



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ

TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ

DIAGNÓSTICO DEL MÓDULO DE AIRE ACONDICIONADO SEGÚN PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

AUTOR: WILSON GEOVANNY YACELGA PANTOJA

DIRECTOR: ING. FAUSTO EDUARDO TAPIA GUDIÑO, MSc.

IBARRA, 2023

CERTIFICADO

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

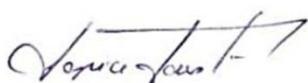
En mi calidad de director del plan de trabajo de grado, previo a la obtención del título de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, nombrado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas.

CERTIFICO:

Que una vez analizado el plan de grado cuyo título es "DIAGNÓSTICO DEL MÓDULO DE AIRE ACONDICIONADO SEGÚN PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO" presentado por el señor: Yacelga Pantoja Wilson Geovanny con número de cédula 1722520184, doy fe que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte de los señores integrantes del jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Ibarra, a los 24 días del mes Marzo del 2023.

Atentamente:



Ing Fausto Tapia MSc
DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1722520184		
APELLIDOS Y NOMBRES:	YACELGA PANTOJA WILSON GEOVANNY		
DIRECCIÓN:	QUITO, JOEL MONROY N9-08 Y MARIANO ONTANEDA		
EMAIL:	wgyacelgap@utn.edu.ec / geovanny_yap@hotmail.com		
TELÉFONO FIJO:	0984909972	TELÉFONO MÓVIL:	0992759563

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	DIAGNÓSTICO DEL MÓDULO DE AIRE ACONDICIONADO SEGÚN PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO
AUTOR (ES):	YACELGA PANTOJA WILSON GEOVANNY
FECHA: DD/MM/AAAA	04/04/2023
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ
ASESOR /DIRECTOR:	ING. FAUSTO TAPIA MSC.

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se

la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 04 días del mes de Abril de 2023

EL AUTOR:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Wilson Geovanny Yacelga Pantoja', written in a cursive style.

Wilson Geovanny Yacelga Pantoja
1722520184

DEDICATORIA

El presente trabajo de grado le dedico profundamente a Dios por guiarme siempre por el camino adecuado en momentos difíciles, brindarme la fuerza y el valor para seguir adelante en todo momento.

A mis padres Wilson Yacelga Huertas y Rosa Pantoja Arteaga por su gran sacrificio, y apoyo incondicional para lograr mí sueño de ser un gran profesional.

A mis hermanos Jonathan Yacelga y Gabriela Yacelga que son una parte primordial en mi vida y por ofrecerme su apoyo incondicional.

A familiares y amigos gracias por brindarme sus consejos y manifestarme su apoyo para lograr alcanzar este objetivo y hacer real esta gran etapa de mi vida profesional.

GEOVANNY YACELGA

AGRADECIMIENTO

A mis padres Wilson Yacelga Huertas y Rosa Pantoja Arteaga por sus consejos, su afecto y cariño hacia mí, los valores que me brindaron me sirvieron siempre para ayudar a los demás.

También deseo expresar mis más sinceros agradecimientos a la Universidad Técnica del Norte, institución que me ha brindado sólidos conocimientos para desempeñarme en el campo profesional. Así como, a todos los docentes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, que me han brindado su sabiduría y experiencias en el transcurso del día a día.

GEOVANNY YACELGA

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁG.
RESUMEN	xvii
ABSTRACT	xviii
INTRODUCCIÓN	xix
CAPITULO I	1
1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	1
1.1Objetivos	1
1.1.1 Objetivo general	1
1.1.1.1 objetivos específicos	1
1.2 Antecedentes	1
1.3 Planteamiento del problema	2
1.4 Justificación	3
1.5 Alcance	3
1.6 Sistema de aire acondicionado automotriz	4
1.6.1 El compresor automotriz y sus características.	5
1.7 Fluidos refrigerantes r-12 y r-134a y lubricantes.	6
1.7.1 Fórmula para calcular cantidad de aceite mínima del sistema a/c	7
1.7.2 Normativa NTP-322	8
1.8 Módulo, regulación manual, semiaut. y automático.	9
1.8.1 Sensores, actuadores, y componentes eléctricos del sistema a/c.	10
1.8.2 Sensor de presión del aire acondicionado.	11
1.8.3 Electroválvula del compresor y bomba auxiliar de calefacción.	13
1.8.4 Sensor de temperatura del evaporador, de la salida frontal y reposapiés	15
1.8.5 Fusibles, relés y resistencia del ventilador.	16
1.9 Revisión del sistema de control CAN, LAN, DEL A/C	18
1.9.1 Diagnóstico y mantenimiento preventivo y correctivo del sistema a/c.	19
1.9.1.1 Escáner de diagnóstico automotriz	20
1.9.1.2 Osciloscopio de diagnóstico automotriz	20
1.9.1.3 Multímetro automotriz	21
CAPITULO II	22
2 MATERIALES Y MÉTODOS.	22
2.1 Metodología	22
2.1.1 Enfoque investigativo	22
2.2 Materiales y equipos.	22
2.2.1 Materiales.	23
2.2.1.1 Camioneta volkswagen amarok	23
2.2.2 Equipos y herramientas especiales	24
2.2.2.1 Equipo FSA-740 bosch	25
2.2.2.2 Equipo clima 6000 plus eco.	26
2.2.2.3 Multímetro automotriz	27
2.2.3 Software	28
2.2.3.1 Esi [tronic] 2.0 online	29
2.3 Diagrama de flujo del proceso metodológico.	30
2.3.1 Selección del vehículo	32
2.3.2 Comprobación del funcionamiento del vehículo	33
2.3.3 Estudio del tipo de sistema a/cy funcionamiento de los sensores, actuador.	34
2.3.3.1 Módulo del sistema de aire acondicionado	34

2.3.3.2 Sensores y actuadores del sistema a/c	36
2.3.3.3 Sensor de alta presión	37
2.3.3.4 Compresor del sistema de aire acondicionado.	37
2.3.3.5 Válvula tvx	40
2.3.3.6 Filtro de polen	41
2.3.3.7 Bomba de agua auxiliar.	41
2.3.3.8 Servomotor	42
2.3.3.9 Fusibles y relés	43
2.3.4 Selección de los sensores y actuadores del sistema a/c a analizar	45
2.3.5 Comprobación de los sensores y actuadores a analizar	47
2.3.6 Elección del dispositivo de diagnóstico para realizar pruebas del a/c	48
2.3.7 Obtención de las gráficas de parámetros en condiciones normales	49
2.3.8 Obtención de las gráficas de parámetros en condiciones distintas	51
2.3.9 Comparación de las gráficas de parámetros en condiciones diferentes	52
2.3.10 Diagnóstico final de las señales conseguidas	52
CAPITULO III	53
3 RESULTADOS Y DISCUSIONES	53
3.1 Análisis de los sensores y actuad. en el sistema de A/C	53
3.1.1 Electroválvula N280	53
3.1.2 Sensor de alta presión a/c	54
3.1.3 Sensor de temperatura del evaporador	55
3.1.4 Sensor de temperatura de salida aire frontal y reposapies.	56
3.1.5 Bomba eléctrica de agua auxiliar	56
3.2 Comprobación del trabajo de los sensores y actuad. equipo de prueba FSA-740.	57
3.2.1 Valores reales de los componentes en contacto	57
3.2.2 Valores electroválvula del compresor en c/n a 22°C en ralentí	61
3.2.3 Valores electroválvula del compresor en c/n a 22°C a 2000 rpm	62
3.2.4 Valores sensor de presión en condiciones normales a 22°C en ralentí	64
3.2.5 Valores sensor de presión en condiciones normales a 22°C en 2000 rpm	66
3.2.6 Valores bomba eléctrica auxiliar en condiciones normales a 22°C	68
3.3 Diagnóstico de gráficas entre los sensores y actuadores del sistema A/C	69
3.3.1 Valores electroválvula del compresor a 20°C en ralentí	69
3.3.2 Valores electroválvula del compresor a 20°C A 2000 RPM	70
3.3.3 Valores electroválvula del compresor a 18°C EN RALENTÍ	71
3.3.4 Valores electroválvula del compresor a 18°C A 2000 RPM	72
3.3.5 Valores sensor de alta presión del compresor a 20°C en ralentí	73
3.3.6 Valores sensor de alta presión del compresor a 20°C a 2000 rpm	76
3.3.7 Valores sensor de alta presión del compresor a 18°C en ralentí	
3.3.8 Valores sensor de alta presión del compresor a 18°C a 2000 rpm	80
3.3.9 Valores bomba eléctrica auxiliar al momento de activación	81
3.3.10 Prueba de vacío y fugas del sistema aire acondicionado.	82
3.3.11 Prueba de presiones del sistema aire acondicionado	85
3.3.12 Prueba de enfriamiento del habitáculo sistema aire acondicionado	86
3.4 Análisis de las gráficas en diferentes condiciones para tener un mantenimiento	89
3.4.1 Electroválvula del compresor N280	90
3.4.2 Sensor de alta presión del sistema de aire acondicionado	94
3.4.3 Sensor del evaporador	97

3.4.4	Sensor de temperatura de salida aire frontal y reposapies	99
3.4.5	Simulación códigos dtc	103
3.4.6	Análisis pruebas de vacío y fugas del sistema de aire acondicionado	103
CAPITULO IV		105
4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	105
4.1	Conclusiones	105
4.2	Recomendaciones	108
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	109
	ANEXOS	111

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA NÚM.	DESCRIPCIÓN	PÁG.
1.1	Elementos principales del sistema de aire acondicionado A/C	4
1.2	Módulo CLIMATIC.	10
1.3	Sistema de control	11
1.4	Ubicación de sensor de alta presión	12
1.5	Válvula de control de flujo externo	13
1.6	Bomba auxiliar eléctrica de la calefacción	14
1.7	Sensor de temperatura evaporador camioneta Amarok	15
1.8	Caja de fusibles camioneta Amarok	16
1.9	Porta relés y relé	17
1.10	Resistencia del ventilador	18
1.11	Funcionamiento del ventilador (blower) mediante resistencias	18
1.12	Sistema comunicación LAN	19
1.13	Escáner Marca Bosch	20
1.14	Osciloscopio Marca OTC	21
1.15	Multímetro automotriz	21
2.1	Camioneta volkswagen amarok 2011.	24
2.2	Equipo FSA-740	26
2.3	Equipo clima 6000 plus eco.	27
2.4	Multímetro automotriz	28
2.5	Software esi [tronic] 2.0 online.	30
2.6	Flujograma de proceso metodológico	31
2.7	Conexión al OBDII	32
2.8	Pines del conector OBDII	32
2.9	Camioneta volkswagen amarok año 2011	33
2.10	Módulo manual climatic de camioneta amarok.	34
2.11	Módulo climatic desarmado camioneta amarok	35
2.12	Designación de conectores a, b, c del módulo de aire acondicionado	35
2.13	Componentes caja climática camioneta amarok	36
2.14	Sensor de alta presión del sistema de aire acondicionado	37
2.15	Placa de características del compresor marca denso.	38
2.16	Válvula tvx camioneta amarok	40
2.17	Filtro de polen	41
2.18	Bomba auxiliar eléctrica.	42
2.19	Servomotor	42
2.20	Caja de fusibles camioneta amarok	43
2.21	Posición de montaje relés y fusibles camioneta amarok 2011	45
2.22	Conexión del equipo fsa-740 marca bosch	48
2.23	Equipo KTS-560	49
2.24	Identificación osciloscopio fsa-740 bosch	50
2.25	Prueba de componentes, sensores y actuadores osciloscopio.	50
2.26	Prueba de componentes, sensores y actuadores osciloscopio.	51
3.1	Bomba auxiliar de refrigeración	57
3.2	Datos tiempo real ESI[tronic] escáner.	58
3.3	Datos tiempo real ESI[tronic] escáner.	58

3.4	Datos tiempo real ESI[tronic] escáner.	59
3.5	Refrigeración mínima 22°C, velocidad ventilador 2	61
3.6	Refrigeración mínima 22°C, velocidad ventilador 2	63
3.7	Refrigeración mínima 22°C, velocidad ventilador 2	64
3.8	Refrigeración mínima 22°C, velocidad ventilador 2 Sensor presión A/C	65
3.9	Refrigeración mínima 22°C, velocidad ventilador 2	67
3.10	Bomba eléctrica de agua.	68
3.11	Refrigeración 20°C, velocidad ventilador 2	69
3.12	Refrigeración 20°C, velocidad ventilador 4	70
3.13	Refrigeración 18°C, velocidad ventilador 2	71
3.14	Refrigeración 18°C, velocidad del ventilador 4.	72
3.15	Refrigeración 20°C, velocidad ventilador 2	74
3.16	Refrigeración 20°C, velocidad ventilador 2	74
3.17	Refrigeración 20°C, velocidad ventilador 4	76
3.18	Refrigeración 18°C, velocidad ventilador 2	78
3.19	Refrigeración 18°C, velocidad ventilador 2	78
3.20	Refrigeración 18°C, velocidad ventilador 4	80
3.21	Bomba auxiliar de refrigeración	82
3.22	Pantalla equipo 6000 Plus Brain Bee	82
3.23	Recipiente de aceite usado de reciclaje del equipo 6000 Plus Brain Bee	83
3.24	Pantalla equipo 6000 Plus Brain Bee	85
3.25	Tabla de presiones refrigerante 134 ^a camioneta Amarok	86
3.26	Pantalla equipo 6000 Plus Brain Bee	86
3.27	Sensor de temperatura del multímetro	87
3.28	Pantalla equipo 6000 Plus Brain Bee	87
3.29	Tiempo de impulso o activación de la electroválvula.	90
3.30	Presión del sistema de la electroválvula.	91
3.31	Tiempo de reposo electroválvula	91
3.32	Carga del compresor electroválvula	92
3.33	Eficiencia del aire acondicionado	92
3.34	Tiempo de impulso o activación del sensor de alta presión A/C.	94
3.35	Presión del sensor de alta presión A/C	95
3.36	Tiempo de reposo sensor de alta presión A/C	95
3.37	Carga del compresor sensor de alta presión	96
3.38	Pantalla equipo 6000 Plus Brain Bee	98
3.39	Tendencia del sensor evaporador	98
3.40	Tendencia del sensor evaporador	100
3.41	Tendencia del sensor frontal y reposapiés.	100
3.42	Tendencia del sensor frontal y reposapiés	100

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA NÚM.	DESCRIPCIÓN	PÁG.
1.1	Etapas de funcionamiento del aire acondicionado	5
1.2	Tipos de compresores en el sistema de aire acondicionado. Automotriz	6
1.3	Datos técnicos del refrigerante 134 ^a	7
1.4	Lista de rangos de WBGT	9
1.5	Pines del Sensor de Presión	12
1.6	Valores reales del sensor de presión	12
1.7	Características de electroválvula de control de flujo de refrigerante.	13
1.8	Valores reales de electroválvula.	14
1.9	Datos sensor del evaporador	15
1.10	Datos sensores frontal y reposapiés	16
1.11	Características de los fusibles	17
2.1	Materiales utilizados para el diagnóstico del sistema A/C	23
2.2	Características técnicas camioneta AMAROK 2011	23
2.3	Equipos y herramientas especiales	24
2.4	Características técnicas equipo FSA-740 (bosch)	25
2.5	Características técnicas equipo 6000 plus eco	26
2.6	Características técnicas del multímetro automotriz	28
2.7	Funciones del software Esi [tronic] 2.0	29
2.8	Características técnicas compresor camioneta volkswagen amarok	38
2.9	Características de construcción de compresor camioneta amarok	39
2.10	Lubricación con aceite en el sistema de aire acondicionado camioneta amarok	39
2.11	Fusibles del sistema de aire acondicionado	44
2.12	Relés del sistema de aire acondicionado	44
2.13	Componentes de la parte eléctrica del sistema aire acondicionado	45
2.14	Pines de la electroválvula N280	46
2.15	Pines del sensor de alta presión	46
2.16	Pines del sensor del evaporador	46
2.17	Pines de los sensores de salida de temperatura frontal y reposapiés	47
2.18	Pines de la bomba auxiliar eléctrica	47
3.1	Características de electroválvula de control de flujo de refrigerant	53
3.2	Valores reales de electroválvula.	54
3.3	Pines del Sensor de Presión	54
3.4	Valores reales del sensor de presión	55
3.5	Datos sensor del evaporador	55
3.6	Datos sensor frontal y reposapiés	56
3.7	Datos de voltaje en sistema sistema aire acondicionado CLIMATIC 4.0	60
3.8	Refrigeración mínima 22°C electroválvula N280	62
3.9	Refrigeración mínima 22°C electroválvula N280	63
3.10	Refrigeración mínima 22°C sensor de presión	66
3.11	Refrigeración mínima 22°C sensor de presión	67
3.12	Refrigeración mínima 20°C electroválvula N280	70
3.13	Refrigeración mínima 20°C electroválvula N280	71
3.14	Refrigeración mínima 18°C electroválvula N280	72
3.15	Refrigeración mínima 18°C electroválvula N280	73

3.16	Refrigeración 20°C sensor alta presión	75
3.17	Refrigeración 20°C sensor alta presión	77
3.18	Refrigeración 18°C sensor alta presión	79
3.19	Refrigeración 20°C sensor alta presión	81
3.20	Datos pruebas finales del sistema A/C	88
3.21	Valores de la prueba con la electroválvula del A/C	93
3.22	Valores de la prueba del sensor de alta presión del A/C	96
3.23	Código de falla del Aire acondicionado Volkswagen Amarok	102
3.24	Datos finales de pruebas con el equipo 6000 plus ECO.	103

ÍNDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN NÚM	DESCRIPCIÓN	PÁG.
1.1	Fórmula para calcular la cantidad de aceite en mililitros	7
1.2	Fórmula para calcular la cantidad de aceite de sistema cc	8
1.3	Fórmula para calcular el estrés térmico WBGT	8
1.4	Fórmula temperatura de globo	8
1.5	Cálculo de cantidad de aceite del sistema en ml	39
1.6	Cálculo de la cantidad de aceite en cc	83
1.7	Cálculo estrés térmico WBGT	88
1.8	Cálculo de temperatura de globo	89

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO NÚM	DESCRIPCIÓN	PÁG.
1	Gráficas de medición en electroválvula del compresor con FSA-740	111
2	Gráficas de medición en sensor de presión con el equipo FSA-740	113
3	Medición de componentes del sistema climatic 4.0	115

RESUMEN

El trabajo de grado acerca del “Diagnóstico del módulo de aire acondicionado según parámetros de funcionamiento para la optimización del mantenimiento preventivo” tuvo como idea principal el conocer los componentes eléctricos y electrónicos que controla el módulo manual del aire acondicionado, este módulo se encontró en el habitáculo y funciona de manera electrónica en el sistema, mediante perillas se reguló manualmente y se pudo climatizar el automóvil según las necesidades de enfriar o calentar el ambiente. Los componentes que se localizó en este sistema ayudados por el software del Esitronic de la marca Bosch para conocer el circuito eléctrico y también información bibliográfica, los componentes son: el compresor de accionamiento variable activado por una electroválvula N280 mediante ancho de pulso PWM, una bomba auxiliar eléctrica para el sistema de calefacción, resistencias del ventilador, además del condensador, la válvula de expansión, filtro, el evaporador, sensores de temperatura en la parte central y en los pies de los aireadores para el control de la temperatura interna, un sensor del evaporador, servomotores, fusibles, relés, Etc. Luego se realizó las pruebas y se observó el funcionamiento con el dispositivo de diagnóstico FSA-740 Bosch en la camioneta Amarok del año 2011, se obtuvo valores reales de funcionamiento de componentes en el escáner, además se observó los valores de presión y temperatura y ver el funcionamiento del enfriamiento, calefacción y ventilación. Se realizó una prueba de componentes sin retirarles para ver el estado de cada uno mediante el osciloscopio al sensor de presión, electroválvula, sensor de temperatura del evaporador y bomba auxiliar eléctrica, con estas pruebas se diagnosticó el estado del aire acondicionado, finalmente se ejecutó un mantenimiento preventivo y correctivo; además la prueba de vacío, la prueba de presiones y la prueba de fugas con el equipo clima 6000 plus donde se estableció pruebas específicas como son el reciclaje del refrigerante R134a y del aceite sin riesgo de contaminar el medio ambiente, además la prueba de vacío para quitar la humedad e impurezas del sistema y la prueba de presiones para ver el estado del compresor y la válvula y ver si hay algún desgaste de otros componentes en el sistema, este procedimiento se efectuó de una forma precisa, rápida, y eficiente el mantenimiento preventivo del vehículo.

ABSTRACT

The degree work on the "Diagnosis of the air conditioning module according to operating parameters for the optimization of preventive maintenance" had as its main idea to know the electrical and electronic components that the manual air conditioning module controls, this module was found in the cabin and works electronically in the system, by means of knobs it was manually regulated and the car could be air conditioned according to the needs of cooling or heating the environment. The components that were located in this system helped by the Esitronic software of the Bosch brand to know the electrical circuit and also bibliographic information, the components are: the variable drive compressor activated by an N280 solenoid valve through PWM pulse width, a pump electrical auxiliary for the heating system, fan resistors, in addition to the condenser, the expansion valve, filter, the evaporator, temperature sensors in the central part and at the feet of the aerators to control the internal temperature, a sensor of the evaporator, servomotors, fuses, relays, Etc. Then the tests were carried out and the operation with the FSA-740 Bosch diagnostic device was observed in the Amarok truck of the year 2011, real values of operation of components were obtained in the scanner, In addition, the pressure and temperature values were observed and the operation of the cooling, heating and ventilation was observed. A component removing them to see the status of each one through the oscilloscope to the pressure sensor, solenoid valve, evaporator temperature sensor and electric auxiliary pump, with these tests the condition of the air conditioning was diagnosed, finally a preventive and corrective maintenance; the vacuum test, the pressure test and the leak test with the clima 6000 plus equipment where specific tests were established, the recycling of the R134a refrigerant and oil without the risk of contaminating the environment, as well as the vacuum test for remove moisture and impurities from the system and test the pressures to see the status of the compressor and the valve and see if there is any wear of other components in the system, this procedure was carried out in a precise, fast, and efficient preventive maintenance vehicle.

INTRODUCCIÓN

En el presente documento se aborda el tema del “Diagnóstico del módulo de aire acondicionado según parámetros de funcionamiento para la optimización del mantenimiento preventivo” se elabora la investigación ante la necesidad de ver fallas importantes en el sistema eléctrico del aire acondicionado con mayor facilidad para evitar daños graves a futuro, además que los técnicos en este momento solo miran problemas de activación y presión del sistema y como consecuencia se realiza un mantenimiento correctivo por no detectar la falla a tiempo.

La investigación consiste en encontrar inconvenientes en elementos electrónicos como son sensores, actuadores, y dispositivos eléctricos como relés, además de encontrar fallas en el sistema, para evitar pérdidas económicas además de realizar un trabajo eficiente y sin contaminar el medio ambiente.

Los equipos que se utiliza en el trabajo de grado el FSA-740 Bosch y luego el clima 6000 plus, el equipo de la marca Bosch realiza el diagnóstico eléctrico, electrónico también indica las temperaturas, presiones y otros datos adicionales de los componentes del sistema de climatización mediante el escáner, prueba de componentes electrónicos con el osciloscopio, el equipo Brain Bee 6000 plus realiza el reciclaje, carga y pruebas de presiones fugas y vacío, la metodología consiste primero en reconocer el módulo de aire acondicionado y sus componentes electrónicos y eléctricos luego realizar el diagnostico con el equipo FSA-740 Bosch para obtener resultados de cómo está el sistema, el escáner y osciloscopio nos da los valores reales del sistema cuando está en funcionamiento y al final las prueba de presiones vacío y fugas.

CAPITULO I

1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar el diagnóstico de los sensores y actuadores del módulo manual del sistema aire acondicionado a través de los parámetros de señales generadas mediante el Equipo FSA-740 Bosch para la optimización del mantenimiento preventivo.

1.1.1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un estudio de los sensores y actuadores en el sistema de aire acondicionado controlado por el módulo manual en la camioneta Volkswagen Amarok del año 2011 de la Universidad Técnica del Norte.
- Diagnosticar los sensores y actuadores principales que conforman el sistema y sus posibles fallas, a través de las señales generadas de funcionamiento mediante el equipo FSA-740 Bosch.
- Analizar las gráficas obtenidas por el equipo FSA-740 Bosch, proporcionando un mantenimiento correctivo y preventivo al funcionamiento del sistema.

1.2 ANTECEDENTES

Los constructores de vehículos en la actualidad se preocupan de la comodidad y el confort del conductor y por eso implementaron el sistema a/c, que abarca la revisión de la temperatura en tiempo de calor, esto involucra la refrigeración, ventilación, y calefacción estas son tres características muy importantes en el sistema a/c en el automóvil, hoy en día podemos percibir en los automóviles con mejoras considerables estos son de gama alta, estas tres características son controladas y monitoreadas mediante la utilización de actuadores y sensores (Chicaiza, 2017, pág.7).

Los sistemas de climatización son importantes como el artículo elaborado en la universidad de Castilla en Europa en la ciudad de España en la Mancha, nos expone que estamos asistiendo a un progreso maravilloso en los últimos años a la unión de varias tecnologías que se agregan en los vehículos, sujeto por la presencia de sistemas electrónicos y automáticos que van mejorando y son más sofisticados y dejan sin importancia a sistemas antiguos, circuitos y dispositivos habituales (Chancafe, 2017, pág. 17).

Se debe mejorar y reducir el consumo de combustible en los automóviles, con esto se conseguirá un mejor rendimiento en el trabajo del a/c, además habrá una reducción potencial de la energía frente al incremento de precio y situaciones de dispositivos individuales, además de las influencias de parámetros externos (Paucar & Yupa, 2017, pág. 23).

En nuestro país Ecuador, solo existen ensambladoras y no fábricas de automóviles, se tiene un gran inconveniente hay veces que no se encuentran las partes y componentes del a/c para un vehículo, es una causa determinante que no permite avanzar a la industria nacional y mejorar varios sistemas como ventilación, calefacción y la refrigeración interna del vehículo, además no se pueden hacer análisis capaces de plantear nuevos sistemas electrónicos que reduzcan la emisiones contaminantes de gas, por eso se hace necesario hacer arreglos y adaptaciones con los componentes del sistema que ya existen (Realpe & Elizabeth, 2016, pág 8).

Se debe reflexionar hoy en día que la industria automotriz permite buscar una mejora continua para reducir la contaminación mediante emisiones, además del cumplimiento de los Acuerdos internacionales lo que refiere al clima CMNUCC, en el Marco de las Naciones con esto se consigue restringir el crecimiento del clima caluroso a nivel global en el mundo y que haya consecuencias graves (Consejo Europeo, 2018, pág 22).

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El sistema de climatización de un coche suele ser muy seguro y confiable, los procedimientos que se realizan y los mantenimientos que se observa en el manual de cada propietario, revisan solo inconvenientes de activación del sistema y la presión, y se deja valoraciones importantes de desgaste, como son: el deterioro de piezas y sensores del sistema, mala lubricación en el sistema, falta de eficiencia por la contaminación en el medio ambiente, óxido por la humedad, entre varias cosas más. El esquema en los sistemas es impenetrable, no existe una correcta intervención y localización de los inconvenientes, por este motivo llega a una falla

grave que como resultado debemos realizar un mantenimiento correctivo, lo que implica el cambio de una parte significativa, de un alto precio y no siempre disponible en el mercado. Es por esta situación que se debe realizar un óptimo mantenimiento preventivo y corregir pequeñas cosas en el camino, con un equipo electrónico especializado y adecuado para este sistema de a/c, ver el funcionamiento adecuado de sus sensores, actuadores y componentes eléctricos que controla del módulo (tablero de control), para prevenir fallas a futuro que se pueden presentar y que permita tomar acciones oportunas, evitando así una falla grave, costos elevados y extendiendo la vida e integridad del sistema.

1.4 JUSTIFICACIÓN

En la página 33 del Plan Nacional del Buen Vivir (2017-2021), en el literal número 4 nos habla de la recuperación de la naturaleza y mantener el medio ambiente, debe ser un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo y permanente y de calidad de agua, aire y suelo y al patrimonio natural, esto se enfoca en nuestro proyecto que es el diagnóstico del módulo de aire acondicionado según parámetros de funcionamiento para la optimización del mantenimiento preventivo al concientizarnos y ver el confort de las personas con este sistema, pero también se debe crear normas y utilizar refrigerantes que eviten la contaminación ambiental y no atentar con la salud de la vida humana. Un procedimiento de mantenimiento bien determinado disminuye errores en personas cuando realizan su trabajo y extiende rendimiento de herramientas y equipos de diagnóstico. Por esta razón disminuye el precio de los mantenimientos permitiendo mantener de una forma correcta y eficaz las tareas preventivas. El diagnóstico del sistema de climatización es importante porque se debe reducir precios, mejora la eficiencia energética, reducir emisiones contaminantes y combustibles, con este obtenemos un mantenimiento seguro y correcto. (Durán, Arias, & León, 2016, pág. 13).

1.5 ALCANCE

La presente investigación acerca del tema de diagnóstico del módulo (tablero de control manual) de aire acondicionado según parámetros de funcionamiento para la optimización del mantenimiento preventivo se realiza en la camioneta Volkswagen Amarok del año 2011 de la universidad técnica del Norte. El diagnóstico del sistema del aire acondicionado para

obtener los parámetros de funcionamiento lo haremos con herramientas básicas de la Universidad Técnica del Norte como el escáner, el multímetro digital, llaves y rachas, utilizaremos un equipo sofisticado el FSA-740 BOSCH nos ayuda además para realizar una prueba de sensores y actuadores electrónicos del sistema, mediante simulación de señales en el osciloscopio ver las gráficas y analizar sin retirar el componente, en conclusión con los datos de estas pruebas realizaremos un diagnóstico del sistema que se debe hacer para la optimización del sistema a/c para evitar daños graves a futuro en el sistema y sus componentes.

1.6 SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO AUTOMOTRIZ, IDENTIFICACIÓN Y CICLO DE FUNCIONAMIENTO.

Los inconvenientes de confort en los automóviles que salieron al mercado en el siglo xx, reinciden en problemas como demasiado calor en el interior de los automóviles en el año de 1884 el Sr. Whiteley hizo un experimento el poner pedazos de hielo en la parte de la cabina del vehículo, luego el conectó un ventilador el cual ventea aire frío a través de los hielos colocados en un recipiente cerca del piso (Medina, 2015, pág. 5).

Por consiguiente al pasar el tiempo se optaron nuevas formas de acondicionar y enfriar un automóvil como son capotas plegables muy populares en el año de 1930 por su diseño juvenil El sistema a/c es el delegado de enviar al habitáculo del vehículo aire frío o aire caliente, los sistemas de aire acondicionado son similares a los refrigeradores que se utilizan en el hogar (Rendle, 2017, pág. 5).

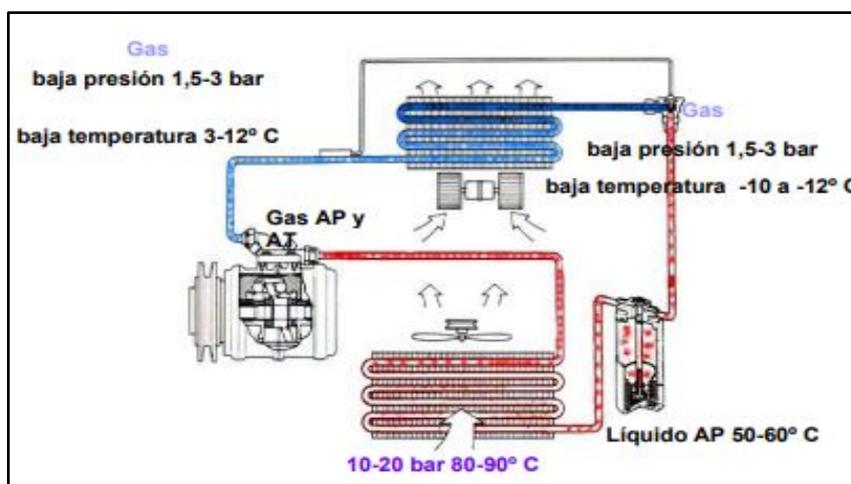


Figura 1.1 Elementos principales del sistema de aire acondicionado A/C (Arveláez, 2016, pág. 12)

A continuación en la Figura 1.1 se observa los componentes principales, hay dos sistemas de aire acondicionado en los automóviles, el compresor se adhiere y se separa porque tiene un interruptor de presión o termostático, el siguiente caso tenemos que el compresor funciona permanentemente pero la diferencia radica en que si la presión es inadecuada o disminuye en el evaporador y se congela el compresor se detiene y se reduce el paso del refrigerante hacia el evaporador pero los dos sistemas utilizan un dispositivo que conecta es un embrague magnético que ayuda al trabajo del compresor (Rueda, 2017, pág. 12).

El sistema de calefacción adicionalmente es muy importante nos ayuda que el calor se desprenda del fluido refrigerante en algunos casos solo el agua común que se utiliza en vehículos antiguos. Se aprovecha el calor que genera el motor del automóvil luego se utiliza un radiador para la calefacción que no ayuda a la calentar la cabina interior del automóvil en época de invierno (Trinidad, 2016, pág. 52).

En la Tabla 1.1 el ciclo de funcionamiento consiste en el líquido refrigerante que cumple con 6 periodos y 2 cambios de estado se observa los cambios que sufre el líquido refrigerante según la temperatura y presión.

Tabla 1.1 Etapas de funcionamiento del aire acondicionado.

Número	Ciclos	Entrada	Salida	Presiones		Temperatura	
1.-	COMPRESIÓN	Gas	Gas	40 PSI	300 PSI	5 °C	110°C
2.-	CONDENSACIÓN	Gas	Líquido	300PSI	130 PSI	110°C	60°C
3.-	FILTRADO Y SECADO	Líquido	Líquido	280PSI		50°C a 60°C	
4.-	EXPANSIÓN	Líquido	Difásico	15 PSI	40 PSI	-10°C	-12°C
5.-	EVAPORACIÓN	Difásico	Gas	15 PSI	40 PSI	3°C	-12°C
6.-	CONTROL	Gas	Gas	73PSI		3°C	

Fuente: (Lesur, 2009, pág.26)

1.6.1 EL COMPRESOR AUTOMOTRIZ Y SUS CARACTERÍSTICAS.

El componente más importante del sistema es el compresor, envía flujo a presión del refrigerante gaseoso por lo que aumenta al mismo tiempo su temperatura, el compresor se ayuda de las revoluciones del motor a través de una banda entre el compresor y la pulea del

cigüeñal. El sistema dispone de una tubería de alta presión y el sistema de baja presión también llamados sistema de descarga y sistema de succión (Peláez, 2017, pág 15).

En la siguiente Tabla 1.2 se mira los compresores que se usan normalmente en el sistema.

Tabla 1.2 Compresores en el sistema de acondicionamiento automotriz del vehículo.

Tipo de compresores	Descripción	Ventajas
Alternativos con pistones y cigüeñal	Tienen de uno a tres cilindros y émbolos de material aluminio con varios aros específico dos	Es antiguo, tiene mayor fiabilidad, alto rendimiento y menor absorción de potencia
Rotativos de paletas	De rotor excéntrico, de dos a cinco paletas, estas se expanden por la fuerza concéntrica	Excelente rendimiento a velocidades medias
Compresor de espiral	Tiene dos espirales una que está en movimiento y otra que se encuentra inmóvil funciona de forma rotativa.	Silencioso y prometedor.

