



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

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

**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

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

**TEMA: "ANÁLISIS DEL CONFORT DE LOS OCUPANTES  
DEL VEHÍCULO CHEVROLET SPARK 1.0 MEDIANTE LA  
AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA HVAC Y AUDIO EN CICLOS  
DE CONDUCCIÓN PROLONGADOS"**

**AUTORES:**

**WILFRIDO FABIAN AGUAGALLO CANDO  
DIEGO ANDRES QUEZADA SUAREZ**

**DIRECTOR: ING LEÓNIDAS QUIROZ**

**LATACUNGA**

**2017**



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

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

**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

## **CERTIFICADO**

Certifico que el trabajo de titulación, "ANÁLISIS DEL CONFORT DE LOS OCUPANTES DEL VEHÍCULO CHEVROLET SPARK 1.0 MEDIANTE LA AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA HVAC Y AUDIO EN CICLOS DE CONDUCCIÓN PROLONGADOS" realizado por los señores WILFRIDO FABIAN AGUAGALLO CANDO y DIEGO ANDRÉS QUEZADA SUÁREZ, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar a los señores WILFRIDO FABIAN AGUAGALLO CANDO y DIEGO ANDRÉS QUEZADA SUÁREZ para que lo sustenten públicamente.

Latacunga, febrero del 2017

---

Ing. Leónidas Quiroz

**DIRECTOR**



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

## DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

### CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

#### DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, señores WILFRIDO FABIAN AGUAGALLO CANDO, con cédula de identidad N° 1804619276 y DIEGO ANDRÉS QUEZADA SUÁREZ, con cédula de identidad N° 1720698073, declara que este trabajo de titulación "ANÁLISIS DEL CONFORT DE LOS OCUPANTES DEL VEHÍCULO CHEVROLET SPARK 1.0 MEDIANTE LA AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA HVAC Y AUDIO EN CICLOS DE CONDUCCIÓN PROLONGADOS" ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de nuestra autoría en virtud de ello nos declaramos responsables del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Latacunga, febrero del 2017

WILFRIDO FABIAN AGUAGALLO CANDO

C.C.: 1804619276

DIEGO ANDRÉS QUEZADA SUÁREZ

C.C.:1720698073



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

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

**AUTORIZACIÓN**

Nosotros *WILFRIDO FABIAN AGUAGALLO CANDO* y *DIEGO ANDRÉS QUEZADA SUÁREZ*, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación "ANÁLISIS DEL CONFORT DE LOS OCUPANTES DEL VEHÍCULO CHEVROLET SPARK 1.0 MEDIANTE LA AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA HVAC Y AUDIO EN CICLOS DE CONDUCCIÓN PROLONGADOS" cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra autoría y responsabilidad.

Latacunga, febrero del 2017



---

**WILFRIDO FABIAN AGUAGALLO CANDO**  
C.C.: 1804619276



---

**DIEGO ANDRÉS QUEZADA SUÁREZ**  
C.C.:1720698073

## **DEDICATORIA**

**El presente proyecto de investigación se la dedico a Dios, por regalarme una vida maravillosa a pesar de mis fallos y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mis padres que fueron la motivación más grande, por su trabajo esfuerzo, y brindarme ese apoyo incondicional en los momentos más complicados de mi carrera.**

**A mi amada hija Scarleth, una motivación divina. Desde ya perdóname por si en algún momento difícil no pueda protegerte, pero debes de saber que al final del día, todo estará bien. Las lágrimas son parte del destino que tendrás que vivir para poder crecer y ser una persona de bien.**

**A mis hermanos Alba y Jairo quienes han estado conmigo, haciendo de mis problemas los suyos, por esos abrazos y palabras en los momentos que los necesitaba.**

**Fabian Aguagallo**

## **DEDICATORIA**

**Este proyecto de investigación lo dedico a Dios por haberme guiado siempre en todos los planes y metas propuestas, permitiéndome cumplirlos sin darme por vencido. A mis padres que gracias a su apoyo incondicional me han ayudado a superarme durante mi vida estudiantil. A mis hermanos José y Hermel quienes me han sabido brindar su ayuda y apoyo incondicional en todo momento**

**Diego Quezada**

## **AGRADECIMIENTOS**

**Agradezco a Dios por regalarme los mejores padres, por estar siempre a mi lado y ayudarme a cumplir mis metas.**

**A mis padres que siempre estuvieron ahí, gracias por confiar en mí, por el amor incondicional de padres esta alegría es para ustedes**

**Al Ingeniero Leónidas Quiroz Tutor del proyecto, gracias por impartir sus conocimientos en el transcurso del proyecto, de igual forma cuando fui su alumno.**

**Fabian Aguagallo**

## **AGRADECIMIENTOS**

**A mis padres por haberme brindado todo su apoyo y comprensión**

**A mis hermanos por haberme apoyado durante mi carrera  
universitaria, siempre con consejos y apoyo moral.**

**A mi tutor por haberme guiado con sus conocimientos y consejos  
durante mi etapa universitaria.**

**A mis compañeros y amigos que fue con quienes supere muchos  
obstáculos y compartimos muchas emociones**

**Diego Quezada**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARATULA.....	i
CERTIFICADO .....	ii
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD .....	iii
AUTORIZACIÓN .....	iv
DEDICATORIA .....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTOS .....	vii
AGRADECIMIENTOS .....	viii
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	ix
ÍNDICE DE TABLAS .....	xv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xviii
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	xxii
RESUMEN .....	xxiii
ABSTRACT .....	xxiv

### CAPÍTULO I

<b>1. MARCO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Antecedentes .....	1
1.2. Planteamiento del problema .....	3
1.3. Descripción resumida del proyecto .....	4
1.4. Justificación e importancia .....	5
1.4.1. Interés de la investigación.....	6
1.4.2. Utilidad teórica .....	7
1.4.3. Utilidad práctica.....	7
1.4.4. Utilidad metodológica.....	7
1.4.5. Factibilidad.....	7
1.5. Proyectos relacionados.....	7
1.6. Objetivos .....	9
1.6.1. Objetivo general.....	9
1.6.2. Objetivo específicos.....	9
1.7. Metas .....	9
1.8. Hipótesis .....	10

1.9.	Variables de la investigación.....	11
1.9.1.	Variable independiente .....	11
1.9.2.	Variable dependiente .....	11

## **CAPÍTULO II**

<b>2.</b>	<b>FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....</b>	<b>12</b>
2.1.	Sistema de seguridad vehicular .....	12
2.1.1.	Seguridad activa .....	12
2.2.	Función y necesidad del aire acondicionado .....	13
2.2.1.	Factores que influyen en la confortabilidad .....	14
2.2.2.	Principio de Funcionamiento .....	15
2.2.3.	Terminologías .....	16
2.3.	Partes de un sistema básico de aire acondicionado .....	18
2.3.1.	Compresor .....	18
2.3.2.	Condensador.....	19
2.3.3.	Filtro Deshidratador.....	21
2.3.4.	Válvula de expansión .....	22
2.3.5.	Evaporador .....	25
2.3.6.	Sensores de presión o presostatos.....	27
2.4.	Teoría del semiconductor.....	28
2.4.1.	Materiales tipo n y tipo p .....	28
2.5.	Elementos electrónicos .....	30
2.5.1.	Diodos.....	30
2.5.2.	Transistores .....	31
2.5.3.	Resistencia .....	34
2.5.4.	Reguladores de tensión .....	35
2.5.5.	Capacitores.....	36
2.5.6.	Pulsador.....	39
2.5.7.	Sensor DTH22 .....	40
2.5.8.	Servomotores.....	40
2.5.9.	Conductores Eléctricos .....	41
2.6.	Arduino.....	42
2.6.1.	Comparación de especificaciones de placa arduino uno y mega.....	43
2.7.	Programación.....	43
2.7.1.	Cuerpo de un programa en Arduino.....	44

2.7.2.	Estructura de un programa .....	44
2.7.3.	Variables .....	45
2.7.4.	Constantes .....	46
2.7.5.	Operadores .....	46
2.7.6.	Estructuras de control .....	47
2.7.7.	Entradas y salidas .....	47
2.7.8.	Puerto serie .....	48
2.7.9.	Resumen arduino mega .....	48
2.7.10.	Comunicación .....	50
2.7.11.	Restablecimiento automático (software) .....	50
2.7.12.	Protección de sobre intensidad USB .....	50
2.7.13.	Características Físicas y Compatibilidad del Escudo .....	51
2.8.	El sonido .....	53
2.8.1.	Onda Sonora .....	53
2.8.2.	Medios de transmisión del sonido .....	54
2.8.3.	Frecuencia .....	55
2.8.4.	Amplitud .....	55
2.8.5.	Periodo .....	56
2.8.6.	Velocidad De Propagación .....	56
2.8.7.	Características del sonido percibido .....	56
2.8.8.	Sonido estereofónico .....	58
2.8.9.	Concepto de refracción .....	58
2.8.10.	Concepto de reflexión .....	59
2.8.11.	Concepto de interferencia .....	59
2.9.	Estructura del equipo de sonido .....	60
2.9.1.	Elementos del sistema de audio .....	60
2.9.2.	Fuente de sonido .....	60
2.9.3.	Elementos de producción, recepción y/o reproducción .....	61
2.9.4.	Los altavoces .....	61

### **CAPÍTULO III**

<b>3.</b>	<b>AUTOMATIZACIÓN Y PRUEBAS DE LOS SISTEMAS .....</b>	<b>62</b>
3.1.	Introducción .....	62
3.2.	Características del radio del vehículo .....	62
3.3.	Ubicación y obtención de voltajes de trabajo del radio .....	64

3.4.	Características de fábrica del vehículo Chevrolet Spark 1.0 .....	65
3.4.1.	Ubicación y obtención de voltajes de los pines del A/C .....	67
3.5.	Diseño electrónico.....	68
3.5.1.	Características del diseño electrónico.....	69
3.5.2.	Tipo de alimentación .....	69
3.5.3.	Selección de servomotores .....	69
3.5.4.	Ubicación, conexión de los sensores de Temperatura y humedad .....	70
3.5.5.	Ubicación del sensor electro acústico .....	76
3.5.6.	Placas de control.....	76
3.5.7.	Dimensionamiento de las placas de control .....	77
3.5.8.	Selección de componentes para placa de control de radio .....	77
3.5.9.	Selección de componentes para la placa de control de climatización.....	79
3.6.	Diseño de interface .....	83
3.6.1.	AVJarvis .....	83
3.7.	Examen Psicosensométrico .....	90
3.7.1.	Obtención de exámenes psicosensométricas .....	92
3.8.	Instrumentos para medición de signos vitales .....	92
3.8.1.	Frecuencia cardiaca y presión arterial. ....	92
3.8.2.	Temperatura corporal.....	93
3.8.3.	Saturación de oxígeno .....	95
3.9.	Pruebas de consumo de combustible .....	95
3.9.1.	Equipo de medición.....	95
3.10.	Analizador de gases de escape .....	97

## **CAPÍTULO IV**

<b>4.</b>	<b>PRUEBAS Y ANALISIS DE RESULTADOS .....</b>	<b>99</b>
4.1.	Protocolo de pruebas .....	99
4.2.	Ciclos de conducción .....	100
4.3.	Trayectoria .....	100
4.3.1.	Instrucciones para muestreo de signos vitales. ....	102
4.4.	Tabulación de datos de signos vitales .....	103
4.4.1.	Datos de signos vitales del conductor ventilación libre .....	103
4.4.2.	Datos de signos vitales del acompañante ventilación libre .....	104
4.4.3.	Datos de signos vitales del conductor ventilación forzada manual .....	105

4.4.4.	Datos de signos vitales del acompañante ventilación forzada manual ...	106
4.4.5.	Datos de signos vitales del conductor ventilación forzada automática....	107
4.4.6.	Datos de signos vitales del acompañante ventilación forzada automática .....	108
4.5.	Tabulación de datos de pruebas psicosenométricas.....	109
4.6.	Tabulación de datos por consumo de combustible .....	110
4.6.1.	Ventilación libre.....	110
4.6.2.	Ventilación forzada A/C.....	110
4.6.3.	Ventilación forzada automatizada .....	111
4.7.	Tabulación de análisis de gases de escape.....	112
4.7.1.	Datos de prueba vehículo normal .....	112
4.7.2.	Datos de prueba ventilación forzada A/C manual .....	113
4.7.3.	Datos de prueba ventilación forzada calefacción manual .....	114
4.7.4.	Datos de prueba ventilación forzada A/C automático .....	115
4.7.5.	Datos de prueba ventilación forzada calefacción automático .....	116
4.8.	Pruebas de comandos de voz.....	117
4.8.1.	Pruebas en carreteras de distinto orden .....	117
4.8.2.	Pruebas a distintos niveles de ruido.....	117
4.9.	Análisis de temperaturas dentro y fuera del habitáculo.....	118
4.9.1.	Temperatura de prueba ventilación libre.....	118
4.9.2.	Temperatura de prueba ventilación forzada manual .....	120
4.9.3.	Temperatura de prueba ventilación forzada automática .....	121
4.10.	Análisis de pruebas de humedad relativa .....	122
4.10.1.	Humedad relativa de prueba ventilación libre .....	123
4.10.2.	Humedad relativa de prueba ventilación forzada manual Latacunga – Esmeraldas .....	125
4.10.3.	Humedad relativa de prueba Automatizado .....	126
4.11.	Análisis de pruebas de signos vitales .....	127
4.12.	Análisis de pruebas psicométricas .....	139
4.12.1.	Test de punteado .....	140
4.12.2.	Test de reactividad .....	141
4.12.3.	Test de palancas.....	141
4.13.	Análisis de consumo de combustible .....	142
4.13.1.	Viaje Latacunga – Esmeraldas.....	142
4.13.2.	Retorno Esmeraldas – Latacunga.....	144
4.13.3.	Consumo de combustible total.....	146

4.14.	Análisis de gases de escape.....	149
4.14.1.	Prueba ralenti.....	149
4.14.2.	Prueba crucero.....	151
4.15.	Análisis de comandos de voz.....	155
4.15.1.	Análisis de pruebas en carretera de la radio.....	155
4.15.2.	Análisis de pruebas a diferentes niveles de ruido .....	157

## **CAPÍTULO V**

<b>5.</b>	<b>Marco administrativo .....</b>	<b>158</b>
5.1.	Recursos humanos .....	158
5.2.	Recursos tecnológicos .....	158
5.3.	Recursos materiales .....	159
5.4.	Materiales Eléctricos .....	160
5.5.	Presupuesto .....	160
5.6.	Cronograma .....	160

<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>161</b>
---------------------------	------------

<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>162</b>
-----------------------------	------------

<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>163</b>
---------------------------	------------

<b>NETGRAFIA.....</b>	<b>165</b>
-----------------------	------------

<b>ANEXOS.....</b>	<b>166</b>
--------------------	------------

### **ANEXO A: PRUEBAS PSICOSENSOMETRICAS**

### **ANEXO B: PROGRAMACIÓN DEL AUDIO**

### **ANEXO C: PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA HVAC**

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Artículo 385 del Código Orgánico Integral Penal (COIP) .....	1
Tabla 2.	Percepción visual del conductor .....	2
Tabla 3.	Siniestros por causas probables a nivel nacional 2015.....	6
Tabla 4.	Códigos de los diámetros de los conductores.....	41
Tabla 5.	Correspondencia con su sección aproximada en $mm^2$ .....	42
Tabla 6.	Intensidad aceptable .....	42
Tabla 7.	Diámetros de los conductores empleados en las instalaciones ..	42
Tabla 8.	Comparación entre la placa arduino y mega.....	43
Tabla 9.	Estructura de un programa .....	44
Tabla 10.	Tipos de variables .....	45
Tabla 11.	Módulos del display.....	52
Tabla 12.	Literales definidos .....	52
Tabla 13.	Orientación.....	53
Tabla 14.	Colores VGA .....	53
Tabla 15.	Velocidad de propagación.....	54
Tabla 16.	Características de Radio JVC .....	63
Tabla 17.	Distribución de pines.....	64
Tabla 18.	Características del vehículo Chevrolet Spark 1.0 .....	65
Tabla 19.	Ubicación de sócalos de aire acondicionado / calefacción .....	67
Tabla 20.	Pines de velocidades del ventilador .....	68
Tabla 21.	Selección de servomotores.....	70
Tabla 22.	Cálculo de corriente para transistores de radio.....	77
Tabla 23.	Cálculo de corriente para transistores de climatización .....	79
Tabla 24.	Cálculo para selección de resistencia de base para transistor ...	79
Tabla 25.	Dimensionamiento de relés.....	80
Tabla 26.	Cálculo de corriente para transistores de potencia .....	81
Tabla 27.	Selección de transistores .....	82
Tabla 28.	Cálculo para selección de resistencias para base del transistor .....	82
Tabla 29.	Características de termómetro infrarrojo.....	93
Tabla 30.	Ficha técnica escáner ElmScan5.....	95
Tabla 31.	Límites de analizador de gases .....	97

Tabla 32. Características de analizador de gases .....	97
Tabla 33. Datos de frecuencia cardiaca del conductor ventilación libre....	103
Tabla 34. Datos de temperatura corporal del conductor .....	103
Tabla 35. Datos de saturación de oxígeno en la sangre conductor .....	103
Tabla 36. Datos de frecuencia cardiaca acompañante ventilación libre ...	104
Tabla 37. Datos de temperatura corporal acompañante .....	104
Tabla 38. Datos de saturación de oxígeno en la sangre acompañante ....	104
Tabla 39. Datos de frecuencia cardiaca / presión arterial conductor ventilación forzada manual .....	105
Tabla 40. Datos de temperatura corporal conductor ventilación forzada manual .....	105
Tabla 41. Datos de saturación de oxígeno en la sangre conductor ventilación forzada manual .....	105
Tabla 42. Datos de frecuencia cardiaca / presión arterial del acompañante ventilación forzada manual .....	106
Tabla 43. Datos de temperatura corporal acompañante ventilación forzada manual .....	106
Tabla 44. Datos de saturación de oxígeno en la sangre acompañante ventilación forzada manual .....	106
Tabla 45. Datos de frecuencia cardiaca / presión arterial conductor ventilación forzada automática.....	107
Tabla 46. Datos de temperatura corporal conductor ventilación forzada automática .....	107
Tabla 47. Datos de saturación de oxígeno en la sangre conductor ventilación forzada automática.....	107
Tabla 48. Datos de frecuencia cardiaca / presión arterial acompañante ventilación forzada automática.....	108
Tabla 49. Datos de temperatura corporal acompañante ventilación forzada automática.....	108
Tabla 50. Datos de saturación de oxígeno en la sangre acompañante ventilación forzada automática.....	108
Tabla 51. Datos de pruebas psicossométricas .....	109
Tabla 52. Consumo de combustible ventilación forzada.....	110
Tabla 53. Consumo de combustible ventilación forzada.....	110

Tabla 54. Consumo de combustible ventilación automatizado .....	111
Tabla 55. Análisis de gases ventilación libre (estándar) .....	112
Tabla 56. Análisis de gases ventilación forzada A/C manual.....	113
Tabla 57. Análisis de gases ventilación forzada calefacción manual.....	114
Tabla 58. Análisis de gases ventilación automática A/C.....	115
Tabla 59. Análisis de gases ventilación automática calefacción.....	116
Tabla 60. Pruebas en carretera de asfalto.....	117
Tabla 61. Pruebas en carretera de adoquinado.....	117
Tabla 62. Prueba en carretera de empedrado .....	117
Tabla 63. Prueba de diferentes niveles de ruido.....	117
Tabla 64. Análisis de pruebas psicosenométricas .....	139
Tabla 65. Consumo de combustible Latacunga - Esmeraldas.....	142
Tabla 66. Consumo de combustible Esmeraldas - Latacunga.....	144
Tabla 67. Consumo de combustible total.....	146
Tabla 68. Tabulación de gases de escape en ralentí.....	149
Tabla 69. Tabulación de gases de escape en velocidad crucero.....	151
Tabla 70. Recursos humanos .....	158
Tabla 71. Recursos tecnológicos .....	159
Tabla 72. Recursos materiales .....	159
Tabla 73. Recursos eléctricos.....	160
Tabla 74. Presupuesto.....	160

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema básico de un sistema de aire acondicionado .....	13
Figura 2. Comportamiento del agua.....	16
Figura 3. Compresor Delphi.....	19
Figura 4. Condensador con filtro deshidratador y sus regiones .....	20
Figura 5. Filtro deshidratador .....	22
Figura 6. Válvula de expansión.....	23
Figura 7. Detalle de la válvula de expansión abierta y cerrada.....	24
Figura 8. Fuerzas que controlan el cierre y apertura de la válvula.....	24
Figura 9. Evaporador .....	26
Figura 10. Presostatos de tres niveles.....	28
Figura 11. Impureza de antimonio en un material tipo n .....	29
Figura 12. Impureza de boro en un material tipo n .....	29
Figura 13. Diodo .....	30
Figura 14. Polarización directa.....	31
Figura 15. Polarización indirecta.....	31
Figura 16. Tensión como magnitud de control .....	32
Figura 17. Configuraciones de los transistores .....	33
Figura 18. Simbología de transistores .....	33
Figura 19. Regulador de tensión.....	36
Figura 20. Capacitor esférico.....	37
Figura 21. Capacitor .....	38
Figura 22. Relevadores.....	39
Figura 23. Pulsador.....	40
Figura 24. Sensor AM2302/DHT22.....	40
Figura 25. Servomotores 5v.....	41
Figura 26. Arduino uno .....	43
Figura 27. Arduino uno .....	47
Figura 28. Arduino mega .....	48
Figura 29. Pantalla TFTN.....	51
Figura 30. JPI-TFT .....	52
Figura 31. Pines de comunicación .....	64
Figura 32. Numeración de pines de comunicación .....	64

Figura 33. Imagen de mando de control de velocidades .....	67
Figura 34. Pines de velocidad del ventilador .....	68
Figura 35. Mecanismo de control.....	69
Figura 36. Grafica de temperatura para ubicación de sensor externo .....	71
Figura 37. Grafica de %HR para ubicación de sensor externo .....	72
Figura 38. Grafica de temperatura para ubicación de sensor inferior .....	73
Figura 39. Grafica de %HR para ubicación de sensor inferior .....	74
Figura 40. Grafica de temperatura para ubicación de sensor superior .....	75
Figura 41. Grafica de %HR para ubicación de sensor superior .....	75
Figura 42. Diagrama de conexión de sensores DHT 22 .....	76
Figura 43. Interfaz AVJarvis.....	83
Figura 44. Interfaz HUD Jarvis.....	86
Figura 45. Configuraciones del sistema.....	86
Figura 46. Nombre del usuario.....	86
Figura 47. Nombre del asistente .....	86
Figura 48. Nivel de nitidez .....	87
Figura 49. Tiempo de reconocimiento.....	87
Figura 50. Inicio con Windows .....	87
Figura 51. Mostrar interfaz HUD .....	87
Figura 52. Activar gramáticas .....	88
Figura 53. Configuración puerto serial .....	88
Figura 54. Nuevos comandos puerto serial .....	89
Figura 55. Interfaz de reconocimiento.....	89
Figura 56. Tensiómetro digital de muñeca .....	92
Figura 57. Termómetro infrarrojo remoto .....	93
Figura 58. Termómetro corporal .....	94
Figura 59. Oxímetro de pulso.....	95
Figura 60. Ruta Latacunga – Esmeraldas – Latacunga .....	101
Figura 61. Perfil de elevación Latacunga – Esmeraldas .....	101
Figura 62. Perfil de elevación Esmeraldas - Latacunga .....	101
Figura 63 Consumo de combustible ventilación libre.....	110
Figura 64 Consumo de combustible ventilación forzada manual .....	111
Figura 65 Consumo de combustible ventilación forzada automática .....	111
Figura 66. Temperatura Latacunga Esmeraldas – Ventilación libre.....	118

Figura 67. Temperatura Esmeraldas – Latacunga ventilación libre .....	119
Figura 68. Temperatura Latacunga - Esmeraldas manual A/C .....	120
Figura 69. Temperatura Esmeraldas - Latacunga A/C manual .....	120
Figura 70. Temperatura Latacunga - Esmeraldas Automatización .....	121
Figura 71. Temperatura Esmeraldas - Latacunga Automatización .....	122
Figura 72. Humedad relativa Latacunga - Esmeraldas ventilación libre ....	123
Figura 73. Humedad relativa Esmeraldas - Latacunga ventilación libre ....	124
Figura 74. Humedad relativa Latacunga - Esmeraldas A/C manual .....	125
Figura 75. Humedad relativa Esmeraldas - Latacunga A/C manual .....	125
Figura 76. Humedad relativa Latacunga - Esmeraldas automatización .....	126
Figura 77. Humedad relativa Esmeraldas - Latacunga automatización .....	127
Figura 78. Tensiómetro con ventilación libre .....	130
Figura 79. Termómetro con ventilación libre .....	132
Figura 80. Oxímetro con ventilación libre.....	133
Figura 81. Tensiómetro utilizando ventilación forzada manual .....	134
Figura 82. Termómetro utilizando ventilación forzada manual.....	135
Figura 83. Oxímetro utilizando ventilación forzada manual .....	136
Figura 84. Tensiómetro utilizando ventilación forzada automática.....	137
Figura 85. Termómetro utilizando ventilación forzada automática .....	138
Figura 86. Oxímetro utilizando ventilación forzada automática.....	138
Figura 87. Análisis de pruebas psicosenométricas .....	139
Figura 88. Análisis de test de punteo .....	140
Figura 89. Análisis de test de reactividad .....	141
Figura 90. Análisis de test de palancas .....	141
Figura 91. Análisis de consumo de combustible Latacunga – Esmeraldas .....	142
Figura 92. Análisis de consumo por 100 Km. Latacunga – Esmeraldas ....	143
Figura 93. Análisis de consumo total / 100 Km. Latacunga Esmeraldas ...	143
Figura 94. Consumo por hora Latacunga – Esmeraldas.....	144
Figura 95. Análisis de consumo de combustible Esmeraldas - Latacunga .....	145
Figura 96. Análisis de consumo por 100 Km. Esmeraldas - Latacunga.....	145
Figura 97. Consumo total de combustible.....	147
Figura 98. Consumo Trip de combustible .....	147

Figura 99. Consumo Total / 100 Km. ....	148
Figura 100. Consumo total / hora.....	148
Figura 101. Análisis de HC no combustionados en ralentí .....	149
Figura 102. Análisis de CO en ralentí .....	150
Figura 103. Análisis de CO <sub>2</sub> en ralentí .....	150
Figura 104. Análisis de O <sub>2</sub> en ralentí.....	151
Figura 105. Análisis de HC no combustionados en crucero .....	152
Figura 106. Análisis de CO en crucero .....	152
Figura 107. Análisis de CO <sub>2</sub> en crucero .....	153
Figura 108. Análisis de O <sub>2</sub> en crucero.....	154
Figura 109. Carretera de asfalto .....	155
Figura 110. Carretera de adoquinado .....	155
Figura 111. Carretera de empedrado.....	156
Figura 112. Comandos a diferentes niveles de ruido.....	157

**ÍNDICE DE ECUACIONES**

Ecuación 1. Ley de Ohm.....	34
Ecuación 2. Voltaje de la resistencia de base.....	34
Ecuación 3. Resistencia de base .....	34
Ecuación 4. Divisor de tensión.....	35

## RESUMEN

El presente trabajo de titulación se realizó un análisis en aspectos inherentes al comportamiento del conductor con relación a sus signos vitales: saturación de oxígeno en sangre, frecuencia cardíaca y temperatura corporal, automatizando el sistema HVAC a partir del sistema de control de temperatura y humedad comparando datos adquiridos del interior y exterior del automóvil mediante sensores comandado por hardware controlados por software libre ARDUINO, para controlar de forma autónoma las velocidades del ventilador y dirección de flujo del aire en habitáculo del vehículo Chevrolet SPARK 1.0., El AUDIO funciona cotejando comandos de voz almacenados vs emitidos por el conductor, para ejecutar acciones de funcionamiento del audio del vehículo. Se midió signos vitales, además mediante un Test Psicosenométrico se determinó cómo se comporta el conductor en determinadas condiciones y formas de trabajo antes y después realizar ciclos de conducción prolongada el cual consta de pruebas: Visual evalúa la capacidad de recuperación al encandilamiento; auditivo debe captar como mínimo 70 db., reacción simple determina la coordinación motriz en destreza iniciales y finales del conductor. Al automatizar el sistema HVAC y Audio se logró una temperatura y humedad que oscila de 22,85 °C a 23,29 °C de 35,32% a 33,20% respectivamente en las zonas inferior y superior del habitáculo del vehículo, siendo estas temperaturas de agrado y confort de una persona. Se redujo el consumo por cada 100 Km de recorrido del vehículo en 3,53 % referente a ventilación forzada manual y un 1,14 % referente a ventilación libre.

### **PALABRAS CLAVE:**

- **AUTOMATIZACIÓN DE HVAC**
- **AUDIO**
- **ARDUINO**
- **SIGNOS VITALES**

## ABSTRACT

The present work of the titration was made an analysis in the earth intrinsic to the behavior of the driver in relation to their vital signs: oxygen saturation in blood, heart rate and body temperature, automating the HVAC system from the temperature and humidity control system comparing data acquired from the interior and exterior of the car using hardware controlled sensors controlled by free software ARDUINO, to autonomously control the fan speeds and airflow direction in the cockpit of the Chevrolet SPARK 1.0 vehicle., The AUDIO works by collating stored vs. broadcast voice commands for the driver to perform actions of vehicle audio operation. Vital signs were measured; in addition, a Psychosensometric Test was used to determine how the driver behaves in certain conditions and work modes before and after performing prolonged driving cycles, which consists of tests: Visual evaluates the recovery capacity to the dazzling; Auditory must capture at least 70 db., simple reaction determines the motor coordination in initial and final dexterity of the driver. The automation of the HVAC and Audio system achieved a temperature and humidity ranging from 22.85 ° C to 23.29 ° C from 35.32% to 33.20%, respectively, in the lower and upper areas of the passenger compartment of the vehicle. These temperatures of pleasure and comfort of a person. The consumption for each 100 km of vehicle travel was reduced by 3.53% for manual forced ventilation and 1.14% for free ventilation.

### KEYWORDS:

- HVAC AUTOMATION
- AUDIO
- ARDUINO
- VITAL SIGNS

## CAPÍTULO I

### 1. MARCO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.1. Antecedentes

Estudios realizados en Alemania demostraron cómo afecta el calor (Transferencia de energía térmica que se da entre diferentes cuerpos o diferentes zonas de un mismo cuerpo que se encuentran a distintas temperaturas) en la conducción: cuando la temperatura del habitáculo alcanza los 30 °C se incrementan en un 20% los errores de conducción y en un 22% el tiempo de reacción. Existe una relación de los efectos del calor con lo que produce el alcohol al volante, se comprobó que con apenas un promedio de 0,29 gr/l de alcohol en sangre aumenta un 17,1% la imprecisión de las maniobras y un 10,3% el tiempo de reacción. En conclusión, especialistas alemanes coinciden y advierten que “con temperaturas que oscilen entre 25°C y 30 °C el conductor puede llegar a sentir síntomas similares a los que tendría con una alcoholemia de 0,5 gr/l”. (CESVI, 2016)

**Tabla 1**  
**Artículo 385 del Código Orgánico Integral Penal (COIP)**

Nivel de alcohol	Multa	Licencia	Penal
0,3 a 0,8 g/lt.	1 SBU (\$ 354,00)	- 5 Puntos	5 días
0,8 a 1,2 g/lt.	2 SBU (\$ 708,00)	- 10 Puntos	15 días
Más de 1,2 g/lt.	3 SBU (\$ 1062,00)	Suspensión por 70 días	30 días

**Fuente:**(Ecuador, 2015)

Un conductor promedio alcanza a recorrer una distancia de 41 metros conduciendo a 90 Km/h y expuesto a altas temperaturas, antes de accionar el pedal del freno en caso de una situación inesperada, mientras que manejando con una temperatura óptima 19 ° C a 24 ° C, lo haría después de haber recorrido 25 metros. (PATRIA, 2012)

La **Tabla 2**. Muestra como la percepción visual se ve afectada con respecto a la variación de la temperatura en el interior del vehículo.

**Tabla 2**  
**Percepción visual del conductor**

Temperatura en el vehículo	A 23 ° C	A 28 ° C	A 32 ° C
<b>Efecto en cuanto a la percepción visual</b>	Problema visual con el 3% de las señales de tránsito	Problema visual con el 6% de las señales de tránsito	Problema visual con el 10% de las señales de tránsito

**Fuente:** (PATRIA, 2012)

Conducir un vehículo con una temperatura elevada en el habitáculo, induce a la fatiga, porque al tener que regular la temperatura corporal, el cerebro se ralentiza, es decir, se reducen considerablemente algunas reacciones, además, el calor es un factor potenciador, esto significa que incrementa cualquier alteración o síntoma que pueda tener el conductor, por ejemplo si se incrementa el aporte energético en forma de calor, se tendrá mayor posibilidad de quedarse dormido, Adicionalmente, se disminuye la atención en la conducción, la asimilación de información y la agudeza visual, se incrementa el tiempo de reacción y la agresividad, especialmente si el calor se mantiene por largo tiempo. (Diario, 2010)

La exposición a temperaturas por debajo a 20°C tiene consecuencias adversas sobre el rendimiento y la salud del ser humano ya que este pierde más calor del que puede generar. Ambientes ligeramente fríos causan sensaciones desagradables, malestares, aparición de temblores en el cuerpo de forma involuntaria. Que pueden ocasionar distracciones, lentitud en las reacciones, aumento en la sensación de somnolencia, lo que disminuye el rendimiento físico / mental, afectando las tareas que requieren una concentración y vigilancia importantes, así como aumentar la probabilidad de accidentes en la vía como atropellamientos, colisiones, despistes. (Tecnos, 2008).

Por efecto de las bajas temperaturas se produce una variación de temperaturas internas y externas lo que provoca un empañamiento en el cristal que dificulta la visibilidad del conductor, para prevenir y eliminar esto se utiliza el aire acondicionado que disminuye la cantidad de partículas de

aire por efecto de la condensación ocurrida en el evaporador teniendo por ende menor cantidad de partículas de agua en el aire.

## **1.2. Planteamiento del problema**

El comportamiento de los pasajeros sobretodo del conductor se ve afectado cuando la temperatura del interior del habitáculo en un vehículo aumenta, con mucha más razón cuando los tiempos de conducción superan las cuatro horas y media (conducción prolongada). (Trucks, 2006)

Los factores a tomar en cuenta son la frecuencia cardiaca, la temperatura corporal, tiempos de reacción, etc. Los cuales van aumentando según la carga climatológica como el aumento de la temperatura del mismo, disminución de la corriente de aire que lo atraviesa, aparición de olores desagradables en el aire (presencia de bacterias), porcentaje de humedad.

Las distracciones dentro de un automóvil ocurren cuando el conductor visualiza hacia y se concentra en otros parámetros que no son la conducción como cuando se cambia la estación radial, al manipular el aire acondicionado, teléfono celular, mismos que necesitan tiempos de accionamiento y concentración.

Al realizar varias tareas simultaneas, el cerebro se divide entre todas las tareas que está realizando y se desconcentra. Produciéndose el fenómeno conocido como 'vista de túnel' (Cuando el conductor solo mira a un punto fijo al frente y pierde de vista lo que sucede alrededor). Aumentando la probabilidad de ocasionar accidentes como atropellamientos, colisiones, despistes. (Veloz, 2014, pág. 2)

La automatización de los sistemas HVAC y AUDIO del vehículo Chevrolet Spark 1.0lt con el Hardware libre Arduino permitió interactuar por comandos de voz con el sistema de audio, comandar automáticamente el sistema de control de temperatura, humedad, calidad y velocidad de circulación del aire, en el interior del vehículo, optimizando energéticamente el funcionamiento del aire acondicionado, disminuyendo sobre el impacto de consumo de combustible.

Con esta automatización se conoció de una manera experimental los efectos que son producidos por la variación de temperatura y distracciones, sobre el conductor y los ocupantes, permitiendo tener conocimientos significativos sobre los problemas para poder brindar una solución y generar un ambiente adecuado dentro del vehículo ofreciendo mayor confort.

### **1.3. Descripción resumida del proyecto**

El presente proyecto de investigación tiene como finalidad realizar un análisis en aspectos inherentes al comportamiento del conductor con relación a sus signos vitales, mediante la automatización de los sistemas HVAC y AUDIO del vehículo Chevrolet Spark 1.0. Para lo cual se requiere de varios sistemas de control: como lo es el sistema de control de temperatura y humedad tanto en el interior del automóvil como exterior, para lo cual se utilizan Termistores NTC para la temperatura y tipo capacitivo para la humedad con el sensor DHT22, sistema de control de signos vitales con los siguientes sensores: Saturación de oxígeno en sangre con oxímetro, frecuencia cardiaca y presión arterial con tensiómetro digital, temperatura corporal con termómetro infrarrojo. Como también se utilizara el hardware-software libre Arduino, Para controlar de forma automática el sistema HVAC y mediante comandos de voz para el sistema de AUDIO.

Se procede a realizar el test psicosenométrico y signos vitales al conductor antes y después de realizar los ciclos de conducción para conocer los parámetros iniciales y finales del conductor en Automóvil club del Ecuador ANETA, posteriormente se tomaron los signos vitales del conductor en lapsos de una hora durante los ciclos de conducción.

Se procede a plantear diferentes condiciones para realizar las pruebas: Sin la utilización de los sistemas HVAC y AUDIO, con la utilización manual de dichos sistemas y con la automatización realizada a los sistemas.

Para constatar los problemas causado por los sistemas HVAC y AUDIO se procedió a realizar varios ciclos de conducción planteados anteriormente, en rutas donde existan los diferentes ciclos de transición

sierra-costa y viceversa, de esta manera poder observar los efectos causados de dichos sistemas.

Se utiliza el equipo de diagnóstico de pruebas de fugas al sistema HVAC para controlar el estado del mismo y permitir realizar las pruebas correctas en el laboratorio de Autotrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L

Se realiza pruebas de consumo volumétrico de combustible en las tres condiciones planteadas con anterioridad con un caudalímetro OVD2 del laboratorio de Autotrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L

Se utiliza el equipo DINA 7000 para analizar los gases en las diferentes condiciones planteadas, en el laboratorio de Mecánica de patio de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L.

#### **1.4. Justificación e importancia**

Con la automatización de los sistemas HVAC y Audio se aumenta el confort de los ocupantes principalmente modificando las condiciones del control de temperatura y humedad en el interior del habitáculo, ayudando a evitar fatiga y distracciones causadas al accionar los mandos de estos sistemas para el conductor y sus ocupantes, de esta manera poder aportar al desarrollo integral del país, como también a la industria automotriz.

Según la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2 204:200, gestión ambiental, límites permitidos de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres de gasolina. Con el fin de proteger la vida y la salud humana, animal y vegetal, y al ambiente, para controlar que el sistemas se encuentre dentro de los rangos permitidos para su funcionamiento, mediante pruebas experimentales con el analizador de gases en el laboratorio de Mecánica de patio de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L, derivando resultados confiables.

En el Ecuador la segunda causa de accidentes de tránsito son producidas por conducir desatento a las condiciones de tránsito (Pantalla de video, manipulación de accesorios, mandos electrónicos, comidas, maquillaje, celulares o cualquier otro elemento distractor) con el 12,01% en el año 2015 como se indica en la Tabla 3.

**Tabla 3**  
**Siniestros por causas probables a nivel nacional a octubre – 2015**

CODIGO	CAUSAS PROBABLES	MA Y	JU N	JU L	AG O	SE P	OC T	TOTAL A OCTUBR E - 2015	REPRESENTAC IÓN	%
C23	NO RESPETAR LAS SEÑALES REGLAMENTARIAS DE TRANSITO(PARE, CEDA EL PASO, LUZ ,LUZ ROJA DEL SEMAFOR, ETC)	433	51 5	41 9	347	38 4	443	4.022		13,7
C14	CONducir DESATENTO A LAS CONDICIONES DE TRANSITO (PANTALLAS DE VIDEO, COMIDA, MAQUILLAJE O CUALQUIER ELEMENTO DISTRACTOR)	371	30 1	39 0	449	41 8	450	3.515		12
C09	CONducir VEHICULO SUPERANDO LOS LIMITES MAXIMOS DE VELOCIDAD	296	25 2	28 8	336	38 5	411	2.962		10,1

**Fuente:** (Transito, 2015)

#### 1.4.1. Interés de la investigación

Esta investigación va dirigida a usuarios que desean un uso eficiente del aire acondicionado / calefacción, mejorando el confort dentro del habitáculo, disminuyendo el consumo de combustible y emisiones contaminantes, por otro lado reduciendo las distracciones causadas por los mandos del aire acondicionado, calefacción y Audio.

#### **1.4.2. Utilidad teórica**

Al automatizar el sistema HVAC se transforma en un uso eficiente de este sistema, logrando con ello una disminución de consumo de combustible, y contaminación de gases de escape. Mientras que la automatización de audio por comandos de voz se logra una reducción moderada de las distracciones causadas al manipular estos mandos.

#### **1.4.3. Utilidad práctica**

Al implementar estas automatizaciones en el Vehículo Spark 1.0 se mejora con consumo de combustible, y una reducción en los niveles de polución producidos por este vehículo.

#### **1.4.4. Utilidad metodológica**

La automatización de los sistemas HVAC y Audio, también se puede implementar en vehículos pesados, donde el conductor pasa varias horas tras el volante, así poder mejorar sus condiciones de trabajo.

#### **1.4.5. Factibilidad**

Los vehículos que cuentan con dichos sistemas se encuentran clasificados en vehículos de gama media y alta, por este motivo se convierte en dispositivos difíciles de obtener, pero mediante esta automatización de ambos sistemas se logra reducir los costos y mejorar su eficiencia de operación.

### **1.5. Proyectos relacionados**

- DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN PARA SER UTILIZADO EN VEHICULOS LIVIANOS CON EL PROPOSITO DE AUMENTAR EL CONFORT DEL AUTOMOVIL.

**Autor:** Santiago Paúl Orozco Alarcón

**Carrera:** Ingeniería Automotriz. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L

**Año:** 2011

**Observación:** Se diseñó y construyó un sistema de climatización para un vehículo liviano, no se realizó ninguna medición que evalué el nivel de confort de los ocupantes del vehículo

- DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ENTRENADOR DE AIRE ACONDICIONADO CON CLIMATIZADOR PARA SIMULACIÓN DE FALLAS EN EL SISTEMA

**Autores:** Alegría Guillén Luis Alejandro

Masapanta Guayta Cristian miguel

**Carrera:** Ingeniería Automotriz. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L

**Año:** 2012

**Observación:** Esta tesis se diseñó y construyó como entrenador de aire acondicionado para la capacitación de estudiantes, técnicos.

- DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO SIMULADOR VIRTUAL DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE AUTOMOTRIZ

**Autores:** Pablo Andrés Román Rivera

**Carrera:** Ingeniería Automotriz. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L

**Año:** 2011

**Observación:** Se diseñó y construyó un banco simulador virtual de acondicionamiento de aire automotriz, permite a los estudiantes interactuar con el sistema y corrección de fallas, como un banco didáctico para mejorar el proceso de enseñanza a los estudiantes.

## **1.6. Objetivos**

### **1.6.1. Objetivo general**

- Analizar el confort de los ocupantes del vehículo Chevrolet Spark 1.0 mediante la automatización del sistema HVAC y AUDIO en ciclos de conducción prolongados.

### **1.6.2. Objetivo específicos**

- Levantar información de carácter teórico científico que fundamente la presente investigación.
- Implementar una plataforma para la toma de datos de temperatura y % de humedad a obtener antes, durante, después de los ciclos de conducción, con el sistema estándar, manual y el sistema implementado.
- Tabular los datos de los signos vitales obtenidos con los aparatos médicos, como también las pruebas psicosenométricas realizada al conductor.
- Implementar la automatización en el vehículo Chevrolet Spark 1.0 lt.
- Analizar el confort del conductor considerando sus signos vitales (Temperatura corporal, frecuencia cardiaca, presión arterial, saturación de oxígeno en la sangre) como también la temperatura y % de humedad del aire dentro del habitáculo.
- Evaluar los niveles de polución del vehículo Chevrolet Spark 1.0 lt. mediante el analizador de gases DINA 7000 que genera el motor, para evidenciar que se encuentre dentro de los parámetros de la norma NTE INEN 2204:200

## **1.7. Metas**

- Obtener de la información teórica para el desarrollo del proyecto de investigación en el lapso de 2 meses.

- Implementar de la plataforma para la toma de datos a obtener en el transcurso de 11 días posteriores a la aprobación del tema.
- Diseño e implementación de los sistemas eléctricos en el vehículo Chevrolet Spark 1.0 en el lapso de 1 mes.
- Pruebas y verificaciones del sistema implementado en el lapso de 7 días.
- Obtención de datos antes, durante, después de los ciclos de conducción, con el sistema estándar y el sistema implementado en la plataforma implementada en el transcurso de 1 mes.
- Medir las emisiones contaminantes mediante el analizador de gases DINA 7000 en el lapso de 11 días.
- Medir el consumo volumétrico de combustible con la utilización de un caudalímetro OVD2 en el trascurso de 15 días.
- Optimizar el confort del conductor en el vehículo Chevrolet Spark 1.0 en el plazo de 6 meses a partir de la aprobación del tema.

### **1.8. Hipótesis**

Mediante la automatización HVAC permitió mantener la temperatura corporal del conductor en su zona de confort accediendo a realizar conducciones prolongadas sin variaciones considerables a sus signos vitales del conductor.

La automatización al sistema de AUDIO disminuyo distracciones durante la conducción, causadas por la manipulación de los mandos del mismo.

## **1.9. Variables de la investigación**

### **1.9.1. Variable independiente**

Automatización a los sistemas HVAC y AUDIO.

### **1.9.2. Variable dependiente**

Conducción prolongada

Distracciones al momento de conducir

Consumo de combustible

## CAPÍTULO II

### 2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

#### 2.1. Sistema de seguridad vehicular

En los años atrás, el capítulo de la seguridad en los vehículos ha adquirido una gran importancia, y los constructores invierten grandes sumas de dinero en estudios tendentes a conseguir la máxima seguridad de marcha para sus vehículos cada vez más potentes, de manera que sean menos propensos a sufrir accidentes y, en caso de padecerlos, que los pasajeros salgan ilesos. Este aspecto contempla dos tipos de seguridad, la **activa** y la **pasiva**.

##### 2.1.1. Seguridad activa

Propiedad del vehículo de no ser propenso a sufrir accidentes, es decir, lo más seguro posible en circulación por carreteras en cualquier circunstancia, por lo cual los mecanismos y elementos que lo conforman deben garantizar que el conductor no sufra lesiones. (Aguero, 2016)

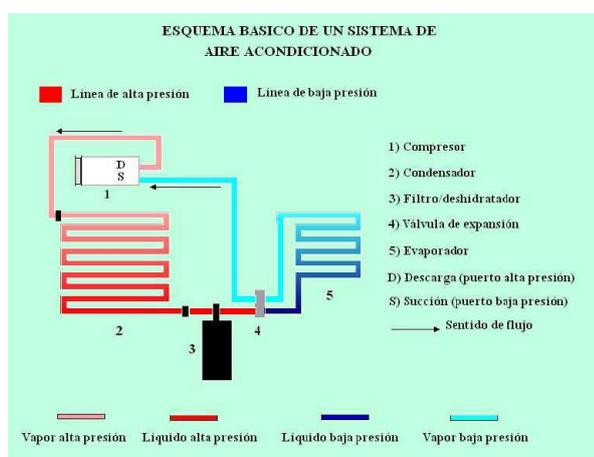
Así mismo está presente tesis pretende mejorar la seguridad activa, brindando mayor comodidad con sus sistemas automatizados HVAC y Audio, prevé la reducción de accidentes de tránsito provocados por la manipulación manual de dichos sistemas. (Aguero, 2016)

##### Seguridad interna

- Reducir las aceleraciones y fuerzas que durante el accidente actúan sobre los ocupantes. (Aguero, 2016)
- Asegurar suficiente espacio de supervivencia. (Aguero, 2016)
- Mantener la funcionabilidad, incluso después del accidente, de los componentes necesarios para liberar a los ocupantes. (Aguero, 2016)

## 2.2. Función y necesidad del aire acondicionado

En el esquema siguiente se visualiza los cinco elementos principales de un sistema básico de aire acondicionado como también las dos partes que lo constituyen, llamadas Línea de alta presión y Línea de baja presión comúnmente denominada Alta y Baja. En vehículos, el aire acondicionado es utilizado para compensar el aumento de temperatura por la radiación solar, temperatura y humedad dentro del mismo. (Cise, Aire acondicionado, 2015, pág. 3)



**Figura 1. Esquema básico de un sistema de aire acondicionado**

**Fuente:** (Cise., 2015)

Este sistema contribuye de forma determinante en el confort y bienestar del conductor y (ocupantes), debido a que ejerce influencia sobre la capacidad de concentración del individuo, así como también sobre su resistencia física y mental a periodos de conducción prolongados, por lo que reduce esencialmente la fatiga y somnolencia propias de la conducción. Para alcanzar dicho nivel de confort es necesario actuarse sobre distintos factores como son, la temperatura, humedad, radiación solar, la calidad de aire, etc., dicha función cumple un sistema de aire acondicionado, disponiéndose en todo momento a las distintas condiciones ambientales que afectan al habitáculo. (Cise, Aire acondicionado, 2015, pág. 3)

### 2.2.1. Factores que influyen en la confortabilidad

- Una de las evoluciones principales producidas en el automóvil ha sido lograr una mayor confortabilidad de marcha, principalmente conseguida al mejorar las condiciones ambientales en las que se encuentran los ocupantes del vehículo.
- El sistema de aire acondicionado debe ser capaz, de crear un ambiente agradable en el interior del vehículo sobre sus ocupantes, para lo cual se requiere reducir en primer término la temperatura del mismo. La temperatura corporal interna se encuentra dentro de un entorno razonable (cercano a los 37 °C), por lo que el aire exterior que rodea al conductor debe poseer una temperatura inferior. (Cise, Aire acondicionado, 2015, pág. 4)
- El aire que se respira al hacer uso de la ventilación no controlada se encuentra con un exceso de partículas de polvo en suspensión, haciéndose complicada la respiración, al abrir las ventanas de nuestros vehículos el aire que se respira se encuentran con partículas de polvo. (Cise, Aire acondicionado, 2015, pág. 4)
- Con las ventanas abiertas produce una ventilación no controlada dentro del habitáculo, por lo que se obtiene un aire con exceso de partículas de polvo en suspensión e inclusive con malos olores, por ende la respiración se hace más costosa, aumentando la sensación de fatiga de la persona, con el sistema de aire acondicionado se lograra un filtrado del aire que permita la aspiración del mismo libre de impurezas, incluso de moléculas de olores penetrantes e irritantes que se encuentran a nuestro alrededor procedentes de distintas fuentes, como la combustión de los vehículos que preceden al conductor en la marcha, actividades de construcción y minería, actividades agrícolas, etc. (Cise, Aire acondicionado, 2015, pág. 4)

### 2.2.2. Principio de Funcionamiento

El objetivo de un sistema de A/A y calefacción es proveer a los pasajeros una temperatura de confort, controlar la humedad, desempañar los cristales, filtrar el aire interior y en muchos casos aromatizar el mismo. El refrigerante puede encontrarse en estado líquido o gaseoso. Variando su presión o temperatura se logra cambiar su estado físico de líquido a vapor y viceversa en un ciclo cerrado. “LA ABSORCIÓN DE CALOR SE PRODUCE EN EL MOMENTO EN QUE EL REFRIGERANTE ESTANDO EN ESTADO LÍQUIDO CAMBIA SU ESTADO FÍSICO Y SE TRANSFORMA EN VAPOR” la propiedad más notable de un refrigerante es que, como en el caso del (R134a) utilizado en la mayoría de los automóviles, a presión atmosférica **HIERVE A -26 °C**, el agua hierve a 100 °C. Esta comparación se la hace simplemente con el fin de evaluar esta característica tan especial que posee este producto químico llamado refrigerante R134a y entender su función y el motivo de la utilización de este peculiar producto químico que como se expresa hierve a -26 °C. (Cise, Aire acondicionado, 2015, pág. 4)

El ciclo de un sistema de A/A comprende entonces, en el cambio de estado físico del refrigerante de **líquido a vapor** (evaporación) y de **vapor a líquido** (condensación). La etapa de evaporación acontece en el evaporador del sistema, donde el líquido refrigerante absorbe el calor del interior del vehículo, el refrigerante es inducido a evaporarse, que, de acuerdo a la definición de calor latente de evaporación, **ABSORBE ENERGIA (CALOR)** del medio que lo rodea. Debido a la carga térmica mencionada existente en el interior del vehículo, el refrigerante aumenta su temperatura pero también lo hace su presión lo que constituye un impedimento para el proceso de evaporización necesario para la absorción de calor; es entonces cuando la acción del compresor de su etapa de succión actúa sobre la línea de baja, **REDUCE LA PRESION DEL REFRIGERANTE EXISTENTE EN EL EVAPORADOR** ubicándola como se dijo en un valor aproximado de 28 lb PROVOCANDO SU EVAPORIZACIÓN (ebullición) a 0 °C, condición ideal de funcionamiento del evaporador. (Cise, Aire acondicionado, 2015, pág. 5)

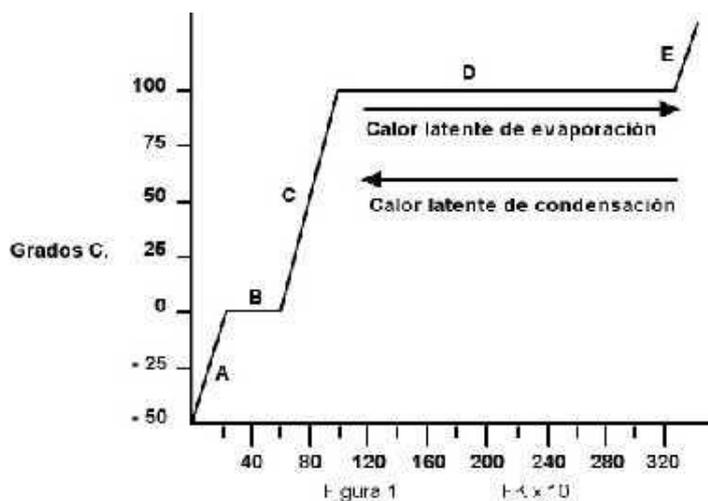
Sector A: Calor sensible

Sector B: Calor latente

Sector C: Calor sensible

Sector D: Calor latente

Sector E: Calor sensible



**Figura 2. Comportamiento del agua**

Fuente: (Cise., 2015)

### 2.2.3. Terminologías

- **Calor sensible:** Es aquel que puede ser medido por un termómetro. Si se calienta una sustancia ejemplo, agua esta aumentara su temperatura y este elemento es registrado en grados por un termómetro. (Cise, Aire acondicionado, 2015, pág. 7)
- **Calor latente:** Energía ABSORBIDA por una sustancia cuando cambia su estado físico de solido a líquido y de líquido a vapor. Es la misma cantidad de energía, **ENTREGADA** por una sustancia cuando cambia su estado físico e sentido inverso, de vapor a líquido y de líquido a sólido. Estos procesos se realizan sin que la sustancia cambie su temperatura (Calor latente o escondido). (Cise, Aire acondicionado, 2015, pág. 7)
- **Calor latente de fusión:** Energía absorbida en la fusión.

- **Calor latente de evaporación:** Energía absorbida en la evaporación.
- **Calor latente de condensación:** Energía entregada en la condensación.
- **Vapor saturado:** Vapor que se encuentra a la temperatura de ebullición del líquido.
- **Líquido saturado:** Líquido que se encuentra a la temperatura de ebullición.
- **Saturación:** Indica la temperatura de una sustancia cuando esta cambia su estado físico.
- **Vapor sobre calentado:** Se encuentra a una temperatura superior al punto de ebullición del líquido. Ejemplo (agua): Vapor a 101°C tiene un sobre calentamiento de un 1 °C. (Cise, Aire acondicionado, 2015, pág. 7)
- **Líquido sobre enfriado:** Se encuentra a una temperatura inferior al punto de ebullición: ejemplo (agua): Líquido a 99 °C tiene un sobre enfriamiento de 1°C. (Cise, Aire acondicionado, 2015, pág. 7)
- **Entalpia:** Es la cantidad de calor a presión constante que transfiere una sustancia.
- **Entropía:** Es la magnitud del orden o desorden de la actividad molecular de una sustancia. En el 0 absoluto 273 °C la entropía es 0. (Cise, Aire acondicionado, 2015, pág. 7)

### **2.2.3. La humedad ambiental y sus efectos en el rendimiento del sistema de aire acondicionado**

La humedad es vapor de agua presente en el aire. La humedad relativa es el % de vapor de agua que contiene el aire en relación a la cantidad de vapor de agua que podría contener para saturarse y llegar a

100% llamada **humedad absoluta**. Ejemplo: Aire con 40% de humedad relativa significa que puede absorber un 60% más de humedad. Un ambiente con baja humedad es condición ideal para el confort humano puesto que un clima seco acelera la evaporación y la transpiración de la piel que actúa como refrigerante natural. (Cise, Aire acondicionado, 2015, pág. 8)

Los sistemas de aire acondicionado eliminan la humedad del aire circulante por medio de la condensación de la misma al circular a través del evaporador la cual es drenada en estado líquido al exterior. El proceso de condensación de humedad reduce el rendimiento general del sistema de A/A, a mayor humedad ambiente, menor será el rendimiento de dicho sistema. Para compensar esta reducción del rendimiento forzosamente el sistema demandara más energía. En circunstancias de elevada humedad, el sistema podrá exceder su capacidad con la consiguiente pérdida de eficiencia. (Cise, Aire acondicionado, 2015, pág. 8)

### **2.3. Partes de un sistema básico de aire acondicionado**

#### **2.3.1. Compresor**

El compresor es accionado mediante una correa conectada al cigüeñal del motor. Al ser solicitado el A/A desde el panel de control, el compresor comienza a girar y succiona vapor del evaporador por su puerto de entrada o succión, representado con la letra "S" actuando así sobre la línea de baja. Esta acción de succión reduce la presión existente en el evaporador provocando la evaporación del líquido refrigerante con lo que comienza el proceso de ABSORCIÓN DE CALOR del medio que lo rodea. El gas succionado es ahora comprimido a través del puerto de salida o descarga representado por la letra "D" y enviado al condensador para su condensación y así sucesivamente por todos los elementos del sistema. (Cise, Aire acondicionado, 2015, pág. 11)

La compresión ejercida sobre el gas por el compresor en la línea de alta, aumenta su presión y temperatura, condición esencial para lograr su condensación. Cuando el motor del vehiculó está girando y el Aire Acondicionado NO es solicitado, la polea del compresor gira libremente sin

accionar el eje del compresor. Cuando el Aire Acondicionado es solicitado, la polea se acopla al eje electromagnéticamente mediante un plato solidario al mismo, girando de esta manera todo el conjunto. (Cise, Aire acondicionado, 2015, pág. 11)

El acople SI/NO se realiza energizado eléctricamente el bobinado de la polea, este mecanismo de acople se denomina embrague electromagnético del compresor. Ante un desperfecto del compresor es recomendable el cambio completo del mismo, no obstante, existen varias reparaciones fáciles de realizar que se describen a continuación: Cambio de embrague y su bobinado, Cambio del ruliman de la polea, cambio del sello, cambio de válvulas de alta y baja, cambio de válvula reguladora de carrera. Los compresores poseen un interruptor térmico que desconecta la alimentación eléctrica al embrague ante un recalentamiento del mismo produciendo así su detención. Hay compresores que llevan incorporada una válvula de seguridad o de alivio que se abre cuando por alguna razón la presión de alta se aproxima a 400 libras, generalmente por deficiencia en la condensación, otros poseen un sensor de RPM con el fin de monitorear el patinaje de la correa comparando el valor con las RPM del motor. Existen diversos modelos de compresores que se diferencian por su método de bombeo, aunque la mayoría so de Compresores Rotativos. (Cise, Aire acondicionado, 2015, pág. 12)



**Figura 3. Compresor Delphi**

**Fuente:** (Cise., 2015)

### **2.3.2. Condensador**

Enfriador que como su nombre lo indica condensa el gas comprimido por la acción del compresor. La condensación transforma el gas en líquido debido al proceso de transferencia térmica del refrigerante en estado

gaseoso hacia el aire exterior. El condensador, que tiene el aspecto de un radiador, está ubicado físicamente e inmediatamente después de la parrilla de la carrocería y adelante del radiador del vehículo. (Cise, Aire acondicionado, 2015, pág. 49)

Tiene una entrada que proviene de puerto de **alta** o descarga del compresor y una salida por donde sale el refrigerante ahora en estado líquido. Con el fin de facilitar la condensación, el electro ventilador del motor se acciona en el momento en que el A/A esta activado. Muchos vehículos poseen un electro ventilador adicional optimizando la condensación, es decir, lograr que todo el vapor se convierta en líquido. El condensador disipa al exterior el calor capturado por el refrigerante en el interior del vehículo y el calor generado por la compresión ejercida por el compresor, está ubicado en la línea de alta inmediatamente después del compresor y antes del filtro deshidratador. El condensador tiene un objetivo final; no solo transformar el gas en líquido sino también al refrigerante en su tramo final estando ya en estado líquido lo debe **sobre enfriar** varios grados por debajo del punto de líquido saturado, con lo cual se garantiza una total conversión de vapor a líquido necesario para el nuevo ciclo. (Líquido saturado se entiende como líquido a temperatura de ebullición). El sobre enfriamiento entonces implica bajar la temperatura de 5 a 10 grados por debajo de su punto de ebullición. (Cise, Aire acondicionado, 2015, pág. 50)



**Figura 4. Condensador con filtro deshidratador y sus regiones**

Fuente: (Cise., 2015)

### **El subcooling o sobre enfriamiento**

La expresión Sobre Enfriamiento está referida a los grados de temperatura del líquido refrigerante que están por debajo de la temperatura de saturación. La temperatura de saturación de un líquido es la temperatura de ebullición. La magnitud del sobre enfriamiento esta expresada en grados de temperatura medidos con un termómetro en el mismo punto de la línea de alta en donde se conectó el manómetro, que están por debajo del valor expresado en la tabla en correspondencia a la presión leída en el manómetro. La finalidad del sobre enfriamiento es asegurar una total condensación del vapor obteniendo líquido puro para un nuevo ciclo. (Cise, Aire acondicionado, 2015, pág. 51)

#### **2.3.3. Filtro Deshidratador**

Cumple diversas funciones: actúa como reservorio de líquido refrigerante asegurando un flujo constante de refrigerante en estado líquido al evaporador sin interrupciones o con partes no condensadas, filtra el refrigerante y lo deshidrata mediante un deshidratador granulado contenido en el fondo que atrapa la posible humedad existente en el sistema. Una gran cantidad de filtros poseen un visor de vidrio a través del cual se puede observar el pasaje del refrigerante y determinar el estado de carga de refrigerante. Este método era utilizado en los sistemas cargados con refrigerante FREON 12. En los sistemas actuales que utilizan refrigerante R134a el visor ha sido eliminado. (Cise, Aire acondicionado, 2015, pág. 52)

El filtro está ubicado en la línea de alta a la salida del condensador, aun en condiciones de una buena condensación, el líquido refrigerante proviene del condensador, siempre trae consigo una parte de vapor no condensado. Esta mezclada de líquido y vapor se la llama "Flash Gas" no es la condición real del refrigerante para su ingreso al evaporador. El filtro en el fondo almacena el líquido y el vapor flota en la superficie. (Cise, Aire acondicionado, 2015)

El caño de pesca toma del fondo líquido puro, sin gas, y este es ahora enviado al evaporador, previo paso por la válvula de expansión. De esta manera el filtro deshidratador cumple su función de reservorio mencionado anteriormente. (Cise, Aire acondicionado, 2015, pág. 52)



**Figura 5. Filtro deshidratador**

Fuente: (Cise., 2015)

#### 2.3.4. Válvula de expansión

Es una válvula termostática de expansión controla la cantidad de refrigerante que ingresa al evaporador en función de la carga térmica del interior del vehículo. La válvula termostática de expansión tipo block, que es la de mayor utilización hoy en día, tiene dos conductos: por el conducto inferior circula el líquido refrigerante que ingresa al evaporador y por el conducto superior sale el refrigerante ahora convertido en vapor. El conducto superior posee un bulbo sensor de temperatura compuesto de una pequeña cámara hermética que contiene un gas de iguales características termodinámicas al refrigerante utilizado en el sistema. (Cise, Aire acondicionado, 2015)

El refrigerante al abandonar el evaporador se pone en contacto con el bulbo al cual le transmite su temperatura dilatando o contrayendo el gas contenido en el mismo. El bulbo posee un diagrama conectado a una varilla que se desplaza en función de la dilatación o contracción del gas contenido. Al aumentar la temperatura del refrigerante, el gas del bulbo se dilata y empuja la varilla abriendo la válvula. El sello o restricción de la válvula que está ubicada en el conducto inferior posee un resorte regulable cuya fuerza

tiende a cerrar la válvula y es opuesta al desplazamiento de la varilla. El balance de estas dos fuerzas mantiene la abertura de la válvula de acuerdo al requerimiento. (Cise, Aire acondicionado, 2015, pág. 53)

El gas del bulbo es calentado por el refrigerante como consecuencia de la falta de refrigerante en estado líquido en el interior del evaporador, el diafragma se dilata y el vástago vence la acción del resorte, la válvula abre y aumenta el flujo de refrigerante que ingresa al evaporador por el conducto inferior en donde se encuentra la restricción de la válvula. Cuando el diafragma se contrae la acción del resorte cierra la válvula. (Cise, Aire acondicionado, 2015, pág. 53)

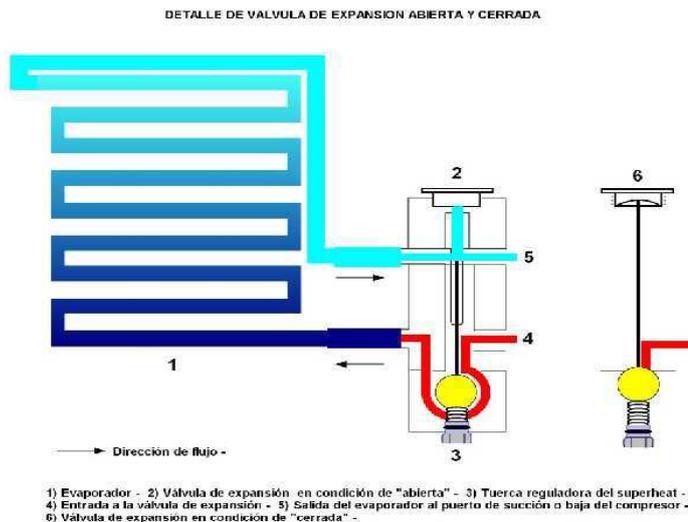
Este movimiento constante de apertura y cierre se denomina modulación.

Una tercera fuerza interactúa con las dos fuerzas descritas precedentemente en el control de apertura y cierre de la válvula. Esta tercera fuerza es de la presión de baja que presiona sobre la parte inferior del diafragma que sumada a la fuerza del resorte tiende a cerrar la válvula y son antagónicas a la fuerza del diafragma que tiende a abrir la válvula. (Cise, Aire acondicionado, 2015, pág. 53)



**Figura 6. Válvula de expansión**

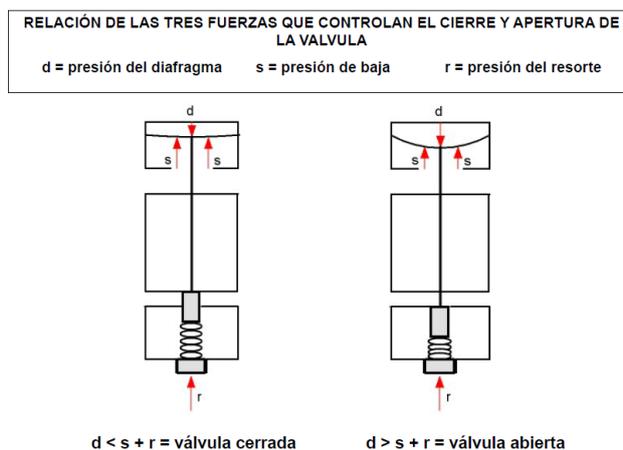
**Fuente:** (Cise., 2015)



**Figura 7. Detalle de la válvula de expansión abierta y cerrada**

Fuente: (Cise., 2015)

La válvula además de controlar el flujo de entrada del refrigerante al evaporador tiene otra premisa, garantizar que el refrigerante en estado de vapor que sale del evaporador contenga una pequeña porción en estado líquido, necesario para la refrigeración del compresor. Sin embargo, si por alguna circunstancia ingresara al compresor una cantidad importante del líquido, este podría dañarse. Los compresores no pueden bombear líquido, solo gas. Y como determina la válvula la calidad del vapor (porcentaje del líquido) que sale del evaporador. (Cise, Aire acondicionado, 2015, pág. 57)



**Figura 8. Fuerzas que controlan el cierre y apertura de la válvula**

Fuente:(Cise., 2015)

Existe una tercera fuerza “fuerza de la presión” de baja que ejerce presión en la parte inferior del diafragma que se suma a la fuerza del resorte “ $r$ ” en contra la fuerza del diafragma “ $d$ ”. La tercera fuerza “ $s$ ” es la referencia de la calidad del vapor. En condiciones normales de funcionamiento la fuerza “ $d$ ” es iguala a la fuerza “ $s$ ” puesto que el diafragma contiene un gas de iguales características termodinámicas que el empleado en el sistema como refrigerante, es decir, siguen la misma ley de la tabla de presiones y temperaturas. A igual temperatura igual presión, es decir que ambas fuerzas se cancelan, condición en la cual la fuerza del resorte “ $r$ ” prevalece y cierra la válvula. En la condición de válvula cerrada el vapor en el interior del evaporador comienza a sobre calentarse y transmite su temperatura al gas contenido en el diafragma que se dilata ejerciendo una presión en contra de “ $s$ ” + “ $r$ ” acorde a la ley de presión y temperatura. En condición de vapor sobrecalentado que es lo que ocurre en la línea de baja, “ $s$ ” comienza a perder valor frente a “ $d$ ” puesto que él % de líquido en el vapor es cada vez menor, circunstancia que no ocurre con “ $d$ ” puesto que dentro del diafragma no existe la evaporación y sigue la ley del gas. Cuando “supera a “ $s$ ” +”  $r$ ” la válvula abre en forma franca. (Cise, Aire acondicionado, 2015, pág. 57)

Por qué “ $s$ ” decrece respecto de “ $d$ ” si ambos gases son iguales y a la misma temperatura deberían tener la misma presión. Por lo antedicho, “ $s$ ” decrece en el momento en que el valor que sale del evaporador contienen un % de líquido menor que lo que existe dentro del diafragma que no se evapora puesto que está en un contenedor cerrado. Cuando “ $s$ ” decrece, la válvula abre y lo hace en el momento en que el sistema se ha quedado con poco refrigerante en estado líquido. (Cise, Aire acondicionado, 2015, pág. 57)

### **2.3.5. Evaporador**

El evaporador que tiene el aspecto de un pequeño radiador está ubicado en el interior del vehículo. Cuando el líquido refrigerante a alta presión ingresa al evaporador, cambia su estado físico de líquido a vapor en un proceso de evaporación controlado, debido a la baja presión reinante en el interior del mismo. Se entiende que el proceso de evaporación absorbe

calor del medio que lo rodea. Por otra parte, el aire caliente del interior del vehículo al circular a través de las aletas externas del evaporador, impulsado por el ventilador o forzador, transfiere su calor al refrigerante. Esta carga térmica aplicada por el aire caliente al refrigerante produce el aumento de la presión en el interior del evaporador con lo cual aumenta la temperatura de ebullición del líquido. El compresor entonces mediante su acción de succión a través de la línea de baja, reduce la presión estableciéndose un constante equilibrio controlando la evaporación, manteniendo la presión aproximadamente en 28/30 libras lo que constituye una temperatura del evaporador aproximada de 0° C. Que es el objetivo buscado. (Cise, Aire acondicionado, 2015, pág. 58)

La humedad contenida en el aire del interior del vehículo, al ponerse en contacto con las paredes frías del evaporador se condensa y es evacuada al exterior creando un ambiente seco ideal para el confort. Si la temperatura del evaporador desciende, la humedad del aire podría congelarse y tapar las aletas del mismo formando un bloque de hielo con la consiguiente pérdida de eficiencia. La consigna entonces de la válvula de expansión es regular la cantidad exacta de refrigerante que ingresa al evaporador que en conjunción con la acción de succión del compresor permita establecer una presión aproximada de 30librs objetivo buscado. (Cise, Aire acondicionado, 2015, pág. 58)



**Figura 9. Evaporador**

**Fuente:** (Cise., 2015)

### 2.3.6. Sensores de presión o presostatos

El sensor de presión comúnmente llamado presostato es esencialmente un interruptor eléctrico accionado por la presión del sistema. El presostato de mayor utilización es el llamado **Tres Niveles**, instalado en la línea de alta presión. Un sistema A/A debe funcionar siempre con una mínima cantidad de refrigerante debido a que este, no solo se utiliza como elemento refrigerante sino también para lubricar y refrigerar el compresor. Con el fin de prevenir que un sistema funcione sin refrigerante, comúnmente ocasionado por la pérdida imprevista del mismo, el suministro de corriente eléctrica al embrague del compresor está condicionado entre otras variables por la presión del sistema que es censada por el presostato. Cuando la presión cae por debajo de las 36 libras, el presostato abre el circuito eléctrico e interrumpe el trabajo del compresor. Cuando la presión supera las 246 libras, otro contacto envía una señal eléctrica que activa la segunda velocidad del electroventilador. Si por alguna razón la presión supera las 377 libras, el presostato también interrumpe la acción del compresor, previniendo la rotura de los conductos y el recalentamiento del compresor. (Cise, Aire acondicionado, 2015, pág. 62)

Los valores mencionados pueden variar de acuerdo al sistema. Los presostatos de tres niveles como el descrito poseen cuatro terminales. Dos de ellos conmutan la conexión/desconexión del compresor y los otros dos conmutan la conexión/desconexión de la segunda velocidad del electroventilador. Los presostatos de dos terminales simplemente controlan la acción del compresor SI/NO cuando la presión cae debajo de las 36 libras. (Cise, Aire acondicionado, 2015, pág. 62)

En la mayoría de los vehículos, al activar el A/A desde el tablero se activa simultáneamente la primera velocidad del electroventilador, independientemente de la presión y la temperatura del motor. Mientras que la segunda velocidad es activada en caso de un aumento de presión registrado por el presostato. (Cise, Aire acondicionado, 2015, pág. 62)



**Figura 10. Presostatos de tres niveles**

**Fuente:** (Cise., 2015)

## 2.4. Teoría del semiconductor

Diodos, transistores, circuitos integrados y, en general, todos los dispositivos electrónicos en su mayoría están contruidos con materiales semiconductores. Un semiconductor es un material que no es buen conductor ni tampoco buen aislante, es decir, presenta características intermedias entre estos dos tipos de materiales. Los tres semiconductores más frecuentemente utilizados en la construcción de dispositivos electrónicos son Ge (Germanio), Si (Silicio) y GaAs (Arseniuro de galio). (Boylestad, 2009, pág. 6)

### 2.4.1. Materiales tipo n y tipo p

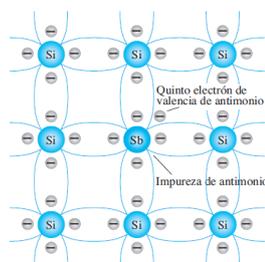
Como el **Si** es el material más utilizado como material base (sustrato) en la construcción de dispositivos de estado sólido, el análisis en esta y en las siguientes secciones se ocupa solo de semiconductores **Si** (Silicio). Como el **Ge** (Germanio) y el **GaAs** (Arseniuro de galio). Comparten un enlace covalente similar, se puede ampliar fácilmente el análisis para incluir el uso de otros materiales en el proceso de fabricación. (Boylestad, 2009, pág. 6)

**Un material semiconductor que ha sido sometido al proceso de dopado se conoce como material extrínseco.** Existen dos materiales

extrínsecos de inmensurable importancia en la fabricación de dispositivos semiconductores: materiales tipo n y tipo p. Cada uno se describe con algún detalle en las siguientes subsecciones. (Boylestad, 2009, pág. 7)

### MATERIAL TIPO n

Materiales tipo **n** como de tipo **p** se forman agregando un número predeterminado de átomos de impureza a una base de silicio. Un material tipo **n** se crea introduciendo elementos de impureza que contienen cinco electrones de valencia, como el antimonio, el arsénico y el fósforo. El efecto de tales elementos de impureza se indica en la figura 14 (con antimonio como la impureza en una base de silicio). (Boylestad, 2009, pág. 6)

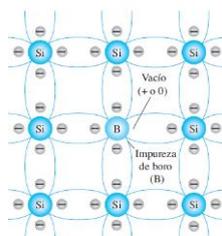


**Figura 11. Impureza de antimonio en un material tipo n**

Fuente: (Boylestad., 2009)

### MATERIAL TIPO p

El material tipo p se forma dopando un cristal de germanio o silicio puro con átomos de impureza que tienen *tres* electrones de valencia. Los elementos más utilizados para este propósito son boro, galio e indio. El boro tiene un efecto en una base de silicio se indica en la figura 15. (Boylestad, 2009, pág. 7)



**Figura 12. Impureza de boro en un material tipo n**

Fuente: (Boylestad., 2009)

## 2.5. Elementos electrónicos

### 2.5.1. Diodos

El diodo es un elemento biterminal; es decir, tiene dos terminales. Es el más sencillo de los elementos electrónicos. El diodo semiconductor no es más que una unión PN y que de ahí le vienen sus características. En un circuito, los diodos son siempre elementos pasivos que absorben potencia. En los elementos estudiados hasta ahora, los dos terminales eran intercambiables, pero el caso de los diodos es muy distinto: un terminal es el positivo o ánodo (el lado P de la unión PN) y el otro es el negativo o cátodo (el lado N de la unión PN), y ese detalle se ve reflejado en el propio símbolo, ya que tiene la forma de una flecha dirigida del terminal positivo al terminal negativo. (Ruiz Vazquez, Arbelaitz Gallego, Etxeberria Uztarroz, & Ibarra Lasa, 2004, pág. 318)



**Figura 13. Diodo**

**Fuente:** (Ruiz Vázquez., 2004)

#### **Polarización directa (P.D.)**

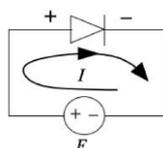
Se dice que un diodo está en polarización directa o directamente polarizado (D.P.=directamente polarizado o P.D. =polarización directa), cuando el terminal positivo de la tensión impuesta externamente al diodo se conecta con el terminal positivo del mismo, y el terminal negativo de la tensión con el terminal negativo del diodo, o, dicho de otra manera, cuando la corriente externa entra al diodo por el terminal positivo y sale por el terminal negativo (es decir, cuando la “flecha” del diodo y la de la corriente tienen el mismo sentido). (Ruiz Vazquez, Arbelaitz Gallego, Etxeberria Uztarroz, & Ibarra Lasa, 2004, pág. 318)

#### **Polarización inversa (P.I.)**

Un diodo está en polarización inversa (P.I.) o inversamente polarizado (I.P.), cuando el terminal positivo de la tensión impuesta

externamente al diodo se conecta con el terminal negativo del mismo, y el terminal negativo de la tensión con el terminal positivo del diodo, o, expuesto de otra manera, cuando la corriente externa tiende a entrar al diodo por el terminal negativo y salir por el terminal positivo. (Ruiz Vazquez, Arbelaitz Gallego, Etxeberria Uztarroz, & Ibarra Lasa, 2004, pág. 318)

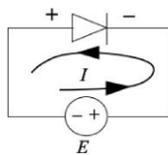
#### Diodos D.P.



