, no hay elementos que proporcionen un mayor caudal de aire que el natural, aunque se han desarrollado sistemas para aumentar parcialmente el volumen de aire admitido, hoy en día implica un coste adicional y mantenimiento más costoso gracias a las ventajas de la sobrealimentación es por esto que es menos frecuente la adquisición de estos vehículos. (Acebes, 2007)

Puesta a punto de vehículo con MCI atmosférico

El motor de cualquier vehículo debe funcionar correctamente para cualquier prueba en distintos tipos de situaciones de funcionamiento, en caso contrario, puede ser preciso realizar una serie de ajustes para adecuar tanto el vehículo como el motor a sus condiciones normales de funcionamiento. La puesta a punto del motor y el vehículo en general establece un correcto manejo, así como una rápida respuesta del mismo, y debe realizarse dentro de los tiempos indicados por el fabricante en el manual de usuario del vehículo. (Crouse, 2002)

Algunas de las principales intervenciones que se realizan para la puesta a punto del motor se tiene:

- **Sistema de Lubricación:** revisión nivel del aceite del motor, cambio de filtro.
- **Sistema de Combustible:** Inyectores de combustible filtro de combustible.
- **Sistema de Encendido:** Bujías, batería, limpieza de bornes.
- **Sistema de Refrigeración:** Fugas o daños del radiador, nivel de refrigerante.
- **Sistema de Alimentación:** Filtro de Aire
- **Sistema De Escape:** Silenciador y tubos de escape.
- **Sistema de Distribución:** Correa de distribución o cadena, correa de accesorios.

Sensores automotrices

Los diferentes tipos de sensores que se presentan en el vehículo se clasifican según ciertos parámetros, la tecnología ha permitido que los vehículos más seguros y eficientes, todo esto gracias a los diferentes sensores que se encuentran presentes en el vehículo. (Sernauto, 2023). .

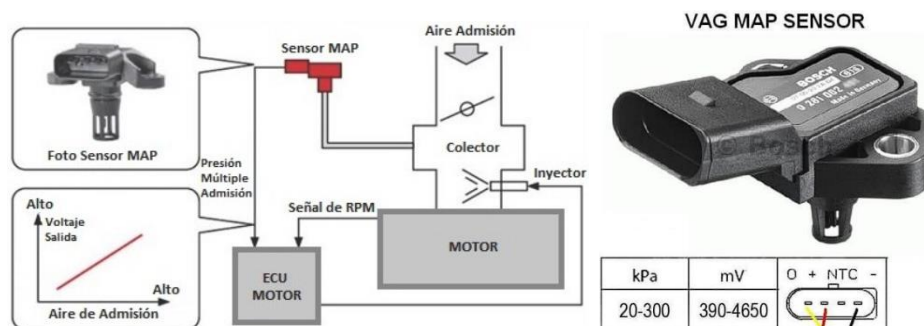
Sensor MAP

El sensor MAP se encarga de medir la presión absoluta del múltiple de admisión ya que convierte el vacío en una señal de voltaje que la ECU como presión absoluta en el múltiple de admisión. La altitud sobre el nivel del mar juega un papel muy importante en este sensor ya que

a mayor altura sobre el nivel del mar existirá menos presión y mandará al terminal del sensor en la ECU un voltaje bajo (Concepcion, 2011)

Figura 2

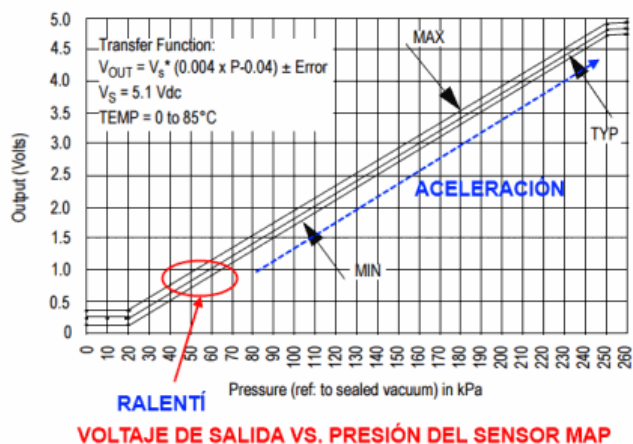
Funcionamiento del sensor MAP



Nota. Funcionamiento del sensor MAP y a la derecha pin-out del mismo. Tomado de (Avance, 2019).

Figura 3

Valores de operación del sensor MAP



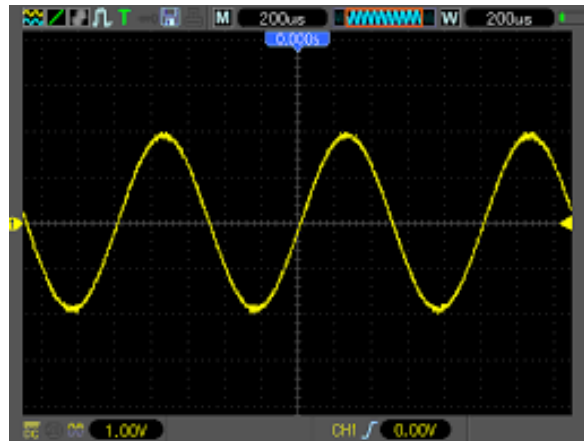
Nota. Variación del voltaje en función de la presión en in kPa medida por el sensor MAP

Señales Automotrices Obtenidas Mediante Sensores

Estas señales son generadas con un osciloscopio de aplicación automotriz, en la figura se muestra un ejemplo de estas señales que contienen información relevante para interpretación

Figura 4

Visualización de una señal en el osciloscopio



Nota. Tipo de señal que emite un sensor CKP inductivo cuando está en funcionamiento.

Tomado de (Ad Instruments, 2006)

Señal de entrada

Es la información o los datos que el sensor recibe del sistema que esté monitoreando.

Señal de salida

Es la respuesta que el sensor genera como resultado de la medición de señal de entrada.

Señales análogas y digitales

- La señal análoga varía de forma continua con el tiempo.
- La señal digital puede obtener valores de amplitud discretos en instantes concretos, en que únicamente tiene dos estados de voltaje y se representan de la siguiente forma 1/0, alto/bajo y ON/OFF

Presión

La presión es una magnitud física ejercida por unidad de superficie de área es la fuerza perpendicular por unidad de área y se expresa en unidades como pascales (Pa), atmósferas (atm), bares (bar) (Thermal Engineering, 2019)

Presión absoluta

Cuando la presión se encuentra en vacío perfecto, se llama presión absoluta (psi), libras por pulgada cuadrada, esta medida se usa para indicar que la presión está dada en un vacío en lugar el ambiente con presión atmosférica ambiental. La presión atmosférica al nivel del mar es de alrededor de 101.3 kPa (14.7 psi). (Thermal Engineering, 2019)

Presión atmosférica

Presión atmosférica, es la fuerza aplicada a una unidad de área ejercida por, todo el cuerpo de aire sobre el área especificada. La presión atmosférica se puede medir con un barómetro de mercurio (de ahí el sinónimo comúnmente utilizado presión barométrica), que indica la altura de una columna de mercurio que equilibra exactamente el peso de la columna de atmósfera sobre el barómetro. (National Geographic, s. f.)

Presión de vacío o presión negativa

La presión negativa, también conocida como vacío, es un proceso que reduce la presión del aire dentro de un recipiente a un nivel inferior a la presión atmosférica exterior. La presión negativa se crea mediante un dispositivo mecánico, como una bomba de vacío, que elimina las moléculas de aire del recipiente. (National Geographic, s. f.)

Presión Atmosférica a Diferentes Alturas

Presión atmosférica varía según la altitud, siendo máxima al nivel del mar. Esto se debe a que la presión atmosférica está directamente relacionada con el peso del aire sobre el vehículo. En altitudes mayores, hay menos aire sobre nosotros, lo que resulta en un peso reducido y por lo tanto una presión atmosférica más baja. Además, a medida que aumenta la

altura el aire se vuelve menos denso, existiendo una reducción considerable del peso.(Barroso Pellico & Ayarzagüena Porras, 2018)

Tabla 1

Variación de datos a varias alturas sobre el nivel del mar

| Altitud (m) | Presión atmosférica (Bar) | Temperatura °C | Densidad Kg/m³ |
|--------------------|----------------------------------|-----------------------|----------------------------------|
| 0 | 1,01 | 15,00 | 1,23 |
| 100 | 1,00 | 14,40 | 1,21 |
| 200 | 0,99 | 13,70 | 1,20 |
| 500 | 0,96 | 11,80 | 1,17 |
| 1000 | 0,90 | 8,50 | 1,11 |
| 2000 | 0,80 | 2,00 | 1,01 |
| 3000 | 0,70 | -4,50 | 0,91 |
| 4000 | 0,62 | -11,00 | 0,82 |
| 5000 | 0,54 | -17,50 | 0,74 |
| 7500 | 0,38 | -33,80 | 0,56 |

Nota. Datos normales de la presión temperatura y densidad del aire en función de la altitud.

Tomado de (AR SERCORE, 2019)

La presión atmosférica varía según la altitud: a nivel del mar es de 760 milímetros de mercurio (mmHg) o 1,013 bares (Bar); a 5.000 metros de altura desciende a 410 mmHg o 0,540 Bar; y a los 7.500 metros se reduce aún más a unos 287 mmHg o 0,383 Bar. Este descenso de presión implica una disminución en la cantidad parcial del oxígeno en el aire que se respira y en el caso de las MCI una reducción partículas de oxígeno para generar la combustión.(Ferro, 2016)

Aunque los porcentajes de la mezcla gaseosa son consistentes tanto a nivel del mar como en altitudes elevadas (20,9 % de oxígeno, 78,09 % de nitrógeno, y 1,01 % de otros gases como argón, neón, helio y dióxido de carbono), la menor presión en altitudes mayores quiere decir que menos moléculas de oxígeno ingresan al MCI durante la admisión.(Ferro, 2016)

Transductores de presión

Un transductor de presión es un dispositivo que convierte la presión en una señal eléctrica de salida. La señal eléctrica puede ser digital o analógica y es utilizada por otros dispositivos como el analizador de motores osciloscopio, hoy en día se usa ampliamente en diagnóstico automotriz y aplicaciones donde se requiere la medición de la presión. También se los conocen como sensores de presión o transmisores de presión. (Tameson & Kolstad, 2020)

Transductores de presión de vacío

El transductor de presión de vacío está diseñado para obtener señales o datos en forma de onda de baja presión (vacío) en aplicaciones generales donde se requiera medir la presión de vacío de un sistema o en aplicaciones automotrices en el colector de admisión de un motor de gasolina, oscilogramas de onda de baja presión en el cárter y formas de onda del flujo de gases de escape con el uso de un osciloscopio. El uso de este sensor permite obtener una evaluación rápida del estado mecánico del motor, sin necesidad de desmontarlo con la interpretación correcta de datos. (USB Autoscope, 2022)

Figura 5

Transductores de presión



Nota. A la izquierda transductor designado para medición de presión de gas dentro del cilindro, a la derecha Transductor designado para medición de presión de vacío en el colector de admisión tomado de (Autoscope, 2020)

Dispositivos Compensadores de Altitud

Se trata de una válvula elaborada para contrarrestar los cambios de rendimiento de los motores debido a la altitud, también llamado compensador altimétrico o Válvula compensadora de altitud. Dependiendo de la instalación esta tiene la capacidad de adaptarse a cualquier vehículo, independientemente del cilindraje y el tipo de combustible que se use. (MARCLAIS, Colombia, s. f.)

Patente válvula ecológica compensadora de altitud Marclais

La válvula es un emprendimiento de alto potencial que se ha comercializado en diferentes países, esta cuenta con patente a partir del 03 de noviembre del 2014, 22734AIS. (MARCLAIS, Colombia, s. f.)

Figura 6

Válvula compensadora de altitud



Nota: Válvula ecológica Marclais con numero de patente 22734AIS (MARCLAIS, Colombia, s. f.)

Emisión de gases de un motor ciclo Otto

Hace referencia a la cantidad de sustancias contaminantes que emite un motor de combustión interna existen varios gases que un motor de combustión emite cuando se encuentra en funcionamiento como: (AutoScout24, 12).

Monóxido de carbono (CO)

Es uno de los gases más contaminantes que existe a nivel ambiental, es producto de la combustión incompleta de los de los combustibles a base de hidrocarburos (Téllez & RodríguezII y Álvaro Fajardo III, s.f.).

Dióxido de carbono (CO₂)

Es producido por motores sin importar el tipo de vehículo o a la forma de conducción—, depende de la cantidad de energía que estos ocupen para circular y de la eficiencia del motor (Fonzalida, 2007).

Hidrocarburos (HC)

Son restos de combustible que quedan sin quemar y vapores de aceite, que se generan por una mala ignición, un pobre encendido, pérdida de compresión en el motor o un desgaste excesivo del mismo. (Ortuya, 2023)

Valores Permisibles Acorde a la Normativa Ecuatoriana

Los límites máximos de emisiones para fuentes móviles con motor de gasolina según la normativa NTE INEN 2204 son: CO (2.3g/km), HC (0,2 g/km) O₂: (5.0 %Vol.). (NTE INEN, 2016)

Capítulo III

Estudio de la Visualización y Recolección datos del Motor Ciclo Otto Atmosférico

Se recopilan datos de los equipos de medición correspondientes en las diferentes pruebas a diferentes altitudes con transductores de presión P_x , vacío D_x , así como recolección de datos en tiempo real con el escáner automotriz adicional a esto se realiza una prueba de análisis de gases en la sierra, todo esto servirá para el análisis respectivo la incidencia de la válvula compensadora de altitud en el vehículo de pruebas.

Equipos de medición

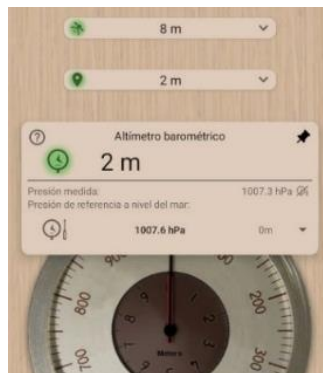
A partir de uso de los equipos de medición se obtienen los datos en las diferentes pruebas que se llevaron a cabo en los distintos lugares de ensayo; se requiere de: altímetro, osciloscopio analizador de motores, analizador de gases, escáner automotriz y vehículo de pruebas.

Altímetro

El altímetro se calibra con un sensor barométrico, cuenta con tres métodos de medición la altitud: Información satelital de posicionamiento global GPS, basado en la localización proporcionada por la red informática mundial y dispositivos móviles con aplicaciones Android.

Figura 7

Aplicación Altímetro Preciso



Nota. Este altímetro tiene diferentes opciones de medir la altitud de diferentes lugares.

Osciloscopio Analizador de Motores

Permitió grabar y analizar las señales en el vehículo de pruebas nos mostró la información precisa sobre el estado del vehículo y las condiciones de prueba que presentan en los diferentes ensayos mediante el uso de accesorios como el transductor de presión Px (Autoscope, 2020)

Figura 8

Osciloscopio automotriz analizador de motores






Nota. Equipo osciloscopio y analizador de motores con sus diferentes canales de conexión.






Tomado de (Autoscope, 2020)

Accesorios Para Analizador de Motores. Para obtener los oscilogramas de transducción de presión, el analizador de motores consta de diversos accesorios necesarios para generar el script Px, estos accesorios son los que se listan a continuación:

Tabla 2

Kit Accesorios Analizador de Motores

| Cantidad | Descripción | Imagen |
|-----------------|------------------------------------|---|
| 1 | Transductor de presión |  |
| 1 | Transductor de presión de vacío Dx |  |
| 2 | Cable universal XLR |  |

| Cantidad | Descripción | Imagen |
|----------|--------------------------------|---|
| 1 | Alargue Px |  |
| 1 | Chispómetro |  |
| 1 | Cables de encendido |  |
| 1 | Sensor de sincronización |  |
| 1 | Cable de conexión a computador |  |

Nota. Estos accesorios han sido usados para las pruebas de transducción de presión

Escáner Automotriz

Se uso para Tomar datos en tiempo real del sensor MAP y fue indispensable para borrar códigos que se puedan generar al momento de la desconexión de elementos del motor ya que estos códigos pueden interferir en la toma de datos.

Figura 9

Escáner automotriz



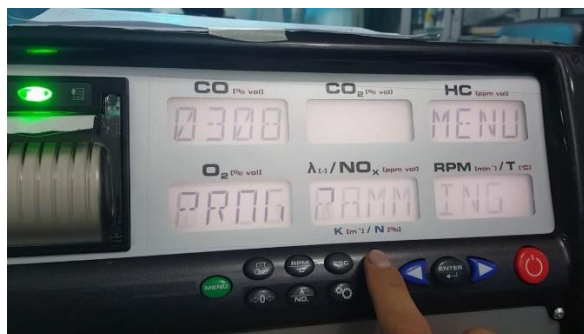
Nota. Escáner Automotriz con sus accesorios: interface (1), cable OBD2 (2), estuche (3), escáner (4).

Analizador de gases

Fue usado para realizar el análisis de gases y verificar si hay variación de datos con la adición de dispositivo externo compensador y su incidencia sobre los 2000 msnm.

Figura 10

Analizador de gases AGS-688



Nota. Analizador de gases que fue usado en la prueba, en funcionamiento.

Contador de revoluciones

Permitió leer las revoluciones del motor en (RPM) obteniéndolas por el giro del cigüeñal además registra la temperatura directamente en el motor por la bayoneta del aceite.

Figura 11

Contador de Revoluciones



Nota. Lector de RPM y temperatura necesaria para el uso del analizador de gases.

Vehículo de Prueba

Es el vehículo en el que se realizó el análisis de manera gráfica de la evolución de la presión en el cilindro, fases de distribución de gases y ajuste al encendido, gases contaminantes con y sin el uso de la válvula compensadora.

Figura 12

Vehículo de pruebas



Nota. Vehículo con motor atmosférico para ensayos.

Tabla 3

Especificaciones técnicas

| Datos resumidos vehículo con motor atmosférico | |
|---|------------------------|
| Marca | Škoda |
| Modelo | Fabia |
| Versión | A05 HATCHBACK SPORT GT |
| Combustible | Gasolina |
| Velocidad máxima | 166 km/h |
| Cilindrada | 1598cc |
| Potencia máxima | 75cv |
| Consumo medio | 4.2l/100km |
| Aceleración de 0 a 100km/h | 14,1s |
| Emisiones CO2 | 109 gr/km |
| Normativa de emisiones | Euro 5 |

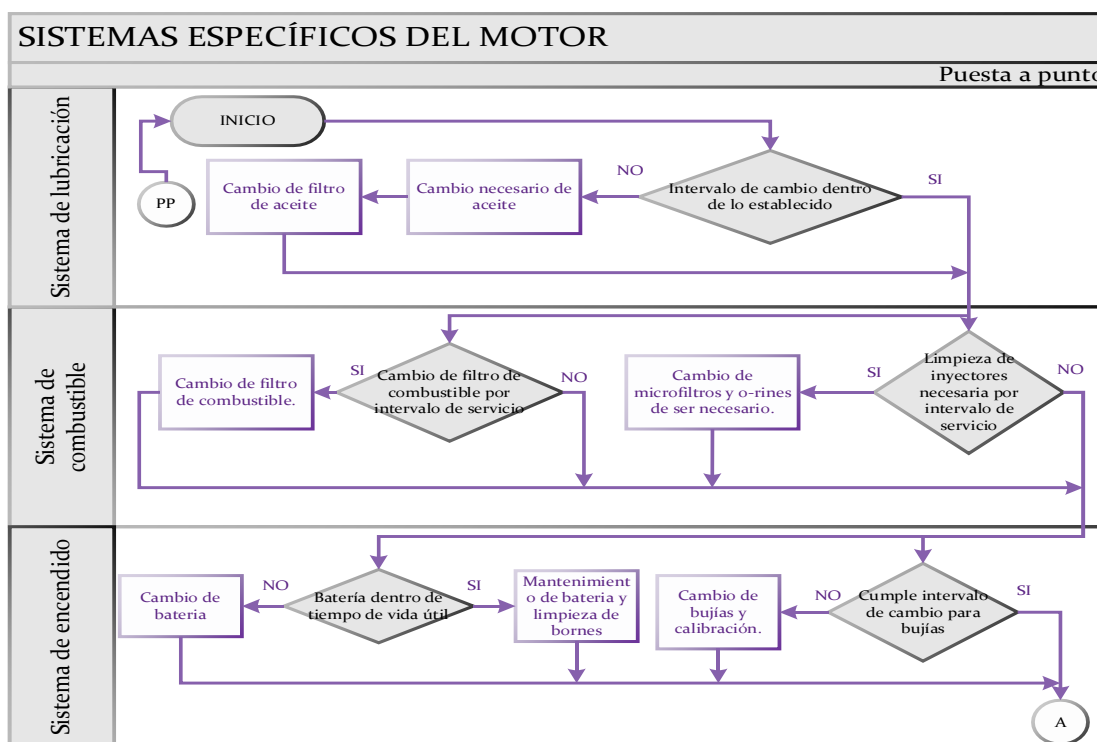
Nota. La tabla nos indica los datos técnicos resumidos y necesarios para las pruebas pertinentes del vehículo de prueba. Tomado de (Motorgiga.com, s.f.).

Protocolo de Puesta a Punto de Vehículo.

Es necesario obtener datos con el vehículo en buenas condiciones para realizar un análisis eficaz de los resultados con respecto al funcionamiento del motor a diferentes alturas para esto se generan diferentes protocolos que hagan viable la puesta a punto del vehículo de pruebas mediante los pasos a seguir para la puesta a punto del motor para así determinar el estado general del vehículo.

Figura 13

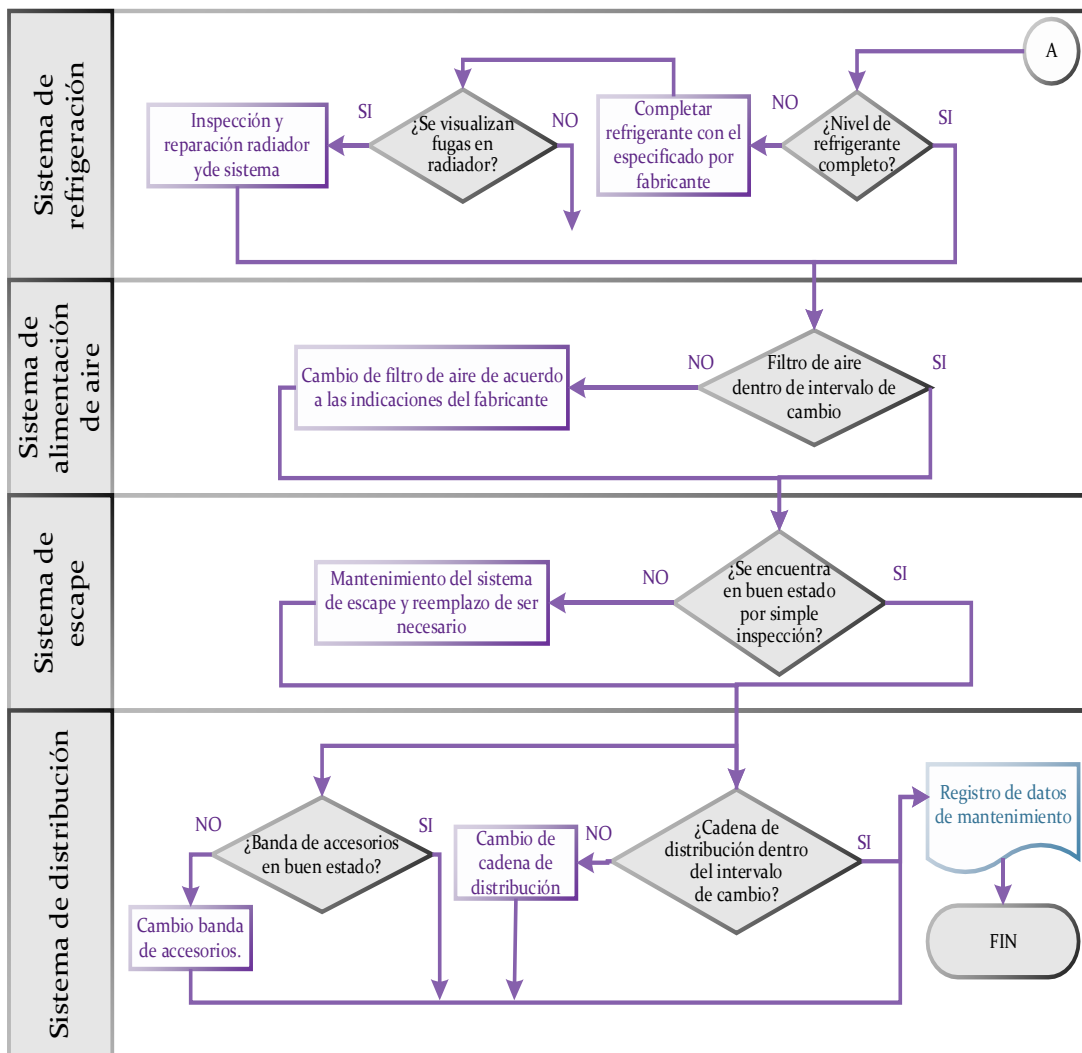
Puesta a punto de vehículo sistemas específicos del motor



Nota. El diagrama de flujo muestra los primeros tres sistemas específicos del motor a ser revisados los que constan de sistema de encendido, sistema de combustible, en la siguiente imagen se muestra la continuación del diagrama.