Fuente:(Castaño, 2017, pág.30)

1.7 FLUIDOS REFRIGERANTES R-12 y R-134a Y LUBRICANTES.

Los fluidos refrigerantes son utilizados en el sistema de climatización porque absorben el calor del vehículo, tenemos el refrigerante R-12 que es muy perjudicial para el medio ambiente y para la salud de las personas, R-134a sustituye al R-12 (Barrera, 2019, pág. 188).

El R12 tiene Baja toxicidad < 20%, Bajo costo, Presiones normales, Facilidad de mezcla con aceites, Temperatura de evaporización de -30°C, Familia de los CFC (cloro, flúor y carbono), Contamina demasiado a la capa de ozono y es gas mortal a los 150°C, Calor de evaporación elevado, Es corrosivo en presencia de agua (Masapanta & Alegría, 2016, pág 56).

En la Tabla 1.3 se detalla los datos del refrigerante 134 a como son su fórmula química su masa, la temperatura, sus densidades la inflamabilidad etc.

Es un gas que no tiene color, no inflamable, Es estable químicamente, no corrosivo, Temperatura de evaporización de -26°C.

Tabla 1.3 Datos técnicos del refrigerante 134a

TIPO DE GAS	R134 a
Nombre químico	1,1,1,2- tetrafluoroetano
Fórmula química	CF ₃ CH ₂ F
Masa molecular kg/kmol	102.0
Temperatura de ebullición a 1.013 bar ° C	-26.3
Punto de fusión (congelación) a 1.013 ° C	-101
Calor latente de evaporación a -15 ° C kj/kg °k	206.8
Calor específico del líquido saturado a 30° C kj/kg ° k	1.440
Calor específico del vapor saturado a 30° C kj/kg ° k	1.104
Viscosidad del líquido a 25 ° C (Cp)	0.202
Solubilidad en agua %	0.15

Fuente:(Solvay, 2016, pág. 1)

El aceite lubricante tiene varias funciones entre las más importantes tenemos:

- Advierte de la corrosión absorbe la humedad del circuito de refrigeración
- Aceita todos los elementos internos, Impide fugas en partes de unión
- Enfría para que no haya sobrecalentamiento del compresor, el Refrigerante R-12 Conocido como Ester, POE también mineral, el Refrigerante R-134^a conocido como Poli alkily Glycol que son los PAG estos pueden atacar a la pintura y los plásticos.

1.7.1 FÓRMULA PARA CALCULAR CANTIDAD DE ACEITE MÍNIMA DEL SISTEMA Y PARA CALCULAR LA CANTIDAD DE ACEITE TOTAL DEL A/C

En la Ecuación 1.1 se detalla la fórmula para calcular la cantidad de aceite en mililitros la constante Q es la cantidad de fluido que tiene el aire acondicionador en gramos eso se multiplica por 0.06 más sesenta y todo es al final se multiplica por 1.11 (Arveláez, 2016, pág. 29).

$$Q \text{ Aceite M}{\acute{a}}nima \text{ (gr)} = (Q \cdot 0.06 + 60) \times 1.11 \quad [1.1]$$

Donde:

Q: es la cantidad del fluido de refrigerante en gramos

En la Ecuación 1.2 se detalla la fórmula que debe ir en un compresor, Vo es la cantidad de

aceite que debe utilizar el compresor en centímetros cúbicos la constante que debemos calcular, como datos tenemos una constante $60 < 90$ cc es la constante el número sesenta cuando el aceite que necesita el compresor es menor a noventa centímetros cúbicos, $80=91$ a 125 cc es la constante el número ochenta cuando el aceite que necesita el compresor es de noventa y uno a ciento veinticinco centímetros cúbicos, $90 > 125$ cc es la constante el número noventa cuando el aceite que necesita el compresor es mayor a ciento veinte y cinco centímetros cúbicos, p_g es la cantidad de refrigerante que utiliza el aire acondicionado y eso al final se multiplica por la constante cien (Arvelález, 2016, pág.29).

$$V_o = A + p_g \times 100 \quad [1.2]$$

Donde:

V_o = Es la cantidad de aceite en CC

A = Es la constante $60 < 90$ cc; $80 = 91$ a 125 cc; $90 > 125$ cc

p_g = Cantidad de refrigerante en kg

1.7.2 NORMATIVA NTP-322

El estrés térmico que puede sentir una persona por el calor cuando está viajando en su automóvil lo que se convierte en una serie de problemas por un mal confort, un mal rendimiento en su trabajo del conductor (NTP 322, 1989).

En la Ecuación 1.3 el WBGT significa el índice de estrés térmico que es igual a la multiplicación de 0.7 por la temperatura en grados centígrados T_{HN} , se suma 0.2 y se le multiplica por la temperatura de globo que mide la radiación, y finalmente se suma 0.1 multiplicado por la temperatura seca en el aire.

$$WBGT = 0.7T_{HN} + 0.2T_G + 0.1T_A \quad [1.3]$$

En la Ecuación 1.4 se consigue mediante la ecuación la temperatura de globo se necesita como datos indispensables la temperatura seca del aire y el dato de cuál es x° la radiación del sol en W/m^2 .

$$T_G = (1.360_{T_A} - 2.358)(0.0747 * \ln(S) + 0.5617) \quad [1.4]$$

Donde:

T_{HN} = Es la temperatura en °C

T_A = Temperatura seca en el aire °C

S = Es la radiación del sol (W/m^2)

T_G = Temperatura de globo mide la radiación

En la siguiente Tabla 1.4 se observa los rangos del WBGT que es el rango térmico que puede afectar directamente al conductor del automóvil, la zona moderada se encuentra entre 18 a 23°C en el habitáculo del automóvil y es la que se debe mantener en todo momento.

Tabla 1.4 Lista de rangos de WBGT

Bandera de aviso	Riesgo	Para	WBGT (°C)	WBGT (°F)
	Extremo		> 28.0	> 82.0
	Alto	Sobrecalentamiento	23,1-28.0	73.1-82.0
	Moderado		18.1-23.0	65.1-73.0
	Escaso		10.1-18.0	50.1-65.0
	Creciente	Hipotermia	< igual a 10	< igual a 50

Fuente:(Ariel`s, 2014.pág.17)

1.8 MÓDULO (TABLERO DE CONTROL DEL AIRE ACONDICIONADO), REGULACIÓN MANUAL, SEMI AUTOMÁTICA Y AUTOMÁTICA.

Los sistemas de aire acondicionado según sus características son llamados Climatic cuando son semiautomáticos y Climatronic cuando son completamente electrónicos. Estos sistemas se encargan de refrigerar y deshumedecer el aire en el interior del vehículo, los sistemas semi automáticos no se controlan mediante cables como el aire acondicionado antiguo, además cuando cambia la posición de la rueda del panel de control ya lo controla un servomotor, también se controla la temperatura mediante la perilla regula de forma electrónica. El tablero de regulación automática es un sistema avanzado con funciones completas y automáticas, además que tiene un sistema totalmente electrónico que incluye en el tablero una pantalla donde se observa la temperatura del habitáculo la cual es controlada por el conductor (Kia, 2016, pág.72).



Figura 1.2 Módulo CLIMATIC.

(Volkswagen, 2018, ,pág. 11).

En la Figura 1.2 se observa el cambio de temperatura de forma manual se tiene en 22°C que es la temperatura media que está entre los 21 y 22°C es lo más recomendable además de mantener el ventilador en velocidad 1 ó 2. También se observa que la perilla del ventilador número 2 es manual y aumenta la velocidad hasta 4, y la parte de perilla de cambio número 3 hacia donde se dirige el aire acondicionado, ventilación o calefacción mediante las ventoleras que manejan los servomotores y envían el aire hacia el habitáculo.

1.8.1 SENSORES, ACTUADORES, Y COMPONENTES ELÉCTRICOS DEL SISTEMA A/C.

Las funciones del automóvil son controladas por la ECU del motor, este dispositivo contiene gran información y realiza una variedad de situaciones que son esenciales para el buen funcionamiento, está a cargo del monitoreo de actuadores y sensores en el vehículo con el propósito de que el motor no contamine, además ajusta los sensores para tener las emisiones contaminantes bajas (Kia, 2016, pág.1).

El sistema de control electrónico consiste:

- Sensores de entrada
- Interruptores, Relés.
- Amplificador
- Salidas

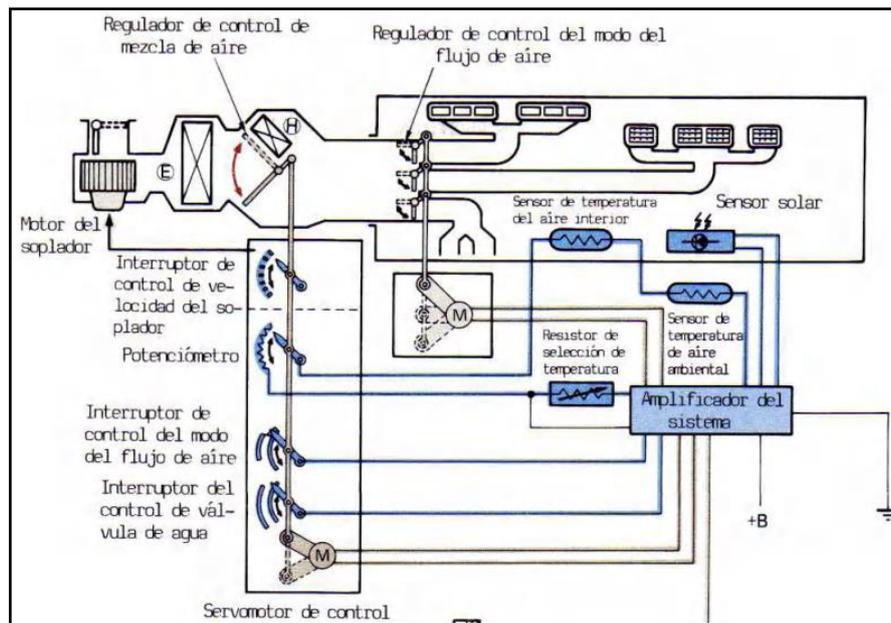


Figura 1.3 Sistema de control
(Toyota, 2019,pág. 19)

En la Figura 1.3 se observa el funcionamiento de control electrónico con componentes de entrada el amplificador y los actuadores que hacen funcionar a los elementos de salida.

1.8.2 SENSOR DE PRESIÓN DEL AIRE ACONDICIONADO.

El sensor tiene un diafragma cerámico junto con un condensador los cambios de capacitancia por la presión del refrigerante hacia el diafragma se obtiene una señal de voltaje analógica mediante una placa electrónica situada en la parte superior del sensor se obtiene una señal digital. El sensor de alta presión B2.16 en los vehículos marca Volkswagen se identifica la primera letra significa el número de sensor B, hay sistemas antiguos que tienen dos presostatos en la zona de alta y baja presión, este sistema climático solo tiene un sensor de baja presión los valores de este sensor varían según la presión del sistema y la carga en Nm, varía de 9 a 15 bares y su señal de 2 a 12 voltios (Bosch, 2020, pág 1).

A baja presión funciona entre 25 a 40 PSI ó 3 bares y alta presión de 300 a 400 PSI ó 20 a 30 bares según las condiciones y el frío que desee el conductor, si no se encuentra en estos rangos el compresor no funciona y evita daños como que se congele el evaporador o exista alguna fuga y no haya suficiente presión. Con los datos de las presiones se controlan la velocidad del ventilador del condensador que controla la temperatura y también controla a la válvula reguladora de presión, la resistencia de estos sensores varia de 100 a 120KΩ (Service Toyota, 2018, pág. 24).

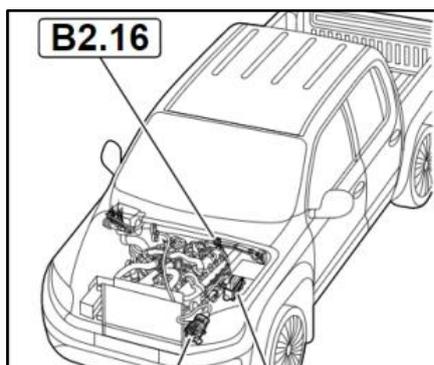


Figura 1.4 Ubicación de sensor de alta presión

(Bosch, 2022, pág.4)

En la Figura 1.4 se observa la posición del sensor de presión B2.16 del sistema de aire acondicionado en la camioneta. En la Tabla 1.5 se representa el sensor de aire acondicionado tiene 3 cables los cuales están numerados desde 1 hasta 3 de izquierda a derecha el primero cable es polo negativo o masa, el cable intermedio es la señal que varía de 0 a 12 voltios y el cable final es la alimentación de 12 voltios, la señal varía según la presión del refrigerante.

Tabla 1.5 Pines del Sensor de Presión

Pines	Descripción
1	Tierra
2	Señal
3	Alimentación

En la Tabla 1.6 se observa el sensor de presión y los valores en cada una de las pruebas al mover la perilla del módulo también llamado tablero de control.

Tabla 1.6 Valores reales del sensor de presión

Pruebas	Voltaje del sensor de presión	Presiones
Voltaje de referencia	0 A 14 V	
Prueba a 22°C	7 a 8,2 V	9,8 a 10 bar bares
Prueba a 20°C	8,2 a 10,4V	11,8 a 12,8 bares
Prueba a 18°C LOW	10,4 a 13,6V	12,6 a 15 bares

Fuente:(Bosch, 2022)

1.8.3 ELECTROVÁLVULA DEL COMPRESOR Y BOMBA AUXILIAR DE CALEFACCIÓN.

La válvula electromagnética o electroválvula controla el compresor través de flujo de refrigerante variable que depende de diferentes voltajes o señales de PWM para conservar la temperatura en el interior del habitáculo del automóvil.



Figura 1.5 Válvula de control de flujo externo
(Bosch, 2022,pág. 3)

En la Figura 1.5 se representa la electroválvula o solenoide externa que va situada a un costado del compresor la función principal de esta válvula es equilibrar la presión de los fluidos que se mueven a través del sistema controlando el ángulo del plato oscilante además controla la carga rotacional, esto mantiene al evaporador a una temperatura ligeramente que se encuentra por encima del punto de congelación al mismo tiempo mejora el consumo de combustible ya que al ser accionada la válvula por el termostato o sensor de temperatura del evaporador o por el tablero manual climatic o climatronic que se encuentra en el habitáculo, regula la cantidad de frigorífico que ingresa al circuito de refrigeración y se regula el trabajo del compresor, para analizar se obtiene que es una válvula que se activa mediante ancho de pulso PWM que inspecciona la cantidad de frigorífico que ingresa al sistema, entre más rápido sea el tiempo hay mayor carga de refrigerante.

En la Tabla 1.7 se observa datos de la válvula o solenoide de control de refrigerante del sistema de aire acondicionado.

Tabla 1.7 Características de electroválvula o solenoide de control de flujo de refrigerante.

Voltaje	12 V a 13,5 V
Temperatura	120 a 150 ° C; -40°C
Resistencia	10,4 a 11 ohmios
Pwm	1-1,5ms
Tiempo descanso válvula	0,5- 0,8ms
Carga del refrigerante	4 - 7Nm

Fuente:(Bosch, 2022)

En la Tabla 1.8 se observa la electroválvula, los datos en cada una de las pruebas al mover la perilla del módulo también llamado tablero de control.

Tabla 1.8 Valores reales de electroválvula.

Pruebas	Voltaje electroválvula	Presiones	Carga del compresor
Prueba a 22°C	10 a 12 V	9 a 10 bares	4,2 a 4,8Nm
Prueba a 20°C	10 a 12V	10,2 a 10,6 bares	4,9 a 5,2Nm
Prueba a 18°C LOW	10 a 12V	10,8 a 12 ò 15 bares	5,4 a 7Nm

Fuente:(Bosch, 2022)

Hay dos tipos de válvula la mecánica y la electroválvula la primera solo tiene dos posiciones abierto y cerrado mientras tanto la electroválvula tiene posiciones intermedias que miden voltaje de 2V,4V, 6V, 8V, 12V debido a la señal PWM y a la carga en el sistema.



Figura 1.6 Bomba auxiliar eléctrica de la calefacción

En la Figura 1.6 se representa la bomba auxiliar eléctrica trabaja con 12 voltios y envía una señal analógica sus voltajes son muy pequeños en mili voltios entre 30 a 40mVy, hay diferentes tipos de bombas en sistemas avanzados que funcionan con PWM, y se abren según la calefacción deseada por el conductor, ayuda a la bomba mecánica de agua del motor a la refrigeración y circula rápidamente hacia el radiador en especial tienen sistemas biturbo que generan mayor calor. El calor residual siempre se utiliza cuando el motor está parado pero que pasa cuando el agua ya se enfría completamente por no utilizar el automóvil ahí viene la función del calor residual con calefacción asistida o adicional por quemador o PTC esta viene incorporado en vehículos de alta gama como se detalla en la Figura 1.9 que se observa la calefacción asistida por quemador.

1.8.4 SENSOR DE TEMPERATURA DEL EVAPORADOR, DE LA SALIDA FRONTAL Y REPOSAPIÉS

Hay dos tipos de sensores el primero es el sensor PTC y el segundo es el sensor NTC, en el primero la resistencia aumenta al igual que la temperatura y en el otro termistor la resistencia disminuye y su temperatura aumenta son semiconductores de material germanio o silicio.



Figura 1.7 Sensor de temperatura evaporador camioneta Amarok

En la Figura 1.7 se observa un sensor NTC los valores de este sensor son de 10 K Ω con valores de -20 a 30°C su función principal es evitar que se congele el evaporador del automóvil apagando el motor o reduciendo la cantidad de frigorífico desde el compresor.

En la Tabla 1.9 se detalla los datos del sensor del evaporador del sistema a/c, el sensor es una resistencia NTC o de coeficiente negativo, la resistencia con el multímetro este sensor es de 10 K Ω , informa a la ECU la temperatura del evaporador del aire acondicionado por dos pines al módulo manual y a la tierra electrónica (Volkswagen, 2019,pág 62).

Tabla 1.9 Datos sensor del evaporador

Grados(C°)	Condición específica K Ω .
-10	7,8 a 9
-5	4,6 a 7,2
0	3 9 a 5,7
10	2.80 a 3,7
20	1,5 a 2,4
25	1,2 a 1,3
30	0,8 a 1,28

Fuente: (Volkswagen, 2019)

En la Tabla 1.10 se representa los datos de los sensores de salida de temperatura del aire interior frontal y reposapiés hacia el habitáculo estos dos sensores son NTC, trabaja con rango de 5 K Ω informan a la ECU la temperatura del interior de la camioneta por los pines B4 y A3 que van al módulo manual y comparten la misma tierra electrónica A18, estos datos se obtuvieron con el multímetro automotriz, este sensor trabaja de -10°C a 60 °C.

Tabla 1.10 Datos sensores frontal y reposapiés

Grados(C°)	Condición específica K Ω .
10	4,5 a 4,8
20	3,4 a 3,7
30	2,1 a 2,3
40	1,3 a 1,5
50	0,9 a 1
55	0,5 a 0,7
60	0,4 a 0,6

Fuente: (Volkswagen, 2019).

1.8.5 FUSIBLES, RELÉS Y RESISTENCIA DEL VENTILADOR.

Los fusibles que van a proteger todos los sistemas del motor de cualquier sobrecarga eléctrica es un elemento de seguridad para los circuitos eléctricos su material es un semiconductor de material de estaño y su punto de fusión es bajo



Figura 1.8 Caja de fusibles camioneta Amarok (Bosch, 2020,pág. 5)

En la Figura 1.8 se observa los fusibles los cuales están alineados a cada fila y columna proporcionan los medios principales para la repartición de voltaje y resguardo para todos los sistemas del vehículo.

En la Tabla 1.11 se detalla los colores de los diferentes fusibles utilizados para protección de los sistemas en el automóvil, en el aire acondicionado se utiliza fusibles marca Blade.

Tabla 1.11 Características de los fusibles

Referencia	Color	Amperaje	Referencia	Color	Amperaje
FU - 38		1A	FU - 32		10A
FU - 39		2A	FU - 33		15A
FU - 28		3A	FU - 34		20A
FU - 29		4A	FU - 35		25A
FU - 30		5A	FU - 36		30A
FU - 31	Marrón	7.5A	FU - 37	Ámbar	40A

Fuente: (Volkswagen, 2019).

El automóvil tiene conjuntamente con los fusibles los relés en el sistema eléctrico estos son interruptores son dispositivos electromagnéticos y vienen con diferentes características como son el voltaje el amperaje.

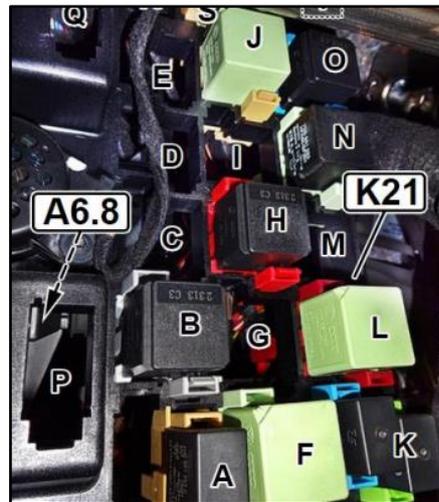


Figura 1.9 Porta relés y relé

(Bosch, 2020,pág. 7)

En la siguiente Figura 1.9 se representa los relés que se van a utilizar en el aire acondicionado por ejemplo: el relé A es de la bomba de líquido refrigerante el relé B principal de accionamiento del sistema.

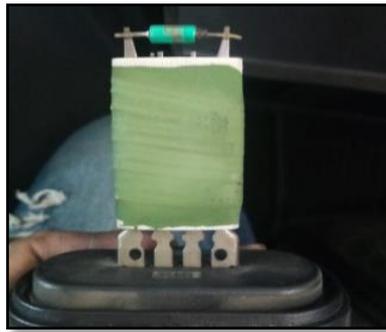


Figura 1.10 Resistencia del ventilador

En la Figura 1.10 se detalla el fusible térmico desmontado de la camioneta con las resistencias del ventilador en la caja climática que se encuentra en la guantera, este fusible es de 240°C y las resistencias se encuentran en la parte verde, son de 2 ohmios estos datos se encuentran encima del recubrimiento verde (Barrera, 2019,pág. 98).

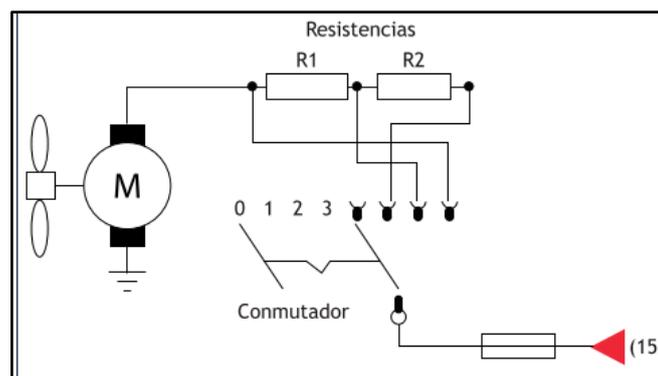


Figura 1.11 Funcionamiento del ventilador (blower) mediante resistencias.

(Barrera, 2019,pág. 98)

En la Figura 1.11 se observa el funcionamiento sencillo de las resistencias del ventilador que según la velocidad el ventilador girará con más rapidez, se observa que para la velocidad uno pasa por dos resistencias R1 y R2, la velocidad dos por una resistencia R1 y la última directo va al ventilador motor.

1.9 REVISIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DEL SISTEMA CAN, LAN, DEL A/C

La red LAN es la red de área local y conecta dispositivos que están en la misma red, están se vinculan en espacios pequeños en oficinas y edificios esto se realiza mediante un cable Ethernet o wifi. Red CAN es un protocolo de comunicación de intercambio de información este puede ser entre computadoras u otros dispositivos, CAN significa red de área de control

transmite una gran cantidad de información los componentes son un controlador un transceptor, dos elementos finales de bus y dos cables de transmisión de datos, los cables de transmisión se los denomina CAN hi y CAN low, son cables de red que eliminan el ruido. Hay clases de red CAN; Clase A: Velocidad de 10kb/s en componentes de baja importancia redes link; Clase B: 10-125kb/s en módulos de baja prioridad, Clase C: 250 a 500 Kb/s en módulos de alta prioridad, la construcción del sistema Can consiste en que el amplificador se encuentra conectado con los motores por medio de una interface de comunicación que son las líneas que transfieren los datos como señales de apertura de los motores, señales de parada y mensajes de comprobación y otras líneas que alimentan la corriente en el motor. Funciones comunicación de interface Can:

- Comparación de datos, Transmitir los datos, Señal para abrir y cerrar el motor, Valor de amplificador y comparación de apertura del ángulo del motor

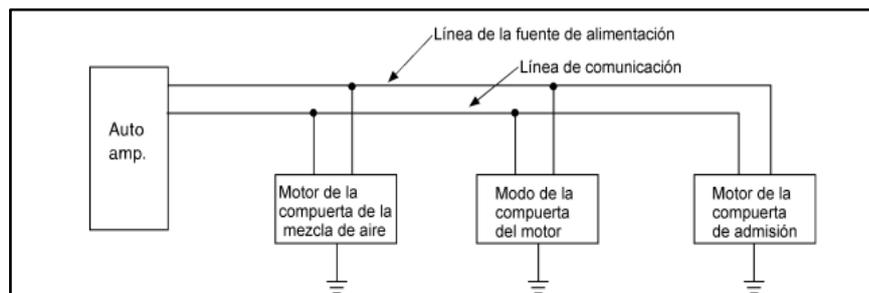


Figura 1.12 Sistema comunicación LAN
(Service Toyota, 2015,pág. 16)

En la Figura 1.12 se detalla la comunicación de los dos cables de datos por donde pasa la información y la alimentación para que funcionen los actuadores.

1.9.1 DIAGNÓSTICO Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DEL SISTEMA A/C.

El diagnóstico en automóviles se realiza con el apoyo de los parámetros de señal como amperajes, voltajes y resistencia, la computadora del automóvil es el elemento principal el cual controla al módulo de control manual. El mantenimiento a/c es muy importante para mantener el sistema funcionando correctamente debe de estar en óptimas condiciones operativas de trabajo. El mantenimiento preventivo es muy importante al momento de diagnosticar el sistema se lo realiza en una revisión programada de los equipos, además que se hace el reemplazo de componentes defectuosos o lubricantes para cualquier sistema

alargue su vida útil y otro beneficio es el prevenir fallas prematuras (Hella, 2019, pág 6).

El mantenimiento correctivo sucede de repente porque no se ha realizado una inspección programada se debe cambiar la pieza defectuosa para que el sistema funcione correctamente (Quishpe & Rocha, 2020, pág.137).

1.9.1.1 ESCÁNER DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTRIZ

El escáner automotriz diagnostica los componentes eléctricos además de los fallos que pueden existir en la computadora del vehículo por medio de los sensores que se encuentran en los diferentes sistemas del automóvil, se conecta por el conector OBDII de diagnóstico a bordo que es genérico en la mayoría de autos, pero existen marcas específicas que tienen su propio escáner que entrega información más completa, el escáner detecta fallas con códigos llamados DTC, finalmente las funciones de este dispositivo son el realizar las pruebas de actuadores, medición de valores reales de sensores y actuadores de voltajes, amperajes, temperatura, entre otros (Bosh, 2022,pág.1).



Figura 1.13 Escáner Marca Bosch.
(Bosch, 2020,pág. 2)

En la Figura 1.13 se detalla el escáner automotriz de la marca Bosch para el diagnóstico.

1.9.1.2 OSCILOSCOPIO DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTRIZ

El osciloscopio automotriz nos permite observar las diferentes señales que son eléctricas para ver los diferentes datos en sensores y actuadores del sistema automotriz, se puede observar parámetros como son la amplitud, voltajes mínimos y máximos, la frecuencia el periodo entre los más importantes, estos gráficos pueden cambiar en el tiempo que se mide

en segundos, tienen dos ejes el eje x donde se encuentra el tiempo y el eje y donde se observa continuamente el voltaje y puede modificar la forma y tamaño de onda para ver con precisión la gráfica.

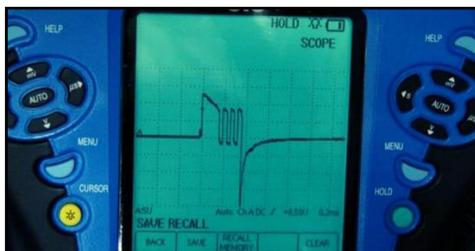


Figura 1.14 Osciloscopio Marca OTC
(Barros & Pulla, 2018, pág. 20)

En la Figura 1.14 se observa el osciloscopio automotriz de la marca OTC utilizado para el diagnóstico de sensores y elementos eléctricos del automóvil.

1.9.1.3 MULTÍMETRO AUTOMOTRIZ

Este equipo comprueba las magnitudes eléctricas que se encuentran activas tales como son el voltaje eléctrico en voltios V, el amperaje en amperios A y además de magnitudes pasivas como son resistencias en ohmios. Se puede medir corrientes y voltaje alterno y continuo de componentes eléctricos o electrónicos, el multímetro automotriz además puede medir la temperatura en F° Y C° incorporando un sensor, medición de RPM, prueba de diodos, frecuencia, etc.



Figura 1.15 Multímetro automotriz
(Barros & Pulla, 2018, pág. 21)

En la Figura 1.15 se observa el multímetro automotriz de color amarillo con sus pinzas colores rojos y amarillos utilizados para las mediciones ya mencionadas anteriormente.

CAPITULO II

2 MATERIALES Y MÉTODOS.

2.1METODOLOGÍA

En este apartado se manifiesta la parte de metodología que se va emplear para el diagnóstico de los sensores y actuadores en el módulo manual del A/C para cumplir cada uno de los objetivos que tendrán como resultado la propuesta de trabajo planteada en un inicio, que aporte con nuevos conocimientos y además la utilización de equipos nuevos sofisticados para una excelente investigación. Se seleccionó información de investigación documental que colecciona los temas que son de gran importancia para realizar el trabajo de titulación, además que se realizó el diagrama de flujo de forma ordenada y precisa y obtener en base al método experimental realizado, al finalizar estos procedimientos se explicó los resultados en base a la metodología explicativo- analítica y finalmente se debe realizar el método cuantitativo.

2.1.1 ENFOQUE INVESTIGATIVO

La intención del trabajo de titulación es realizar el diagnóstico de los sensores y actuadores mediante el equipo FSA-740 marca Bosch para mejorar el mantenimiento preventivo, se debe obtener el funcionamiento mediante las medidas de las señales generadas, además del estudio de los componentes básicos.

2.2MATERIALES Y EQUIPOS.

Para realizar el trabajo de titulación y realizar el diagnóstico en el sistema a/c fue necesario un automóvil que este equipado con el sistema de diagnóstico a bordo el OBDII, el cual accede realizar el análisis y muestra los datos reales de los componentes del automóvil los cuales son comparados con los datos obtenidos de cada componente del aire acondicionado con herramientas y equipos especiales y tener una conclusión final si el sistema se encuentra

en buen estado.

2.2.1 MATERIALES.

Los materiales son importantes sirven para fabricar o hacer un proyecto desde el inicio, y obtener el resultado final.

En la Tabla 2.1 se observa la camioneta utilizada para el proyecto del sistema de aire acondicionado.

Tabla 2.1 Materiales utilizados para el diagnóstico.

Cantidad	Descripción
1	Camioneta Volkswagen Amarok

2.2.1.1 CAMIONETA VOLKSWAGEN AMAROK

En la Tabla 2.2 se representa datos de la camioneta Amarok de la Universidad Técnica del Norte.

Tabla 2.2 Características Técnicas Camioneta Amarok 2011

Nombre	Detalle
Color	Plomo
Motorización	1.968m ³ (2.0litros)
Combustible	Gasóleo
Potencia máxima	163CV/ 120Kw
Revoluciones potencia máxima	4000 rpm
Par máximo	400Nm
Revoluciones Par máximo	1500 - 2000 rpm
Número de cilindros	4 línea
Diámetro y carrera	81mm/ 95,5 mm
Relación de compresión	18.5: 1

Tabla 2.2 Características Técnicas Camioneta Amarok 2011 (Continuación...)

Tracción	4x2
Longitud/ancho/alto	5254mmx1944mmx1834mm
Peso	1.898Kg
Número de velocidades	6

Fuente:(Volkswagen, 2015, pág 1)



Figura 2.1 Camioneta Volkswagen Amarok 2011.
(Volkswagen, 2015, pág 1).

En la Figura 2.1 se observa la camioneta color plomo que va ser empleada para realizar las mediciones con los equipos especiales en el sistema del aire acondicionado automotriz.

2.2.2 EQUIPOS Y HERRAMIENTAS ESPECIALES

Los equipos y herramientas especiales son importantes para obtener datos al instante además nos ayudan a analizarlos y resolver un problema de manera rápida y eficaz en el taller de trabajo como se analiza en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3 Equipos y herramientas especiales.

Cantidad	Descripción
1	Equipo FSA-740 (Bosch)
1	Equipo Clima 6000 Plus Eco
1	Multímetro automotriz

2.2.2.1 EQUIPO FSA-740 BOSCH

En la Tabla 2.4 se detalla las características técnicas del equipo FSA-740 de la marca Bosch El cual realiza el diagnóstico de averías, comprueba de manera eficiente el sistema eléctrico del vehículo, además tiene el osciloscopio que tiene 2 canales y captura las imágenes entre varias funciones más veremos a continuación.

Tabla 2.4 Características Técnicas Equipo FSA-740 (Bosch)

Nombre	Detalle
Osciloscopio de 2 canales	La Tasa de escaneado 50 MS/s
Generador de señales	10 to 12 V con 4 formas de señal, 1 Hz a 1 kHz
Rango de medición de voltaje	0 a 60 V
Rango de medición de corriente	0 a 1000 A
Rango de medición de resistencia	0 a 1 MΩ
Rango de medición del voltaje de encendido	hasta ± 50 kV
Rango de medición de la velocidad de rotación	100 a 12 000 1/min
Rango de medición de la temperatura del aceite	-20 °C a 150 °C
Rango de medición de la temperatura del aire	-20 °C a 100 °C
Rango de medición de la presión (atmosférica)	-800 hPa a 1500 hPa
Rango de medición de la presión de líquido	0 a 1000 kPa
Número de pruebas de componentes	50 pre configuradas
Número de procedimientos de prueba guiados	18 (con valores establecidos)
Número de señales del sensor visibles simultáneamente	6
Fuente de alimentación	220 V AC - 240 V AC, 50 / 60 Hz, 700 W
Rango de temperatura de funcionamiento	5 °C a 40 °C
Dimensiones (al x an x pr)	1780 x 860 x 760 mm
Peso	91 kg

Fuente:(Bosh, 2022, pág.2)



Figura 2.2 Equipo FSA-740
(Bosch, 2022, pág.1).