**Figura 14. Polarización directa**

**Fuente:** (Ruiz Vázquez., 2004)

#### Diodos I.P.

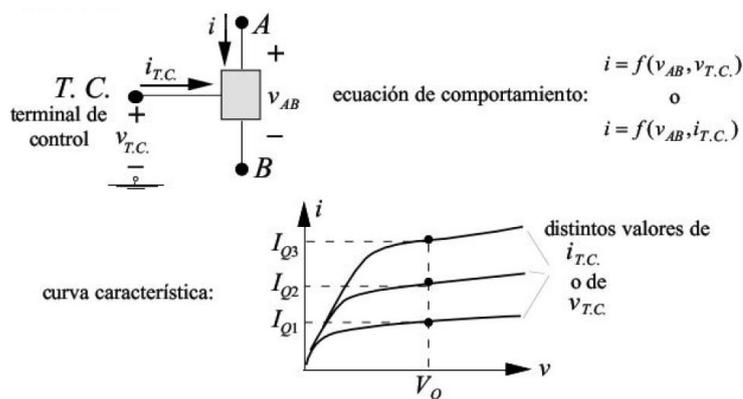


**Figura 15. Polarización indirecta**

**Fuente:** (Ruiz Vázquez., 2004)

### 2.5.2. Transistores

Los elementos circuitales conocidos (resistencia, condensadores, generadores, diodos) son biterminales, es decir, tienen dos bornes, y presentan un comportamiento incontrolable, ya que la relación matemática entre la diferencia de potencial entre sus bornes y la corriente que los atraviesa es siempre fija: para un valor determinado de la tensión, se obtiene siempre el mismo valor de la corriente. Para hacer frente a esto, se utilizan los transistores. El transistor es un elemento triterminal; es decir, tiene tres bornes o terminales. Uno de los terminales trabaja como “control”, controlando el comportamiento de los otros dos terminales. La magnitud de control puede ser la tensión o la corriente de ese terminal, dependiendo del tipo de transistor. (Ruiz Vazquez, Arbelaitz Gallego, Etxeberria Uztarroz, & Ibarra Lasa, 2004, pág. 379)



**Figura 16. Tensión como magnitud de control**

Fuente: (Ruiz Vázquez., 2004)

### Clasificación de los transistores

**Transistores unipolares:** En general, se les da el nombre de transistores de efecto de campo o FET (*Field Effect Transistor*), debido a que la influencia del campo eléctrico en su funcionamiento es de vital importancia. Se dice que son unipolares porque para generar la corriente eléctrica solo se mueven los portadores de carga de un tipo, es decir, solo los electrones libres o solo los huecos, según el tipo de transistor, pero nunca ambos tipos de portadores de carga. (Ruiz Vazquez, Arbelaitz Gallego, Etxeberria Uztarroz, & Ibarra Lasa, 2004, pág. 380)

**Transistores bipolares:** El término bipolar refleja el hecho de que los electrones y los huecos participan en el proceso de inyección en el material polarizado opuestamente. Si solo uno de los portadores se emplea (electrón o hueco), se considera que el dispositivo es unipolar. (INACAP, El transistor bipolar, 2002, pág. 380)

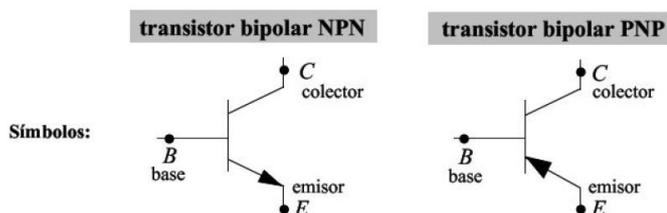
Estos transistores están constituidos por dos uniones PN, quienes presentan dos opciones diferentes: una zona tipo N insertada entre dos zonas de tipo P (transistores PNP), o una zona P insertada entre dos zonas tipo N (transistores NPN): (Ruiz Vazquez, Arbelaitz Gallego, Etxeberria Uztarroz, & Ibarra Lasa, 2004, pág. 381)



**Figura 17. Configuraciones de los transistores**

Fuente: (Ruiz Vázquez., 2004)

A cada zona del transistor, le corresponde un terminal. El terminal de control es el correspondiente a la zona central y la magnitud de control es la corriente de dicho terminal. A este terminal se le denomina **base, B** (base); mientras que al de un extremo **emisor, E** (emitter), porque emite la señal y envía las cargas eléctricas hacia los otros terminales; y el extremo opuesto **colector, C** (colector), porque recoge las cargas que llega desde el emisor después de atravesar la base. Teniendo en cuenta dichos nombres en la estructura del transistor, las dos uniones **PN** suelen denominarse: unión base-emisor, BE o EB, y unión base- colector, BC o CB. (Ruiz Vazquez, Arbelaitz Gallego, Etxeberria Uztarroz, & Ibarra Lasa, 2004, pág. 381)



**Figura 18. Simbología de transistores**

Fuente: (Ruiz Vázquez., 2004)

A pesar de que los dos símbolos anteriores son idénticos, es muy fácil diferenciarlos: en ambos aparece una flecha sobre el emisor, pero en sentido opuesto. Para apreciar el significado de la flecha, hay que acordarse del diodo: en el diodo, la flecha está dirigida de la zona **P** a la zona **N**. En los transistores se hace lo mismo: como en un transistor **NPN** a la base de tipo **P** y al emisor de tipo **N**, la flecha ira dirigida de la base hacia el emisor; en el transistor **PNP**, por el contrario, la base es **N**, y el emisor **P**, por lo que la flecha está dirigida del emisor hacia la base. Por otra parte, la flecha, además de indicar el tipo de transistor, también sirve para distinguir el emisor del colector, ya que el símbolo del transistor es simétrico; así pues, el

terminal que tiene la flecha es siempre el emisor. (Ruiz Vazquez, Arbelaitz Gallego, Etxeberria Uztarroz, & Ibarra Lasa, 2004, pág. 382)

Para el cálculo de corriente del colector se utiliza la ley de Ohm

### **Ecuación 1. Ley de Ohm**

$$V = I * R$$

Donde

$V$  = Voltaje (V)

$I$  = Intensidad de la corriente (A)

$R$  = Resistencia ( $\Omega$ )

### **Corriente base**

Cálculo de voltaje de la resistencia de base

### **Ecuación 2. Voltaje de la resistencia de base**

$$V_c = V_{ce} - V_e$$

### **Ecuación 3. Resistencia de base**

$$I_c = \beta * I_b$$

Donde

$I_c$  = Corriente del colector (A)

$\beta$  = hFE, ganancia del transistor ( $\Omega$ )

$I_b$  = Corriente de base 2 ( $\Omega$ )

### **Resistencia de base**

Se utiliza la ecuación de la ley de ohm

### **2.5.3. Resistencia**

Componente electrónico utilizado para actuar como resistencia entre dos puntos de un circuito. De esta manera, y gracias a la Ley de Ohm, se logró distinguir según convenga a diferentes tensiones y corrientes a lo largo de nuestro circuito. Normalmente, el número de líneas de colores son cuatro, siendo la última de color dorado o bien plateado (aunque puede ser de otros colores). Esta línea dorada o plateada indica la tolerancia de la resistencia,

es decir: la precisión de fábrica que esta aporta. Si es de color dorado indica una tolerancia del  $\pm 5\%$  y si es plateada una del  $\pm 10\%$  (otros colores-rojo, marrón, etc.-indican otros valores.) Por ejemplo, una resistencia de  $220\Omega$  con una franja plateada de tolerancia, tendría valor ( $220\Omega \pm 10\%$ ), cuanto menor sea la tolerancia, mayor será el su resistencia. (Torrente Artero, 2013, pág. 29)

Las otras tres líneas indican el valor nominal de la resistencia. Para interpretar estas líneas hay que colocar a nuestra derecha la línea tolerancia, y empezar a leer de izquierda a derecha como sabiendo que cada color equivale a un dígito diferente (0 a 9). La primera y la segunda línea se toma a cada una como el dígito tal cual (uno seguido del otro), y la tercera línea representara la cantidad de ceros que se ha de añadir a la derecha de los dos dígitos anteriores. La tabla para conocer el significado numérico de los posibles colores de una resistencia es la siguiente. (Torrente Artero, 2013, pág. 29)

#### **Ecuación 4. Divisor de tensión**

$$V_{out} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} * V_{in}$$

Donde

$V_{out}$  = Voltaje de entrada (V)

$R_1$  = Resistencia1 ( $\Omega$ )

$R_2$  = Resistencia2 ( $\Omega$ )

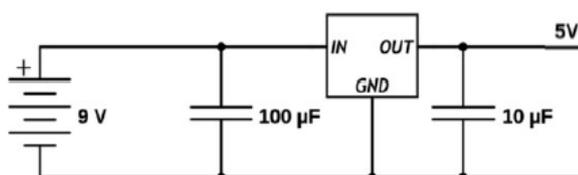
I = Intensidad de la corriente (A)

#### **2.5.4. Reguladores de tensión**

Un regulador de tensión es aquel que protege gran parte del circuito (o un circuito entero). Su función es proporcionar, a partir de un voltaje recibido fluctuante dentro de un determinado rango (el llamado “Voltaje de entrada”), otro voltaje (el llamado “voltaje de salida”) regulado a un valor estable y menor. La familia de reguladores LDO más empleados en proyectos de electrónica es la LM7805, donde “XX” indica el voltaje de salida. De esta manera muchas veces el modelo concreto que interesa a

usuarios es el LM7805, es quien puede recibir 7V y 35V de entrada y puede generar una intensidad de salida máxima de 1A. Otros modelos similares es el LM2940. Para obtener una intensidad máxima de 0,1A, hay que utilizar entonces el modelo LM78L05. Si se quiere un voltaje de salida de 3,3V, se utiliza el LM7803 o el LD1117B33 entre otros. (Torrente Artero, 2013, pág. 44)

Sea cual sea el modelo de regulador, la mayoría de ocasiones se vera conectado a su patilla de entrada –y a tierra – un condensador “bypass”, y se observara conectada a su patilla de salida –y a tierra – un condensador de filtro. La razón es eliminar las posibles oxidaciones de la señal de entrada (provocadas por ejemplo por el repentino encendido de un elemento de alto consumo de nuestro circuito, como un motor) y las de la salida (optimizando la tensión obtenida del regulador). Por tanto, el esquema de conexiones más común de un regulador típico (como por ejemplo el LM7805). (Torrente Artero, 2013, pág. 44)



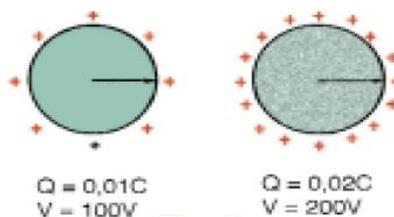
**Figura 19. Regulador de tensión**

Fuente: (Torrente Artero., 2013)

### 2.5.5. Capacitores

Para entender como un conductor eléctrico puede almacenar electricidad, ejemplo de una experiencia práctica: Al cargar de electricidad un conductor esférico, se verifica que las cargas pueden comprimirse más o menos según el diámetro del conductor y también según la cantidad que se pretende colocar en el conductor. Eso significa que esas compresiones de las cargas almacenadas se manifiestan como potencial  $V$ . La carga  $Q$  en un conductor de radio  $R$  manifiesta un potencial  $V$ . Se intenta colocar más cargas en el cuerpo, estas aumentando el grado de comprensión y, por consiguiente, el potencial también debe aumentar, también se verifica que

independientemente el radio del conductor, en las condiciones indicadas existe una proporcionalidad directa entre las cargas que hay que almacenar y la tensión. (Perez, 2007, pág. 56)



**Figura 20. Capacitor esférico**

**Fuente: (Electrónica., 2007)**

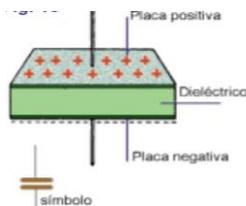
La capacidad de almacenamiento de carga depende del radio del conductor, y este tipo de dispositivo no es de los más apropiados para los usos electrónicos. La constancia de la relación  $Q/V$  que define la capacidad cuya unidad es el **Farad (F)**. Un capacitor (no necesariamente esférico) tendrá una capacidad de 1 Farad si almacena la carga de 1 Coulomb y tiene 1 voltio de tensión. (Perez, 2007, pág. 56)

#### **Submúltiplos del Farad que más se usan:**

- Microfarad ( $\mu\text{F}$ ): Que es la millonésima parte de un Farad o 0,000001 Farad que representado en forma exponencial es  $10^{-6}$  Farad.
- Nanofarad (nF): Que es la billonésima parte de 1 Farad o 0,000000001 Farad y s  $10^{-9}$  Farad de forma exponencial.
- Picofarad (pF): Que es la trillonésima parte de 1 Farad o 0,000000000001 Farad o s  $10^{-12}$  Farad.

Consiste de dos placas de material conductor separadas por material aislante denominado dieléctrico. El símbolo usado para representar este tipo de capacitor recuerda mucho su disposición real. Hay capacitores con disposiciones diferentes, pero como la estructura básica se mantiene (un aislante entre dos conectores) el símbolo se mantiene lo general con pocas modificaciones. Cuando se conecta la estructura indicada a un generador,

como se observa a continuación e la figura, las cargas fluyen hacia las placas de manera que una se vuelva positiva mientras que la otra negativa. (Perez, 2007, pág. 56)



**Figura 21. Capacitor**

Fuente: (Electrónica.,2007)

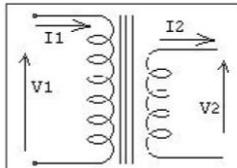
### 2.5.6. RELEVADOR

El relevador consiste de dos bobinas eléctricamente aisladas y enrolladas sobre un núcleo común. La energía eléctrica se transfiere de una bobina a otra por medio del acoplamiento magnético. La bobina que recibe la energía de la fuente de corriente alterna se llama **devanado primario o bobinado primario**, la bobina que proporciona energía a una carga de corriente alterna se llama **bobinado secundario**. El núcleo de los relevadores que se usan a bajas frecuencias, se hace con un material magnético, usualmente acero silicoso laminado. (INACAP, Relevador, 2002, pág. 4)

El principio de funcionamiento es la **inducción mutua** que se define como la “**propiedad de un relevador para transferir energía eléctrica desde un bobinado primario a uno secundario en forma de energía electromagnética al inducirse en el bobinado secundario una Fuerza Electromotriz (F.E.M)**”, se indicó que en condiciones ideales un relevador debería transferir completamente la energía del bobinado primario al bobinado secundario, pero en la práctica se produce diversas pérdidas en la transferencia de energía. (INACAP, Relevador, 2002, pág. 4)

- **Pérdidas por el efecto Joule.** - Son el producto de la resistencia del cobre, que, aunque baja produce una disipación de potencia en forma de calor. (INACAP, Relevador, 2002, pág. 4)

- **Perdidas por Histéresis.** - Estas pérdidas se producen por calentamiento del núcleo y dependen de la frecuencia de la, variación de la intensidad del campo y el aumento de la inducción magnética. (INACAP, Relevador, 2002, pág. 4)
- **Perdidas por Saturación.** - En un relevador se produce estas pérdidas cuando la intensidad de corriente no produce un aumento considerable en la magnetización del núcleo al producir un aumento notable de líneas en el flujo magnético. (INACAP, Relevador, 2002, pág. 4)
- **Perdidas por Corrientes de Foucault.** - Son corrientes en cortocircuito que se producen en el núcleo del transformador, debido a que el campo electromagnético es variable e induce en este una FEM, originando pequeñas corrientes en dicho núcleo, debido a que el hierro es un material conductor. (INACAP, Relevador, 2002, pág. 4)



**Figura 22. Relevadores**

**Fuente:** (INACAP., 2002)

### 2.5.6. Pulsador

Dispositivo utilizado para activar alguna función. Los botones son por lo general activados al ser pulsados, normalmente con la fuerza del dedo. En su interior tiene dos contactos, si es un dispositivo NA (normalmente abierto) o NC (normalmente cerrado), con lo que al pulsarlo se activara la función inversa de la que en ese momento este realizando. (Perez, Inicios a la robotica, 2012, pág. 29)



**Figura 23. Pulsador**

**Fuente:** (Tienda de robótica)

### 2.5.7. Sensor DTH22

Este sensor es muy básico y lento (se obtiene datos como mínimo cada 2 segundos), pero es de un coste razonable y muy manejable para obtener datos básicos en proyectos. Sus características técnicas más destacables son: se puede alimentar con un voltaje de entre 3V y 5V y 2,5 mA como máximo, puede medir un rango de temperaturas entre -40 y 125°C con una precisión de  $\pm 0,5^\circ\text{C}$  y un rango de humedad entre 0 y 100% con una precisión del 2-5%. Está formado básicamente por un sensor de humedad capacitivo y un termistor. (Torrente Artero, 2013, pág. 435)

Este chip tiene cuatro pines; mirándolo de frente son: el de alimentación nº1, el de más a la izquierda de salida digital de datos nº2, uno que no actúa nº3, y el de tierra nº4, el de más a la derecha, para que nuestra placa Arduino pueda leer los datos que emite este chip, deberá conectar su pin nº1 al pin-hembra de 5V de la placa. Es recomendable conectar una resistencia (“pull-up”) de 4,7 k $\Omega$  entre el pin nº1 y nº2, para darle una mayor y mejor vida útil a dicho sensor. (Torrente Artero, 2013, pág. 435)



**Figura 24. Sensor AM2302/DHT22**

**Fuente:** (Torrente Artero.,2007)

### 2.5.8. Servomotores

Son motores “gearhead” (motores DC con engranajes que limitan la velocidad, pero aumentan el torque) que incorporan además un potenciómetro y cierta circuitería de control para poder establecer la posición

del eje del motor de forma precisa. Constan de tres cables (diferenciándose a sí de los motores DC y “gearhead”, que tienen solo dos). Uno para recibir la alimentación eléctrica (normalmente de color rojo), otro para conectarse a tierra (color negro o marrón) y el otro (el cable de control, normalmente de color blanco, amarillo o naranja) que sirve para la transmisión del servo, de parte del microcontrolador, los pulsos eléctricos de una frecuencia fija de 50 Hz e la gran mayoría de servomotores que ordenaran el giro concreto de su eje. (Torrente Artero, 2013, pág. 277)



**Figura 25. Servomotores 5v**

(Dubroff, Marshall, & Skitek, 1997) Fuente: (Torrente., 2013)

### 2.5.9. Conductores Eléctricos

La unión entre los diferentes elementos del equipo eléctrico de un automóvil se realiza, como se dijo, por medio de conductores eléctricos constituidos por un alma de hilos de cobre y una protección aislante q suele ser de plástico. La resistencia eléctrica de los mismos debe ser lo más pequeña posible, para evitar las caídas de tensión que se produce con el paso de la corriente por ello y que son perjudiciales para el buen funcionamiento de los aparatos receptores. (Alonso, 2002)

Los conductores se clasifican por su sección, que se expresa en  $mm^2$  generalmente o, en otros casos, en función de diámetro expresado en decimas de milímetro. A continuación, la figura muestra un cuadrado de correspondencia entre diámetros, secciones e intensidades aceptables. (Alonso, 2002)

**Tabla 4**

**Códigos de los diámetros de los conductores**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7/10	9/10	10/10	12/10	16/10	20/10	25/10	30/10	45/10	51/10

**Fuente:** (Alonso., 2002)

**Tabla 5**

**Correspondencia con su sección aproximada en  $mm^2$**

<b>0,4</b>	<b>0,6</b>	<b>0,8</b>	<b>1,2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>20</b>
------------	------------	------------	------------	----------	----------	----------	----------	-----------	-----------

**Fuente:** (Alonso.,2002)

**Tabla 6**

**Intensidad aceptable**

<b>0,5<sup>a</sup></b>	<b>1A</b>	<b>2,3<sup>a</sup></b>	<b>5<sup>a</sup></b>	<b>5-10A</b>	<b>25A</b>	<b>30-</b>	<b>50-</b>	<b>70-</b>	<b>80-</b>
						<b>40A</b>	<b>60A</b>	<b>80A</b>	<b>100A</b>

**Fuente:** (Alonso.,2002).

En general se tolera una caída de tensión en el cable del 2,5% del valor de la tensión de la instalación, aunque este porcentaje aumenta hasta el 4 % en cable de lanzamiento del motor de arranque. Las secciones o diámetros de los conductores empleados en las instalaciones eléctricas vienen expresados en los esquemas. No obstante, suelen utilizarse las siguientes secciones: (Alonso, 2002)

**Tabla 7**

**Diámetros de los conductores empleados en las instalaciones**

<b>Lámparas de alumbrado ordinario</b>	<b>1,5 <math>mm^2</math> o 16/10 mm</b>
<b>Luz de carretera o cruce</b>	<b>2,5 <math>mm^2</math> o 25/10mm</b>
<b>Bocina, limpiaparabrisas, etc.</b>	<b>2,5 <math>mm^2</math> o 25/10 mm</b>
<b>Luces y testigos</b>	<b>1 <math>mm^2</math> o 12/10 mm</b>
<b>Indicadores de tablero</b>	<b>1 <math>mm^2</math> o 12/10 mm</b>
<b>Carga de alternador o batería</b>	<b>41 <math>mm^2</math> o 30/10 mm</b>
<b>Relé de arranque</b>	<b>2,5 <math>mm^2</math> o 25/10 mm</b>

**Fuente:**(Alonso.,2002)

## **2.6. Arduino**

Arduino es una plataforma electrónica abierta para la creación de prototipos fundamentados en software y hardware libre, flexibles y fáciles de usar. Arduino puede tomar información del entorno a través de sus pines de entrada de toda una gama de sensores y ejecutar acciones con actuadores que controlan procesos exteriores. El microcontrolador en la placa Arduino

se programa mediante el lenguaje de programación (basado en Wiring) y el entorno de desarrollo Arduino (en Processing). Las placas pueden ser hechas a mano o comprarse montadas de fábrica; el software puede ser descargado de forma gratuita. Los proyectos realizados en Arduino pueden ejecutarse sin necesidad de conectarlo a un ordenador, si bien tienen la posibilidad de hacerlo y comunicar con diferentes tipos de software (Flash, Processing, MaxMSP). (Perez, Inicios a la robotica, 2012, pág. 54)



**Figura 26. Arduino uno**

Fuente: (Robótica., 2012)

### 2.6.1. Comparación de especificaciones de placa arduino uno y mega

**Tabla 8**

**Comparación entre la placa arduino y mega**

Nombre	Procesador	Funcionamiento/ Entrada Voltaje	Entrada /Salida Analógica	Digital PWM	SRAM (kB)
<b>Uno</b>	ATmega328P	5 V	6/0	14/10	32
<b>Mega 2560</b>	ATmega2560	5 V	16/0	54/15	8

(Arduino, 2015)

### 2.7. Programación

La programación es un gran recurso que permite crear diversas secuencias de pasos lógicos que van a satisfacer nuestras necesidades y las de nuestros sistemas. Programar es todo un arte que requiere de una gran habilidad lógica y concentración por parte del programador (Tienda de robotica, 2012, pag. 33)

**Concepto de programación.**

“Es el proceso de diseñar, escribir, probar, depurar y mantener el código fuente de programas computacionales. El código fuente es escrito en un lenguaje de programación. El propósito de la programación es crear programas que exhiban un comportamiento deseado”. (Tienda de robotica, 2012, pag, 33).

### 2.7.1. Cuerpo de un programa en Arduino

Arduino se programa en el lenguaje de alto nivel C/C++ y generalmente tiene los siguiente componentes para elaborar el algoritmo: (Gutierrez, 2007, pág. 5)

- Estructuras
- Variables
- Operadores matemáticos, lógicos y booleanos
- Estructuras de control (Condicionales y ciclos)
- Funciones

### 2.7.2. Estructura de un programa

La estructura básica del lenguaje de programación de Arduino es bastante simple y se compone de al menos dos partes. Estas dos partes necesarias, o funciones, encierran bloques que contienen declaraciones, estamentos o instrucciones. (Gutierrez, 2007, pág. 6)

**Tabla 9**  
**Estructura de un programa**

<b>void setup()</b>
{
<b>estamentos;</b>
}
<b>void loop()</b>
{
<b>estamentos;</b>

}

En donde `setup()` es la parte encargada de recoger la configuración y `loop()` es la que contienen el programa que se ejecutará cíclicamente (de ahí el término `loop` –bucle–). Ambas funciones son necesarias para que el programa trabaje. (Gutierrez, 2007, pág. 6)

Estas dos funciones son de vital importancia e imprescindibles para todo programa en Arduino, ya que de esta manera se logrará obtener una programación adecuada para cualquier proyecto que se pretenda poner en marcha. (Gutierrez, 2007, pág. 6)

A parte de las dos funciones principales, la estructura también se compone de:

### 2.7.3. Variables

Una variable es una manera de nombrar y almacenar un valor numérico para su uso posterior por el programa. Como su nombre indica, las variables son números que se pueden variar continuamente en contra de lo que ocurre con las constantes cuyo valor nunca cambia. Una variable debe ser declarada y, opcionalmente, asignarle un valor. (Gutierrez, 2007, pág. 9)

Al momento de asignar nombres a las variables, estos deben ser claros y que identifiquen con facilidad a dichas variables, evitando confusiones y proporcionando un código fácil de entender. (Gutierrez, 2007, pág. 9)

**Tabla 10**  
**Tipos de variables**

Tipo de variables	Memoria que ocupa	Rango de valores
<b>boolean</b>	8 bits	0 o 1 (true or false)
<b>char</b>	8 bits	-128 a 127
<b>int</b>	16 bits	-32.768 a 32.767
<b>unsigned int</b>	16 bits	0 a 65.535
<b>long</b>	32 bits	-2.146.483.648 a

		2.147483.647
<b>unsigned long</b>	32 bits	0 a 4.294.967.295
<b>float</b>	32 bits	-3`4028235 E+38 A 3`4028235 E +38

Fuente: (Diosdado, 2014, pag. 9)

#### 2.7.4. Constantes

De acuerdo con Diosdado (2014), La diferencia fundamental entre una variable y una constante es que la constante va a ser un valor de solo lectura que no va a poder ser modificado con la evolución del programa. (Ruiz, 2014)

Según Ruiz (2007), Las constantes se clasifican en grupos

Cierto/falso

Alto/bajo

Entrada/salida

Al definir una constante, hacerlo de manera muy similar a como se definen las variables, tansolo hay que indicar la programa que se trata de un valor “no modificable”, para ello hay que añadir antes del “tipo” la palabra “const”, que va hacer que la variable sea de solo lectura. (Ruiz, 2014)

Const foat pi: 3.1415; // crea una constante de tipo float y le asigna el valor 3.1415 (Diosdado, 2014, pag. 6)

#### 2.7.5. Operadores

Los operadores son los elementos con los que se ha transformar las variables del programa, hacer comparaciones, contar un numero determinado de eventos, entre otros. Los operadores se pueden considerar como uno de los elemntos mas importantes junto con las estructuras dee control. Dentro de los operadosres se pueden encontrara de vatios tipos como. (Ruiz, 2014)

- Operadores aritmeticos
- Asignaciones compuestas
- Operadores de comparación y,
- Operadores booleanos

### 2.7.6. Estructuras de control

Dentro de las estructuras de control se engloban todos los estamentos que sirven para guiar al programa en una u otra dirección en función de si cumplen o no con las condiciones marcadas. Dentro de las mas importantes se destacan las siguientes (Ruiz, 2014).

- Condicionales; si, si ... sino,
- Bucles; while, do ... while
- Elementos de control de flujo; goto, return, break. (Diosdado, 2014, pag. 8 - 11 )

### 2.7.7. Entradas y salidas

Arduino es una plataforma de desarrollo Hardware que cuenta con pines de E/S para comunicarse con el exterior. Estos pines tienen características especiales que los hacen propicios para una u otra tarea en función del tipo de pin. Existen tambien pines de proposito especiales como salidas de reloj u osciladores y pines de alimentación con los que se puede suministrar dierentes tensiones a placar externas. (Diosdado, 2014, pag. 11)



**Figura 27. Arduino uno**

**Fuente:** Diosdado (2014), pag. 12

Estas E/S se engloban en e tipos basicos que son:

- E/S digitales; lectura de entrada digitales, escritura de salidas digitales.
- E/S Analògicas; lectura / escritura / salida de señales analògicas.
- E/S para comunicación serie

### 2.7.8. Puerto serie

Arduino cuenta con una serie de pines que tienen la capacidad de comunicarse con otros dispositivos utilizandola comunicación serie para ello.con esta comunicación serie se puede realizar tambien una comunicación con el ordenador a travez del USB gracias al chip FDTI que incorpora la placa y que realiza la conversion USB-serie. Por ello hace de esta una herramienta muy potente que facilite la realización de proyectos muy complejos y se logre la comunicación entre si. (Ruiz, 2014)

Existen los siguientes.

- Inicialización de la comunicación serie
- Escritura en el puerto serie
- Lectura del puerto serie

### 2.7.9. Resumen arduino mega



**Figura 28. Arduino mega**

**Fuente:** (Arduino, 2015)

### Visión de conjunto

El Arduino Mega es una placa microcontroladora basada en el ATmega1280. Contiene todo lo necesario para soportar el microcontrolador; Simplemente conéctelo a un ordenador con un cable USB

o conéctelo con un adaptador de CA a CC o batería para empezar. El Mega es compatible con la mayoría de los escudos diseñados para el Arduino Duemilanove o Diecimila. (Arduino, 2015)

El Arduino Mega puede ser alimentado a través de la conexión USB o con una fuente de alimentación externa. La fuente de alimentación se selecciona automáticamente.

Los pines de alimentación son los siguientes: (Arduino, 2015)

- VIN. El voltaje de entrada a la tarjeta Arduino cuando se utiliza una fuente de alimentación externa (a diferencia de 5 voltios de la conexión USB u otra fuente de alimentación regulada). (Arduino, 2015)
- 5V. La fuente de alimentación regulada utilizada para alimentar el microcontrolador y otros componentes de la placa. (Arduino, 2015)
- 3V3. Una fuente de 3.3 voltios generada por el chip FTDI a bordo.
- GND. Pasadores de tierra.

### **Memoria**

El ATmega1280 tiene 128 KB de memoria flash para almacenar código (de los cuales 4 KB se utiliza para el gestor de arranque), 8 KB de SRAM y 4 KB de EEPROM (que se pueden leer y escribir con la librería EEPROM). (Arduino, 2015)

### **Entrada y salida**

Cada uno de los 54 pines digitales del Mega se puede utilizar como entrada o salida, utilizando las funciones `pinMode()`, `digitalWrite()` y `digitalRead()`. Funcionan a 5 voltios. Cada pin puede proporcionar o recibir un máximo de 40 mA y tiene una resistencia pull-up interna (desconectada por defecto) de 20-50 kOhms. Además, algunos pines tienen funciones especializadas: (Arduino, 2015)

Interrupciones externas: 2 (interrupción 0), 3 (interrupción 1), 18 (interrupción 5), 19 (interrupción 4), 20 (interrupción 3) y 21 (interrupción 2). PWM: 2 a 13 y 44 a 46. (Arduino, 2015)

SPI: 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), 53 (SS). Estos pines soportan la comunicación SPI, que, aunque proporcionada por el hardware subyacente, no está incluida actualmente en el lenguaje Arduino. (Arduino, 2015)

#### **2.7.10. Comunicación**

El Arduino Mega tiene una serie de instalaciones para comunicarse con una computadora, Arduino, u otros microcontroladores. El ATmega1280 proporciona cuatro UART de hardware para la comunicación en serie TTL (5V). Un FTDI FT232RL en la placa canaliza uno de ellos por USB y los controladores FTDI (incluidos con el software Arduino) proporcionan un puerto virtual al software del ordenador. El software Arduino incluye un monitor en serie que permite enviar datos simples desde y hacia la placa Arduino. (Arduino, 2015)

#### **2.7.11. Restablecimiento automático (software)**

En lugar de requerir una pulsación física del botón de reinicio antes de una carga, el Arduino Mega está diseñado de una manera que permite que sea restablecido por el software que se ejecuta en una computadora conectada. Una de las líneas de control de flujo de hardware (DTR) del FT232RL está conectada a la línea de reposición del ATmega1280 a través de un condensador de 100 nano farad. (Arduino, 2015)

Esta configuración tiene otras implicaciones. Cuando el Mega está conectado a un equipo que ejecuta Mac OS X o Linux, se restablece cada vez que se realiza una conexión desde el software (a través de USB). (Arduino, 2015)

#### **2.7.12. Protección de sobre intensidad USB**

El Arduino Mega tiene un polyfuse reinicialable que protege los puertos USB de su computadora de cortocircuitos y sobre corriente. Aunque la mayoría de las computadoras proporcionan su propia protección interna, el fusible proporciona una capa adicional de protección. Si se aplica más de

500 mA al puerto USB, el fusible romperá automáticamente la conexión hasta que se quite el cortocircuito o la sobrecarga. (Arduino, 2015)

### **2.7.13. Características Físicas y Compatibilidad del Escudo**

La longitud y el ancho máximo de la PCB Mega son 4 y 2,1 pulgadas respectivamente, con el conector USB y toma de corriente que se extiende más allá de la dimensión anterior. Tres orificios de tornillo permiten que la placa se fije a una superficie o caja. (Arduino, 2015)

#### **Pantalla TFTN Multi-plataforma**

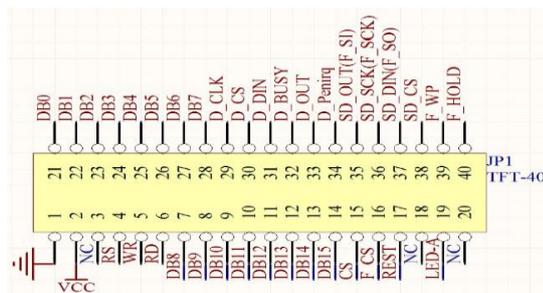


**Figura 29. Pantalla TFTN**

(Karlsen, 2016)

A medida que el número de módulos de pantalla y controladores soportados comenzó a aumentar, es el momento de crear una biblioteca universal única, ya que será mucho más fácil de mantener en el futuro. (Karlsen, 2016)

Dado que la mayoría de las personas solo tienen uno o posiblemente dos módulos de visualización diferentes, se ha desperdiciado una gran cantidad de memoria para mantener el soporte para muchos chips de controlador innecesarios. (Karlsen, 2016)



**Figura 30. JPI-TFT**

Fuente: (Karlsen, 2016)

**Tabla 11**  
**Módulos del display**

Señal	TFT Modulo ( pin)	Arduino	
		Uno	Mega
DB0	21	D8	D37
DB1	22	D9	D36
DB2	23	D10	D35
DB3	24	D11	D34
DB4	25	D12	D33
DB5	26	D13	D32
DB6	27	A0 (D14)	D31
DB7	28	A1 (D15)	D30
DB8	7	D0	D 22
DB9	8	D1	D23
DB10	9	D2	D24
DB11	10	D3	D25
RS	4	Cualquier pin libre	
WR	5	Cualquier pin libre	
RD	6	Debe ser alto (3.3V)	
CS	15	Cualquier pin libre	
REST	17	Cualquier pin libre	

Fuente: (Karlsen, 2016)

**Tabla 12**  
**Literales definidos**

Alineación
Para usar con print(),printNumI() y printNumF()
LEFT: 0
RIGHT: 9999

---

**CENTER: 9998**

---

**Fuente:** (Karlsen, 2016)

**Tabla 13**  
**Orientación**

Orientación
<b>Para usar con InitLCD ()</b>
<b>PORTRAIT: 0</b>
<b>LANDSCAPE: 1</b>

**Fuente:** (Karlsen, 2016)

**Tabla 14**  
**Colores VGA**

VGA Colors			
Predefined colors for use with setColor() and setBackColor()			
VGA_BLACK	VGA_SILVER	VGA_GRAY	VGA_WHITE
VGA_MAROON	VGA_RED	VGA_PURPLE	VGA_FUCHSIA
VGA_GREEN	VGA_LIME	VGA_OLIVE	VGA_YELLOW
VGA_NAVY	VGA_BLUE	VGA_TEAL	VGA_AQUA
VGA_TRANSPARENT (only valid for setBackColor())			

**Fuente:** (Karlsen, 2016)

## 2.8. El sonido

Se entiende por sonido a la sensación que se produce a través del oído en el cerebro causado por las vibraciones de un medio elástico, generalmente, el aire. Estas vibraciones producen el desplazamiento de las moléculas del aire debido a la acción de una presión extra. Cada una de estas moléculas transmite la vibración a las que hay a su alrededor provocando un movimiento en cadena. (Ignasi & Eduard, 2005, pág. 2)

### 2.8.1. Onda Sonora

Para producir dichas variaciones de presión, se ha de efectuar un trabajo, produciéndose por tanto energía mecánica. En si desplazamiento, las ondas sonoras producen variaciones de presión en el medio a través del cual se propagan, generándose por tanto presiones y depresiones (tomando como referencia la presión atmosférica). (Martín & Pérez, 2012, pág. 7)

El ser humano percibe una serie de variaciones de presión en el oído, que identifica como sonido. Dichas variaciones están producidas por

las ondas sonoras al desplazarse. A su vez, dichas ondas sonoras están producidas por el movimiento mecánico a la vibración de algún objeto, que es el que produce alteraciones en el fluido en el que se desplaza, generalmente el aire. Así por ejemplo, cuando se golpea un tambor, el desplazamiento de su membrana produce la compresión del aire. Cuando la onda sonora se va acercando al entorno del ser humano, las variaciones de presión producen una distorsión, que es la que percibe el oído. (Martín & Pérez, 2012, pág. 7)

En los sistemas de sonido, tanto domésticos como de automóvil, dicha tarea es efectuada por los altavoces, en los que su membrana es desplazada mediante una fuerza electromagnética o a través de sensores piezoeléctricos. (Martín & Pérez, 2012, pág. 7)

### 2.8.2. Medios de transmisión del sonido

El medio de transmisión del sonido empleado habitualmente es el aire atmosférico. De no existir el aire, como ocurre en el espacio, el sonido no se transmitiría, por la falta de medio físico para hacerlo. También se transmite en los restantes medios, incrementándose su velocidad a medida que aumenta la elasticidad de dicho medio. Además, la densidad del medio o material de transmisión también influye en la velocidad de propagación del sonido, siendo más elevada cuando menos denso sea. (Martín & Pérez, 2012, pág. 7)

**Tabla 15**  
**Velocidad de propagación**

Sustancia	Velocidad del sonido (m/s)
<b>Aire (0 °C)</b>	331,6
<b>Aire (20 °C)</b>	344
<b>Agua (0 °C)</b>	1390
<b>Agua (20 °C)</b>	1484
<b>Acero (20 °C)</b>	5050
<b>Vidrio (20 °C)</b>	5200

Fuente: (Martín & Pérez, 2012, pág. 8)

### 2.8.3. Frecuencia

La frecuencia se define como el número de ondas que hay en un segundo. Éstas son las vibraciones que se producen en las moléculas. La unidad de medida de frecuencia es el Hertzio (Hz), aunque también se emplean múltiplos como el Kiloherzio (KHz) y el Megahertzio (MHz). Se representa por la letra *f*. La frecuencia es la inversa del período. (Ignasi & Eduard, 2005, págs. 11,12)

El oído humano, en perfecto estado, percibe ondas sonoras cuya frecuencia este comprendida entre los 20 Hz y los 20 kHz (1Hz = 1 ciclo u onda por segundo). (Martín & Pérez, 2012, pág. 8)

### 2.8.4. Amplitud

La amplitud es el valor máximo de presión, tanto negativa como positiva, alcanzado por la onda sonora. (Martín & Pérez, 2012, pág. 7)

La amplitud de una onda indica el nivel de la potencia a la que se han producido las oscilaciones. Cuanto mayor sea, el sonido será más fuerte, cuanto menor, más débil. Se mide en decibelio (db), que es la unidad de percepción sonora o intensidad fisiológica. (Ignasi & Eduard, 2005, pág. 3)

El oído percibe el sonido a partir de 0db, situándose el límite soportable, a partir del cual empieza el dolor físico, en 120 db. Con una frecuencia de 1000 Hz, para cada incremento de 10 db, la presión acústica se multiplica por 10, de ahí que un salto de 40 db, se corresponde con una presión 10000 veces más elevada ( $10^4 = 10\ 000$ ). (Martín & Pérez, 2012, pág. 8)

Cuanto más elevado es el volumen de un aparato de audio, más decibelios emite, siendo por tanto mayor su amplitud de onda. De igual modo, para aumentar el número de decibelios, hay que incrementar, proporcionalmente, la potencia eléctrica (medida en vatios) de la corriente que alimenta los altavoces. Cada 3 db de incremento, supone doblar la potencia eléctrica. (Martín & Pérez, 2012, pág. 8)

### **2.8.5. Periodo**

Es el tiempo que tarda en finalizar una onda y oscilación. Se mide en unidades de tiempo, normalmente en segundos, y se representa por la letra T. Si se cuantifica en tiempo, la longitud de onda se denomina periodo, que es inversamente proporcional a la frecuencia, ya que cuanto más tiempo pase entre una onda y otra, para una misma velocidad, menor será la citada frecuencia. (Martín & Pérez, 2012, pág. 9)

### **2.8.6. Velocidad De Propagación**

#### **Longitud de onda**

Es el espacio recorrido en un período de tiempo, Se mide en unidades de distancia, es decir, en metros, centímetros, etc. Cuando las ondas del sonido chocan con otras moléculas, van perdiendo energía ya que se va encontrando con obstáculos que las van debilitando. Por lo tanto, la amplitud va decreciendo con la distancia hasta que, finalmente, la onda decrece. (Ignasi & Eduard, 2005, pág. 4)

### **2.8.7. Características del sonido percibido**

#### **El espectro audible**

Es el rango de frecuencias sonoras que puede percibir el oído humano. Se considera como estándar la gama de frecuencias entre 20 y 20000 Hz. Los sonidos de frecuencia inferior a 20 Hz se llaman infrasonido o subsónicos y los que tiene una frecuencia superior a 20000 Hz se conocen como ultrasonido. (Ignasi & Eduard, 2005, pág. 5)

El espectro audible es diferente para cada persona y se altera con la edad (si se tiene más edad se pierde sensibilidad a las frecuencias agudas), y otro tipo de causa (trabajo en ambientes ruidosos, etc.). El espectro audible de cada persona se puede calcular realizando una audiometría. (Ignasi & Eduard, 2005, pág. 5)

#### **El oído humano**

El oído humano convierte las ondas sonoras en señales eléctricas que, a través del nervio acústico, llegan hasta el cerebro, donde el sonido es interpretado. La sensibilidad del oído varía en función del nivel de captación del sonido. Además, no tiene una respuesta lineal, ni en frecuencia, ni en intensidad, por ello, se midió la frecuencia por octavas (que tiene el doble de frecuencia) y la intensidad en decibelios. (Ignasi & Eduard, 2005, pág. 8)

La sensación que percibe el oído humano son el tono, el timbre y la intensidad. Mientras que el tono y el timbre depende de los armónicos del sonido, la intensidad está en función del nivel de presión sonora. Depende, por tanto, de la amplitud de su oscilación, de la potencia de la fuente y del medio por el que se transmite. (Ignasi & Eduard, 2005, pág. 8)

### **Altura o tono**

Las frecuencias pueden clasificarse, según su valor, en tonalidades. A medida que la frecuencia es mayor se habla de una tonalidad o tono mayor. Así, se distinguió tonos graves o bajos, medios, y agudos o altos. (Ignasi & Eduard, 2005, pág. 5)

Los sonidos Altos son aquellos sonidos cuya fuente de onda oscila entre 3 y 20 Khz, los medios su frecuencia está comprendida entre 500 y 3000 Hz, y los graves entre 20 y 500 Hz. (Martín & Pérez, 2012, pág. 9)

### **Intensidad**

La intensidad del sonido es equivalente a la amplitud de onda, el volumen de un aparato de audio determina la intensidad del sonido emitido por el mismo. (Martín & Pérez, 2012, pág. 9)

La intensidad está relacionada con la frecuencia, ya que el oído humano no presenta la misma percepción en todas las frecuencias, precisando de diferente intensidad, en función de si se trata de agudos, graves o medios, para una percepción similar. (Martín & Pérez, 2012, pág. 9)

La intensidad sonora se mide en decibelios (dB). La sensación sonora de intensidad se agudiza para sonidos débiles y su sensibilidad

disminuye para sonidos fuertes. Al escuchar sonidos comprendidos entre 200 Pascales margen doloroso y  $2 \times 10^{-5}$  margen de audición a 1KHz. (Ignasi & Eduard, 2005, pág. 6)

### **Timbre**

El timbre es una característica por la cual se distinguen diferentes sonidos con idéntica frecuencia e intensidad. Para ello, debe conocerse la estructura de las ondas de sonido, en concreto los denominados armónicos, que son las ondas que acompañan a la onda principal, y cuya frecuencia es un múltiplo entero de la misma. (Martín & Pérez, 2012, pág. 10)

De este modo, si la onda principal es de 360 Hz(X), el primer armónico será de 720 Hz (2X), el segundo de 1080 Hz (3X), y así sucesivamente. Según el número e intensidad de los citados armónicos, la percepción del sonido varía, para una misma frecuencia e intensidad de la onda principal. Así el sonido será distinto para una misma nota, dependiendo del instrumento del que proceda. (Martín & Pérez, 2012, pág. 10)

#### **2.8.8. Sonido estereofónico**

“El sonido estereofónico es el sonido grabado desde dos frecuencias de grabación separadas; una en el lado izquierdo y otra en el lado derecho” (Martín & Pérez, 2012, pág. 10)

Para reproducir un sonido estereofónico son necesario mínimo dos altavoces, ubicados a los lados derecho e izquierdo aumentando la sensación apreciada por una grabación sencilla o monofónica. También se puede aumentar el número de altavoces, con cuatro fuentes de grabación ubicadas a ambos lados en la parte frontal y posterior del escenario aumentando aún más la apreciación del sonido.

#### **2.8.9. Concepto de refracción**

“Cuando la densidad del medio en que se transmite es uniforme las ondas sonoras avanzan en línea recta. Sin embargo, al igual que ocurre con la luz, las ondas sonoras están sometidas a la desviación de su trayectoria

original, fenómeno conocido como refracción.” (Martín & Pérez, 2012, pág. 10)

La variación que existe en la densidad de las capas de aire, por la diferencia de temperaturas en un habitáculo se modifica sensiblemente la velocidad provocando diferencias en el recorrido del sonido. Así mismo la velocidad y dirección del viento interviene en la velocidad del sonido, cuando el sentido del viento es a favor la velocidad se incrementa mientras que su dirección tiende a desviarse hacia el suelo.

#### **2.8.10. Concepto de reflexión**

“La reflexión consiste en la duplicación del sonido separada en el tiempo. Así, cuando se emite un sonido, y este se encuentra con un obstáculo, como puede ser una pared, las ondas sonoras ven interrumpido su avance, rebotando y retornando en sentido contrario. La diferencia de tiempo depende de la distancia a la que se encuentra el obstáculo, así como de la velocidad del sonido. El ejemplo más conocido es el eco.” (Martín & Pérez, 2012, pág. 11)

Esta característica del sonido es aprovechada en la marina por sus barcos y submarinos, el sonido es conducido por el agua aumentando las características del sonido. Como también era aprovechada en construcciones antiguas para mejorar el sonido, pero para que esto suceda la diferencia de tiempo entre la onda original y la reflejada debe ser menor de 0.1 s, ya que, si es mayor, se empieza a apreciar un efecto eco.

#### **2.8.11. Concepto de interferencia**

“La interferencia consiste en la unión de dos sonidos, con características distintas, Es algo que ocurre, por ejemplo, en una bocina, en la que la reflexión de parte de las ondas que chocan con sus paredes interfiere con las ondas que circulan de modo perpendicular al eje de simetría de la bobina.” (Martín & Pérez, 2012, pág. 12)

La resonancia consiste en combinar las crestas positivas y negativas de dos ondas sintonizadas simultáneamente, donde el resultado será la

suma de ambas, mejorando el sonido. Inversamente a esto, cuando coincide una cresta positiva con una cresta negativa de igual magnitud, ambas se anularán. Aprovechando este efecto se puede combinar dos sonidos de diferentes frecuencias obteniendo una tercera con la suma o diferencia de las dos frecuencias originales.