Figura 14

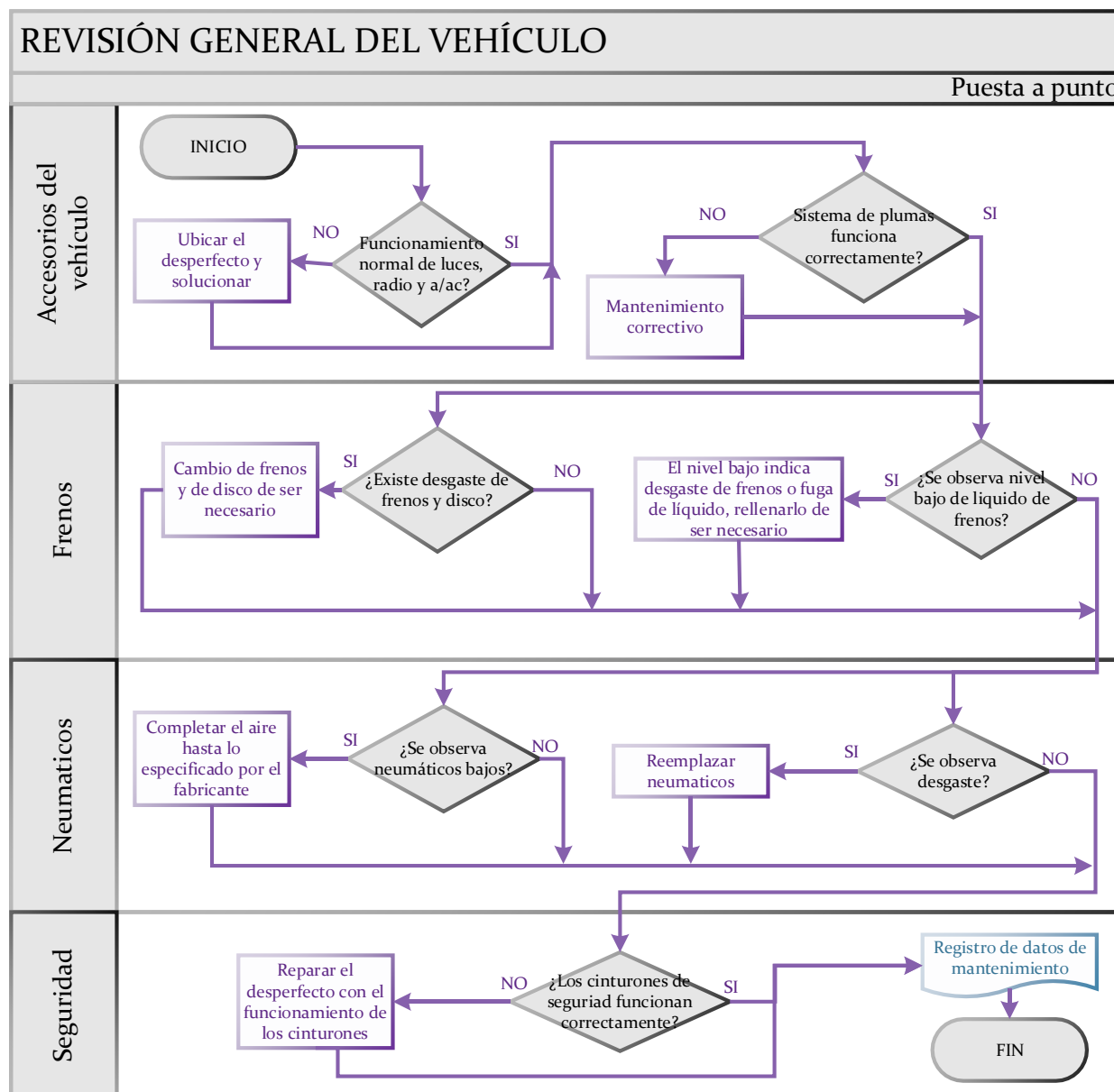
Puesta a punto de vehículo sistemas específicos del motor (continuación)



Nota. El diagrama de flujo presenta el protocolo a seguir para una revisión general del motor de combustión interna, teniendo en cuenta cada sistema susceptible a tener alguna falla, el cual nos servirá para determinar si el motor del vehículo se encuentra en óptimas condiciones para realizar las pruebas a diferentes alturas.

Figura 15

Protocolo de puesta a punto de vehículo de prueba



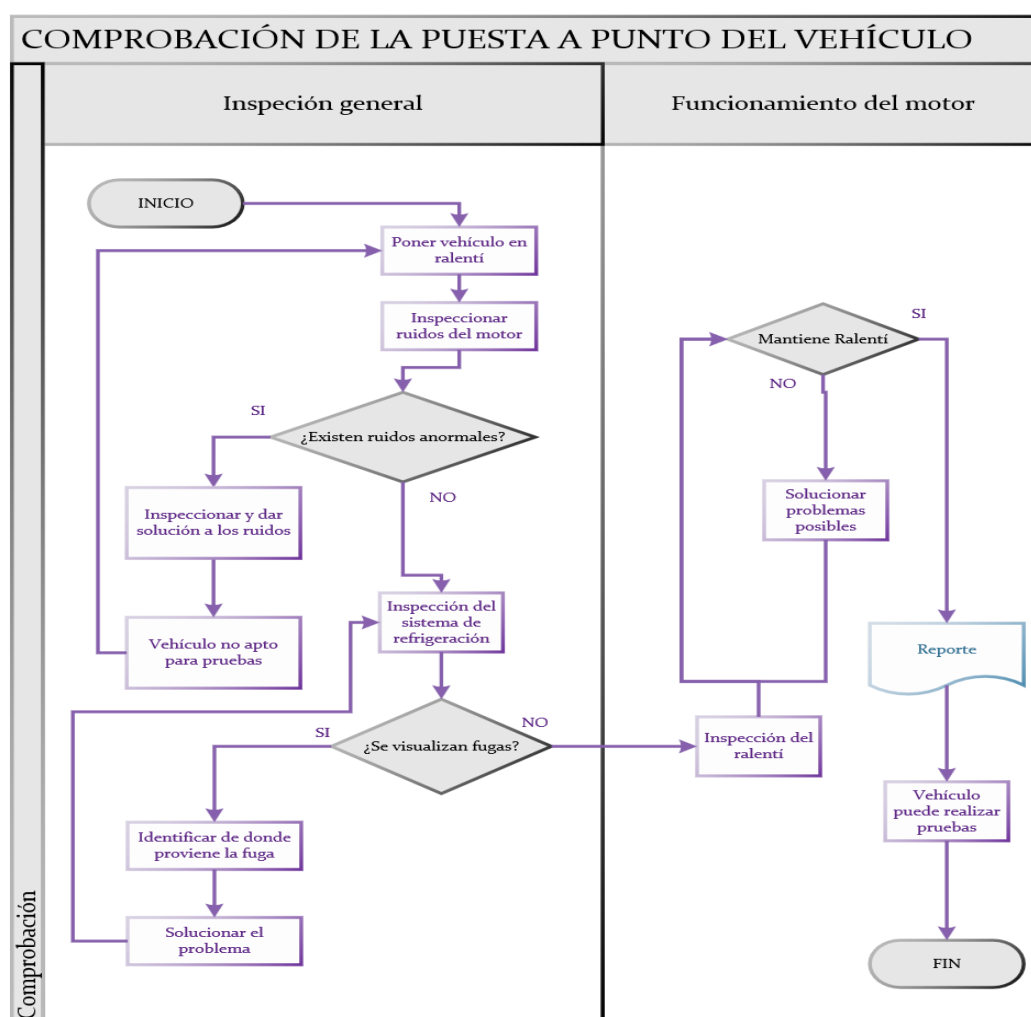
Nota. Se presenta el diagrama de flujo correspondiente a la revisión general del vehículo ya que es necesario tener un panorama completo del estado de todo el vehículo y no únicamente del motor.

Comprobación de la Puesta a Punto Del Motor

Para proceder a la utilización de los equipos de toma de datos en el vehículo, se debe tener en cuenta un protocolo que permita identificar que el vehículo de pruebas es apto para ser utilizado en los diferentes ensayos a realizar con los diferentes equipos. A continuación, se muestra el protocolo para la comprobación de la puesta a punto del vehículo de ensayo.

Figura 16

Comprobación de Protocolo de puesta a punto de vehículo de prueba



Nota. Este diagrama de flujo muestra el protocolo final de comprobación de la puesta a punto del vehículo de pruebas donde se verifica si es apto para realizar las pruebas.

Protocolos de Ejecución de Scripts en el Analizador de Motores

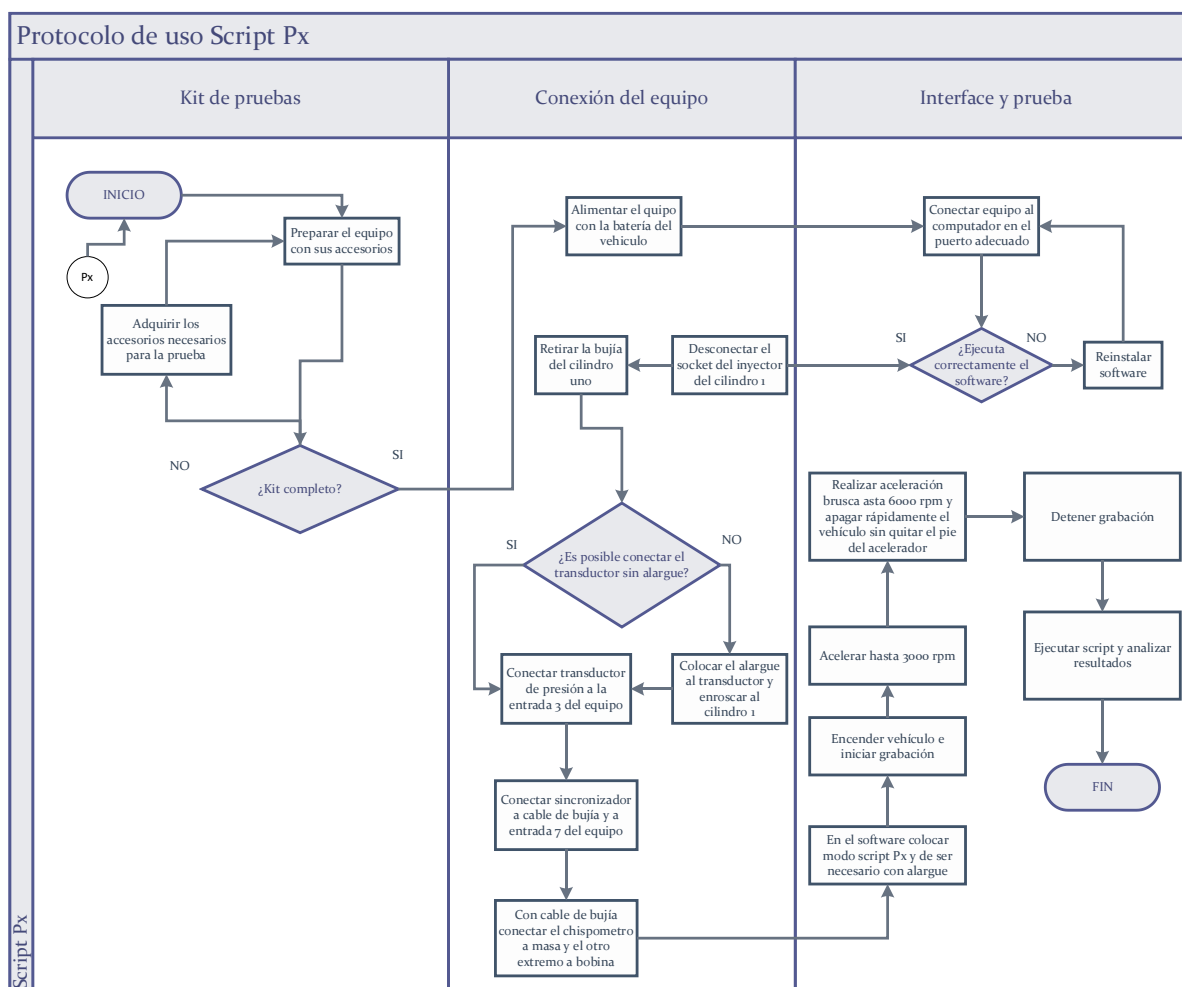
Antes de realizar las diferentes pruebas a diferentes alturas con el vehículo de prueba hay que tener en cuenta el correcto uso del osciloscopio analizador de motores por lo que se ha realizado protocolos de uso correspondientes.

Protocolo de Uso del Script Px35

Es necesario establecer un protocolo de uso del script Px35 con la finalidad de obtener los resultados esperados, este protocolo permite además conocer los accesorios necesarios para obtener las formas de onda necesarias para ejecutar dicho script.

Figura 17

Protocolo para uso del Script Px35 en el software USB Oscilloscope



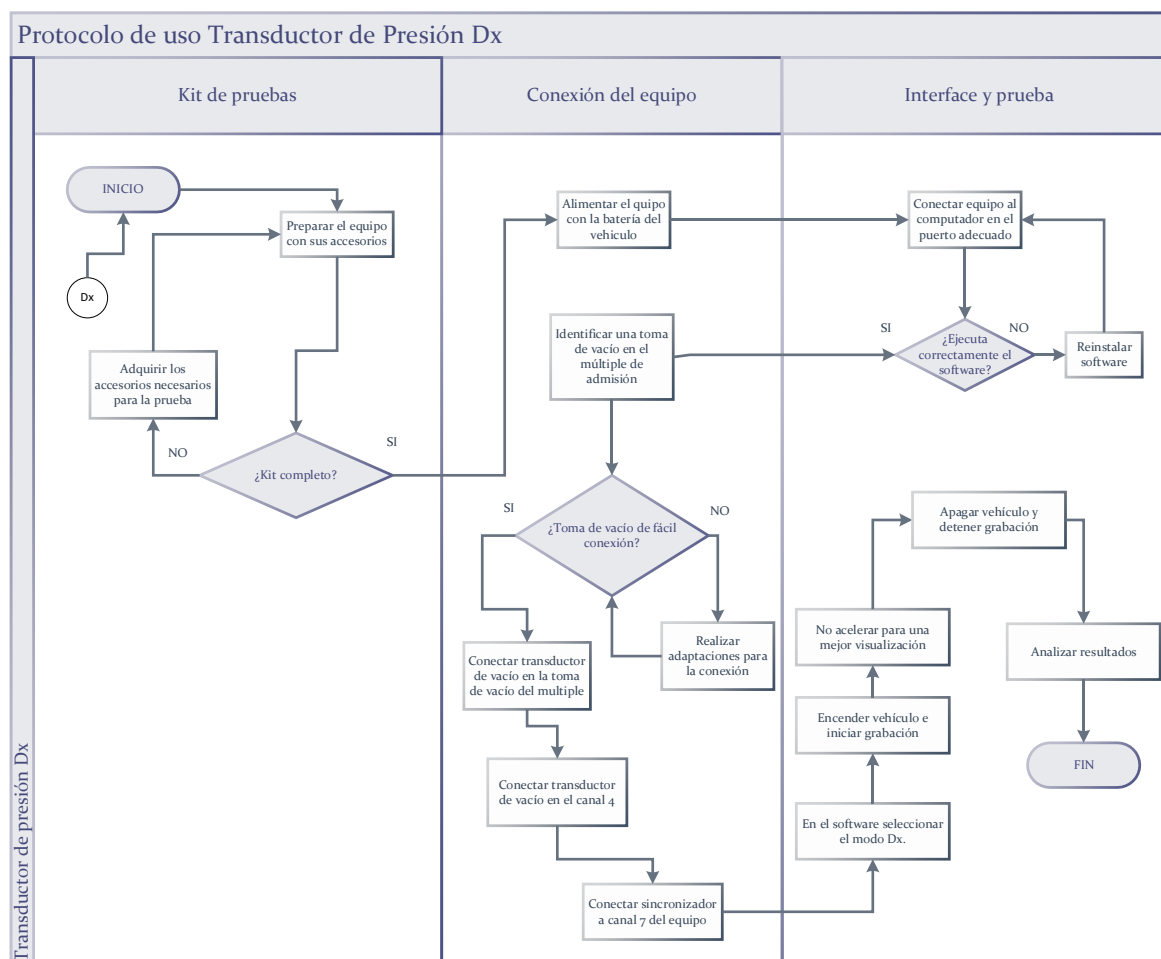
Nota. Diagrama de flujo con el protocolo de uso que se debe seguir para realizar el script Px y así obtener datos del vehículo de prueba. de una manera correcta

Protocolo de Uso de Transductor de Vacío Dx

Durante las pruebas un dato importante donde que se evidencia variaciones en el sistema de admisión es el vacío que se genera el mismo, siendo necesario conocer el protocolo para conectar de manera correcta el transductor de vacío Dx.

Figura 18

Protocolo para uso del transductor de vacío en el software del osciloscopio



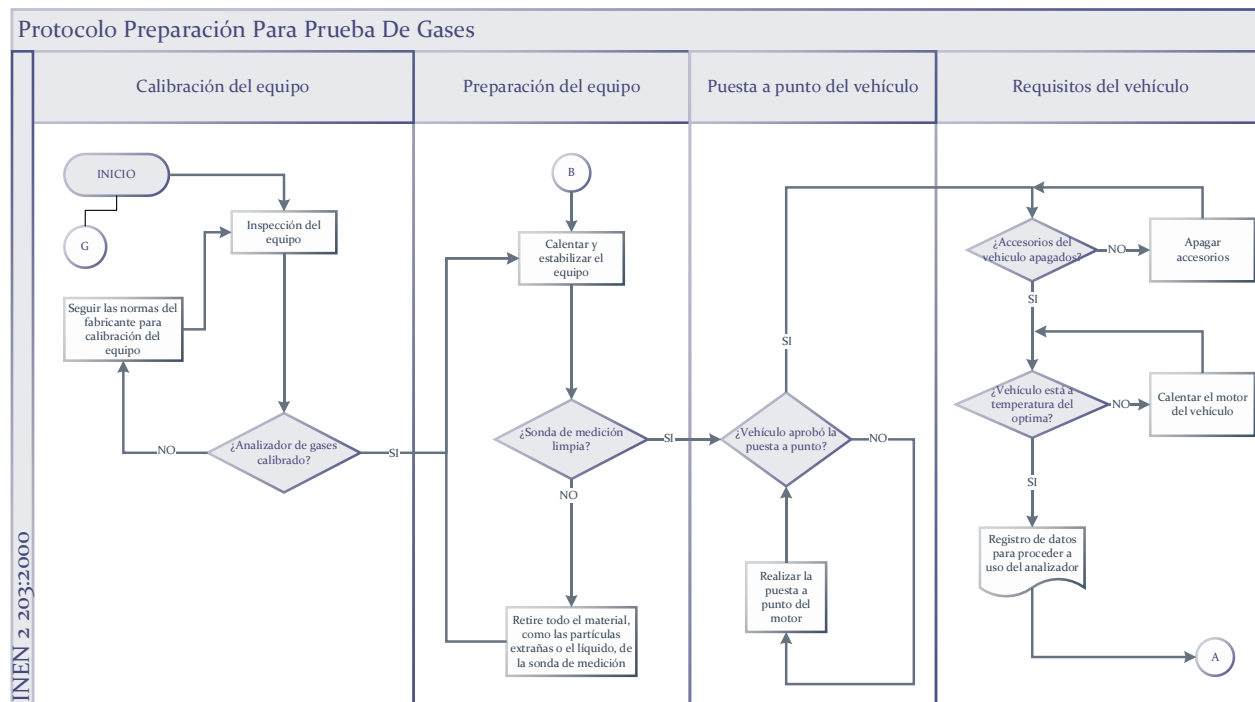
Nota. Diagrama de flujo donde que describe la manera de conectar el transductor de vacío Dx y obtener datos de una manera correcta.

Protocolo de Preparación para Prueba de Gases

Se elaboro el protocolo en el que se llevó a cabo todos los procedimientos para la toma de datos que se encuentran en la norma INEN 2 203:2000.

Figura 20

Preparación del vehículo y del equipo para análisis de gases



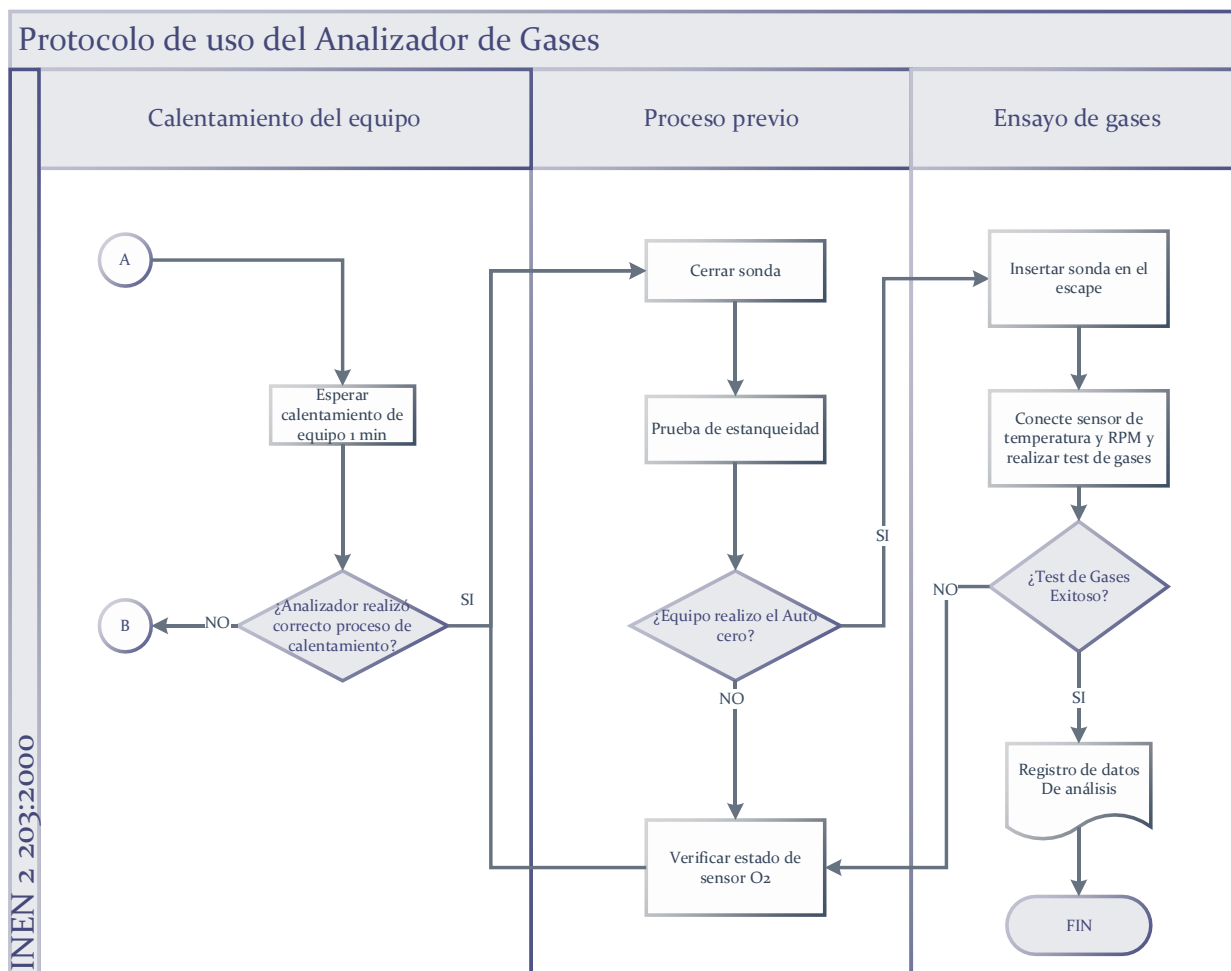
Nota. Diagrama de flujo de pasos a seguir según norma, si no se cumple no se puede proceder al análisis de gases de escape.

Protocolo de Uso del Analizador de gases para toma de datos

Se elabora el protocolo con pasos que los determina el fabricante sin embargo van relacionados ya que es un proceso estándar de analizadores de gases.

Figura 21

Uso del analizador de Gases



Nota. Diagrama de flujo de pasos a seguir según fabricante, se requiere cumplir todos los pasos para una prueba exitosa.

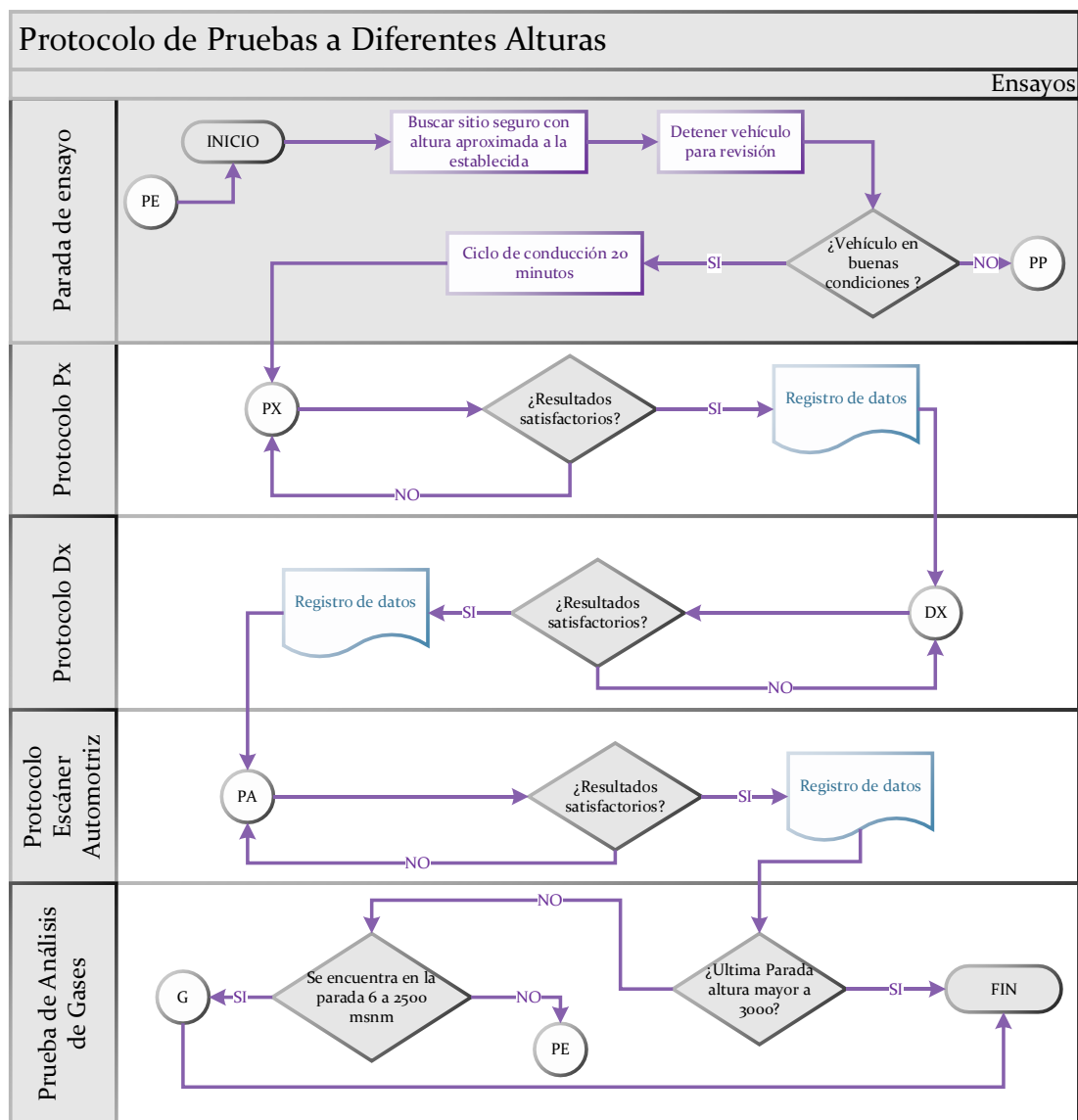
Protocolo de Pruebas a Diferentes Alturas Sobre el Nivel del Mar

Se aplicó un protocolo de ruta que establece el punto de partida desde los 0 msnm, con el fin de obtener datos comparativos y poder realizar el análisis de la efectividad de la válvula compensadora de altitud.

Se realizan mediciones en un intervalo de 500 msnm, hasta llegar a los 3000 msnm, con una tolerancia de medición de altura entre 2 y 70 msnm ya que se requiere un lugar seguro para realizar las pruebas.