En la Figura 2.2 se representa el dispositivo que va ser empleado para las mediciones en los en el aire acondicionado, este equipo es de tecnología alta y de manera fácil de utilizar para el diagnóstico completo del automóvil

2.2.2.2 EQUIPO CLIMA 6000 PLUS ECO.

Este equipo dispone de tecnología avanzada y puede realizar el cambio de gas refrigerante de 134^a y 1234 YF Brain Bee, tiene funciones actualizadas y optimizadas para uso fácil y rápido en la Tabla 2.5 se representa los datos del equipo.

Tabla 2.5 Características Técnicas Equipo 6000 PLUS ECO

Nombre	Detalle
Base de datos autodata	Incorporada con información de la cantidad de gas y aceite a colocar en cada modelo de vehículo
Capacidad bomba de vacío	6 m ³ /h
Nivel de vacío	0,05 mbar
Presostato	Presostato de seguridad
Capacidad filtro deshidratador (Kg de líquido de refrigeración recuperado)	30 Kg
Válvula y Grifos	Válvula de descarga incompensables Grifos HP y LP automáticos
Longitud tubo externos HP y LP	2 metros
Manómetros HP y LP analógicos	80 mm pulse-free

Tabla 2.5 Características Técnicas Equipo 6000 PLUS ECO (Continuación...)

Manómetro bombona analógico	40 mm pulse-free
Número electroválvulas	9
Dimensiones	505 x 575 x 841 mm (LxPxH)
Alimentación	50 HZ – 220-240 V – 800 W

Fuente:(Bee, 2019,pág.1)



Figura 2.3 Equipo Clima 6000 Plus Eco.
(Bosch, 2022, pág.1).

En la Figura 2.3 se observa al equipo clima 6000 es utilizado para realizar pruebas y ver si existen daños.

2.2.2.3 MULTÍMETRO AUTOMOTRIZ

Este equipo comprueba las magnitudes eléctricas que se encuentran activas tales como son el voltaje eléctrico en voltios V, el amperaje en amperios A y además de magnitudes pasivas como son resistencias en ohmios.

En la Tabla 2.6 se detalla los datos de un multímetro automotriz

Tabla 2.6 Características técnicas del multímetro automotriz

Nombre	Detalle
Longitud	178mm
Peso	455 Gramos
Empaque	Caja
Tensión corriente alterna	2V – 750V $\pm(1\% + 4)$
Tensión corriente continua	200mV – 1000V $\pm(0.8\% + 5)$
Corriente continua	200mA – 10A $\pm(2\% + 5)$
Resistencia	200Ohm – 20MOhm $\pm(1.5\% + 5)$

Fuente:(Olbox, 2023,pág. 1)

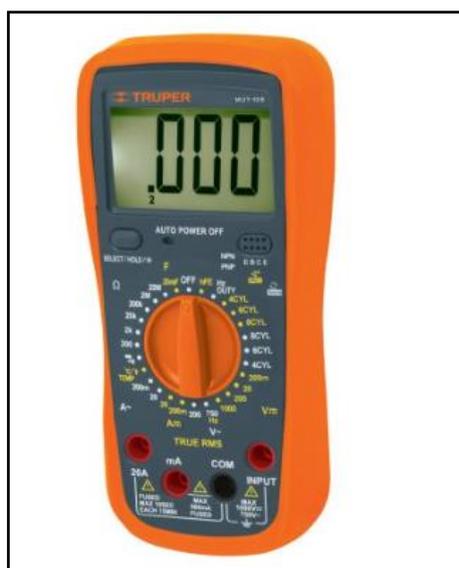


Figura 2.4 Multímetro automotriz
(Olbox, 2023,pág. 1)

En la Figura 2.4 se observa al Multímetro automotriz que tiene magnitudes como resistencia. Amperaje, y voltios de los dispositivos eléctricos y electrónicos.

2.2.3 SOFTWARE

El software son programas de datos o métodos que por medio de datos e instrucciones permite a los equipos informáticos realizar sus tareas.

2.2.3.1 ESI [tronic] 2.0 ONLINE

En la Tabla 2.7 se representa las funciones del software de diagnosis ESI[tronic] 2.0 Online permite realizar varios mantenimientos y además de reparación de la manera más ligera, tiene información de varias marcas de vehículos aproximadamente de 150 marcas, además diagramas eléctricos, manuales y averías conocidas se utiliza con una herramienta de diagnóstico KTS que comunica al vehículo y el equipo de diagnóstico.

Tabla 2.7 Funciones del software ESI [tronic] 2.0

Funciones	Paquete de diagnóstico	Paquete avanzado
Información del vehículo	✓	✓
Diagnóstico de las unidades de control	✓	✓
Catálogo de equipamiento de vehículos	✓	✓
Reparaciones basadas en la experiencia (EBR)/Soluciones conocidas	✓	✓
Catálogo de repuestos e instrucciones de reparación de componentes diésel	-	
Catálogo de repuestos e instrucciones de reparación de componentes eléctricos	-	
Manual de instrucciones	-	✓
Reparación conectada (CoRe)	-	✓
Diagramas de circuitos para los sistemas de confort		La función + 1 de las dos es opcional
Línea de asistencia de reparación de automóviles	Opcional	Opcional
Calendario e información de mantenimiento	-	La función + 1 de las dos es opcional

Fuente:(Bosch, 2022, pág.3).



Figura 2.5 Software ESI [tronic] 2.0 Online.
(Bosch, 2022, pág.3).

En la Figura 2.5 se observa al técnico el cual se apoya en el software que tiene información clara para detectar de manera más rápida las fallas que pueden existir en el automóvil, de esta manera al realizar el proyecto de titulación nos apoyaremos de una computadora instalando el software ESI [tronic] 2.0 demo para revisar los circuitos e información y auto educarnos y al momento de hacer el diagnóstico hacerlo de una manera rápida.

2.3 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO METODOLÓGICO.

Para realizar este proyecto de titulación se realizó un estudio del sistema a/c, primero revisando el circuito eléctrico y dentro del circuito se encuentran los sensores y actuadores del aire acondicionado que se analizaron con el software del equipo FSA-740 Bosch y ver cómo funciona el vehículo la camioneta Volkswagen Amarok, leyendo manuales e información de sistemas parecidos porque el a/c es diferente en cada marca de vehículos y tiene sensores diferentes de acuerdo a su versión, como resultado se encontró que es el sistema CLIMATIC 4.0 luego se fue revisando cada componente de la camioneta y sus sensores, actuadores, mediante el multímetro automotriz se encontraban funcionando correctamente además no se obtuvo ningún código DTC, con el equipo Bosch analizamos cada componente con el escáner y el osciloscopio que se encontraban funcionando al límite por falta de refrigerante R134a esto es un mantenimiento preventivo al sistema eléctrico y electrónico y finalmente utilizando el equipo 6000 plus Brain Bee se realizó pruebas de vacío, presión, de reciclaje, llenado de aceite y refrigerante y fugas.

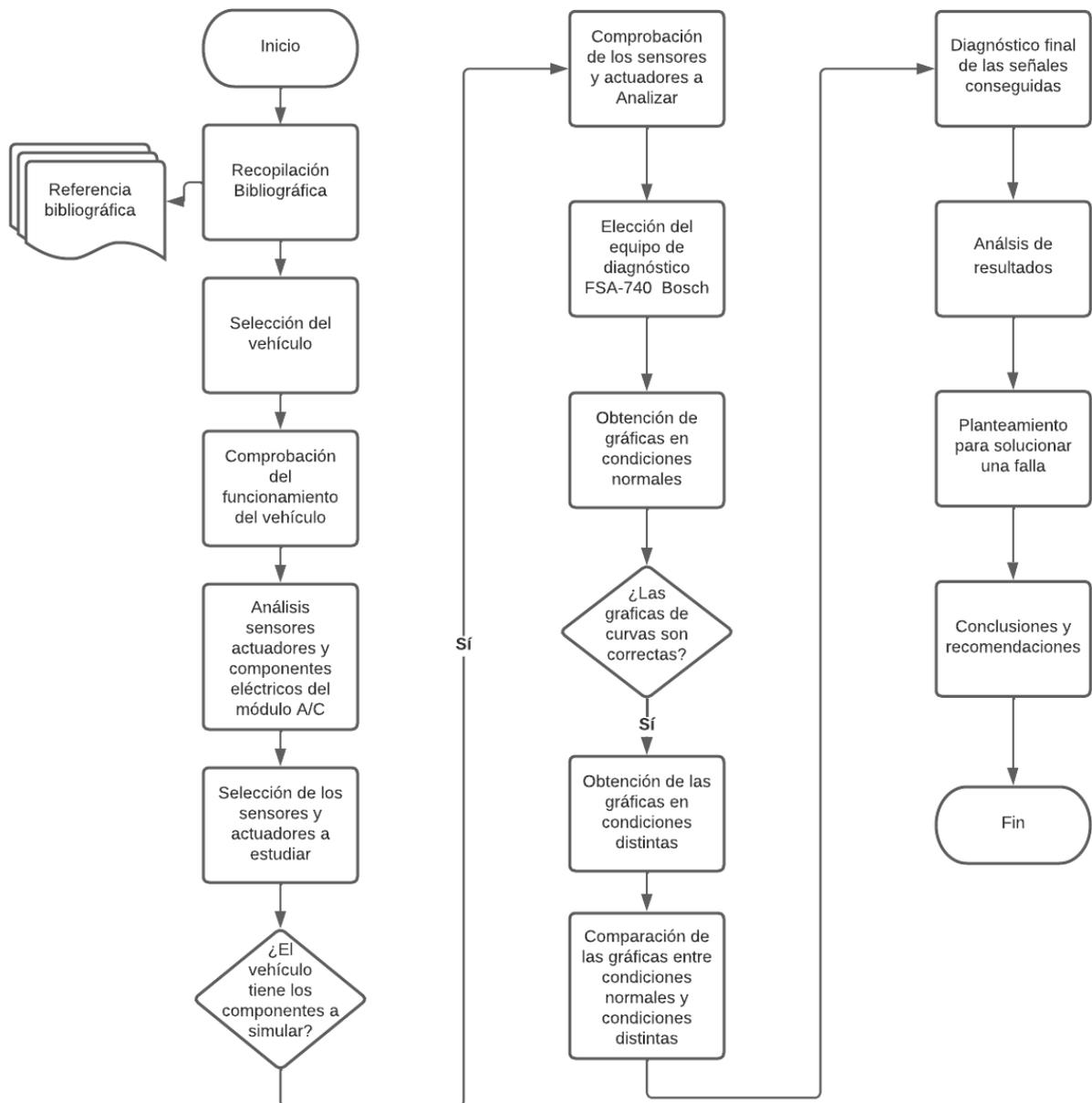


Figura 2.6 Flujograma de proceso metodológico

En la Figura 2.6 se detalla los pasos del flujograma empieza en la obtención bibliográfica donde tenemos la información adecuada del proyecto de titulación podemos recoger datos de libros, tesis, artículos científicos, etc.

2.3.1 SELECCIÓN DEL VEHÍCULO

Es muy importante debe tener la conexión de un sistema de diagnóstico a bordo OBII, se escogió la camioneta Volkswagen Amarok del año 2011 que tiene incorpora el módulo de control manual.



Figura 2.7 Conexión al OBDII

En la Figura 2.7 se observó el conector OBII está situado frente al asiento del conductor en la parte baja en la camioneta Amarok este conector esta normalizado también se lo conoce como conector J1962 tiene 16 pines cada uno tiene una función diferente depende del fabricante, suministra tierra y voltaje para la conexión del escáner del equipo FSA-740.

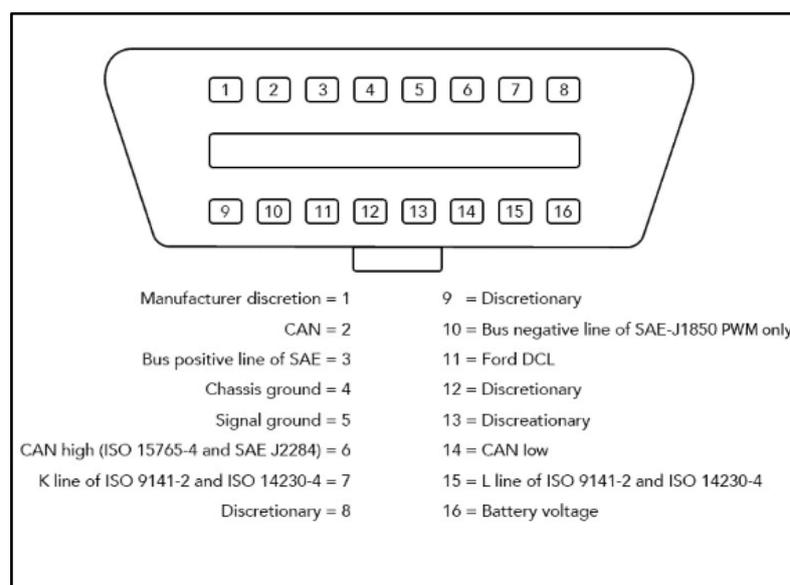


Figura 2.8 Pines del conector OBII
(OBDSCAN, 2020)

En la Figura 2.8 se detalla la función de cada pin en la camioneta estos pueden variar según el tipo de vehículo por ejemplo el 6 es para la red CAN HIGH al igual que el 14 es para CAN LOW, el 4 es tierra, el 5 es la señal del sensor, el 16 es alimentación de batería el protocolo de comunicación es ISO-1725 CAN BUS.

2.3.2 COMPROBACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL VEHÍCULO

Se realizó la verificación del automóvil una vez seleccionado la camioneta Volkswagen Amarok de la Universidad Técnica del Norte se encuentra en buenas condiciones, se elaboró una inspección visual del automóvil para ver si existen fugas en algún sistema, se analizó el módulo del aire acondicionado y si tiene todos los sensores para ver si era apto para realizar las pruebas con el equipo de diagnóstico.



Figura 2.9 Camioneta Volkswagen Amarok año 2011

En la figura 2.9 se observa la camioneta Volkswagen Amarok de la Universidad Técnica del Norte se encontró en condiciones operativas para el uso del equipo especializado FSA-740 Bosch.

2.3.3 ESTUDIO DEL TIPO DE SISTEMA A/C Y FUNCIONAMIENTO DE LOS SENSORES, ACTUADORES, COMPONENTES ELÉCTRICOS DEL VEHÍCULO SELECCIONADO

Las razones para estudiar el a/c son importantes por el confort del conductor y los pasajeros en la actualidad utilizan varios sistemas cada vez muy sofisticados tienen sensores y actuadores que facilitan al conductor su manejo y le brindan seguridad a sus ocupantes.

2.3.3.1 MÓDULO DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO

Se realizó un reconocimiento del tipo de sistema de aire acondicionado el cual viene incorporado en la camioneta Amarok del año 2011 de la Universidad Técnica del Norte, lo primero que se ejecutó es vigilar el sistema en el interior del habitáculo el módulo del aire acondicionado luego se consultó mediante información del manual de instrucciones a qué tipo de sistema pertenece.



Figura 2.10 Módulo manual Climatic de camioneta Amarok.

En la Figura 2.10 se representa el módulo desarmado del aire acondicionado el cual estaba acoplado mediante tornillos al tablero, el módulo de A/C llamado Climatic, tiene un control central que es la computadora del motor, el módulo interpreta las condiciones operativas del sistema lo hace con los actuadores y sensores que envían la información a la ECU mediante una red de alimentación y cambio de datos CAN HI y CAN LOW como es un sistema con alta prioridad para el conductor la velocidad de los datos es de Clase C: 250 a 500 Kb/s como

se mencionó en la información de las referencias bibliográficas, además calcula la velocidad a la cual opera el compresor lo hace recibiendo los datos de la temperatura del evaporador de la camioneta, sensor de presión y la válvula de regulación de agente frigorífico.



Figura 2.11 Módulo CLIMATIC desarmado camioneta Amarok

En la Figura 2.11 se observa en la parte posterior del módulo donde van conectados tres conectores los cuales son conector A, B y C.

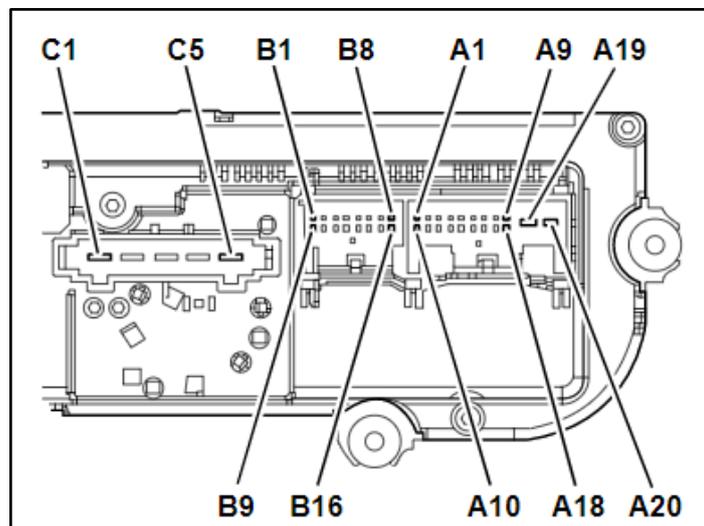


Figura 2.12 Designación de conectores A, B, C del módulo de aire acondicionado
(Bosch, 2022,pág. 6)

En la Figura 2.12 se observa los diferentes pines pero se encontró cómo resultado al desarmarlo que son tres conectores el conector A, B, y C donde se ubicaron cada uno de los pines para el funcionamiento de la climatización del automóvil. A continuación se realizó el reconocimiento de los pines, para saber cómo se encuentra distribuido los componentes del sistema.

2.3.3.2 SENSORES Y ACTUADORES DEL SISTEMA A/C

Los sensores y actuadores a/c son importantes en este sistema se en los encontró en la parte de la caja climática que se encuentra en la parte interna del automóvil.

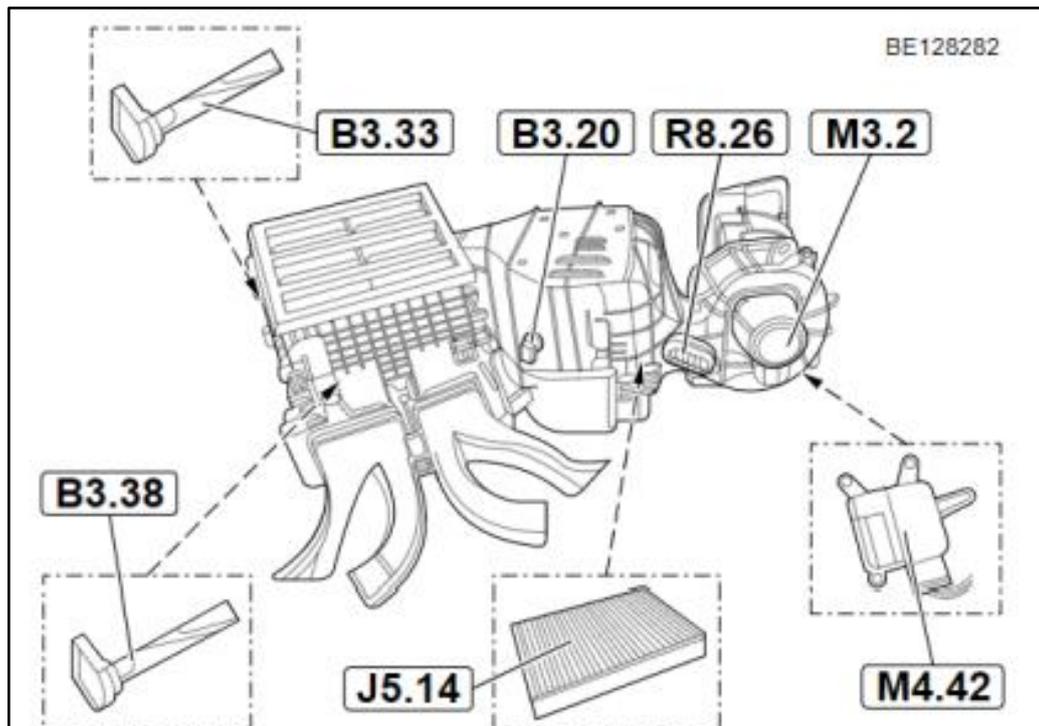


Figura 2.13 Componentes caja climática Camioneta Amarok
(Bosch, 2022, pág10)

En la Figura 2.13 se detalla los componentes principales en la caja climática que está en la parte de la mangueta internamente del automóvil donde se encontró la ventilación, calefacción y refrigeración se obtuvo cada componente: el M3.2 es el blower o motor ventilador que ingresa el aire al habitáculo, el M4.42 uno de los cuatro servomotor de la caja; el R8.26 la resistencia del blower, el J5.14 el filtro de polen, el B3.33 sensor del evaporador ,B3.20 Y B3.38 sensores de salida de aire de los pies y parte frontal del habitáculo.

Se encuentran los relés de 12 VCD 40 amperios que funcionan como interruptores son activados y dejan pasar la corriente en todo el sistema a/c, el relé se lo utiliza en circuitos de pequeña potencia de 12 voltios en este caso del aire acondicionado, un relé tiene sus pines 86 y 87 de la bonina, el contacto común por donde pasa la corriente y los pines 87^a y 87 que cierran o abren el circuito.

2.3.3.3 SENSOR DE ALTA PRESIÓN

El sistema climatic se lo ubicó en la cañería de alta antes de la válvula TVX y después del filtro secador del sistema de aire acondicionado.



Figura 2.14 Sensor de alta presión a/c

En la Figura 2.14 se observó el sensor de presión tiene 3 cables los cuales están numerados desde 1 hasta 3 de izquierda a derecha; negativo, señal y alimentación, la señal varía según la presión del refrigerante, este sensor tiene un diafragma cerámico junto con un condensador los cambios de capacitancia por la presión del refrigerante hacia el diafragma se obtiene una señal de voltaje analógica mediante una placa electrónica situada en la parte superior del sensor se obtiene una señal digital.

2.3.3.4 COMPRESOR DEL SISTEMA A/C

El compresor que utiliza este sistema es de desplazamiento variable con control externo no tiene acople de embrague electromagnético entonces es no cíclico, el compresor varía el desplazamiento para controlar la capacidad para satisfacer la demanda de frío de aire acondicionado según las condiciones de temperatura del auto y el manejo manual de la perilla de temperatura, los compresores que tienen clutch o embrague electromagnético bajaban las revoluciones del motor que como resultado se obtiene el alto consumo de combustible además de un golpeteo incomodo al accionar la bobina del embrague y mala eficiencia de funcionamiento para alcanzar la temperatura idónea de comodidad para los ocupantes del vehículo.

Una de las desventajas que se pudo citar es que al estar adosada la polea al eje del compresor este último siempre está trabajando constantemente aún si está apagado como resultado tenemos un mayor desgaste en sus piezas internas y lo podemos notar revisando el estado del aceite conjuntamente se podrá encontrar partículas de metal o limaduras ahí se tendrá que cambiar el compresor.



Figura 2.15 Placa de características del compresor Marca Denso.

En la Figura 2.15 se representa la placa del compresor donde están los datos que se investigó para ver los datos del compresor de marca Denso.

En la Tabla 2.8 se detalla los datos encontrados del compresor la numeración 7SEU17C significa el tipo de compresor conjuntamente el tipo de frigorífico que utiliza es el R134a tipo de aceite pag 46, la cantidad de aceite es de $140 \text{ cm}^3 \pm 10 \text{ cm}^3$ que es igual 140 ml al mismo tiempo tiene polea con 110 mm de diámetro.

Tabla 2.8 Características técnicas compresor camioneta Volkswagen Amarok

Tipo de compresor	7SEU17C	Tipo de clutch	No
Tipo de refrigerante	R134a	Voltaje	No
Tipo de aceite	pag 46		
Cantidad de aceite	$140 \text{ cm}^3 \pm 10 \text{ cm}^3$	Diámetro polea	110 mm

Fuente:(Denso, 2021,pág.163)

En la Tabla 2.9 se representa las características de construcción del compresor del aire acondicionado CLIMATIC de la camioneta Amarok.

Tabla 2.9 Características de construcción de compresor camioneta Amarok

Compresor Denso Número 7SB(U)	Compresor de plato oscilante simple
	7 pistones su caudal variable de 3 al 7% en mínimo y al máximo 100%
	Caudal regulado externamente con regulación electrónica o regulación interna mecánica.
	Aceite de compresor ND-8

Fuente:(Denso, 2021, pág.255)

En la Tabla 2.10 se detalla el porcentaje en cada elemento del sistema que tenga una buena lubricación para el funcionamiento idóneo y que haya una mejor vida útil del sistema en especial del compresor es importante mantener lubricado el sistema para que no haya fallas internas en especial del compresor que es el corazón del aire acondicionado.

Tabla 2.10 Lubricación con aceite del a/c camioneta Amarok

Parte del sistema	Porcentaje
Compresor	50%
Condensador	10%
Tubería de succión (alta presión)	10%
Evaporador	20%
Tubería de descarga (baja presión)	10%

Fuente: (Volkswagen, 2011, pág. 64)

En la Ecuación 1.5 se analiza las constantes para realizar el cálculo de la cantidad del aceite en cada elemento del sistema de aire acondicionado.

$$Q \text{ Aceite Mínima (gr)} = (Q \cdot 0.06 + 60) \times 1.11 \quad [1.5]$$

Donde:

Q: es la cantidad del fluido de refrigerante en gramos

$$Q \text{ Aceite M\u00ednima (gr)} = (530\text{gr} \times 0.06 + 60) \times 1.11$$

$$Q \text{ Aceite M\u00ednima (gr)} = 102 \text{ ml de aceite en el sistema A/C}$$

2.3.3.5 V\u00c1VULA TVX

La v\u00e1lvula electromagn\u00e9tica o electrov\u00e1lvula se observ\u00f3 que controla el compresor de tipo plato oscilante a trav\u00e9s de flujo de refrigerante variable que depende de diferentes voltajes o se\u00f1ales de PWM para mantener la temperatura deseada en el interior del habit\u00e1culo de la camioneta.



Figura 2.16 V\u00e1lvula TVX camioneta Amarok

En la Figura 2.16 se representa la v\u00e1lvula TVX, se observ\u00f3 que la ca\u00f1er\u00eda de baja y de alta llegan hacia la v\u00e1lvula TVX est\u00e1 v\u00e1lvula es de tipo H o llamada mono bloque tiene el bulbo internamente que controla la temperatura del refrigerante de salida que regresa al compresor para que este no se congele el bulbo se encuentra en la misma v\u00e1lvula en la parte superior, la v\u00e1lvula expande el frigor\u00edfico l\u00edquido a alta temperatura y alta presi\u00f3n y se convierte en una mezcla de gas y l\u00edquido a baja temperatura y baja presi\u00f3n entre 1.5 a 3 bares y llega a temperaturas bajo cero de -10 a -12\u00b0C, luego la mezcla va hacia el evaporador en el cual se evapora y el calor el cual absorbe el aire caliente por las aletas del evaporador luego enfriando el habit\u00e1culo del veh\u00edculo mediante el blower o ventilador que env\u00eda aire fr\u00edo al interior del habit\u00e1culo, en esta v\u00e1lvula se obtuvo informaci\u00f3n en su placa, se realiz\u00f3 la investigaci\u00f3n para el reconocimiento de la v\u00e1lvula mediante cat\u00e1logo marca denso (Denso, 2021,p\u00e1g. 557).

2.3.3.6 FILTRO DE POLEN

El filtro de polen se encontró ubicado en la parte frontal baja del copiloto en la caja climática que esta situada en el habitáculo de la camioneta, se lo saco moviendo unas binchas para observar el estado del filtro.



Figura 2.17 Filtro de polen

En la Figura 2.17 se representa el filtro de polen con carbón activo, se debe cambiar el filtro de polen cada 30.000 Km se puede cambiar a partir de los 15.000 Km esto depende de la utilización del aire acondicionado, la función principal del filtro es impedir el polvo y partículas al habitáculo hasta 2 micras; el filtro que tiene carbón activo adicionalmente nos ayuda a impedir los malos olores y la polución por eso se recomienda utilizar el filtro original.(Volkswagen, 2019, pág. 66).

2.3.3.7 BOMBA DE AGUA AUXILIAR.

Es una bomba de circulación se encontró en el sistema de calefacción y ayuda a la refrigeración del sistema sea más rápida, se encontró que tiene una entrada que viene del motor con agua caliente y que envia por otra cañería a circular rápidamente el agua hacia el radiador y que pasa además por el calefactor si necesita calefacción el conductor.



Figura 2.18 Bomba auxiliar eléctrica.

En la Figura 2.18 se observa la bomba auxiliar funciona con 12 voltios se abre y se cierra esta versión tenemos en la camioneta Amarok, hay otras bombas en sistemas más avanzados que funcionan con PWM y se abren según las necesidades en la calefacción del conductor está bomba ayuda a la bomba de agua mecánica al enfriamiento del motor a recircular el refrigerante rápidamente hacia el radiador porque la camioneta Amarok funciona con biturbo generando más calor, conjuntamente nos ayuda en el sistema de calefacción por agua cuando está parado el motor para aprovechar el calor si deseamos poner en el habitáculo enviando parte de este calor generado el agua es enviada al intercambiador de calor de la calefacción que se encuentra en la caja climática a el aprovechamiento de este calor se le llama calor residual (Volkswagen, 2019, pág 70).

2.3.3.8 SERVOMOTOR

Se analizó los servomotores del sistema del aire acondicionado porque abren y cierran el paso de aire por medio de ventoleras hacia el habitáculo del vehículo ayudándole en su confort y el de los pasajeros.



Figura 2.19 Servomotor
(Bosch, 2020)

En la Figura 2.19 se observa que tiene una tarjeta de control de donde salen tres cables el

cable de color café es tierra, el cable de color rojo es positivo se alimenta con 4.8 a 5.2 voltios en la camioneta se alimenta con 12 voltios y con 500 mA hasta 1 amperio, el cable de color naranja que es la señal es de 5 voltios y funciona con PWM y al mover la perilla de modo de entrada de aire, se utiliza un potenciómetro para que puedan trabajar junto al motor con algunos engranajes entonces se mueve el motor por acción manual del tablero de control y este a los engranajes de 0° a 180° esta posición dependiente según el conductor gira la perilla del modo que necesita por donde sale el aire a cualquier ángulo se desee, no puede girar 360° ya que tiene una traba y solo gira 180° puede abrir o cerrar las ventoleras el servomotor puede mover hasta 1.5 kg a 1 cm de distancia si se aleja más disminuye el peso que puede mover (Volkswagen, 2019, pág 73).

2.3.3.9 FUSIBLES Y RELÉS

Los fusibles proporcionan los medios principales para lo que es la distribución de voltaje o tensión y protección para todos los sistemas del vehículo, los fusibles tienen varios colores lo que significa que vienen con diferentes características de voltaje y amperaje de acuerdo a cada color.

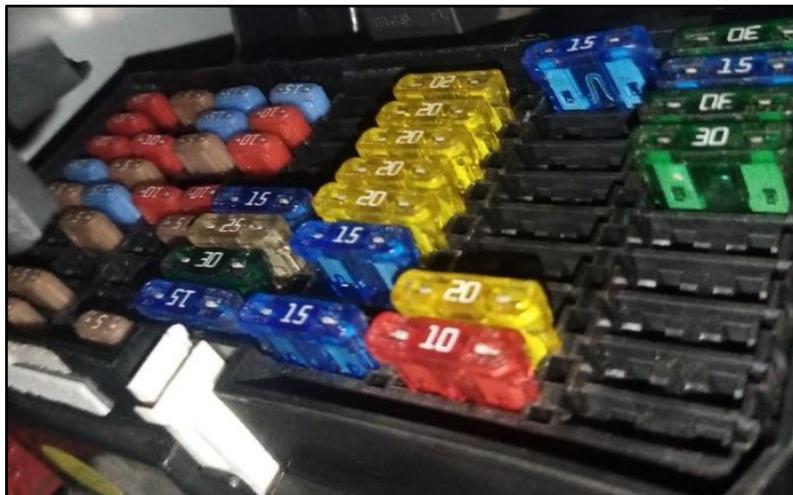


Figura 2.20 Caja de fusibles camioneta Amarok

En la Figura 2.20 se representa la caja de fusibles F4, donde se encuentran los fusibles que van a proteger al sistema de climatización y todos los sistemas en el motor de cualquier sobrecarga eléctrica es un elemento de seguridad para los circuitos eléctricos su material es un semiconductor de material de estaño y su punto de fusión es bajo.

En la Tabla 2.11 se detalla los fusibles del sistema a/c marca Blade, son: fusible 15 color naranja 5 amperios de protección batería borne positivo, 36 color azul 15 amperios de protección del relé principal, 42 color blanco 25 amperios de protección al sensor de presión y al borne 15 contacto de llave, 45 color azul 15 amperios de protección para la conexión de diagnóstico OBII que trabaja con 12 voltios, 62 color amarillo 20 amperios de protección de la bomba de agua auxiliar, 64 color verde 30 amperios de protección del circuito de corriente de marcha principal

Tabla 2.11 Fusibles del sistema de aire acondicionado

Fusible	Color	Amperaje	Descripción
Número 15	Naranja	5 amperios	Protección de batería borne positivo
Número 36	Azul	15 amperios	Protección del relé principal
Número 42	Blanco	25 amperios	Protección del sensor de presión y borne 15 contacto con la llave
Número 45	Azul	15 amperios	Protección para el OBII
Número 62	Amarillo	20 amperios	Protección bomba auxiliar de agua
Número 64	Verde	30 amperios	Protección del circuito marcha principal.

En la Tabla 2.12 se representa los fusibles a/c marca Blade

Tabla 2.12 Relés del sistema

Relé	Amperaje	Descripción
Relé A	40 amperios, 12v	De la Bomba auxiliar de líquido refrigerante
Relé B	40 amperios, 12v	Para el accionamiento principal
Relé C	40 amperios, 12v	Es del borne 30 positivo de la batería
Relé G	40 amperios, 12v	Es del borne 15 que es la llave de contacto
Relé K	40 amperios, 12v	Da el paso de corriente a todo el sistema.

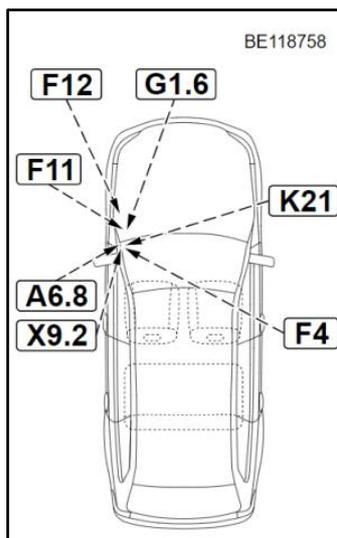


Figura 2.21 Posición de montaje relés y fusibles camioneta Amarok 2011

(Bosch, 2020)

En la Figura 2.21 se observa la posición y montaje de los fusibles y relés, a continuación se revisará que significa cada numeración en la parte que se encuentra señalada su ubicación en la camioneta.

En la Tabla 2.13 se observa los componentes como son relés, porta relés, la batería el sistema central y la caja de fusibles y su designación de códigos en la columna izquierda.