## **2.9. Estructura del equipo de sonido**

El aparato receptor de radio que se monta en los automóviles se estructura como un conjunto sintonizador y de mando, emplazado en la consola central del tablero de a bordo FIGURA al que se conecta la antena y los altavoces. La alimentación en tensión se realiza generalmente con positivo directo de batería a través de la platina de servicios y el correspondiente fusible, y con otro positivo través de contacto. (Pérez, 2010, pág. 462)

La antena la constituye una varilla metálica, enlazada con el receptor de radio por medio de un cable coaxial, como se muestra en la figura. Recibe las ondas emisoras que llegan y las transmite al receptor, amplificándolas en algunos casos, para lo cual dispone del correspondiente módulo electrónico, que es alimentado en tensión desde el propio receptor de radio, a través del cable de antena, por el que se transmiten simultáneamente las señales de radio. (Pérez, 2010, pág. 462)

### **2.9.1. Elementos del sistema de audio**

Los elementos principales en un sistema de audio consisten en: fuente de sonido, elemento de generación de sonido, cableado y conexiones.

### **2.9.2. Fuente de sonido**

En automóviles este elemento se encarga de procesar las señales de los lectores de disco (CD, DVD), radio en ondas sonoras para ser entregadas a los elementos de generación de sonido altavoces. En la actualidad se empieza a incluir otros elementos como son las memorias

externas, celulares que se conectan por medios bluetooth, conexión directa al internet.

### **2.9.3. Elementos de producción, recepción y/o reproducción**

En estos elementos se produce el sonido con unas características individualizadas, que posteriormente será transmitido en los altavoces. Dichas características hacen que el sonido sea diferente que los demás. (Martín & Pérez, 2012, pág. 15)

La producción de sonido puede generarse mediante dos fuentes. Por reproducción, este tipo de fuente utiliza los datos (canciones) de los discos o memorias informáticas previamente grabados para leerlos y reproducirlos. Mediante recepción, recoge las ondas elaboradas de las estaciones de radio, para su posterior sincronización, con la ayuda de una antena. (Martín & Pérez, 2012, pág. 15)

### **2.9.4. Los altavoces**

El altavoz de una radio reproduce el sonido original captado por el micrófono de la emisora que, como se dijo, es convertido en impulso eléctrico y, posteriormente, envuelto en una onda portadora de radio y enviado al espacio a través de la antena de la correspondiente emisora. El receptor de radio capta la onda de radio, la transforma y extrae de nuevo el impulso eléctrico inicial para llevarlo al altavoz, que reproducirá el sonido original. (Pérez, 2010, pág. 463)

Los altavoces utilizados en automoción son del tipo electrodinámico, como el representado esquemáticamente en la figura, formado por un imán con una pieza polar central, alrededor de la cual se adapta un cilindro de cartón unido por un extremo al cono del altavoz. Alrededor de este cilindro se arrolla una bobina móvil, a la cual se aplica la corriente de audiofrecuencia de la salida del receptor de radio. (Pérez, 2010, pág. 463)

## **CAPÍTULO III**

### **3. AUTOMATIZACIÓN Y PRUEBAS DE LOS SISTEMAS**

#### **3.1. Introducción**

Como punto de partida se obtiene los voltajes referenciales de funcionamiento de la radio JVC KD-G240 y de los mandos del aire acondicionado/calefacción del vehículo CHEVROLET SPARK, concentrándose en los pines de conexión de la memoria y del mando de activación respectivamente.

#### **3.2. Características del radio del vehículo**

En el vehículo se encuentra instalado un radio de marca JVC modelo KD – G240 que se detalla sus características en la Tabla 16, este radio cuenta con las funciones principales de reproductor de CD, auxiliar y emisora. Es un radio que cumple con los requisitos para instalarle el reconocedor de voz.

Los requisitos principales para automatizar el sistema de audio son las siguientes:

- Cuento como mínimo con las tres funciones principales (Reproductor de CD, auxiliar y emisora).
- Este se encuentre en perfecto funcionamiento.
- Contar con la ficha técnica del mismo.

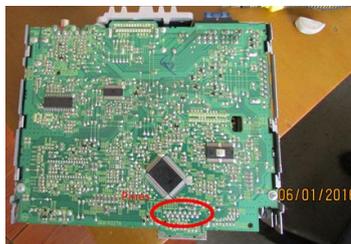
**Tabla 16**  
**Características de Radio JVC**

<b>FICHA TÉCNICA DE RADIO</b>	
<b>Fabricante</b>	JVC
<b>Modelo</b>	KD – G240
Continua	
<b>GENERAL</b>	
<b>Voltaje de operación</b>	DC 14.4 V (11 V – 16 V tolerancia)
<b>Sistema de puesta a tierra</b>	Negativo batería
<b>Temperatura de operación</b>	0°C – 40°C
<b>Dimensiones ancho / alto / profundidad (mm)</b>	182 / 52 / 160
<b>Peso aproximado (Kg)</b>	1.3
<b>EMISORA</b>	
<b>Rango de frecuencia FM (Mhz)</b>	87.5 – 107.9
<b>Rango de frecuencia AM (kHz)</b>	530 – 1710
<b>Sensibilidad FM (dBf)</b>	11.3
<b>REPRODUCTOR DE CD</b>	
<b>Tipo</b>	Reproductor de disco compacto
<b>Número de canales</b>	2 canales (estéreo)
<b>Formato decodificador MP3 (kbps)</b>	MPEG, 320
<b>WMA, Windows Media Audio (kbps)</b>	192

(compañy, 2007)

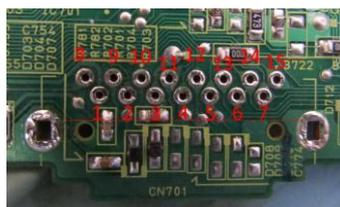
### 3.3. Ubicación y obtención de voltajes de trabajo del radio

Para la automatización del sistema de audio es necesario la ubicación de los pines de comunicación entre la memoria y la unidad central.



**Figura 31. Pines de comunicación**

La distribución de los pines se muestra en la **tabla** y las **figuras**, de esta manera conocer la función específica de cada uno de los pines para posteriormente simular las mismas señales con la placa de control.



**Figura 32. Numeración de pines de comunicación**

**Tabla 17**  
**Distribución de pines**

Pin	Función	Valor normal (Voltios)	Valor operación pulsación (Voltios)
1	Auxiliar	-	-
2	Auxiliar	-	-
3	Positivo	10,09	10,09
Continua			
4	Volumen (encoder)	3,5	3,5
5	Comunicación pantalla	-	-
6	Comunicación pantalla	-	-
7	Expulsar Cd	3,29	0
8	Auxiliar	-	-

CONTINÚA 

9	Negativo	0	0
10	Control remoto	-	-
11	Control remoto	-	-
12	Volumen (encoder)	3,5	3,5
13	Comunicación pantalla	-	-
14	Encender, Apagar, Silencio / Siguiendo / Atrás / Arriba	6,60	0 / 0,51 / 1,28 / 0,90
15	Cambio CD, Auxiliar, Emisora	2,70	0

Un encoder funciona con una combinación de valores binarios entre los límites de sus pines, dependiendo de la combinación el mismo sabe el sentido de dirección.

Una vez conocido los valores de voltaje de operación cuando se pulsa un botón de la memoria de la radio, se procede al diseño electrónico de las placas de control.

### 3.4. Características de fábrica del vehículo Chevrolet Spark 1.0

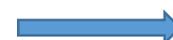
**Tabla 18**  
**Características del vehículo Chevrolet Spark 1.0**

FICHA TÉCNICA	
<b>Fabricante</b>	Chevrolet
<b>Modelo</b>	Spark matiz 1.0
<b>Año de fabricación</b>	2010
Prestaciones y consumos homologados	
<b>Velocidad máxima (km/h)</b>	156
<b>Aceleración 0-100 km/h (s)</b>	14,1
<b>Consumo urbano (l/100 km)</b>	7,2
<b>Consumo extraurbano (l/100 km)</b>	4,7
<b>Consumo medio (l/100 km)</b>	5,6

CONTINÚA 

<b>Emisiones de CO2 (gr/km)</b>	139
<b>Dimensiones, peso, capacidades</b>	
<b>Tipo de Carrocería</b>	Monovolumen
<b>Número de puertas</b>	5
<b>Largo / ancho / alto (mm)</b>	3495 / 1495 / 1500
<b>Batalla / vía delantera - trasera (mm)</b>	2345 / 1310 - 1275
<b>Coefficiente Cx / Superficie frontal (m2) / Factor de resistencia</b>	0,34 / 1,91 / 0,66
<b>Peso (kg)</b>	865
<b>Capacidad del depósito de combustible</b>	35
<b>Motor de Combustión</b>	
<b>Combustible</b>	Gasolina
<b>Potencia máxima CV - kW / rpm</b>	66 - 49 / 5400
<b>Par máximo Nm / rpm</b>	91 / 4200
<b>Cilindrada (cm3)</b>	995
<b>Relación de compresión</b>	9,3
<b>Alimentación</b>	Inyección Indirecta
<b>Transmisión</b>	
<b>Tracción</b>	Delantera
<b>Caja de cambios</b>	Manual, 5 velocidades
<b>Chasis</b>	
<b>Suspensión delantera (estructura/muelle)</b>	Tipo McPherson / Resorte helicoidal
<b>Suspensión trasera (estructura/muelle)</b>	Eje rígido / Resorte helicoidal
<b>Barra estabilizadora (delante/detrás)</b>	Sí/No
<b>Dirección</b>	Cremallera

CONTINÚA



<b>Asistencia a la dirección</b>	No
Elementos de confort	
<b>Aire acondicionado</b>	Disponible
<b>Climatizador</b>	No disponible

(Chevrolet, 2005)

### 3.4.1. Ubicación y obtención de voltajes de los pines del A/C

Para realizar la automatización del aire acondicionado / calefacción es necesario la ubicación de los pines del ventilador, accionamiento del aire acondicionado, desempañador de vidrio posterior. Para el caso de la dirección, temperatura y circulación del aire comandados mediante cable de acero, se deberá optar por un accionamiento electromecánico mediante servomotores.

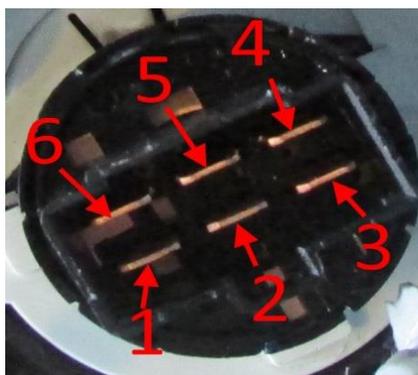


**Figura 33. Imagen de mando de control de velocidades**

**Tabla 19**

#### **Ubicación de sócalos de aire acondicionado / calefacción**

Numero	Función	Numero de pines o posiciones
<b>1</b>	Sócalo de ventilador	6 Pines
<b>2</b>	Sócalo de A/C	5 Pines
<b>3</b>	Sócalo de desempañador	5 Pines
<b>4</b>	Mando de dirección de aire	5 Posiciones
<b>5</b>	Mando de temperatura del aire	5 Posiciones
<b>6</b>	Mando de circulación del aire	3 Posiciones



**Figura 34. Pines de velocidad del ventilador**

**Tabla 20**  
**Pines de velocidades del ventilador**

Pin	Color	Función	Resistencia ( $\Omega$ )	Voltaje (V)
1	Amarillo	Velocidad 1	3,5	13,35 – 13,90
2	Verde claro	Velocidad 2	2,1	13,35 – 13,90
3	Morado diámetro mayor	Velocidad 4	0,7	13,35 – 13,90
4	Morado	Velocidad 3	1,1	13,35 – 13,90
5	Verde/Amarillo	Comunicación con A/C	-	13,20 – 14
6	Café/rojo	Comunicación con A/C	-	13,35 – 14

### 3.5. Diseño electrónico

Para la automatización del aire acondicionado se energizó las placas de control, con la corriente de la batería. Y para el radio se optó por energizar las placas con la misma alimentación del radio, ya que el consumo de la placa de control por comandos de voz no genera una sobrecarga a los cables.

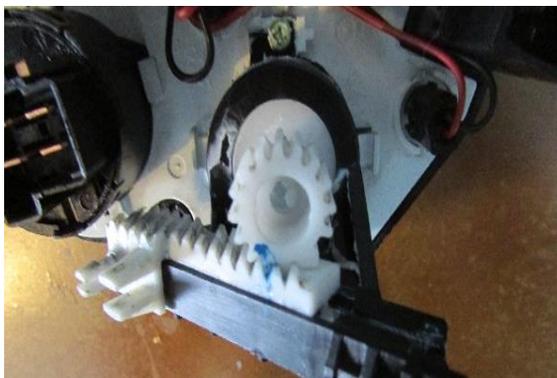
### 3.5.1. Características del diseño electrónico

- Entradas y salidas de corriente debe poseer socket para una mayor facilidad de conexión.
- Las placas de control deben contener fusibles de seguridad.
- Los elementos de las placas deben funcionar correctamente en condiciones de conducción prolongadas.
- Los elementos de regulación de voltaje deben tener disipadores de calor para su óptimo funcionamiento.
- Instalar un switch eléctrico de desconexión manual.
- Los elementos deben ser confiables y precisos.

### 3.5.2. Tipo de alimentación

Las placas se energizan cuando la llave se encuentra en la posición de accesorios, mediante un relé permitiendo el paso de corriente de la batería hacia las placas.

### 3.5.3. Selección de servomotores



**Figura 35. Mecanismo de control**

Para el control de la dirección, temperatura y circulación del aire originalmente se realiza por engranajes y cables de acero, siendo necesario el cambio de sistema de accionamiento por un accionamiento electromecánico de precisión.

Se eligió el uso de servomotores por sus prestaciones de gran torque debido a su relación de engranajes y buena precisión, constan de 3 cables,

voltaje de alimentación (rojo), conexión a tierra GND (marrón), control (amarillo). Controlados por señales PWM (Pulse Width Modulation).

**Tabla 21**  
**Selección de servomotores**

Marca	Serie	Torque (Kg-cm)	Materia engranajes	Costo (\$)
<b>Tower Pro</b>	SG90	1,8	Nylon	5,99
<b>Tower Pro</b>	MG995	11	Metálicos	15,75
<b>Tower Pro</b>	MG90S	2,2	Metálicos	8,95
<b>Futaba</b>	S3003	4,1	Nylon	12,50
<b>Hitec</b>	HS - 311	3,53	Plástico	19,00

En el mercado Ecuatoriano se dispone de 5 tipos de servomotores, se optó por servomotores Tower Pro serie MG995 ya que ofrecen un torque de 11 kg-cm y engranajes metálicos para una mayor duración y un costo asequible.

#### **3.5.4. Ubicación, conexión de los sensores de Temperatura y humedad**

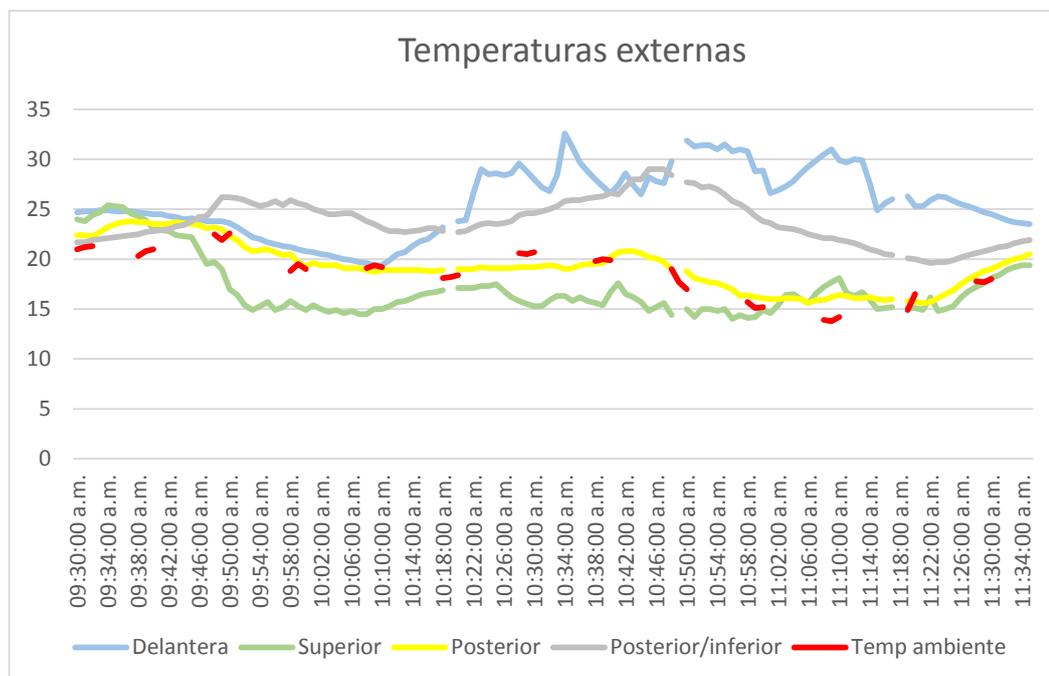
La automatización del sistema consta de 8 sensores de temperatura y humedad DHT22, dichos sensores se seleccionaron por tener una precisión de temperatura  $\pm 0,5$  °C a  $\pm 1$ °C como máximo en condiciones adversas y una precisión de humedad relativa de  $\pm 2$  %RH a una temperatura de 25°C el tiempo de muestreo de dichos sensores es de 2 segundos, estos sensores poseen 3 cables, uno de voltaje, uno de tierra y uno de señal con una resistencia de 10 K $\Omega$  entre Vcc. y Pin Output (señal).

Dichos cables van conectados a una placa de control encargada de suministrar la corriente a cada sensor y entregar las señales al arduino, que es el encargado de realizar el control del climatizador. Para la ubicación de estos sensores se realizaron pruebas de carretera en cuatro

posicionamientos distintos para cada nivel (inferior, medio, superior) y optar por la mejor opción.

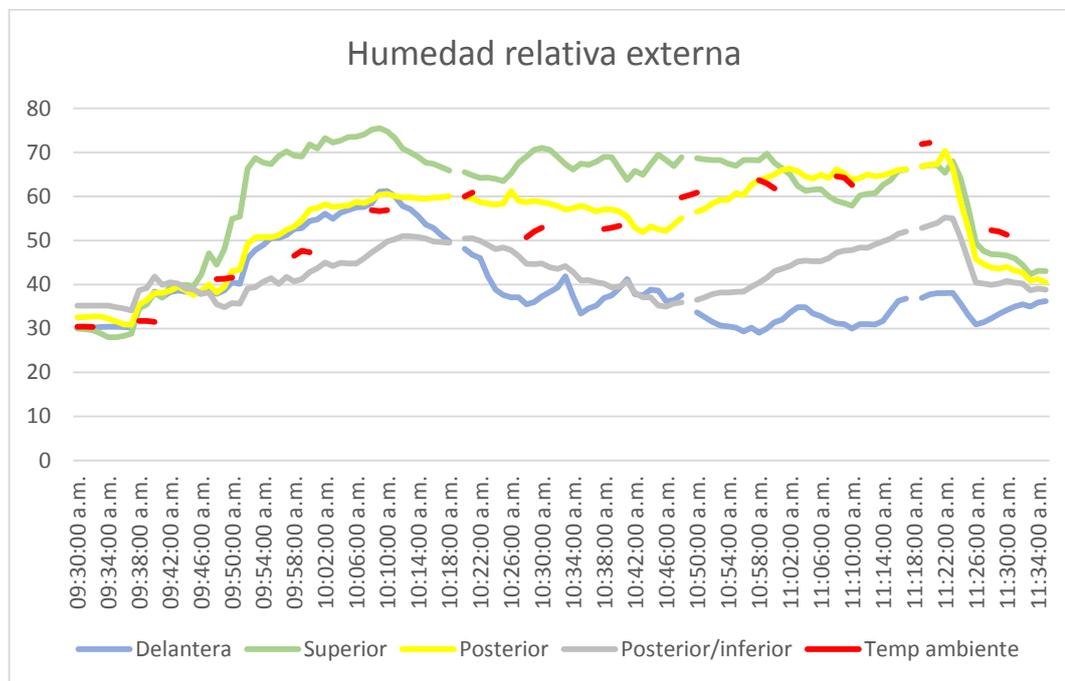
### Pruebas para ubicación de sensor externo

En la **Figura 36** y **Figura 37** se aprecian 5 graficas de diversas posiciones del sensor DHT22, el primer sensor denominado (Delantera) se encuentra debajo del capo cercano al faro delantero izquierdo, el segundo sensor denominado (Superior) se encuentra sobre el techo del vehículo próximo a la antena de radio, el tercer sensor denominado (Posterior) se encuentra en la puerta posterior del vehículo contiguo al cerrojo de la misma, el cuarto denominado (Posterior/inferior) se encuentra en la parte interna del parachoques posterior, como quinto sensor denominado (Temp ambiente) este será la referencia, a la par se realizara medidas con una termocupla en lapsos de 5 minutos para la selección del más óptimo.



**Figura 36. Grafica de temperatura para ubicación de sensor externo**

Se puede apreciar en la **Figura 36** la gráfica más próxima a la línea de referencia es la del sensor posterior siendo esta la mejor opción con respecto a la temperatura para la colocación del sensor externo.



**Figura 37. Grafica de %HR para ubicación de sensor externo**

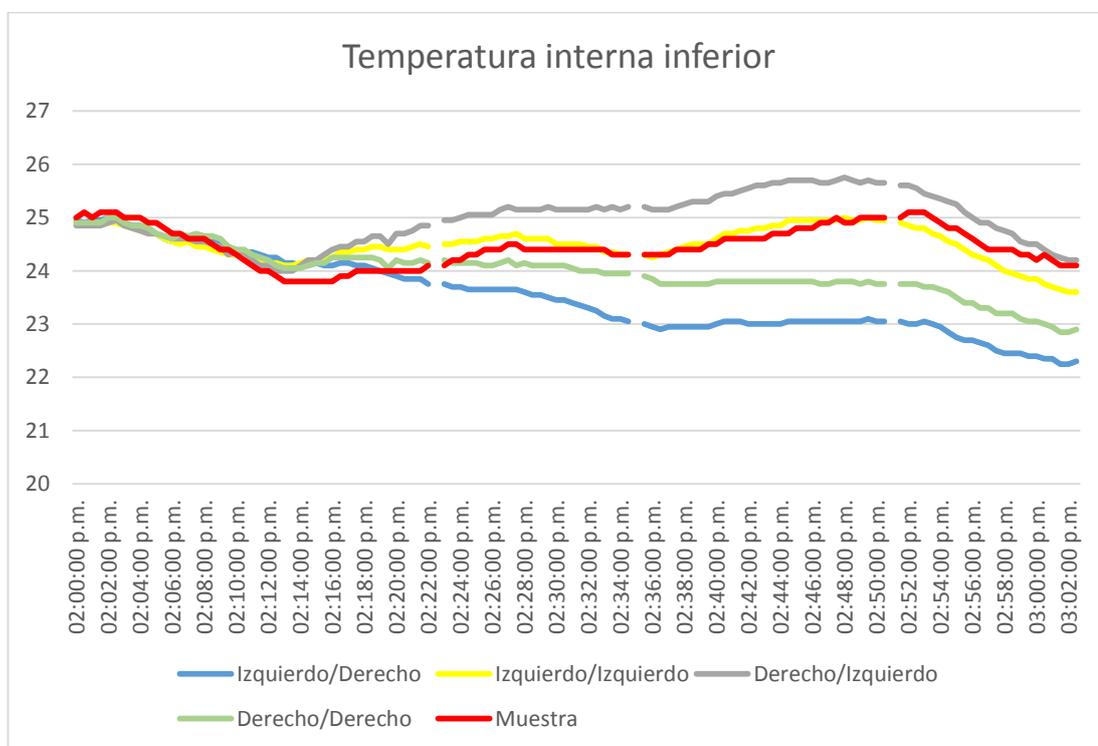
Se observa en la **Figura 37** se observa la línea más cercana a la línea de referencia es la del sensor posterior, siendo esta la mejor opción referente al % de humedad relativa.

Siendo este el sensor de mejor opción en temperatura y % de humedad relativa se elige esta posición.

### Pruebas para ubicación de sensor interno inferior

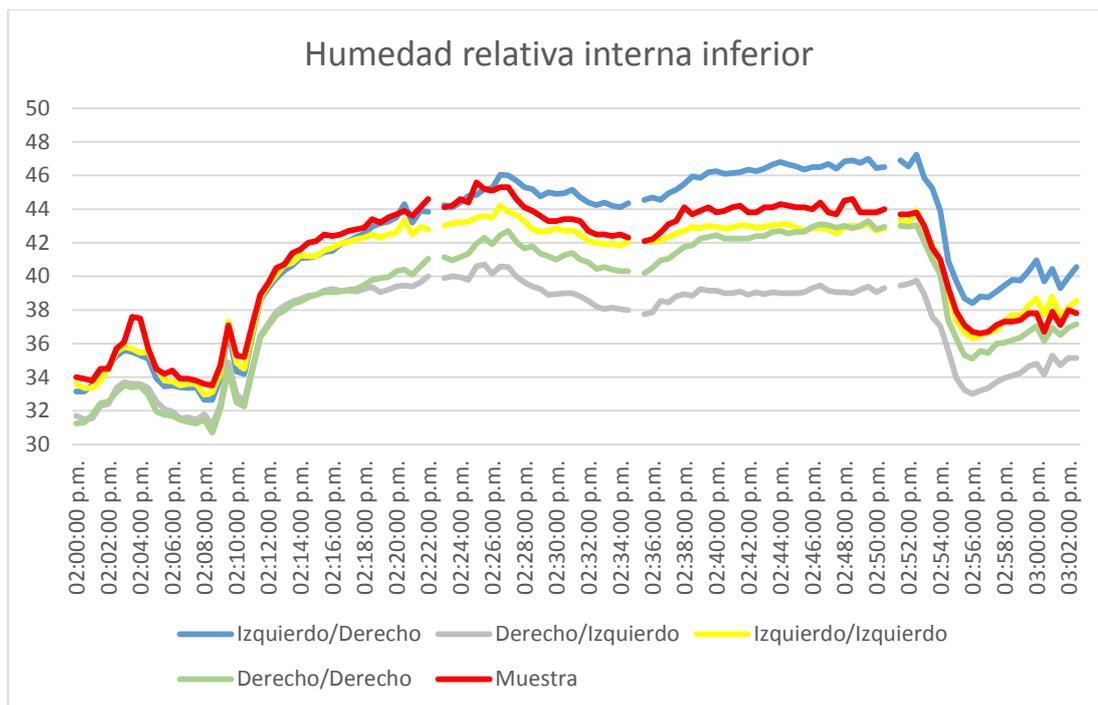
En la **Figura 38** **Figura 36** y **Figura 39** se aprecian 5 graficas realizadas promedio de dos sensores colocados en diversas posiciones inferiores dentro del habitáculo del vehículo Chevrolet Spark, la primer curva denominada (Izquierdo/Derecho) el primer sensor se encuentra en la zona inferior izquierda de los pies del conductor y el otro se encuentra en la zona inferior derecha de los pies del acompañante delantero, la segunda curva denominada (Izquierdo/Izquierdo) el primer sensor se encuentra en la zona

inferior izquierda de los pies del conductor y el segundo sensor se localiza en la zona inferior izquierda de los pies del copiloto, en la tercera curva denominada (Derecho/ Izquierdo) el primer sensor se encuentra en la zona inferior derecha de los pies del conductor y el otro se encuentra en la zona inferior izquierda de los pies del acompañante delantero, la cuarta curva denominada (Derecho/Derecho) el primer sensor se encuentra en la zona inferior derecha de los pies del conductor y el segundo sensor se localiza en la zona inferior derecha de los pies del acompañante, como quinto sensor denominado (Muestra) este será la referencia, a la par se realizara medidas con una termocupla para la selección del más óptimo.



**Figura 38. Grafica de temperatura para ubicación de sensor inferior**

En la **Figura 38** se analiza una curva que sea similar a la curva de muestra, por lo tanto se tiene la curva (Izquierdo/Izquierdo) la mejor opción para las temperaturas, siendo la posición de los sensores en la zona inferior izquierda del conductor e inferior izquierda del acompañante delantero.

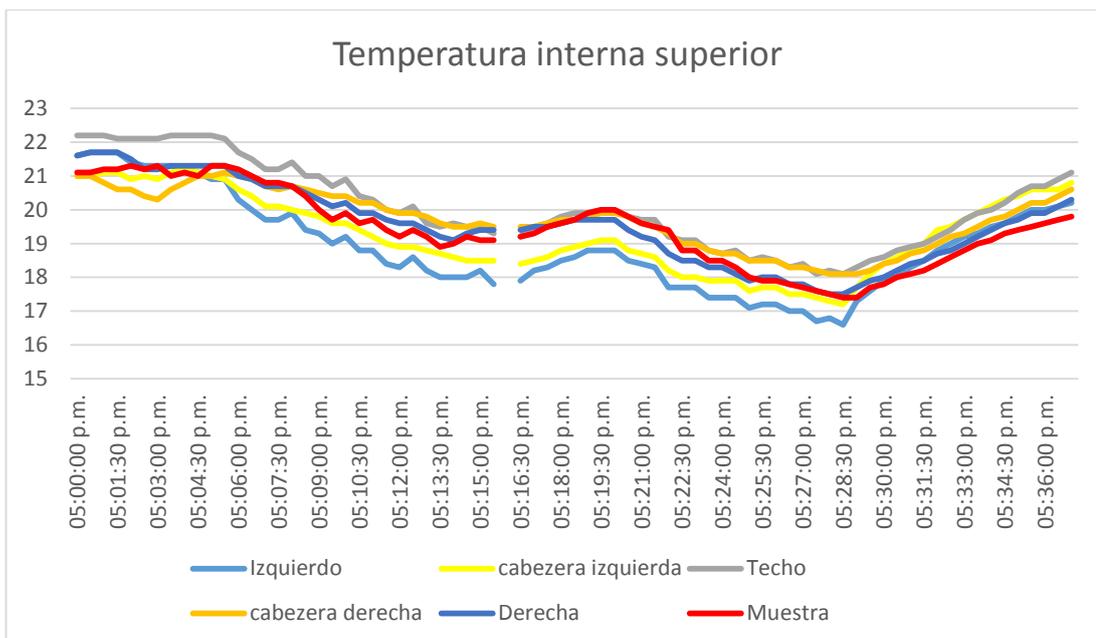


**Figura 39. Grafica de %HR para ubicación de sensor inferior**

En la **Figura 39** se tiene como curva de referencia la muestra, una curva similar a esta se observa la de los sensores (Izquierdo/Izquierdo), por lo tanto se opta por esta como la mejor opción.

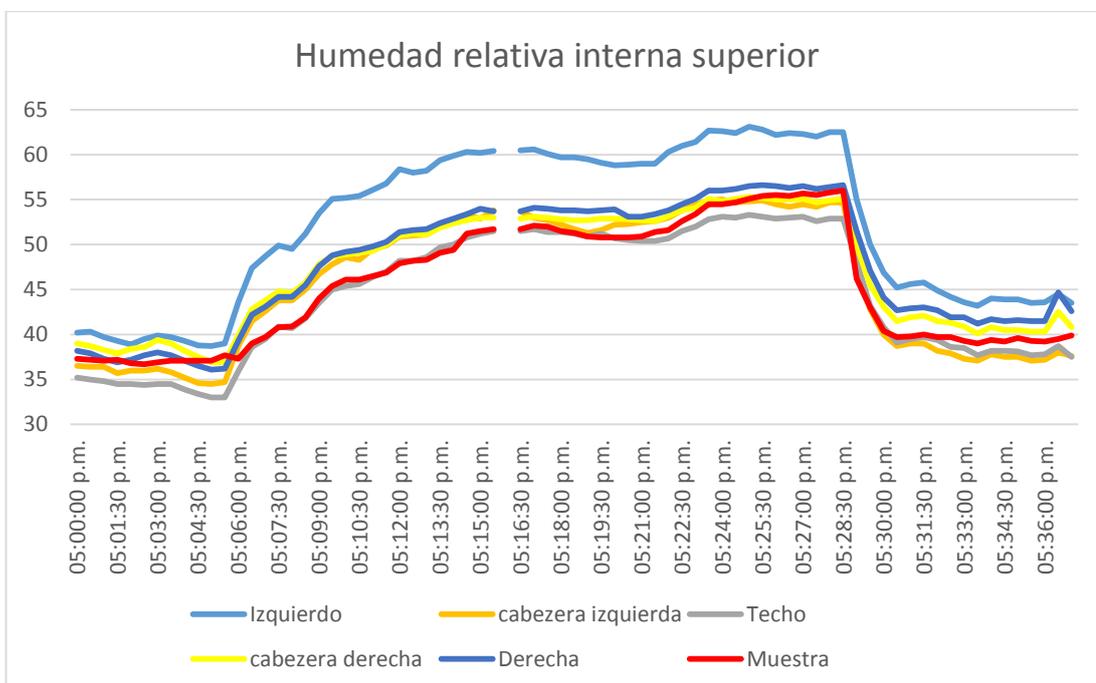
#### **Pruebas para ubicación de sensor interno superior**

En la **Figura 40** **Figura 36** y **Figura 41** se aprecian 6 graficas de sensores colocados en diversas posiciones superiores dentro del habitáculo del vehículo Chevrolet Spark, la primer curva denominada (Izquierdo) el sensor se encuentra en el parante izquierdo a un lado del asiento del conductor, la segunda curva denominada (Cabecera izquierda) el sensor se encuentra en él apoya cabezas del conductor, en la tercera curva denominada (Techo) el sensor se encuentra en la parte central del techo dentro del habitáculo, la cuarta curva denominada (Cabecera derecha) el sensor se encuentra en la cabecera derecha del acompañante, la quinta curva denominada (Derecha) el sensor se encuentra en el parante derecho, a un lado del asiento del acompañante, como sexto sensor denominado (Muestra) el cual será una referencia para la selección del más óptimo.



**Figura 40. Grafica de temperatura para ubicación de sensor superior**

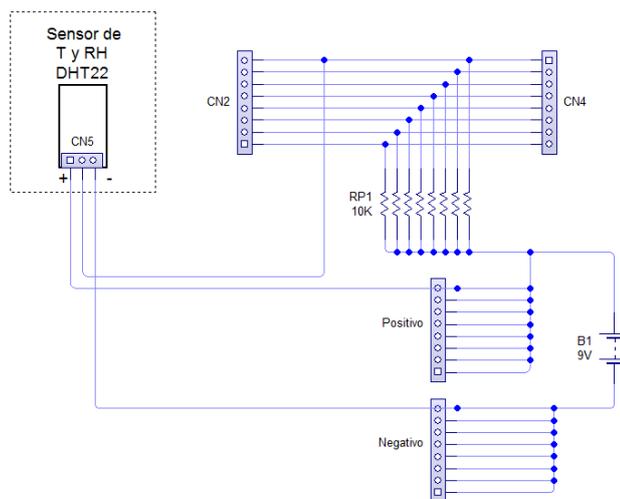
En la **Figura 40** se opta por los sensores colocados en las cabeceras de los asientos delanteros por ser estos los que se asemejan más con la curva de muestra.



**Figura 41. Grafica de %HR para ubicación de sensor superior**

En la **Figura 41** se opta por los sensores colocados en las cabeceras de los asientos delanteros por ser estos los sensores que tienen un mayor parecido con la muestra.

Como resumen se plantean colocar un sensor en la puerta posterior del vehículo próximo a la cerradura de la puerta posterior para medir la temperatura y humedad relativa del aire externa, dos sensores en la zona inferior del habitáculo colocados en el lado inferior izquierdo del conductor y del acompañante, para conocer la temperatura y % de humedad relativa de la zona inferior, dos sensores colocados en las cabeceras de los asientos delanteros, para conocer la temperatura y % de humedad relativa de la zona superior.



**Figura 42. Diagrama de conexión de sensores DHT 22**

### 3.5.5. Ubicación del sensor electro acústico

El sensor electro acústico o micrófono será del tipo inalámbrico por conexión bluetooth ubicado en el cuello del conductor, este será el encargado de receptar las ondas de sonido producidas por la voz y transmitir las señales a un ordenador donde este será el encargado de procesar dichas señales.

### 3.5.6. Placas de control

Es indispensable el uso de placas de control para realizar el respectivo control de la velocidad del ventilador mediante relés de uso automotriz, la dirección, temperatura y circulación interna externa del aire, mediante el uso de servomotores que trabajan con una señal de control

PWM (procedente del microcontrolador), el accionamiento del aire acondicionado con relés electrónicos y desempañado del vidrio posterior mediante transistor.

Para la placa de control por reconocimiento de voz se realiza el control mediante el uso de transistores y relés.

### 3.5.7. Dimensionamiento de las placas de control

El diseño y simulación de las placas se realizó mediante el software Livewire, en placas de circuito impreso (PCB) tipo normal de fibra de vidrio de resina FR4 de una sola capa, teniendo en cuenta el espacio disponible por debajo del radio y en el lugar donde se encontraba los mandos del aire acondicionado.

### 3.5.8. Selección de componentes para placa de control de radio

#### a. Selección de relés

Es necesario el uso de para las funciones de siguiente, atrás y arriba, ya que en estas funciones se necesitan voltajes especiales para su funcionamiento, haciéndose necesario el uso de dispositivos electromagnéticos que permiten el paso de una determinada tensión sin modificarla. Estos dispositivos deben cumplir con los requerimientos: 6 VDC de alimentación, 250 mA de consumo de corriente. En el mercado Ecuatoriano solo se dispone de relés 6 VDC y 10 A. Resistencia entre los terminales 85 y 86 de  $R_{Bo} = 422 \Omega$ .

#### b. Selección de transistores

**Tabla 22**  
**Cálculo de corriente para transistores de radio**

EC	Necesidad	$V_b$ V	$R_{Bo}$ ( $\Omega$ )	$I_c$	$\beta$	$I_b$	$V$	Valor calculado
1	Relés 6VDC	5	420					$I_c$ 0,0119 (A)

Para los cálculos de la **Tabla 22**, mediante la **Ecuación 1** se calcula la corriente que debe resistir el colector del transistor, nuestro caso debe soportar 0,0119 (A), los transistores tipo NPN de serie 2N3904 son

apropiados para realizar el control, una ganancia mínima de corriente  $\beta = 100$ .

### **c. Resistencias**

Se utilizaron resistencias de valor de 100 K $\Omega$  y 660 K $\Omega$  las cuales son requeridas en divisor de tensión para reducir el voltaje a 3 V.

### **d. Reguladores de voltaje**

Permiten regular el voltaje de 12-14 V proveniente de la batería del automóvil y regularlo a 5V en su salida para así alimentar a los microcontroladores y servomotores.

### **e. Microcontrolador**

Este es el encargado de controlar los componentes de control, Se optó por microcontrolador ATmega328P, por tener una memoria flash de 32 KB, SRAM 2 Kb, voltaje de operación 5V, programado en arduino este mismo que es basado en programación C++.

### **f. Capacitores**

El capacitor es utilizado para filtrar y eliminar cualquier variación de voltaje que pueda suceder. Se escogió un capacitor de 25 V, 10  $\mu$ F.

### **g. Diodos**

Los diodos permiten únicamente el paso de corriente en un único sentido, se seleccionó diodos 1N4007 para utilización con reguladores de voltaje como también en relés para evitar una sobretensión sobre los elementos de conmutación.

### **h. Trimmer**

Se optó por seleccionar Trimmer para la etapa de ajuste de voltajes para las funciones que necesitan un voltaje especial para su funcionamiento

### 3.5.9. Selección de componentes para la placa de control de climatización

El sistema se divide en dos fases: fase de control y fase de potencia.

#### a. Fase de control

##### Selección de relés

Para el control del aire acondicionado es necesario un interruptor electromagnético de esta manera cerrar el circuito de forma electrónica. Se selecciona estos tipos relé, dadas sus prestaciones, 12 V de alimentación, 200 mA de consumo de corriente, Resistencia entre los terminales 85 y 86 de  $R_{Bo} = 422 \Omega$ .

##### Selección de transistores

**Tabla 23**

**Cálculo de corriente para transistores de climatización**

EC	Necesidad	$V_b$ V	$R_{Bo}$ ( $\Omega$ )		Valor calculado
1	A/C	12	422	$I_c$	0,02844 (A)

Para los cálculos de la **Tabla 23**, los transistores tipo NPN de serie 2N3904 son apropiados para realizar el control, puesto que soporta la corriente por el colector de 0,02844 (A), una ganancia de corriente  $\beta = 100$ .

##### Selección de resistencias

**Tabla 24**

**Cálculo para selección de resistencia de base para transistor**

EC	$V_b$ V	$R_{Bo}$ ( $\Omega$ )	$I_c$	$\beta$	$I_b$	V	Valor calculado
3			0,02844	100		$I_b$	0,000284 (A)
1					0,000284	5	$R_b$ 15,2 (K $\Omega$ )

En base a la **Tabla 24** el valor calculado de la resistencia es de 15,2 (K $\Omega$ ), al no ser este un valor comercial se aproxima al superior de 16(K $\Omega$ ) con código de colores marrón, azul, naranja.

##### Microcontrolador

Este es el encargado de controlar los componentes de control, Se optó por microcontrolador ATmega1280, por tener una memoria flash de 128 KB, SRAM 8 Kb, voltaje de operación 5V, programado en arduino este mismo que es basado en programación c++.

### Regulador de voltaje

Permiten regular el voltaje de 12-14 V proveniente de la batería del automóvil y regularlo a 5V en su salida para así alimentar a los microcontroladores y servomotores.

### Diodos

Los diodos permiten únicamente el paso de corriente en un único sentido, se selecciona los diodos 1N4007 para utilización con reguladores de voltaje como también en relés para evitar una sobretensión sobre los elementos de conmutación.

### Capacitor

El capacitor es utilizado para filtrar y eliminar cualquier variación de voltaje que pueda suceder. Se escogió un capacitor de 25 V, 10 uF.

#### b. Fase de potencia

#### Dimensionamiento y selección de relés.

Para la selección del relé es preciso el cálculo de corriente máxima consumida en cada una de las velocidades del ventilador, tomando en cuenta la resistencia para cada velocidad, voltaje máximo del vehículo encendido, por tanto se considerara la **Tabla 25**.

**Tabla 25**  
**Dimensionamiento de relés**

EC	Velocidad	R ( $\Omega$ )	V (V)	Variable	Unidades
1	1	3,5	14	I1	4 (A)
1	2	2,1	14	I2	6,67 (A)
1	3	1,1	14	I3	12,73 (A)
1	4	0,7	14	I4	20 (A)

Se establece el consumo máximo que se produce en cada una de las velocidades del motor del ventilador del sistema de aire acondicionado y calefacción.

En base a la **Ecuación 1** se procede a la selección de relés, unificando con el mayor resultado obtenido de las velocidades 1 y 2 con una corriente 6,67 (A), y las velocidades 3 y 4 con una corriente de 20 (A), se determina la corriente mínima la cual deberá soportar los relés de accionamiento de cada velocidad.

Se encuentran disponibles los siguientes relés en el mercado ecuatoriano, los cuales cumplen con los requisitos principales.