Figura 22

Protocolo para cada parada de ensayo



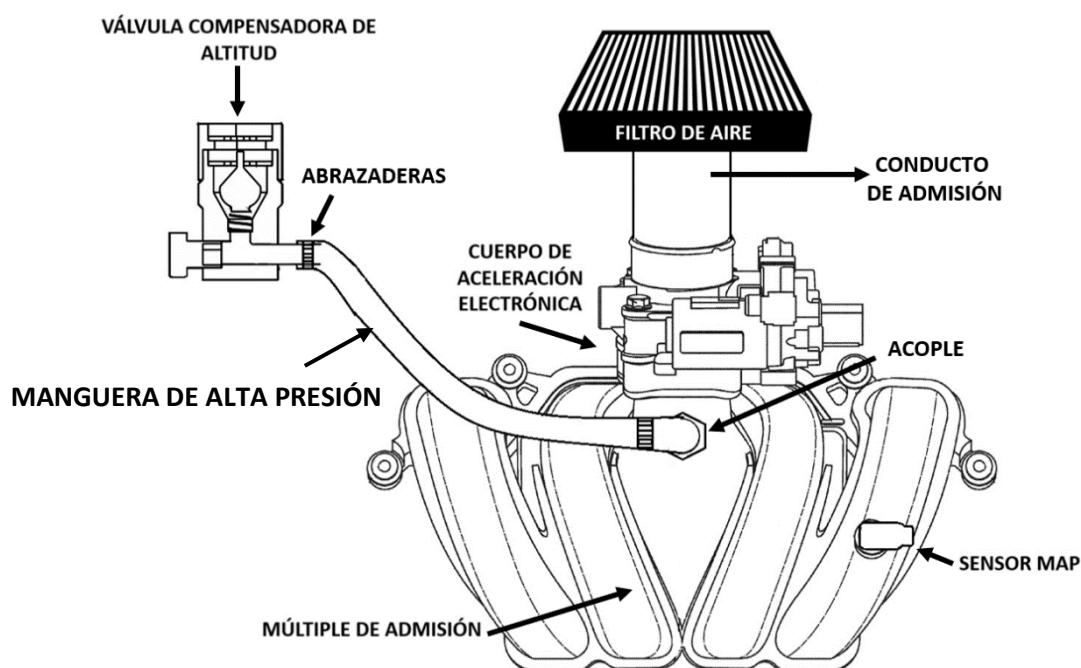
Nota. Diagrama de flujo establece lo que se realiza en cada parada y el análisis de gases se realiza únicamente a los 2500 metros de altura.

Instalación de la válvula compensadora de altitud en el vehículo de pruebas

Antes de realizar las pruebas con los equipos de medición se realiza la instalación del dispositivo compensador de altitud directamente en el múltiple de admisión, para esto se realiza un agujero que permite colocar el acople correspondiente obteniendo con este método de instalación mejores resultados.

Figura 23

Diagrama de instalación de la válvula compensadora en el múltiple de admisión



Nota. Diagrama de instalación con partes y elementos necesarios para la instalación en el múltiple de admisión

En el momento del montaje se retiran los elementos que obstruyan en la instalación de la válvula y en este instante se localiza el sensor MAP para realizar una limpieza del mismo con la finalidad de obtener buenos datos con el escáner.

Para instalar la válvula compensadora de altitud se deben seguir los siguientes pasos:

- Evaluar donde se realizará la instalación para un mejor funcionamiento de la válvula.
- Retirar piezas o partes del motor que obstaculicen la instalación de la válvula.
- Se realiza un orificio con broca de 11/32 pulg. en el múltiple de admisión.
- Se abre rosca con machuelo de 1/8 y 27(cuerdas por pulgada)
- Se enrosca el acople para manquera de alta presión en el agujero en el múltiple de admisión.
- Utilizando abrazaderas de presión, se conecta un extremo a la válvula compensadora de altitud y el otro extremo al acople en el múltiple de admisión.
- Verificación de fugas existentes
- Instalación de piezas retiradas del motor.

Figura 24

Instalación de la válvula compensadora de altitud



Nota. Agujero en el múltiple de admisión y acople listo para conexión.

Figura 25

Ubicación de la válvula compensadora de altitud en el vehículo



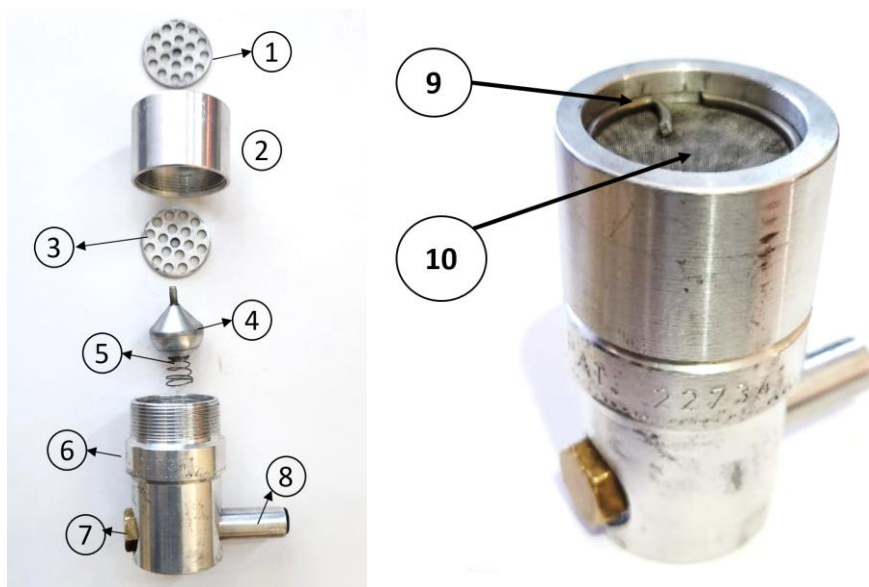
Nota. Válvula compensadora de altitud instalada y ubicada un lado del múltiple de admisión.

Partes de la válvula compensadora de altitud

En este apartado se conocen las partes, se explica brevemente el funcionamiento de la válvula compensadora de altitud y se realiza una simulación de funcionamiento a diferentes alturas.

Figura 26

Partes de la válvula compensadora de altitud



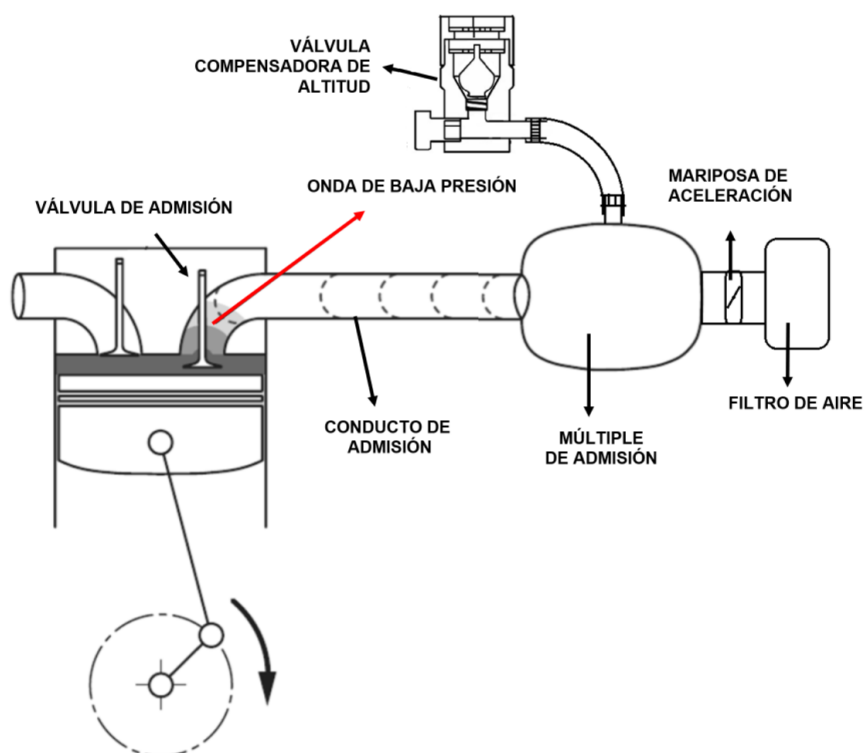
Nota. Despiece de la válvula con sus respectivas partes: (1) malla superior, (2) tapa roscada, (3) malla inferior, (4) boya, (5) resorte cónico, (6) cuerpo de la válvula, (7) tornillo M10, (8) acople, (9) seguro, (10) Filtro de malla metálica.

Principio de Funcionamiento de la Válvula Compensadora

En términos más simples, los sistemas de admisión de aire llevan aire desde el exterior del vehículo al colector de admisión del motor, donde luego se mezcla con el combustible del tanque de gasolina. La mezcla de aire y combustible se enciende y se envía a los cilindros del motor de su automóvil para impulsar la acción explosiva que se traduce en energía física y, finalmente, hace girar las ruedas de su automóvil gracias a la transmisión. Los sistemas de admisión de aire pueden contar con implementación que mejoren las prestaciones en su eficiencia como las válvulas compensadoras de altitud.

Figura 27

Funcionamiento de la válvula compensadora de altitud parte 1

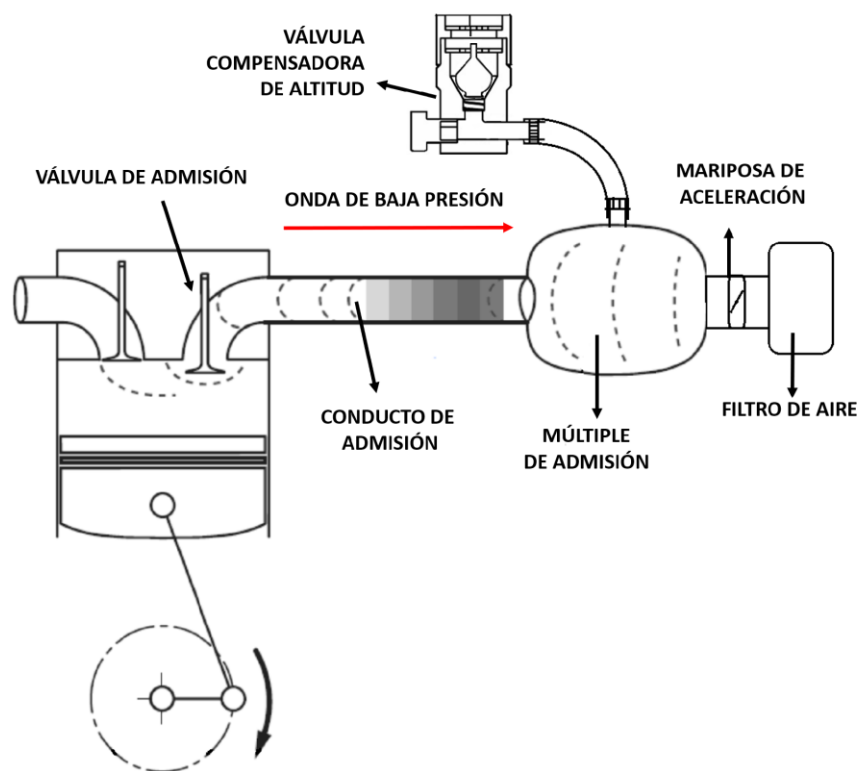


Nota. Partes del sistema de conexión en el que se explica el principio de funcionamiento de la válvula compensadora de altitud.

Cuando la válvula de admisión se cierra se forma una onda de compresión en cambio cuando se abre se forma una onda de rarefacción o de baja presión. Las ondas de baja presión se reflejan una y otra vez en el conducto de admisión. Las ondas generadas interactúan entre sí de manera semejante a una onda de sonido, sumándose para formar una onda de mayor amplitud, o contrarrestándose pudiendo incluso anularse. Al comenzar abrirse la válvula de admisión se crea una onda de baja presión, ya que con el movimiento del cigüeñal que hace bajar el pistón en el cilindro se está generando un rápido descenso de la presión.

Figura 28

Diagrama de funcionamiento de la válvula compensadora de altitud parte 2

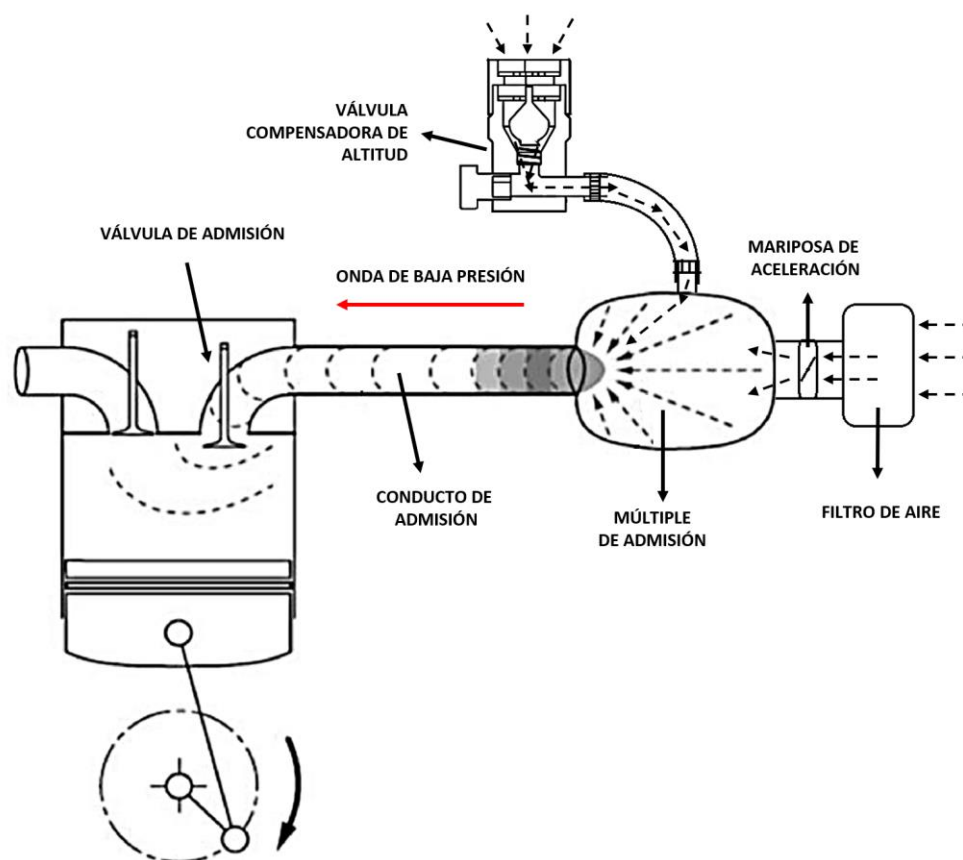


Nota. Desplazamiento del pistón hacia punto muerto inferior en el cilindro formando una onda de baja presión.

Esta onda se desplaza a lo largo del conducto de admisión, este puede variar en longitud hasta llegar al múltiple de admisión donde que debido al volumen almacenado ahí de aire se refleja generando una onda de compresión en sentido contrario. Esta onda de compresión ingresa al cilindro a través de la válvula de admisión, aumentando la presión en el cilindro.

Figura 29

Diagrama de funcionamiento de la válvula compensadora de altitud parte 3



Nota. Apertura de la válvula compensadora

La diferencia de presiones ocasionadas por el desplazamiento del pistón en el cilindro permite que la boya de la válvula compensadora abra en su totalidad, haciendo que entre aire

justo en el instante de desplazamiento del pistón hacia el PMI, esto cuando la abertura de la válvula de admisión se encuentra en su máxima apertura.

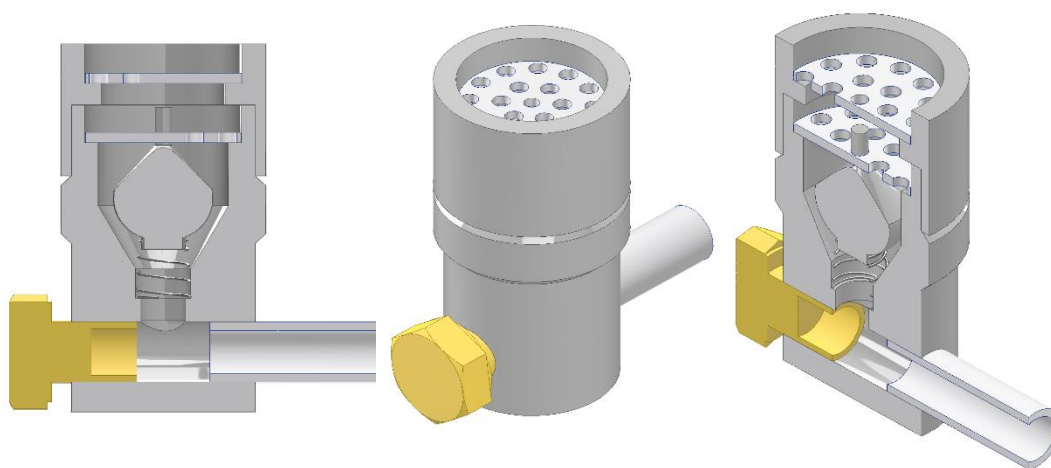
Por lo general los sistemas de admisión e ingreso de aire están diseñados para que la onda de presión sea más fuerte cuando las válvulas de admisión se cierran y el pistón se encuentre en su movimiento ascendente para comprimir la mezcla, al final de la fase de admisión es aquí cuando en el final de fase de admisión se puede lograr el llenado adicional o intentar forzar el ingreso de aire con la válvula compensadora mejorando la eficiencia de llenado del cilindro.

Simulación del flujo de aire dentro de la válvula

La simulación del comportamiento de la válvula compensadora de altitud se realiza mediante software especializado con modelado CAD y para los estudios CFD que permite simulación de flujos internos. Las piezas que serán desarrolladas en modelado 3D, son de las que está constituida la válvula compensadora de altitud estas son: Boya, rejilla, tapa con rosca, cuerpo de la válvula, resorte cónico, acople de salida y tornillo M10.

Figura 30

Válvula modelada en 3D



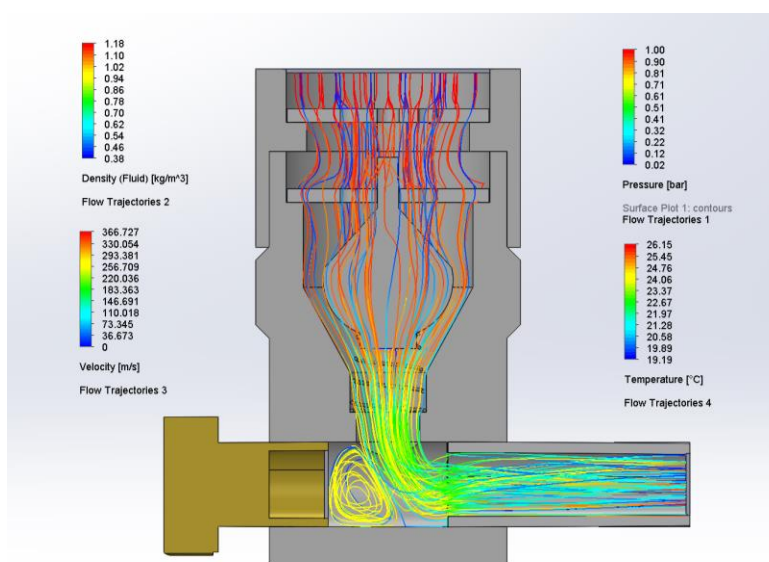
Nota. Diferentes visas isométrica y de corte transversal de la válvula compensadora de altitud.

Simulación de válvula a diferentes alturas

Mediante software CFD se analiza el comportamiento de la válvula a 0 msnm y a 3000 msnm se obtienen datos como el la variacion de la presión, temperatura y flujo del aire al pasar por la válvula.

Figura 31

Simulación CFD con parámetros a 0 msnm



Nota. Resultados de simulación donde se observa densidad, presión, velocidad, y temperatura dentro de la válvula compensadora con parámetros iniciales a 0 msnm.

Tabla 4

Parámetros de simulación con parámetros a 0 msnm.

| Parámetros | Valores |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| Fluido | Aire |
| Presión atmosférica a 0 msnm | 1.013 bar |
| Presión en el múltiple | 0.996 bar (medidos con sensor MAP) |
| Presión en el múltiple en ralentí | 0.346 bar (medidos con sensor MAP) |
| Temperatura | 26 °C (ambiente) |

| | |
|-------------------|-------------------------|
| Densidad del aire | 1,225 kg/m ³ |
|-------------------|-------------------------|

Nota. Estos datos han sido obtenidos de datos obtenidos en pruebas y tablas descritas en el capítulo 2.

Tabla 5

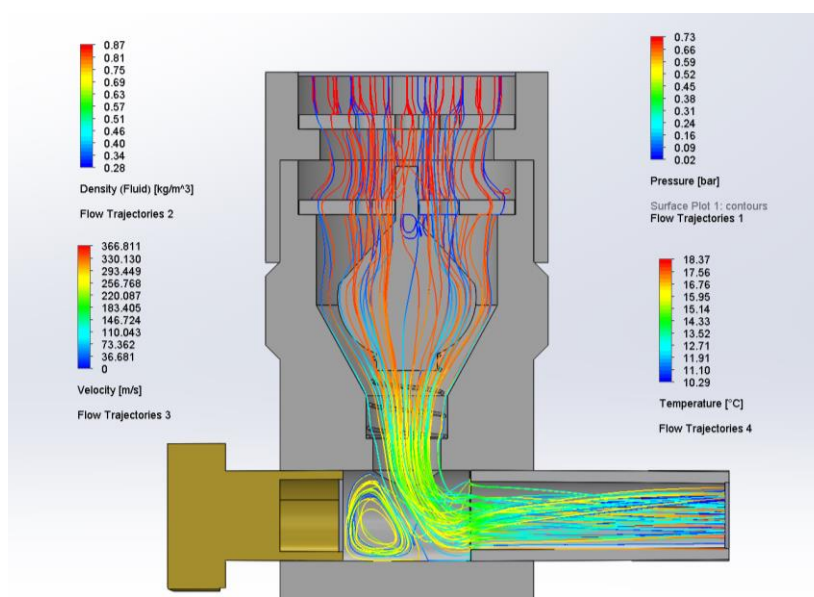
Resultados obtenidos CFD con parámetros a 0 msnm.

| Parámetros | Resultados |
|--------------------|----------------------------|
| Flujo de aire | 8.13×10^{-5} kg/s |
| Caudal volumétrico | -0.0093 m ³ /s |
| Velocidad máxima | 361.822 m/s |
| Densidad | 0.38 kg/m ³ |
| Temperatura | 19.19 °C |
| Presión | 1 bar |

Nota. Valores obtenidos de simulación con parámetros a 0 msnm

Figura 32

Simulación CFD con parámetros a 3000 msnm



Nota. Resultados de simulación donde se observa densidad, presión, velocidad, y temperatura dentro de la válvula compensadora con parámetros iniciales a 0 msnm.

Tabla 6

Parámetros de simulación con parámetros a 3000 msnm.

| Parámetros | Valores |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| Fluido | Aire |
| Presión atmosférica a 3000 msnm | 899 bar |
| Presión en el múltiple | 0.728 bar (medidos con sensor MAP) |
| Presión en el múltiple en ralentí | 0.262 bar (medidos con sensor MAP) |
| Temperatura | 14 °C (ambiente) |
| Densidad del aire | 1,112 kg/m ³ |

Nota. Estos datos han sido obtenidos de datos obtenidos en la prueba de 3000 msnm y tabla 1 descritas en el capítulo 2.

Tabla 7

Resultados obtenidos CFD con parámetros a 3000 msnm.

| Parámetros | Resultados |
|--------------------|----------------------------|
| Flujo de aire | 6.18×10^{-5} kg/s |
| Caudal volumétrico | -0.0092 m ³ /s |
| Velocidad máxima | 366.811 m/s |
| Densidad | 0.28 kg/m ³ |
| Temperatura | 10.29 °C |
| Presión | 0.73 bar |

Nota. Valores obtenidos de simulación con parámetros a 3000 msnm

Prueba de Gases Contaminantes

Para obtener estos datos se realizó la prueba antes de la instalación de la válvula y después de la instalación en una altura mayor a 2500 msnm siguiendo el protocolo en los diagramas de flujo necesarios y las especificaciones del fabricante del equipo.

Figura 33

Prueba de gases contaminantes en vehículo de pruebas



Nota. Prueba realizada antes y después de la instalación de la válvula compensadora de altitud.

Informe de resultados obtenidos en la prueba de gases

Figura 34

Resultados de análisis de gases - vehículo sin válvula

| DATOS DEL VEHICULO | | | |
|---------------------------|----------------------|------------------------------|-----------------------|
| Placa | : GSD 7362 | No. Chasis | : TMBED45J2C3075630 |
| Marca | : SKODA | No. Tubos de Escape | : 1 |
| Modelo | : FABIA | 2 Tiempos / 4 Tiempos | : 4 |
| Año de Construcción | : 2012 | Odómetro | : 148336 |
| Combustible | : GASOLINA | | |
| LIMITES PRESCRITOS | | | |
| Temperatura Motor | : 80 [°C] | | |
| Régimen Motor al Mínimo | : 500 - 1200 [1/min] | Régimen Motor en Aceleración | : 2400 - 2600 [1/min] |
| O ₂ | : 5.0 [%Vol] | CO | : 1.0 [%Vol] |
| | | HC | : 200 [ppmVol] |
| VALORES MEDIDOS | | | |
| PRUEBA AL MINIMO | | PRUEBA EN ACELERACIONE | |
| Temp. Motor | : 91 [°C] | Temp. Motor | : 91 [°C] |
| RPM | : 810 [1/min] | RPM | : 2570 [1/min] |
| CO | : 0.06 [%Vol] | CO | : 0.02 [%Vol] |
| CO ₂ | : 14.7 [%Vol] | CO ₂ | : 14.9 [%Vol] |
| O ₂ | : 0.45 [%Vol] | O ₂ | : 0.20 [%Vol] |
| HC | : 4 [ppmVol] | HC | : 6 [ppmVol] |
| Lambda | : 1.019 [-] | Lambda | : 1.009 [-] |
| RESULTADO DEL TEST | | : APROBADO SIN FALTAS | |

Nota. Informe generado por analizador de gases sin válvula compensadora, con un resultado de aprobación sin faltas.