Tabla 2.13 Componentes de la parte eléctrica del sistema aire acondicionado

Código	Componentes
G1 6	Batería 12v
X9 2	Conexión de diagnóstico a bordo OBDII
F12	Porta fusibles 2
K21	Porta relés 1
F11	Porta fusibles 1
A6 8	Sistema electrónico central
F4	Caja de fusibles 4

2.3.4 SELECCIÓN DE LOS SENSORES Y ACTUADORES DEL SISTEMA A/C A ANALIZAR

Primero se estudió la electroválvula e interpretar las averías y inconvenientes existentes es

muy importante estudiar la válvula porque reduce el consumo de combustible y es más eficiente en el automóvil y no funciona el compresor a su máxima capacidad evitando además desgastes internos de los componentes del sistema. Para realizar el estudio se seleccionó los componentes más importantes del sistema siguiendo la misma línea se analizó el sensor de alta presión del aire acondicionado este se encuentra después del filtro secador del sistema en la cañería de alta presión.

Finalmente se analizó el sensor del evaporador y los sensores de salida frontal y reposapiés y la bomba de agua auxiliar eléctrica.

En la Tabla 2.14 se representa la numeración de pines, el color y la descripción de la electroválvula N280

Tabla 2.14 Pines de la Electroválvula N280

Pines	Color	Descripción
1	azul	Alimentación
2	Negro/rojo	Tierra (Pwm)

En la Tabla 2.15 se representa la numeración de pines, el color y la descripción.

Tabla 2.15 Sensor de alta presión

Pines	Color	Descripción
1	Café	Tierra
2	Morado/rojo	Señal
3	Negro/Blanco	Alimentación

En la Tabla 2.16 se detalla la numeración de pines, el color y la descripción del sensor del evaporador

Tabla 2.16 Pines del sensor del evaporador

Pines	Color	Descripción
1	Verde/amarillo	Alimentación
2	blanco/negro	Tierra

En la Tabla 2.17 se observa la numeración de pines, el color y la descripción de los sensores de salida de temperatura del aire interior frontal y reposapiés

Tabla 2.17 Pines de los sensores de salida de temperatura del aire interior frontal y reposapiés

Pines	Color	Descripción
1	Verde/amarillo	Alimentación
2	blanco/negro	Tierra

En la Tabla 2.18 se observa la numeración de pines, el color y la descripción de la bomba auxiliar eléctrica

Tabla 2.18 Pines de la bomba auxiliar eléctrica

Pines	Color	Descripción
1	azul	Alimentación
2	blanco	Tierra

2.3.5 COMPROBACIÓN DE LOS SENSORES Y ACTUADORES A ANALIZAR

Se realizó la comprobación de los actuadores y sensores con un multímetro de rango automotriz se obtuvo datos de magnitudes como los voltajes de referencia, voltajes de señal y resistencias de los sensores y actuadores y se basó con la información recolectada en la revisión bibliográfica en la parte de marco teórico porque trabajan con información similar.

Se realizó la comprobación se conectó el multímetro en cada sensor como de alta presión que funciona de 12 a 14 voltios con voltaje de alimentación, y varia la señal dependiendo de la presión en este sensor de acuerdo con el manejo del tablero de control. Además se midió los voltajes de la electroválvula trabaja con 10 a 12 voltios de alimentación funciona con Pwm y su resistencia es de 11 ohmios aproximadamente. Los otros sensores NTC y la bomba auxiliar también fueron comprobados con el multímetro automotriz.

2.3.6 ELECCIÓN DEL DISPOSITIVO DE DIAGNÓSTICO PARA REALIZAR PRUEBAS DEL A/C.

Se realizó la selección en el equipo porque tiene variedad al momento de tomar los datos tiene varios aspectos positivos al momento de simular los sensores. Además tuvo herramientas como el multímetro automotriz que diagnostica los datos técnicos como el voltaje, resistencias, el equipo FSA-740 obtiene el osciloscopio automotriz tiene dos canales y se puede simular de manera adecuada y se obtuvieron gráficas de excelente precisión modificando su tamaño.

El equipo además al conectar el OBII detecta de una forma rápida defectos en cualquier sistema del automóvil tiene conectores y detecta anomalías sin tener que desmontar los sensores, actuadores y dispositivos eléctricos del vehículo, tiene funciones como generador de señales que trabajan con 10 y 12 voltios y se puede cambiar las formas de las señales de acuerdo a su conveniencia.

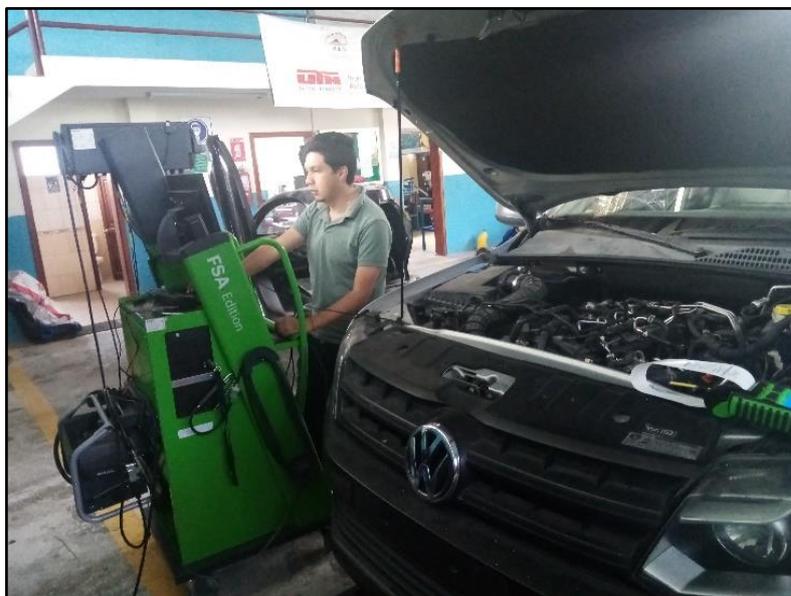


Figura 2.22 Conexión del equipo FSA-740 marca Bosch

En la Figura 2.22 representa FSA-740 a la camioneta Volkswagen Amarok, se prendió el equipo del CPU y la computadora conjuntamente de arrancar el automóvil se procede a ver el sistema ya la pantalla prendida para analizar los programas y tomar los datos necesarios.

2.3.7 OBTENCIÓN DE LAS GRÁFICAS DE PARÁMETROS EN CONDICIONES NORMALES

Se conectó el equipo FSA-740 Bosch para analizar los datos del diagnóstico a bordo OBDII, Posteriormente, la selección del vehículo y conexión se la realiza mediante KTS-560 que es el interfaz de comunicación entre el FSA-740 y el vehículo por cable o wifi por bluetooth.



Figura 2.23 Equipo KTS-560

En la Figura 2.23 se detalla los usos que tiene este módulo, sirve como un interfaz de comunicación de forma rápida y eficiente entre el FSA-740 y el automóvil la camioneta Amarok, el interfaz es de color verde claro y tiene 5 leds con luz verde el primero es para encender al KTS-560, el segundo led cuando se pone de color rojo es que hay algún riesgo o se descarga el dispositivo, el siguiente led es cuando hay una conexión por cable por ODII, el siguiente cuando la conexión es inalámbrica y finalmente cuando hay una conexión segura siempre se prende el led donde se encuentra un auto.

Al prender la pantalla se especificó el tipo de vehículo con el código VIN: WV1ZZZ2H2B8013212 o digitando los datos de la matrícula se demora un poco que el anterior.

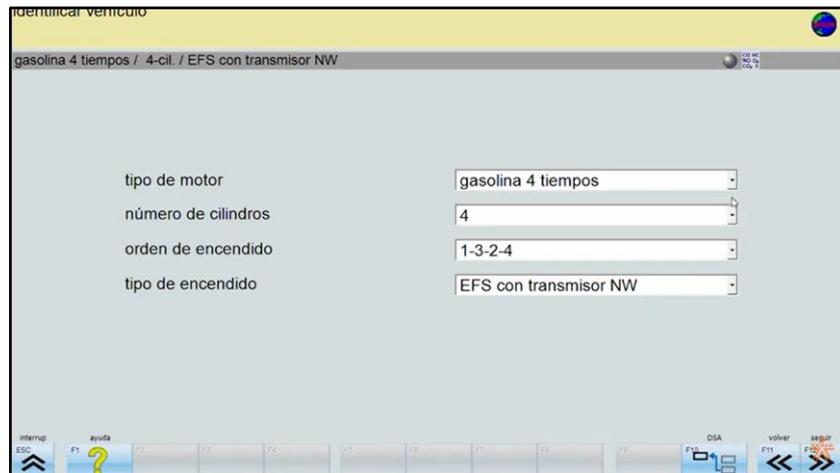


Figura 2.24 Identificación Osciloscopio FSA-740 Bosch

En la Figura 2.24 se representa los datos que se deben de llenar en el programa como son el tipo de motor que es de cuatro tiempos a Diésel, luego se puede el número de cilindros la camioneta tiene 4 cilindros en línea el orden de encendido 1-3-2-4 y al final el tipo de encendido.

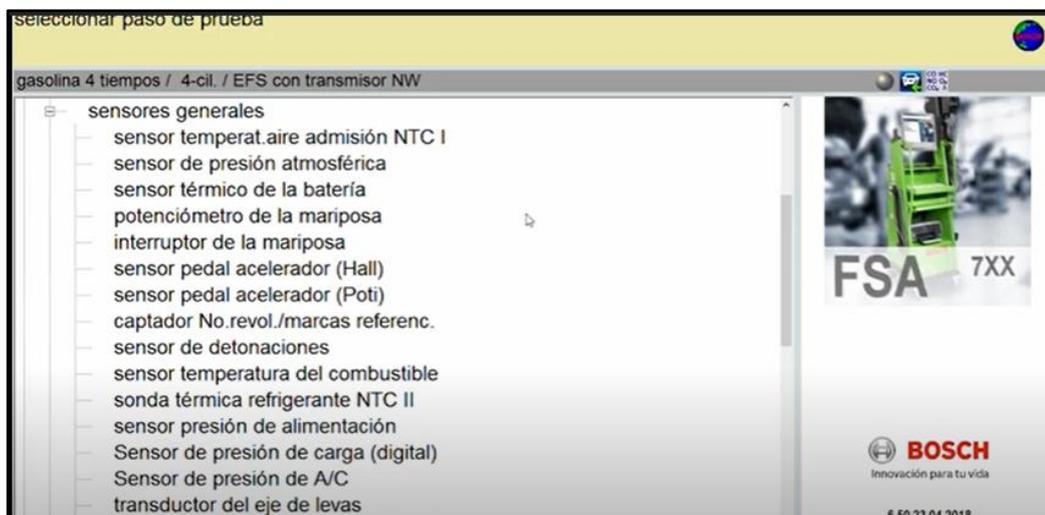


Figura 2.25 Prueba de componentes, sensores y actuadores Osciloscopio.

En la Figura 2.25 analiza una inventario de la prueba componentes sin desmontarlos se desglosó todas las opciones y se seleccionó para obtener las gráficas de las curvas características del sensor de presión y la electroválvula del sistema. Con la ayuda del equipo 6000 plus recicladora de mantenimiento se realizó pruebas de mantenimiento de prevención del a/c.

La conexión de sensor, actuador se analizó los cables identificando cual es tierra, alimentación y la señal y en el caso de la válvula su alimentación y tierra que sirve además como PWM.



Figura 2.26 Prueba de componentes, Osciloscopio.

En la Figura 2.26 detalla en el programa las gráficas de las curvas cuando se realiza la prueba con los diferentes sensores a diferentes rangos de funcionamiento, finalmente se pueden ir guardando las mediciones para realizar comparaciones y un diagnóstico adecuado.

2.3.8 OBTENCIÓN DE LAS GRÁFICAS DE PARÁMETROS EN CONDICIONES DISTINTAS

Se realizó el análisis de las gráficas como principales elementos la electroválvula del compresor y el sensor de alta presión porque el programa del osciloscopio nos brinda las opciones para analizar la climatización, las circunstancias para tomar los datos fue el mover la perilla de módulo tablero de control y cambiar la temperatura del sistema en temperatura normal 22°C en 20°C y totalmente frío 18°C a 8°C a distintas revoluciones con el vehículo cerrado totalmente y en modo de recirculación, además se tomó datos de las presiones del sensor de alta y la carga del compresor para realizar comparaciones y el período que espera en disminuir la temperatura en el habitáculo.

Finalmente establecidas las condiciones se realizó las mediciones en el equipo FSA-740 Bosch, revisando correctamente cada pin de los sensores para tener las señales adecuadas al

momento de conectar los cables del equipo.

Las otras señales de los sensores NTC se obtuvieron mediante mediciones con el multímetro mediante las variaciones de temperatura se recogió datos de la resistencia.

2.3.9 COMPARACIÓN DE LAS GRÁFICAS DE PARÁMETROS EN CONDICIONES DISTINTAS Y NORMALES

Se realizó finalmente una comparación entre los datos normales del sistema aire acondicionado activado a 22°C y los datos obtenidos a temperaturas cada vez más bajas así verificando si el sistema está enfriando correctamente, los datos obtenidos se los realizó con el vehículo en funcionamiento a diferentes condiciones. Se analizó las gráficas de señales obtenidas con el equipo FSA-740 además los datos de funcionamiento de las curvas y encontrar si existen fallas en los actuadores o sensores.

2.3.10 DIAGNÓSTICO FINAL DE LAS SEÑALES CONSEGUIDAS

Con todas las pruebas que se realizó con el equipo FSA-740 Bosch se realiza un diagnóstico global, se observó el comportamiento del sensor de alta presión y la electroválvula a diferentes condiciones para ver si están trabajando con muy buena eficiencia.

En las pruebas se realizó la medición en la electroválvula del voltaje PWM y los valores de las presiones a distintas temperaturas de la perilla de mando; también la carga del compresor y el tiempo en que demoró en disminuir la temperatura en el interior del habitáculo de la camioneta.

En el sensor de presión las variaciones de voltaje, las distintas presiones y la carga es la misma de la electroválvula. Finalmente se realizó el diagnóstico de los datos obtenidos por el equipo CLIMA 6000 Plus de la Universidad Técnica del Norte se realizó las ensayos para el mantenimiento preventivo como es la prueba de vacío de fugas y de presiones.

CAPITULO III

3 RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1 ANÁLISIS DE LOS SENSORES Y ACTUADORES DEL A/C

EL análisis se encontraron los dispositivos más significativos que controlan el sistema de climatización automotriz a continuación se detalla cada componente.

3.1.1 ELECTROVÁLVULA N280

Se encontró datos referenciales en la revisión bibliográfica acerca de la electroválvula, las características técnicas de cómo funciona, el voltaje de referencia de alimentación, la resistencia, el ancho de pulso y además la carga del refrigerante.

En la Tabla 3.1 detalla los datos en la electroválvula, el voltaje de referencia es de 12v a 13.5 puede trabajar desde los 10 voltios la temperatura a la cual llega es de 120 a 150 °C, la resistencia es de 11 ohmios y muy importante es la carga de refrigerante que en buenas condiciones a refrigeración máxima debe llegar a 7Nm.

Tabla 3.1 Características de electroválvula o solenoide

Voltaje	12 V a 13,5 V
Temperatura	120 a 150 ° C; -40°C
Resistencia	10,4 a 11 ohmios
Pwm	1-1,5ms
Tiempo descanso válvula	0,5- 0,8ms
Carga del refrigerante	4 - 7Nm

Fuente:(Bosch, 2022)

En la Tabla 3.2 detalla la electroválvula datos en cada una de las pruebas al mover la perilla del módulo también llamado tablero de control, primero la prueba a 22°C luego a 20°C y 18°C con el voltaje cuando se activa es de 10 voltios puede llegar hasta los 12 voltios las presiones varían según las condiciones del automóvil y el movimiento de la perilla y a mayor

refrigeración mayor carga del compresor.

Tabla 3.2 Valores reales de electroválvula.

Pruebas	Voltaje electroválvula	Presiones	Carga del compresor
Prueba a 22°C	10 a 12 V	9 a 10 bares	4,2 a 4,8Nm
Prueba a 20°C	10 a 12V	10,2 a 10,6 bares	4,9 a 5,2Nm
Prueba a 18°C LOW	10 a 12V	10,8 a 12 ó 15 bares	5,4 a 7Nm

Fuente:(Bosch, 2022)

Hay dos tipos de válvula, la electroválvula tiene dos posiciones abierto y cerrado con PWM, mientras tanto la electroválvula totalmente electrónica tiene posiciones intermedias que miden voltaje de 2V, 4V, 6V, 8V, 12V debido a la señal PWM y a la carga en el sistema.

3.1.2 SENSOR DE ALTA PRESIÓN A/C

En la Tabla 3.3 se analizó el sensor de aire acondicionado tiene 3 cables los cuales están numerados desde 1 hasta 3 de izquierda a derecha el primero cable de color café es polo negativo o masa, el cable intermedio de color morado con una línea roja es la señal que varía de 0 a 12 voltios y el cable final de color negro con una línea blanca es la alimentación de 12 voltios, la señal varía según la presión del refrigerante.

Tabla 3.3 Pines del Sensor de Presión

Pines	Color	Descripción
1	café	Tierra
2	Violeta/roja	Señal
3	Negro/blanco	Alimentación

En la Tabla 3.4 detalla el sensor de presión y datos en cada una de las pruebas al mover la perilla del módulo también llamado tablero de control, se observa que el voltaje varía según la presión en la cañería de alta ,entre más presión hay mayor variación de voltaje.

Tabla 3.4 Valores reales del sensor de presión

Pruebas	Voltaje del sensor de presión	Presiones
Voltaje de referencia	0 A 14 V	
Prueba a 22°C	7 a 8,2 V	9,8 a 10 bar bares
Prueba a 20°C	8,2 a 10,4V	11,8 a 12,8 bares
Prueba a 18°C LOW	10,4 a 13,6V	12,6 a 15 bares

Fuente:(Bosch, 2022)

3.1.3 SENSOR DE TEMPERATURA DEL EVAPORADOR

La Tabla 3.5 se detalla los datos del sensor del evaporador, el sensor tiene una resistencia NTC o de coeficiente negativo, la resistencia con el multímetro este sensor es de 10 K Ω , informa a la ECU la temperatura del evaporador del aire acondicionado por los pines B2 que va al módulo manual y la tierra electrónica B8.

(Volkswagen, 2019,pág 62).

Tabla 3.5 Datos sensor del evaporador

Grados(C°)	Condición específica K Ω .
-10	7,8 a 9
-5	4,6 a 7,2
0	3 9 a 5,7
10	2.80 a 3,7
20	1,5 a 2,4
25	1,2 a 1,3
30	0,8 a 1,28

Fuente: (Volkswagen, 2019)

3.1.4 SENSOR DE TEMPERATURA DE SALIDA AIRE FRONTAL Y REPOSAPIES.

En la Tabla 3.6 representa los resultados de mediciones en los sensores de salida de temperatura del aire interior frontal y reposapiés hacia el habitáculo estos dos sensores son NTC, trabaja con rango de 5 K Ω informan a la ECU la temperatura del interior de la camioneta por los pines B4 y A3 que van al módulo manual y comparten la misma tierra electrónica A18, estos datos se obtuvieron con el multímetro automotriz, este sensor trabaja de -10°C a 60 °C.

Tabla 3.6 Datos sensor frontal y reposapiés

Grados(C°)	Condición específica KΩ.
10	4,5 a 4,8
20	3,4 a 3,7
30	2,1 a 2,3
40	1,3 a 1,5
50	0,9 a 1
55	0,5 a 0,7
60	0,4 a 0,6

Fuente: (Volkswagen, 2019).

3.1.5 BOMBA ELÉCTRICA DE AGUA AUXILIAR

A continuación se analizó la bomba auxiliar de la calefacción M9.80, la bomba M9.85 no trae la camioneta solo tiene la bomba de agua mecánica acoplada a la polea del cigüeñal

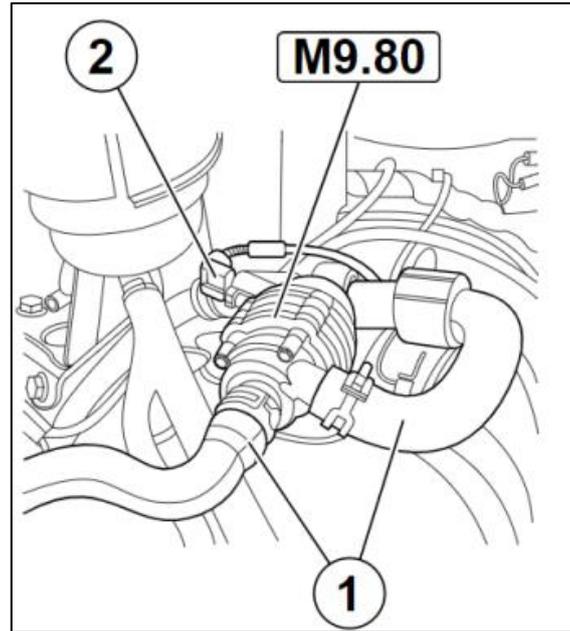


Figura 3.1 Bomba auxiliar de refrigeración
(Bosch, 2022,pág.9)

En la Figura 3.1 se representa la bomba auxiliar que ayuda a la bomba de agua mecánica a disipar el calor además que es un sistema biturbo y realiza a su vez la función de calor residual para la calefacción cuando el motor está apagado. Se observa en el número uno la entrada de refrigerante que pasa por el motor caliente y la salida hacia el condensador cuando se habilita la calefacción y al radiador para que se enfríe al mismo tiempo.

3.2 COMPROBACIÓN DEL TRABAJO DE LOS SENSORES Y ACTUADORES CON LAS GRÁFICAS DEL EQUIPO DE PRUEBA DE BOSCH FSA-740.

3.2.1 VALORES REALES DE LOS COMPONENTES EN CONTACTO

Se obtuvo las siguientes mediciones del circuito eléctrico con el escáner del sistema CLIMATIC 4.0. Se ingresó al menú de diagnóstico se nos despliega la información y entramos en la pestaña valores reales donde se observará los datos obtenidos en contacto y en funcionamiento del motor además que se puede maniobrar manualmente las perillas del tablero de control manual para ver los cambios que se realiza en los datos obtenidos.

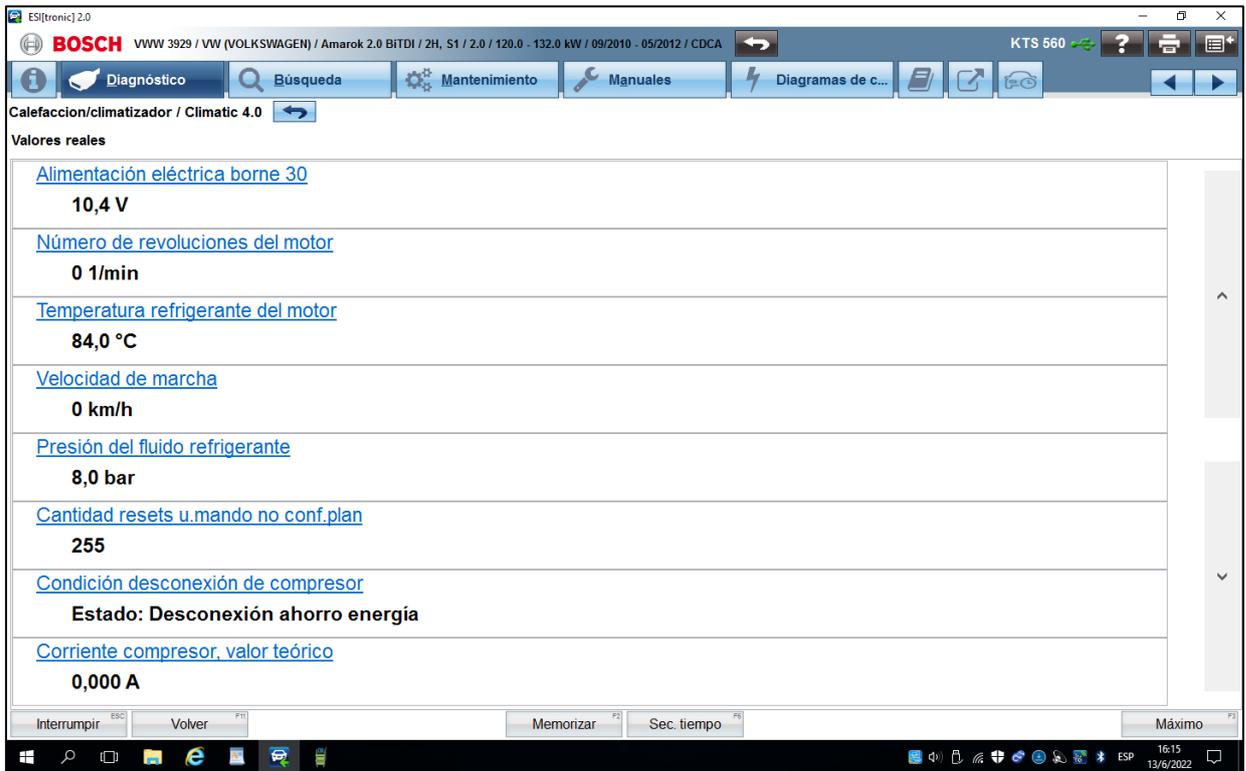


Figura 3.2 Datos tiempo real ESI[tronic] escáner.

En la Figura 3.2 se detalla los datos en tiempo real del escáner en contacto, primero el análisis de la batería que es el borne 30 es bajo la batería se encuentra en mal estado el valor es de 10,4 voltios y debería estar como mínimo en 12 voltios esto se produjo por el tiempo de uso y además porque el alternador del vehículo necesita reparación se procedió posteriormente a solucionar este problema, las revoluciones y la velocidad están correctas el vehículo no se encuentra prendido y se encuentran enceradas estas opciones.

La temperatura del motor es adecuada después de un tiempo de funcionamiento se encuentra en un rango correcto de 80° a 90° C nos marca 84°C, la presión del fluido refrigerante debe ser de 14,7 PSI o 1 bar cuando está en contacto como el vehículo ya fue prendido para alcanzar su temperatura de funcionamiento y se prendió el aire acondicionado por un momento subió a 8 bar esta presión es baja, los otros datos son cero ya que no está activado el compresor.

Compresor de agente frigorífico: Número de revoluciones	0 1/min
Carga de compresor	0,0 Nm
Control ventil. radiador, valor real	102,0 %
Control vent. radiador valor teórico	0,0 %
Elevación núm. revoluciones ralentí	Estado: Función no activa
Temperatura del aire exterior	27,5 °C
Temperatura ext. calculada internam.	24,5 °C
Temperatura aire de salida CEN IZQ	27,0 °C

Figura 3.3 Datos tiempo real ESI[tronic] escáner.

En la Figura 3.3 se detalla las revoluciones del compresor al estar apagado, al igual que la carga del compresor es cero, el ventilador del radiador no se encuentra funcionando al estar apagado se tiene el valor teórico y real y al final las temperaturas en el exterior es de 27.5C y interna central izquierda es de 27°C.

ESI[tronic] 2.0
 BOSCH VWV 3929 / VW (VOLKSWAGEN) / Amarok 2.0 BITDI / 2H, S1 / 2.0 / 120.0 - 132.0 kW / 09/2010 - 05/2012 / CDCA
 KTS 560

Diagnostico Búsqueda Mantenimiento Manuales Diagramas de c...

Calefaccion/climatizador / Climatic 4.0

Valores reales

Temperat. salida espacio reposapiés	33,3 °C
Temperatura tras evaporador	24,0 °C
Temperatura interior	24,5 °C
Motor del ventilador: Estado	Función: des.
Señal regulación intensidad luminosa	0,0 %
Derivado de vehículo	Var. carrocería zaga corta/Multivan
Valor teórico chapal. aire circulante	100,0 %
Calef. luneta trasera: Valor real	Función: des.

Interrumpir ESC Volver P11 Memorizar P2 Sec. tiempo P2 Máximo P3

16:18 13/6/2022

Figura 3.4 Datos tiempo real ESI[tronic] escáner.

En la Figura 3.4 detalla las temperaturas la de la salida del reposapiés donde se encuentra un sensor de salida del aireador es de 33.3°C, del evaporador es de 24°C y algunas funciones desactivadas como son los servomotores o chapaletas, calefacción desactivada en los asientos, por el estado del vehículo aún en contacto y desactivadas % es cero, las funciones de las perillas de aire acondicionado, calefacción, modos, ventilador, se dedujo datos normales que se encuentran en el momento de realizar esta prueba.

En la Tabla 3.7 se representa los voltajes teóricos y reales de dispositivos que componen el a/c tomados con el equipo FSA-740.

Tabla 3.7 Datos de voltaje en programa ESI[tronic] escáner de componentes del sistema aire acondicionado CLIMATIC 4.0

Componente	Valor teórico	Valor real
Válvula reguladora del compresor A/C.	11V-13V	11,6V-12,3V
Motor ventilador de aire fresco	11V-13V	11,5V-12,2V
Servomotor de chapaleta aire circulante	11V-13V	11,7V-12,1V
Servomotor de descongelador	11V-13V	11,4V-12,4V
Servomotor aire adelante del habitáculo	11V-13V	11,4V-12,4V
Servomotor chapaleta mezcla de aire	11V-13V	11,4V-12,3V
Servomotor chapaleta espacio de reposapiés	11V-13V	11,5V-12,3V
Bomba auxiliar circulante de refrigerante de motor.	11V-13V	11,7V-12,1V
Sensor de presión	11V-13V	11,6V-12,3V
Sensor de temperatura salida de reposapiés y salida central	4,8V -5,2 V	4,9V-5V
Sensor del evaporador	4,8V -5,2 V	4,8V-5,1V

3.2.2 VALORES ELECTROVÁLVULA DEL COMPRESOR EN CONDICIONES NORMALES A 22°C EN RALENTÍ

Los datos que se obtuvieron en la electroválvula se realizaron con el vehículo totalmente cerrado sus ventanas y puertas y modo de recirculación para observar la capacidad de rendimiento del sistema de aire acondicionado

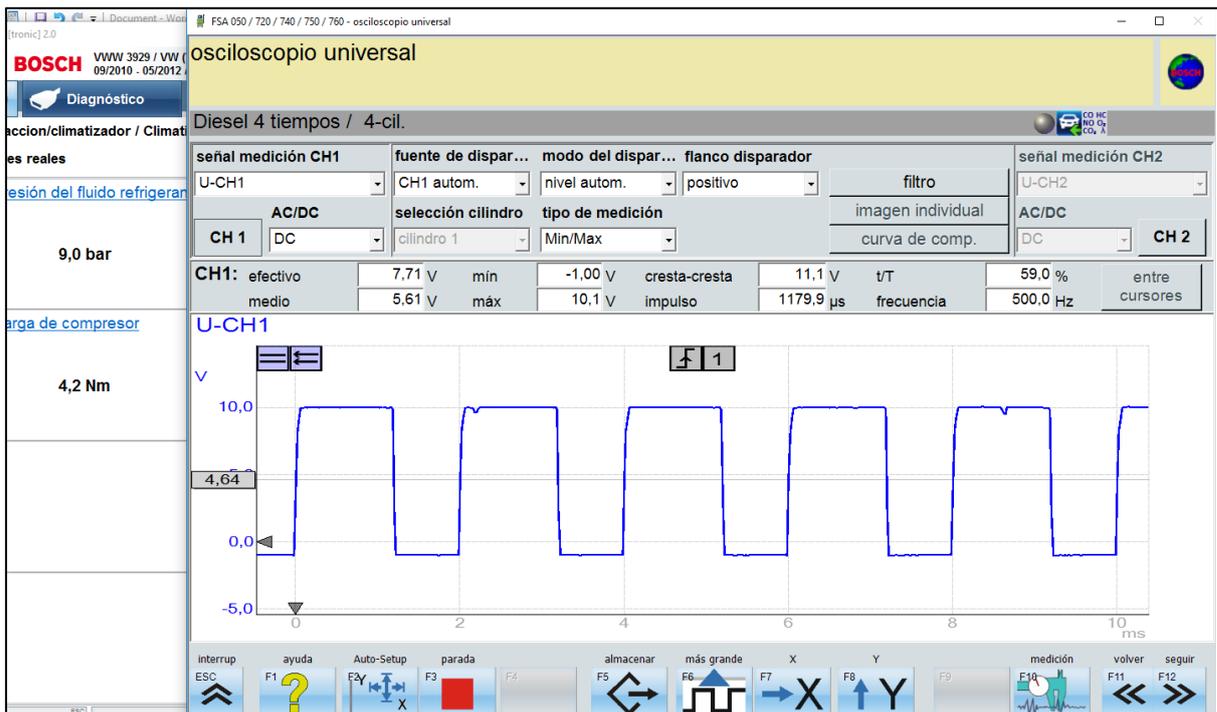


Figura 3.5 Refrigeración mínima 22°C, velocidad ventilador 2

En la Figura 3.5 detalla la gráfica color azul del cable CH1 que es el canal uno mediante agujas se pinchó en los pines A16 y tierra de la válvula del compresor los resultados el vehículo prendido se puede ver una gráfica en forma cuadrada digital en el eje Y el voltaje que alcanza 10 voltios al momento que se encuentra abierta el voltaje está bajo debería estar 12 voltios pero hay un fallo del sistema de carga alternador y batería que se corrigió al final cambiando la batería por una nueva.

En el eje X la escala está de 2 milisegundos el ciclo de la onda cuadrada, se observa el tiempo de activación de la válvula por PWM es de 1.179 milisegundos y de reposo 0.82 milisegundos, la presión es 9 bares y la carga del compresor 4,2Nm como se observa en el escáner, la perilla está situada en 22°C y ventilador en nivel 2, la frecuencia es 500Hz, la

relación de impulsos es 59% y el tiempo de prueba es 1,18 segundos.

En la Tabla 3.8 se observa los parámetros de la electroválvula en refrigeración 22°C en ralentí.

Tabla 3.8 Refrigeración mínima 22°C electroválvula N280

Refrigeración mínima 22°C, velocidad ventilador 2	
Se colocó agujas del CH1 FSA-740 en pines A16 y Tierra	
Activación por PWM	
$T = \frac{1}{f} ; T = \frac{1}{500\text{Hz}} = 0.002\text{s} = 2\text{ms}$	Tiempo total de activación y desactivación de la electroválvula
$\% = \frac{t}{T} = t = T \cdot \% = \frac{59\% \cdot 2\text{ms}}{100\%} = 1,18\text{ms}$	Tiempo de activación o impulso
$2\text{ms} - 1,18\text{ms} = 0,82\text{ms}$	Tiempo de reposo
500 HZ	Frecuencia
Carga del compresor	4.2Nm
Presión	9 bares

3.2.3 VALORES ELECTROVÁLVULA DEL COMPRESOR EN CONDICIONES NORMALES A 22°C A 2000 RPM

Los datos que se obtuvo en la electroválvula se realizaron con el vehículo totalmente cerrado sus ventanas y puertas y modo de recirculación para observar si tiene capacidad en el rendimiento y enfriamiento.