### Transistores

Con la selección de relés, se procede a la selección de transistores tipo NPN los cuales son activados por pulsos positivos, en configuración de interruptor para el accionamiento de los relés.

Velocidades 1 y 2.

**Tabla 26**  
**Cálculo de corriente para transistores de potencia**

EC	Necesidad	$V_b$ V	$R_{Bo}$ ( $\Omega$ )	$I_c$	$\beta$	$I_b$	V	Valor calculado
1	Velocidad (1,2)	12	85				$I_c$	0,14118 (A)
1	Velocidad(3,4), Desempañador	12	95				$I_c$	0,12632 (A)

Para la selección de los transistores se toma en cuenta la corriente de colector, en las velocidades (1, 2) la corriente del colector es de 0,14118(A) mientras que para las velocidades (3, 4) y desempañador es de 0,12632(A).

### Características de transistores

**Tabla 27**  
**Selección de transistores**

Marca	Modelo	Corriente colector (A)	Voltaje colector base (V)	Voltaje colector emisor (V)	Ganancia de corriente $\beta$	Costo
Sparkfun	2N3904	0,2	60	40	100	
Sparkfun	TIP31C	3	100	100	25	

Se disponen de dos tipos de transistores para lo cual se toma en cuenta la corriente que circula por el colector, el transistor TIP31C cumple con los requisitos y al trabajar a 3 (A) en corriente de colector no es necesario instalar un disipador de calor.

### Resistencias

**Tabla 28**  
**Cálculo para selección de resistencias para base del transistor**

EC	Necesidad	$I_c$	$\beta$	$I_b$	$V$	Valor calculado
3	Velocidad (1, 2)	0,14118	25			$I_b$ 0,00565 (A)
1	Velocidad (1, 2)			0,00565	5	$R_b$ 0,761 (K $\Omega$ )
3	Velocidad (3, 4) Desempañador	0,12632	25			$I_b$ 0,00505 (A)
1	Velocidad (3, 4) Desempañador			0,00505	5	$R_b$ 0,852 (K $\Omega$ )

Los valores de las resistencias calculados a ser instalados en la base del transistor son de 0,761 y 0,852 (K $\Omega$ ), al ser valores no comerciales, se selecciona el siguiente valor comercial en el mercado de 1(K $\Omega$ ) con su código de colores marrón, negro, rojo para todos los transistores de las velocidades tipo TIP31C.

### 3.6. Diseño de interface

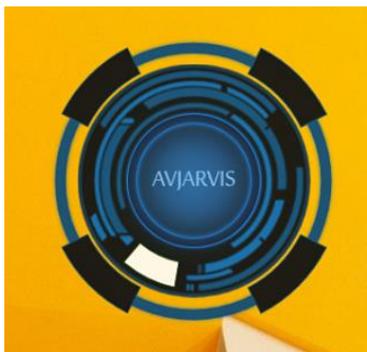
La interface hombre - máquina permite al usuario (conductor) el poder monitorear y controlar mediante comandos de reconocimiento de voz los mandos del radio del vehículo.

Monitoreo de manera gráfica mediante una pantalla TFT LCD de 3,2", información numérica de las temperaturas, humedades relativas dentro y fuera del habitáculo, como también graficas de dirección, temperatura, velocidad del climatizador, aire acondicionado y desempañador.

Control por medio de pulsadores, para poder seleccionar la mejor opción según el agrado del conductor, entre las cuatro opciones de confort disponibles.

Una interfaz por comandos de voz para la radio, que mediante comandos de voz se puede decir una acción que será captada por un software libre (AVJARVIS), entrenado en reconocimiento de voz para posteriormente enviar señales por su puerto serial hacia el microcontrolador ATmega328P y poder realizar la acción correspondiente.

#### 3.6.1. AVJarvis



**Figura 43. Interfaz AVJarvis**

Es un software libre de inteligencia artificial (I.A.) con código abierto, pudiendo de esta manera introducir nuevos comandos, nuevas frases, nuevos controles, sin violar ningún termino o condición.

AVJarvis se encuentra basado en la película de Ironman donde Tony Stark es el creador de dicho asistente virtual, el cual se encarga de controlar desde su sistema de calefacción y refrigeración hasta la navegación de los sistemas de sus armaduras Mark2 y Mark3, ayudándole con los niveles de batería, tiempos de vuelo, estado de la armadura, etc.

Sus siglas significan Asistente Virtual Jarvis, se puede configurar con una voz masculina como con una voz femenina, el cual utiliza un perfil de voz para almacenar información sobre la voz del usuario, aumentando su precisión con el uso, adaptándose a los patrones de voz, vocabulario de sus usuarios.

#### **a. Requisitos del sistema**

- **Sistema operativo:** Windows 7 / 8 / 8.1 / 10 Profesional o Pro
- **Procesador:** Intel Atom 1.33 GHz
- **Memoria:** 1 GB RAM
- **Espacio disponible:** 8 GB de espacio en disco

#### **b. Prerrequisitos para la instalación del software**

Microsoft office 2007 o superior

Microsoft .Net Framework 4.5

2007 Office System Driver.

#### **c. Guía de Instalación de AVJarvis**

- Instalar los prerrequisitos de instalación.
- Ejecutar el instalador de AVJarvis versión 3.4.2
- Pulsar siguiente
- Aceptar el acuerdo de licencia
- Ubicar la carpeta de instalación y pulsar siguiente
- Pulsar siguiente
- Pulsar en crear un icono en el escritorio y pulsar siguiente

- Pulsar instalar
- Pulsar Siguiente
- Desmarcar la casilla de ejecutar AVJarvis

#### **d. Instalación de voz**

- Abrir la carpeta LOQUENDO + voz de Jorge
- Ejecutar SAPI 5.1 (Motor de habla)
- Dar click en ejecutar
- Pulsar next
- Pulsar next
- Esperar que complete la instalación
- Dar click en close.
- Posteriormente ejecutar Castellano Jorge
- Pulsar next
- Dar click en install
- Esperar que complete la instalación
- Pulsar en finish
- Copiar el archivo LoqTTS6.dll
- Ubicar la carpeta de instalación por defecto C:\Program Files (x86)\Loquendo\LTTS
- Pegar el archivo copiado LoqTTS6.dll

#### **e. Configuración del asistente**

- Poner de preferencia el idioma en Español (España)
- Si desea configurar el micrófono dar click en Si, caso contrario puede configurar el micrófono posterior a la instalación.
- Si desea entrenar su voz con el equipo dar click en Si, caso contrario dar click en no y posterior a la instalación podrá entrenar al equipo.
- Seleccionar la voz de preferencia y dar click en OK



**Figura 44. Interfaz HUD Jarvis**

- Dar click en configuraciones, sistema



**Figura 45. Configuraciones del sistema**

- Se puede cambiar la manera que el asistente se dirija hacia el conductor.



**Figura 46. Nombre del usuario**

- Nombre que se llamará nuestro asistente



**Figura 47. Nombre del asistente**

- Cambiar la voz

- El nivel de la nitidez recomendable en 0,55 y posterior aumentar a 0,65



**Figura 48. Nivel de nitidez**

- Tiempo de reconocimiento recomendable dejarlo en 30



**Figura 49. Tiempo de reconocimiento**

- Marcar casilla de Iniciar con Windows



**Figura 50. Inicio con Windows**

- Desmarcar la casilla mostrar HUD



**Figura 51. Mostrar interfaz HUD**

- Marcar la casilla de comandos Control Serial.



**Figura 52. Activar gramáticas**

- Dar click en AVJARVIS para empezar con el funcionamiento de reconocedor de voz.

f. Editor de comandos



**Figura 53. Configuración puerto serial**

- Ubicar en la mascarilla de configuraciones, dar click en la esquina inferior derecha.
- Se desplegarán dos opciones y seleccionar Puerto serial.
- Conectar el microcontrolador a nuestro PC.
- Eliminar el comando que se encuentra por defecto
- Dar click en nuevo comando



**Figura 54. Nuevos comandos puerto serial**

- Seleccionar el puerto COM donde se encuentra conectado el microcontrolador
- En la siguiente casilla colocar el comando que se dictará
- La siguiente casilla colocar el dato que se enviará al microcontrolador
- En la siguiente casilla colocar el mensaje que responderá el AVJarvis.
- Se puede ingresar más comandos según sea la necesidad.

#### g. Interface



**Figura 55. Interfaz de reconocimiento**

Es una interfaz amigable con el usuario donde se puede apreciar una barra para verificar el funcionamiento del micrófono, selección del nivel de nitidez, botones para configurar los comandos del puerto serial.

Para empezar con el reconocimiento de voz es necesario decir el nombre de Jarvis posterior a esto se dispone de 30 segundos mientras el asistente virtual se encuentra activo reconociendo los comandos de voz, si a partir del último comando de voz finalizaron los 30 segundos el reconocedor de voz se pondrá en modo pasivo hasta que escuche nuevamente el nombre de Jarvis.

#### **Comandos programados para AVJARVIS**

- Activar control de puerto
- Encender radio

- Apagar radio
- Silencio
- Cambiar a CD
- Cambiar a auxiliar
- Cambiar a emisora
- Siguiete canción
- Siguiete emisora
- Canción anterior
- Emisora anterior
- Aumentar volumen
- Disminuir volumen
- Todo el volumen
- Medio volumen
- Volumen bajo
- Expulsar CD
- Cambiar carpeta
- Cambiar emisora guardada

### **3.7. Examen Psicosenométrico**

Se basan en el análisis de muestras del comportamiento humano, a fin de prever como se manifestara este en determinadas condiciones y formas de trabajo (Terman, 2004, pág. 29).

Para evaluar en los conductores las áreas de concentración, reacción, personalidad, visión o audición. Además porque las condiciones integrales del individuo se van deteriorando con el tiempo a diferentes velocidades. En ambos casos es necesario detectar y asegurarse que los resultados encontrados en las evaluaciones estén dentro de los parámetros considerados normales. Todo esto se traduce en aspectos que puedan representar riesgo personal o riesgo a terceros, influyendo en el rendimiento laboral, social y patrimonio de la compañía. (Aneta, 2013)

Los exámenes psicosenométricos constan de tres pruebas: Visual, auditivo, palancas, reacción simple, punteo. Con un tiempo promedio de 15 minutos por examen.

#### **h. Test de visión (Visual)**

Esta prueba se encarga de evaluar la capacidad de ambos ojos. Agudeza visual, profundidad, visión nocturna, recuperación al encandilamiento.

#### **i. Test de audición (Auditivo)**

Para aprobar este parámetro se debe captar como mínimo 70 db.

#### **j. Test de Palancas**

Esta prueba mide la coordinación motriz y destreza, Esta prueba consiste en desplazar un puntero por un trazado con dos palancas desde un punto de partida a un punto final. Con esta prueba se determina si las personas tienen la capacidad de realizar dos cosas simultáneamente, como es maniobrar el volante y simultáneamente realizar un cambio de marcha, el tiempo máximo de 1 minuto y 12 errores.

#### **k. Test de reactimetría simple (Reacción)**

Evalúa la reacción ante un estímulo, consiste en sentarse frente a un monitor donde aparece un semáforo de dos luces (verde y roja) y con una pedalera con freno y acelerador que se debe de utilizar solo con el pie derecho, se presiona el acelerador pedal verde que activa la luz verde del semáforo hasta que este cambia a rojo, en ese momento lo más rápido posible se debe frenar utilizando el mismo pedal derecho. Al frenar se apaga la luz roja con lo que se completa una reacción, se evalúa 10 reacciones promediándose los tiempos de reacción aprobándose la prueba con un tiempo menor o igual de 43 milésimas de segundo.

#### **l. Test de punteo**

Evalúa la coordinación motriz, que consiste en un disco metálico giratorio y un plato con tres orificios que gira a cierta velocidad constante, la

prueba consiste en introducir el puntero presionando en el centro de los orificios en un tiempo de 30 segundos sin saltarse la secuencia, esta prueba mide la monotonía en viajes largos, mientras mayor sea el error mayor será el cansancio de la persona al realizar viajes extensos. Se puede tener un máximo de 23 errores.

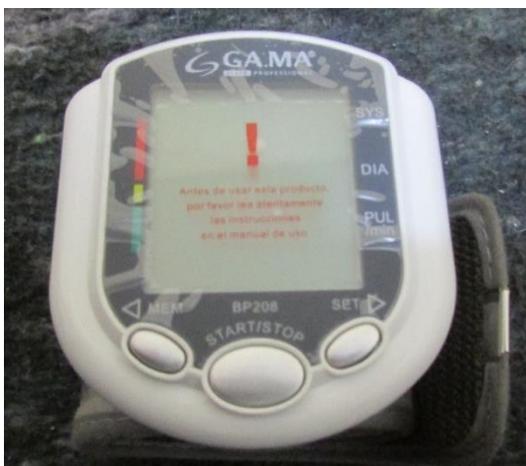
### 3.7.1. Obtención de exámenes psicosenométricos

Los exámenes psicosenométricos se realizan uno como punto inicial y al concluir los ciclos de conducción en las diferentes condiciones planteadas, en Automóvil club del Ecuador ANETA ubicado en Av. Unidad Nacional y Leopoldo Pino, Latacunga.

Este lugar dispone de una máquina de serie PST-S ATS, la cual se encuentra autorizada para la ejecución de los exámenes psicosenométricos.

## 3.8. Instrumentos para medición de signos vitales

### 3.8.1. Frecuencia cardíaca y presión arterial.



**Figura 56. Tensiómetro digital de muñeca**

Para efectuar las mediciones se empleará tensiómetro digital de muñeca con monitor de presión sanguínea de marca GAMA serie BP208, método de medición Oscilómetro, posee bomba de inflado automático, temperatura operativa 10°C a 40°C, humedad 10 a 90 % RH, rango de mediciones:

Presión: 0 – 299 mmHg.

Frecuencia cardiaca: 40 – 180 pulsaciones/minuto.

Para realizar la medición se debe colocar en la muñeca del brazo izquierdo, a la altura del corazón. Se procede a pulsar el botón START y esperar un tiempo promedio de 2 minutos, mientras se insufla y realiza la toma de mediciones. Este dispositivo es capaz de realizar tres tipos de mediciones: presión sistólica, diastólica, frecuencia cardiaca (pulsaciones/minuto).

### 3.8.2. Temperatura corporal



**Figura 57. Termómetro infrarrojo remoto**

Termómetro infrarrojo de sensor remoto, el cual toma mediciones de la frente del sujeto en estudio. Estudios clínicos demuestran ser la frente el mejor lugar del cuerpo humano para tomar dichas mediciones de temperatura, porque se encuentra la arteria temporal mayor, una de las arterias más grandes ubicadas en la cabeza.

Se utilizara el termómetro Breded BD1500 el cual realiza medidas de forma remota, con una exactitud  $\pm 0,2$  °C, el cual cumple con las normas DIN ISO 9001:2008, ISO 13485:2003 y 93/42/EEC de la directiva médica.

**Tabla 29**  
**Características de termómetro infrarrojo**

FICHA TECNICA

<b>Fabricante</b>	Breded
<b>Modelo</b>	BD1500
<b>Especificaciones generales</b>	
<b>Unidad de pantalla (°C)</b>	0, 1

<b>Batería</b>	Batería de litio CR2032 o Dos AAA
<b>Condiciones de operación (°C / °F)</b>	16 – 35 / 61 – 95
Especificaciones del producto (Modo frontal)	
<b>Rango de mediciones (°C / °F)</b>	32 – 42 / 89.6 – 107.6
<b>Exactitud (°C / °F)</b>	± 0,2 / ± 0,4
<b>Alarma de fiebre (°C / °F)</b>	37,8 – 42 / 100 – 107,6
Especificaciones del producto (Modo escaneo)	
<b>Rango de mediciones (°C / °F)</b>	0 – 100 / 32 – 212
<b>Exactitud (°C / °F)</b>	± 1 / ± 2



**Figura 58. Termómetro corporal**

1. Sonda de sensor
2. Indicador luminoso
3. Pantalla LCD
4. Botón de escaneo
5. Botón de encendido/apagado

### 3.8.3. Saturación de oxígeno



**Figura 59. Oxímetro de pulso**

Se trabaja con un oxímetro de pulso para dedo modelo Jerry – F, brinda datos de saturación de oxígeno de la sangre y pulsaciones/minuto en tiempo real, rango de medición de saturación de oxígeno 35 – 99% con  $\pm 2\%$  de exactitud, rango de pulsaciones 30 – 250 pulsaciones/minuto.

Cumple con la norma ISO 13485:2003 En sistema de gestión de la calidad de equipos médicos.

### 3.9. Pruebas de consumo de combustible

#### 3.9.1. Equipo de medición

Para realizar las mediciones de consumo de combustible se optó por ElmScan 5, con interfaz Vehículo – computador, OBD-II – Usb respectivamente. Permitiendo visualizar la información del vehículo en tiempo real.

#### Características del escáner ElmScan 5

**Tabla 30**

**Ficha técnica escáner ElmScan5**

---

FICHA TÉCNICA

<b>Marca</b>	ScanTool
<b>Modelo</b>	ElmScan5

---

General	
<b>Voltaje de funcionamiento (VDC)</b>	8 - 18
<b>Corriente de funcionamiento (mA)</b>	46
<b>Velocidad máxima de comunicación (PID/segundo)</b>	130
<b>Temperatura de funcionamiento(°F/°C)</b>	-4 – 131 / -20 – 55
<b>Soporta los protocolos OBD-II</b>	Si
<b>Protocolos soportados</b>	ISO 15765-4 (CAN) ISO 14230-4 (Kwp2000) ISO 9141-2 (Asia, Europa, los vehículos de Chrysler) J1850 VPW (vehículos de GM) J1850 PWM (vehículos de Ford)
<b>Dispositivos compatibles</b>	Pcs, Ordenadores portátiles
<b>Requerimientos mínimos de dispositivos</b>	Windows XP SP2 y posteriores con USB

Los parámetros que el ElmScan5 permite visualizar en tiempo real son:

- Consumo total (l/100km)
- Consumo instantáneo (l/100km)
- Consumo volumétrico combustible (l/hr)
- Consumo de recorrido actual(l/100km)
- Distancia
- Consumo de combustible (l)
- Tacómetro (RPM)
- Temperatura del motor (°C)
- Carga (%)
- Velocidad del vehículo (Km/h)

Este dispositivo permite la medición consumo volumétrico

### 3.10. Analizador de gases de escape

El analizador de gases determina la cantidad de residuos presentes luego de realizada la combustión interna en el motor ciclo otto, los cuales deben encontrarse dentro de los rangos permisibles en las normas técnicas ecuatorianas.

Para la realización de dichas mediciones se ocupara el analizador de gases marca CARTEK, el cual permite las siguientes mediciones:

- HC: Hidrocarburos no combustionados (ppm)
- CO: Monóxido de carbono (%)
- CO<sub>2</sub>: Dióxido de carbono (%)
- O<sub>2</sub>: Oxígeno (%)

Dichos valores se encuentran regulados por el reglamento RTE INEN 017 y la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2204:2002.

**Tabla 31**  
**Límites de analizador de gases**

RALENTI			CRUCERO		
<b>HC LIMITE:</b>	200,00	ppm	<b>HC LIMITE:</b>	200,00	ppm
<b>CO LIMITE:</b>	1,00	%	<b>CO LIMITE:</b>	1,00	%
<b>CO<sub>2</sub> MINIMO:</b>	7,00	%	<b>CO<sub>2</sub> MINIMO:</b>	7,00	%
<b>O<sub>2</sub> MAXIMO:</b>	5,00	%	<b>O<sub>2</sub> MAXIMO:</b>	5,00	%
<b>RPM MIN:</b>	500,00	rpm	<b>RPM MIN:</b>	2000,00	rpm
<b>TEMP MIN:</b>	0,00	°	<b>TEMP MIN:</b>	0,00	°

**Tabla 32**  
**Características de analizador de gases**

FICHA TÉCNICA

<b>Marca</b>	Cartek
<b>Pais de origen</b>	USA
<b>Modelo</b>	57 – 100
Características técnicas	
<b>Voltaje de operación (V AC / Hz)</b>	110 / 60
<b>Cumplimiento de las siguientes normas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- OMIL (R99) Class 0</li><li>- ISO/FDIS 3930: 2000 (E)</li><li>- DRIR (France)</li><li>- TNO (Netherlands)</li><li>- TUV/PTB (Germany)</li></ul>

## CAPÍTULO IV

### 4. PRUEBAS Y ANALISIS DE RESULTADOS

El presente proyecto es basado en el experimental con el desarrollo de pruebas y mediciones bajo estándares de operación en distintos laboratorios para el análisis del CONFORT de los ocupantes del vehículo, realizando pruebas y mediciones tanto con el sistema estándar como con el sistema automatizado en lapsos de una hora y como máximo nueve horas como lo indica la Confederación Española de Transporte de Mercancías (CETM), se obtiene los niveles de cansancio de los diferentes tiempos; realizando pruebas de Pulso arterial, presión sanguínea, saturación de oxígeno en sangre y temperatura corporal.

Se utiliza el método analítico para relacionar los resultados de las diferentes pruebas, tanto con el sistema estándar como el sistema automatizado, que permitan analizar el rendimiento del conductor en las diferentes transiciones (ciclo sierra - costa y viceversa) que se generarán en la parte experimental, debido al propósito de variar las condiciones de operación dentro del vehículo.

VARIABLES DE ESTUDIO:

- Temperatura, humedad del habitáculo
- Signos vitales del conductor (Temperatura corporal, presión arterial, frecuencia cardiaca, saturación de oxígeno en la sangre)
- Consumo de combustible
- Análisis de gases

#### 4.1. Protocolo de pruebas

Es necesario plantear un programa sistemático con los cuales se registrará para realizar las pruebas de las variables en investigación, así poder obtener resultados claros y precisos de la investigación, tomando en cuenta

las condiciones de seguridad y reglamentaciones de tránsito. En donde la autoridad competente podrá emitir un dictamen al finalizar la investigación.

#### **4.2. Ciclos de conducción**

Un ciclo de conducción representa el sometimiento del vehículo a diferentes condiciones de ruta para evaluar el funcionamiento del mismo en diferentes parámetros: Consumo de combustible, temperatura al interior y exterior del vehículo. A la par se realiza valoraciones médicas al conductor como son de sus signos vitales, en lapsos de 1 hora hasta la finalización de los ciclos de conducción.

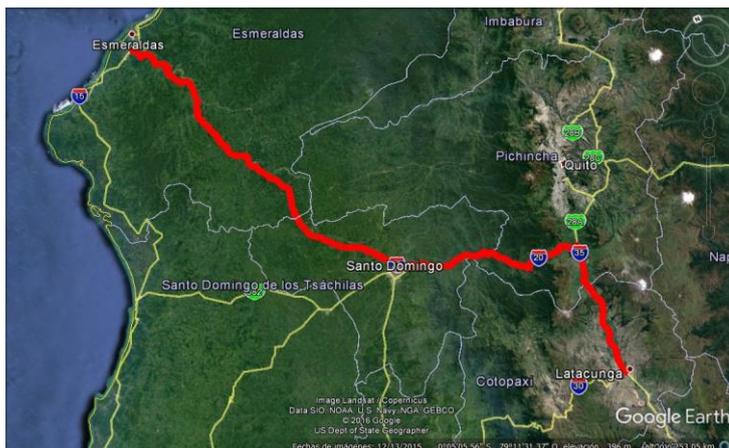
Se debe respetar todas las reglamentaciones de tránsito, circulando dentro de la ciudad a 50 Km/h, en tramos perimetrales a 90 Km/h y en carretera a 100 Km/h,

Los ciclos de conducción se realiza bajo diferentes condiciones para el mismo conductor, las diferentes condiciones planteadas son:

- Ventilación libre.
- Ventilación forzada.
- Ventilación climatizada. (Automatización)

#### **4.3. Trayectoria**

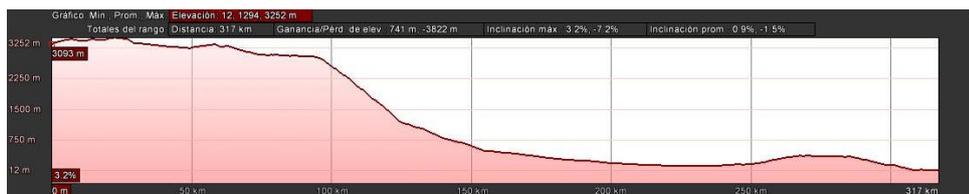
La trayectoria es el recorrido planteado por el investigador donde puede conocer y analizar los cambios que se producen en las variables de estudio, en las diferentes transiciones (Sierra – Costa y viceversa).



**Figura 60. Ruta Latacunga – Esmeraldas – Latacunga**  
**Fuente:** (Google, 2017)

En la trayectoria planteada en la **Figura 60** para los ciclos de conducción se plantea una conducción prolongada con una distancia de 317 Km Latacunga – Esmeraldas y 322 Km Esmeraldas – Latacunga con 639 Km de distancia total recorrida en su mayoría de trayectos extraurbanos.

Las elevaciones en la trayectoria Latacunga – Esmeraldas van desde 2760 msnm en Latacunga (Sierra) hasta 34 msnm en Esmeraldas (Costa), con tramos de aproximadamente 80,3 Km parte sierra (2685 msnm), 99,7 Km en transición sierra – costa (318 msnm) y 137 Km parte costa (34 msnm).



**Figura 61. Perfil de elevación Latacunga – Esmeraldas**  
**Fuente:** (Google, 2017)

Esmeraldas – Latacunga



**Figura 62. Perfil de elevación Esmeraldas - Latacunga**

**Fuente:** (Google, 2017)

### **Instrucciones para la trayectoria**

Se iniciara en Latacunga, entre las calles Márquez de Maenza y Av. Marco Aurelio Subia, llenando el depósito de combustible (súper), antes de empezar la trayectoria planteada y en cada parada establecida se tomara los signos vitales del conductor que consta de Temperatura corporal, saturación de oxígeno en la sangre, frecuencia cardiaca y presión arterial con los aparatos médicos. Finalizada las tomas de datos medicas se realizara el primer trayecto hasta el intercambiador de Aloag, este lugar se encuentra a 56,22 km, 2814 msnm, se tomara lo datos médicos, una vez finalizada la muestra de datos médicos, se continuara hasta el siguiente punto llamado Santuario de la virgen se encuentra a 90 Km y una altura de 2100 msnm, se procederá a la muestra de los datos médicos del conductor, finalizado esto se continuara hasta la parroquia el paraíso 141,5 Km y 631 msnm, donde se realizara otro muestreo de datos médicos, la siguiente parada para el muestreo de datos médicos será entre la concordia y valle hermoso a 188,7 Km y 257 msnm, posterior al muestreo de datos médicos la próxima parada será en Quininde a 251 Km y 196 msnm, por última parada será al finalizar en Esmeraldas con un recorrido total de 312 km y 34 msnm.

#### **4.3.1. Instrucciones para muestreo de signos vitales.**

Se procederá a tomar la temperatura corporal con el instrumento Breded BD1500 que lo hace de manera remota, pulsar por 3 segundos el botón de encendido, posterior apuntar a la frente del piloto y presionar el botón de escaneo, tomar nota del valor mostrado.

Seguidamente se tomara la frecuencia cardiaca y presión arterial con el tensiómetro digital de muñeca GAMA serie BP208 el cual se deberá colocar en la muñeca izquierda y flexionar ligeramente el brazo, pulsar Start y mantener el brazo en esa posición mientras realiza la insuflación y realiza el muestreo de datos, tomar nota de los valores mostrados.

Por último se realizara las medidas con el oxímetro de pulso para dedo modelo Jerry – F, el cual se colocara en el dedo índice de la mano derecha, pulsar el botón y mantener el dedo sin movimiento por alrededor de 20 segundos mientras se estabilizan los valores medidos, tomar nota de los valores mostrados.

En total el muestreo de los datos demora como máximo 5 minutos para tomar todos los signos vitales.

#### 4.4. Tabulación de datos de signos vitales

##### 4.4.1. Datos de signos vitales del conductor ventilación libre

**Tabla 33**

**Datos de frecuencia cardiaca del conductor ventilación libre**

<b>Ventilación Libre - Conductor</b>						
<b>Frecuencia cardiaca / Presión arterial</b>						
	Latacunga-Esmeraldas			Esmeraldas - Latacunga		
	Sistólica	Diastólica	Pulso	Sistólica	Diastólica	Pulso
<b>Prueba1</b>	96	67	65	90	45	60
<b>Prueba2</b>	111	67	66	91	63	62
<b>Prueba 3</b>	108	67	65	89	51	67
<b>Prueba 4</b>	92	63	60	92	54	60
<b>Prueba 5</b>	102	59	81	104	59	67
<b>Prueba 6</b>	92	62	66	86	57	71
<b>Prueba 7</b>	93	50	66	94	61	82

**Tabla 34**

**Datos de temperatura corporal del conductor**

<b>Temperatura corporal</b>		
	Latacunga-Esmeraldas	Esmeraldas - Latacunga
<b>Prueba1</b>	37	36,4
<b>Prueba2</b>	37	36,8
<b>Prueba 3</b>	37,2	37,1
<b>Prueba 4</b>	37	36,9
<b>Prueba 5</b>	37,3	37
<b>Prueba 6</b>	37,4	37,3
<b>Prueba 7</b>	37,3	37

**Tabla 35**

**Datos de saturación de oxígeno en la sangre conductor**

<b>Saturación de oxígeno en la sangre</b>		
	Latacunga-Esmeraldas	Esmeraldas - Latacunga
<b>Prueba1</b>	90	96



<b>Prueba2</b>	92	92
<b>Prueba 3</b>	92	91
<b>Prueba 4</b>	92	93
<b>Prueba 5</b>	92	94
<b>Prueba 6</b>	93	92
<b>Prueba 7</b>	94	91

#### 4.4.2. Datos de signos vitales del acompañante ventilación libre

**Tabla 36**

##### **Datos de frecuencia cardiaca acompañante ventilación libre**

<b>Ventilación Libre – Acompañante</b>						
<b>Frecuencia cardiaca / Presión arterial</b>						
	Latacunga-Esmeraldas			Esmeraldas - Latacunga		
	Sistólica	Diastólica	Pulso	Sistólica	Diastólica	Pulso
<b>Prueba1</b>	108	71	58	100	59	54
<b>Prueba2</b>	123	78	55	100	60	55
<b>Prueba 3</b>	106	64	56	101	54	52
<b>Prueba 4</b>	112	69	56	98	60	57
<b>Prueba 5</b>	114	53	66	89	51	58
<b>Prueba 6</b>	94	61	63	105	64	66
<b>Prueba 7</b>	102	56	61	90	51	70

**Tabla 37**

##### **Datos de temperatura corporal acompañante**

<b>Temperatura corporal</b>		
	Latacunga-Esmeraldas	Esmeraldas - Latacunga
<b>Prueba1</b>	36,1	36,3
<b>Prueba2</b>	36,6	36,2
<b>Prueba 3</b>	36,6	36,3
<b>Prueba 4</b>	36,8	36,3
<b>Prueba 5</b>	36,8	36,5
<b>Prueba 6</b>	37	36,6
<b>Prueba 7</b>	36,9	36,7

**Tabla 38**

##### **Datos de saturación de oxígeno en la sangre acompañante**

<b>Saturación de oxígeno en la sangre</b>		
	Latacunga-Esmeraldas	Esmeraldas - Latacunga
<b>Prueba1</b>	93	98
<b>Prueba2</b>	92	95
<b>Prueba 3</b>	93	94
<b>Prueba 4</b>	96	95
<b>Prueba 5</b>	96	96

<b>Prueba 6</b>	98	92
<b>Prueba 7</b>	98	89

#### 4.4.3. Datos de signos vitales del conductor ventilación forzada manual

**Tabla 39**  
**Datos de frecuencia cardiaca / presión arterial conductor ventilación forzada manual**

<b>Ventilación forzada manual - Conductor</b>						
<b>Frecuencia cardiaca / Presión arterial</b>						
	Latacunga-Esmeraldas			Esmeraldas - Latacunga		
	Sistólica	Diastólica	Pulso	Sistólica	Diastólica	Pulso
<b>Prueba1</b>	96	67	59	90	93	48
<b>Prueba2</b>	98	63	72	93	59	51
<b>Prueba 3</b>	119	74	68	101	64	56
<b>Prueba 4</b>	109	73	66	90	44	52
<b>Prueba 5</b>	96	61	78	97	63	53
<b>Prueba 6</b>	106	67	71	89	52	66
<b>Prueba 7</b>	116	71	63	89	58	66

**Tabla 40**  
**Datos de temperatura corporal conductor ventilación forzada manual**

<b>Temperatura corporal</b>	
	Esmeraldas - Latacunga
<b>Prueba1</b>	36,8
<b>Prueba2</b>	36,8
<b>Prueba 3</b>	37
<b>Prueba 4</b>	36,8
<b>Prueba 5</b>	37
<b>Prueba 6</b>	37,3
<b>Prueba 7</b>	37,2

**Tabla 41**  
**Datos de saturación de oxígeno en la sangre conductor ventilación forzada manual**

<b>Saturación de oxígeno en la sangre</b>	
	Esmeraldas - Latacunga
<b>Prueba1</b>	96
<b>Prueba2</b>	94
<b>Prueba 3</b>	94
<b>Prueba 4</b>	90
<b>Prueba 5</b>	92
<b>Prueba 6</b>	90

<b>Prueba 7</b>	96	87
-----------------	----	----

#### 4.4.4. Datos de signos vitales del acompañante ventilación forzada manual

**Tabla 42**

**Datos de frecuencia cardiaca / presión arterial del acompañante ventilación forzada manual**

<b>Ventilación forzada manual - Acompañante</b>						
<b>Frecuencia cardiaca / Presión arterial</b>						
	Latacunga-Esmeraldas			Esmeraldas - Latacunga		
	Sistólica	Diastólica	Pulso	Sistólica	Diastólica	Pulso
<b>Prueba1</b>	111	68	67	90	93	48
<b>Prueba2</b>	96	67	65	93	59	51
<b>Prueba 3</b>	100	60	64	101	64	56
<b>Prueba 4</b>	101	67	58	90	44	52
<b>Prueba 5</b>	100	51	65	97	63	53
<b>Prueba 6</b>	97	62	55	89	52	66
<b>Prueba 7</b>	102	60	54	89	58	66

**Tabla 43**

**Datos de temperatura corporal acompañante ventilación forzada manual**

<b>Temperatura corporal</b>		
	Latacunga-Esmeraldas	Esmeraldas - Latacunga
<b>Prueba1</b>	36,8	36,3
<b>Prueba2</b>	36,8	36,1
<b>Prueba 3</b>	36,6	36,3
<b>Prueba 4</b>	36,7	36,5
<b>Prueba 5</b>	36,7	36,6
<b>Prueba 6</b>	36,7	36,8
<b>Prueba 7</b>	37,2	36,7

**Tabla 44**

**Datos de saturación de oxígeno en la sangre acompañante ventilación forzada manual**

<b>Saturación de oxígeno en la sangre</b>		
	Latacunga-Esmeraldas	Esmeraldas - Latacunga
<b>Prueba1</b>	88	97
<b>Prueba2</b>	92	98
<b>Prueba 3</b>	93	97
<b>Prueba 4</b>	94	95
<b>Prueba 5</b>	97	96

<b>Prueba 6</b>	97	92
<b>Prueba 7</b>	98	93

#### 4.4.5. Datos de signos vitales del conductor ventilación forzada automática

**Tabla 45**

**Datos de frecuencia cardiaca / presión arterial conductor ventilación forzada automática**

<b>Ventilación forzada automática - Conductor</b>						
<b>Frecuencia cardiaca / Presión arterial</b>						
	Latacunga-Esmeraldas			Esmeraldas - Latacunga		
	Sistólica	Diastólica	Pulso	Sistólica	Diastólica	Pulso
<b>Prueba1</b>	100	63	65	91	58	55
<b>Prueba2</b>	104	68	69	113	69	54
<b>Prueba 3</b>	117	71	65	95	54	60
<b>Prueba 4</b>	115	68	63	93	59	60
<b>Prueba 5</b>	105	68	76	96	60	60
<b>Prueba 6</b>	107	71	69	104	59	62
<b>Prueba 7</b>	109	72	58	104	68	66

**Tabla 46**

**Datos de temperatura corporal conductor ventilación forzada automática**

<b>Temperatura corporal</b>		
	Latacunga-Esmeraldas	Esmeraldas - Latacunga
<b>Prueba1</b>	36,7	36,7
<b>Prueba2</b>	36,6	36,8
<b>Prueba 3</b>	36,8	36,5
<b>Prueba 4</b>	36,7	36,5
<b>Prueba 5</b>	36	36,6
<b>Prueba 6</b>	36,5	37,3
<b>Prueba 7</b>	36,5	36,7

**Tabla 47**

**Datos de saturación de oxígeno en la sangre conductor ventilación forzada automática**

<b>Saturación de oxígeno en la sangre</b>		
	Latacunga-Esmeraldas	Esmeraldas - Latacunga
<b>Prueba1</b>	86	96
<b>Prueba2</b>	92	96
<b>Prueba 3</b>	95	94
<b>Prueba 4</b>	92	92

Prueba 5	98	93
Prueba 6	97	88
Prueba 7	98	91

#### 4.4.6. Datos de signos vitales del acompañante ventilación forzada automática

**Tabla 48**

**Datos de frecuencia cardiaca / presión arterial acompañante ventilación forzada automática**

<b>Ventilación forzada automática - Acompañante</b>						
<b>Frecuencia cardiaca / Presión arterial</b>						
	Latacunga-Esmeraldas			Esmeraldas - Latacunga		
	Sistólica	Diastólica	Pulso	Sistólica	Diastólica	Pulso
Prueba1	109	77	61	117	60	50
Prueba2	126	111	60	97	65	51
Prueba 3	101	71	61	97	65	51
Prueba 4	109	66	63	93	61	58
Prueba 5	90	56	68	92	59	59
Prueba 6	94	56	62	120	60	61
Prueba 7	114	73	55	107	66	66

**Tabla 49**

**Datos de temperatura corporal acompañante ventilación forzada automática**

<b>Temperatura corporal</b>		
	Latacunga-Esmeraldas	Esmeraldas - Latacunga
Prueba1	36,7	36,8
Prueba2	36,6	36,9
Prueba 3	36,8	36,6
Prueba 4	36,7	36,7
Prueba 5	36	36,9
Prueba 6	36,5	36,8
Prueba 7	36,5	36,3

**Tabla 50**

**Datos de saturación de oxígeno en la sangre acompañante ventilación forzada automática**

<b>Saturación de oxígeno en la sangre</b>		
	Latacunga-Esmeraldas	Esmeraldas - Latacunga
Prueba1	86	97
Prueba2	92	97
Prueba 3	95	97
Prueba 4	92	97

Prueba 5	98	96
Prueba 6	97	89
Prueba 7	98	93

#### 4.5. Tabulación de datos de pruebas psicosenométricas

Tabla 51  
Datos de pruebas psicosenométricas

Test de reactimetría simple				
Tiempo de respuesta	Inicial	Ventilación libre	Aire Acondicionado	Sistema Automatizado
	0,269	0,242	0,297	0,294
Resultado	APROBADO	APROBADO	APROBADO	APROBADO
Test de visión y audición				
Tiempo de recuperación de encandilamiento	Inicial	Ventilación libre	Aire acondicionado	Sistema Automatizado
	1,27	1,51	1,5	1,85
Resultado	Aprobado	Aprobado	Aprobado	Aprobado
Test de palancas				
Tiempo de error:	Inicial	Ventilación libre	Aire acondicionado	Sistema Automatizado
	0,89	6,55	2,82	1,37
Cantidad de errores:	2	4	5	2
Tiempo de examen:	60	72	43	32
Resultado	Aprobado	Reprobado	Aprobado	Aprobado
Test de punteado				
Cantidad de errores:	Inicial	Ventilación libre	Aire acondicionado	Sistema Automatizado
	3	2	5	2
cantidad de aciertos:	50	51	51	51
Tiempo de acierto:	12,89	14,47	13,1	10,47
Resultado	Aprobado	Aprobado	Aprobado	Aprobado
Resultado final	Aprobado	Reprobado	Aprobado	Aprobado

#### 4.6. Tabulación de datos por consumo de combustible

##### 4.6.1. Ventilación libre

Tabla 52

##### Consumo de combustible ventilación forzada

PRUEBA DE CONSUMO DE VENTILACIÓN LIBRE			
	Latacunga - Esmeraldas	Esmeraldas - Latacunga	Total de la prueba
<b>Consumo (l)</b>	15,21	17,4	32,61
<b>Consumo (Gal)</b>	4,0180569	4,59659369	8,61465059
<b>Kilometraje (l/100km)</b>	316	315,7	631,7
<b>Fuel (l/hr)</b>	4,81	5,33	5,08
	0,74	0,98	0,98



Figura 63 Consumo de combustible ventilación libre

##### 4.6.2. Ventilación forzada A/C

Tabla 53

##### Consumo de combustible ventilación forzada

PRUEBA DE CONSUMO VENTILZACIÓN FORZADA A/C			
	Latacunga - Esmeraldas	Esmeraldas - Latacunga	Total de la prueba
<b>Consumo (Fuel l)</b>	15,98	17,5	33,48
<b>Consumo (Gal)</b>	4,22146938	4,6230109	8,84448028
<b>Kilometraje (l/100km)</b>	316,9	316,4	632,9
<b>Fuel (l/hr)</b>	5,04	5,39	5,22
	0,82	0,71	0,71



Figura 64 Consumo de combustible ventilación forzada manual

4.6.3. Ventilación forzada automatizada

Tabla 54

Consumo de combustible ventilación automatizado

PRUEBA VENTILACIÓN AUTOMATIZADO			
	Latacunga - Esmeraldas	Esmeraldas - Latacunga	Total de la prueba
Consumo (l)	14,8	17,35	32,15
Consumo (Gal)	3,90974636	4,58338509	8,49313145
Kilometraje (Km)	312,4	317,6	630
(l/100km)	4,74	5,46	5,10
Fuel (l/hr)	0,67	0,52	0,52