Figura 35

Resultados de análisis de gases - vehículo con válvula

| DATOS DEL VEHICULO | | | |
|--------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------|
| Placa | : GSD 7362 | No. Chasis | : TMBED45J2C3075630 |
| Marca | : SKODA | No. Tubos de Escape | : 1 |
| Modelo | : FABIA | 2 Tiempos / 4 Tiempos | : 4 |
| Año de Construcción | : 2012 | Odómetro | : 152156 |
| Combustible | : GASOLINA | | |
| LIMITES PRESCRITOS | | | |
| Temperatura Motor | : 80 [°C] | | |
| Régimen Motor al Mínimo | : 500 - 1200 [1/min] | Régimen Motor en Aceleración | : 2400 - 2600 [1/min] |
| O ₂ | : 5.0 [%Vol] | CO | : 1.0 [%Vol] |
| | | HC | : 200 [ppmVol] |
| VALORES MEDIDOS | | | |
| PRUEBA AL MINIMO | | PRUEBA EN ACELERACIONE | |
| Temp. Motor | : 92 [°C] | Temp. Motor | : 92 [°C] |
| RPM | : 810 [1/min] | RPM | : 2550 [1/min] |
| CO | : 0.01 [%Vol] | CO | : 0.01 [%Vol] |
| CO ₂ | : 15.0 [%Vol] | CO ₂ | : 15.0 [%Vol] |
| O ₂ | : 0.34 [%Vol] | O ₂ | : 0.15 [%Vol] |
| HC | : 6 [ppmVol] | HC | : 10 [ppmVol] |
| Lambda | : 1.015 [-] | Lambda | : 1.011 [-] |
| RESULTADO DEL TEST | : APROBADO SIN FALTAS | | |
| Fecha y hora de inicio prueba | : 28/08/2023 07:50:33 | | |
| Fecha y hora de termine prueba | : 28/08/2023 07:54:23 | | |

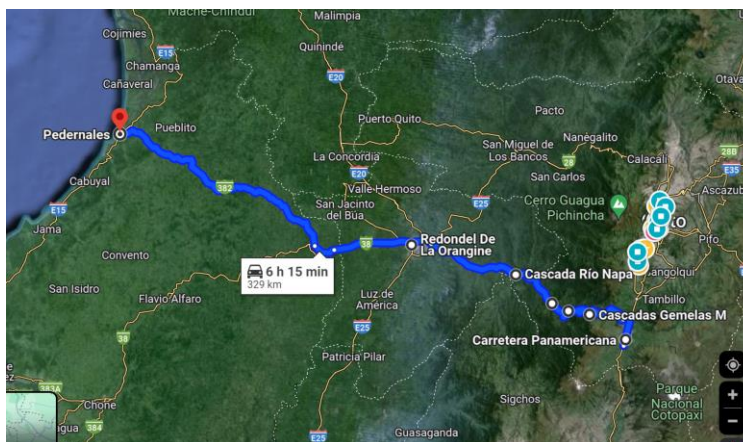
Nota. Informe generado por analizador de gases, el cual da como resultado aprobado y sin falta en el vehículo con válvula compensadora de altitud.

Ruta de Pruebas

Se considero una ruta con 7 paradas separadas de aproximadamente 500 msnm.

Figura 36

Recorrido realizado a diferentes alturas.



Nota. Se puede visualizar una ruta de pruebas que consta de 7 paradas para la toma de datos del vehículo de pruebas estas han sido seleccionadas cuidadosamente a una elevación de cada 500 msnm.

Tabla 8

Lugares de medición a diferentes alturas

| Altitud (m) | Ubicación | Presión atmosférica (mbar) |
|------------------------|--|---|
| 2 | Zona costera de Pedernales | 999.6 |
| 501 | Redondel de la Orangine, Santo Domingo | 944.88 |
| 994 | Cascada Río Napa – San Augusto, Pichincha | 894.08 |
| 1483 | Estación de servicio ESNAL2 – Tandapi, Pichincha | 843.28 |
| 2012 | Santuario Católico Virgen de la Merced – Yolán, Pichincha | 795.6 |
| 2562 | Cascadas Gemelas – Agua Caliente, Pichincha | 738.76 |
| 3057 | Carr. Panamericana, Machachi | 728.64 |

Nota. Altitud de las paradas que se realizaran las pruebas con su ubicación y presión atmosférica en mbar obtenida por sensor MAP del vehículo.

Ensayos Realizados a Diferentes Alturas

Con el vehículo atmosférico de pruebas que ha aprobado la puesta a punto se realizan las distintas pruebas a diferentes alturas establecidas partiendo de una altura aproximada a 0 msnm y realizando mediciones en cada intervalo de 500 msnm con el uso de los equipos de medición correspondientes, así como el software necesario para el análisis de los scripts correspondientes con la finalidad de realizar una tabulación con los valores obtenidos tanto del

transductor de presión Px35 y vacío Dx, además de los datos obtenidos con scanner automotriz.

Figura 37

Conexión del equipo de medición



Nota. Vehículo de pruebas con equipo analizador conectados.

Las pruebas se realizan con y sin el dispositivo compensador de altitud con el fin de comparar resultados y demostrar el diferente comportamiento del motor con la válvula en el llenado del cilindro a una altura superior a los 2000 msnm donde se logra notar con más facilidad el efecto que causa el compensador de altitud.

Para obtener una buena toma de datos y saber cuan apto es el vehículo a diversas alturas, se requiere que el vehículo se encuentre en funcionamiento alrededor de 20 minutos como mínimo, en cada estación previa en el que se realiza la obtención de datos para llevar a cabo las pruebas, con y sin la válvula en ese instante. Este proceso se realiza, para garantizar

que el vehículo funcione en condiciones óptimas y verificar que el vehículo se encuentra listo para funcionar de manera adecuada en distintos entornos.

Ensayos Realizados a 2 msnm

Figura 38

Pruebas realizadas en vehículo a una altura de 2 msnm.

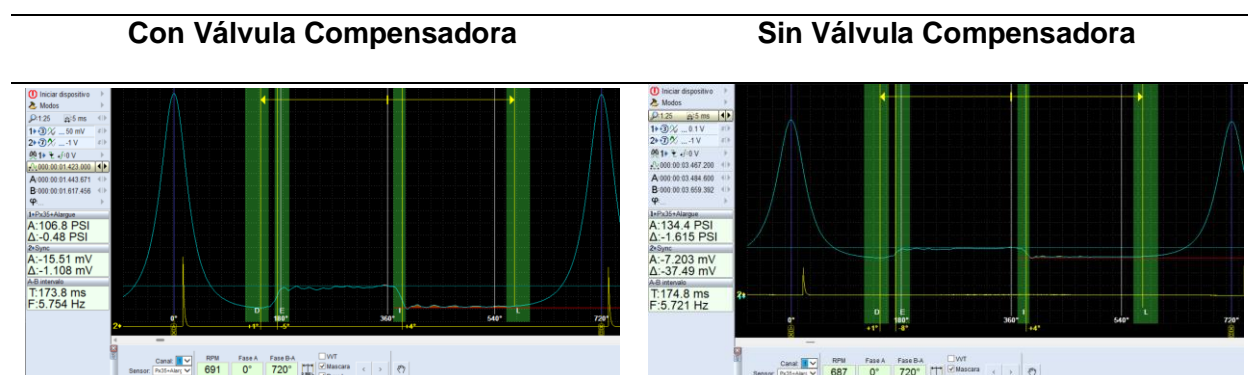


Nota. Vehículo de pruebas a una altura de 2 msnm, en la zona costera de Pedernales, con una correcta puesta a punto del motor y el equipo de medición conectado para la toma de datos con el script Px además de la toma de medidas adicionales con transductor de vacío dx y scanner.

Prueba con Transductor de Presión Px35. A los 2 msnm se realiza la primera prueba, datos obtenidos directamente en el cilindro del motor, con el transductor de presión sumando el sincronizador, obteniendo la señal directamente de la bujía del cilindro número uno, contando desde el sistema de distribución, las pruebas se realizaron tomando en cuenta las dos condiciones, con la válvula compensadora y sin la misma.

Tabla 9

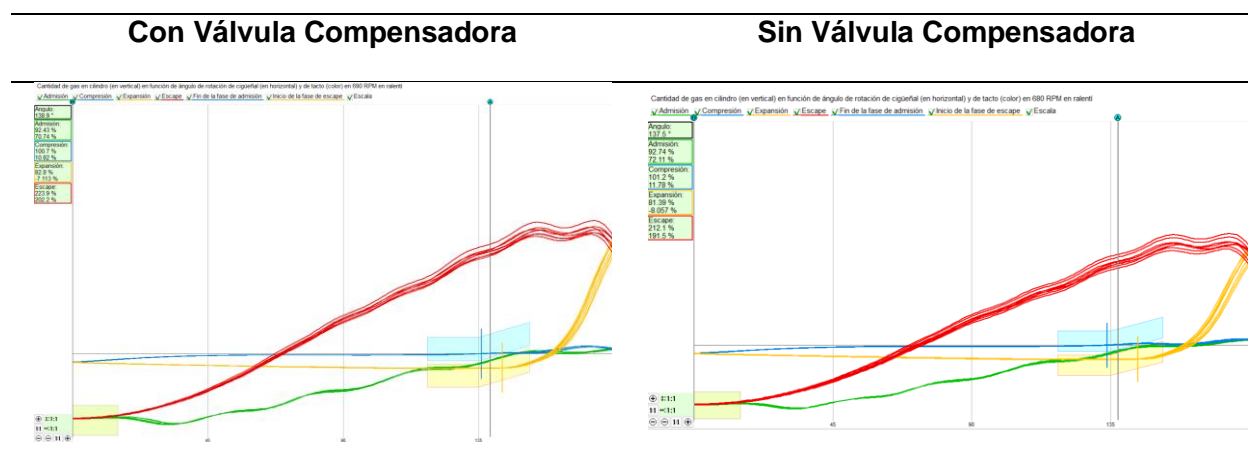
Oscilograma generado por script Px35 a 2 msnm



Nota. Onda característica de la presión, en el cilindro número uno generada por el transductor de presión del analizador de motores en el que se visualiza una variación al momento de instalar la válvula compensadora teniendo una presión máxima de 106.8 Psi y sin válvula 134.4 Psi.

Tabla 10

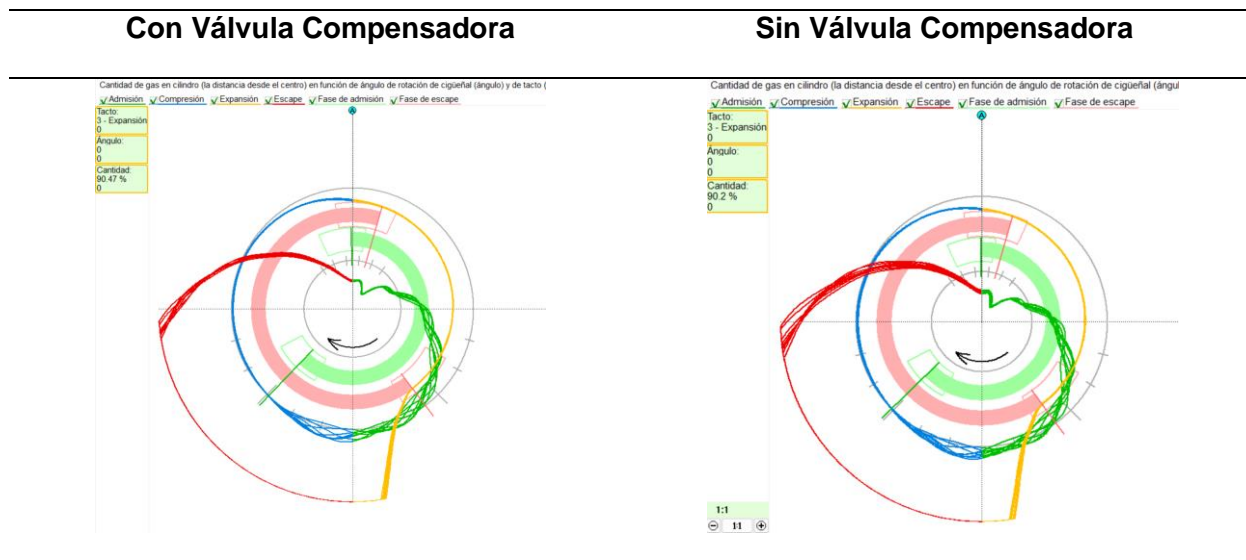
Reporte de cantidad de gas en el cilindro según script Px35 a 2 msnm



Nota. Gráfica generada automáticamente por script Px35 de la cantidad de gases en el cilindro.

Tabla 11

Reporte de distribución de gases en el cilindro con script Px35 a 2 msnm

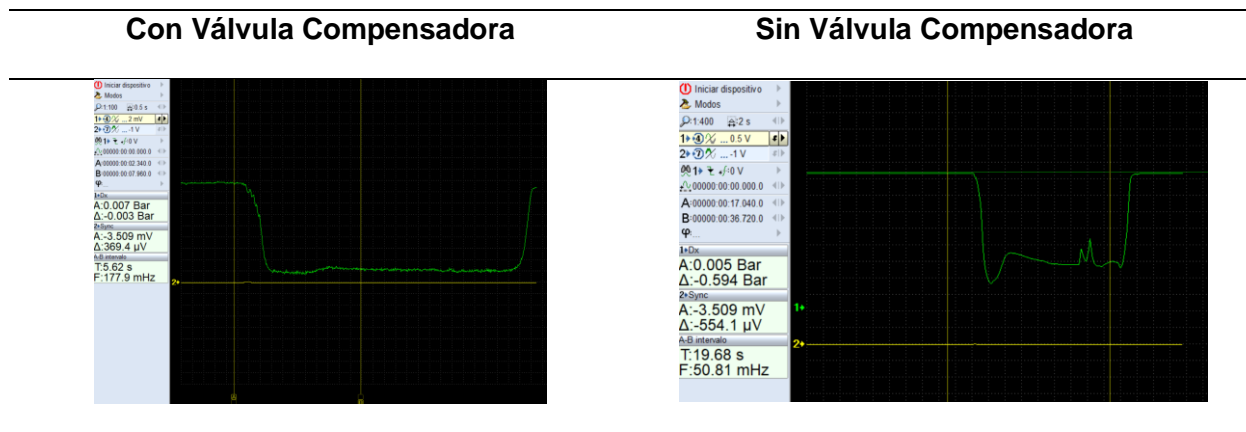


Nota. Diagrama generado por script Px35 de fases de distribución de gases en el cilindro donde se visualiza de mejor manera la variación de gas en el cilindro.

Prueba Con Transductor de Vacío Dx. Se realiza la prueba en el motor directamente en una entrada de vacío en el múltiple de admisión, con el transductor de vacío Dx en ralentí y sin acelerar el vehículo esta prueba se realiza en las condiciones del motor con la válvula compensadora y sin ella.

Tabla 12

Oscilograma generado por transductor de vacío Dx



Nota. Onda generada por transductor de vacío Dx el cual se registra una variación del vacío en el sistema de -0.003 Bar con válvula y de -0.594 Bar sin la válvula en el momento del encendido del vehículo a una altura de 2 msnm.

Presión Absoluta en Múltiple de Admisión. Para este registro de pruebas se utiliza un escáner automotriz, obtenidos directamente desde el sensor MAP (sensor de presión absoluta del múltiple), datos obtenidos, con válvula y sin válvula compensadora de altitud.

Tabla 13

Resultados obtenidos del escáner automotriz

Con Válvula Compensadora

Ralentí

| Flujo de datos | | | |
|---|--------|--------|---------|
| SKODA V28.45 > 01 Engine Electronics 13.45V | | | |
| Nombre | Valor | Inglés | Métrico |
| Channel | 002 | | |
| RPM | 686 | rpm | |
| Load | 35.93 | % | |
| Time Corr. | 4 | ms | |
| Absolute Pres. | 426.72 | mbar | |

Vehículo Apagado

| Flujo de datos | | | |
|---|-------|--------|---------|
| SKODA V28.45 > 01 Engine Electronics 12.78V | | | |
| Nombre | Valor | Inglés | Métrico |
| Channel | 002 | | |
| RPM | 0 | rpm | |
| Load | 0.00 | % | |
| Time Corr. | 0 | ms | |
| Absolute Pres. | 999.6 | mbar | |

Sin Válvula Compensadora

Ralentí

| Flujo de datos | | | |
|---|-------|--------|---------|
| SKODA V28.45 > 01 Engine Electronics 13.93V | | | |
| Nombre | Valor | Inglés | Métrico |
| Channel | 002 | | |
| RPM | 738 | rpm | |
| Load | 27.94 | % | |
| Time Corr. | 3 | ms | |
| Absolute Pres. | 346.8 | mbar | |

Vehículo Apagado

| Flujo de datos | | | |
|---|-------|--------|---------|
| SKODA V28.45 > 01 Engine Electronics 12.16V | | | |
| Nombre | Valor | Inglés | Métrico |
| Channel | 002 | | |
| RPM | 0 | rpm | |
| Load | 0.00 | % | |
| Time Corr. | 0 | ms | |
| Absolute Pres. | 999.6 | mbar | |

Nota. Medición de la presión absoluta en múltiple de admisión con escáner automotriz registrando variación en ralentí de 79.92 mbar en cuanto se instala la válvula y sin cambios registrados con el vehículo apagado ya que el sensor MAP está censando la presión atmosférica del ambiente.

Ensayos realizados a 501 msnm

Figura 39

Vehículo de pruebas ubicado en Santo Domingo una altura de 501 msnm



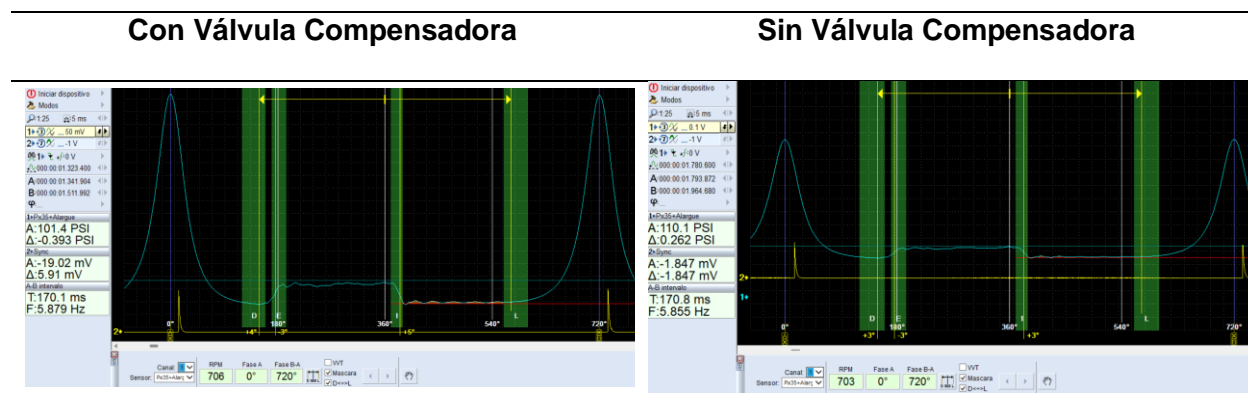
Nota. Vehículo de pruebas estacionado en la segunda parada a una altura de 501 msnm con el motor en buen funcionamiento y con el equipo analizador de motores conectado para la toma de datos con el script correspondiente.

Prueba con Transductor de Presión Px35. La prueba se realiza a 501 msnm en el motor, directamente en el cilindro uno con el transductor de presión y el sincronizador

obteniendo una señal de la bujía número uno, esta prueba se realiza con y sin la válvula compensadora.

Tabla 14

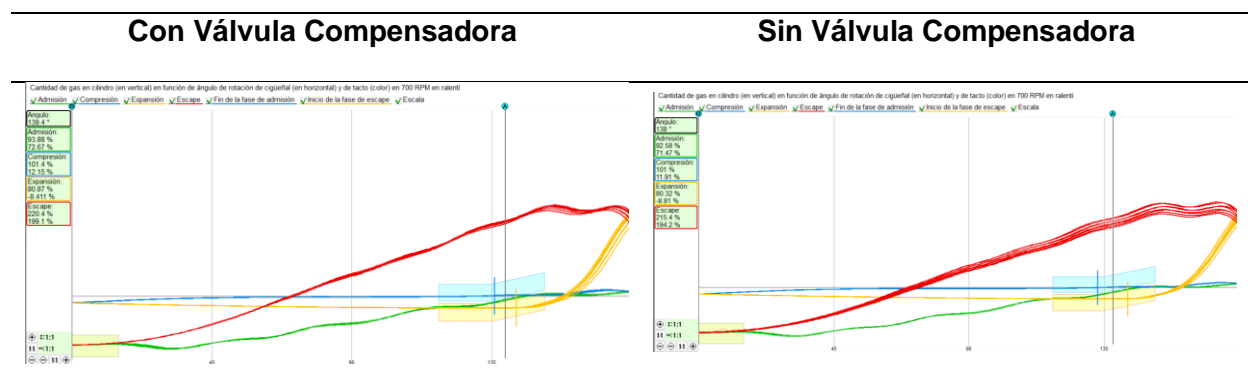
Oscilograma generado por script Px35 a 501 msnm



Nota. Onda característica de la presión en el cilindro número uno generada por el transductor de presión del analizador de motores en el que se visualiza una variación a la altura que se ha realizado la medida con válvula una presión máxima de 101.4 Psi y sin válvula 110.1 Psi.

Tabla 15

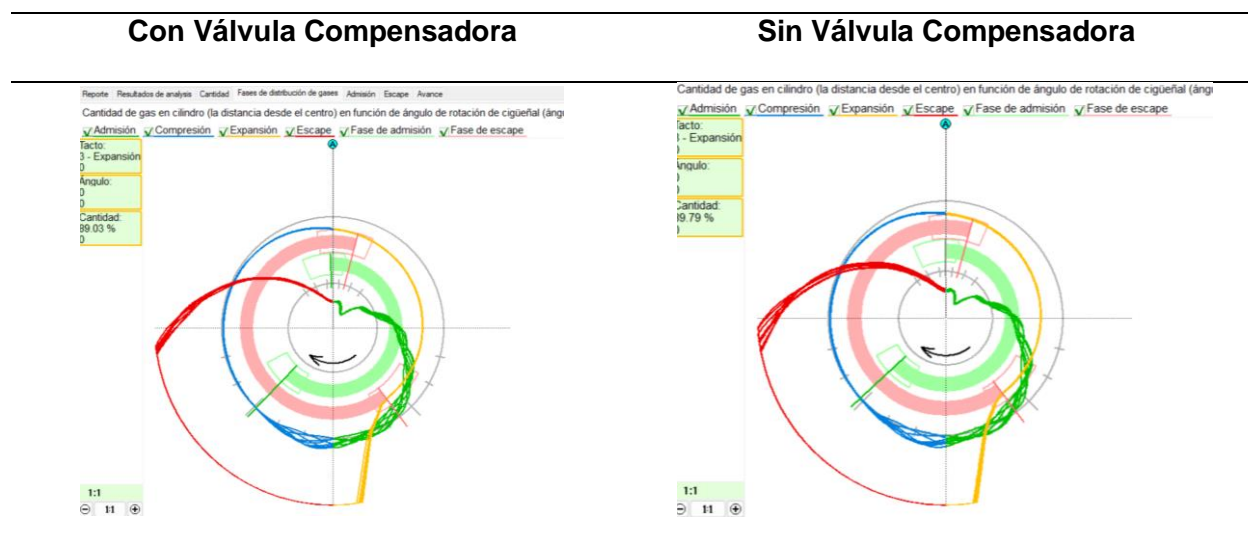
Reporte de cantidad de gas en el cilindro según script Px35 a 501 msnm



Nota. Gráfica generada por script Px35 de la cantidad de gases en el cilindro.

Tabla 16

Reporte de distribución de gases en el cilindro con script Px35 a 501 msnm

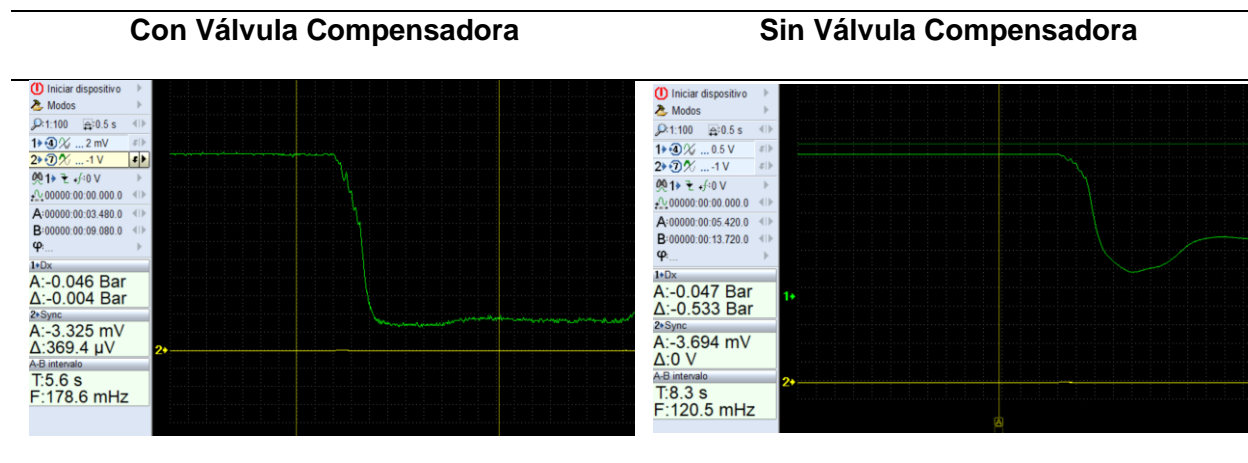


Nota. Diagrama generado por script Px35 de fases de distribución de gases en el cilindro donde se visualiza de mejor manera la variación de gas en el cilindro.

Prueba Con Transductor de Vacío Dx. Se realiza la prueba en el motor, directamente en una toma de vacío en el múltiple de admisión, el transductor de vacío Dx, tanto con válvula compensadora como sin válvula.

Tabla 17

Oscilograma generado por transductor de vacío Dx



Nota. Onda generada por transductor de vacío Dx el cual se registra una variación del vacío en el sistema de -0.004 Bar con válvula y de -0.533 Bar sin la válvula en el momento del encendido del vehículo a una altura de 501 msnm.

Presión Absoluta en Múltiple de Admisión. Estas medidas se realizan con un escáner automotriz obteniendo datos directamente del sensor de MAP (sensor de presión absoluta del múltiple) con y sin válvula compensadora de altitud.

Tabla 18

Resultados obtenidos del escáner automotriz a 501 msnm

Con Válvula Compensadora

Ralentí

| Flujo de datos | | | | |
|---|--------|--------|---------|--|
| SKODA V28.45 > 01 Engine Electronics 13.72V | | | | |
| Nombre | Valor | Inglés | Métrico | |
| Channel | 002 | | | |
| RPM | 700 | rpm | | |
| Load | 34.91 | % | | |
| Time Corr. | 4 | ms | | |
| Absolute Pres. | 396.24 | mbar | | |

Vehículo Apagado

| Flujo de datos | | | | |
|---|--------|--------|---------|--|
| SKODA V28.45 > 01 Engine Electronics 12.52V | | | | |
| Nombre | Valor | Inglés | Métrico | |
| Channel | 002 | | | |
| RPM | 0 | rpm | | |
| Load | 0.00 | % | | |
| Time Corr. | 0 | ms | | |
| Absolute Pres. | 944.88 | mbar | | |

Sin Válvula Compensadora

Ralentí

| Flujo de datos | | | | |
|---|-------|--------|---------|--|
| SKODA V28.45 > 01 Engine Electronics 13.83V | | | | |
| Nombre | Valor | Inglés | Métrico | |
| Channel | 002 | | | |
| RPM | 702.8 | rpm | | |
| Load | 29.97 | % | | |
| Time Corr. | 3 | ms | | |
| Absolute Pres. | 350 | mbar | | |

Vehículo Apagado

| Flujo de datos | | | | |
|---|--------|--------|---------|--|
| SKODA V28.45 > 01 Engine Electronics 12.28V | | | | |
| Nombre | Valor | Inglés | Métrico | |
| Channel | 002 | | | |
| RPM | 0 | rpm | | |
| Load | 0.00 | % | | |
| Time Corr. | 0 | ms | | |
| Absolute Pres. | 944.88 | mbar | | |

Nota. Medición de la presión absoluta en múltiple de admisión con escáner automotriz registrando variación en ralentí de 46.24 mbar con el vehículo apagado y sin variación con válvula instalada esto debido a la ubicación en la que se realiza la prueba ya que el sensor MAP censa la presión atmosférica del ambiente.