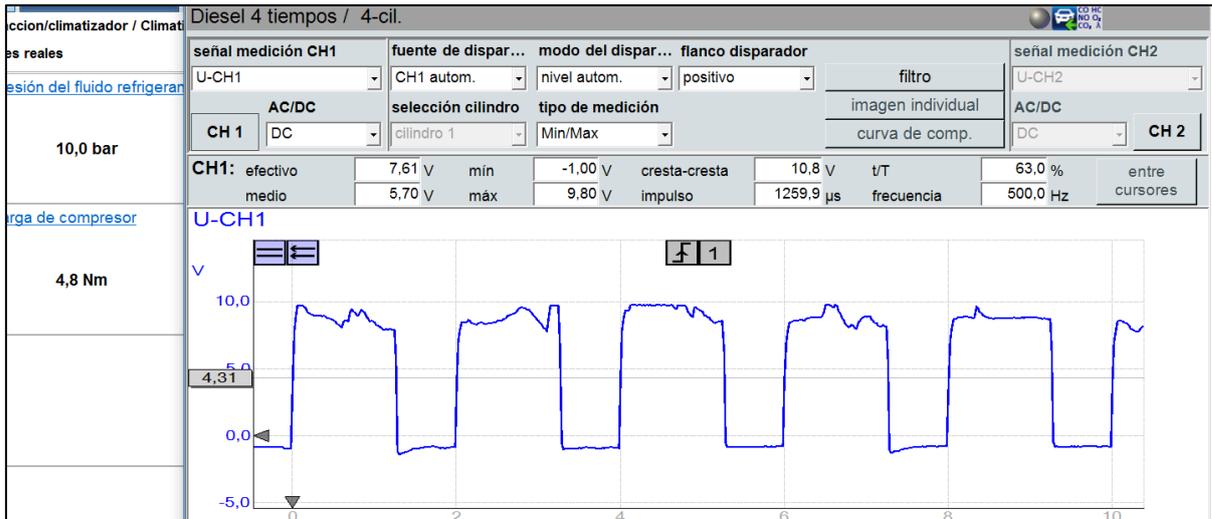


Figura 3.6 Refrigeración mínima 22°C, velocidad ventilador 2

En la Figura 3.6 se representa la gráfica en forma cuadrada se encuentra el ventilador en nivel 2, los cambios en la gráfica primero es irregular esto se ocasiona por ruidos en el taller o por no pinchar bien los pines en este caso fue por el excesivo ruido en el taller, la gráfica se mantiene en 10 voltios y cambia el impulso de activación con respecto al anterior gráfico es de 1.259 milisegundos esto sucede porque está a 2500rpm y enfría más rápido entonces sube el tiempo y baja el reposo o desactivación a 0.74 milisegundos.

La presión del fluido sube de 9 a 10 bares y la carga del compresor de 4.2 a 4.8Nm, la frecuencia es 500Hz, la relación de impulsos es 63% y el tiempo de prueba es 0,126 segundos se puede decir que está funcionando correctamente en refrigeración 22°C porque sube el tiempo de activación para refrigerar rápido y baja el tiempo de descanso con respecto cuando está en ralentí.

En la Tabla 3.9 se observa los parámetros de la electroválvula en refrigeración 22°C a 2000 rpm.

Tabla 3.9 Refrigeración mínima 22°C electroválvula N280

Refrigeración mínima 22°C, velocidad ventilador 2
Se colocó agujas del CH1 FSA-740 en pines A16 y Tierra

Tabla 3.9 Refrigeración mínima 22°C electroválvula N280 (Continuación...)

Activación por PWM	
$T = \frac{1}{f} ; T = \frac{1}{500\text{Hz}} = 0.002\text{s} = 2\text{ms}$	Tiempo total de activación y desactivación de la electroválvula
$\% = \frac{t}{T} = t = T \cdot \% = \frac{63\% \cdot 2\text{ms}}{100\%} = 1,26\text{ms}$	Tiempo de activación o impulso
$2\text{ms} - 1,26\text{ms} = 0,74\text{ms}$	Tiempo de reposo
500 HZ	Frecuencia
Carga del compresor	4.8Nm
Presión	10 bares

3.2.4 VALORES SENSOR DE PRESIÓN EN CONDICIONES NORMALES A 22°C EN RALENTÍ

Los datos que se obtuvo en el sensor de presión se los realizo con el equipo FSA-740, y además con la ayuda del osciloscopio marca Hantek el cual tiene mayor capacidad de análisis de gráficas y se puede observar correctamente las ondas de señal del sensor de presión.

**Figura 3.7** Refrigeración mínima 22°C, velocidad ventilador 2

En la Figura 3.7 representa la gráfica sensor de presión tomada con el osciloscopio automático marca Hantek, el sensor trabaja con una señal de 8.2 voltios y el tiempo es aproximado de 5 mili segundos de activación del sensor y el tiempo de reposo o desconexión es de 15 milisegundos la presión del refrigerante es de 9 bares aproximado.

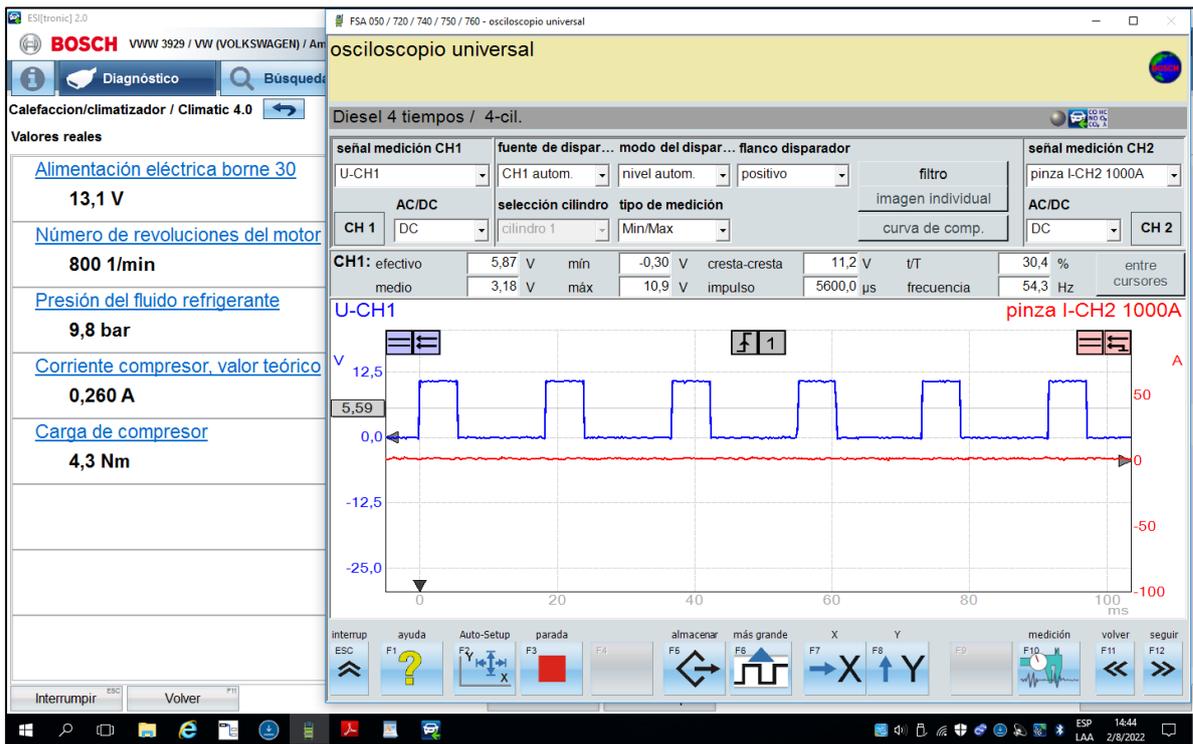


Figura 3.8 Refrigeración mínima 22°C, velocidad ventilador 2 Sensor presión A/C

En la Figura 3.8 se observa las mediciones que se realizó en el canal azul CH1 del sensor de presión el eje Y regulado en escala de 12,5 voltios y el eje X en escala de 20 ms, el voltaje del sensor varía con el vehículo en funcionamiento está en ralentí de 5V a 12V según la presión del refrigerante, el tiempo que genera la señal de presión del refrigerante es de 5.6 ms y el tiempo desactivado aproximadamente de 12 ms.

Trabaja con un voltaje de 11 voltios al momento, al lado izquierdo de la figura se detalla los datos importantes como alimentación de batería es de 13.1 voltios, está trabajando en ralentí, la presión del fluido refrigerante es 9.8 bar y va en aumento, la corriente del compresor es de 0.260 amperios y la carga del compresor está empezando es de 4,3 Nm, la frecuencia es 54,3Hz la relación de impulsos es 30,4%.

En la Tabla 3.10 representa los parámetros de la electroválvula en refrigeración 22°C en ralentí.

Tabla 3.10 Refrigeración mínima 22°C sensor de presión

Refrigeración mínima 22°C, velocidad ventilador 2	
Se colocó agujas del CH1 FSA-740 en pines A5 y tierra cable color cafe	
Tiene tres cables: alimentación color negro con una raya blanca, señal cable color morado, tierra cable color café	
$T = \frac{1}{f}$; $T = \frac{1}{54,3\text{Hz}} = 0.018\text{s} = 18,4\text{ms}$	Tiempo total de activación y desactivación sensor de presión
$\% = \frac{t}{T} = t = T \cdot \% = \frac{39,4\% \cdot 18,4\text{ms}}{100\%} = 7,24\text{ms}$	Tiempo de activación o impulso
$18,4\text{ms} - 7,24\text{ms} = 11,16\text{ms}$	Tiempo de reposo
54,3 HZ	Frecuencia
Carga del compresor	4.3Nm
Presión	9,8 bares
Revoluciones	800 1/min ralentí

3.2.5 VALORES SENSOR DE PRESIÓN EN CONDICIONES NORMALES A 22°C EN 2000 RPM

Los datos que se obtuvo en el sensor de alta presión se realizaron con el vehículo totalmente cerrado sus ventanas y puertas y modo de recirculación para observar la capacidad de rendimiento y enfriamiento.



Figura 3.9 Refrigeración mínima 22°C, velocidad ventilador 2

En la Figura 3.9 representa la gráfica del sensor de presión tomada con el osciloscopio automático marca Hantek, el sensor trabaja con una señal de 9 voltios y el tiempo es aproximado de 4 mili segundos de activación del sensor y el tiempo de reposo o desconexión es de 14 milisegundos y de 10.bares la presión aproximada.

Además se observó los datos en la parte inferior como es el valor de cada recuadro como se observa es de 5 voltios en el eje y el tiempo es de 5 milisegundos por recuadro en el eje x

En la Tabla 3.11 se observa los parámetros del sensor de presión en refrigeración 22°C en 2000rpm

Tabla 3.11 Refrigeración mínima 22°C sensor de presión

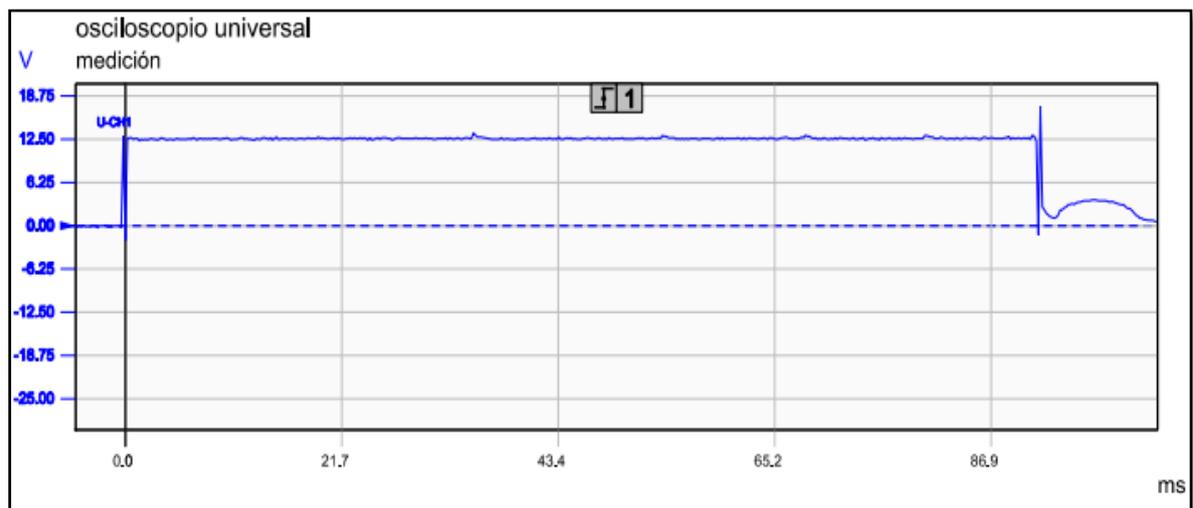
Refrigeración mínima 22°C, velocidad ventilador 2	
Se colocó agujas del CH1 FSA-740 en pines A5 y tierra cable color cafe	
Tiene tres cables: alimentación color negro con una raya blanca, señal cable color morado, tierra cable color café	
$T = \frac{1}{f}$; $T = \frac{1}{54,3\text{Hz}} = 0.018\text{s} = 18,4\text{ms}$	Tiempo total de activación y desactivación de la electroválvula

Tabla 3.11 Refrigeración mínima 22°C sensor de presión (Continuación...)

$\% = \frac{t}{T} = t \cdot \% = \frac{20,2\% \cdot 18,4\text{ms}}{100\%} = 3,71\text{ms}$	Tiempo de activación o impulse
$18,4\text{ms} - 3,71\text{ms} = 14,69\text{ ms}$	Tiempo de reposo
54,3 HZ	Frecuencia
Carga del compresor	5 nwhNm
Presión	10 bares
Revoluciones	2000 1/min
Amperaje del compresor	0,260 A

3.2.6 VALORES BOMBA ELÉCTRICA AUXILIAR EN CONDICIONES NORMALES A 22°C

Los valores de la bomba auxiliar de calefacción son importantes para ver su activación.

**Figura 3.10** Bomba eléctrica de agua.

En la Figura 3.10 representa la gráfica bomba tomada con el osciloscopio automático en la bomba eléctrica que trabaja con una señal de 12 voltios a 13 voltios y el tiempo es

aproximado de 20 mili segundos de activación de la bomba; cuando el automóvil necesita la calefacción se activa la bomba y el tiempo de activación es mínimo de 1 milisegundo y queda abierta, hasta que se desactiva cuando ya no se necesite la calefacción en el automóvil y se apague, esto sucede en ralentí y en revoluciones altas.

3.3 DIAGNÓSTICO DE GRÁFICAS ENTRE LOS SENSORES Y ACTUADORES PRINCIPALES DEL SISTEMA A/C Y SUS POSIBLES FALLAS.

3.3.1 VALORES ELECTROVÁLVULA DEL COMPRESOR A 20°C EN RALENTÍ

Se tomó los datos con el osciloscopio y el escáner en la electroválvula bajando la perilla de refrigeración del módulo manual a 20°C en ralentí a continuación los datos reales

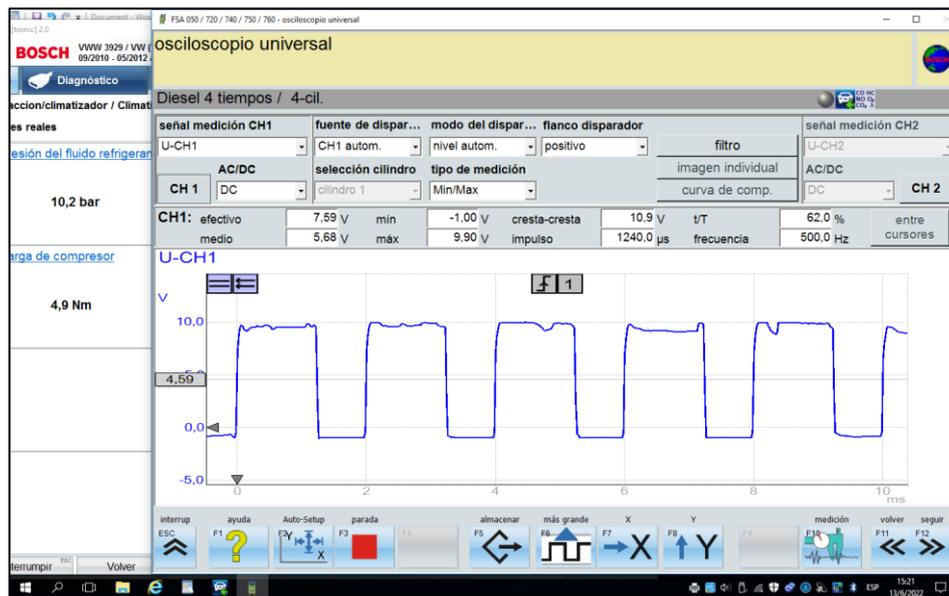


Figura 3.11 Refrigeración 20°C, velocidad ventilador 2

En la Figura 3.11 se representa la gráfica digital onda cuadrada la perilla se ubica en 20°C, hay ruido en la señal, se encuentra en 10 voltios el impulso de activación sube aún más a 1.240 mili segundos y el tiempo de desactivación de la válvula disminuye es de 0.76 se mantiene con una velocidad de potencia del ventilador de 2 y la presión del líquido frigorífico sube un poco de 10.2 bares y carga del compresor a 4.9Nm, la frecuencia es 500Hz, la relación de impulsos es 62% y el tiempo de prueba es 0,124 segundos.

En la Tabla 3.12 se observa los parámetros de la electroválvula 20°C ralenti

Tabla 3.12 Refrigeración mínima 20°C electroválvula N280

Refrigeración mínima 20°C, velocidad ventilador 2	
$T = \frac{1}{f}$; $T = \frac{1}{500\text{Hz}} = 0.002\text{s} = 2\text{ms}$	Tiempo total de activación y desactivación de la electroválvula
$\% = \frac{t}{T} = t \cdot T \cdot \% = \frac{62\% \cdot 2\text{ms}}{100\%} = 1,24\text{ms}$	Tiempo de activación o impulso
$2\text{ms} - 1,24\text{ms} = 0,76\text{ms}$	Tiempo de reposo
500 HZ	Frecuencia
Carga del compresor	4.9Nm
Presión	10,2 bares

Los daños que presentó esta medición es un poco de irregularidad por el ruido, la señal de alimentación está en el rango de 10 a 12v la batería está trabajando al límite pero se debería cambiarla, además hay problemas en el alternador.

3.3.2 VALORES ELECTROVÁLVULA DEL COMPRESOR A 20°C A 2000 RPM

Los valores que se tomó en la electroválvula se exponen en la gráfica.

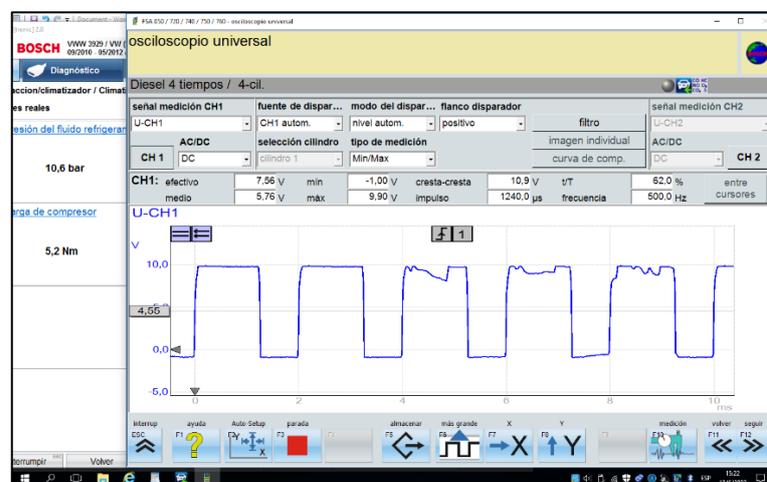


Figura 3.12 Refrigeración 20°C, velocidad ventilador 4

En la Figura 3.12 se representa la gráfica de onda cuadrada refrigeración máxima potencia del ventilador de 4, la activación es de 1.240 ms y la desactivación de la válvula es de 0.76 sus valores de presión del fluido sube a 10,6 bar y la carga del compresor a 5.2 Nm se tiene ruido por momento pero la señal se encuentra bien.

En la Tabla 3.13 se observa los parámetros de la electroválvula a 20°C a 2000rpm

Tabla 3.13 Refrigeración mínima 20°C electroválvula N280

Refrigeración mínima 20°C, velocidad ventilador 2	
$T = \frac{1}{f}$; $T = \frac{1}{500\text{Hz}} = 0.002\text{s} = 2\text{ms}$	Tiempo total de activación y desactivación de la electroválvula
$\% = \frac{t}{T} = t \cdot \% = \frac{62\% \cdot 2\text{ms}}{100\%} = 1,24\text{ms}$	Tiempo de activación o impulso
$2\text{ms} - 1,24\text{ms} = 0,76\text{ms}$	Tiempo de reposo
500 HZ	Frecuencia
Carga del compresor	5.2Nm
Presión	10,6 bares

3.3.3 VALORES ELECTROVÁLVULA DEL COMPRESOR A 18°C EN RALENTÍ

Los valores que se tomó en la electroválvula se exponen en la gráfica.

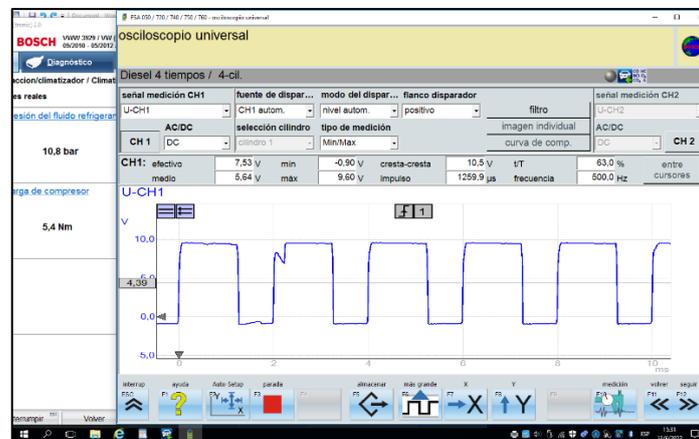


Figura 3.13 Refrigeración 18°C, velocidad ventilador 2

En la Figura 3.13 se representa la gráfica en refrigeración a 18°C, la perilla del módulo y velocidad del ventilador llega hasta 2, el voltaje se encuentra casi 10 voltios el tiempo de activación es de 1.259 ms porque necesita el máximo de frío en el habitáculo el tiempo de desactivación es de 0.74 ms por medio de PWM y las presión sube hasta 10.8 bar y 5.4Nm

En la Tabla 3.14 representa los Parámetros de la electroválvula 18°C ralenti

Tabla 3.14 Refrigeración mínima 18°C electroválvula N280

Refrigeración mínima 18°C, velocidad ventilador 2	
$T = \frac{1}{f}$; $T = \frac{1}{500\text{Hz}} = 0.002\text{s} = 2\text{ms}$	Tiempo total de activación y desactivación de la electroválvula
$\% = \frac{t}{T} = t \cdot \% = \frac{63\% \cdot 2\text{ms}}{100\%} = 1,26\text{ms}$	Tiempo de activación o impulso
$2\text{ms} - 1,26\text{ms} = 0,74\text{ms}$	Tiempo de reposo
500 HZ	Frecuencia
Carga del compresor	5.4Nm
Presión	10,8 bares

3.3.4 VALORES ELECTROVÁLVULA DEL COMPRESOR A 18°C A 2000 RPM

Los valores que se tomó en la electroválvula se observa en la gráfica.

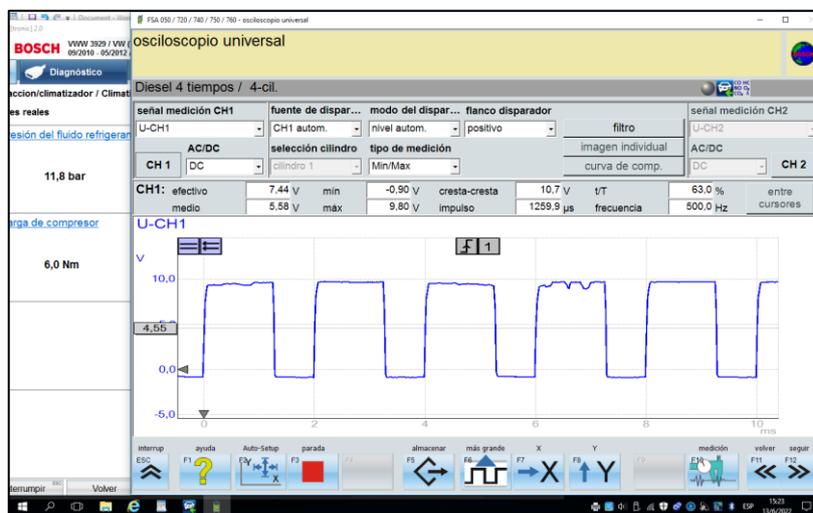


Figura 3.14 Refrigeración 18°C, velocidad del ventilador 4.

En la Figura 3.14 se detalla la gráfica en refrigeración a tope máximo y velocidad del ventilador llega hasta 4 donde es su máxima capacidad el voltaje es de 10 voltios el tiempo de activación es de 1.259 ms porque necesita el máximo de frío en el habitáculo el tiempo de desactivación es de 0.74 ms por medio de PWM y las presión sube hasta 11.8 bar y la carga del compresor hasta 6 Nm, la presión en alta en este sistema es de 12 a 15 Bares podemos notar que le hace falta refrigerante en el circuito también la carga del compresor es de 6 a 8 Nm, la climatización está funcionando al límite batería deficiente y alternador en mal estado, además se debe realizar la carga de refrigerante y un mantenimiento completo a/c para que no haya problemas graves en el futuro.

En la Tabla 3.15 se analiza los parámetros de la electroválvula 18°C a 2000rpm

Tabla 3.15 Refrigeración mínima 18°C electroválvula N280

Refrigeración mínima 18°C, velocidad ventilador 2	
$T = \frac{1}{f}$; $T = \frac{1}{500\text{Hz}} = 0.002\text{s} = 2\text{ms}$	Tiempo total de activación y desactivación de la electroválvula
$\% = \frac{t}{T} = t \cdot T \cdot \% = \frac{63\% \cdot 2\text{ms}}{100\%} = 1,26\text{ms}$	Tiempo de activación o impulso
$2\text{ms} - 1,26\text{ms} = 0,74\text{ms}$	Tiempo de reposo
500 HZ	Frecuencia
Carga del compresor	5.4Nm
Presión	12 bares

3.3.5 VALORES SENSOR DE ALTA PRESIÓN DEL COMPRESOR A 20°C EN RALENTÍ

Los datos que se obtuvo en el sensor de presión se los realizo con el equipo FSA-740, y además con la ayuda del osciloscopio marca Hantek el cual tiene mayor capacidad de análisis de gráficas y se puede observar correctamente las ondas de señal del sensor de presión.

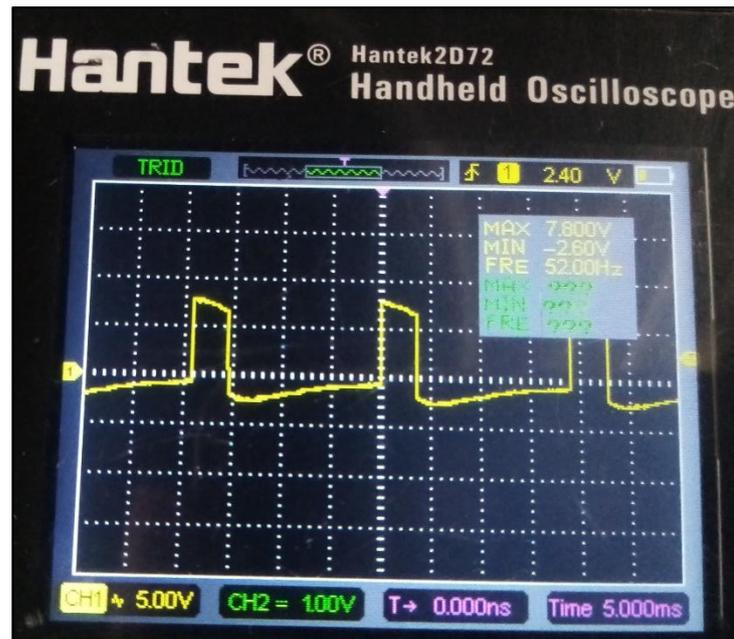


Figura 3.15 Refrigeración 20°C, velocidad ventilador 2

La Figura 3.15 representa la gráfica del sensor de presión tomada con el osciloscopio automático marca Hantek, el sensor trabaja con una señal de 8.2 voltios y el tiempo es aproximado de 6 mili segundos de activación del sensor y el tiempo de reposo o desconexión es de 12 milisegundos la presión del refrigerante es de 11 bares aproximado.

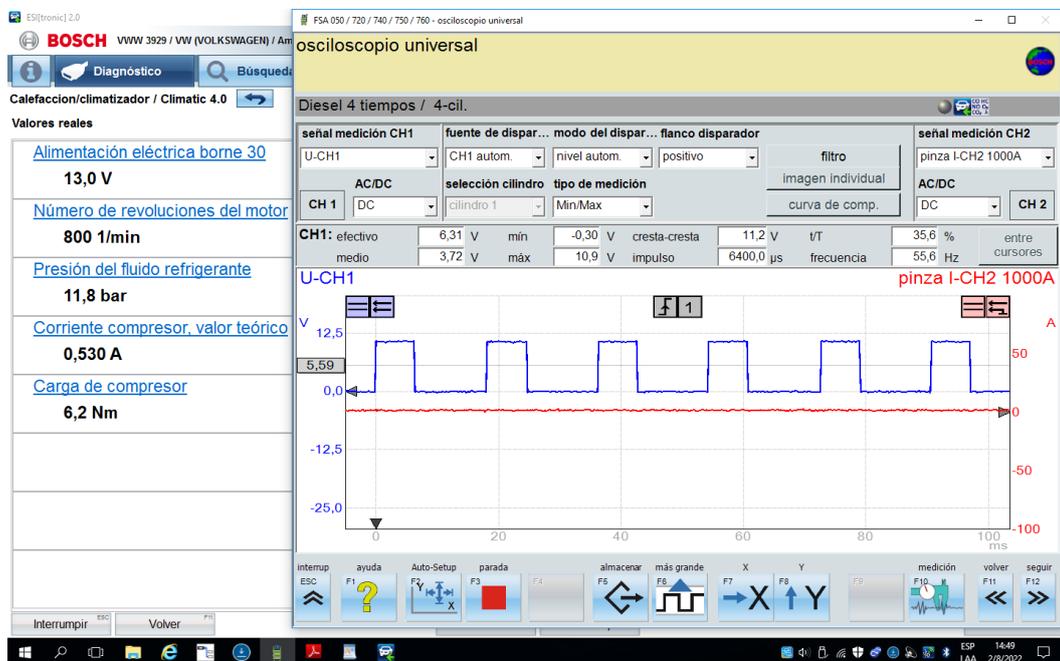


Figura 3.16 Refrigeración 20°C, velocidad ventilador 2

En la Figura 3.16 se observa las mediciones que se realizó en el canal azul CH1 del sensor

de presión el eje Y regulado en escala de 12,5 voltios y el eje X en escala de 20 ms, el voltaje del sensor varía con el vehículo en funcionamiento está en ralentí de 5V a 12V según la presión del refrigerante, el tiempo que genera la señal de presión del refrigerante es de 6,41 ms y el tiempo desactivado aproximadamente de 11,59 ms, trabaja con un voltaje de 11 voltios al momento, al lado izquierdo de la figura se detalla los datos importantes como alimentación de batería es de 13.0 voltios, está trabajando en ralentí, la presión del fluido refrigerante es 11.8 bar y va en aumento, la carga del compresor está empezando es de 6,2 Nm, la frecuencia es 55,6Hz la relación de impulsos es 35,6%.

La Tabla 3.16 representa los parámetros del sensor de presión en refrigeración 20°C en ralentí.

Tabla 3.16 Refrigeración 20°C sensor alta presión

Refrigeración mínima 20°C, velocidad ventilador 2	
Se colocó agujas del CH1 FSA-740 en pines A5 y tierra cable color café	
Tiene tres cables: alimentación color negro con una raya blanca, señal cable color morado, tierra cable color café	
$T = \frac{1}{f}$; $T = \frac{1}{55,6\text{Hz}} = 0.018\text{s} = 18\text{ms}$	Tiempo total de activación y desactivación del sensor de presión
$\% = \frac{t}{T} = t \cdot \% = \frac{35,6\% \cdot 18\text{ms}}{100\%} = 6,41\text{ms}$	Tiempo de activación o impulso
$18\text{ms} - 6,41\text{ms} = 11,59\text{ms}$	Tiempo de reposo
55,6 HZ	Frecuencia
Carga del compresor	6,2Nm
Presión	11,8 bares
Revoluciones	800 1/min ralentí

3.3.6 VALORES SENSOR DE ALTA PRESIÓN DEL COMPRESOR A 20°C A 2000 RPM

Los datos que se obtuvo en el sensor de presión se los realizo con el equipo FSA-740, con el osciloscopio se puede observar correctamente las ondas de señal del sensor de presión.

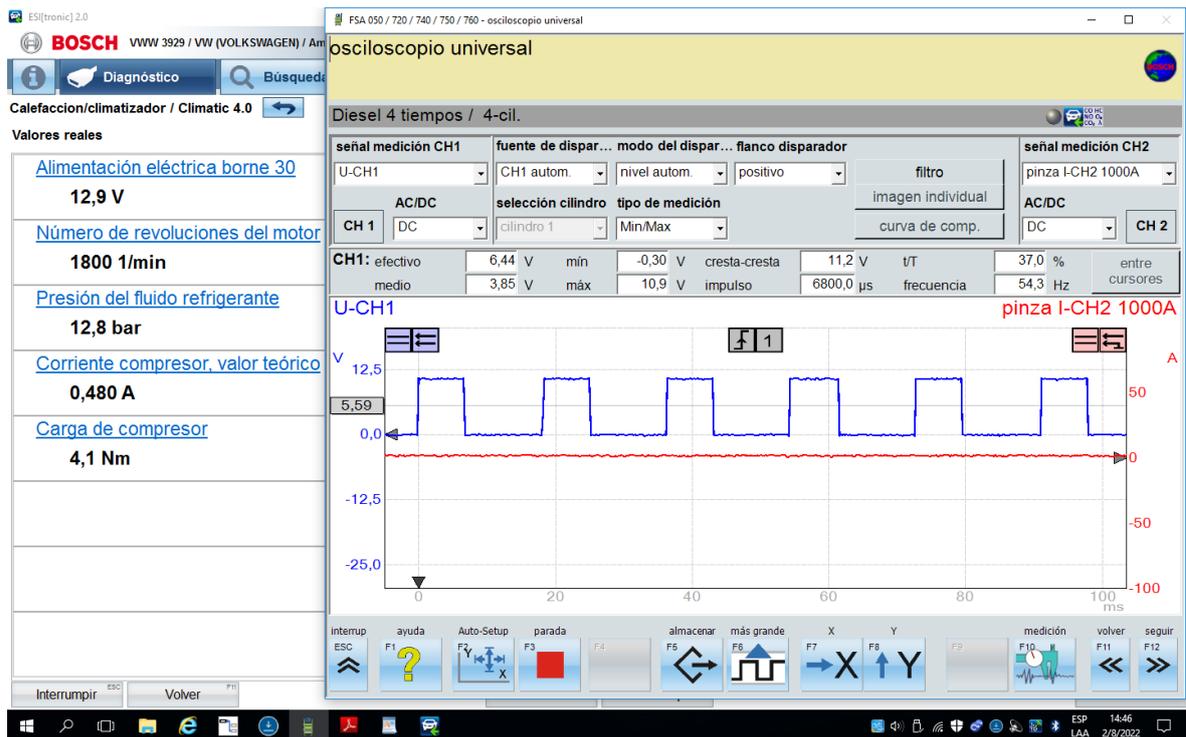


Figura 3.17 Refrigeración 20°C, velocidad ventilador 4

En la Figura 3.17 se observa las mediciones que se realizó en el canal azul CH1 del sensor de presión el eje Y regulado en escala de 12,5 voltios y el eje X en escala de 20 ms, el voltaje del sensor varía con el vehículo en funcionamiento está en ralentí de 5V a 12V según la presión del refrigerante, el tiempo que genera la señal de presión del refrigerante es de 6,80 ms y el tiempo desactivado aproximadamente de 11,6 ms, trabaja con un voltaje de 11 voltios al momento.