Figura 65 Consumo de combustible ventilación forzada automática

#### 4.7. Tabulación de análisis de gases de escape

##### 4.7.1. Datos de prueba vehículo normal

Tabla 55

##### Análisis de gases ventilación libre (estándar)

DATOS DE LA PRUEBA					
RALENTI			CRUCERO		
<b>PRUEBA 1 SIN AC</b>					
HC:	198	ppm	HC:	188	ppm
CO:	0,67	%	CO:	0,61	%
CO2:	12,99	%	CO2:	13,35	%
O2:	1,55	%	O2:	0,98	%
RPM:	805	rpm	RPM:	2069	rpm
TEMP:	0	°	TEMP:	0	°
<b>PRUEBA 2 SIN AC</b>					
HC:	196	ppm	HC:	106	ppm
CO:	0,16	%	CO:	0,21	%
CO2:	13,99	%	CO2:	14,06	%
O2:	0,5	%	O2:	0,28	%
RPM:	804	rpm	RPM:	2481	rpm
TEMP:	0	°	TEMP:	0	°
<b>PRUEBA 3 SIN AC</b>					
HC:	197	ppm	HC:	39	ppm
CO:	0,03	%	CO:	0,04	%
CO2:	14,18	%	CO2:	14,22	%
O2:	0,27	%	O2:	0,08	%
RPM:	790	rpm	RPM:	2540	rpm
TEMP:	0	°	TEMP:	0	°
<b>PRUEBA 4 SIN AC</b>					
HC:	120	ppm	HC:	32	ppm
CO:	0,03	%	CO:	0,03	%
CO2:	14,1	%	CO2:	14,08	%
O2:	0,15	%	O2:	0,06	%
RPM:	797	rpm	RPM:	2399	rpm
TEMP:	0	°	TEMP:	0	°
<b>PROMEDIO</b>					
HC:	177,75	ppm	HC:	121,666666	ppm
CO:	0,2225	%	CO:	0,2225	%
CO2:	13,815	%	CO2:	13,9275	%
O2:	0,6175	%	O2:	0,35	%
RPM:	799	rpm	RPM:	2372,25	rpm
TEMP:	0	°	TEMP:	0	°

#### 4.7.2. Datos de prueba ventilación forzada A/C manual

Tabla 56

##### Análisis de gases ventilación forzada A/C manual

DATOS DE LA PRUEBA					
RALENTI			CRUCERO		
<b>PRUEBA 1 SIN AC</b>					
HC:	112	ppm	HC:	49	ppm
CO:	0,03	%	CO:	0,03	%
CO2:	14,02	%	CO2:	13,94	%
O2:	0,15	%	O2:	0,31	%
RPM:	814	rpm	RPM:	2262	rpm
TEMP:	0	°	TEMP:	0	°
<b>PRUEBA 2 SIN AC</b>					
HC:	172	ppm	HC:	77	ppm
CO:	0,02	%	CO:	0,15	%
CO2:	14,17	%	CO2:	14,16	%
O2:	0,22	%	O2:	0,08	%
RPM:	805	rpm	RPM:	2455	rpm
TEMP:	0	°	TEMP:	0	°
<b>PRUEBA 3 SIN AC</b>					
HC:	110	ppm	HC:	32	ppm
CO:	0,01	%	CO:	0,02	%
CO2:	14,21	%	CO2:	14,24	%
O2:	0,18	%	O2:	0,06	%
RPM:	804	rpm	RPM:	2441	rpm
TEMP:	0	°	TEMP:	0	°
<b>PRUEBA 4 SIN AC</b>					
HC:	144	ppm	HC:	43	ppm
CO:	0,07	%	CO:	0,05	%
CO2:	14,16	%	CO2:	14,25	%
O2:	0,17	%	O2:	0,08	%
RPM:	800	rpm	RPM:	2408	rpm
TEMP:	0	°	TEMP:	0	°
<b>PROMEDIO</b>					
HC:	134,5	ppm	HC:	67	ppm
CO:	0,0325	%	CO:	0,0625	%
CO2:	14,14	%	CO2:	14,1475	%
O2:	0,18	%	O2:	0,1325	%
RPM:	805,75	rpm	RPM:	2391,5	rpm
TEMP:	0	°	TEMP:	0	°

### 4.7.3. Datos de prueba ventilación forzada calefacción manual

Tabla 57

#### Análisis de gases ventilación forzada calefacción manual

DATOS DE LA PRUEBA					
RALENTI			CRUCERO		
<b>PRUEBA 1 SIN AC</b>					
HC:	182	ppm	HC:	28	ppm
CO:	0,04	%	CO:	0,01	%
CO2:	14,09	%	CO2:	14,16	%
O2:	0,18	%	O2:	0,07	%
RPM:	814	rpm	RPM:	2444	rpm
TEMP:	0	°	TEMP:	0	°
<b>PRUEBA 2 SIN AC</b>					
HC:	151	ppm	HC:	41	ppm
CO:	0,05	%	CO:	0,03	%
CO2:	14,11	%	CO2:	14,22	%
O2:	0,19	%	O2:	0,05	%
RPM:	796	rpm	RPM:	2503	rpm
TEMP:	0	°	TEMP:	0	°
<b>PRUEBA 3 SIN AC</b>					
HC:	190	ppm	HC:	32	ppm
CO:	0,19	%	CO:	0,03	%
CO2:	14,02	%	CO2:	14,21	%
O2:	0,19	%	O2:	0,07	%
RPM:	811	rpm	RPM:	2441	rpm
TEMP:	0	°	TEMP:	0	°
<b>PRUEBA 4 SIN AC</b>					
HC:	143	ppm	HC:	94	ppm
CO:	0,07	%	CO:	0,45	%
CO2:	14,13	%	CO2:	13,96	%
O2:	0,17	%	O2:	0,05	%
RPM:	810	rpm	RPM:	2304	rpm
TEMP:	0	°	TEMP:	0	°
<b>PROMEDIO</b>					
HC:	166,5	ppm	HC:	48,75	ppm
CO:	0,0875	%	CO:	0,13	%
CO2:	14,0875	%	CO2:	14,1375	%
O2:	0,1825	%	O2:	0,06	%
RPM:	807,75	rpm	RPM:	2423	rpm
TEMP:	0	°	TEMP:	0	°

#### 4.7.4. Datos de prueba ventilación forzada A/C automático

Tabla 58

##### Análisis de gases ventilación automática A/C

DATOS DE LA PRUEBA					
RALENTI			CRUCERO		
<b>PRUEBA 1 SIN AC</b>					
HC:	117	ppm	HC:	30	ppm
CO:	0,08	%	CO:	0,02	%
CO2:	14,03	%	CO2:	14,22	%
O2:	0,15	%	O2:	0,05	%
RPM:	795	rpm	RPM:	2550	rpm
TEMP:	0	°	TEMP:	0	°
<b>PRUEBA 2 SIN AC</b>					
HC:	144	ppm	HC:	53	ppm
CO:	0,06	%	CO:	0,08	%
CO2:	14,13	%	CO2:	14,11	%
O2:	0,15	%	O2:	0,12	%
RPM:	786	rpm	RPM:	2398	rpm
TEMP:	0	°	TEMP:	0	°
<b>PRUEBA 3 SIN AC</b>					
HC:	132	ppm	HC:	77	ppm
CO:	0,06	%	CO:	0,25	%
CO2:	14,09	%	CO2:	14,03	%
O2:	0,16	%	O2:	0,08	%
RPM:	809	rpm	RPM:	2239	rpm
TEMP:	0	°	TEMP:	0	°
<b>PRUEBA 4 SIN AC</b>					
HC:	147	ppm	HC:	35	ppm
CO:	0,11	%	CO:	0,05	%
CO2:	13,94	%	CO2:	14,12	%
O2:	0,15	%	O2:	0,07	%
RPM:	794	rpm	RPM:	2513	rpm
TEMP:	0	°	TEMP:	0	°
<b>PROMEDIO</b>					
HC:	135	ppm	HC:	48,75	ppm
CO:	0,0775	%	CO:	0,1	%
CO2:	14,0475	%	CO2:	14,12	%
O2:	0,1525	%	O2:	0,08	%
RPM:	796	rpm	RPM:	2425	rpm
TEMP:	0	°	TEMP:	0	°

#### 4.7.5. Datos de prueba ventilación forzada calefacción automático

Tabla 59

#### Análisis de gases ventilación automática calefacción

DATOS DE LA PRUEBA					
RALENTI			CRUCERO		
<b>PRUEBA 1 SIN AC</b>					
HC:	122	ppm	HC:	49	ppm
CO:	0,06	%	CO:	0,2	%
CO <sub>2</sub> :	13,99	%	CO <sub>2</sub> :	14,06	%
O <sub>2</sub> :	0,14	%	O <sub>2</sub> :	0,06	%
RPM:	804	rpm	RPM:	2500	rpm
TEMP:	0	°	TEMP:	0	°
<b>PRUEBA 2 SIN AC</b>					
HC:	133	ppm	HC:	55	ppm
CO:	0,07	%	CO:	0,18	%
CO <sub>2</sub> :	13,98	%	CO <sub>2</sub> :	13,98	%
O <sub>2</sub> :	0,17	%	O <sub>2</sub> :	0,05	%
RPM:	824	rpm	RPM:	2331	rpm
TEMP:	0	°	TEMP:	0	°
<b>PRUEBA 3 SIN AC</b>					
HC:	139	ppm	HC:	77	ppm
CO:	0,08	%	CO:	0,34	%
CO <sub>2</sub> :	14,03	%	CO <sub>2</sub> :	14,01	%
O <sub>2</sub> :	0,19	%	O <sub>2</sub> :	0,08	%
RPM:	795	rpm	RPM:	2378	rpm
TEMP:	0	°	TEMP:	0	°
<b>PRUEBA 4 SIN AC</b>					
HC:	132	ppm	HC:	50	ppm
CO:	0,11	%	CO:	0,11	%
CO <sub>2</sub> :	14,01	%	CO <sub>2</sub> :	14,09	%
O <sub>2</sub> :	0,18	%	O <sub>2</sub> :	0,06	%
RPM:	804	rpm	RPM:	2430	rpm
TEMP:	0	°	TEMP:	0	°
<b>PROMEDIO</b>					
HC:	131,5	ppm	HC:	57,75	ppm
CO:	0,08	%	CO:	0,2075	%
CO <sub>2</sub> :	14,0025	%	CO <sub>2</sub> :	14,035	%
O <sub>2</sub> :	0,17	%	O <sub>2</sub> :	0,0625	%
RPM:	806,75	rpm	RPM:	2409,75	rpm
TEMP:	0	°	TEMP:	0	°

#### 4.8. Pruebas de comandos de voz

##### 4.8.1. Pruebas en carreteras de distinto orden

**Tabla 60**  
**Pruebas en carretera de asfalto**

<b>Carretera de asfalto</b>				
	Comunica y ejecuta	Comunica y no ejecuta	No comunica ni ejecuta	Total de comandos dictados
<b>Comandos Dictados</b>	77	3	13	93
<b>Porcentaje</b>	83%	3%	14%	100%

**Tabla 61**  
**Pruebas en carretera de adoquinado**

<b>Comandos dictados en adoquinado</b>				
	Comunica y ejecuta	Comunica y no ejecuta	No comunica ni ejecuta	Total de comandos dictados
<b>Comandos dictados</b>	90	6	17	113
<b>Porcentaje</b>	80%	5%	15%	100%

**Tabla 62**  
**Prueba en carretera de empedrado**

<b>Comandos dictados en empedrado</b>				
	Comunica y ejecuta	Comunica y no ejecuta	No comunica ni ejecuta	Total de comandos dictados
<b>Comandos dictados</b>	156	10	55	221
<b>Porcentaje</b>	71%	5%	25%	100%

##### 4.8.2. Pruebas a distintos niveles de ruido

**Tabla 63**  
**Prueba de diferentes niveles de ruido**

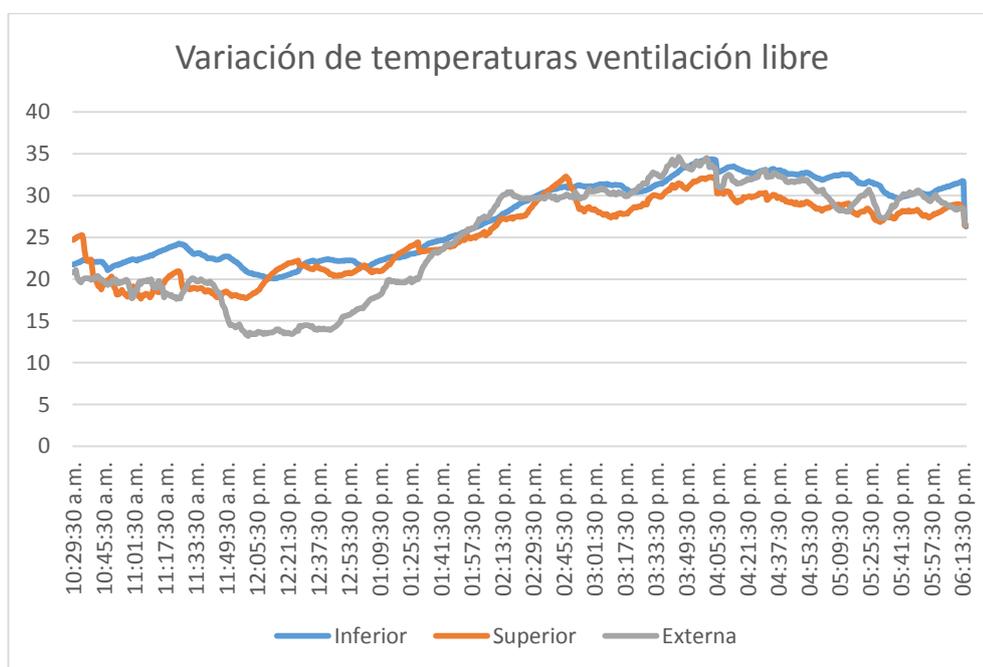
<b>Pruebas a diferentes niveles de ruido</b>						
<b>Volumen de radio</b>	0 - 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	20 - 25	> 25
<b>Comandos aceptados</b>	83	79	74	48	15	1

#### 4.9. Análisis de temperaturas dentro y fuera del habitáculo

En las siguientes figuras se observan tres curvas de temperaturas (°C) que varían con referencia al tiempo, La primera es el promedio de la temperatura inferior que permite conocer la temperatura para las extremidades inferiores, la segunda es el promedio de las temperaturas superiores, permiten conocer la temperatura del tórax y cabeza de los ocupantes del vehículo, la tercera es la temperatura externa del vehículo.

##### 4.9.1. Temperatura de prueba ventilación libre

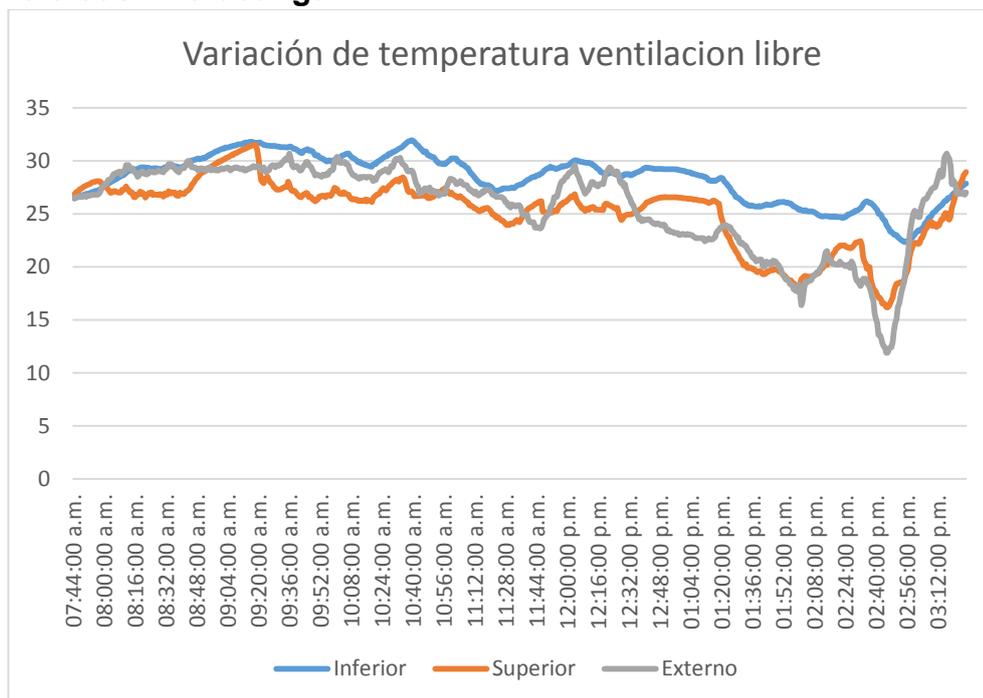
##### Latacunga - Esmeraldas



**Figura 66. Temperatura Latacunga Esmeraldas – Ventilación libre**

En la **Figura 66** se observa una temperatura inicial de 20,9 / 24,85 / 20,3 °C y una temperatura final de 26,5 / 28,4 / 28,2 °C inferior, superior y externa respectivamente, con un promedio de 27,32 / 25,28 / 24,95 °C respectivamente. Una variación en la temperatura de 5,6 °C en la zona inferior y 3,55 °C en la zona superior dentro del habitáculo.

## Esmeraldas – Latacunga



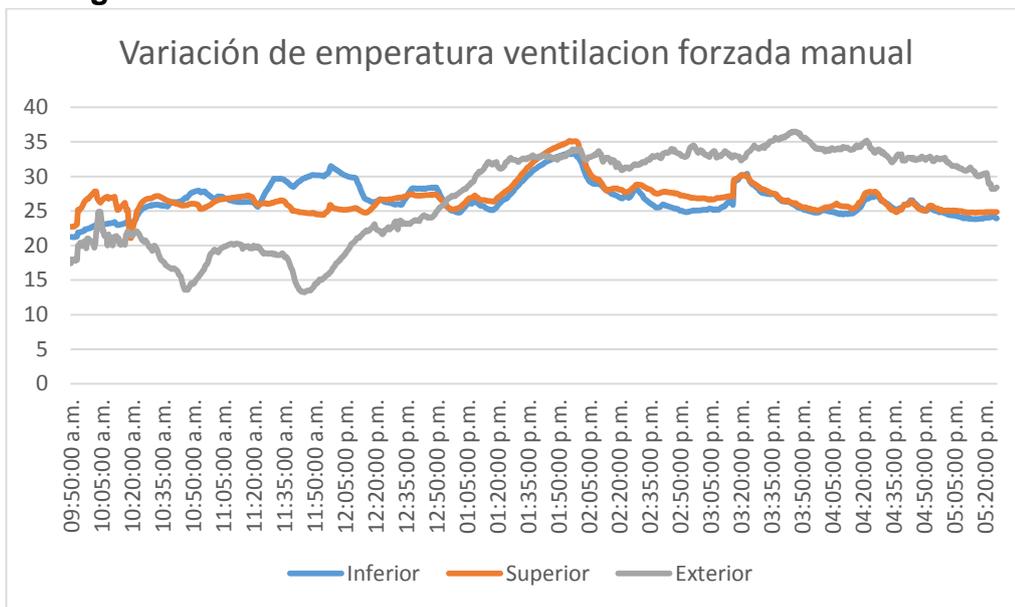
**Figura 67. Temperatura Esmeraldas – Latacunga ventilación libre**

En la **Figura 67** se observan datos de temperaturas iniciales 26,5 / 26,78 / 26,5 °C y finales 27,85 / 28,95 / 27 °C inferior, superior y externa respectivamente. Con promedio de 28,38 en la zona inferior, 25,21 °C en la zona superior dentro del habitáculo y de 25,79 °C en la parte externa del vehículo. Una variación de 1,35 °C / 2,17 °C entre las temperaturas inferior y superior.

Con ventilación libre se observan variaciones abruptas de temperatura que afectan al conductor al momento de conducir, provocando un aumento de cansancio, sin contar con el exceso de ruido que se produce cuando el aire ingresa por las ventanas entorpeciendo la comunicación entre conductor y acompañante.

### 4.9.2. Temperatura de prueba ventilación forzada manual

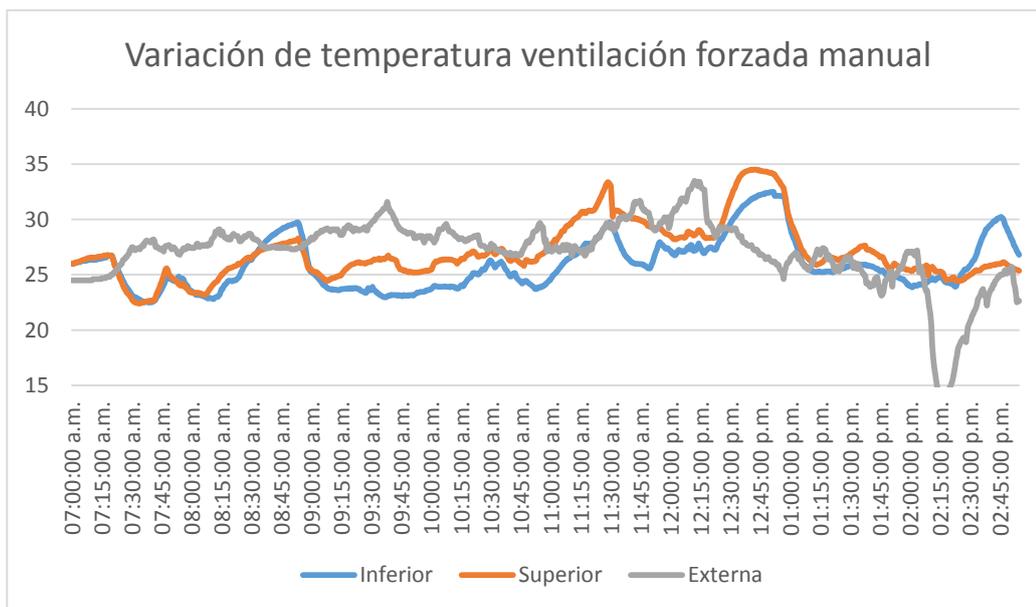
#### Latacunga - Esmeraldas



**Figura 68. Temperatura Latacunga - Esmeraldas manual A/C**

En la **Figura 68** se muestran temperaturas iniciales de 21,25 / 22,73 / 17,4 °C y unas temperaturas finales de 23,95 / 24,85 / 28,4 °C temperatura inferior, superior y exterior respectivamente, una temperatura promedio de 26,75 / 26,95 / 27,37 °C y una variación de temperaturas de 2,7 °C / 2,12 °C entre las temperaturas iniciales y finales de cada zona.

#### Esmeraldas – Latacunga



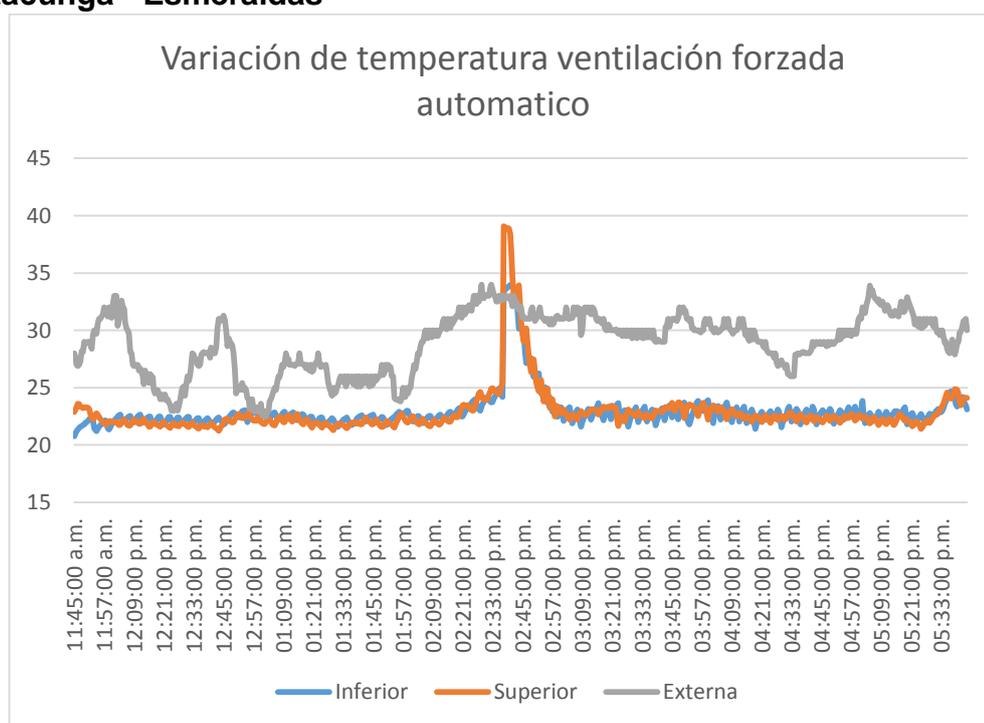
**Figura 69. Temperatura Esmeraldas - Latacunga A/C manual**

En la **Figura 69** se presentan las siguientes temperaturas iniciales 26 / 26 / 24,5 °C y como temperaturas finales 26,8 / 25,35 / 22,6 °C de las zonas inferiores, superiores, exteriores respectivamente, una temperatura promedio de 25,96 / 27,06 / 27,13 °C de las zonas respectivamente, una variación de temperaturas inicial y final de 0,8 °C en la zona inferior y 1,71 °C en la zona superior.

Con el Aire acondicionado en mando manual se obtienen una reducción de los cambios abruptos de temperaturas, con variaciones de temperaturas menores de 2,7 °C. Con una ventaja sobre el sistema de ventilación libre de facilitar el diálogo entre el conductor y su acompañante.

#### 4.9.3. Temperatura de prueba ventilación forzada automática

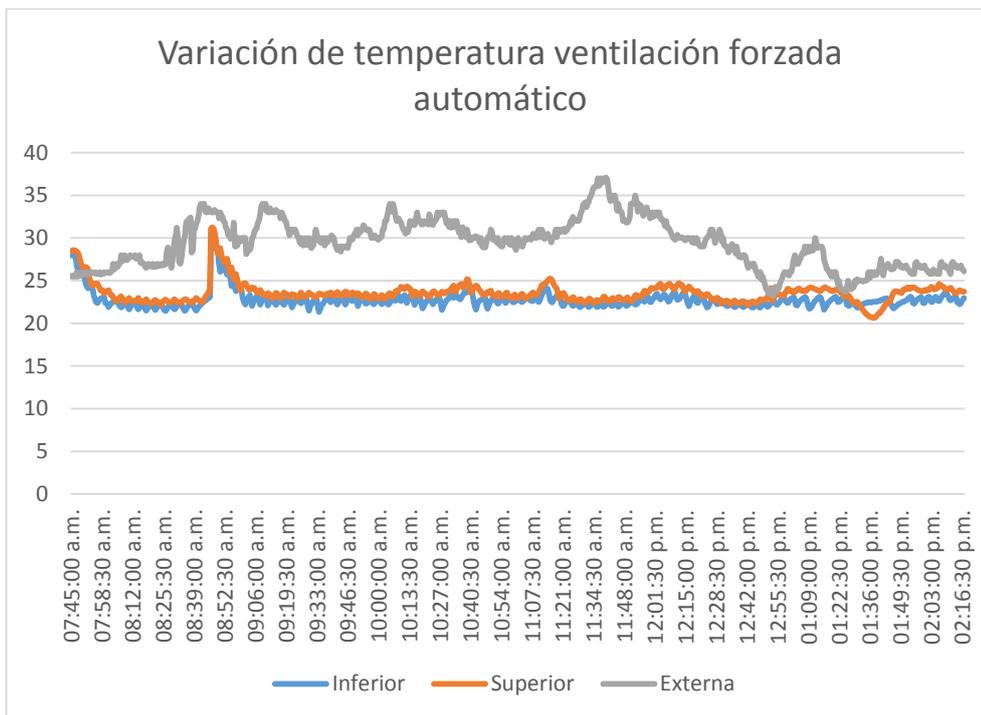
##### Latacunga - Esmeraldas



**Figura 70. Temperatura Latacunga - Esmeraldas Automatización**

En la **Figura 70** se observan temperaturas iniciales de 20,95 / 22,88 / 28 °C y temperaturas finales de 22,8 / 24,10 / 30 °C temperatura inferior, superior y exterior, una temperatura promedio de 22,93 / 22,86 / 28,9 °C y una variación de 1,85 °C en la zona inferior y de 1,22 °C en la zona superior del habitáculo.

## Esmeraldas – Latacunga



**Figura 71. Temperatura Esmeraldas - Latacunga Automatización**

En la **Figura 71** las temperaturas estables iniciales son de 22,68 / 22,9 / 25,9 °C y las temperaturas finales de 23 / 23,73 / 26,1 °C temperatura inferior, superior y exterior respectivamente, un promedio en las temperaturas de 22,76 / 23,73 / 29,42 °C y una variación de temperatura de 0,32 °C en la zona inferior y de 0,83 °C en la zona superior.

Mediante la automatización del Aire acondicionado / calefacción se obtiene una mejora del control de temperatura sin cambios excesivos en la temperatura y una temperatura más lineal, de esta manera el conductor y su acompañante apreciarán un mayor grado de confort dentro del habitáculo. Como también se observa que en un tiempo promedio de 25 min el climatizador logra alcanzar la temperatura deseada por el usuario.

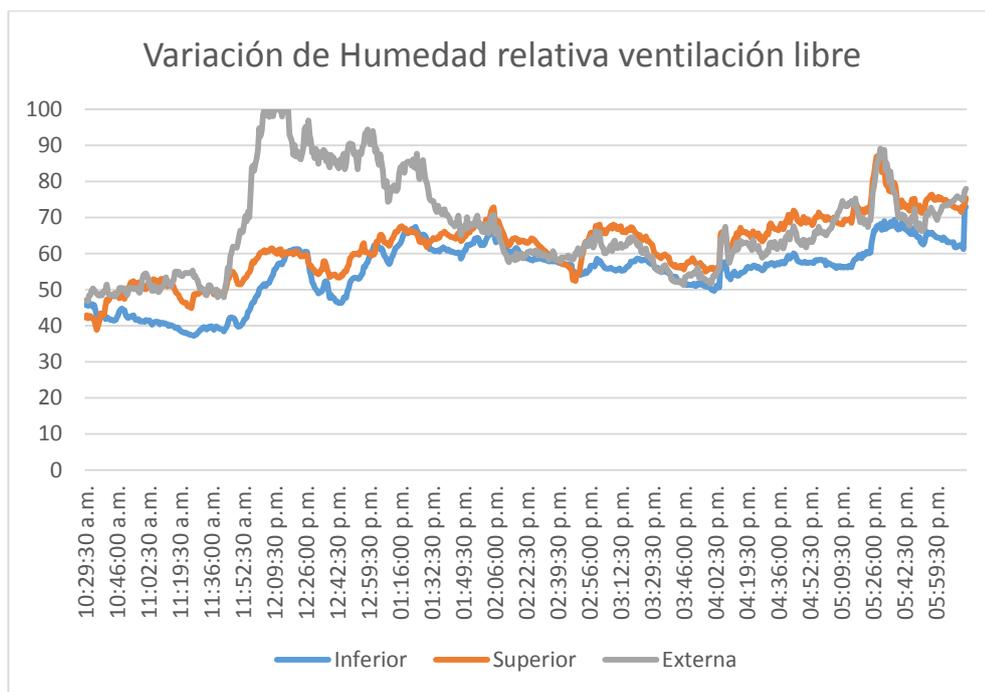
### 4.10. Análisis de pruebas de humedad relativa

En las siguientes figuras se observan tres curvas de % de humedad relativa (%) que varían con referencia al tiempo, La primera es el promedio de la humedad relativa inferior que permite conocer la humedad relativa para las extremidades inferiores, la segunda es el promedio de las humedades

relativas superiores, permiten conocer la humedad relativa del tórax y cabeza de los ocupantes del vehículo, la tercera es la humedad relativa externa del vehículo.

#### 4.10.1. Humedad relativa de prueba ventilación libre

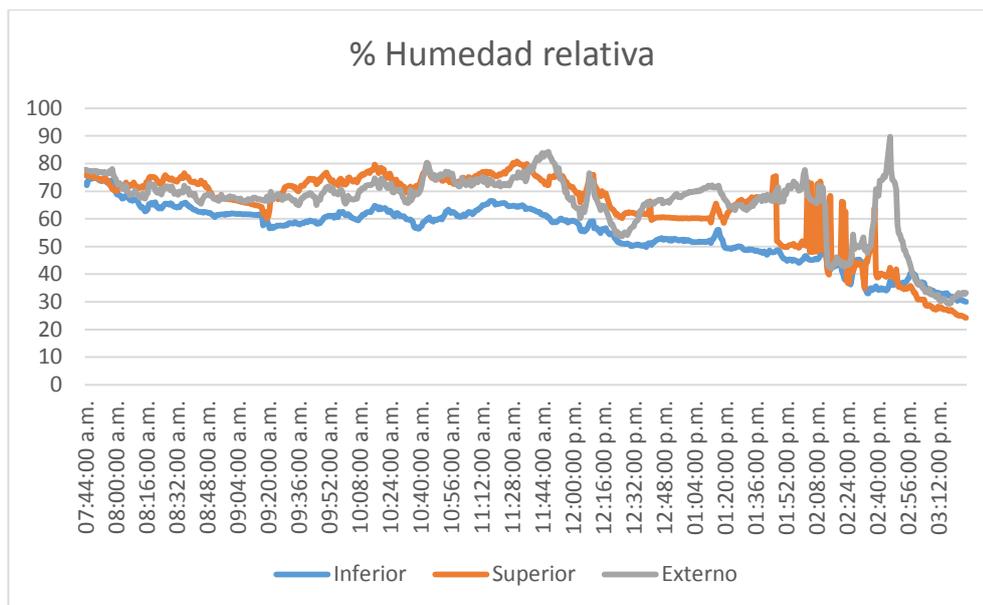
##### Latacunga – Esmeraldas



**Figura 72. Humedad relativa Latacunga - Esmeraldas ventilación libre**

En la **Figura 72** se observan las siguientes humedades relativas iniciales de 45,75 / 42,28 / 47 % y humedad relativa final de 72,9 / 75,35 / 78 % inferior, superior y externa respectivamente, con una humedad relativa promedio de 55,07 / 62,06 / 67,34 % respectivamente. Con una variación de 27,15 % en la zona inferior y 33,07 % en la zona superior dentro del habitáculo.

##### Esmeraldas – Latacunga

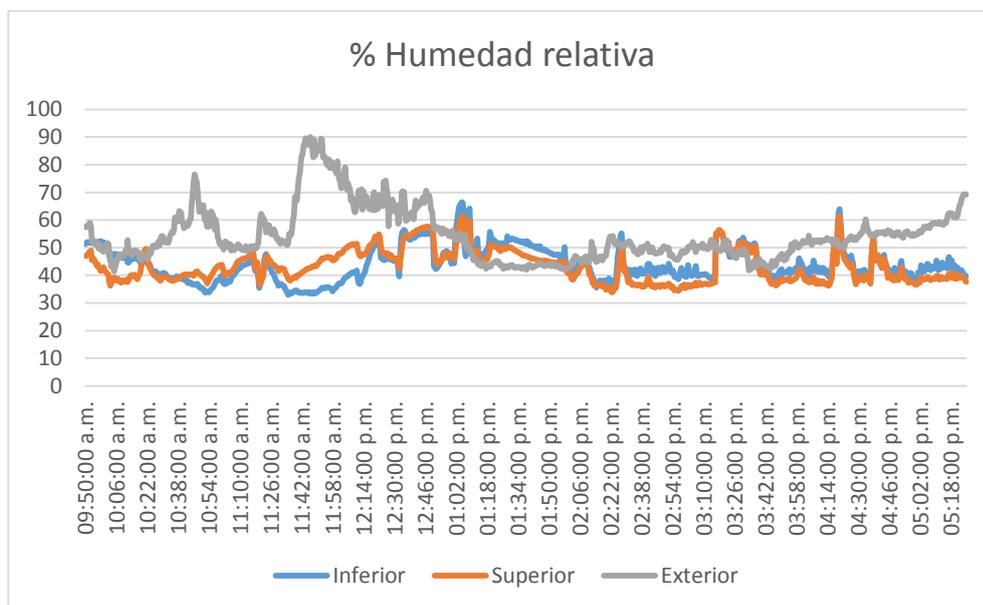


**Figura 73. Humedad relativa Esmeraldas - Latacunga ventilación libre**

En la **Figura 73** se tiene como humedades relativas iniciales 72,85 / 75,78 / 77,8 % y como humedades relativas finales 30,05 / 24,28 / 33,2 % inferior, superior y externa respectivamente. Con una humedad relativa promedio de 55,17 % en la zona inferior y 64,21 % en la zona superior dentro del habitáculo y de 65,99 % en la parte externa del vehículo. Una variación de humedad relativa de 42,8 / 51,5 % entre las humedades relativas inferior y superior.

Con ventilación libre se observan variaciones abruptas en los % de humedad relativa las cuales afectan al conductor al momento de conducir, provocando un aumento de cansancio, fatiga y estrés. Como también se puede mencionar la presencia de partículas indeseables que pueden llevar consigo polvo y olores desagradables.

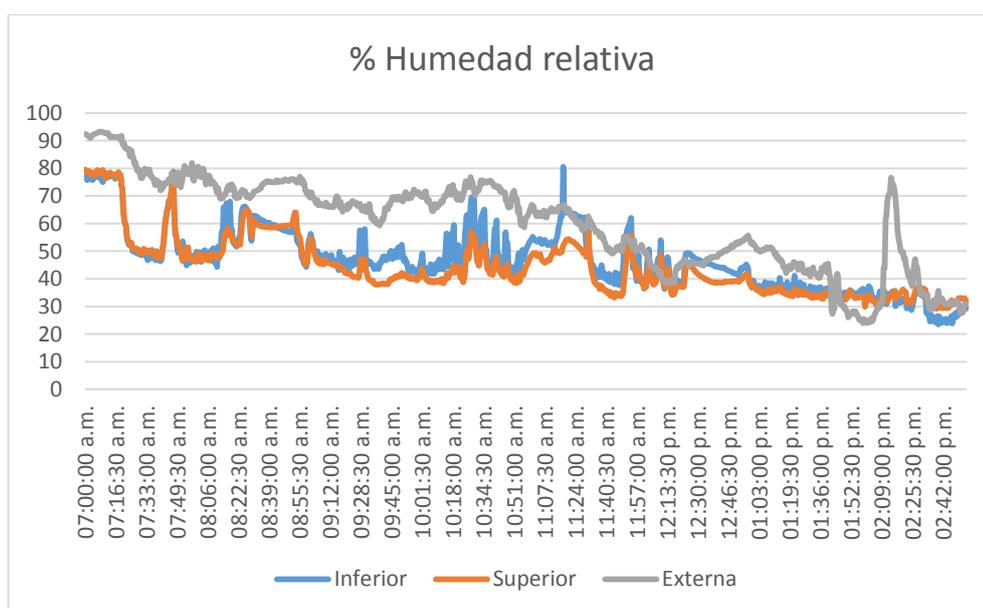
#### 4.10.2. Humedad relativa de prueba ventilación forzada manual Latacunga – Esmeraldas



**Figura 74. Humedad relativa Latacunga - Esmeraldas A/C manual**

En la **Figura 74** se muestran humedades relativas iniciales de 51,3 / 47,03 / 57,6 % y unas humedades relativas finales de 39,6 / 37,6 / 69,3 % inferior, superior y exterior respectivamente, una humedad relativa promedio de 43,94 / 43,18 / 54,36 % y una variación de 11,7 % / 9,43 % entre las temperaturas iniciales y finales de cada zona.

#### Esmeraldas – Latacunga



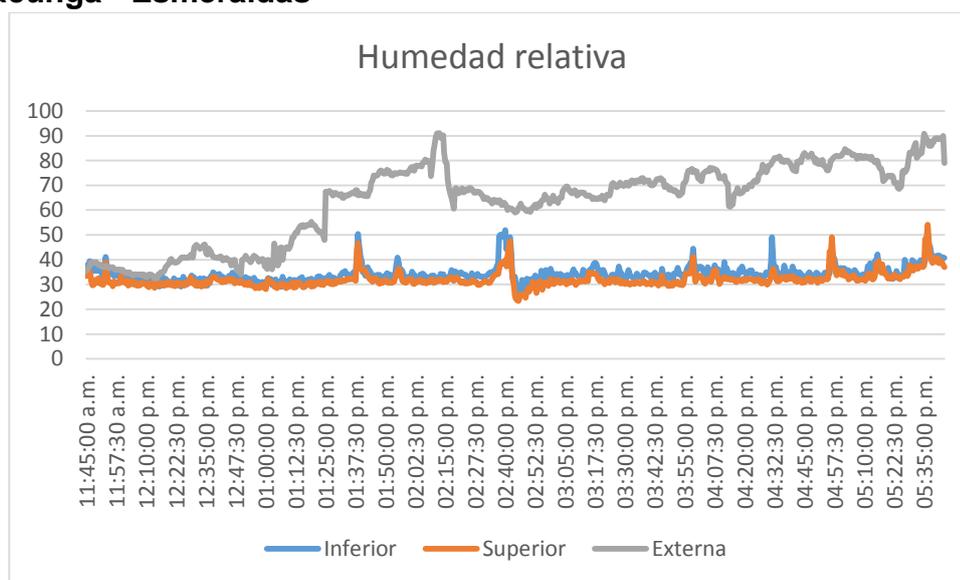
**Figura 75. Humedad relativa Esmeraldas - Latacunga A/C manual**

En la **Figura 75** se presentan las siguientes humedades relativas estables en 20 minutos son 51,35 / 50,2 / 86,4 % y como humedades relativas finales 29,5 / 32,2 / 31 % de las zonas inferiores, superiores, exterior respectivamente, una humedad relativa promedio de 47,03 / 44,46 / 60,06 % de las zonas respectivamente, una variación de humedad relativa entre lo inicial y final de 21,85 % en la zona inferior y 18 % en la zona superior.

Con el Aire acondicionado en mando manual se obtienen una reducción del promedio de la humedad relativa entre ventilación libre y A/C de alrededor de 11,13 / 18,8 % entre la zona inferior y superior del habitáculo, disminuyendo en una pequeña parte los cambios abruptos de las humedades relativas.

#### 4.10.3. Humedad relativa de prueba Automatizado

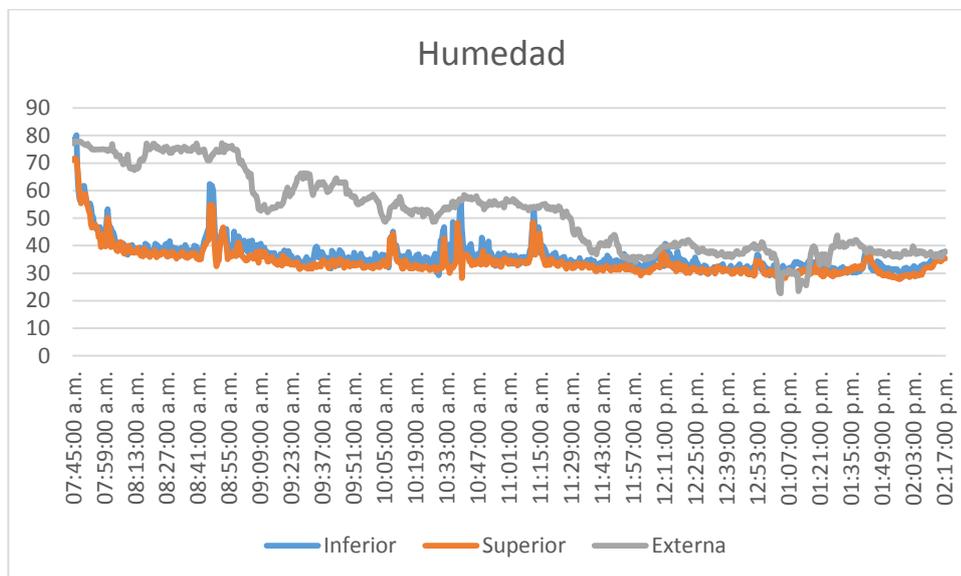
##### Latacunga - Esmeraldas



**Figura 76. Humedad relativa Latacunga - Esmeraldas automatización**

En la **Figura 76** se observan humedades relativas iniciales de 37,05 / 33,38 / 35,4 % y humedades relativas finales de 40,75 / 37,03 / 79 % inferior, superior y exterior, una humedad relativa promedio de 34,23 / 32,03 / 63,76 % y una variación de 3,7 % en la zona inferior y de 3,65 % en la zona superior del habitáculo.