Ensayos Realizados a 994 msnm

Figura 40

Vehículo de pruebas en Cascada Río Napa a 994 msnm

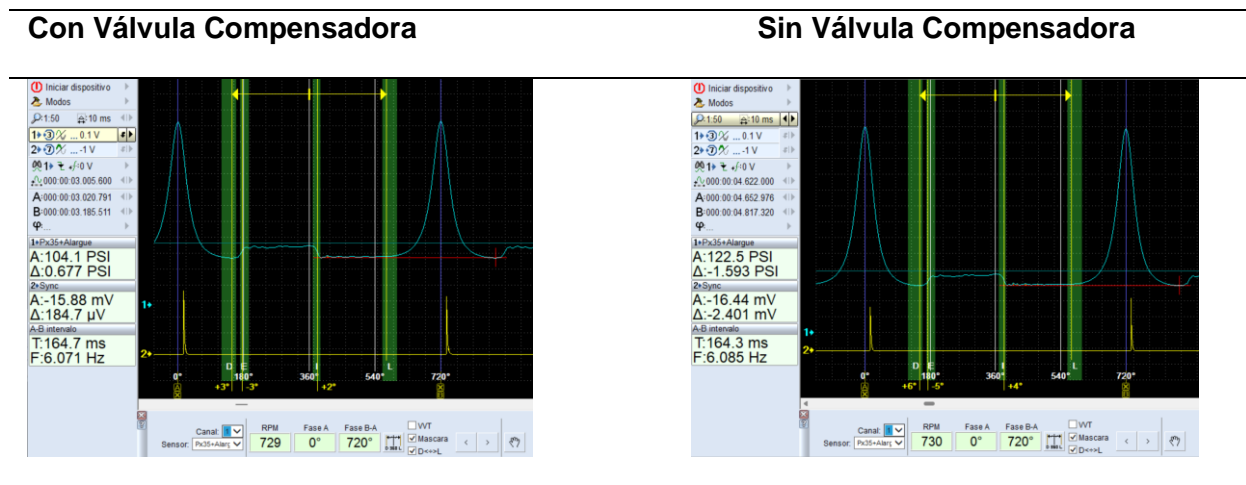


Nota. Vehículo de pruebas estacionado en la tercera parada a una altura de 994 msnm con el motor en optimo funcionamiento y con el equipo analizador de motores listo para iniciar las pruebas.

Prueba con Transductor de Presión Px35. La prueba se realiza a 994 msnm en el motor, directamente en el cilindro uno con el transductor de presión, sumando el sincronizador obteniendo una señal de la bujía que pertenece al cilindro de prueba, realizada a las dos condiciones del motor sin la instalación de la válvula y con la válvula compensadora.

Tabla 19

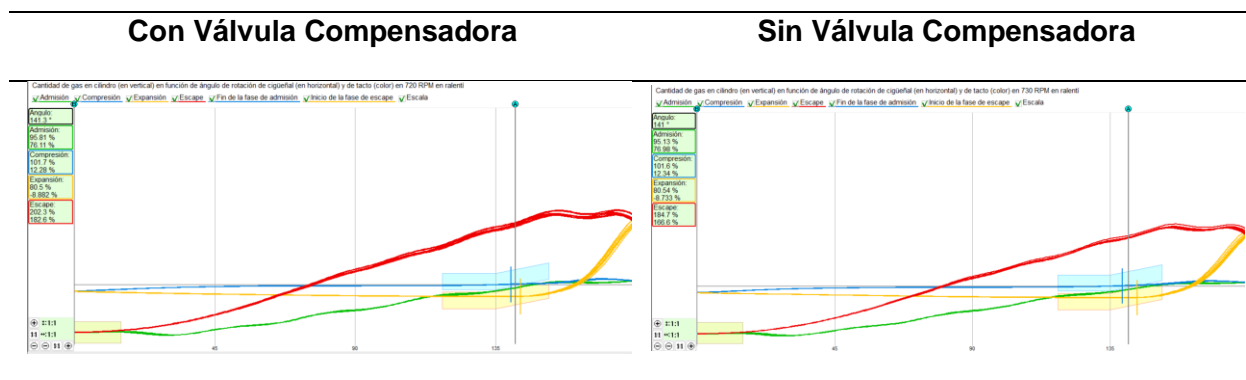
Oscilograma generado por script Px35 a 994 msnm



Nota. Onda característica de la presión en el cilindro número uno generada por el transductor de presión del analizador de motores en el que se visualiza una variación a la altura que se ha realizado la medida con válvula una presión máxima de 104.1 Psi y sin válvula 122.5 Psi.

Tabla 20

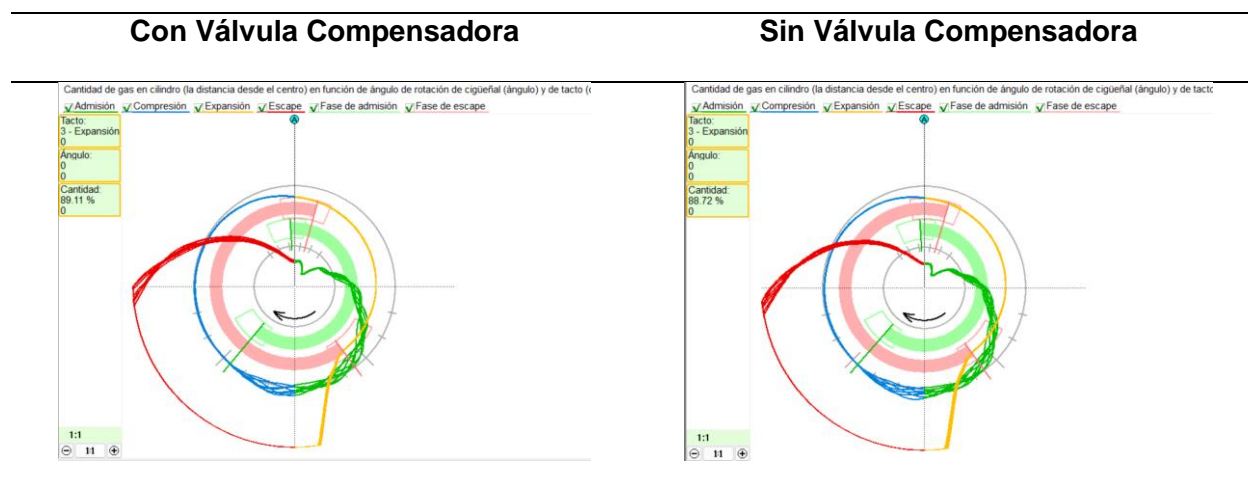
Reporte de cantidad de gas en el cilindro según script Px35 a 994 msnm



Nota. Gráfica generada por script Px35 de la cantidad de gases en el cilindro.

Tabla 21

Reporte de distribución de gases en el cilindro con script Px35 a 994 msnm

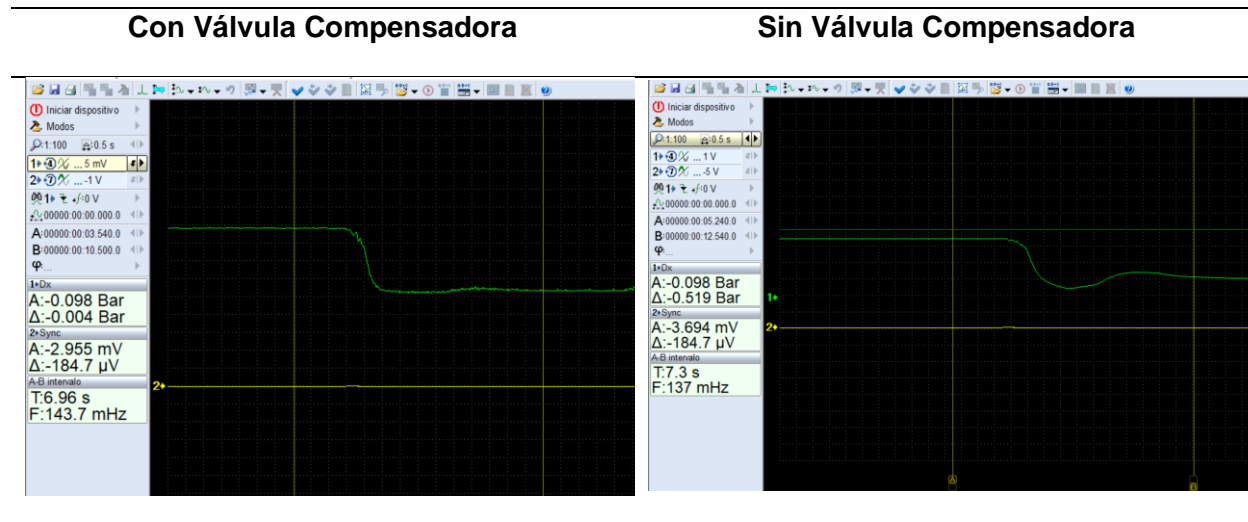


Nota. Diagrama generado por script Px35 de fases de distribución de gases en el cilindro donde se visualiza de mejor manera la variación de gas en el cilindro.

Prueba Con Transductor de Vacío Dx. Se realiza la prueba en el motor, directamente en una toma de vacío en el múltiple de admisión, el transductor de vacío Dx, tanto con la válvula compensadora como sin la válvula.

Tabla 22

Oscilograma generado por transductor de vacío Dx



Nota. Onda generada por transductor de vacío Dx el cual se registra una variación del vacío en el sistema de -0.004 Bar con válvula y de -0.519 Bar sin la válvula en el momento del encendido del vehículo a una altura de 994 msnm.

Presión Absoluta en Múltiple de Admisión. Esta medida es tomada y analizada con un escáner automotriz tomando datos directamente del sensor de MAP (sensor de presión absoluta del múltiple) con y sin la válvula compensadora de altitud.

Tabla 23

Resultados obtenidos del escáner automotriz a 994 msnm

Con Válvula Compensadora

Ralentí

| Flujo de datos | | | |
|---|-------|--------|---------|
| SKODA V28.45 > 01 Engine Electronics 13.44V | | | |
| Nombre | Valor | Inglés | Métrico |
| Channel | 002 | | |
| RPM | 717 | rpm | |
| Load | 26.92 | % | |
| Time Corr. | 2 | ms | |
| Absolute Pres. | 306 | mbar | |

Vehículo Apagado

| Flujo de datos | | | |
|---|--------|--------|---------|
| SKODA V28.45 > 01 Engine Electronics 12.66V | | | |
| Nombre | Valor | Inglés | Métrico |
| Channel | 002 | | |
| RPM | 0 | rpm | |
| Load | 0.00 | % | |
| Time Corr. | 0 | ms | |
| Absolute Pres. | 843.28 | mbar | |

5

Sin Válvula Compensadora

Ralentí

| Flujo de datos | | | |
|--|-------|--------|---------|
| SEAT V28.40 > 01 Engine Electronics 13.41V | | | |
| Nombre | Valor | Inglés | Métrico |
| Channel | 002 | | |
| RPM | 729 | rpm | |
| Load | 24.99 | % | |
| Time Corr. | 2 | ms | |
| Absolute Pres. | 290 | mbar | |

Vehículo Apagado

| Flujo de datos | | | |
|--|--------|--------|---------|
| SEAT V28.40 > 01 Engine Electronics 12.34V | | | |
| Nombre | Valor | Inglés | Métrico |
| Channel | 002 | | |
| RPM | 0 | rpm | |
| Load | 0.00 | % | |
| Time Corr. | 0 | ms | |
| Absolute Pres. | 894.08 | mbar | |

Nota. Medición de la presión absoluta en múltiple de admisión con escáner automotriz registrando variación en ralentí de 46.24 mbar con el vehículo apagado y sin variación con válvula instalada esto debido a la ubicación en la que se realiza la prueba ya que el sensor MAP censa la presión atmosférica del ambiente.

Ensayos Realizados a 1483 msnm

Figura 41

Vehículo de pruebas Estación de servicio Tandapi a 1483 msnm

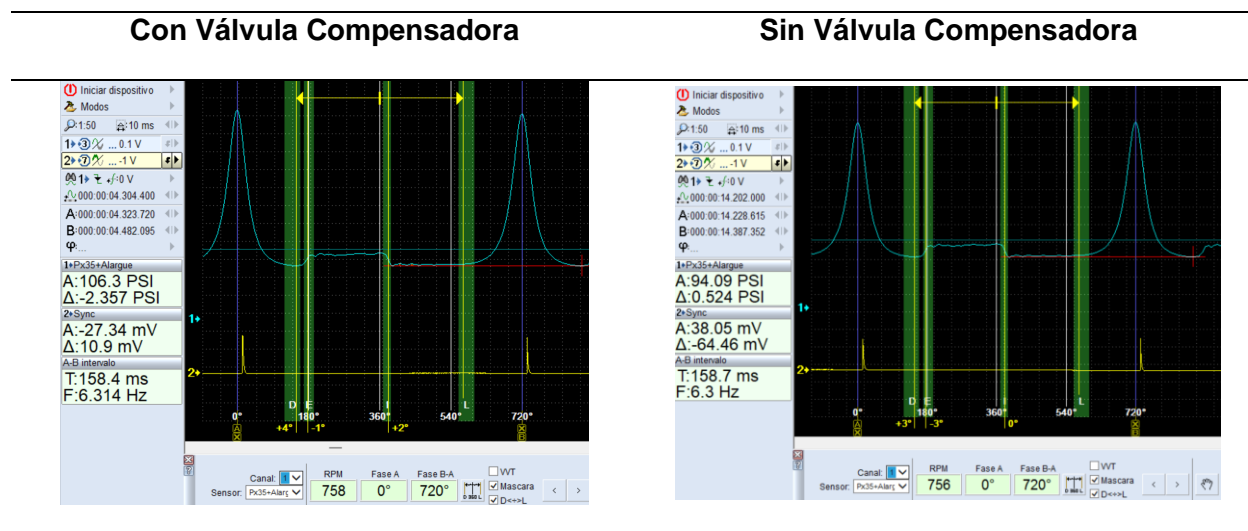


Nota. Vehículo de pruebas estacionado en la cuarta parada a una altura de 1483 msnm con él a temperatura optima de trabajo y con el equipo analizador de motores conectado para la ejecución de script Px correspondiente.

Prueba con Transductor de Presión Px35. La siguiente prueba se realiza a 1483 msnm en el motor ciclo Otto, directamente en el cilindro uno con el transductor de presión y el sincronizador tomando la señal de la bujía número uno, esta prueba se realiza con válvula y sin válvula compensadora.

Tabla 24

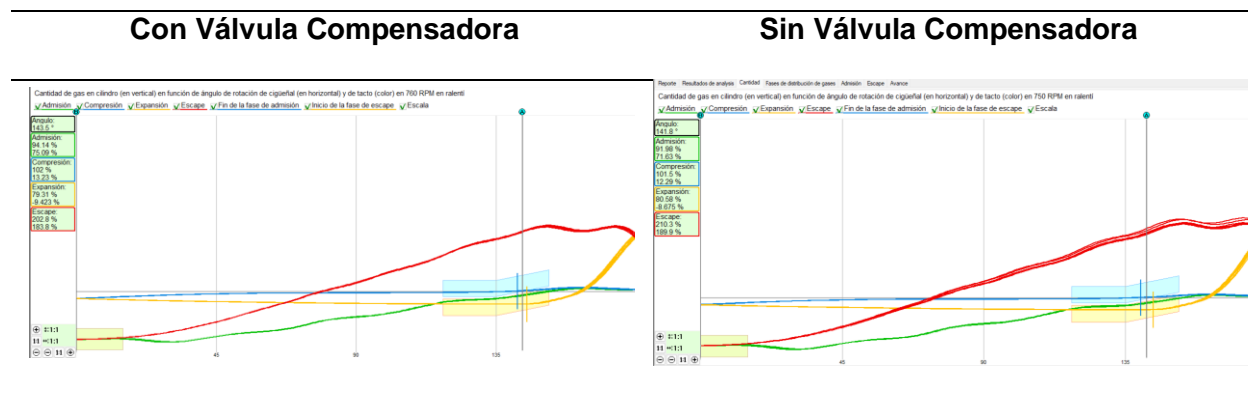
Oscilograma generado por script Px35 a 1483 msnm



Nota. Onda característica de la presión en el cilindro número uno generada por el transductor de presión del analizador de motores en el que se visualiza una variación a la altura que se ha realizado la medida con válvula una presión máxima de 106.3 Psi y sin válvula 94.11 Psi.

Tabla 25

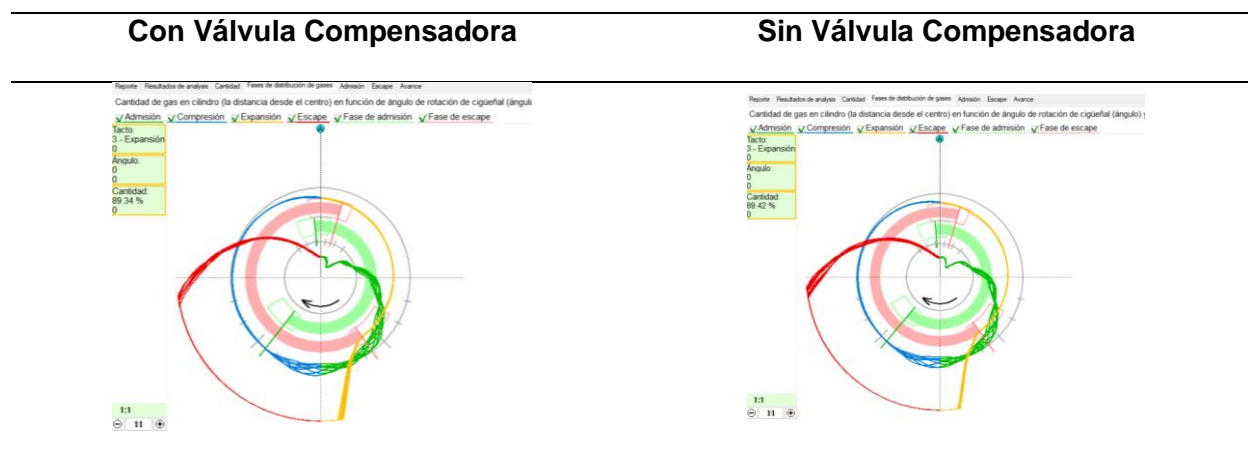
Reporte de cantidad de gas en el cilindro según script Px35 a 1483 msnm



Nota. Gráfica generada por script Px35 de la cantidad de gases en el cilindro.

Tabla 26

Reporte de distribución de gases en el cilindro con script Px35 a 1483 msnm

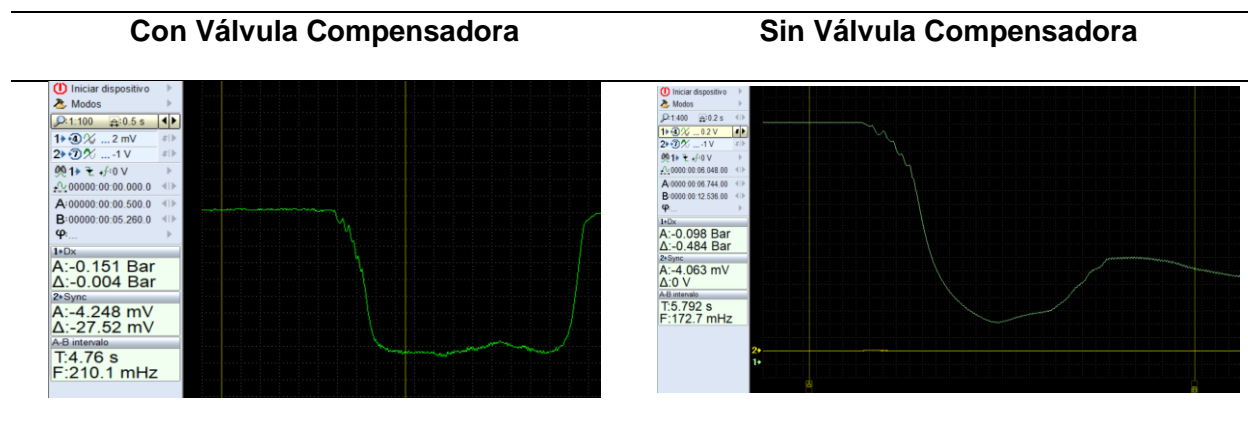


Nota. Diagrama generado por script Px35 de fases de distribución de gases en el cilindro donde se visualiza de mejor manera la variación de gas en el cilindro.

Prueba Con Transductor de Vacío Dx. Esta prueba se realiza directamente en el motor, en una toma de vacío en el múltiple de admisión el transductor de vacío Dx, tanto con la válvula compensadora, como sin la válvula.

Tabla 27

Oscilograma generado por transductor de vacío Dx



Nota. Onda generada por transductor de vacío Dx, el cual se registra una variación del vacío en el sistema de -0.004 Bar con válvula y de -0.484 Bar, sin la válvula en el momento del encendido del vehículo a una altura de 1483 msnm.

Presión Absoluta en Múltiple de Admisión. El escáner automotriz es una herramienta fundamental para la toma de datos, los mismo que se obtienen directamente del sensor MAP (sensor de presión absoluta del múltiple) a dos condiciones del motor ciclo Otto con y sin válvula compensadora de altitud.

Tabla 28

Resultados obtenidos del escáner automotriz a 1483 msnm

Con Válvula Compensadora

Ralentí

| Flujo de datos | | | | |
|--------------------------------------|--------|--------|---------|--|
| SKODA V28.45 > 01 Engine Electronics | | | | |
| Nombre | Valor | Inglés | Métrico | |
| Channel | 002 | | | |
| RPM | 753 | rpm | ▼ | |
| Load | 24.99 | % | | |
| Time Corr. | 2 | ms | | |
| Absolute Pres. | 267.84 | mbar | ▼ | |

Vehículo Apagado

| Flujo de datos | | | | |
|--------------------------------------|--------|--------|---------|--|
| SKODA V28.45 > 01 Engine Electronics | | | | |
| Nombre | Valor | Inglés | Métrico | |
| Channel | 002 | | | |
| RPM | 0 | rpm | ▼ | |
| Load | 0.00 | % | | |
| Time Corr. | 0 | ms | | |
| Absolute Pres. | 843.28 | mbar | ▼ | |

Sin Válvula Compensadora

Ralentí

| Flujo de datos | | | | |
|--------------------------------------|-------|--------|---------|--|
| SKODA V28.45 > 01 Engine Electronics | | | | |
| Nombre | Valor | Inglés | Métrico | |
| Channel | 002 | | | |
| RPM | 762 | rpm | ▼ | |
| Load | 23.97 | % | | |
| Time Corr. | 2 | ms | | |
| Absolute Pres. | 256.9 | mbar | ▼ | |

Vehículo Apagado

| Flujo de datos | | | | |
|--------------------------------------|--------|--------|---------|--|
| SKODA V28.45 > 01 Engine Electronics | | | | |
| Nombre | Valor | Inglés | Métrico | |
| Channel | 002 | | | |
| RPM | 0 | rpm | ▼ | |
| Load | 0.00 | % | | |
| Time Corr. | 0 | ms | | |
| Absolute Pres. | 843.28 | mbar | ▼ | |

Nota. Medición de la presión absoluta en el múltiple de admisión con un escáner automotriz en el que se registra la variación en el ralentí de 10.1 mbar, con el vehículo apagado y sin variación, con válvula instalada, esto debido a la ubicación en la que se realiza la prueba ya que el sensor MAP censa la presión atmosférica del ambiente.

Ensayos realizados a 2012 msnm

Figura 42

Vehículo de pruebas en Santuario Católico Virgen de la Merced - 2012 msnm

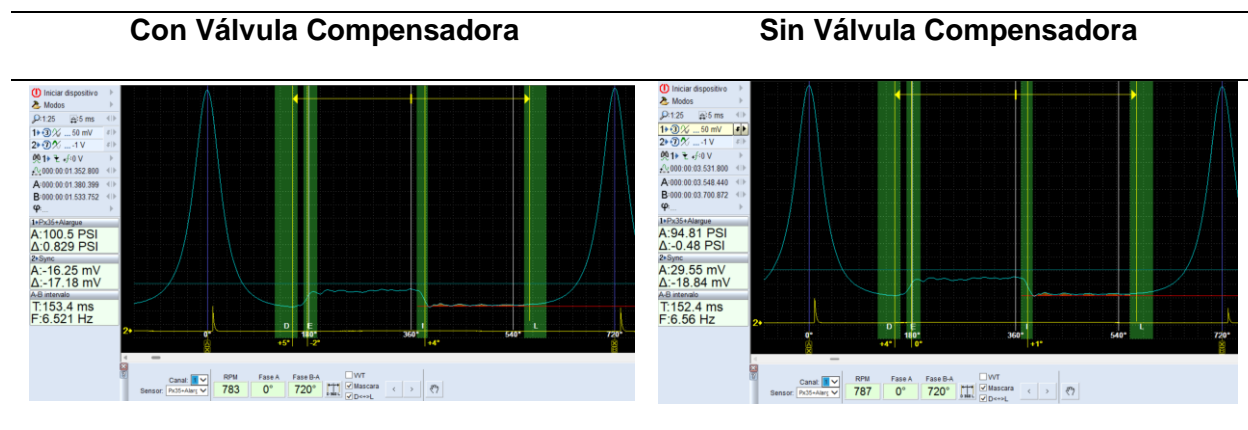


Nota. Vehículo de pruebas estacionado en el quinto punto a medir, a una altura de 2012 msnm con el equipo de análisis de motores conectado, para la ejecución de script Px correspondiente.

Prueba con Transductor de Presión Px35. A 2012 msnm se realiza la quinta prueba en el motor, obteniendo resultados directamente del cilindro uno, mediante el transductor de presión y el sincronizador tomando, la señal de la bujía número uno, esta prueba se realiza con la válvula y sin la válvula compensadora de altitud.