Al lado izquierdo de la figura se detalla los datos importantes como alimentación de batería es de 12,9 voltios, está trabajando en ralentí, la presión del fluido refrigerante es 12.8 bar y va en aumento, la carga del compresor está empezando es de 4,1 Nm, la frecuencia es 54,3

Hz la relación de impulsos es 37%.

La Tabla 3.17 representa los parámetros del sensor de presión en refrigeración 20°C a 2000 rpm.

Tabla 3.17 Refrigeración 20°C sensor alta presión

Refrigeración mínima 20°C, velocidad ventilador 4	
Se colocó agujas del CH1 FSA-740 en pines A5 y tierra cable color café	
Tiene tres cables: alimentación color negro con una raya blanca, señal cable color morado, tierra cable color café	
$T = \frac{1}{f}$; $T = \frac{1}{54,3\text{Hz}} = 0.018\text{s} = 18,4\text{ms}$	Tiempo total de activación y desactivación del sensor de presión
$\% = \frac{t}{T} = t \cdot \% = \frac{37\% \cdot 18,4\text{ms}}{100\%} = 6,80\text{ms}$	Tiempo de activación o impulso
$18,4\text{ms} - 6,80\text{ms} = 11,6\text{ms}$	Tiempo de reposo
54,3 HZ	Frecuencia
Carga del compresor	4,1Nm
Presión	12,8 bares
Revoluciones	1800 1/min ralenti

3.3.7 VALORES SENSOR DE ALTA PRESIÓN DEL COMPRESOR A 18°C EN RALENTÍ

Los datos que se obtuvo en el sensor de presión se los realizo con el equipo FSA-740, y además con la ayuda del osciloscopio marca Hantek el cual tiene mayor capacidad de análisis de gráficas y se puede observar correctamente las ondas de señal del sensor de presión.



Figura 3.18 Refrigeración 18°C, velocidad ventilador 2

La Figura 3.18 detalla la gráfica del sensor de presión tomada con el osciloscopio automático, el sensor trabaja con una señal de 13.6 voltios y el tiempo es aproximado de 6 mili segundos de activación del sensor y el tiempo de reposo o desconexión es de 12 milisegundos la presión del refrigerante es de 13 a 15 bares aproximado con la perilla de frío al máximo, finalmente se midió la resistencia del sensor de presión con un multímetro y es de 118 K Ω quiere decir que está en buen estado.

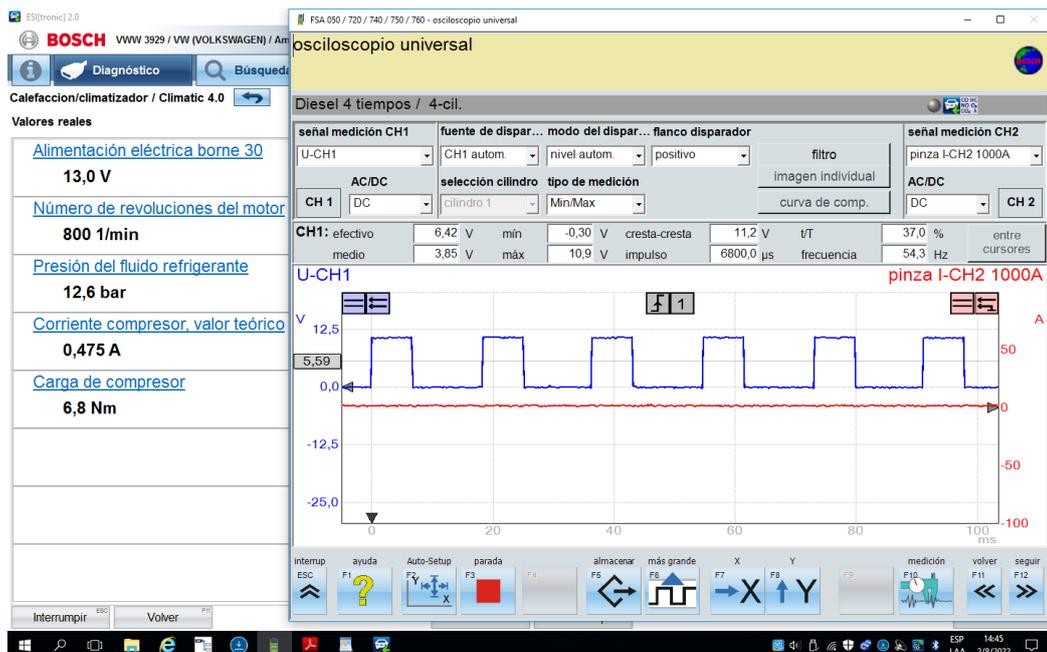


Figura 3.19 Refrigeración 18°C, velocidad ventilador 2

En la Figura 3.19 se observa las mediciones que se realizó en el canal azul CH1 del sensor de presión el eje Y regulado en escala de 12,5 voltios y el eje X en escala de 20 ms, el voltaje del sensor varía con el vehículo en funcionamiento está en ralentí de 5V a 12V según la presión del refrigerante, el tiempo que genera la señal de presión del refrigerante es de 6,80 ms y el tiempo desactivado aproximadamente de 11,6 ms, trabaja con un voltaje de 11 voltios al momento, al lado izquierdo de la figura se detalla los datos importantes como alimentación de batería es de 13.0 voltios, está trabajando en ralentí, la presión del fluido refrigerante es 12.6 bar y va en aumento, la carga del compresor está empezando es de 6,8 Nm, la frecuencia es 54,3 Hz la relación de impulsos es 37%.

La Tabla 3.18 representa los parámetros del sensor de presión en refrigeración 18°C en ralentí.

Tabla 3.18 Refrigeración 18°C sensor alta presión

Refrigeración mínima 18°C, velocidad ventilador 2	
Se colocó agujas del CH1 FSA-740 en pines A5 y tierra cable color cafe	
Tiene tres cables: alimentación color negro con una raya blanca, señal cable color morado, tierra cable color café	
$T = \frac{1}{f}$; $T = \frac{1}{54,3\text{Hz}} = 0.018\text{s} = 18,4\text{ms}$	Tiempo total de activación y desactivación del sensor de presión
$\% = \frac{t}{T} = t \cdot \% = \frac{37\% \cdot 18,4\text{ms}}{100\%} = 6,80\text{ms}$	Tiempo de activación o impulso
$18,4\text{ms} - 6,80\text{ms} = 11,6\text{ms}$	Tiempo de reposo
54,3 HZ	Frecuencia
Carga del compresor	6,8 Nm
Presión	12,6 bares
Revoluciones	800 1/min ralentí

3.3.8 VALORES SENSOR DE ALTA PRESIÓN DEL COMPRESOR A 18°C A 2000 RPM

Los datos que se obtuvo en el sensor de presión se los realizo con el equipo FSA-740, con el osciloscopio se puede observar correctamente las ondas de señal del sensor de presión.

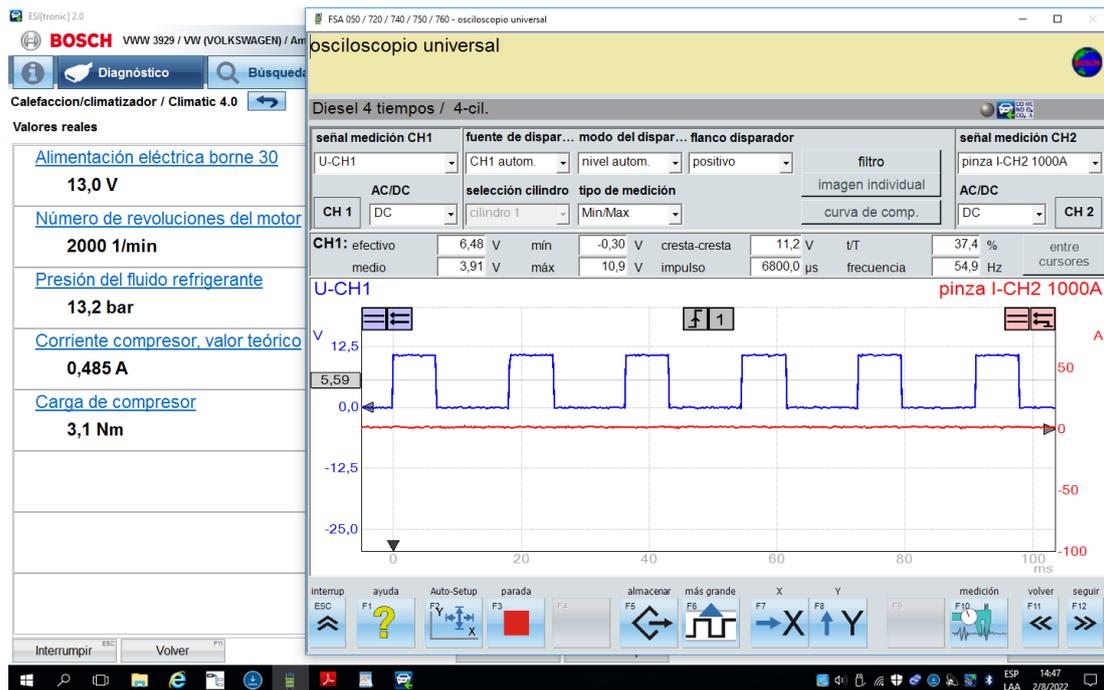


Figura 3.20 Refrigeración 18°C, velocidad ventilador 4

En la Figura 3.20 se observa las mediciones que se realizó en el canal azul CH1 del sensor de presión el eje Y regulado en escala de 12,5 voltios y el eje X en escala de 20 ms, el voltaje del sensor varía con el vehículo en funcionamiento está en ralentí de 5V a 12V según la presión del refrigerante, el tiempo que genera la señal de presión del refrigerante es de 6,81 ms y el tiempo desactivado aproximadamente de 11,39 ms, trabaja con un voltaje de 11 voltios al momento.

Al lado izquierdo de la figura se detalla los datos importantes como alimentación de batería es de 13 voltios, está trabajando en ralentí, la presión del fluido refrigerante es 13,2 bar y va en aumento, la carga del compresor está empezando es de 3,1 Nm, la frecuencia es 54,9 Hz la relación de impulsos es 37,4%.

La Tabla 3.19 analiza las medidas del sensor de presión en refrigeración 20°C a 2000 rpm

Tabla 3.19 Refrigeración 20°C sensor alta presión

Refrigeración mínima 20°C, velocidad ventilador 4	
Se colocó agujas del CH1 FSA-740 en pines A5 y tierra cable color café	
Tiene tres cables: alimentación color negro con una raya blanca, señal cable color morado, tierra cable color café	
$T = \frac{1}{f}$; $T = \frac{1}{54,9\text{Hz}} = 0.018\text{s} = 18,2\text{ms}$	Tiempo total de activación y desactivación del sensor de presión
$\% = \frac{t}{T} = t = T \cdot \% = \frac{37,4\% \cdot 18,2\text{ms}}{100\%} = 6,81\text{ms}$	Tiempo de activación o impulso
$18,2\text{ms} - 6,81\text{ms} = 11,39\text{ms}$	Tiempo de reposo
54,9 HZ	Frecuencia
Carga del compresor	3,1Nm
Presión	13,2 bares
Revoluciones	2000 1/min ralentí

3.3.9 VALORES BOMBA ELÉCTRICA AUXILIAR AL MOMENTO DE ACTIVACIÓN

La bomba se activó al momento de encender el automóvil para mantener la circulación de agua además ayuda a la bomba mecánica a disipar el calor en la camioneta, esta es la función del calor residual, la bomba solo se activa cuando necesita el automóvil disipar calor hacia el radiador o también se activa al momento que se pone la calefacción del vehículo cuando se encuentre apagado.

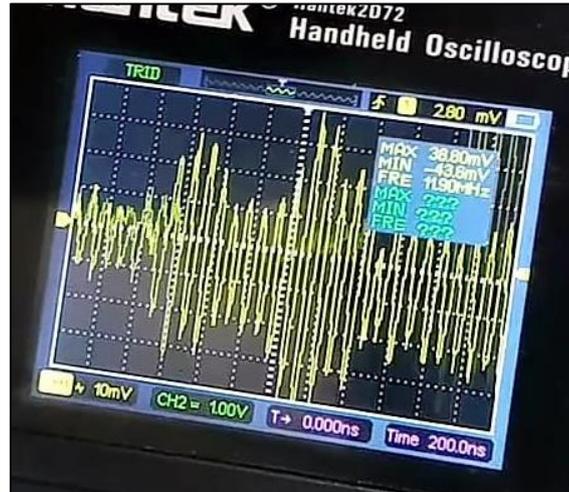


Figura 3.21 Bomba auxiliar de refrigeración

La Figura 3.21 representa la activación de la válvula por PWM señal análoga, voltajes muy pequeños que no se pueden observar en el equipo FSA-740, el voltaje máximo alcanza de 38,80 mV a una frecuencia de 11.90 MHz se activa cuando el motor ya está funcionando solo unos segundos y se queda abierta totalmente, además funciona para refrigerar el motor y evitar que se dañe el turbo o el motor además que nos proporciona el calor adicional al habitáculo si se requiere.

3.3.10 PRUEBA DE VACIO Y FUGAS DEL SISTEMA A/C

A continuación la prueba vacío en la camioneta Amarok de la Universidad Técnica de Norte.



Figura 3.22 Pantalla equipo 6000 Plus Brain Bee

En la Figura 3.22 se observa la pantalla el gas que se logró recuperar del sistema es de 310g pero el gas que debía tener el sistema era de 525 ± 25 gramos esto quiere decir que el vehículo le falta refrigerante y no estaba refrigerando correctamente ya que siempre hay una pérdida

de gas pero no una pérdida exagerada esto sucede porque no se le hace el mantenimiento al menos después de 2 años, la camioneta estuvo 3 años sin realizar ningún mantenimiento.



Figura 3.23 Recipiente de aceite usado de reciclaje del equipo 6000 Plus Brain Bee

En la Figura 3.23 se representa el recipiente de reciclaje de aceite viene señalado en mililitros se reciclo una ínfima cantidad llega a 0 ml lo que significa que el equipo no tiene suficiente lubricación y estaba funcionando sin la cantidad adecuada que es de 140 ± 10 ml, además tiene un color amarillento por el uso por mucho tiempo al final suena un sonido acústico proceso terminado ok.

En la Ecuación 1.6 se detalla la fórmula de la parte en ml de aceite que debe ir en un compresor, V_o es el % de aceite que debe utilizar el compresor en centímetros cúbicos la constante que debemos calcular, la constante elegida es 90 por la cantidad de aceite es mayor a 125cc, p_g es la cantidad de refrigerante que es igual a 530 gramos de refrigerante R134a y finalmente eso se multiplica por cien para obtener el resultado final.

$$V_o = A + P_g \times 100$$

[1.6]

Donde:

V_o = Es la cantidad de aceite en CC

A = Es la constante 60 <90cc; 80 =91 a 125cc; 90> 125cc

P_g = Cantidad de refrigerante en kg

$$V_o = A + P_g \times 100$$

$$V_o = 90 + 0,530 \times 100$$

$$V_o = 143 \text{ cc}$$

También se puede observar la cantidad de aceite que debe tener cada elemento como se detalla en la Tabla 2.10 se tiene los porcentajes y con una regla de tres simple se realiza el cálculo para ver qué cantidad de aceite tiene cada elemento del sistema A/C para mantenerse lubricado.

$$\text{Cantidad de aceite en compresor} = \left[\frac{140\text{ml}}{100\%} \right] \left[\frac{50\%}{x} \right] = 70 \text{ ml}$$

$$\text{C/a en condensador} = \left[\frac{140\text{ml}}{100\%} \right] \left[\frac{10\%}{x} \right] = 14 \text{ ml}$$

$$\text{C/a en tubería de baja presión} = \left[\frac{140\text{ml}}{100\%} \right] \left[\frac{10\%}{x} \right] = 14 \text{ ml}$$

$$\text{C/a en tubería de alta presión} = \left[\frac{140\text{ml}}{100\%} \right] \left[\frac{10\%}{x} \right] = 14 \text{ ml}$$

$$\text{C/a en el Evaporador} = \left[\frac{140\text{ml}}{100\%} \right] \left[\frac{20\%}{x} \right] = 28 \text{ ml}$$

El procedimiento del sistema de vacío es necesario se lo realizó después del paso de reciclaje de refrigerante y consiste en quitar toda la humedad que existe en el sistema, además de partículas extrañas o por desgaste de componentes y los malos olores del sistema esta prueba esta prueba duró 17 minutos.

En el transcurso de vacío el equipo hizo la prueba de fugas en el sistema, si el sistema tiene fugas ya no se puede realizar la carga de frigorífico y aceite al sistema, y está funcionando correctamente.

Luego el sistema realizó la carga del aceite manualmente se va por las mangueras al sistema de aire acondicionado se debe poner 140ml lo que dice el manual, se cargó automáticamente de gas refrigerante tipo 134a que es de 530 gramos y se finaliza vaciando los tubos de refrigerante.

3.3.11 PRUEBA DE PRESIONES DEL A/C

El procedimiento de comprobación del sistema de aire acondicionado se realizó después de llenar el sistema de gas refrigerante 134^a y el aceite nuevo automáticamente nos sale en la pantalla el control de presiones en el sistema se pone el tiempo de 5 minutos e inicio de la prueba.



Figura 3.24 Pantalla equipo 6000 Plus Brain Bee

En la Figura 3.24 se detalla en la pantalla la prueba de presiones donde nos indica las presiones que deben permanecer en el circuito de baja entre 1,1 y 2,7 bares y el circuito de alta entre 8.2 y 14,2 bares de presión, luego nos controla la temperatura ambiental que es de 20°C eso quiere decir que podemos mirar la tabla de comparación para ver las presiones en que parámetros se encuentra y comparar.

R-134a TEMPERATURE PRESSURE CHART (Tabla de Temperaturas y Lecturas)		
Ambient Temperature °F/°C (Temperatura Ambiental)	Low-Pressure Gauge (Puerto de Servicio del Lado de Baja Presión)	High-Pressure Gauge (Puerto de Servicio del Lado de Alta Presión)
65°F (18°C)	25-35 psi / 172-241 kPa	135-155 psi / 931-1069 kPa
70°F (21°C)	35-40 psi / 241-276 kPa	145-160 psi / 1000-1103 kPa
75°F (24°C)	35-45 psi / 241-310 kPa	150-170 psi / 1034-1172 kPa
80°F (27°C)	40-50 psi / 276-345 kPa	175-210 psi / 1207-1448 kPa
85°F (29°C)	45-55 psi / 310-379 kPa	225-250 psi / 1551-1724 kPa
90°F (32°C)	45-55 psi / 310-379 kPa	250-270 psi / 1724-1862 kPa
95°F (35°C)	50-55 psi / 345-379 kPa	275-300 psi / 1896-2068 kPa
100°F (38°C)	50-55 psi / 345-379 kPa	315-325 psi / 2172-2241 kPa
105°F (41°C)	50-55 psi / 345-379 kPa	330-335 psi / 2275-2310 kPa
110°F (43°C)	50-55 psi / 345-379 kPa	340-345 psi / 2344-2379 kPa

Figura 3.25 Tabla de presiones refrigerante 134^a camioneta Amarok (Volkswagen, 2018)

En la Figura 3.25 se detalla en la pantalla las presiones en baja y alta según la temperatura ambiental se comparó con la temperatura que es de 20 a 21° C la presión en baja debe encontrarse en estos valores de 35 a 40 PSI es 2 a 3 bar y en alta de 145 a 160 PSI es 9 a 11 bar.

3.3.12 PRUEBA DE ENFRIAMIENTO DEL HABITÁCULO SISTEMA A/C

A continuación se explicó procedimiento para observar la eficiencia de enfriamiento.



Figura 3.26 Pantalla equipo 6000 Plus Brain Bee

En la Figura 3.26 se representa la comprobación del sistema donde nos pide encender el compresor y ver en la parte interna del habitáculo la temperatura después de 5 a 7 minutos cerradas las puertas de la camioneta en recirculación y a máxima refrigeración debe ir bajando progresivamente la temperatura de 6°C a 8°C.

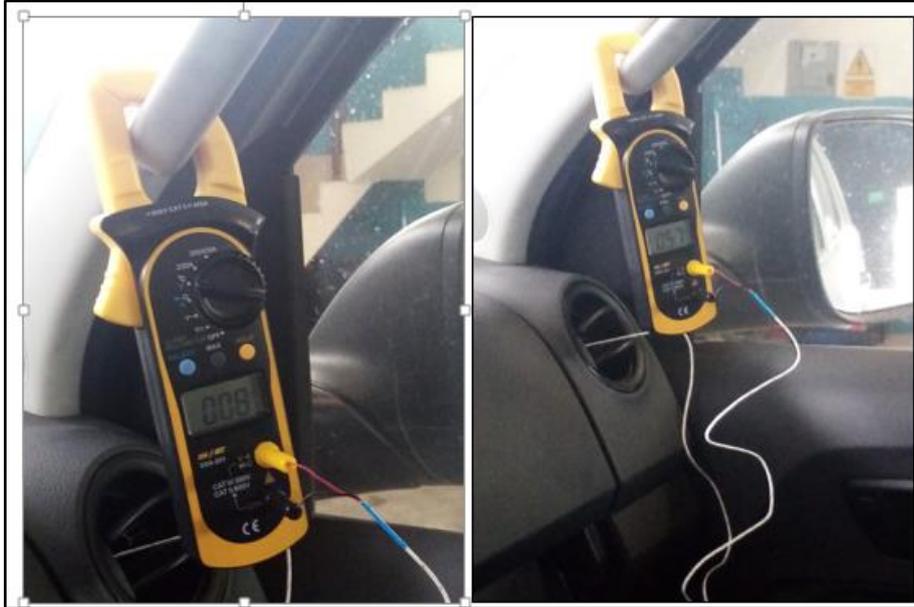


Figura 3.27 Sensor de temperatura del multímetro

En la Figura 3.27 representa comprobación de la refrigeración colocando el sensor de temperatura del multímetro en las rejillas laterales y frontales de la camioneta para ver su temperatura que es correcta y es de 8°C, la temperatura ambiente es de 20°C y tardo aproximadamente de 10 a 20 minutos en llegar a los 8°C, además se comprobó luego la calefacción del automóvil se encuentra la temperatura de 57°C.



Figura 3.28 Pantalla equipo 6000 Plus Brain Bee

En la Figura 3.28 se representa en la pantalla del equipo los resultados finales de las ensayos realizados en la camioneta Volkswagen Amarok ,el tiempo de vacío 17 minutos, la presión

de vacío que es de -0.8 bar se encuentra bien el sistema pero no debe pasar de 1 bar ahí tendríamos problemas internos en componentes mecánicos o fugas, el refrigerante recuperado es 320 gramos y el refrigerante inyectado 530 gramos lo que dice el manual y al final nos indica la fecha la hora datos de matrícula del vehículo para descargar estos datos e imprimirlos para dar al cliente.

En la Tabla 3.20 observa los datos de pruebas finales.

Tabla 3.20 Datos pruebas finales sistema A/C

DATOS FINALES DE PRUEBAS DEL AIRE ACONDICIONADO			
Tiempo de pruebas	Vacío 17 minutos a 20 minutos	Fugas 5 minutos	Presiones 5 minutos
Presión de vacío	-0.8 bares	Refrigerante inyectado	530 gramos
Refrigerante recuperado	320 g	Aceite inyectado	140 ml
Aceite recuperado	0 ml	Enfriamiento	8°C

En la Ecuación 1.7 el WBGT significa el índice de estrés térmico que es igual a la multiplicación de 0.7 por la temperatura en grados centígrados T_{HN} , se suma 0.2 y se le multiplica por la temperatura de globo 25.88°C, y finalmente se suma 0.1 multiplicado por la temperatura seca en el aire que es 20°C, como conclusión se puede decir que índice de estrés térmico que se observa en Tabla 1.9 manifiesta que entra a un sobrecalentamiento y afecta directamente al conductor, se debe enfriar el habitáculo para que baje este valor y se encuentre en un riesgo moderado.

$$\text{WBGT} = 0.7T_{HN} + 0.2T_G + 0.1T_{TA} \quad [1.7]$$

$$\text{WBGT} = (0.7)(26^\circ\text{C}) + (0.2)(20) + (0.1)(20^\circ\text{C})$$

$$\text{WBGT} = (0.7)(26^\circ\text{C}) + (0.2)(25.88^\circ\text{C}) + (0.1)(20^\circ\text{C})$$

$$\text{WBGT} = 25.37^{\circ}\text{C}$$

La Ecuación 1.8 se obtuvo mediante la ecuación la temperatura del globo se necesita como datos indispensables la temperatura seca del aire y el dato de cuál es la radiación del sol en W/m^2 , en la radiación se tomó en cuenta la radiación a medio día y la temperatura seca se la tomó con el termómetro de mercurio de la universidad.

$$T_G = (1.360_{T_A} - 2.358)(0.0747 * \ln(S) + 0.5617) \quad [1.8]$$

$$T_G = ((1.360)(20^{\circ}\text{C}) - 2.358)(0.0747 * \ln(620\text{w}/\text{m}^2) + 0.5617)$$

$$T_G = (24.84)(1.042000045) = 25.88^{\circ}\text{C}$$

Donde:

T_{HN} = Es la temperatura del aire en $^{\circ}\text{C}$

T_A = Temperatura seca en el aire habitáculo $^{\circ}\text{C}$

S = Es la radiación del sol (W/m^2)

T_G = Temperatura de globo mide la radiación

En la siguiente Tabla 1.9 se observa los rangos del WBGT que es el rango térmico que puede afectar directamente al conductor del automóvil, la zona moderada se encuentra entre 18 a 23°C en el habitáculo del automóvil y es la que se debe mantener en todo momento.

3.4 ANÁLISIS DE LAS GRÁFICAS EN DIFERENTES CONDICIONES PARA TENER UN MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO AL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

Se analizó las comparaciones entre las mediciones en condiciones normales y mediciones

de las gráficas a diferentes condiciones.

3.4.1 ELECTROVÁLVULA DEL COMPRESOR N280

La electroválvula automotriz se comprobó realizando las diferentes pruebas cambiando el potenciómetro de temperatura del tablero de control para ver el cambio en los parámetros de funcionamiento del enfriamiento.

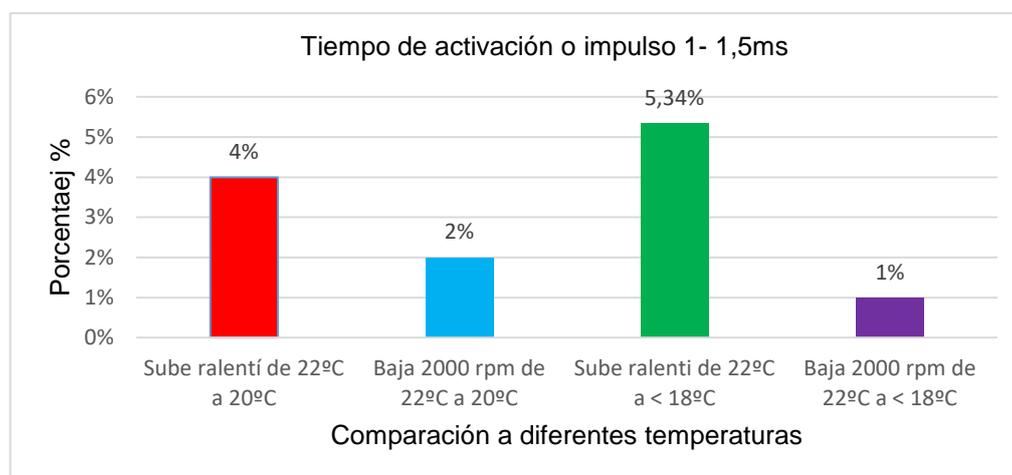


Figura 3.29 Tiempo de impulso o activación de la electroválvula.

En la Figura 3.29 detalla los valores finales, en ralenti y revoluciones altas a 2000 rpm, en la parte del voltaje vemos que es igual en la válvula porque solo tiene dos posiciones la de abrir y cerrar, trabaja con 10 voltios pero debería trabajar con un 11 a 12 voltios se debe cambiar la batería se encuentra en mal estado, el tiempo de activación de la electroválvula se encuentra a diferentes condiciones de temperatura por lo cual varía el impulso y como resultado se obtuvo que al comparar la temperatura a condiciones normales 22°C con una condición diferente a 20°C se tiene un aumento del 4% en ralenti y subió el valor del impulso de 1,18 a 1,24ms; de igual manera comparar la temperatura a condiciones normales 22°C con una condición diferente a 20°C bajo el 1% a 2000 rpm y bajo el valor del impulso de 1,26 a 1,24ms; así mismo al comparar la temperatura a condiciones normales 22°C con una condición diferente a 18°C sube el 5,34% en ralenti y subió el valor del impulso de 1,18 a 1,26ms; finalmente al comparar la temperatura a condiciones normales 22°C con una condición diferente a 18°C no sube nada a 2000 rpm y subió el valor del impulso es 1,26ms

en ambos casos.

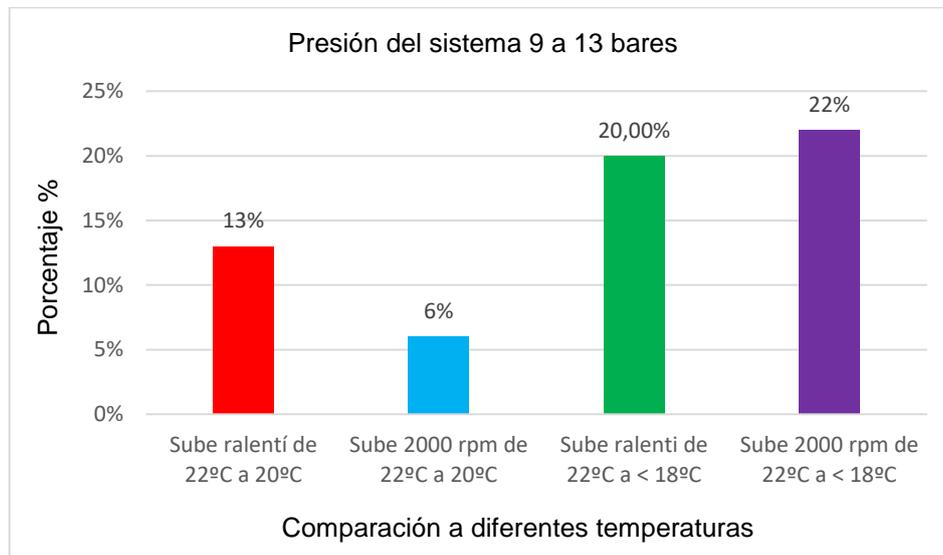


Figura 3.30 Presión del sistema de la electroválvula.

En la Figura 3.30 informa la presión sube un 13% el valor de 9 a 10,2 bares en ralenti en temperaturas de 22°C a 20°C; sube un 6% el valor de 0,74 a 0,76 a 2000 rpm en temperaturas de 22°C a 20°C ; también sube un 20% el valor de 9 a 10,8 bares en ralenti en temperaturas de 22°C a 18°C; y sube un 20% el valor de 10 a 12 bares a 2000 rpm en temperaturas de 22°C a 18°C .

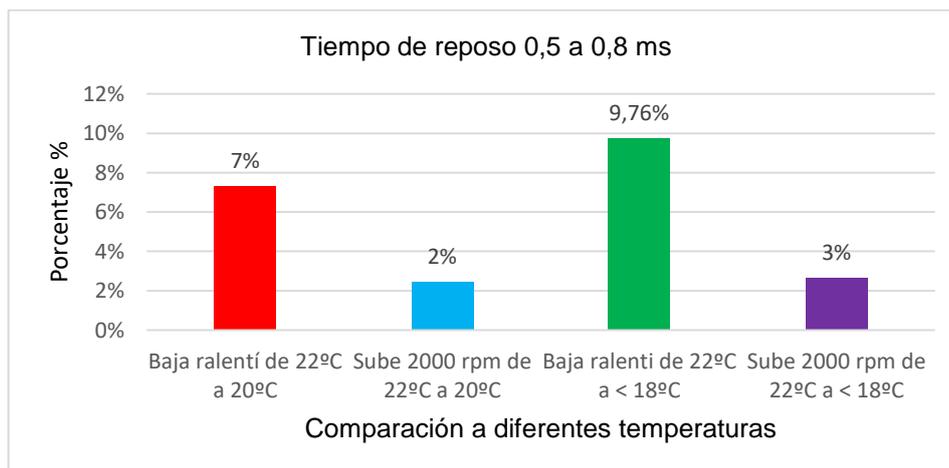


Figura 3.31 Tiempo de reposo electroválvula

En la Figura 3.31 detalla el tiempo reposo baja un 7,32% el valor de 4,2 a 4,9 Nm en ralenti en temperaturas de 22°C a 20°C; sube un 2,44% el valor de 10 a 10,6 bares a 2000 rpm en temperaturas de 22°C a 20°C; también baja el 9,76% el valor de 0,82 a 0,74 ms en ralenti en

temperaturas de 22°C a 18°C; y no hay cambio% el valor de 0,74ms a 0,74ms a 2000 rpm en temperaturas de 22°C a 18°C .