## Esmeraldas – Latacunga



**Figura 77. Humedad relativa Esmeraldas - Latacunga automatización**

En la **Figura 77** las humedades relativas estables en 20 minutos son de 43,8 / 40,45 / 74 % y las humedades relativas finales de 37,7 / 35,33 / 38 % inferior, superior y exterior respectivamente, un promedio de 36,43 / 34,37 / 51,75 % y una variación de 6,1 % en la zona inferior y de 5,12 % en la zona superior.

Mediante la automatización del Aire acondicionado / calefacción se logra una mejora en el % de humedad relativa, manteniendo una humedad relativa lineal sin cambios considerables, de esta manera el conductor y su acompañante apreciarán un mayor grado de confort dentro del habitáculo. Como también se observa que en un tiempo promedio de 25 min el climatizador logra alcanzar un % de humedad relativa confortable para el usuario.

### 4.11. Análisis de pruebas de signos vitales

Obtenidos y recopilados los signos vitales (pulsos, temperatura corporal, saturación de oxígeno). Es importante conceptualizar estos signos

vitales, los mismos que están relacionados directamente con los parámetros fisiológicos de ventilación y oxigenación. El análisis y comentario del trabajo de investigación me será un poco versátil conociendo los valores normales de signos vitales.

**Pulso:** Es el número de veces por minuto que nuestras arterias se expanden o se tranquilizan y se contraen como respuesta al corazón. Normalmente oscilan entre 60 y 100 latidos por minuto. El pulso se mide manualmente con los dedos índice y medio, se obtiene palpando la arteria carótida la femoral o la braquial. Cuando la frecuencia cardiaca se encuentra fuera de los rangos normales se llama **Taquicardia** y **bradicardia** cuando las pulsaciones son menores a los límites normales (60). En un individuo el pulso puede variar durante el día según las actividades que se encuentre realizando ej., actividad física extenuante, cuando la persona se encuentra en estado de reposo (descansando), la frecuencia puede disminuir considerablemente por debajo de los límites normales.

**Frecuencia cardiaca:** Es el número de veces por minuto que nuestro corazón late o se contrae. Esta medida es igual a la del pulso, oscila entre 60 y 100 latidos por minuto. La frecuencia Cardiaca se incrementa con el esfuerzo, con el trabajo, conduciendo vehículos; etc. Con el objeto de proveer más oxígeno y energía para la actividad que se está realizando, La Frecuencia Cardiaca tiene sus variables: reposo, dieta, estado físico, psicológico, condiciones ambientales, postura, edad y sexo.

**La Frecuencia Cardiaca:** Puede aumentar como respuesta a la adrenalina, que es la principal neuro-hormona de la medula suprarrenal y es el estimulante más potente de los receptores adrenérgicos alfa y beta que provoca aumento de la frecuencia cardiaca.

**Presión sistólica:** Es la presión máxima que se alcanza en la sístole (contracción del corazón). Esta depende fundamentalmente de la volemia (volumen).

**Presión diastólica:** Es la mínima presión de la sangre contra las arterias y ocurre durante la diástole, es decir durante la relajación del corazón. Valores normales (100-140) mmHg.

Habitualmente se mide con Esfigmomanómetro los más utilizados son los de mercurio y aneroides. Valores normales (60-90mmHg).

**Temperatura Corporales** un equilibrio entre la termogénesis y la termólisis. La toma de la temperatura corporal puede ser: Bucal, rectal, axilar, ética, inguinal. **Termogénesis** es el calor producido por nuestro organismo, **termólisis**. Es el calor perdido por nuestro cuerpo.

Factores que afectan la temperatura corporal: Edad, valoración diurna, ejercicio, hormonas (Ovulación) estrés, ambiente.

Valores normales de un adulto 36,5-37°C. afebril 37°C, febril 38°C, hipertermia 40-41°C, hipotermia 35,5°C, febrículas 37,5°C.

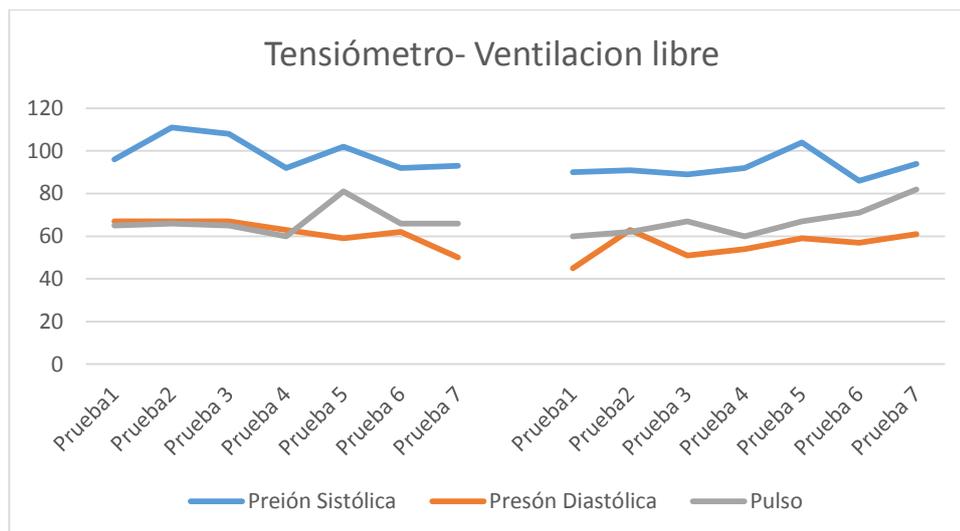
**Gasometría Arterial.** Es una medición de la cantidad de oxígeno y de dióxido de carbono.

**Oximetría.** Es la medición no invasiva de oxígeno transportado por la hemoglobina en el interior de los vasos sanguíneos. Se basa en la coloración de la sangre, a mayor cantidad de oxígeno la sangre tiene un color más claro y vivo y viceversa. Cuando se realiza vasometría arterial la muestra se toma de las siguientes arterias: Radial, femoral y braquial.

Cuando se realiza oximetría la muestra se toma de la yema del dedo o del pabellón de la oreja, hay variaciones de los gases en la sangre de acuerdo a: edad, sexo, peso y estatura.

Valores normales a nivel del mar. Saturación de oxígeno (95-100) %

Este examen ayuda a determinar la efectividad de la oxígeno terapia y del equilibrio ácido básico del cuerpo, los resultados anormales pueden deberse a enfermedades pulmonares, renales, o metabólicas.



**Figura 78. Tensiómetro con ventilación libre**

Se observa que todos los valores de los signos vitales son normales no se registran cambios considerables sea por el inicio del trabajo de investigación o por estar adaptados por un clima y altura geográfica (Latacunga). Una hora después de recorrido llegamos a Aloag en donde se registra un ligero aumento de la presión sistólica mientras que la diastólica y la frecuencia cardiaca son invariables. El ligero aumento en la presión sistólica transitoria muestra que se debe al impacto de aire por las ventanas abiertas del vehículo, (estrés). Al transcurrir una hora de conducir arribamos Santuario la Virgen cuya altura se encuentra a 2100 msnm. Observamos que la presión sistólica y diastólica no tiene variaciones en relación a los 2840 msnm al igual que el pulso permanece invariable. Esta vez no se detecta mayores variaciones en relación a la altura posiblemente **el tiempo corto de permanencia.**

Una hora más tarde recorrida arribamos a la concordia situado a 631 msnm, se observa que hay una mejoría de los signos vitales con las presiones sistólica, diastólica y pulso, esto se debe a que hay una mejor oxigenación a medida que descendemos hacia el nivel del mar.

Después de una hora de recorrido llegamos a Valle Hermoso que se sitúa a 188msnm, se puede apreciar que la presión sistólica a pesar de estar en los límites normales sufre un alza de 10mmHg mientras que la diastólica baja 1mmHg de lo normal el pulso haciende a 81 latidos por minuto (normal)

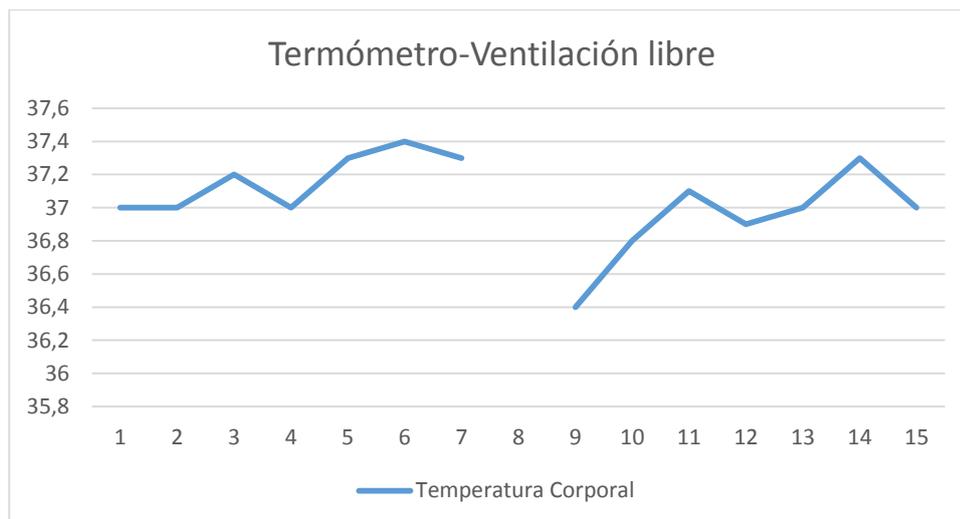
como respuesta al trabajo cardiaco y de adaptación, además estas variables están relacionadas al trabajo de 5 horas consecutivas y con temperaturas variables.

Una hora más tarde arribamos al cantón Quinindé situado a 196 msnm en donde nuevamente se recuperan los signos vitales a una media normal de 92/62 y con un pulso de 66 por minuto explicables por la mejor oxigenación y ventilación que ocurre a este nivel del mar.

Finalmente arribamos a esmeraldas último lugar de nuestro ciclo de conducción, y está situado a 34 msnm. En este lugar observamos que los signos vitales se encuentran dentro de los niveles normales, sin embargo, la presión diastólica disminuye a 50 en relación a valle hermoso, debido a un menor trabajo del corazón y una dilatación de los vasos periféricos.

En las pruebas 1,2,3, realizadas se muestran una contracción y extracción (descanso) muy leve casi al límite inferior con un 90mmHg.

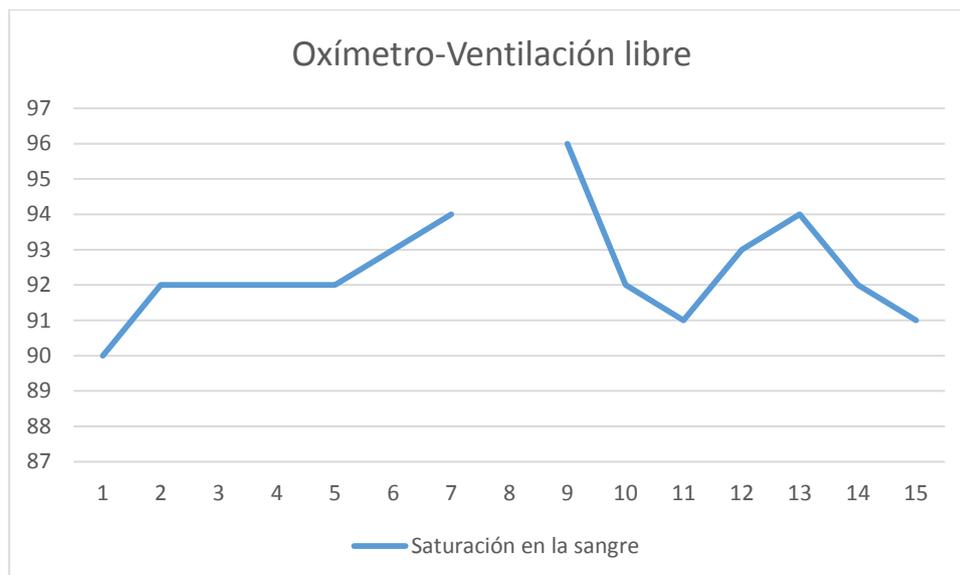
De la prueba 4 en adelante, se acerca a los valores ideales de sístole, diástole y pulso, el no llegar a tomar valores ideales puede ser por realizar la conducción, adrenalina, la temperatura y humedad. Ojo que el intercambio de aire puede ser un agravante para obtener los signos vitales estudiados.



**Figura 79. Termómetro con ventilación libre**

Se observa que la temperatura corporal tanto en los lugares de la sierra como de la costa observamos que mantiene un equilibrio entre la termogénesis y termólisis. A nivel de costa observamos un ligero aumento de dos tres centésimas explicados por la variación diurna que sufre la temperatura producido por la rotación de la tierra. Durante el día la radiación solar es en general mayor que la terrestre, por lo tanto, la superficie de la tierra se torna más caliente ya que los rayos solares llegan perpendiculares, siendo allí la máxima entrega energética.

Analizando la temperatura corporal tenemos que las 2 primeras pruebas muestran un valor admisible de 36,6°C ya que aún no se convierte en viaje prolongado, mientras que las medidas siguientes están por arriba de lo expuesto 37,1°C y esto suele suceder al tener una ventilación con las ventanas abiertas, intercambio de aire brusco, y obviamente no permite la refrigeración que el conductor necesita.



**Figura 80. Oxímetro con ventilación libre**

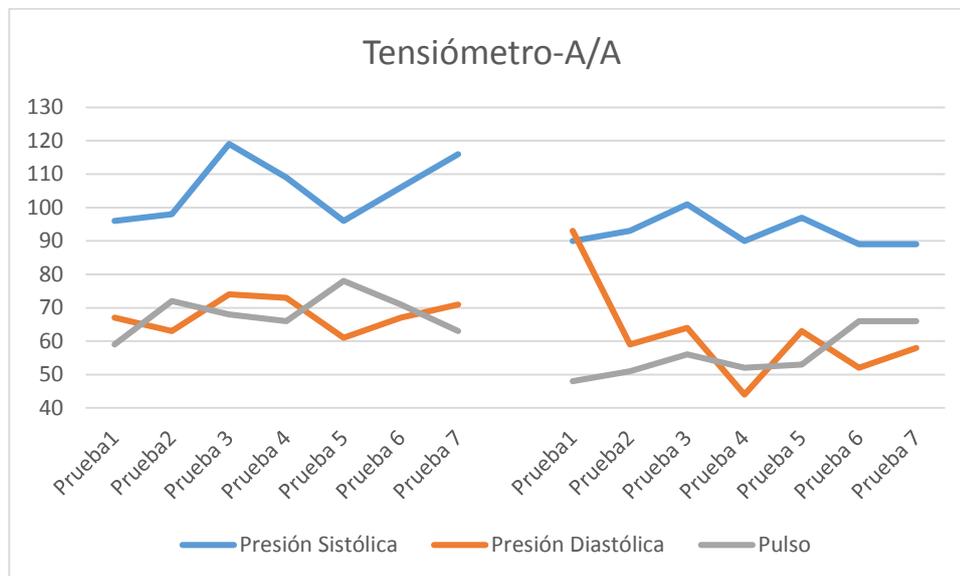
En los tres lugares de la sierra se observa la saturación de oxígeno comienza a disminuir (90, 92, 92 en 2 y 5% de lo normal), sin embargo, el cuerpo humano posee adaptaciones a corto y largo plazo que le permite compensar en forma parcial la falta de oxígeno.

En cuanto a los sitios costa como son Paraíso, Valle Hermoso, Quinindé y Esmeraldas. La saturación de oxígeno es menor en un 1-2 % en relación a los valores normales ya que la saturación de oxígeno es un índice más individual.

No todo el mundo responde de la misma forma ante la misma concentración de aire si no que la respuesta es individualizada. Esta diferente respuesta individual ante el mismo grado de ventilación se comprueba al analizar la respuesta de eritropoyetina (es una hormona glicoproteica que estimula la formación de glóbulos rojos. En los seres humanos es producido principalmente por el riñón en el 85-90%) el resto en hígado y glándulas salivales.

En cuanto a la saturación de oxígeno en la sangre con ventilación libre se tiene valores que se encuentran dentro del rango en la Sierra de igual o mejor forma en la Costa. Se sabe que en la altura hay una disminución de oxígeno en la sangre y a ello se debe el valor registrado en la

sierra que se lo toma como valor normal. De igual y mejor forma el dato de la costa.



**Figura 81. Tensiómetro utilizando ventilación forzada manual**

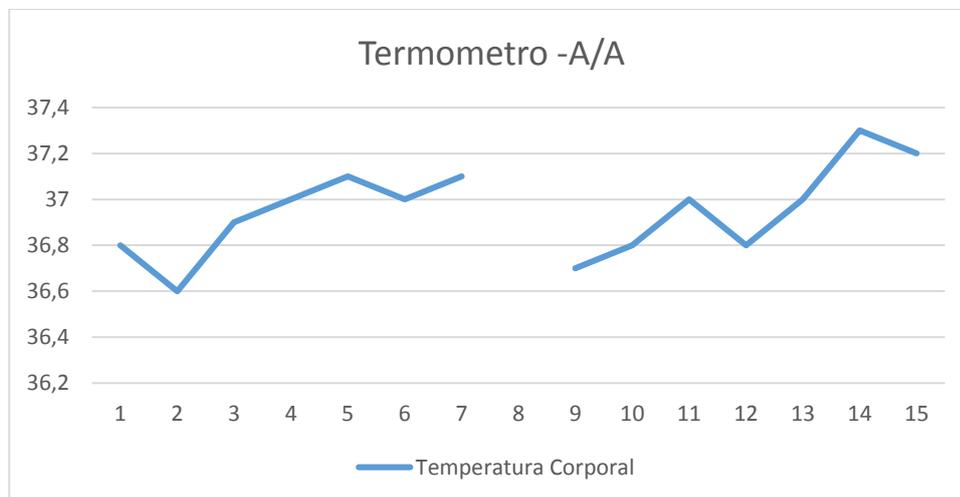
Al iniciar el viaje con aire acondicionado con mando de velocidad 2 y mando medio frio y partiendo de la ciudad de Latacunga a las 11:00 y con una temperatura de 24-25 °C en 5 minutos de recorrido se obtiene una temperatura interior del habitáculo del vehículo de 18°C observamos que los signos vitales en Latacunga y después de los 5 minutos de recorrido se encuentran ligeramente bajos dentro de lo normal, debido a la baja de temperatura y una mayor ventilación. Se observa igual comportamiento de signos vitales en Aloag.

En el Santuario la Virgen se analiza la presión sistólica aumenta a 119 a pesar de estar dentro de límites normales por un cambio en la altura geográfica. La misma que es transitoria sin repercusión para el estado de salud.

En los lugares costa los signos vitales se encuentran dentro de límites normales con pequeñas variaciones transitorias de la presión sistólica por la conducción prolongada.

Analizaremos el pulso, la temperatura corporal, y la saturación de oxígeno con el sistema automatizado. Las variaciones fisiológicas leves tanto

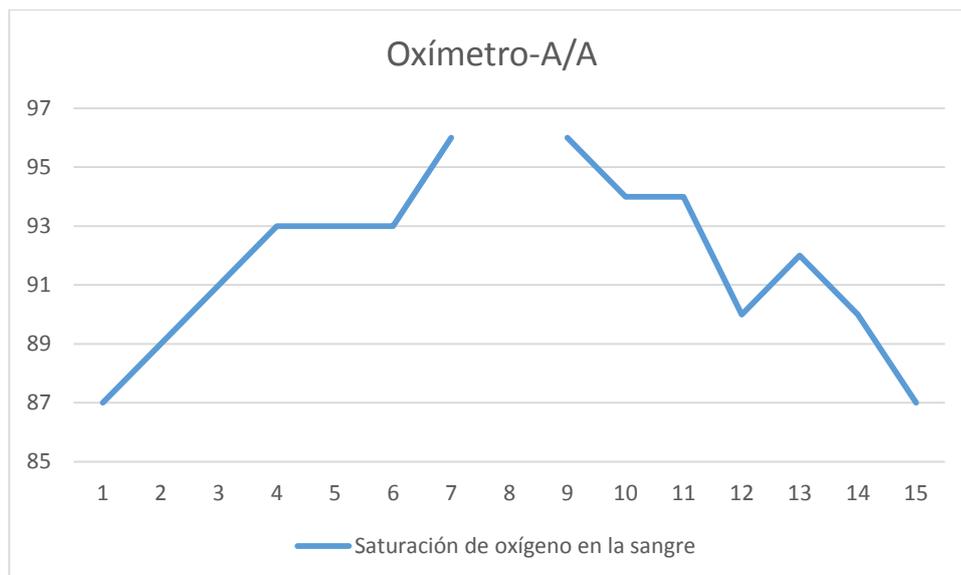
en la sierra como en la Costa hacen que tomemos un solo promedio el cual es de 66.4mmHg, latidos por minuto pues no existen variaciones por la altura ni a medida que se acerca a nivel del mar lo que nos indica un mejoramiento de estado fisiológico y otros factores del conductor



**Figura 82. Termómetro utilizando ventilación forzada manual**

En cuanto se refiere a la temperatura corporal se inició con 37,2 °C con un mando de velocidad dos de A/C en la ciudad de Latacunga, luego de 5 minutos de conducción y con aire acondicionado la temperatura corporal bajo a 36, 8°C. Debido a un ambiente con mayor ventilación. Se analizó los puntos de Aloag y Santuario la Virgen donde se registra una baja de temperatura 0,4 a 0,5 °C. En los sitios costa y con aire acondicionado con un control de velocidad del ventilador igual a un 80% la temperatura corporal se recupera a un equilibrio entre la termogénesis y la termólisis 37 °C.

En este caso la temperatura corporal en la sierra como en la costa hay un equilibrio termo genético de 37°C no existen cambios ni en la altura ni a medida que se desciende al nivel del mar es explicable por la brevedad de tiempo que se permanece.

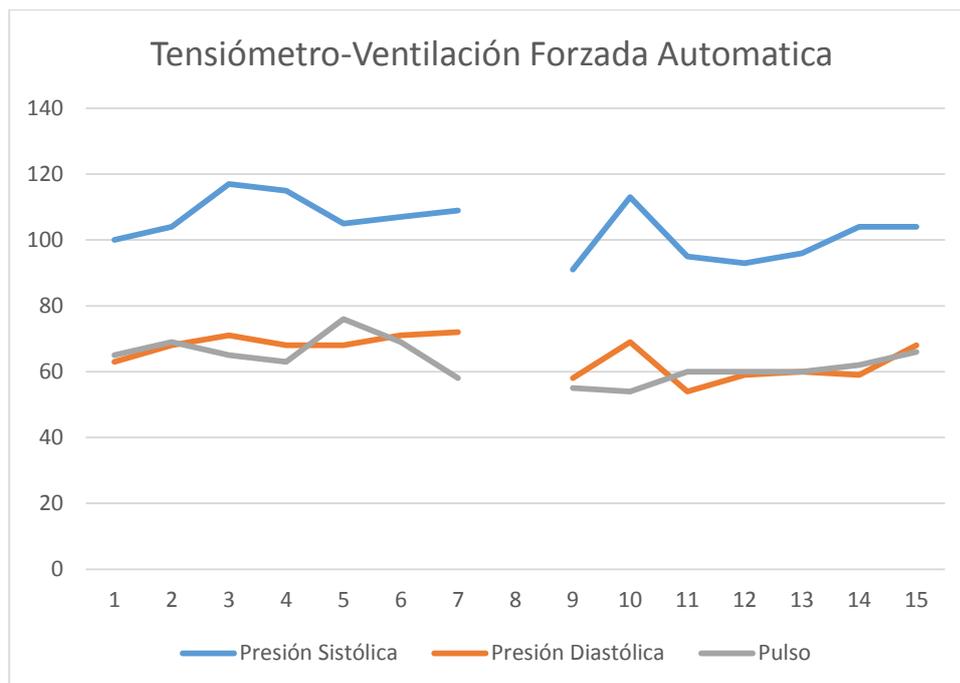


**Figura 83. Oxímetro utilizando ventilación forzada manual**

Se puede observar que la saturación en los sitios sierra están disminuidos entre 6-8 % y con aire acondicionado (control de velocidad del ventilador 2), debido a una vasoconstricción periférica generalizada y mayor ventilación.

En los sitios costa se puede analizar que con la misma cantidad de aire acondicionado se recupera la saturación de oxígeno por un vaso dilatación periférica y mejor rendimiento cardíaco sin llegar a los valores normales.

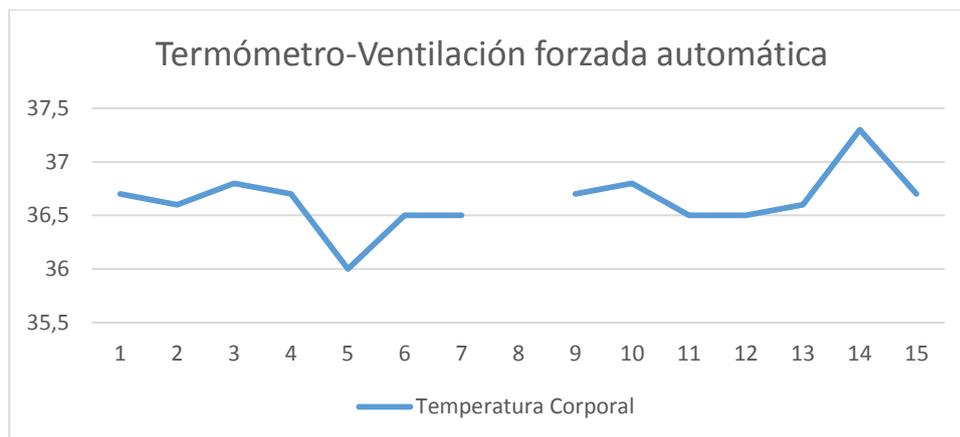
La saturación de oxígeno en la sangre muestra un valor bajo en la prueba 7 con un valor de 87% cuyo diagnóstico es de Hipoxemia leve sin repercusiones a nivel cerebral, mientras q en el resto de pruebas se encuentra en estados admisibles.



**Figura 84. Tensiómetro utilizando ventilación forzada automática**

Con el sistema automatizado se observa (temperatura 21-24°C) una velocidad, distribución y direccionamiento de ventilación adecuados. Los signos vitales presión sistólica, presión diastólica y pulso tanto en los sitios sierra como en los sitios costa se encuentran en la normalidad. Puesto que hay un mejor confort con el sistema automatizado (las pequeñas variaciones de presiones y del pulso son transitorias e individuales).

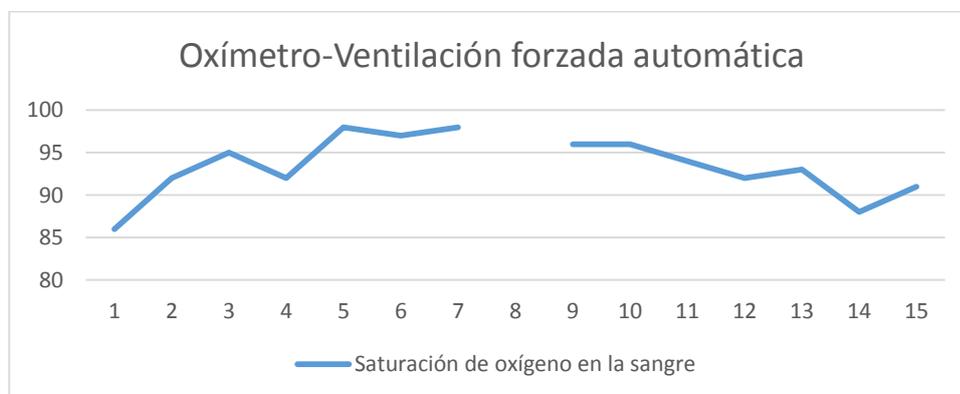
Analizaremos el pulso presiones, sistólica y diastólica empleando el sistema automatizado. Las variaciones fisiológicas son muy leves tanto en sierra como en la costa; es decir no ha existido variaciones considerables por la altura ni a medida que se acerca a nivel del mar, se puede comprobar que con este sistema se puede viajar con una confortabilidad deseada.



**Figura 85. Termómetro utilizando ventilación forzada automática**

En cuanto a la temperatura corporal y con un sistema automático de confort se puede observar que la temperatura tanto en sierra como en sitios costa se mantiene dentro de límites normales.

La temperatura corporal empleando el sistema automatizado nos brinda valores de 36,7°C aceptables de temperatura, aumentando el nivel de confort.



**Figura 86. Oxímetro utilizando ventilación forzada automática**

En cuanto a la saturación de oxígeno utilizando un sistema automatizado se analizó que se pudo haber obtenido un 94-95 %de oxígeno, pero con todo el confort interno la saturación de oxígeno no alcanzo niveles óptimos ni en la sierra ni en la costa. Esto sería debido a una respuesta individual al medio ambiente, por el peso y estatura.

La saturación de oxígeno en la sangre muestra un valor bajo 88% en la prueba 6 cuyo diagnóstico es de Hipoxemia leve sin repercusiones a nivel

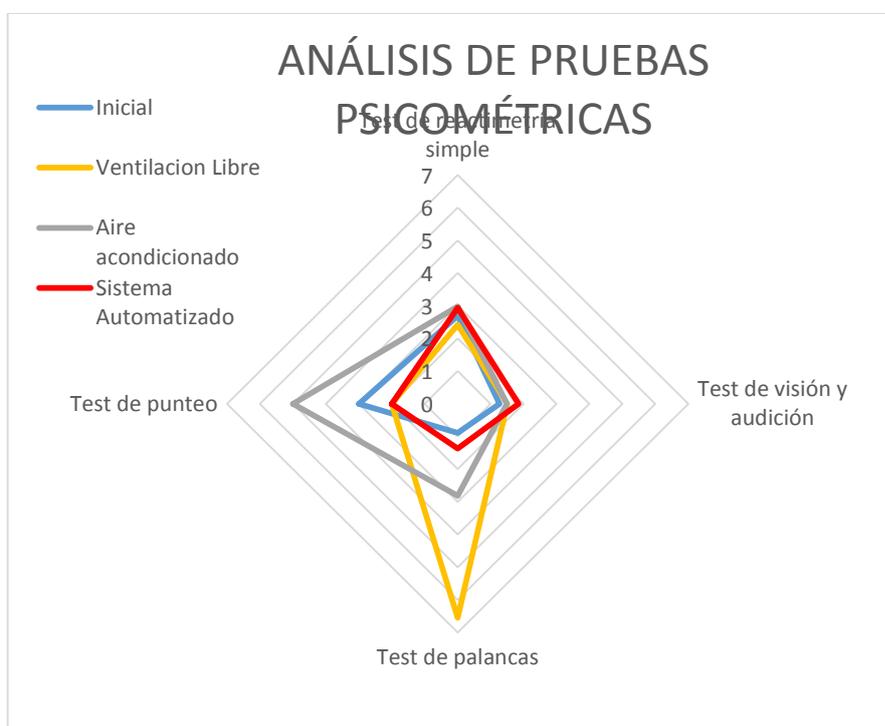
cerebral, mientras q en el resto de pruebas se encuentra en estados admisibles.

#### 4.12. Análisis de pruebas psicométricas

**Tabla 64**

**Análisis de pruebas psicosenométricas**

	Inicia l	Ventilación Libre	Aire acondicionado Manual	Sistema Automatizad o
Tiempo promedio Test de reactimetría simple (ds)	2,69	2,42	2,97	2,94
Puntaje de test de visión y audición (s)	1,27	1,51	1,5	1,85
Tiempo de errores en palancas (s)	0,89	6,55	2,82	1,37
Cantidad de errores de punteado	3	2	5	2

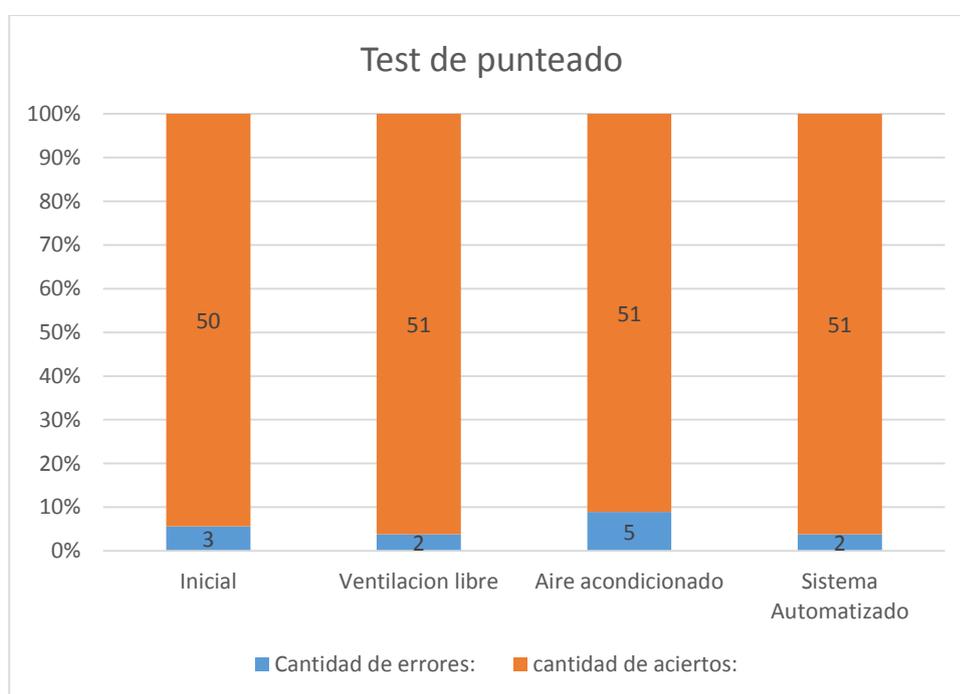


**Figura 87. Análisis de pruebas psicosenométricas**

En la **Figura 87** en el test de reactimetría simple se observa un promedio de reacción aceptable del conductor ya que se encuentran por

debajo de los 4 decisegundos que es el límite para superar el test, test de visión se observa los datos de las pruebas realizadas dentro del rango aceptable, continuando con el test de palanca se observa en la prueba de ventilación libre un tiempo de error de 6,5 segundos el cual supera el tiempo máximo para realizar dicho test quedando esta prueba rechazada, En el test de punteo se observa la prueba de aire acondicionado es la que cuenta con un mayor número de errores con 5 errores pero situándose dentro de los parámetros aceptados por el test.

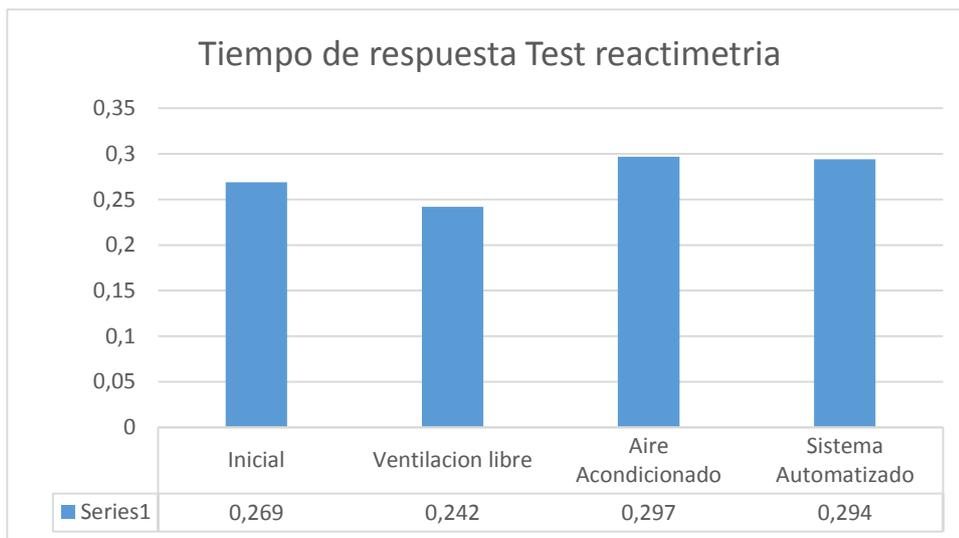
#### 4.12.1. Test de punteo



**Figura 88. Análisis de test de punteo**

En el Test de punteo de la **Figura 88** se muestra un total de 53 pulsaciones de las cuales la prueba del sistema automatizado es la que cuenta con el menor número de errores (2 errores), la prueba de aire acondicionado manual es la que cuenta con el mayor número de errores con 5 pero encontrándose dentro de los parámetros aceptables, por lo tanto todas las pruebas superan este test.

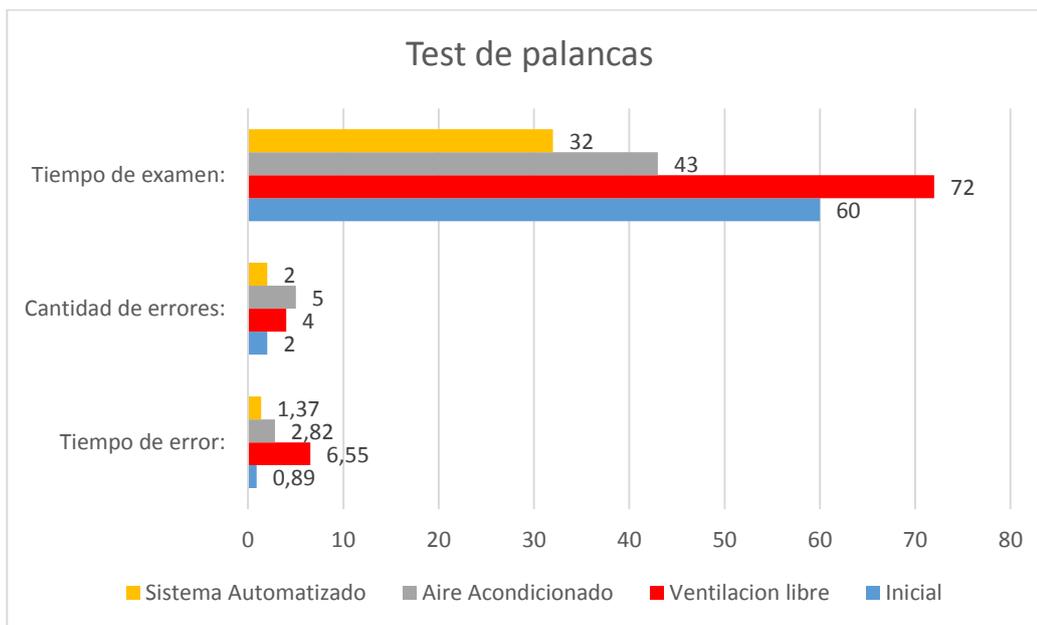
### 4.12.2. Test de reactividad



**Figura 89. Análisis de test de reactividad**

En la **Figura 89** se aprecia los resultados del test de reactividad donde el mejor resultado con menor tiempo de reacción es de la prueba de ventilación libre con 0,269 segundos, el resultado con un mayor tiempo de reacción es de prueba realizada con aire acondicionado manual con 0,297 segundos, todas las pruebas se encuentran dentro de los rangos aceptables para aprobar que son de 0,4 segundos o 4 decisegundos.

### 4.12.3. Test de palancas



**Figura 90. Análisis de test de palancas**

En la **Figura 90** se observa el tiempo de examen de la prueba de ventilación libre con un tiempo de 72 segundos, el cual supera el tiempo máximo de la prueba que es de 60 segundos por este motivo la prueba de ventilación es rechazado, Al utilizar este tipo de ventilación la motricidad y la destreza se puede ver afectad. Mientras el sistema automatizado obtiene los mejores resultados de las pruebas con un tiempo de examen de 32 segundos, 2 errores y 1,37 segundos de tiempo de error.