Tabla 29

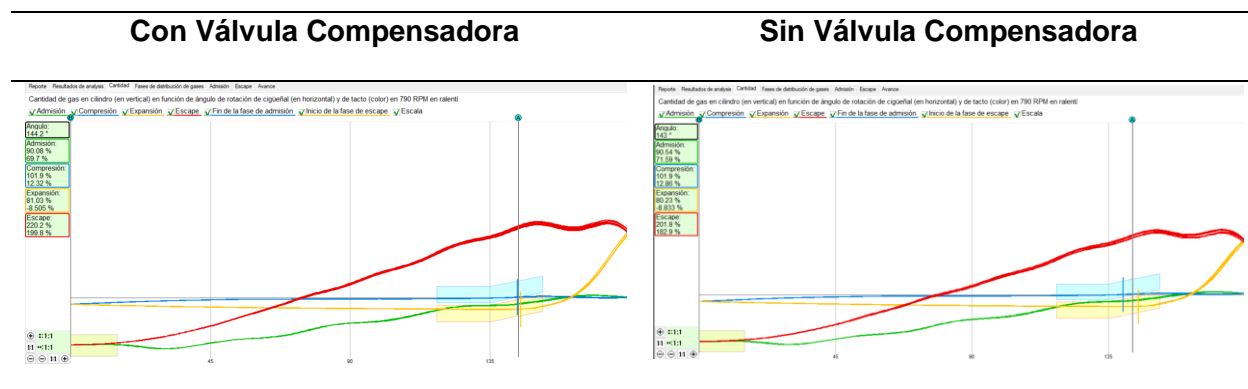
Oscilograma generado por script Px35 a 2012 msnm



Nota. Onda característica de la presión, en el cilindro número uno generada por el transductor de presión del analizador de motores en el que se visualiza una variación a la altura que se ha realizado la medida con válvula una presión máxima de 100.5 Psi y sin válvula 94.81 Psi.

Tabla 30

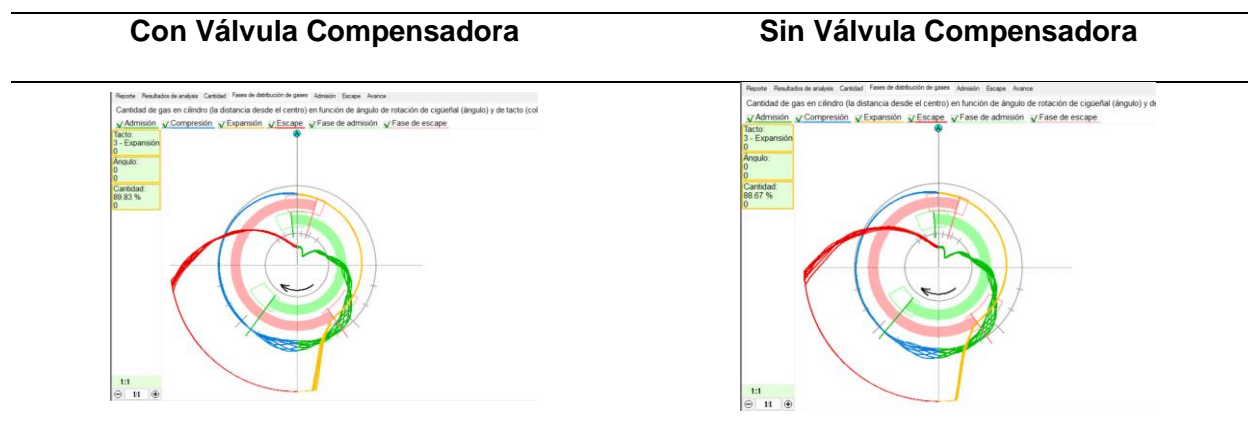
Reporte de cantidad de gas en el cilindro según script Px35 a 2012 msnm



Nota. Gráfica generada por script Px35 de la cantidad de gases en el cilindro.

Tabla 31

Reporte de distribución de gases en el cilindro con script Px35 a 2012 msnm

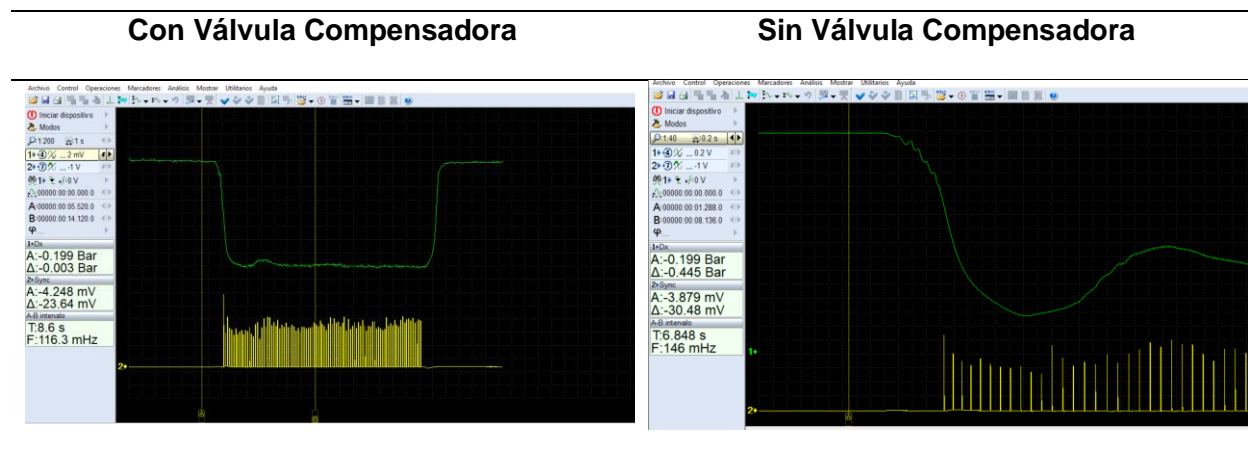


Nota. Diagrama generado por script Px35 de fases de distribución de gases en el cilindro donde se visualiza de mejor manera la variación de gas en el cilindro.

Prueba Con Transductor de Vacío Dx. Se realiza la prueba en el motor, directamente en una toma de vacío en el múltiple de admisión el transductor de vacío Dx, tanto con válvula compensadora como sin válvula.

Tabla 32

Oscilograma generado por transductor de vacío Dx



Nota. Onda generada por el transductor de vacío Dx, el cual se registra una variación del vacío en el sistema de -0.003 Bar con la válvula y de -0.445 Bar sin la válvula en el momento del encendido del vehículo a una altura de 2012 msnm.

Presión Absoluta en Múltiple de Admisión. Esta toma de medidas se realiza con un escáner automotriz, tomando datos directamente del sensor de MAP (sensor de presión absoluta del múltiple) con válvula y sin válvula compensadora de altitud.

Tabla 33

Resultados obtenidos del escáner automotriz a 2012 msnm

Con Válvula Compensadora

Ralentí

| Flujo de datos | | | |
|---|--------|--------|---------|
| SKODA V28.45 > 01 Engine Electronics 13.77V | | | |
| Nombre | Valor | Inglés | Métrico |
| Channel | 002 | | |
| RPM | 790.4 | rpm | |
| Load | 27.94 | % | |
| Time Corr. | 2 | ms | |
| Absolute Pres. | 272.16 | mbar | |

Vehículo Apagado

| Flujo de datos | | | |
|---|-------|--------|---------|
| SKODA V28.45 > 01 Engine Electronics 12.69V | | | |
| Nombre | Valor | Inglés | Métrico |
| Channel | 002 | | |
| RPM | 0 | rpm | |
| Load | 0.00 | % | |
| Time Corr. | 0 | ms | |
| Absolute Pres. | 795.6 | mbar | |

Sin Válvula Compensadora

Ralentí

| Flujo de datos | | | |
|---|--------|--------|---------|
| SKODA V28.45 > 01 Engine Electronics 13.94V | | | |
| Nombre | Valor | Inglés | Métrico |
| Channel | 002 | | |
| RPM | 787.2 | rpm | |
| Load | 27.94 | % | |
| Time Corr. | 2 | ms | |
| Absolute Pres. | 272.16 | mbar | |

Vehículo Apagado

| Flujo de datos | | | |
|---|--------|--------|---------|
| SKODA V28.45 > 01 Engine Electronics 12.29V | | | |
| Nombre | Valor | Inglés | Métrico |
| Channel | 002 | | |
| RPM | 0 | rpm | |
| Load | 0.00 | % | |
| Time Corr. | 0 | ms | |
| Absolute Pres. | 792.48 | mbar | |

Nota. Medidas de la presión absoluta en múltiple de admisión, con un escáner automotriz registrando variación en ralentí de 10.1 mbar con el vehículo apagado y sin variación con válvula instalada esto debido a la ubicación en la que se realiza la prueba ya que el sensor MAP censa la presión atmosférica del ambiente.

Ensayos realizados a 2562 msnm

Figura 43

Cascadas Gemelas – Agua Caliente, Pichincha a 2562 msnm

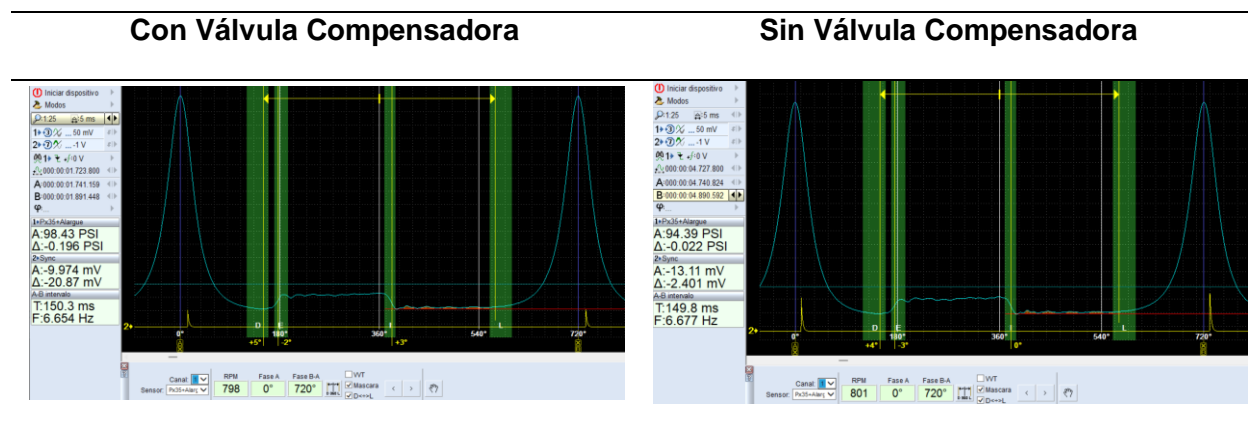


Nota. Vehículo de pruebas estacionado Cascadas Gemelas, la sexta parada a una altura de 2562 msnm con el equipo analizador de motores conectado para la ejecución de script Px correspondiente.

Prueba con Transductor de Presión Px35. Se realiza la prueba a 2562 msnm en el motor directamente en el cilindro uno con el transductor de presión y el sincronizador tomando señal de la bujía número uno esta prueba se realiza con válvula y sin válvula compensadora.

Tabla 34

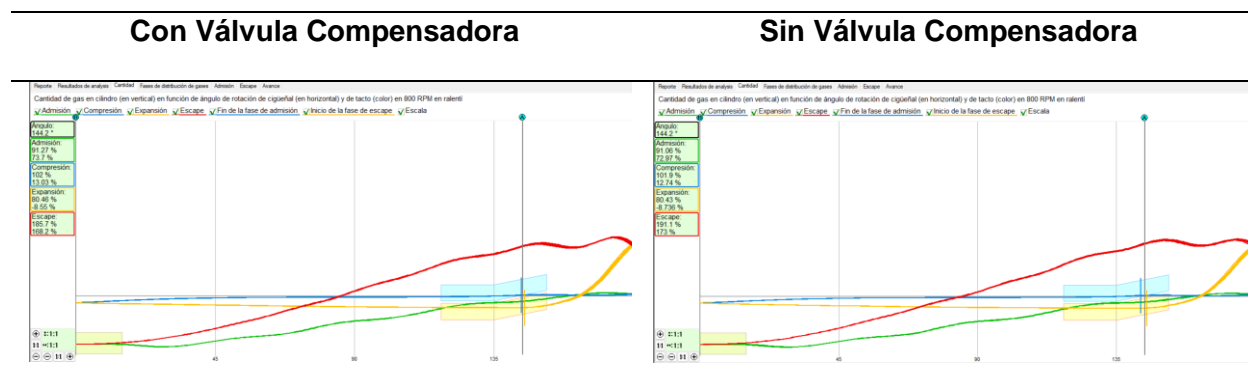
Oscilograma generado por script Px35 a 2562 msnm



Nota. Onda característica de la presión, en el cilindro número uno generada por el transductor de presión, en el que se visualiza una variación a la altura que se ha realizado la medida con la válvula y una presión máxima de 100.5 Psi y sin válvula 94.81 Psi.

Tabla 35

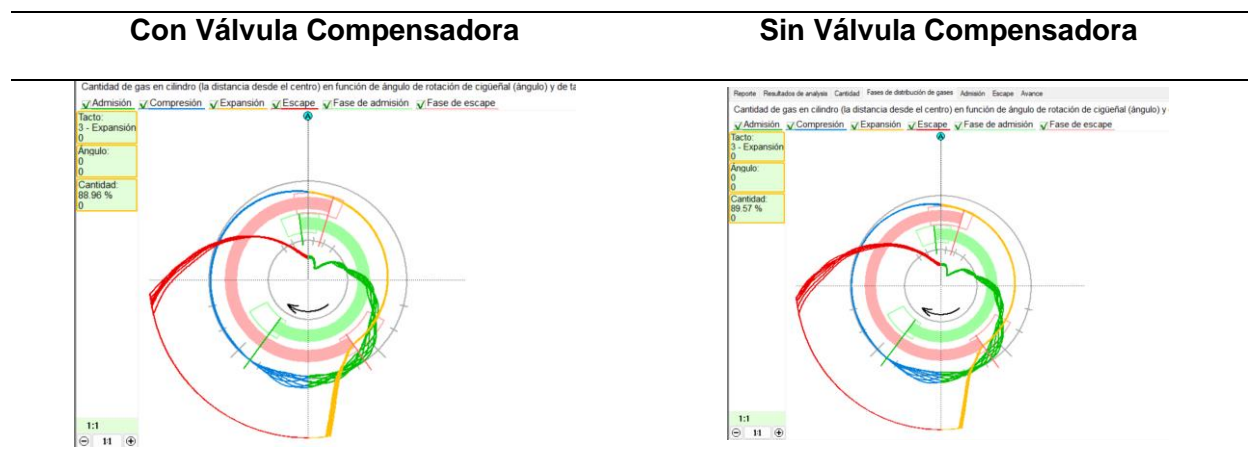
Reporte de cantidad de gas en el cilindro según script Px35 a 501 msnm



Nota. Gráfica generada por script Px35 de la cantidad de gases en el cilindro.

Tabla 36

Reporte de la distribución de gases en el cilindro con script Px35 a 994 msnm

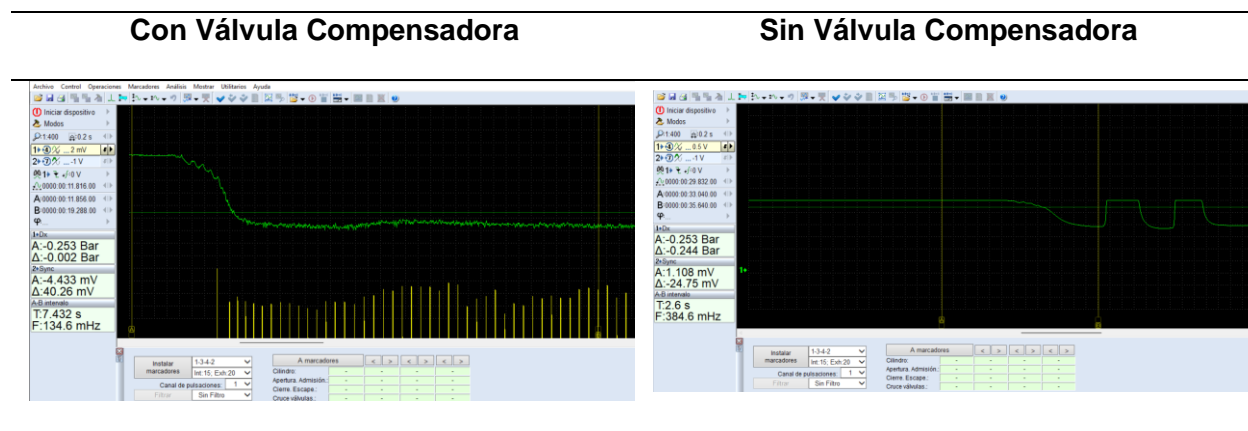


Nota. Diagrama generado por script Px35 de fases, distribución de gases en el cilindro donde se visualiza de mejor manera la variación de gas en el cilindro.

Prueba Con Transductor de Vacío Dx. Se realiza la prueba en el motor, en una toma de vacío en el múltiple de admisión el transductor de vacío Dx, tanto con válvula compensadora como sin válvula.

Tabla 37

Oscilograma generado por transductor de vacío Dx



Nota. Onda generada por transductor de vacío Dx el cual se registra una variación del vacío en el sistema de -0.002 Bar con válvula y de -0.244 Bar sin la válvula en el momento del encendido del vehículo a una altura de 2562 msnm.

Presión Absoluta en Múltiple de Admisión. Estas medidas se realizan mediante un escáner automotriz, tomando los datos directamente del sensor de MAP (sensor de presión absoluta del múltiple) con válvula y sin válvula compensadora de altitud.

Tabla 38

Resultados obtenidos del escáner automotriz a 2562 msnm

Con Válvula Compensadora

Ralentí

| Flujo de datos | | | | |
|--------------------------------------|--------|--------|---------|--|
| SKODA V28.45 > 01 Engine Electronics | | | | |
| Nombre | Valor | Inglés | Métrico | |
| Channel | 002 | | | |
| RPM | 809.6 | rpm | | |
| Load | 25.91 | % | | |
| Time Corr. | 2 | ms | | |
| Absolute Pres. | 238.08 | mbar | | |

Vehículo Apagado

| Flujo de datos | | | | |
|--------------------------------------|--------|--------|---------|--|
| SKODA V28.45 > 01 Engine Electronics | | | | |
| Nombre | Valor | Inglés | Métrico | |
| Channel | 002 | | | |
| RPM | 0 | rpm | | |
| Load | 0.00 | % | | |
| Time Corr. | 0 | ms | | |
| Absolute Pres. | 741.68 | mbar | | |

Sin Válvula Compensadora

Ralentí

| Flujo de datos | | | | |
|--------------------------------------|-------|--------|---------|--|
| SKODA V28.45 > 01 Engine Electronics | | | | |
| Nombre | Valor | Inglés | Métrico | |
| Channel | 002 | | | |
| RPM | 816 | rpm | | |
| Load | 37.95 | % | | |
| Time Corr. | 3 | ms | | |
| Absolute Pres. | 326.4 | mbar | | |

Vehículo Apagado

| Flujo de datos | | | | |
|--------------------------------------|--------|--------|---------|--|
| SKODA V28.45 > 01 Engine Electronics | | | | |
| Nombre | Valor | Inglés | Métrico | |
| Channel | 002 | | | |
| RPM | 0 | rpm | | |
| Load | 0.00 | % | | |
| Time Corr. | 0 | ms | | |
| Absolute Pres. | 738.76 | mbar | | |

Nota. Medición de la presión absoluta en múltiple de admisión, con un escáner automotriz registrando variación en ralentí de 88.32 mbar con el vehículo apagado y una 2.92 mbar sin variación con válvula instalada esto debido a la ubicación en la que se realiza la prueba ya que el sensor MAP censa la presión atmosférica del ambiente.

Ensayos realizados a 3057 msnm

Figura 44

Vehículo de pruebas ubicado en Santo Domingo una altura de 3057 msnm

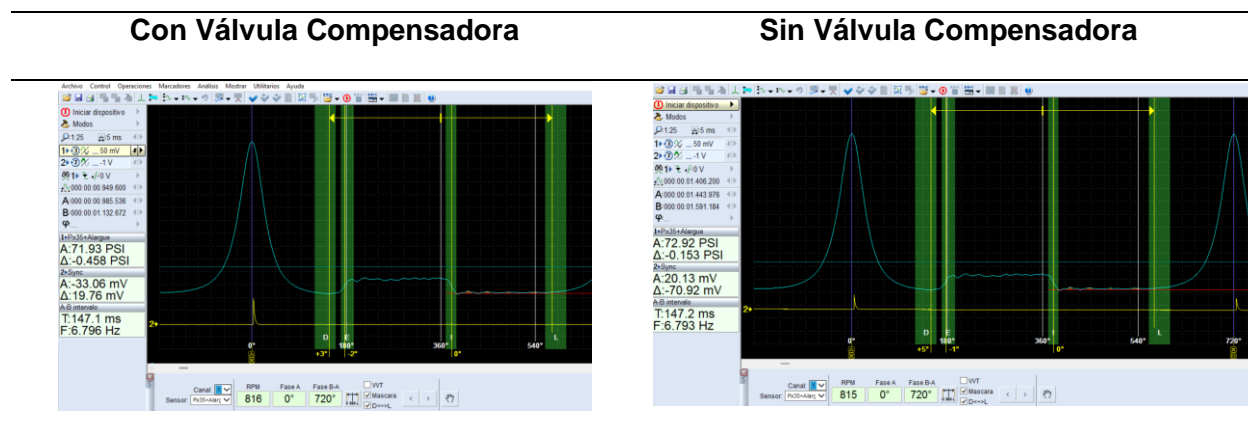


Nota. El vehículo de pruebas estacionado en la séptima parada a una altura de 3057 msnm y con el equipo de análisis de motores debidamente conectado, para la toma de datos.

Prueba con Transductor de Presión Px35. Se realiza la prueba a 3027 msnm en el cilindro uno con el transductor de presión y el sensor de sincronización obteniendo la señal de la bujía número uno esta prueba se realiza con válvula y sin válvula compensadora.

Tabla 39

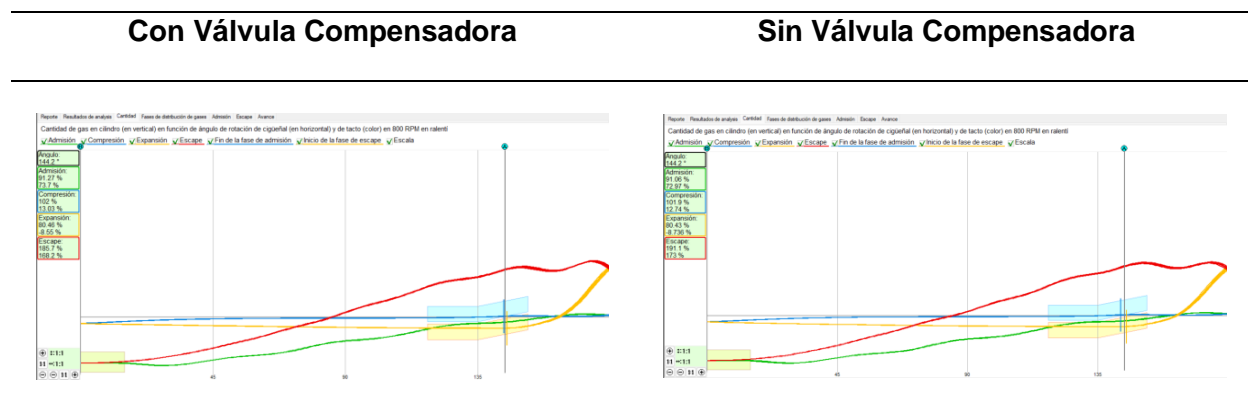
Oscilograma generado por script Px35 a 3027 msnm



Nota. Onda característica de la presión, en el cilindro número uno, generado por el transductor de presión y el equipo de análisis de motores en el que se visualiza una variación a la altura que se ha realizado la medida con válvula una presión máxima de 72.02 Psi y sin válvula 72.96 Psi.

Tabla 40

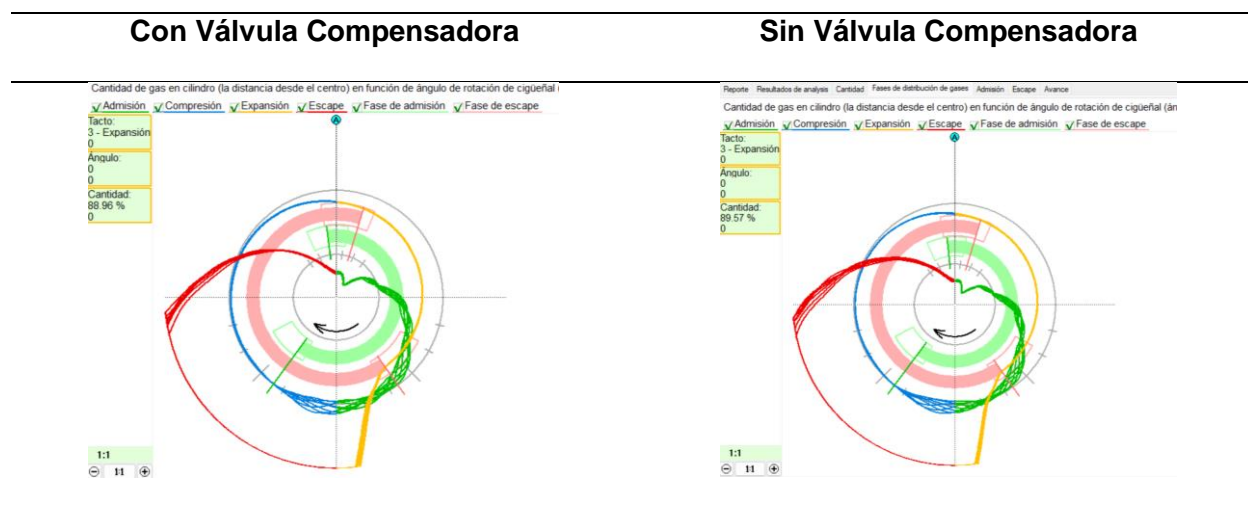
Reporte de cantidad de gas en el cilindro según script Px35 a 3057 msnm



Nota. Gráfica generada por script Px35 de la cantidad de gases en el cilindro.

Tabla 41

Reporte de distribución de gases en el cilindro con script Px35 a 3057 msnm

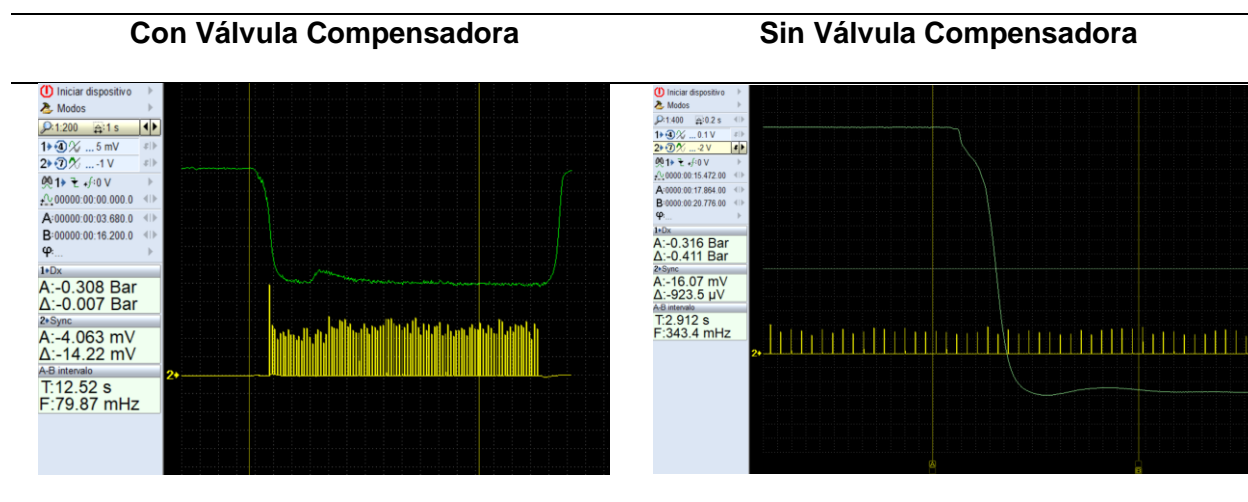


Nota. Diagrama generado por script Px35 de fases de distribución de gases en el cilindro donde se visualiza de mejor manera la variación de gas en el cilindro.