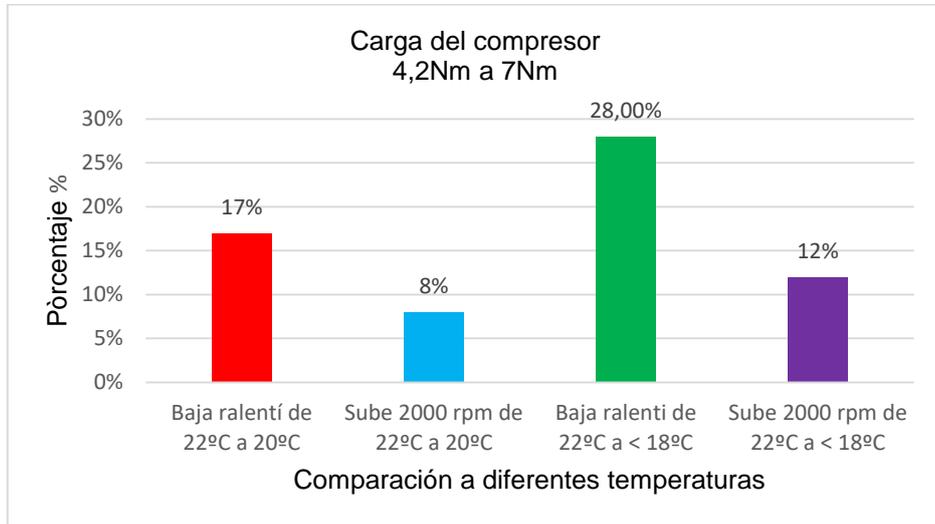


Figura 3.32 Carga del compresor electroválvula

La Figura 3.32 se detalla la carga en el compresor sube un 17% el valor de 4,2 a 4,9Nm en ralenti en temperaturas de 22°C a 20°C; sube un 8% el valor de 4,8 a 5,2 a 2000 rpm en temperaturas de 22°C a 20°C; también sube el 28% el valor de 4,2 a 5,4Nm en ralenti en temperaturas de 22°C a 18°C; y sube un 12% el valor de 4,8 a 5,4Nm a 2000 rpm en temperaturas de 22°C a 18°C .

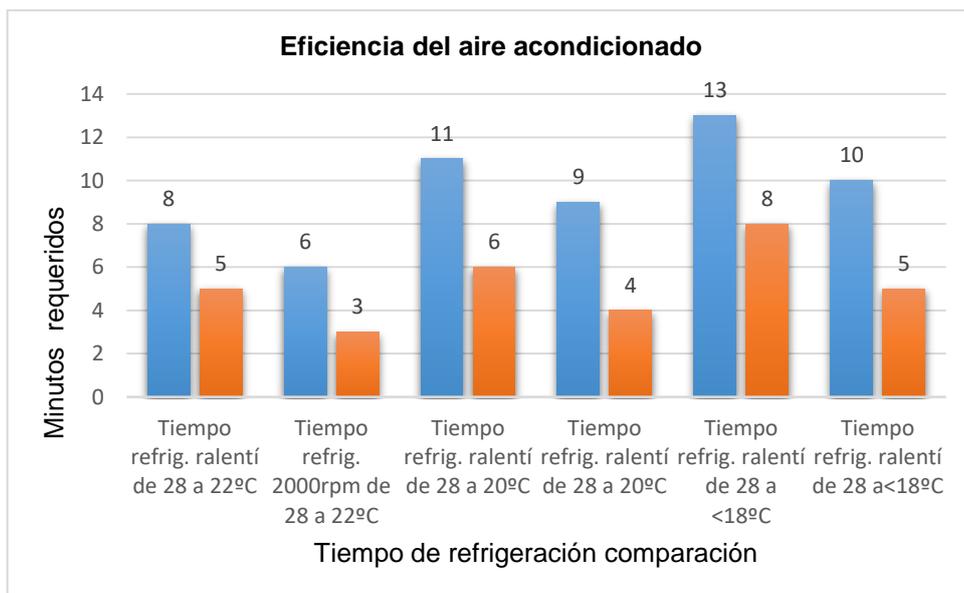


Figura 3.33 Eficiencia del A/C

En la Figura 3.33 detalla los valores al tomar al momento de enfriar el habitáculo tomando de base que se requiere enfriar 6°C en 5 minutos, 8°C en 6 minutos y 10°C en 8 minutos obteniendo una mala eficiencia en el enfriamiento ya que el sistema necesita carga de refrigerante y por esta razón se demora en enfriar el habitáculo del vehículo, estos datos fueron obtenidos con un sensor de temperatura de mercurio en las ventoleras frontales y laterales de la camioneta.

En la Tabla 3.21 representa las anotaciones del sensor de presión a diferentes rangos

Tabla 3.21 Valores de la prueba con la electroválvula del A/C

PRUEBA DE ELECTROVÁLVULA A DIFERENTES TEMPERATURAS							
Posición mando de control	Revoluciones	Voltaje	Tiempo de activación o impulso 1- 1,5ms	Tiempo de reposo 0,5 - 0,8ms	Presión del sistema 9-15 bares	Carga del compresor 4,2Nm a 7Nm	Tiempo de refrigeración base 28°C
Temperatura a 22°C condiciones normales	Ralentí	10 V	1,18ms	0,82ms	9 bares	4.2Nm	8 min
	2000 revoluciones	10V	1,26ms	0,74ms	10 bares	4.8Nm	6 min
Temperatura a 20°C	Ralentí	10V	1,24ms	0,76ms	10,2 bares	4.9Nm	11 min
	2000 revoluciones	10V	1,22ms	0,76ms	10,6 bares	5.2Nm	9 min
Temperatura a 18°C	Ralentí	10V	1,26ms	0,74ms	10,8 bares	5.4Nm	13 min
	2000 revoluciones	10V	1,24ms	0,76ms	12,6 bares	5.4Nm	11 min
Comparación % a temperatura 22°C a temperatura 20°C	Ralentí	100%	Sube un 4%	Baja 7,32%	Sube un 13%	Sube un 17%	Sube 38%
	2000 revoluciones	100%	Baja el 2%	Sube 2,44%	Sube 6%	Sube 8%	Sube 50%
Comparación % a temperatura 22°C a temperatura 18°C	Ralentí	100%	Sube un 5,34%	Baja el 9.76%	Sube un 20%	Sube un 28%	Baja 62%
	2000 revoluciones	100%	Baja 1%	Sube 2,66%	Sube 22%	Sube 12%	Baja 80%

Se debe realizar un mantenimiento de prevención en la electroválvula realizando el cambio de aceite para los componentes internos y cambiando el refrigerante 134a además un chequeo general del sistema por lo menos cada año porque el compresor con la electroválvula se encuentran trabajando continuamente, cambiar el filtro de polen para que no haya taponamientos en el evaporador y el sistema trabaje correctamente podemos concluir que el sistema no está enfriando adecuadamente por falta de carga de refrigerante y la carga del compresor debería ser más elevada a casi 7Nm, por ende la presión debería llegar a 15 bares aproximadamente.

3.4.2 SENSOR DE ALTA PRESIÓN DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO

Se comprobó realizando las diferentes pruebas cambiando el potenciómetro de temperatura del tablero de control para ver el cambio en los parámetros de funcionamiento del enfriamiento.

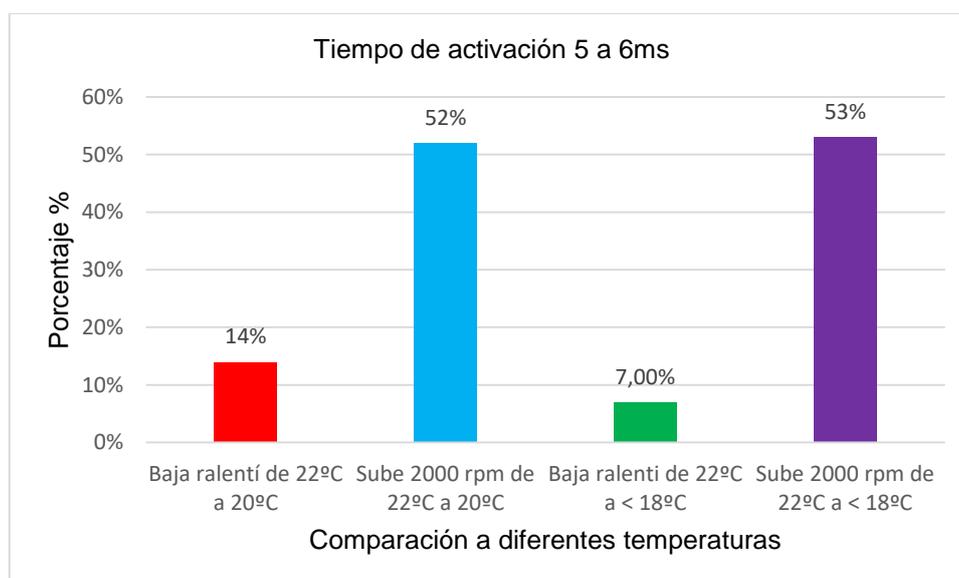


Figura 3.34 Tiempo de impulso o activación del sensor de alta presión A/C.

En la Figura 3.34 se observa datos finales de las pruebas ejecutadas, en ralenti y revoluciones altas a 2000 rpm, en la parte del voltaje vemos que trabaja la señal de 7 a 8,2 v, el tiempo de activación del sensor de presión se encuentra a diferentes condiciones de temperatura por lo cual varía el impulso y como resultado se obtuvo que al comparar la temperatura a condiciones normales 22°C con una condición diferente a 20°C se tiene que bajar el 14% en ralenti y bajó el valor del impulso de 7,24 a 6,41ms; de igual manera comparar la temperatura

a condiciones normales 22°C con una condición diferente a 20°C sube 52% a 2000 rpm y sube el valor del impulso de 3,71 a 6,80 ms; así mismo al comparar la temperatura a condiciones normales 22°C con una condición diferente a 18°C baja el 7% en ralentí y subió el valor del impulso de 3,71 a 6,80 ms; finalmente al comparar la temperatura a condiciones normales 22°C con una condición diferente a 18°C sube 53% a 2000 rpm y subió el valor de 3,71 a 6,80 ms.

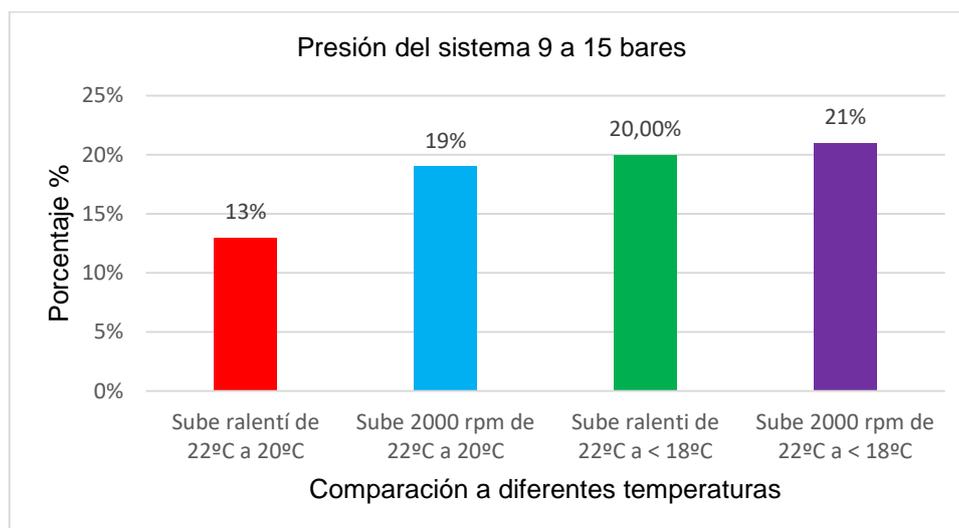


Figura 3.35 Presión del sensor de alta presión A/C

En la Figura 3.35 detalla la presión sube un 13% el valor de 9,8 a 11,8 bares en ralentí en temperaturas de 22°C a 20°C; sube un 19% el valor de 10 a 12,8 bares a 2000 rpm en temperaturas de 22°C a 20°C ; también sube un 20% el valor de 9,8 a 12,6 bares en ralentí en temperaturas de 22°C a 18°C; y sube un 21% el valor de 10 a 13,2 bares a 2000 rpm en temperaturas de 22°C a 18°C .

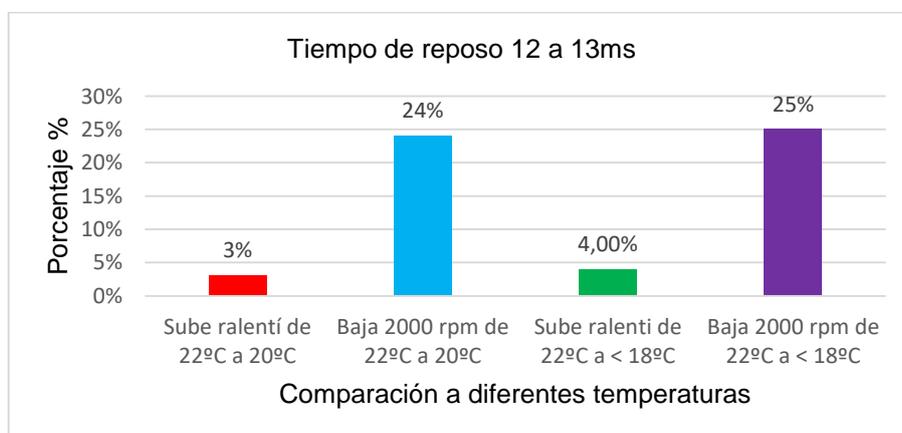


Figura 3.36 Tiempo de reposo sensor de alta presión A/C

En la Figura 3.36 el tiempo de reposo sube un 3% el valor de 11,16 a 11,69 ms en ralentí en temperaturas de 22°C a 20°C; baja un 24% el valor de 14,69 a 11,6 ms a 2000 rpm en temperaturas de 22°C a 20°C; también sube el 4% el valor de 11,16 a 11,7 ms en ralentí en temperaturas de 22°C a 18°C; baja 25% el valor de 14,69ms a 11,39ms a 2000 rpm en temperaturas de 22°C a 18°C.

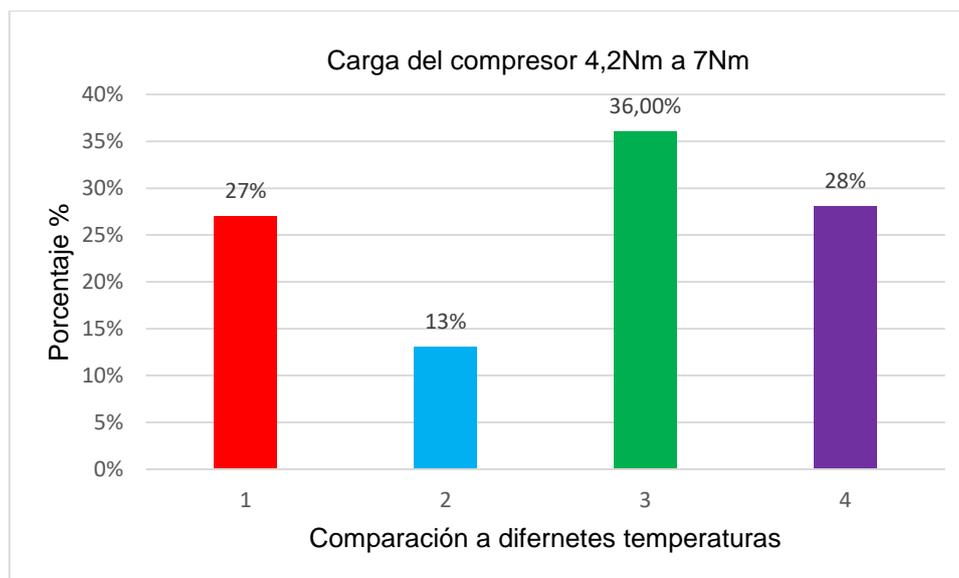


Figura 3.37 Carga del compresor sensor de alta presión

En la Figura 3.37 representa la carga del compresor sube un 27% el valor de 4,3 a 6,2Nm en ralentí en temperaturas de 22°C a 20°C; baja un 13% el valor de 5 a 4,1 Nm a 2000 rpm en temperaturas de 22°C a 20°C; también sube el 36% el valor de de 4,3 a 6,8 Nm en ralentí en temperaturas de 22°C a 18°C; baja 27% el valor de 5 a 3,1 Nm a 2000 rpm en temperaturas de 22°C a 18°C

La Tabla 3.22 detalla los análisis y anotaciones del sensor de presión a diferentes rangos.

Tabla 3.22 Valores de la prueba del sensor de alta presión del A/C

PRUEBA DE SENSOR DE PRESIÓN A DIFERENTES TEMPERATURAS							
Posición mando de control	Revoluciones	Voltaje	Tiempo de activación o impulso 5-6ms	Tiempo de reposo 12-13ms	Presión del sistema 9-15 bares	Carga del compresor 4,2Nm a 7Nm	Tiempo de refrigeración base 28°C

Tabla 3.22 Valores de la prueba del sensor de alta presión del A/C**(Continuación....)**

Temperatura a 22°C condiciones normales	Ralentí	7 V	7,24ms	11,16ms	9,8 bares	4.3Nm	8 min
	2000 revoluciones	8,2V	3,71ms	14,69 ms	10 bares	5Nm	6 min
Temperatura a 20°C	Ralentí	8,2V	6,41ms	11,59ms	11,8bares	6,2Nm	11 min
	2000 revoluciones	10,4V	6,80ms	11,6ms	12,8 bares	4,1Nm	9 min
Temperatura a 18°C	Ralentí	10,4V	6,80 ms	11,7ms	12,6 bares	6,8Nm	13 min
	2000 revoluciones	13,6V	6,80ms	11,39ms	13,2 bares	3,1Nm	11 min
Comparación % a temperatura 22°C a temperatura 20°C	Ralentí	100%	Baja 14 %	Sube 3%	Sube un 13%	Sube un 27%	Sube 38%
	2000 revoluciones	100%	Sube un 52%	Baja 24%	Sube 19%	Baja 13%	Sube 50%
Comparación % a temperatura 22°C a temperatura 18°C	Ralentí	100%	Baja 7%	Sube el 4%	Sube un 20%	Sube un 36%	Baja 62%
	2000 revoluciones	100%	Sube 53%	Baja 25%	Sube 21%	baja 28%	Baja 80%

Se debe realizar un mantenimiento de prevención de los cables del sensor de presión, la presión si es la correcta, mediante el escáner o el osciloscopio se debe poner el refrigerante adecuado al sistema y que no encuentre vacío, además se debe poner el aceite para mejorar el trabajo de todo el circuito y que los elementos mecánicos se puedan lubricar sin causar problemas a futuro, además se debe realizar cambios de filtro de polen y un mantenimiento general del sistema.

3.4.3 SENSOR DEL EVAPORADOR

En los siguientes esquemas se muestra la tendencia del sensor del evaporador al momento de tomar los datos de la resistencia según va variando la temperatura para obtener datos importantes para el sistema a/c automotriz.

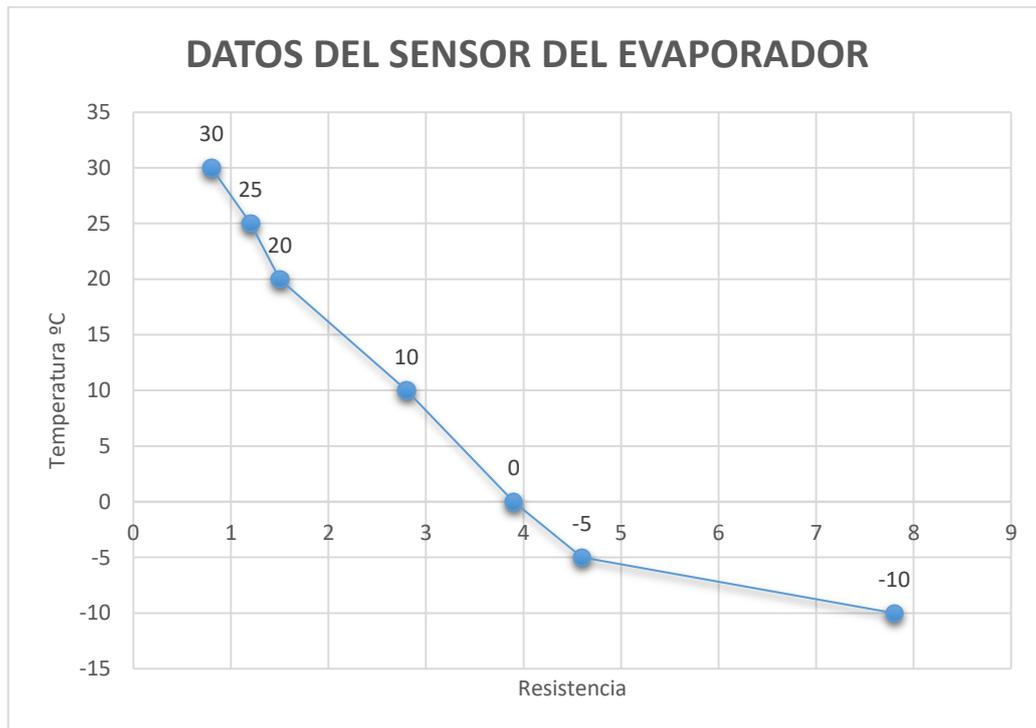


Figura 3.38 Tendencia del sensor evaporador

En la Figura 3.38 detalla los valores del sensor en la salida de la temperatura del aire interior frontal y reposapiés hacia el habitáculo estos dos sensores son NTC, trabaja con rango de 10 KΩ informan a la ECU la temperatura del evaporador del aire acondicionado por los pines B2 que va al módulo manual y la tierra electrónica B8 (Volkswagen, 2019,pág 62).

Se observó la tendencia de estos valores están empleados los datos máximos de la resistencia ya que esta varía y nos damos cuenta que es una resistencia NTC porque sube su temperatura y baja la resistencia, empieza la temperatura a -10 grados centígrados a una resistencia de 9 KΩ, a -5°C una resistencia de 7,2 KΩ luego a 10°C una resistencia de 3,7 KΩ y así hasta llegar a 30°C y 1.28 KΩ.

Con esta tendencia y la ayuda de los datos bibliográficos podemos destacar que los sensores se encuentran en buen estado en la camioneta se debe realizar siempre un mantenimiento adecuado en el sistema de ventilación y en general en todo el sistema para evitar fallas en sensores y toma de medidas inadecuadas, en el programa Esitronic solo nos informó las temperaturas de cada sensor pero no las resistencias.

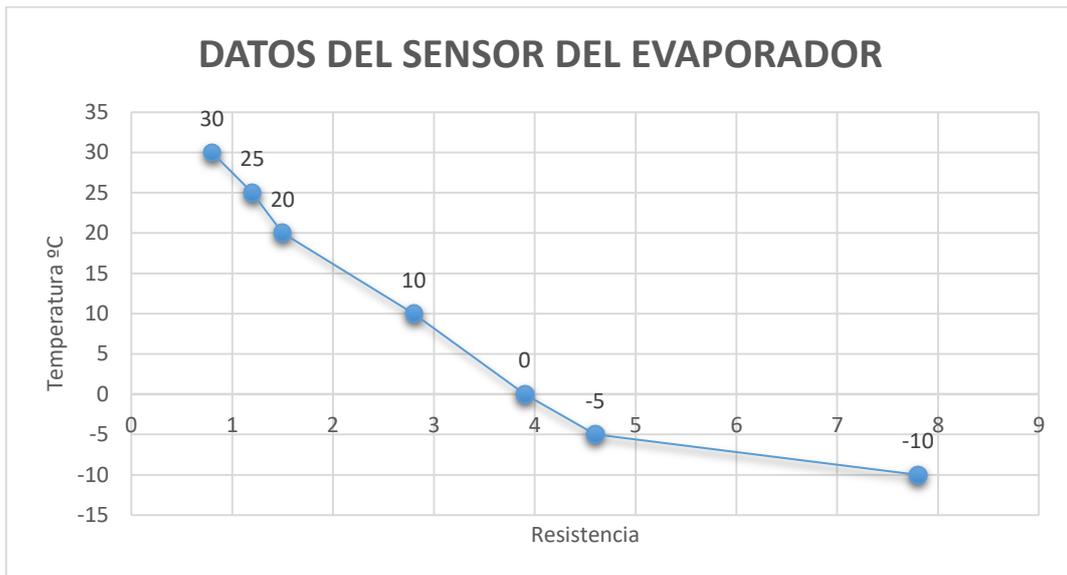


Figura 3.39 Tendencia del sensor evaporador

La Figura 3.39 detalla la predisposición de estos valores están empleados los datos mínimos de la resistencia ya que esta varía y nos damos cuenta que es una resistencia NTC porque sube su temperatura y baja la resistencia

Se observó la tendencia de estos valores están empleados los datos máximos de la resistencia ya que esta varía y nos damos cuenta que es una resistencia NTC porque sube su temperatura y baja la resistencia, empieza la temperatura a -10 grados centígrados a una resistencia de 7,8 KΩ, a -5°C una resistencia de 4,6KΩ luego a 10°C una resistencia de 2,8 KΩ y así hasta llegar a 30°C y 1 KΩ. Aproximadamente.

3.4.4 SENSOR DE TEMPERATURA DE SALIDA AIRE FRONTAL Y REPOSAPIES.

En los siguientes esquemas se muestra la tendencia de los sensores al momento de tomar los datos de la resistencia según va variando la temperatura para obtener datos importantes para el sistema a/c.

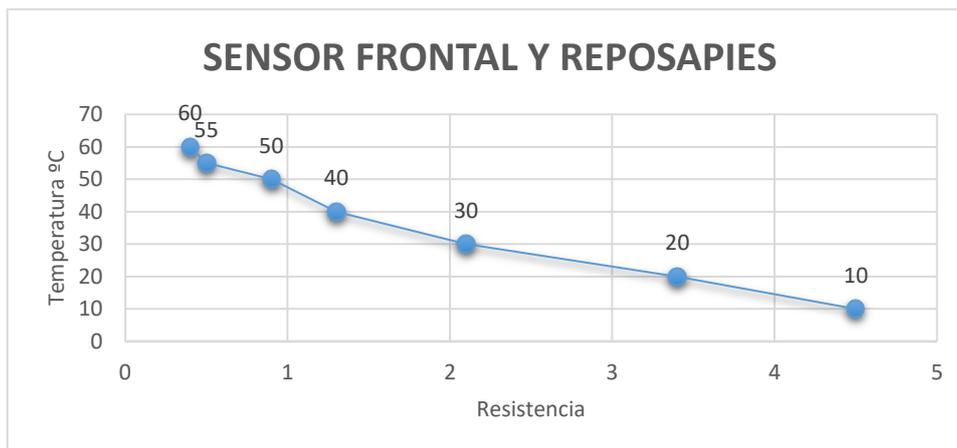


Figura 3.40 Tendencia del sensor frontal y reposapiés.

La Figura 3.40 representa valores del sensor en la salida temperatura del aire interior frontal y reposapiés hacia el habitáculo estos dos sensores son NTC, trabaja con rango de 5 KΩ informan a la ECU la temperatura del evaporador del aire acondicionado por los pines B4 Y A3 que va al módulo manual y la tierra electrónica A18 (Volkswagen, 2019,pág 62).

Se observó la tendencia de estos valores están empleados los datos máximos de la resistencia ya que esta varía y nos damos cuenta que es una resistencia NTC porque sube su temperatura y baja la resistencia, empieza la temperatura a 10 grados centígrados a una resistencia de 4.8 KΩ, a 30°C una resistencia de 2,3 KΩ luego a 50°C una resistencia de 1 KΩ y así hasta llegar a 60°C y 0,7 KΩ. Se destacó que los sensores se encuentran en buen estado en la camioneta se debe realizar siempre un mantenimiento adecuado y tener limpio el sistema cambiar siempre el refrigerante, filtros, aceite del sistema y limpiar las partes eléctricas con cuidado.

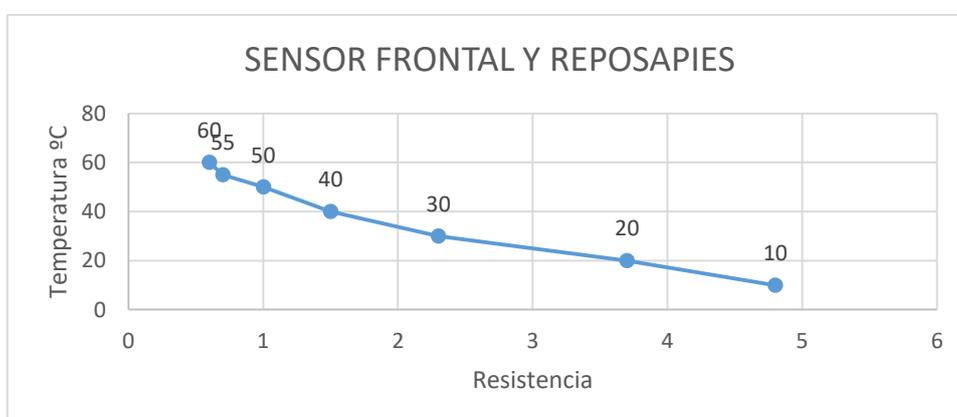


Figura 3.41 Tendencia del sensor frontal y reposapiés

La Figura 3.32 representa la tendencia en los valores están empleados los datos mínimos de la resistencia ya que esta varía y nos damos cuenta que es una resistencia NTC porque sube su temperatura y baja la resistencia

Se observó la tendencia de estos valores están empleados los datos mínimos de la resistencia ya que esta varía y nos damos cuenta que es una resistencia NTC porque sube su temperatura y baja la resistencia, empieza la temperatura a 10 grados centígrados a una resistencia de 4.8 K Ω , a 30°C una resistencia de 2,1 K Ω luego a 50°C una resistencia de 0,9 K Ω y así hasta llegar a 60°C y 0,4 K Ω .

3.4.5 SIMULACIÓN CÓDIGOS DTC

Es importante saber cómo identificar un código de avería el primer carácter siempre es una letra P significa powertrain que se refiere al motor al sistema de la transmisión, letra C refiere al chasis partes como freno, suspensión y dirección, la letra B carrocería la U red de comunicación a computadoras. El segundo carácter es siempre 0 o 1, el número 0 en un código SAE estandarizado normalmente estos automóviles utilizan OBII, el número 1 es específico para fabricante del vehículo por ejemplo VOLSWAGEN y son no muy común, el tercer carácter es del número 1 al 8, el 1 significa puede ser sistema de medición de combustible o aire, el 2 se describe a la inyección, el 3 al sistema que es del encendido del motor, el 4 representa al sistema de emisiones contaminantes del automóvil, el 5 significa la velocidad del automóvil y también el ralentí, el 6 representa la salidas de ECU, 7 y el 8 significan problemas con la transmisión.

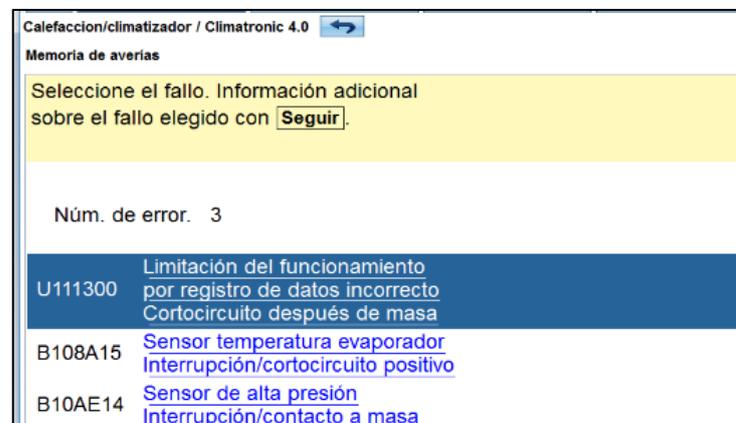


Figura 3.42 Simulación de averías en el sistema A/C

En la Figura 3.33 se detalla 3 códigos de error se realizó una simulación al desconectar los sensores de la climatización, se observa el B108A15 falla el sensor del evaporador, B10AE14 falla en el sensor de alta presión y U111300 esta falla limitación del funcionamiento se genera por desconectar los sensores, se debe borrar conectando los sensores nuevamente y poner borrar averías.

A continuación en la Tabla 3.23 se observa más códigos de errores que fueron simulados desconectando porque el sistema A/C está trabajando sin problemas.

Tabla 3.23 Código de falla del Aire acondicionado Volkswagen Amarok

Código	Nombre de avería
B361055	Servomotor de la rejilla de ventilación delantera izquierda y derecha
B20306	Servomotor para la trampilla de la zona reposapiés
C206170	Servomotor para la trampilla de recirculación de aire V113
C740F17	Servomotor para la trampilla de temperatura - V68
C620017	Servomotor para la trampilla de deshielo - V107
8520006	Potenciómetro del servomotor para la trampilla de temperatura
9520106	Potenciómetro del servomotor para la trampilla central -G112
5202060	Potenciómetro del servomotor para la trampilla de la zona reposapiés
2050700	Relé para el ventilador del radiador y condensador
0720727	Potenciómetro en el servomotor para la trampilla de deshielo
00624 02	Intervención del compresor del aire acondicionado
01232 04	válvula de regulación para compresor aire acondicionado-N280
00766 02	Transmisor de la temperatura del aire del difusor delantero -G152
01297 05	Transmisor de la temperatura del aire del difusor del reposapiés -G192

3.4.6 ANALISIS PRUEBAS DE VACÍO Y FUGAS DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO

Se realizó pruebas con equipo 6000 plus obteniendo resultados favorables en el sistema.

En la Tabla 3.23 se observa los datos obtenidos en el equipo 6000 plus ECO

Tabla 3.24 Datos finales de pruebas con el equipo 6000 plus ECO.

DATOS FINALES DE PRUEBAS DEL AIRE ACONDICIONADO					
PRUEBA DE VACÍO	TIEMPO	PRUEBA DE PRESIONES	TIEMPO	PRUEBA DE FUGAS	TIEMPO
Se reciclo 320 gramos de R134A	20 minutos	Excelente estado 1,1 y 2,7 bares baja 8.2 y 14,2 bares alta	5 minutos	Excelente estado	5 a 7 minutos
Presión de vacío es -0.8 bar					
Aceite recuperado 0 ml					
Refrigerante inyectado 530 gramos	Aceite inyectado 140 ml		Prueba de enfriamiento 8°C		

Los datos finales de las pruebas realizadas con el equipo 6000 plus eco las cuales fueron la prueba de vacío que no deja como resultado que antes de hacer el vacío se recuperó 320 gramos eso significó que el sistema le falta refrigerante debe tener 525 a 530 gramos eso también es por el mal mantenimiento y estuvo aproximadamente 2 a 3 años sin hacer recargas, el aceite no fue recuperado no tuvo nada en el sistema estaba trabajando en seco la cantidad adecuada que nos dice el manual es de 140ml de aceite pág. 46

Se realizó unos cálculos de la cantidad de aceite de la Tabla 2.10 en la página 84 que debe ir en cada elemento y nos proporcionó el resultado mediante el compresor debe ir 70ml, en el condensador debe ir la cantidad de 14ml al igual que las tubería de alta y baja del sistema y por último debe ir 28ml en el evaporador.

Se debe mencionar que antes de hacer la prueba de vacío el sistema verificó si hay fugas en el caso que hubiera el equipo informa y no se puede hacer nada hasta arreglar el inconveniente

La prueba de presiones ya inyectado aceite y refrigerante se procede a realizar en 5 a 7 minutos, en la pantalla del equipo se pone la marca del vehículo y nos informa el rango de presiones que debe permanecer está en el circuito de baja entre 1.1 a 2,7 bares y el circuito de alta entre 8.2 y 14,2 bares de presión nos informa además la temperatura ambiente esta prueba fue exitosa.

Finalmente la prueba de enfriamiento se procedió a cerrar las puertas del vehículo y en modo recirculación y después de 20 minutos llego a 8°C, comenzó la prueba con 28 grados centígrados de aire del ambiente cabe recalcar que se activó la ventilación y se abrieron las ventanas por 5 minutos para alcanzar la temperatura ambiente en el habitáculo porque la temperatura era mucho más alta aproximadamente 35°C.