Prueba Con Transductor de Vacío Dx. Se realiza la prueba en el motor, directamente en una toma de vacío en el múltiple de admisión, con el transductor de vacío Dx, tanto con válvula compensadora como sin válvula.

Tabla 42

Oscilograma generado por transductor de vacío Dx



Nota. Onda generada por transductor de vacío Dx, el cual se registra una variación del vacío en el sistema de -0.007 Bar con válvula y de -0.411 Bar sin la válvula en el momento del encendido del vehículo a una altura de 3057 msnm.

Presión Absoluta en Múltiple de Admisión. Esta medición se realiza con un escáner automotriz tomando datos directamente del sensor de MAP con válvula y sin válvula compensadora de altitud.

Tabla 43

Resultados obtenidos del escáner automotriz

Con Válvula Compensadora

Ralentí

| Flujo de datos | | | |
|---|--------|--------|---------|
| SKODA V28.45 > 01 Engine Electronics 14.29V | | | |
| Nombre | Valor | Inglés | Métrico |
| Channel | 002 | | |
| RPM | 816 | rpm | |
| Load | 28.96 | % | |
| Time Corr. | 2 | ms | |
| Absolute Pres. | 262.08 | mbar | |

Vehículo Apagado

| Flujo de datos | | | |
|---|--------|--------|---------|
| SKODA V28.45 > 01 Engine Electronics 12.58V | | | |
| Nombre | Valor | Inglés | Métrico |
| Channel | 002 | | |
| RPM | 0 | rpm | |
| Load | 0.00 | % | |
| Time Corr. | 0 | ms | |
| Absolute Pres. | 728.64 | mbar | |

Sin Válvula Compensadora

Ralentí

| Flujo de datos | | | |
|---|--------|--------|---------|
| SKODA V28.45 > 01 Engine Electronics 14.29V | | | |
| Nombre | Valor | Inglés | Métrico |
| Channel | 002 | | |
| RPM | 818 | rpm | |
| Load | 38.98 | % | |
| Time Corr. | 2 | ms | |
| Absolute Pres. | 322.08 | mbar | |

Vehículo Apagado

| Flujo de datos | | | |
|---|--------|--------|---------|
| SKODA V28.45 > 01 Engine Electronics 12.58V | | | |
| Nombre | Valor | Inglés | Métrico |
| Channel | 002 | | |
| RPM | 0 | rpm | |
| Load | 0.00 | % | |
| Time Corr. | 0 | ms | |
| Absolute Pres. | 718.64 | mbar | |

Nota. Medición de la presión absoluta en múltiple de admisión con escáner automotriz registrando variación en ralentí de 60 y 10 mbar con el vehículo apagado y válvula instalada, pero esto debido a la ubicación en la que se realiza la prueba ya que el sensor MAP censa la presión atmosférica del ambiente.

Capítulo IV

Análisis de resultados de la evolución de la presión en el cilindro, fases de distribución de gases y ajuste al encendido en motores de ciclo Otto atmosféricos

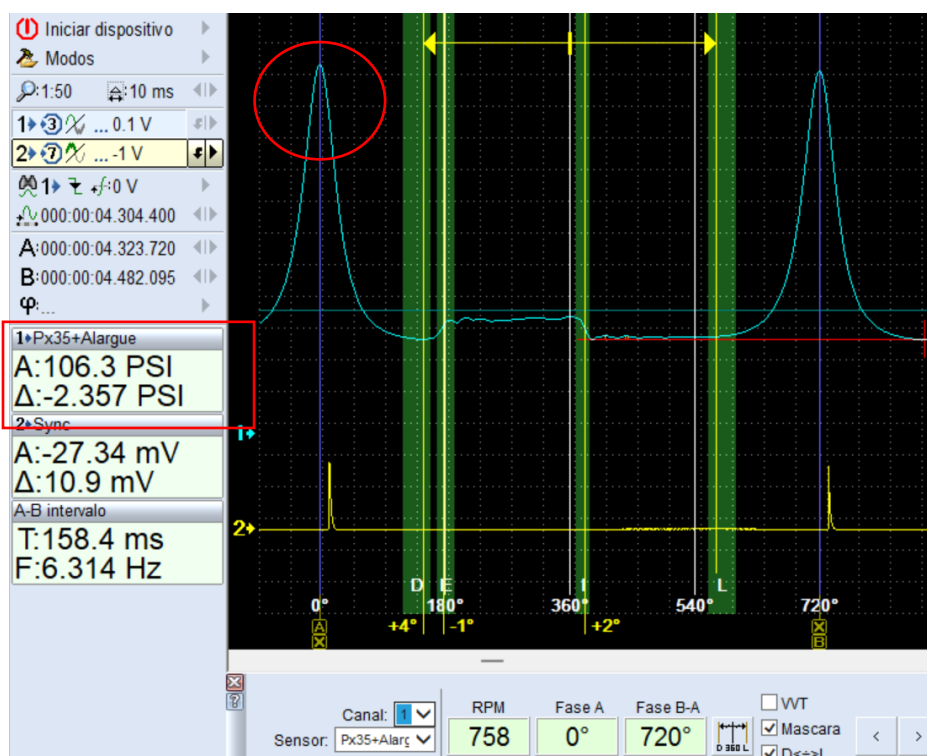
Análisis de las pruebas

Se obtuvo las gráficas mediante el analizador de motores a diferentes alturas sobre el nivel del mar, con el uso de transductores de presión y vacío, se generan graficas que las se puede analizar y verificar, tanto el estado en el que se encuentra el motor, así como el efecto de la incidencia del uso de un dispositivo compensador de altitud para generar informes o reportes mediante el script Px.

Interpretacion de Oscilograma Generado por Transductor de Presión

Figura 45

Oscilograma de presión del cilindro a 1483 msnm



Nota. En el recuadro rojo valores transformados a PSI que indica la presión máxima en el cilindro de forma visual en la parte superior del oscilograma encerrada en el círculo.

El oscilograma mostrado en la figura es el que mejor muestra evidencias del efecto de la válvula compensadora de altitud, permitiéndonos visualizar el punto de mayor presión en el cilindro y con este gráfico se realiza el análisis de la evolución de presión en el cilindro a todas las alturas que se realizaron las pruebas.

Tabla 44

Presión máxima en el cilindro a diferentes alturas

| Presión Máxima en el Cilindro | | | |
|--------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------|
| Altitud [msnm] | Presión con válvula [Psi] | Presión sin válvula [Psi] | % Δ Presión |
| 2 | 106.8 | 134.4 | -21% |
| 501 | 101.4 | 110.1 | -8% |
| 994 | 104.1 | 122.5 | -15% |
| 1483 | 106.3 | 94.09 | 13% |
| 2012 | 100.5 | 94.81 | 6% |
| 2562 | 98.43 | 94.39 | 4% |
| 3057 | 71.93 | 72.92 | -1% |

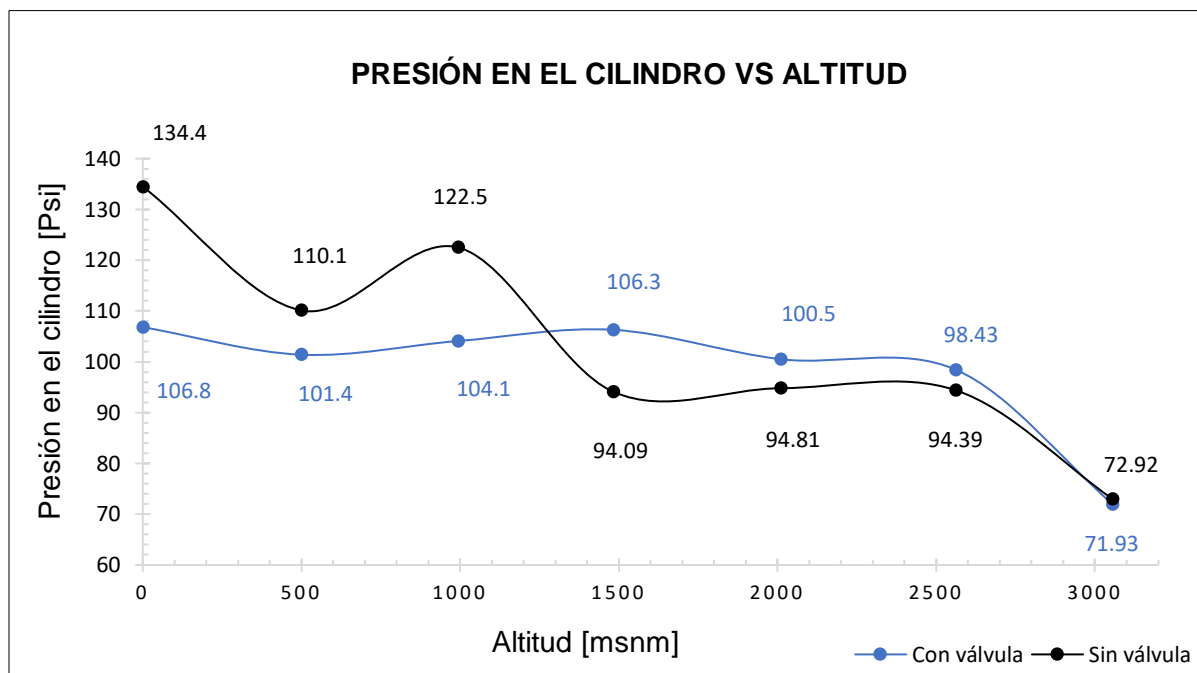
Mayor porcentaje de variación: 13% a 1483 msnm aproximadamente.

Nota. Cuadro comparativo de la toma de datos de presión en el cilindro número uno

Estos datos se extrajeron de cada una de las gráficas obtenidas con el analizador de motores como se puede apreciar en la tabla de la curva obtenida con el transductor de presión a diferentes alturas, para un mejor entendimiento se transformaron a PSI en el mismo software.

Figura 46

Evolución de la presión máxima en el cilindro a diferentes alturas



Nota. Efecto del uso de la válvula a diferentes alturas en el cilindro del motor.

En el análisis presión altitud se muestra, que en el intervalo de 0 a 500 msnm, en motor con el dispositivo compensador actúa con una presión de entre 106.8 psi a 101.4 psi, a diferencia del comportamiento del motor sin ningún dispositivo que actúa entre 134.4 psi y 110.1 psi, mostrando una diferencia en el punto de inicio de 0 msnm de 27.6 psi, y en el punto límite de 500 msnm de 8.7 psi, se demuestra que la válvula compensadora no realiza mayor beneficio de trabajo en el intervalo de 0 a 500msnm de altitud.

Continuando en el siguiente intervalo de 500 a 1000 msnm en dónde en el punto final existe una presión de 122.5psi para el comportamiento del motor sin ningún dispositivo externo mientras que 104.1psi para el funcionamiento del motor con la válvula compensadora.

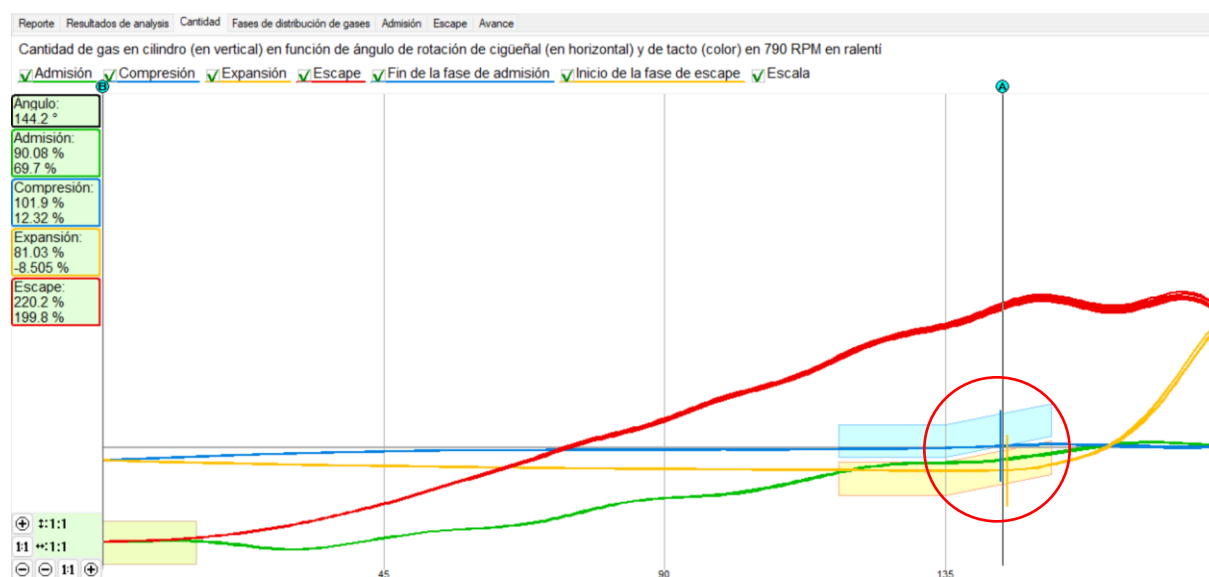
En el análisis presión altitud se muestra, que en el intervalo de 0 a 500 msnm, en motor con el dispositivo compensador actúa con una presión de entre 106.8 psi a 101.4 psi, a

diferencia del comportamiento del motor sin ningún dispositivo que actúa entre 134.4 psi y 110.1 psi, mostrando una diferencia en el punto de inicio de 27.6 psi, y en el punto límite de 500 msnm de 8.7 psi. La válvula compensadora incide de menor manera en el intervalo de 0 a 500 msnm de altitud.

En el siguiente intervalo de 500 a 1000 msnm en dónde en el punto final hay una presión 122.5 psi para el comportamiento del motor sin ningún dispositivo externo mientras que 104.1 psi para el funcionamiento del motor con la válvula compensadora. mientras se observa un cambio entre el intervalo de altitud de 500 msnm a 1000 msnm en el que el funcionamiento del motor con el dispositivo externo nos arroja una presión de 106.3 psi, mientras 94.09 psi nos da como resultado cuando el motor funciona sin el compensador. observando el cambio y el funcionamiento neto de la válvula compensadora, se demuestra que su efectividad es mayor aproximadamente a partir de los 1500 msnm, con una ganancia del 15% en el llenado del cilindro, adicional existe otras ganancias de 6% a los 2000 msnm y 4% a 2500msnm.

Figura 47

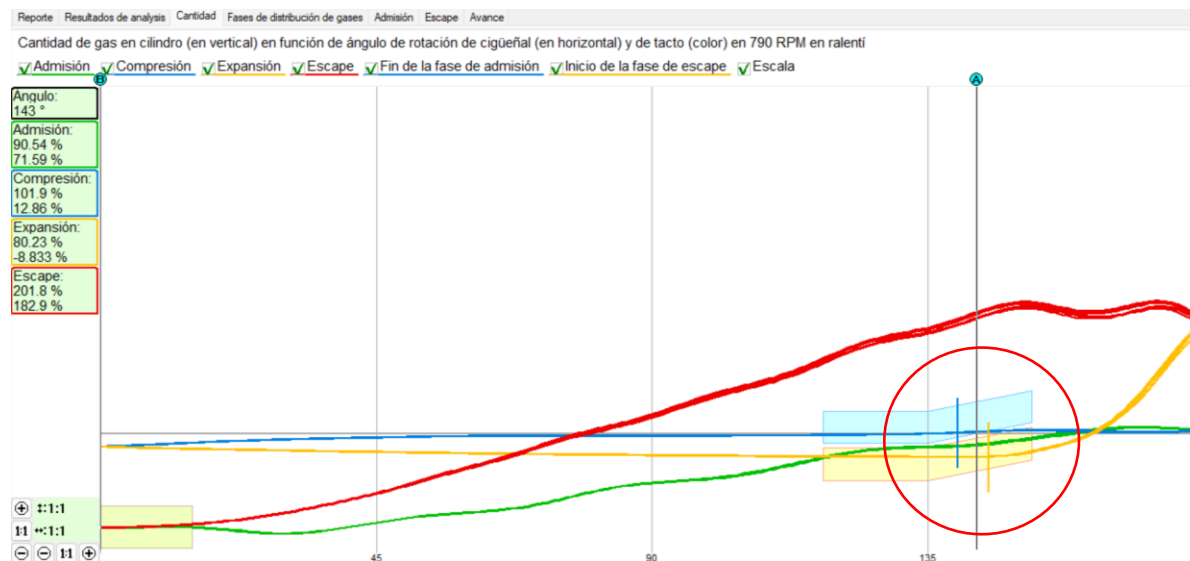
Cantidad de gas en cilindro, en vertical, con válvula instalada a 2000msnm



Nota. Cambio notable en el ACA y AAE con respecto a la grafica tomada sin la vavula instalada en el motor.

Figura 48

Cantidad de gas, en vertical sin válvula instalada a 2000msnm

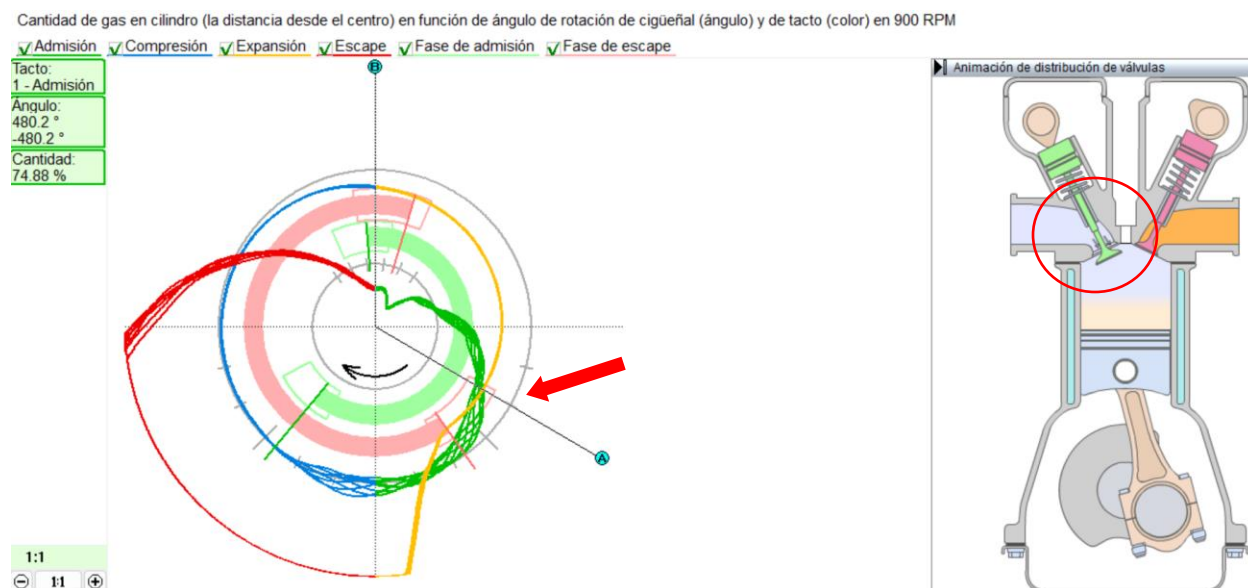


Nota. Variación notable en el ACA y AAE con respecto a la grafica tomada con la válvula instalada en el motor.

En la gráfica de llenado de gas en el cilindro se aprecia una ACA de 140° y AAE 145° sin la válvula instalada que está dentro del rango correcto de funcionamiento sin embargo encontramos una variación con respecto a si es que está instalada una válvula compensadora haciendo que varíe el AAA 143.8° y AAE 145.1° cuando está instalada la válvula es decir a una apertura de válvulas más corta ya que se produce un mejor llenado del cilindro notando una mejora de un 1.79% en la fase de admisión a un ángulo de apertura de 43%, todo esto en ralenti y a una altura aproximadamente de 2000 msnm.

Figura 49

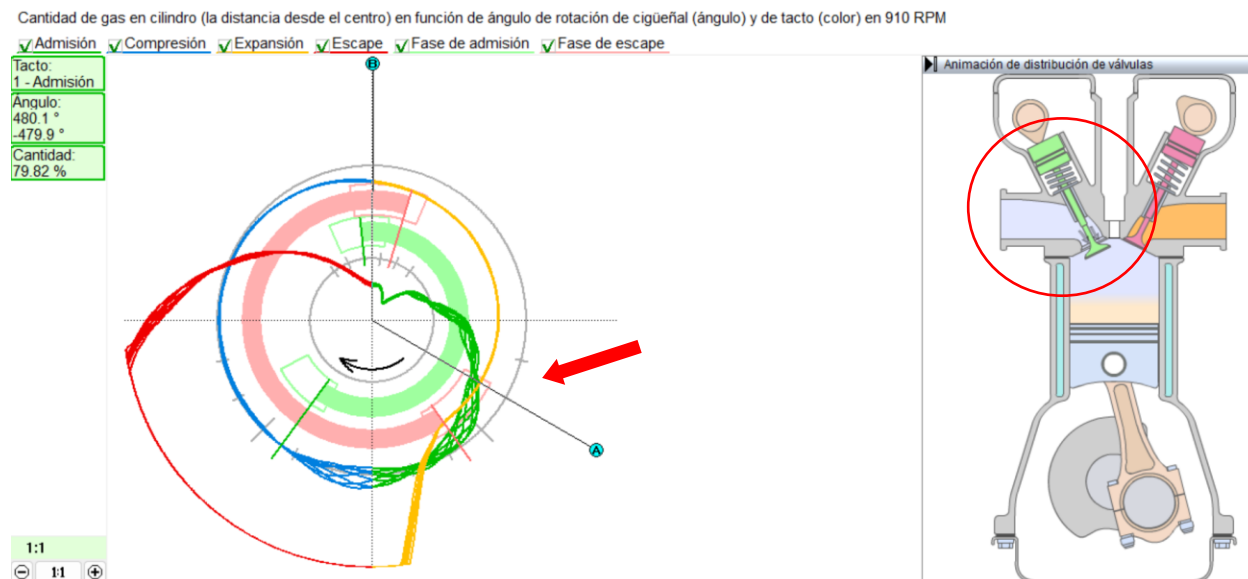
Cantidad de gas en el cilindro desde el centro, sin válvula a 2000msnm



Nota. Variación notable en el A.C.A. y A.A.E. con respecto a la grafica tomada con la válvula instalada en el motor.

Figura 50

Cantidad de gas en el cilindro desde el centro, con válvula a 2000msnm



Nota. Variación notable en el A.C.A. y A.A.E. con respecto a la gráfica tomada con la válvula instalada en el motor.

Aquí es donde se puede analizar la apertura de las válvulas tanto de admisión como de escape, se puede visualizar como se abren las válvulas, el gráfico del vehículo es característico de un vehículo en perfectas condiciones de funcionamiento sin embargo hay una diferencia en el llenado del cilindro y la cantidad de gas que ingresa al mismo que se debe al uso de la válvula compensadora de altitud a 2000 msnm, pasando de 74.88% de cantidad de gases en la admisión a 79.82% al momento de realizar la prueba con la válvula compensadora, siendo un 4.94% más eficiente en el llenado de gas.

Análisis de la Presión Absoluta con el Múltiple de Admisión

Tabla 45

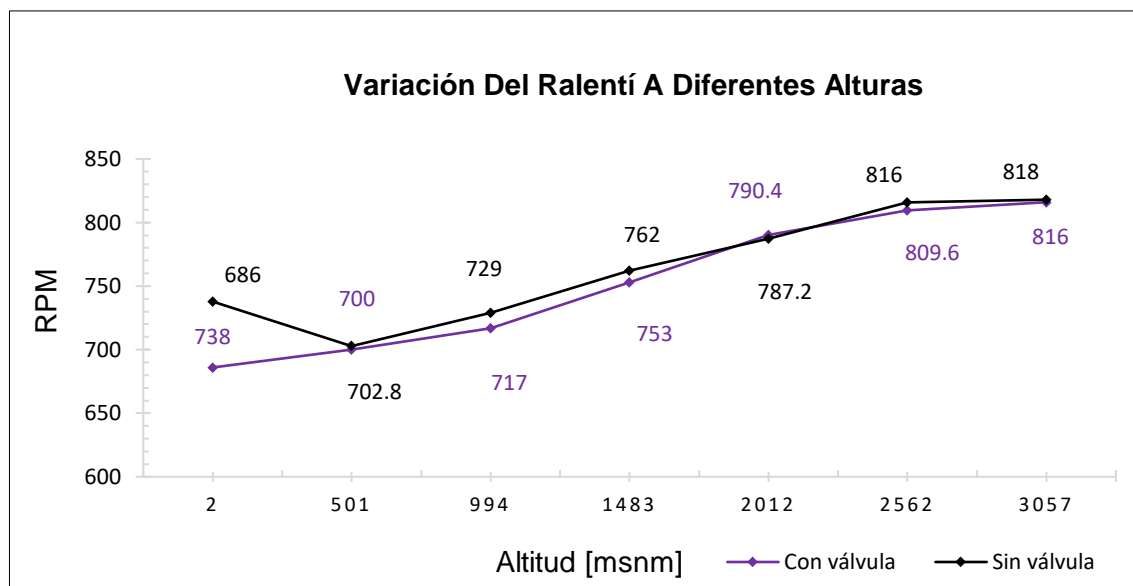
Presión Absoluta en el múltiple de admisión

| Altitud | Presión Absoluta con Vehículo en Ralentí | | | | | |
|---------|--|-------------|----|------------------------|-------------|------|
| | RPM | | | Presión Absoluta[mbar] | | |
| | Con válvula | Sin válvula | %Δ | Con válvula | Sin válvula | %Δ |
| 2 | 686 | 738 | 8% | 426.72 | 346.8 | -19% |
| 501 | 700 | 702.8 | 0% | 396.24 | 350 | -12% |
| 994 | 717 | 729 | 2% | 306 | 290 | -5% |
| 1483 | 753 | 762 | 1% | 267.84 | 256.9 | -4% |
| 2012 | 790.4 | 787.2 | 0% | 272.16 | 272.16 | 0% |
| 2562 | 809.6 | 816 | 1% | 238.08 | 326.4 | 37% |
| 3057 | 816 | 818 | 0% | 262.08 | 322.08 | 23% |

Nota. Presión absoluta medida en el múltiple de admisión con scáner automotriz.

Figura 471

Gráfica de variación del ralenti a diferentes alturas.



Nota. Comparacion del ralenti a diferentes alturas medidas con el escaner automotriz.

En la variación del ralenti comparándolo a distintas alturas en este caso a 7 diferentes altitudes, se logra detectar que el ralenti, vario referente a cada altitud empezando a 2msnm, ralenti que permanece en 686 rpm aproximadamente, esto a función del motor si ningún dispositivo externo a diferencia de su funcionamiento con la válvula que presenta un ralenti de 738 rpm siendo ralenti más elevado.

A una altitud de 501 msnm el ralenti permanece en 700 rpm mientras que a la misma altitud el ralenti del motor ciclo Otto se encuentra en 702,8 rpm, no haciendo mucha diferencia.

En la tercera parada para el análisis del motor ciclo Otto a una altitud de 994 msnm el ralenti permanece a 729 rpm con una leve elevación a diferencia del rpm que arroja el motor con la válvula compensadora que es de un 717 rpm dando como resultado una diferencia de 12 rpm en una altitud de 994 msnm.

En la segunda parada a una altitud de 1483 msnm, con una variación del ralenti de 762 rpm sin ningún dispositivo instalado, mientras que cuando se instala la válvula compensadora el ralenti permanece en 753 rpm.

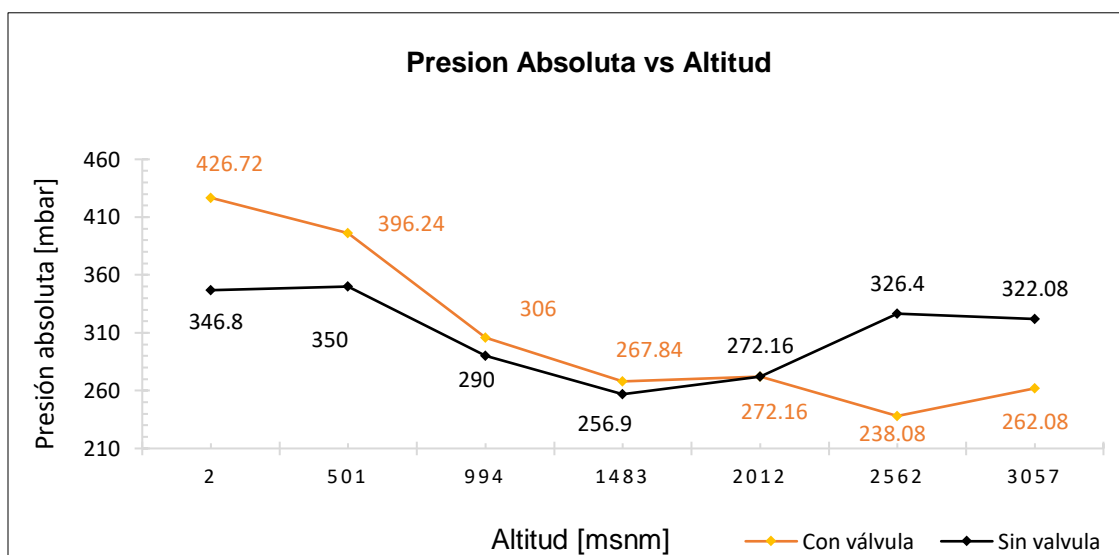
A 2012 msnm no se representa mucha diferencia en el ralenti cuando el motor funciona con y sin el dispositivo compensador arrojando 790, 4 rpm y 787, 2 rpm respectivamente a una diferencia mínima de 3.2 rpm entre sí.

En la parada a 2562 msnm se demuestra una diferencia de 6.4 rpm en el funcionamiento sin la válvula compensador ay con la válvula instalada, es decir un ralenti a 816 rpm y 809,6 rpm respectivamente.

En la parada final a 3057 msnm, el ralenti permanece en 818 rpm cuando el motor actúa sin ningún tipo de dispositivo, mientras que 816 rpm cuando la válvula compensadora se encuentra instalada en el vehículo dando una diferencia de 2rpm entre sí.

Figura 52

Presión absoluta en el múltiple de admisión



Nota. Comparacion de la presion absoluta en el multiple de admisión.

Tabla 46

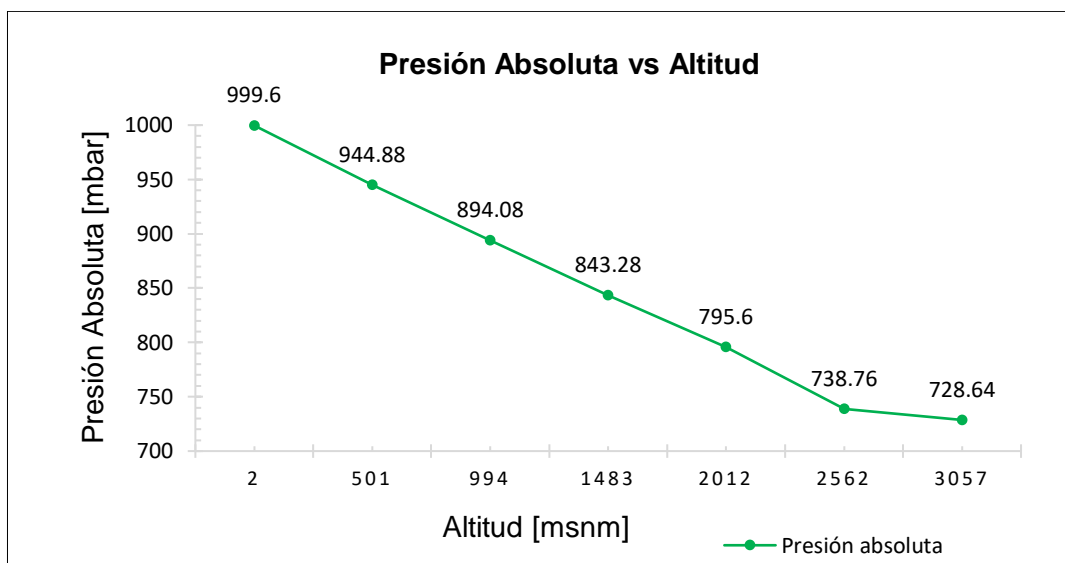
Presión Absoluta en el múltiple de admisión apagado el vehículo.

| Datos con vehículo apagado | |
|----------------------------|-------------------------|
| Altitud [msnm] | Presión Absoluta [mbar] |
| 2 | 999.6 |
| 501 | 944.88 |
| 994 | 894.08 |
| 1483 | 843.28 |
| 2012 | 795.6 |
| 2562 | 738.76 |
| 3057 | 728.64 |

Nota. Comparacion de la presion absoluta en el multiple de admisión con el vehiculo apagado es decir la misma presión tanto con valvula como sin valvula instalada.

Figura 53

Presión absoluta en el múltiple de admisión con el vehículo apagado



Nota. Comparacion de la presion absoluta en el multiple de admisión con el vehiculo apagado indicativo de que el sensor mide la presion de la atmosfera.

Este análisis se realizó con el vehículo a prueba apagado, en el que se observa que la presión desciende en las 7 alturas sobre el nivel del mar empezando a 2 msnm en el que nos da una presión absoluta de 999,6 [mbar], seguido de una altura de 501 msnm en la que su presión es de 944,88 [mbar], continuando a una altura de 994 msnm en donde la presión es de 894,08 [mbar], en el cuarto punto de análisis o a una altura de 1483 msnm emite una presión de 843,28 [mbar], mientras que a una altura de 2012 msnm la presión del motor es 795,6 [mbar], en 2562 msnm la presión del motor cuando no se encuentra en función es de 738,76 [mbar], por ultimo nos arroja una presión de 728,64 [mbar] a una altura de 3057 msnm.

En esta grafica se puede observar el decrecimiento de la presión, en conclusión, el sensor MAP censa correctamente la presión atmosférica en el múltiple de admisión porque es muy cercano a las curvas de presión vs altitud que demuestran que la presión disminuye mientras la altura a al que se encuentre el vehículo aumenta.

Análisis de Resultados en las Pruebas de Gases Contaminantes

Tabla 47

Variación de datos obtenidos del analizador de gases

| | Análisis de Gases | | | |
|--------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|
| | Con Válvula | | Sin Válvula | |
| | Ralentí [810 rpm] | Acelerado [2500 rpm] | Ralentí [810 rpm] | Acelerado [2500 rpm] |
| CO [%Vol.] | 0.010 | 0.010 | 0.060 | 0.020 |
| CO2 [%Vol.] | 15.000 | 15.000 | 14.700 | 14.900 |
| O2 [%Vol.] | 0.340 | 0.150 | 0.450 | 0.200 |
| HC [ppmVol.] | 6.000 | 10.000 | 4.000 | 6.000 |
| Lambda | 1.015 | 1.010 | 1.019 | 1.009 |

Nota. Variación de datos de análisis con rango dentro de lo normal sin embargo con variación en cuanto se instala la válvula.

En el análisis de los gases que emite el motor, en su funcionamiento se observan diferencias cuando funciona con la válvula compensadora y sin ella, tomando en cuenta los

gases que emite que son el monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), oxígeno (O₂), hidrocarburos (HC) estos gases generalmente no están quemados, y el análisis de lambda, dando como resultado.

El funcionamiento del motor en ralentí es decir a 810 rpm, sin la válvula compensadora, el monóxido de carbono refleja, mediante el analizador de gases, 0.06 [%Vol] siendo no contaminante, a diferencia de la emisión de monóxido de carbono del motor con la válvula compensadora que nos marca una emisión de 0.01[%Vol], se demuestra que la válvula compensadora es amigable con el medio ambiente.

El mismo procedimiento se llevó a cabo con una diferente condición en el motor es decir con una aceleración aproximada de 2500 rpm, emitiendo un CO de 0,02 [%Vol], cuando la función del motor se encuentra sin ningún objeto externo, mientras que con la instalación de la válvula compensadora nos emite un 0,01[%Vol], manteniéndose el monóxido de carbono tal cual a su primera condición en ralentí.

En el dióxido de carbono (CO₂), nos arrojan resultados de 14.7 [%Vol], en función del ralentí (810rpm), el motor sin la instalación de la válvula, mientras que con la válvula emite una emisión de 15 [%Vol]. Mientras que cuando el motor se encuentra sin la válvula y con una aceleración de 2500 rpm emite un 14.9 [%Vol], y con la válvula compensadora emite un 15 [%Vol], no haciendo diferencia a la primera condición del motor.

Otro de los gases que se analiza es el (O₂) el cual refleja una emisión de 0.45[%Vol], a 819 rpm es decir en ralentí sin ningún objeto externo que intervenga en el funcionamiento del motor, a diferencia del motor con la válvula compensadora en funcionamiento que nos emite un 0.34 [%Vol], se analiza las emisiones de O₂ a una condición de 2500 rpm, cuando el motor se encuentra sin la válvula compensadora nos arroja un resultado de emisión de 0,20 [%Vol] mientras que el motor con la válvula emana 0,15 [%Vol] observando una diferencia de 0,05 [%Vol], lo cual puede ser beneficioso para el medio ambiente.

El hidrocarburo (HC) es otro de los gases que se encuentran expuestos a ser analizados en dos condiciones en 810 rpm o ralentí nos arroja un resultado de 4 [ppmVol] sin la válvula instalada, mientras que con la válvula en funcionamiento nos emite un hidrocarburo de 6 4 [ppmVol]. Se continua el análisis a diferente condición de ralentí es decir a 2500 rpm, lo cual se observa que sin la válvula compensadora nos emite un hidrocarburo de 6 [ppmVol], y con el objeto externo instalado nos emite 10 [ppmVol], observando una diferencia notable en ralentí (810rpm) de 2 [ppmVol], a la vez se observa que en 2500 rpm también existe una diferencia de 4 [ppmVol].

Finalizando con el análisis, el factor lambda que mide la proporción aire y combustible sirve para el análisis de la proporción ideal óptima para un correcto funcionamiento y, que cuando en el motor no interviene ningún objeto externo nos arroja 1.019 [.] a diferencia del motor cuando funciona con la válvula compensadora obteniendo 1,1015 [..]. Por ende y a diferente condición de lo inicial, es decir a 2500 rpm nos arroja una emisión de 1,009 [.] sin la válvula externa, a la vez que el motor funciona con la válvula nos emana 1,011 [..], notando las diferencias a 810 rpm de 0.0905 [.] y en 2500 rpm una diferencia de 0,002[.], lo que nos indica claramente el ingreso de más aire por el múltiple de admisión.

Capítulo V

Marco Administrativo

Recursos

Para el desarrollo del trabajo de integración curricular del “Análisis gráfico de la evolución de la presión en el cilindro, fases de distribución de gases y ajuste al encendido en motores de ciclo Otto atmosféricos con dispositivo externo compensador de altitud por transducción de presión” ha sido imprescindible realizar un análisis de los diferentes recursos empleados, humanos, tecnológicos y materiales, así como su utilización óptima.

Recursos Humanos

Los recursos humanos que intervienen en la investigación se detallan en el cuadro siguiente.

Tabla 48

Recursos humanos

| Orden | Personal | Función |
|-------|------------------------------------|---|
| 1 | Guachi Yáñez Kevin Santiago | Investigador |
| | | Investigador |
| 2 | Ing. Quiroz Erazo Leonidas Antonio | Colaborador científico |
| | | Especialista en motores de combustión interna |

Nota. En el cuadro se presenta los recursos humanos que participaron durante la investigación.

Recursos Tecnológicos

Los recursos tecnológicos son fundamentales para la investigación, con los cuales se logró visualizar el análisis y comportamiento interno del motor de ciclo otto sobrealimentado con

un dispositivo compensador de altitud externo, además de obtener datos en tiempo real de las pruebas realizadas.

Tabla 49

Recursos tecnológicos

| Orden | Detalle | Cantidad | Costo (USD) |
|--------------|------------------------------|-----------------|--------------------|
| 1 | Alquiler USB AUTOESCOPE IV | 1 | 500 |
| 2 | Laptop Dell | 1 | 0 |
| 3 | Alquiler Scanner | 1 | 50 |
| 4 | Software de osciloscopio USB | 1 | 0 |
| Total | | | 550 |

Nota. En la tabla se detallan los recursos tecnológicos utilizados para la realización de la investigación

Recursos Materiales

Los recursos materiales se implementaron en un vehículo para obtener datos con la ayuda de los recursos tecnológicos con fines investigativos.

Tabla 50

Recursos materiales

| Orden | Detalle | Cantidad | Costo (USD) |
|--------------|-------------------------------------|-----------------|--------------------|
| 1 | Puesta a punto de vehículo | 1 | \$350 |
| 2 | Dispositivo compensador de altura | 1 | \$100 |
| 3 | Instalación dispositivo compensador | 1 | \$50 |
| Total | | | 500 |

Nota. En la tabla se detallan los recursos materiales que se utilizaron para el fin investigativo.

Presupuesto

A continuación, se detalla el presupuesto para la ejecución del proyecto investigativo

Tabla 51

Adquisiciones varias

| Orden | Detalle | Cantidad | Valor Unitario | Valor Total |
|--------------|------------------------|----------|----------------|-------------|
| 1 | Calibración de equipos | 1 | 150 | 150 |
| 2 | Capacitación | 1 | 200 | 200 |
| 3 | Movilidad | 1 | 150 | 150 |
| Total | | | - | 500 |

Nota. En la tabla se enlista el presupuesto requerido para la ejecución de la investigación.

Costo neto del proyecto

El costo neto del proyecto se obtiene mediante la suma de los valores de todos los recursos utilizados en la investigación incluyendo el presupuesto.

Tabla 52

Costo neto del proyecto

| Orden | Nombre | Costo (USD) |
|--------------|-----------------------|-------------|
| 1 | Recursos tecnológicos | 550 |
| 2 | Recursos materiales | 500 |
| 3 | Adquisiciones varias | 50 |
| Total | | 1100 |

Nota. En la tabla se presenta el costo neto de la investigación.

Financiamiento

El financiamiento de la investigación se realizó por parte del investigador del proyecto “análisis gráfico de la evolución de la presión en el cilindro, fases de distribución de gases y

ajuste al encendido en motores de ciclo Otto atmosféricos con dispositivo externo compensador de altitud por transducción de presión”

Conclusiones

- Se analizó gráficamente la evolución de la presión en el cilindro, fases de distribución de gases y ajuste al encendido en motores de ciclo Otto atmosféricos con dispositivo externo compensador de altitud por transducción de presión.
- Se fundamentó científicamente la evolución de la presión en el cilindro, fases de distribución de gases y ajuste al encendido en motores de ciclo Otto atmosféricos con dispositivo externo compensador de altitud por transducción de presión.
- Se aplicó protocolo de ensayo para el equipo analizador de motores, a fin de visualizar, grabar y analizar las señales por transducción de presión para la medición de las principales características neumáticas de los sistemas de admisión – escape del sistema de distribución y sistema de control de avance al encendido a través de script en motores de ciclo Otto.
- La implementación de la válvula compensadora de altitud, demuestra ser muy efectiva con una ganancia de un 13% en el llenado del cilindro en la etapa de admisión lo que ocasiona un aumento de la presión máxima del cilindro mejorando el rendimiento del motor.
- En el análisis de oscilogramas generados por el transductor de presión sin dispositivo compensador de altitud en una altura lo más cercana al nivel del mar, se pudo observar como la gráfica característica de la presión absoluta del cilindro se desfasa según la altura a la que se encuentre el vehículo es decir que las características de llenado de gases van mejorando según aumenta la presión atmosférica y este mismo efecto se denota con la válvula instalada pero en una menor magnitud en alturas superiores a los

1000 msnm, siendo esto una evidencia más que el compensador de altitud tiene efecto positivo en el motor.

- El dispositivo compensador de altitud entre 0 y 1000 metros sobre el nivel del mar msnm, no muestra mejora en el llenado de gases en el cilindro a comparación del motor sin dispositivo compensador gracias a la presión atmosférica que existe en esas alturas logra un llenado de cilindro mucho mejor y al contrario si la válvula está instalada y nos encontramos en un nivel de altitud debajo de los 1000 se tiene un efecto de disminución en la presión máxima del cilindro.
- Entre 500 y 1000 msnm aproximadamente, se empieza a estabilizar el llenado del cilindro tanto con válvula como sin válvula compensadora de altitud esto lo pudimos evidenciar en el ángulo de encendido cuando el AAA y AAE disminuye en alturas menores a 1000 msnm y va aumentando conforme nos dirijamos a un lugar más alto, entonces la válvula compensadora de cierta manera busca equilibrar esto con el llenado del cilindro conforme va aumentando este ángulo.
- Por encima de los 1000 msnm, el dispositivo compensador muestra un beneficio más notable, con un aumento significativo en la presión del motor en comparación con el funcionamiento sin el dispositivo.
- Se observó una reducción en las emisiones de CO al implementar la válvula. Esta disminución indica una mejora en la combustión interna del motor, lo que sugiere un rendimiento más eficiente y una reducción en la contaminación del aire.
- No se observaron variaciones significativas en las emisiones de CO₂ y O₂ con la instalación de la válvula. Esto da entender que la válvula no tiene un efecto significativo en la cantidad de estos gases producidos durante el proceso de combustión.

Recomendaciones

- Se sugiere un buen método para organizar la información como los protocolos y diagramas de flujo para llevar a cabo los procedimientos necesarios de recolección de datos y por ende una buena interpretación de datos.
- Se recomienda la instalación de la válvula compensadora de altitud en un vehículo que circule sobre los 1500 metros de altitud donde se obtiene un mejor beneficio.
- El equipo analizador de motores es necesario para visualizar, grabar y analizar el estado mecánico del motor de combustión interna de vehículos en buenas condiciones o con averías por lo que es recomendable una capacitación para el manejo del mismo y evitar errores de medición que pueden alterar los resultados finales.
- Es necesario mantener siempre actualizado el software que va ligado con el analizador de motores para ejecutar correctamente los scripts que este incorpora en las diferentes aplicaciones necesarias para un diagnóstico avanzado del estado mecánico del motor.
- Para el uso del analizador de gases y obtener datos correctos se recomienda una revisión de filtros ya que a veces estos contienen agua o impurezas en su interior lo que afecta directamente la vida útil del sensor de oxígeno arrojando datos erróneos o incluso no permitir realizar las pruebas de análisis de gases.

Bibliografía

- Acebes, S. S. (2007). *Motores Motores, Ciclos Formativos, Mantenimiento de vehículos autopropulsados*. Editorial Editex. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=jrwSvhtlVhkC>
- Automotriz, D. I. (s.f.). *Edu.ec*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/20527/1/UPS-CT009193.pdf>
- Autoscope. (02 de 04 de 2020). *Autoscope*. Obtenido de Autoscope: <http://autoscope.eu/home/?lang=es>
- AutoScout24. (2018 de 05 de 12). Obtenido de Emisión de gases vehiculares: <https://www.autoscout24.es/informacion/asesor/legislacion-sobre-coches/particulas-perjudiciales/>
- Avance, A. (10 de 07 de 2019). *Sensor MAP ¿Cómo funciona, Tipos de Fallas y DTC?* Obtenido de Curso Automotriz - Curso Virtual Automotriz - Capacitación Automotriz: <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/sensor-map-para-que-sirve/>
- Concepcion, M. (11 de 06 de 2011). Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=LYRm1NcbxY8C>
- Criollo, O., & Matute, H. (2014). *Diagnóstico de fallos en la combustión para motores de combustión interna alternativos diésel por análisis de vibraciones*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6288/1/UPS-CT002847.pdf>
- Crouse, W. H. (2002). *Puesta a punto y rendimiento del motor* (Vol. 3). (Marcombo, Ed.) Barcelona: Alfaomega. Obtenido de <https://www.casadellibro.com/libro-puesta-a-punto-y-rendimiento-del-motor-3-ed/9788426713278/872790>
- Fonzalida, L. O. (2007). *Economía y sociedad*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/510/51002207.pdf>
- Motorgiga.com*. (s.f.). Obtenido de Motorgiga.com: <https://motorgiga.com/skoda/fabia/fabia-16-tdi-cr-75-cv-ambition/2010/precio-ficha-tecnica>

- NTE INEN, 2. (2016). *NORMA TECNICA ECUATORIANA*. Obtenido de GESTIÓN AMBIENTAL. AIRE. VEHÍCULOS AUTOMOTORES.: <https://www.aeade.net/wp-content/uploads/2016/12/PROYECTO-A2-NTE-INEN-2204.pdf>
- Online, E. (10 de Noviembre de 2020). *Electrónica Online*. Obtenido de <https://electronicaonline.net/electronica-automotriz/>
- Ortuya, N. (07 de 03 de 2023). *Autofact*. Obtenido de <https://www.autofact.pe/blog/comprar-auto/caracteristicas/gases-vehiculos#:~:text=Los%20HC%20son%20restos%20de,di%C3%A9sel%20o%20gasolina%20por%20igual.>
- position, M. e. (s.f.). *Exxotest.com*. Obtenido de Exxotest.com: https://exxotest.com/wp-content/uploads/2018/03/GU_DT-M006_EN.pdf
- Ricardo, M. A. (2014). *Colombia Patente nº 22734AIS*.
- Sernauto. (04 de 11 de 2023). Obtenido de Componiendo el futuro: <https://www.sernauto.es/blog/tipos-de-sensores-de-losvehiculos-que-funcion-cumplen/>
- Téllez, J., & RodríguezII y Álvaro Fajardo III, A. (s.f.). *Scielosp.org*. Obtenido de Scielosp.org: <https://www.scielosp.org/pdf/rsap/2006.v8n1/108-117/es>
- Thiessen, F., & Dales, D. (1996). *Manual Técnico Automotriz Operación, Mantenimiento y Servicio - Tomo I*. Hipanoamericana.
- Zambrano, O., Nestor, R., Chicago, J. F., & García, C. (31 de 10 de 2017). *Revista Politécnica*. Obtenido de https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista_politecnica2/article/view/766
- Zurita, G. (Febreo de 2007). Creación de un software didáctico para el reconocimiento de las prácticas de motores diesel y gasolina en el laboratorio de termodinámica de ingeniería mecánica. *Tesis*. Quito, Pichincha, Ecuador. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/456/1/CD-0572.pdf>

Ad Instruments. (2006). *Osciloscopio portatil, manual de usuario—DSP112PS*.

http://www.adinstruments.es/WebRoot/StoreLES/Shops/62688782/505C/2823/9FC0/1A34/02F3/C0A8/29BB/169B/DS2112PS_SPANISH_User_Manual1.3.pdf

AR SERCOBE. (2019, octubre 10). *Como afecta la altura a los compresores*. arsercobe.

<https://www.arsercobe.com/post/como-afecta-la-altura-a-los-compresores>

Barroso Pellico, J. Á., & Ayarzagüena Porras, B. (2018). *Meteorología—Presión atmosférica—*

Taller Virtual de Meteorología y Clima. <http://meteolab.fis.ucm.es/meteorologia/presion-atmosferica--2>

Brain Bee, A. (s. f.). Analizador de Gases Brain Bee—Modelo AGS-688. *Globaltech Ecuador*.

Recuperado 28 de febrero de 2024, de <https://globaltech-car.com/producto/analizador-de-gases-brain-bee-modelo-ags-688/>

BrainBee. (s. f.). Tacómetro de RPM y temperatura—MGT-300 EVO. *Globaltech Ecuador*.

Recuperado 28 de febrero de 2024, de <https://globaltech-car.com/producto/tacometro-de-rpm-y-temperatura-mgt-300-evo/>

Ferro, M. (2016, diciembre 24). *Cómo afecta la altura en los viajes*. Weekend.

<https://weekend.perfil.com/noticias/turismo/2016-12-24-38123-como-afecta-el-mal-de-altura.phtml>

MARCLAIS, Colombia. (s. f.). Recuperado 26 de febrero de 2024, de <https://www.marclais.com/>

National Geographic. (s. f.). Recuperado 28 de febrero de 2024, de

<https://education.nationalgeographic.org/resource/atmospheric-pressure>

NTE INEN 2 203 - 2000. (2002). *Gestión ambiente. Aire. Vehículos automotores. Límites*

permitidos de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres de gasolina. Instituto Ecuatoriano de Normalización.

<https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2204.pdf>

Tameson, & Kolstad, 2020 por Charles. (2020). *¿Qué es un Transductor de Presión? Aprende Cómo Funciona*. Tameson.es. <https://tameson.es/pages/transductores-de-presion-como-funcionan>

Thermal Engineering. (2019, septiembre 25). Thermal Engineering. *¿Qué es la presión absoluta versus la presión manométrica? – Definición*. <https://www.thermal-engineering.org/es/what-is-absolute-vs-gauge-pressure-definition/>

THINKCAR. (2023). *THINKCAR Official Site | The Best OBD2 Scanner & Car Diagnostic Tool*. THINKCAR® Official Site. <https://mythinkcar.com/>

USB Autoscope, U. (2022, abril 3). *TECNOLOGÍA DE USB AUTOSCOPE*. <https://usbautoscope.eu/products/dx-vacuum-transducer/>

Zurita, M. G. Z. (2007). *Creación de un software didáctico para el reconocimiento de las prácticas de motores diesel y gasolina en el laboratorio de termodinámica de ingeniería mecánica*. 192.

Anexos