CAPITULO IV

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- Se logró reconocer el sistema aire acondicionado en la camioneta Volkswagen Amarok del año 2011, con la ayuda del software ESI[tronic] 2.0 del equipo FSA-740 se observó el tipo de sistema llamado Climatic 4.0 es un sistema con módulo manual que tiene incorporado algunos sensores y actuadores, el compresor del aire acondicionado es de desplazamiento variable trabaja con 0.7 amperios controlado por una electroválvula externa 12v alimentación; se logró identificar los datos de la electroválvula del compresor con Pwm de 1 a 1,5 milisegundos y el tiempo de descanso es 0,5 a 0,8 ms además la carga de refrigerante varía entre 4,2 a 7 Nm esto depende de la temperatura que situemos con la perilla de mando, las presiones del sistema varían de 9 a 15 bares que es igual de 130PSI a 220PSI. El sensor presión varía la señal de voltaje de 7v a 13,6v esto depende de la temperatura que pongamos en el habitáculo de la camioneta las presiones varían de 9,8 bares a 12,6 bares de presión. El sensor de temperatura del evaporador de 10 K Ω se midió los valores de resistencia con un multímetro; al igual que los sensores de salida frontal y reposapiés de 5 K Ω y la bomba de agua auxiliar es eléctrica y funciona con 12 a 13 voltios y se activa aproximadamente de 1 a 2 milisegundos y queda abierta totalmente cuando se requiera la calefacción.
- En el diagnóstico se consiguió las pruebas para ver la capacidad de enfriamiento del sistema A/C; se ubicó en la perilla del mando de control en 22°C con ventilador 2 activado en condiciones normales, también se ubicó la perilla en 20°C, 18°C y se realizó pruebas en ralentí y a 2000 rpm para ver el estado de los componentes, estas pruebas parten de las condiciones del vehículo, las puertas cerradas y en recirculación y con temperatura ambiente de 27°C. Las fallas que se obtuvo en la batería el sistema estuvo trabajando al límite porque la batería se estaba agotando por un problema del alternador, la carga de refrigerante debía llegar a los 7Nm a 8Nm y el sistema estaba trabajando con lo justo 5,4Nm y a veces llego a los 6,5 a 6,8 Nm; por un problema

mecánico en el compresor o porque no hay el suficiente refrigerante 134 a en el sistema, el tiempo de enfriamiento del habitáculo tardó un poco al principio en enfriar con facilidad por falta de uso del aire acondicionado y por falta de mantenimiento luego se normalizó el enfriamiento para llegar de 27°C a 22°C tardó 10 minutos en ralentí y 8 minutos a 2000rpm; luego de 27°C a 20°C tardó 15 minutos en ralentí y 13 minutos a 2000rpm aproximadamente y finalmente 27°C a 18°C tardó 20 minutos en ralentí y 16 minutos a 2000rpm. Se realizó las pruebas de mantenimiento preventivo, la limpieza del filtro de aire, además se ejecutó las pruebas de mantenimiento preventivo con el equipo 6000 plus eco, la camioneta Volkswagen Amarok el aire acondicionado trabaja de 8 a 15 bares en condiciones normales y de 6 a 8 Nm de carga, pero se encontró que llegaba a 13 bares y 6Nm lo que significa que le faltaba refrigerante y trabajaba al límite, se logró reciclar 320 gramos de los 530 gramos que debía tener el sistema.

El diagnóstico que se efectuó con el equipo 6000 plus eco nos dejó como resultado que faltaba refrigerante en el sistema trabajó el equipo con un 60% de la capacidad total, la presión de vacío de -0,8 bares el equipo indicó que está en los rangos establecidos pero no de pasar de 1 bar porque eso significa desgaste en componentes internos del sistema como el compresor, además de que estaba trabajando sin aceite se reciclo 0ml. Finalmente se cargó de refrigerante 530 g y aceite 140ml, la prueba de presiones fue buena y estuvo entre los rangos establecidos de 8.2 y 14,2 bares en alta y no hubo fugas en el sistema.

- El análisis consistió en comparar los resultados en condiciones normales y diferentes condiciones para ver los cambios en el tiempo de activación de la electroválvula y el sensor de presión, el tiempo de reposo, las presiones del sistema, la carga del compresor y el tiempo que demora en refrigerar el habitáculo del automóvil. En el tiempo de activación o impulso hay un aumento del 4% y baja 14% en ralentí de 22°C a 20°C en cambio a los mismos grados a 2000 rpm hay una pérdida de 2% y aumento 52%, en el tiempo de reposo hay una pérdida del 5,34% y 7% en ralentí de 22°C a 20°C; y a 2000 rpm hay un aumento del 1% y 53%.

En la carga del compresor de la electroválvula y el sensor de presión hay un aumento en la carga en Nm del 17% y 27% en ralentí de 22°C a 20°C y a 2000rpm hay un aumento del 8% y pérdida de 13% en la carga Nm, con estos datos nos permite ver si es mayor o menor a diferentes temperaturas la capacidad de enfriar.

4.2 RECOMENDACIONES

- Desarrollar más investigaciones acerca de los parámetros de los sensores y actuadores de sistemas más complejos como los sistemas totalmente electrónicos como el Climatronic que viene incorporado sistemas de climatización de dos zonas o de cuatro zonas de enfriamiento en vehículos de alta gama, y comparar con sistemas semiautomáticos como el sistema climatic, enfocándose en el estudio en los sensores y actuadores y el módulo electrónico ya que hay muy poca información y cada sistema es diferente y siempre hay cosas distintas para aprender.
- Estudiar y estar actualizado sobre los sistemas de climatización automotriz para que el diagnóstico sea excelente, la información técnica es vital asistiendo a cursos de capacitación teórica y práctica de este tipo de sistemas, se debe tener equipos de diagnóstico adecuados para tener los datos exactos como escáner automotriz, osciloscopio, que brinden los parámetros para realizar una interpretación adecuada y entender bien el problema que se va a resolver.

Realizar la detección de fugas del A/C la prueba ultravioleta, ayudado de unas gafas y una lámpara la cual refleja si hay una fuga en el sistema este sistema mira fugas muy pequeñas de 0,013 gramos que se pierden por día que es 5 gramos al año, la cantidad que se debe añadir de líquido ultravioleta en la cañería de baja 7.5ml por cada 1.5 kg de gas refrigerante y que este prendido el aire acondicionado por 30 minutos para realizar esta prueba.
- Analizar la parte eléctrica del sistema A/C limpiando sensores, revisando cada uno de los cables que no estén pelados o desgastados por lo menos una vez por año y cambiar los cables y conectores si se encuentran en mal estado porque causa la toma de parámetros inadecuada por un mal mantenimiento. Se debe utilizar el aire acondicionado de una manera adecuada siempre ubicando la perilla de temperatura en 22°C además de utilizar el ventilador en segunda velocidad además realizar las

carga de refrigerante y aceite y las pruebas pertinentes para que el aire acondicionado funcione correctamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ariel's, C. (2014). *Sistemas de aire acondicionado y refrigeración del automóvil*.
2. Arveláez, M. (2016). *Sistema de confortabilidad aire acondicionado climatizador*. file:///C:/Users/PERSONAL.DESKTOP-44FMERM/Downloads/manual-sistema-aire-acondicionado-climatizador-presostato-termostato-compresores-valvulas-esquemas.pdf
3. Barrera, O. (2019). *Sistemas de seguridad y confortabilidad*. https://books.google.com.ec/books?id=D6GeDwAAQBAJ&pg=PA185&dq=Factores%0A+que+influyen+en+la+confortabilidad&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwim36n_34rmAh%0AUjp1kKHaeWBt4Q6AEILzAB#v=onepage&q&f=false
4. Barros, F., & Pulla, O. (2018). *Estudio en las fallas del sistema A/C de un motor Hyundai Santa Fe 2.0 CRDI basado en curvas de osciloscopio*. [Escuela Politécnica Nacional]. file:///C:/Users/PERSONAL.DESKTOP-44FMERM/Downloads/CD-7056(1).pdf
5. Bee, B. (2019). *BRAIN BEE WORKSHOP SOLUTIONS*. https://www.brainbee.it/prodotto.php?nome=+6000+PLUS&lang=es_ES
6. Bosch, R. (2020). *Equipo FSA-740 Bosch con software ESI[tronic] 2.0*.
7. Bosh, C. (2022). 2.4.3.9 EQUIPO DE MEDICIÓN FSA-740 BOSCH.
8. Castaño, S. (2017). *Contribución al Estudio y Desarrollo del Accionamiento eléctrico de reluctancia Conmutada en el Sistema de Aire Acondicionado en Automóviles a 42V*.
9. Chancafe Zarpan, J. D. (2017). Evaluación del aire acondicionado en automóviles de cilindrada de 1400 cc utilizando el refirgerante R134a. In *Tesis de la Universidad Cesar Vallejo Facultad de Ingeniería en Mecánica eléctrica Perú*.
10. Chicaiza Ávila, Y. M. (2017). Implementación del sistema de climatización al vehículo Chevrolet Esteem. In *Tesis de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, Universidad Técnica del Norte Ibarra-Ecuador*. [http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7281/1/04 MAUT 027 TRABAJO DE GRADO.pdf](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7281/1/04%20MAUT%20027%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf)
11. Consejo Europeo. (2018). Reglas para mantener el clima limpio. Recuperado 9 de noviembre de 2020. In *Universidad Internacional SEK*.
12. Denso. (2021). *A/C components*. 760. file:///C:/Users/PERSONAL.DESKTOP-44FMERM/Desktop/FSA-740/catalogo ac/DENSO-AC-Components-2021_Web.pdf
13. Duràn Giraldo, A. E., Arias Pèrez, D. E., & Leòn Ramìrez, L. E. (2016). Propuesta en mantenimientos en los sitemas de climatización. *Especializacion en gerencia de mantenimiento*.
14. Hella, S. (2019). *No Title*. Información Técnica de Climatización En Automóviles, <https://www.hella.com/techworld/es/Informacion-Tecnica/Climatizacion-de-vehiculos/Busqueda-de-fugas-en-el-aire-acondicionado-del-coche-1831/>
15. Lesur, L. (2009). *Manual para el enfriamiento y el A/C*. (S. A. Trillas (ed.)).
16. Masapanta, C., & Alegría, L. (2016). *Dibujo y armado de un Entrenador con Climatizador para Simulacion de Fallas en el Sistema*. Latacunga: ESPEL.
17. Medina, D. (2015). *M*. Monografías.

- <https://www.monografias.com/trabajos5/aaauto/aaauto#intro4>
18. NTP 323, N. (1989). *Ambientes cerrados y calidad de aire*.
 19. OBDSCAN. (2020). *Asignacion de los pines OBD2*. <https://myobdscan.net/a20>. Olbox. (2023). *Múltímetro digital*. <http://www.olbox.com/trupermut105/truper-mut-105>
 21. Paucar Jarrín, H. D., & Yupa Loja, V. A. (2017). Estudio de la eficiencia energética y renovación del caudal de aire del sistema de climatización en vehículos híbridos por medio de elementos finitos. In *Tesis de la Universidad de las fuerzas armadas ESPE Ingeniería Automotriz Quito- Ecuador*.
 22. Peláez, D. (2017). *Técnicas del Automóvil "Sistema de Climatización"*. 629.234/A56.
 23. Plan Nacional del Buen Vivir. (2021). *Constitución de la República del Ecuador*.
 24. Quishpe, V., & Rocha, J. (2020). *Investigación de los procesos de operación y mantenimiento del sistema de aire acondicionado de automóviles híbridos y determinar la influencia en el sistema de confort*.
 25. Realpe, T., & Elizabeth, K. (2016). Incidencia económica en la industria automotriz ecuatoriana por las medidas arancelarias a importaciones de CKD`s de vehículos período 2013- 2017. In *Universidad Internacional SEK*.
 26. Rendle, S. (2017). *Sistema del aire acondicionado para Automóviles* (Grupo Edit).
 27. Rueda, S. (2017). *Técnico en mecánica y electrónica automotriz Mecánica automotriz*.
 28. Service Toyota, T. (2015). *Manual de entrenamiento*.
file:///C:/Users/PERSONAL.DESKTOP-44FMERM
 29. Solvay. (2016). *Stanley información del Refrigerante 134a*.
<https://docplayer.es/13274923-Ficha-tecnica-r134-a.html>
 30. Toyota, C. (2019). *Manual de Refrigeración automotriz.q*.
 31. Trinidad, D. (2016). *Aire Acondicionado Automotriz*. Obtenido de
<https://www.slideshare.net/Dtrinidad/Aire-Acondicionado-Automotriz-59439550>.
 32. Volkswagen. (2019). El programa autodidáctico. *El Touareg Calefacción y Aire Acondicionado*, 56. <https://es.readkong.com/page/el-touareg-calefaccion-y-aire-acondicionado-2780343>
 33. Volkswagen, A. (2011). *Workshop Manual Amarok 2011*. 76.
file:///C:/Users/PERSONAL.DESKTOP-44FMERM/Desktop/TESIS
GEO/Volkswagen-
Amarok_2011_EN__manual_de_taller_calefaccion_aire_acondicionado_4caaed15bf.pdf
 34. Volkswagen, A. (2015). *Volkswagen Amarok información general*.
<https://www.km77.com/coches/volkswagen/amarok/2011/doble-cabina/informacion>
 35. Volkswagen, A. (2018). *Manual de instrucciones Amarok 2017-2018*.
file:///C:/Users/PERSONAL.DESKTOP-44FMERM/Downloads/Manual Amarok
2017 (1).pdf

ANEXOS

GRÁFICAS DE MEDICIONES EN ELECTROVÁLVULA DEL COMPRESOR CON EL EQUIPO FSA-740 BOSCH

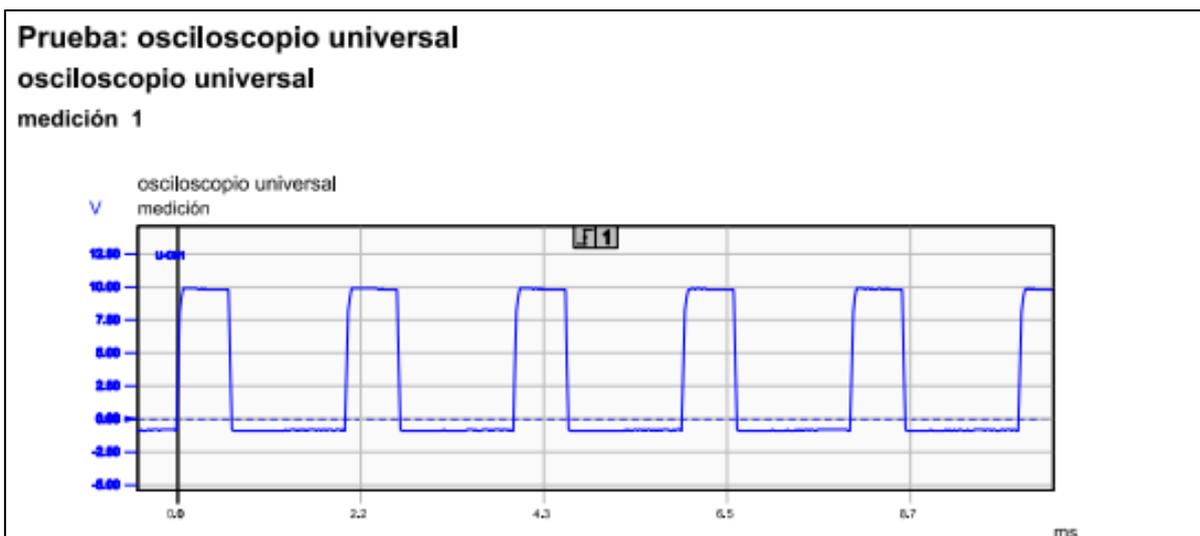


Figura AI.1 Refrigeración 22°C en electroválvula del compresor

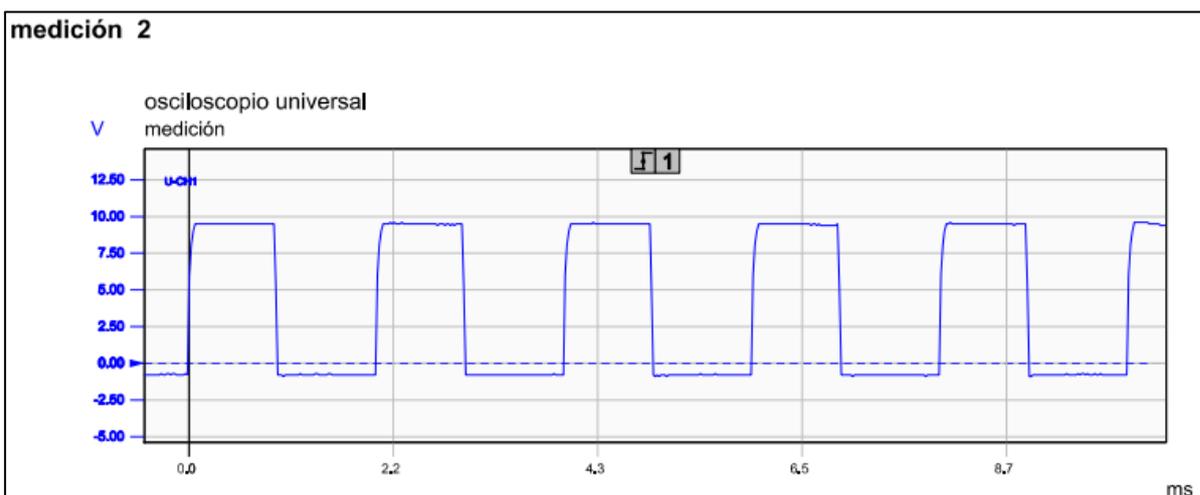


Figura AI.2 Refrigeración 22°C en electroválvula del compresor

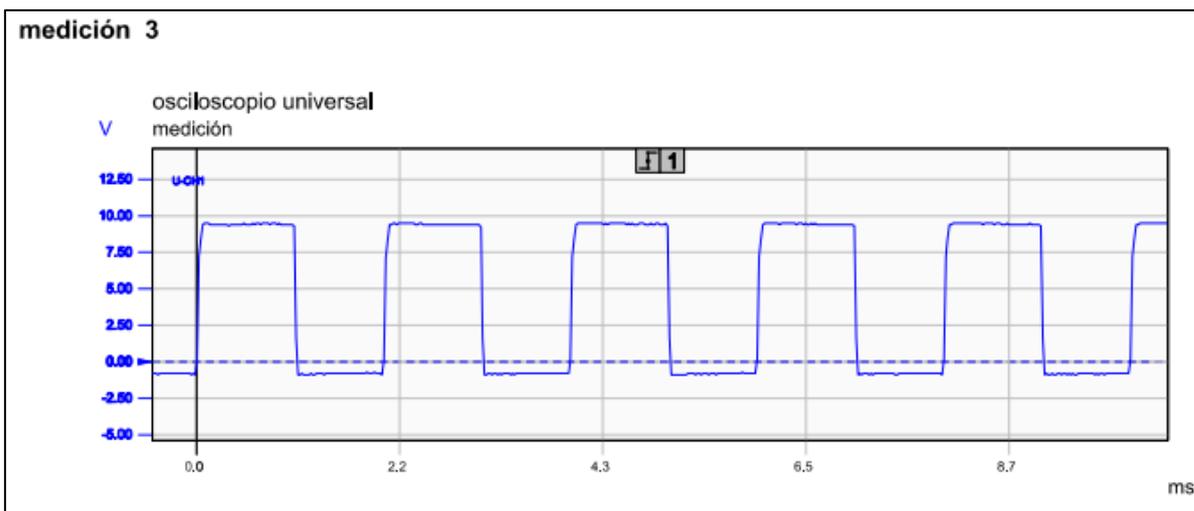


Figura AI.3 Refrigeración 20°C en electroválvula del compresor

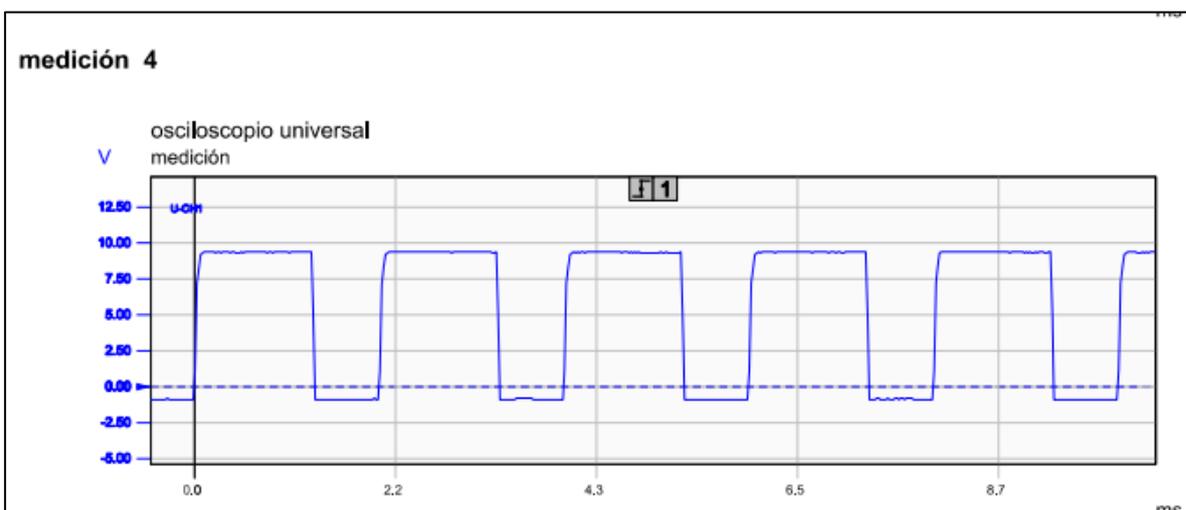


Figura AI.4 Refrigeración 18°C en electroválvula del compresor

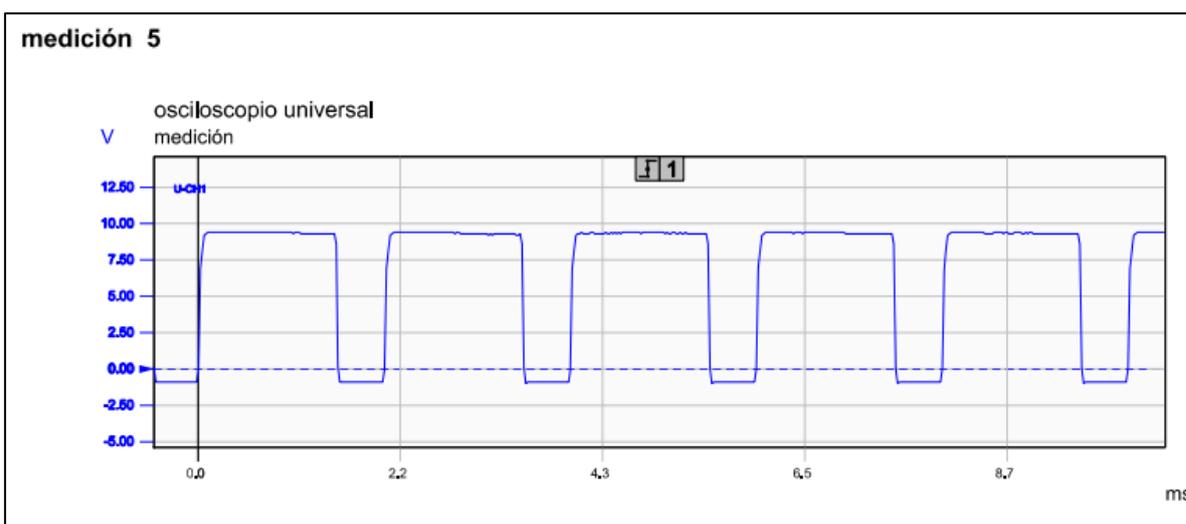


Figura AI.5 Refrigeración menor a 18°C en electroválvula del compresor

GRÁFICAS DE MEDICIONES EN SENSOR DE PRESIÓN CON EL EQUIPO FSA-740 BOSCH

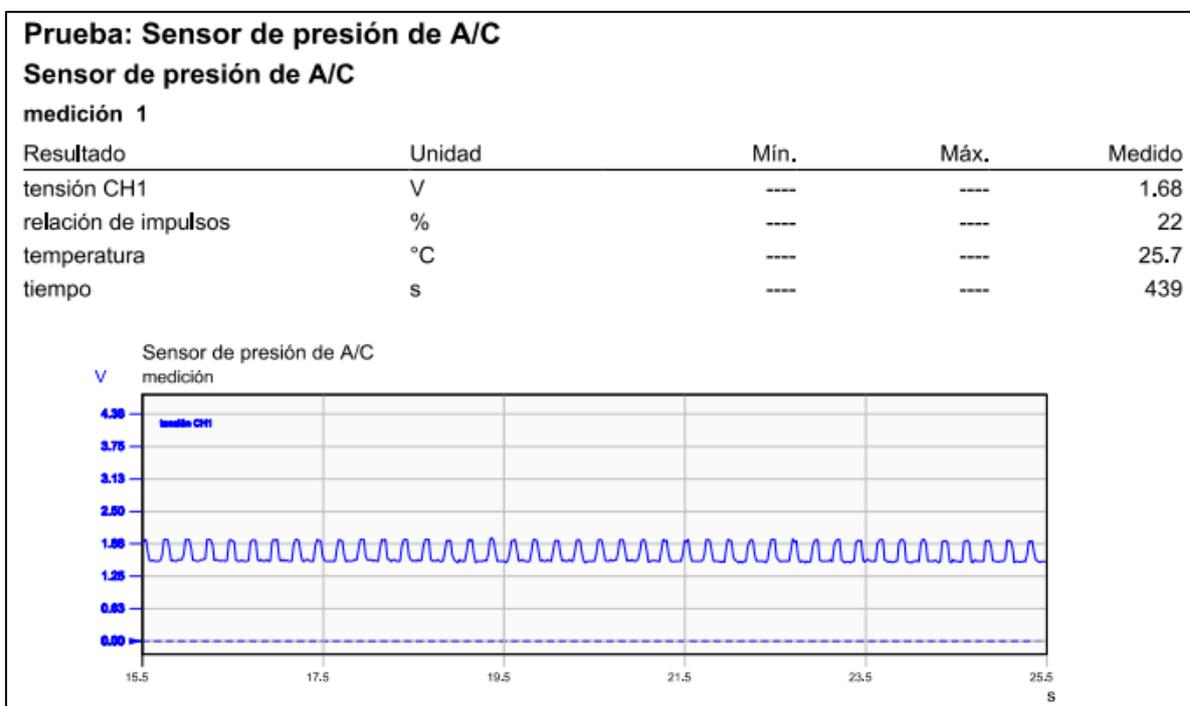


Figura AII.1 Refrigeración 22°C en sensor de presión A/C

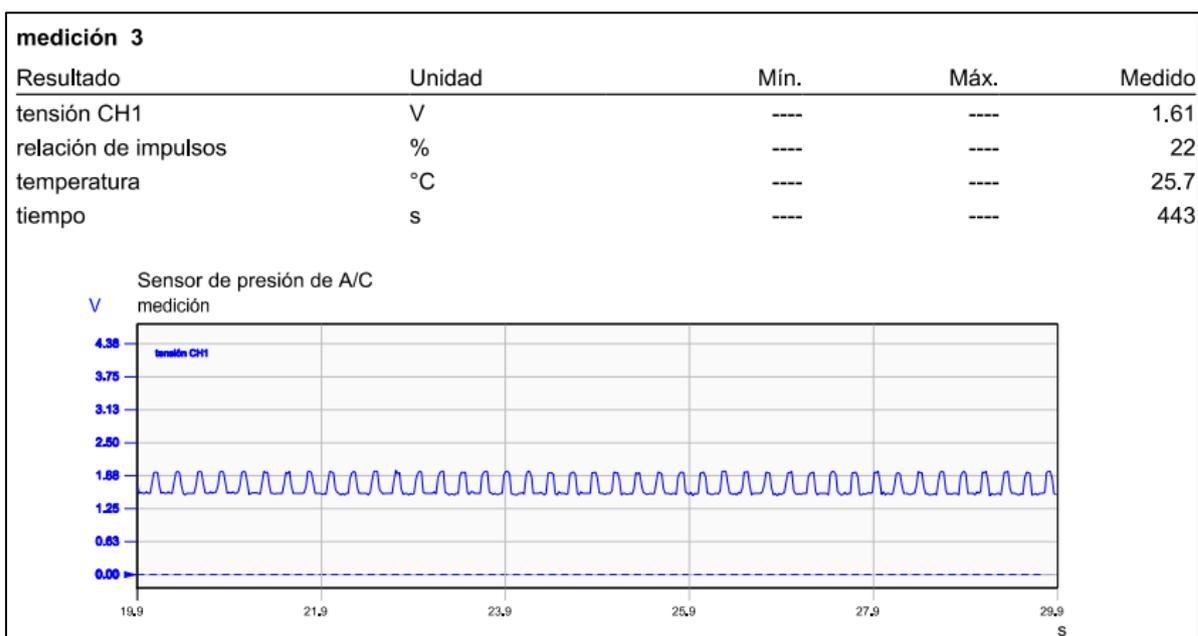


Figura AII.2 Refrigeración 22°C en sensor de presión A/C

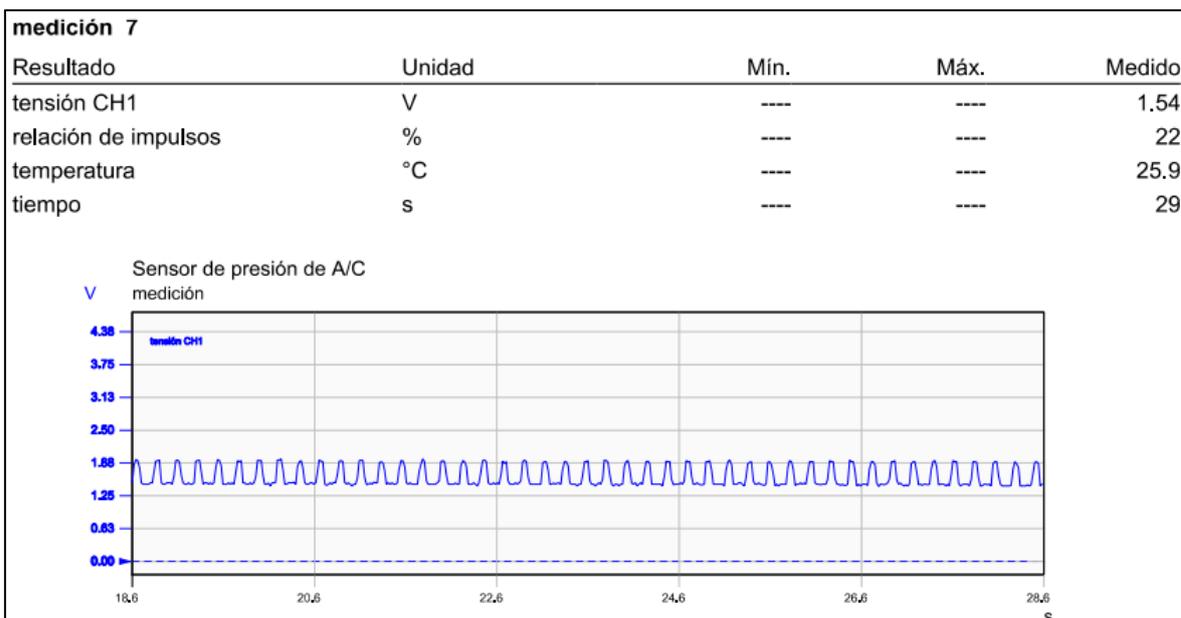


Figura AII.3 Refrigeración 22°C en sensor de presión A/C

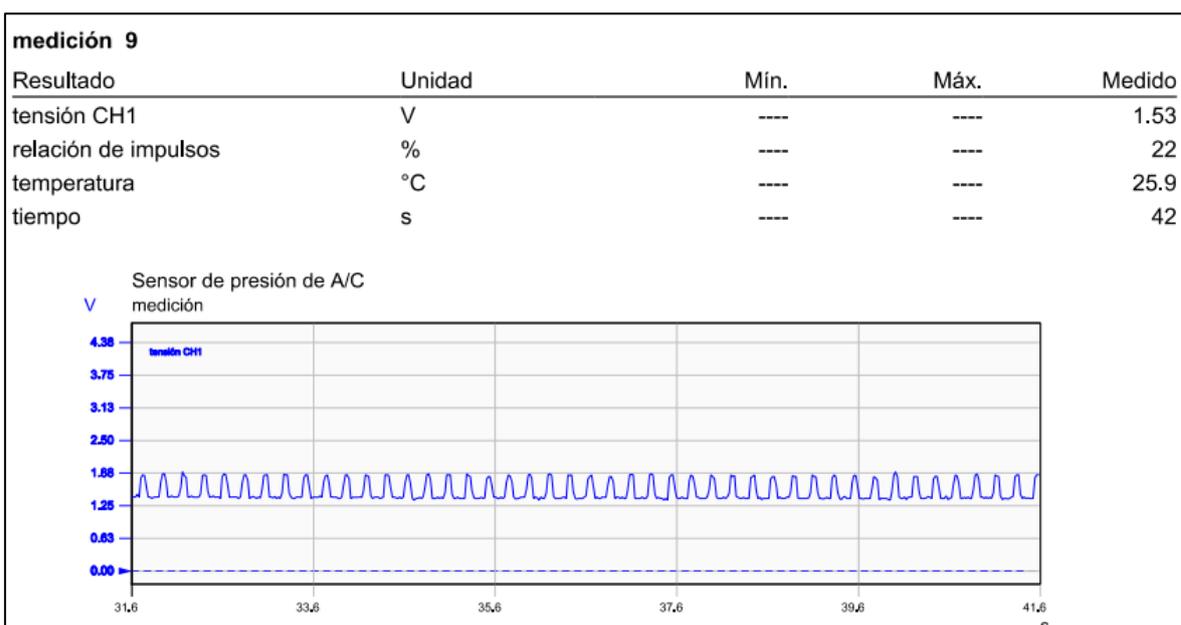


Figura AII.4 Refrigeración 22°C en sensor de presión A/C

MEDICIONES DE ELEMENTOS DEL SISTEMA CLIMATIC 4.0 CON EL MULTÍMETRO, TEMÓMETRO DE MERCURIÓ



Figura AIII.1 Camioneta Volkswagen Amarok y equipo FSA-740 Bosch Universidad Técnica del Norte.



Figura AIII.2 Medición la resistencia sensor de presión A/C con multímetro 118 k Ω



Figura AIII.3 Medición con multímetro con sensor de temperatura las ventoleras laterales y centrales prueba de frío 8°C, puertas y ventanas cerradas.



Figura AIII.4 Medición con termómetro de mercurio ventoleras centrales frío 8°C



Figura AIII.5 Medición con multímetro sensor de temperatura las ventoleras laterales la calefacción 57°C



Figura AIII.5 Medición con termómetro digital con sensor la calefacción del sistema es de 63°C.