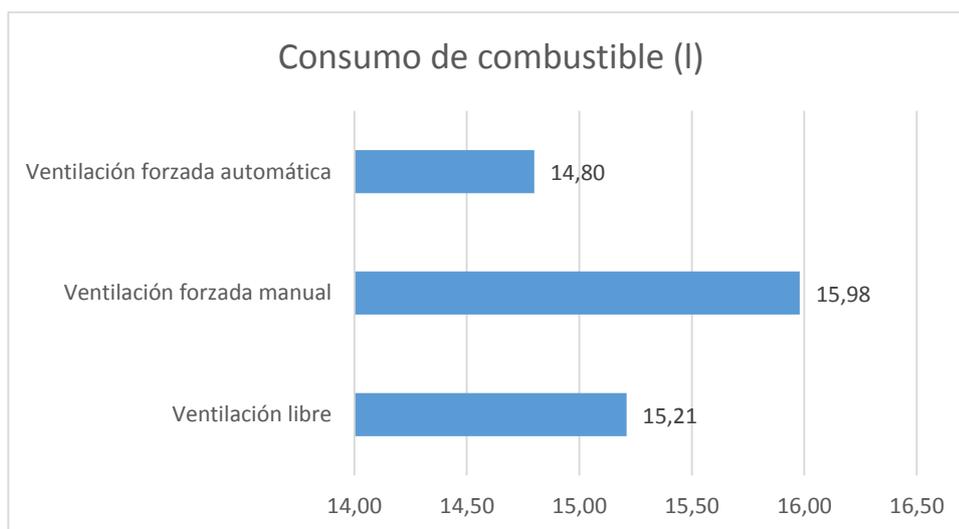
#### 4.13. Análisis de consumo de combustible

##### 4.13.1. Viaje Latacunga – Esmeraldas

Tabla 65

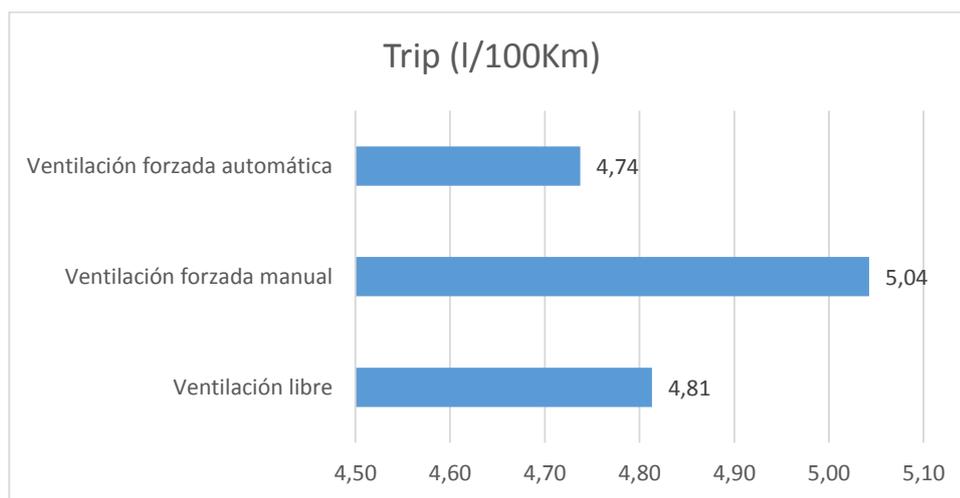
##### Consumo de combustible Latacunga - Esmeraldas

Tabulación de los datos de consumo de combustible Latacunga - Esmeraldas						
	Distancia (Km)	Consumo (l)	Trip (l/100Km)	Total (l/100km)	Fuel (l/hr)	
<b>Ventilación libre</b>	316	15,21	4,81	4,80	0,74	
<b>Ventilación forzada manual</b>	316,9	15,98	5,04	5,10	0,82	
<b>Ventilación forzada automática</b>	312,4	14,8	4,74	4,80	0,67	



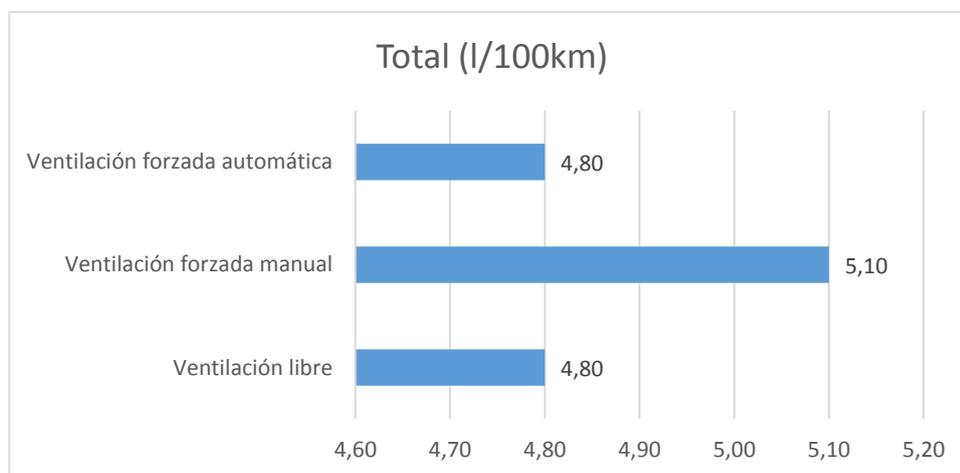
**Figura 91. Análisis de consumo de combustible Latacunga – Esmeraldas**

En la **Figura 91** se observa el consumo de combustible por cada prueba realizada en un tramo promedio de 315.1 Km siendo la prueba de ventilación automática de menor consumo con 14,8 l, la prueba de ventilación forzada manual es la prueba de mayor consumo con 15,98 l y la prueba de ventilación libre obtiene datos intermedios entre ambas pruebas con 15,21 l.



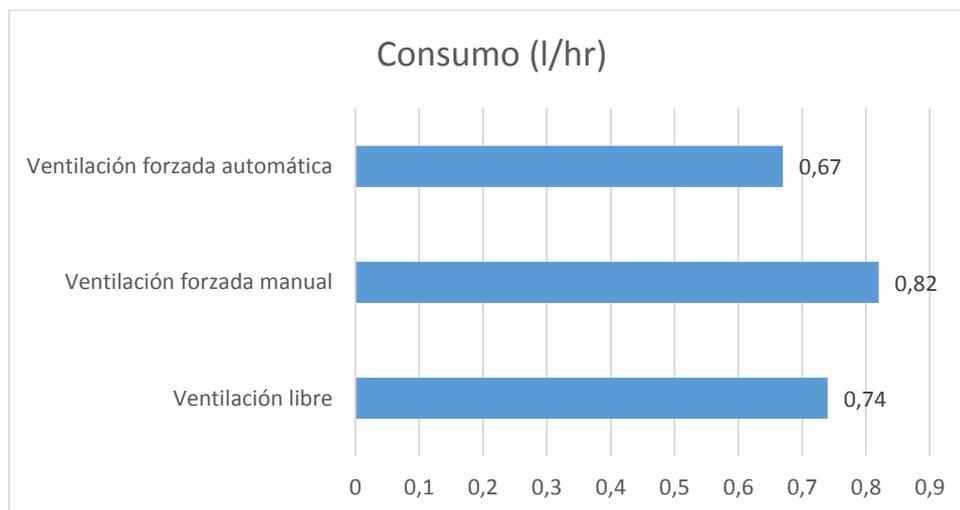
**Figura 92. Análisis de consumo por 100 Km. Latacunga – Esmeraldas**

En la **Figura 92** se puede analizar el consumo de combustible por cada 100 Km recorridos, en la cual se muestra la prueba de mayor consumo es la de ventilación forzada manual con 5,04 l/100km, la prueba de consumo intermedio es ventilación libre con 4,81 l/100Km, la prueba que tiene un menor consumo cada 100 Km es la prueba de ventilación forzada automática (Automatización) con 4,74 l/100Km.



**Figura 93. Análisis de consumo total / 100 Km. Latacunga Esmeraldas**

En la **Figura 93** se aprecia el consumo total realizado en el trayecto Latacunga – Esmeraldas con un consumo máximo de 5,10 l/100Km de la prueba de ventilación forzada manual, las prueba con un menor consumo de combustible por cada 100 Km son ventilación forzada automática y ventilación libre con 4,8 l/100Km.



**Figura 94. Consumo por hora Latacunga – Esmeraldas**

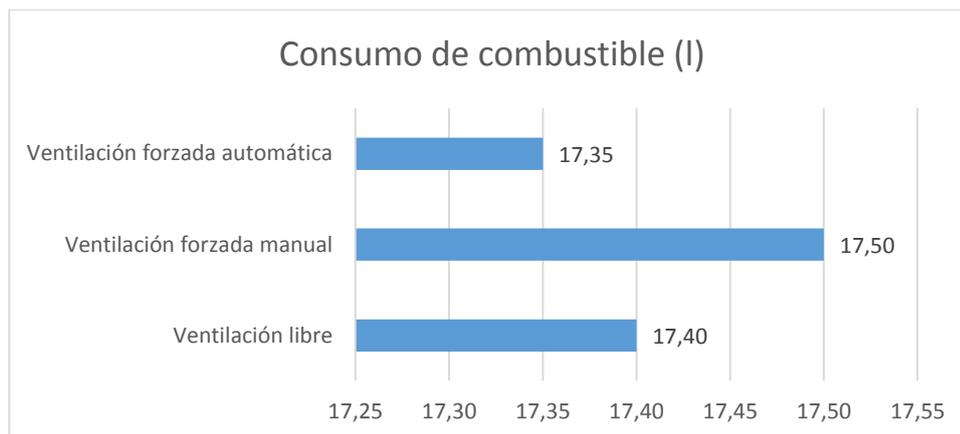
En la **Figura 94** representa el consumo por hora ocurrido en la trayectoria Latacunga – Esmeraldas, en la prueba de ventilación forzada automática (automatización) se observa un menor consumo por hora con respecto al resto de las pruebas 0,67 l/hr, siendo la prueba de ventilación forzada manual la de mayor consumo por hora con 0,82 l/hr y la prueba de ventilación libre la de resultados intermedios con 0,74 l/hr.

#### 4.13.2. Retorno Esmeraldas – Latacunga

**Tabla 66**

**Consumo de combustible Esmeraldas - Latacunga**

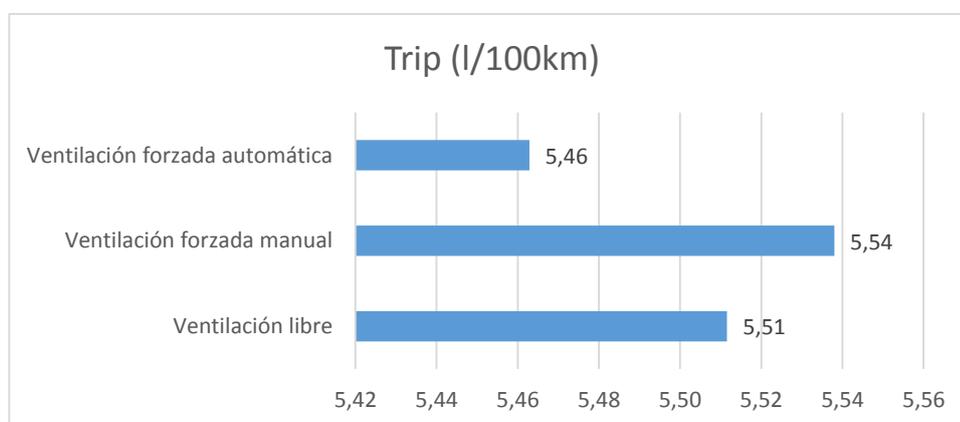
Tabulación de los datos de consumo de combustible Esmeraldas - Latacunga					
	Distancia (Km)	Consumo (l)	Trip (l/100Km)	Total (l/100km)	Fuel (l/hr)
<b>Ventilación libre</b>	315,7	17,40	5,51	5,00	0,98
<b>Ventilación forzada manual</b>	316	17,50	5,54	5,20	0,71
<b>Ventilación forzada automática</b>	317,6	17,35	5,46	5,10	0,52



**Figura 95. Análisis de consumo de combustible Esmeraldas - Latacunga**

En la **Figura 95** representa el consumo de combustible para las tres pruebas con trayectoria Esmeraldas – Latacunga, con una distancia promedio de 316.43 Km, siendo la prueba de ventilación automática de menor consumo con 17,35 l, la prueba de ventilación forzada manual refleja ser la prueba de mayor consumo con 17,5 l y la prueba de ventilación libre obtiene datos intermedios entre ambas pruebas con 17,4 l.

Al analizar las **Figura 91** y **Figura 95** de análisis de consumo de combustible el trayecto Esmeraldas – Latacunga resulta ser de mayor consumo con: 2,55 l prueba de ventilación forzada automática, 1,52 l ventilación forzada manual, 2.29 l ventilación libre, por motivos de poseer una pendiente positiva (ascenso Costa - Sierra) se requiere de un mayor esfuerzo del motor por ende se obtiene mayor consumo.



**Figura 96. Análisis de consumo por 100 Km. Esmeraldas - Latacunga**

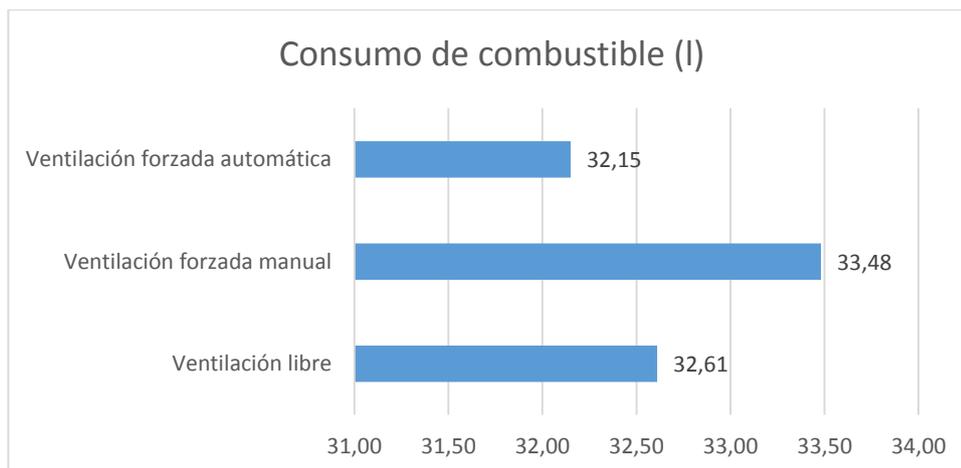
En la **Figura 96** se puede analizar el consumo de combustible por cada 100 Km recorridos en la trayectoria Esmeraldas - Latacunga, en la cual se muestra que la prueba de mayor consumo es la de ventilación forzada manual con 5,54 l/100Km, la prueba de consumo intermedio es ventilación libre con 5,51 l/100Km, la prueba que tiene un menor consumo cada 100 Km es la prueba de ventilación forzada automática (Automatización) con 5,46 l/100Km.

Al comparar las **Figura 92** y **Figura 96** de Análisis de consumo por cada 100 Km el trayecto Esmeraldas – Latacunga resulta ser de mayor consumo por 100 Km con: 0,72 l prueba de ventilación forzada automática, 0,5 l ventilación forzada manual, 0,7 l ventilación libre, por motivos de poseer una pendiente positiva (ascenso Costa - Sierra) se requiere de un mayor esfuerzo del motor por ende se obtiene mayor consumo.

#### 4.13.3. Consumo de combustible total

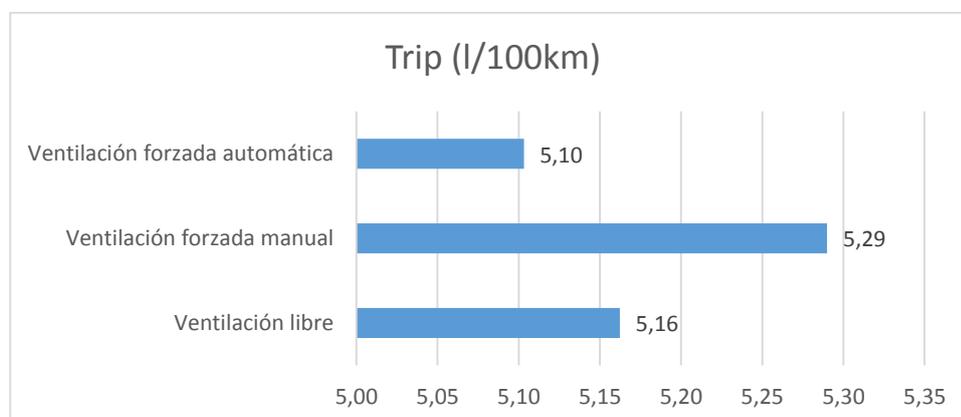
**Tabla 67**  
**Consumo de combustible total**

Tabulación de los datos de consumo de combustible Latacunga-Esmeraldas-Latacunga						
	Distancia (Km)	Consumo (l)	Consumo (G)	Trip (l/100Km)	Total (l/100km)	Fuel (l/hr)
<b>Ventilación libre</b>	631,7	32,61	8,62	5,16	5,20	0,98
<b>Ventilación forzada manual</b>	632,9	33,48	8,84	5,29	5,20	0,71
<b>Ventilación forzada automática</b>	630	32,15	8,49	5,10	5,10	0,52



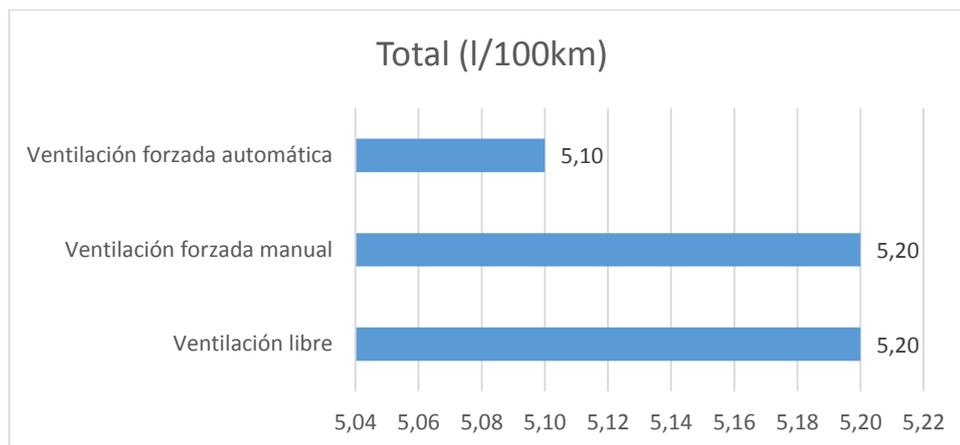
**Figura 97. Consumo total de combustible**

En la **Figura 97** representa el consumo de combustible para las tres pruebas con trayectoria total Latacunga – Esmeraldas - Latacunga, con una distancia promedio de 631.53 Km, siendo la prueba de ventilación automática (automatización) de menor consumo con 32,15 l, la prueba de ventilación forzada manual refleja ser la de mayor consumo con 33,48 l y la prueba de ventilación libre obtiene datos intermedios entre ambas pruebas con 32,61 l.



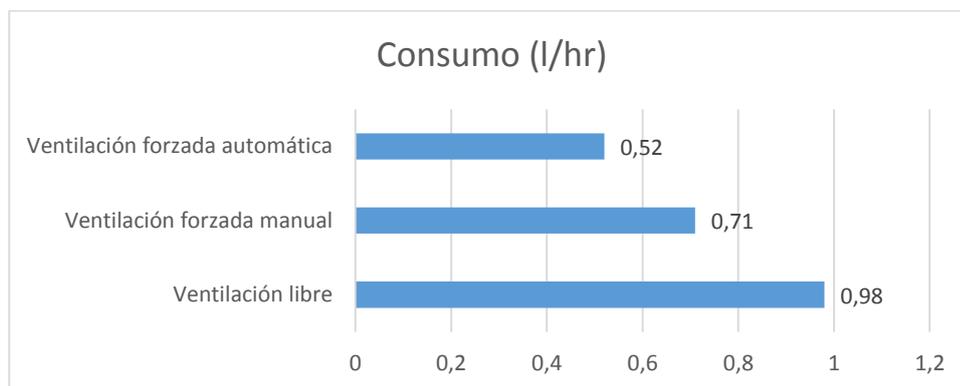
**Figura 98. Consumo Trip de combustible**

En la **Figura 98** se puede analizar el consumo de combustible por cada 100 Km recorridos, en la cual se muestra que la prueba de mayor consumo es la de ventilación forzada manual con 5,29 l/100km, la prueba de consumo intermedio es ventilación libre con 5,16 l/100Km, la prueba que tiene un menor consumo cada 100 Km es la prueba de ventilación forzada automática (Automatización) con 5, 10 l/100Km.



**Figura 99. Consumo Total / 100 Km.**

En la **Figura 99** se aprecia el consumo total realizado en el trayecto total Latacunga – Esmeraldas – Latacunga con un consumo máximo de 5,20 l/100Km entre las pruebas de ventilación forzada manual y ventilación libre, las prueba con un menor consumo de combustible por cada 100 Km son ventilación forzada automática con 5, 10 l/100Km.



**Figura 100. Consumo total / hora**

En la **Figura 100** representa el consumo por hora ocurrido en la trayectoria total Latacunga – Esmeraldas – Latacunga, en la prueba de ventilación forzada automática, se observa un menor consumo por hora con respecto al resto de las pruebas 0,52 l/hr, siendo la prueba de ventilación libre la de mayor consumo por hora con 0,98 l/hr y la prueba de ventilación forzada manual la de resultados intermedios con 0,71 l/hr.

#### 4.14. Análisis de gases de escape

##### 4.14.1. Prueba ralenti

Tabla 68

Tabulación de gases de escape en ralenti

TABULACIÓN DE GASES DE ESCAPE					
RALENTÍ					
	HC (ppm)	CO (%)	CO2 (%)	O2 (%)	RPM (rpm )
<b>Estándar</b>	177,75	0,2225	13,815	0,6175	799
<b>A/C</b>	134,5	0,0325	14,14	0,18	805,75
<b>Calefacción</b>	166,5	0,0875	14,0875	0,1825	807,75
<b>Automatizado A/C</b>	135	0,0775	14,0475	0,1525	796
<b>Automatizado Calefacción</b>	131,5	0,08	14,0025	0,17	806,75

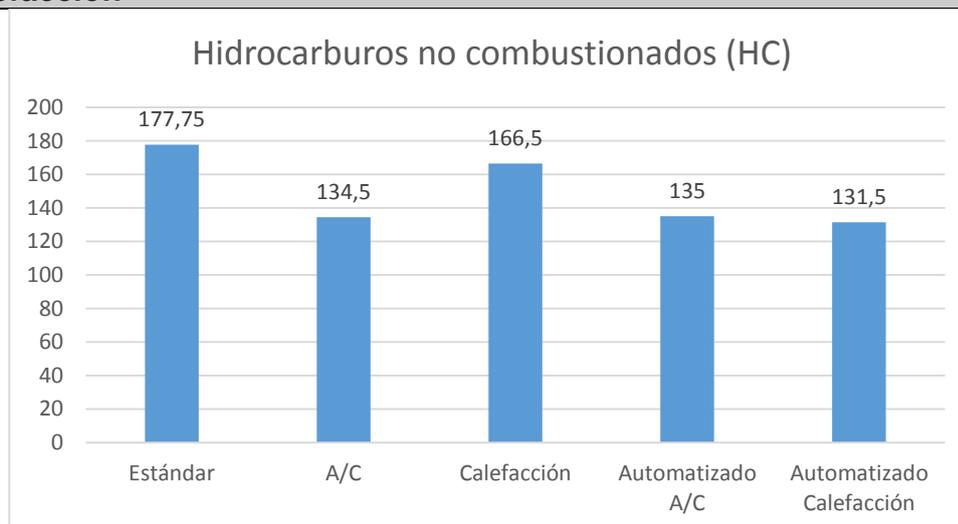
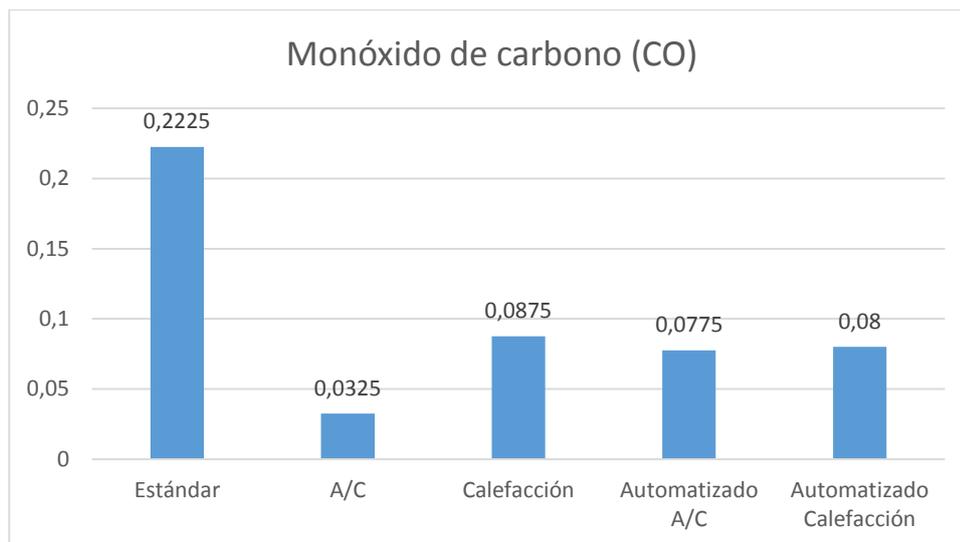


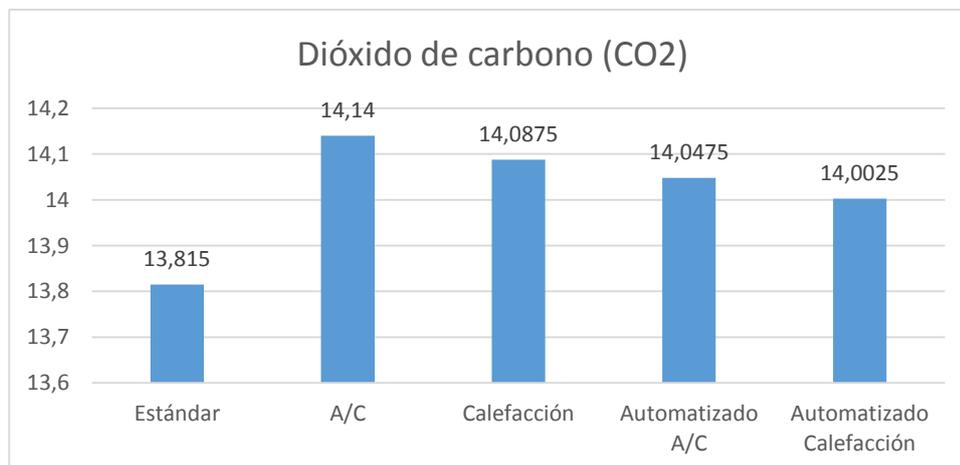
Figura 101. Análisis de HC no combustionados en ralenti

En la **Figura 101**, se puede observar que las emisiones de HC estándar (ventilación libre) son mayores con 177,75 ppm en comparación con las otras configuraciones, mientras que al emplear el aire acondicionado se tiene 134,5 ppm. Al emplear la calefacción se observa 166,5 ppm. Empleando el sistema automatizado se obtiene 135 ppm con un 0,5 ppm más que la configuración A/C, al emplear el sistema automatizado de calefacción se tiene 131,5 ppm disminuyendo un 3ppm con respecto a la configuración de calefacción.



**Figura 102. Análisis de CO en ralenti**

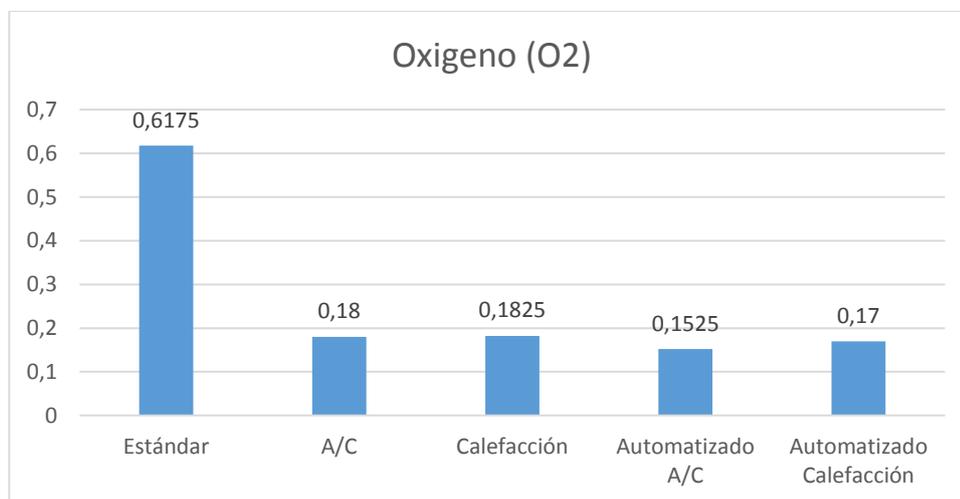
En la **Figura 102**, se puede observar que los niveles de CO estándar (ventilación libre) son más altos con 0,2225% en comparación con las otras configuraciones, al emplear el aire acondicionado se tiene 0,0325. Al emplear la calefacción se observa 0,0875. Empleando el sistema automatizado se obtiene 0,0775% con un 0,045% más que la configuración A/C, empleando el sistema automatizado de calefacción se tiene 0,08 disminuyendo 0,0075% con respecto a la configuración de calefacción.



**Figura 103. Análisis de CO2 en ralenti**

El nivel de CO2 estándar (ventilación libre) son pequeños en comparación con las otras configuraciones alcanzando un 13,815%, empleando el aire acondicionado se tiene 14,14%. Al emplear la calefacción se observa 14,0875%. Empleando el sistema automatizado se obtiene

14,0475% con respecto a la configuración A/C un 0,0925% menos, empleando el sistema automatizado de calefacción se tiene 14,0025% disminuyendo 0,085% con respecto a la configuración de calefacción como se muestra en la figura 62.



**Figura 104. Análisis de O2 en ralentí**

El nivel de O2 estándar (ventilación libre) es mucho más grande en comparación con las otras configuraciones alcanzando un 0,6175%, empleando el aire acondicionado se tiene 0,18%. Al emplear la calefacción se observa 0,1825%. Empleando el sistema automatizado se obtiene 0,1525% con respecto a la configuración A/C un 0,0275% más, empleando el sistema automatizado de calefacción se tiene 0,17% disminuyendo 0,015% con respecto a la configuración de calefacción como se muestra en la figura 62.

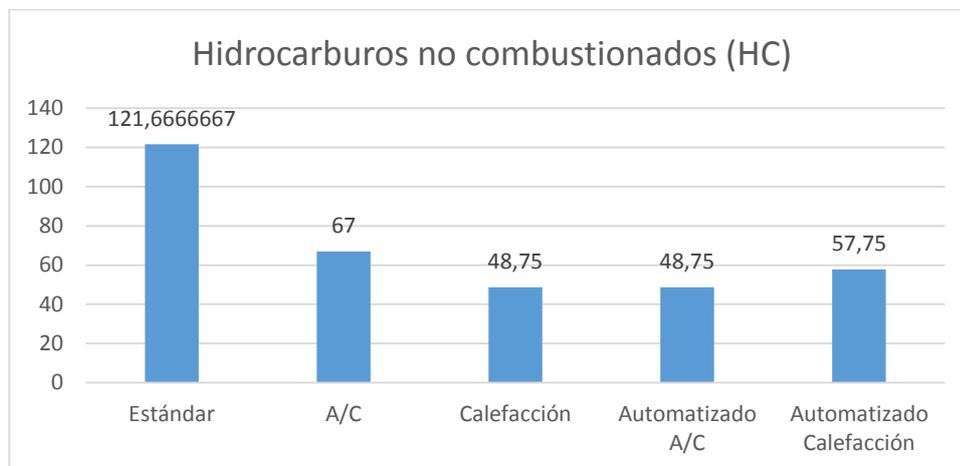
#### 4.14.2. Prueba crucero

**Tabla 69**

**Tabulación de gases de escape en velocidad crucero**

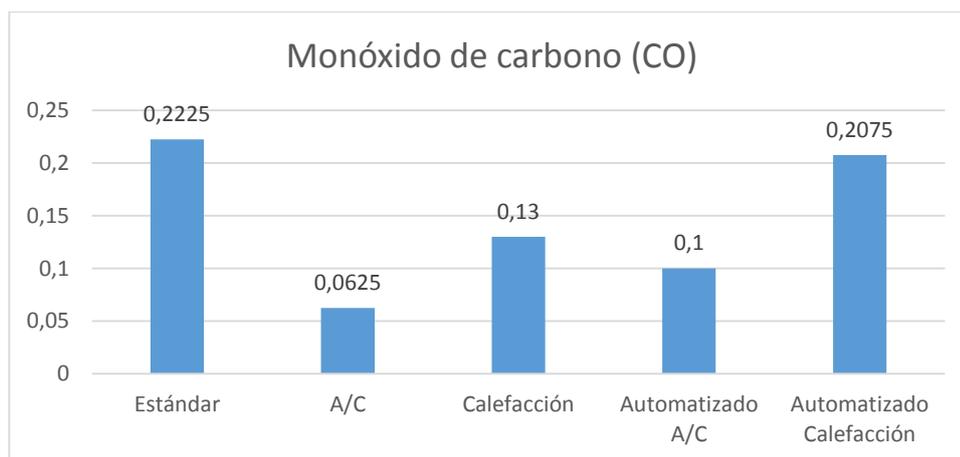
	CRUCERO				
	HC (ppm)	CO (%)	CO2 (%)	O2 (%)	RPM (rpm)
<b>Estándar</b>	121,666667	0,2225	13,9275	0,35	2372,25
<b>A/C</b>	67	0,0625	14,1475	0,1325	2391,5
<b>Calefacción</b>	48,75	0,13	14,1375	0,06	2423
<b>Automatizado A/C</b>	48,75	0,1	14,12	0,08	2425
<b>Automatizado</b>	57,75	0,2075	14,035	0,0625	2409,75

## Calefacción



**Figura 105. Análisis de HC no combustionados en crucero**

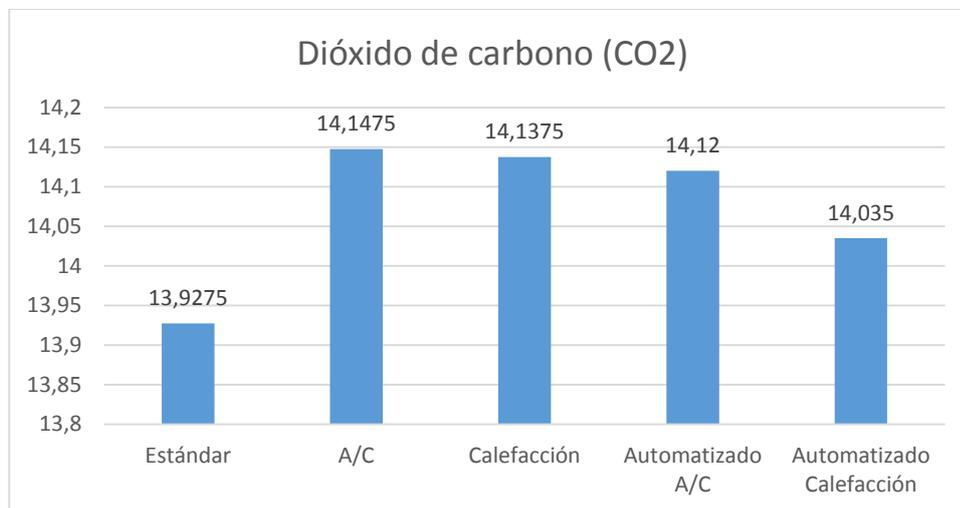
En la **Figura 105**, se puede observar que las emisiones de HC estándar (ventilación libre) son mayores con 121,6666667 ppm en comparación con las otras configuraciones, mientras que al emplear el aire acondicionado se tiene 67 ppm. Al emplear la calefacción se observa 48,75 ppm. Empleando el sistema automatizado se obtiene 48,75 ppm con un 18,25 ppm menos que la configuración A/C, al emplear el sistema automatizado de calefacción se tiene 57,75 ppm aumentando un 9ppm con respecto a la configuración de calefacción.



**Figura 106. Análisis de CO en crucero**

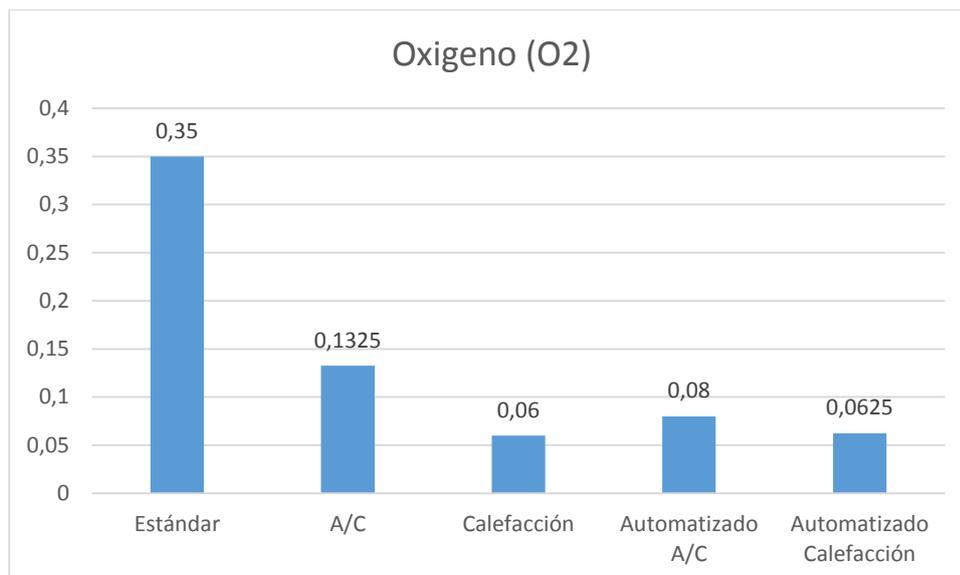
La **Figura 106**, muestra que los niveles de CO estándar (ventilación libre) son más altos alcanzando 0,2225% en comparación con las otras configuraciones, al emplear el aire acondicionado se tiene 0,0625. Al

emplear la calefacción se observa 0,13. Empleando el sistema automatizado se obtiene 0,1% con un 0,0375% más que la configuración A/C, empleando el sistema automatizado de calefacción se tiene 0,2075 aumentando un 0,00775% con respecto a la configuración de calefacción.



**Figura 107. Análisis de CO2 en crucero**

El nivel de CO2 estándar (ventilación libre) son pequeños en comparación con las otras configuraciones tomando un valor de 13,9275%, empleando el aire acondicionado se tiene 14,1475%. Al emplear la calefacción se observa 14,1375%. Empleando el sistema automatizado se obtiene 14,12% con respecto a la configuración A/C un 0,0275% menos, empleando el sistema automatizado de calefacción se tiene 14,035% disminuyendo 0,1025% con respecto a la configuración de calefacción como se muestra en la **Figura 107**.

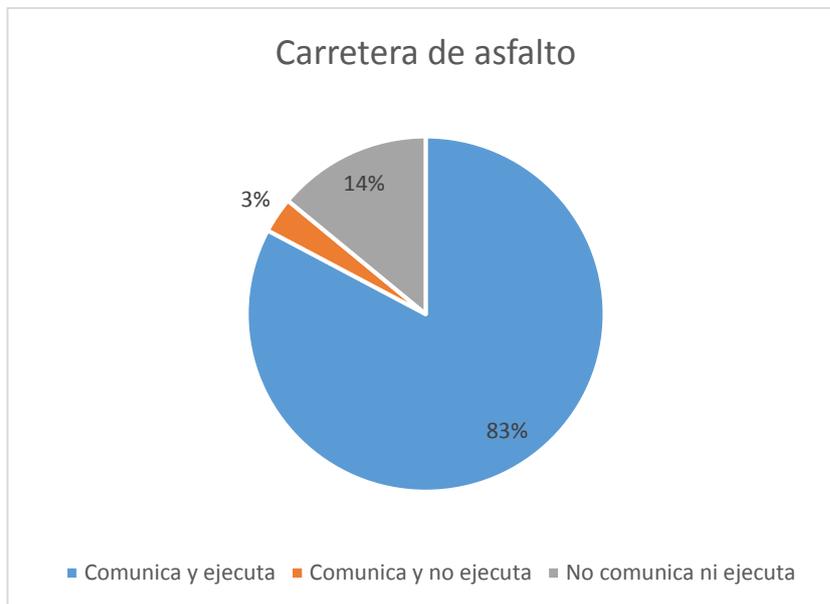


**Figura 108. Análisis de O2 en crucero**

El nivel de O2 estándar (ventilación libre) es mucho más grande en comparación con las otras configuraciones alcanzando un 0,35%, empleando el aire acondicionado se tiene 0,1325%. Al emplear la calefacción se observa 0,06%. Empleando el sistema automatizado se obtiene 0,08% con respecto a la configuración A/C un 0,0525% menos, empleando el sistema automatizado de calefacción se tiene 0,0625% aumentando 0,0025% con respecto a la configuración de calefacción como se muestra en la **Figura 108**.

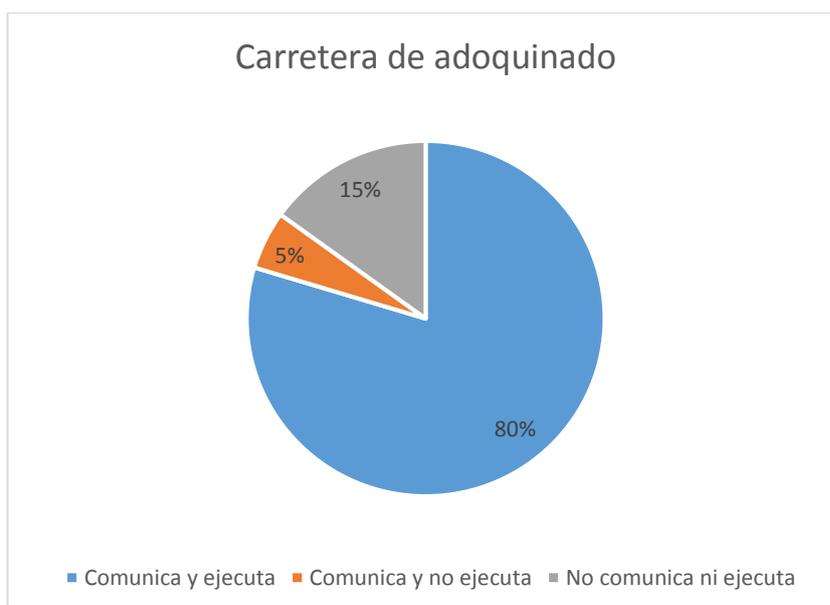
## 4.15. Análisis de comandos de voz

### 4.15.1. Análisis de pruebas en carretera de la radio



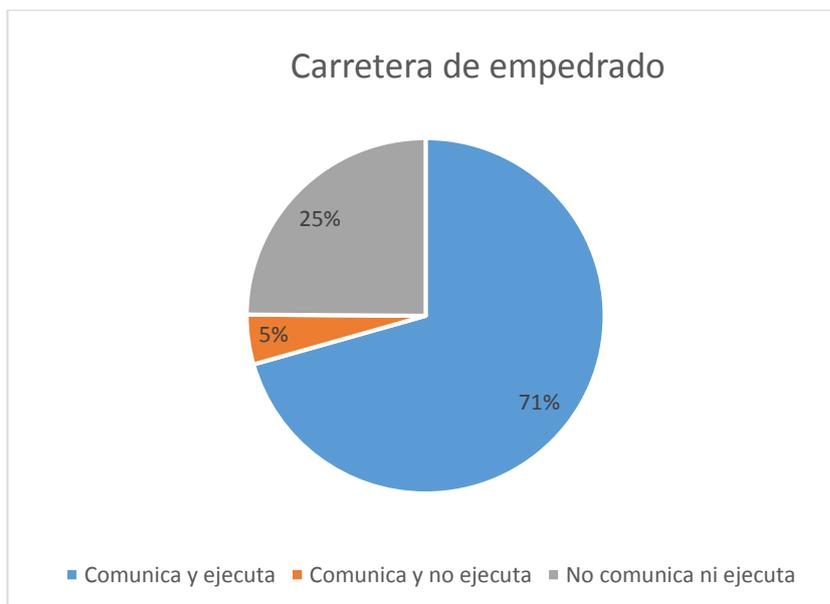
**Figura 109. Carretera de asfalto**

En la **Figura 109** se observa la prueba realizada en carreteras de asfalto con un total de 93 comandos dictados de los cuales el 83 % de los comandos fueron comunicados y ejecutados, mientras tanto un 14 % de comandos fueron comunicados pero no se ejecutaron y un 3% no se comunicaron ni se ejecutaron.



**Figura 110. Carretera de adoquinado**

En la **Figura 110** se observa la prueba realizada en carreta de adoquinado con un total de 113 comandos dictados, de los cuales un 80% fueron comunicados y ejecutados, un 15 % de los comandos se comunicaron pero no se ejecutaron y un 5 % no se comunicaron ni se ejecutaron.



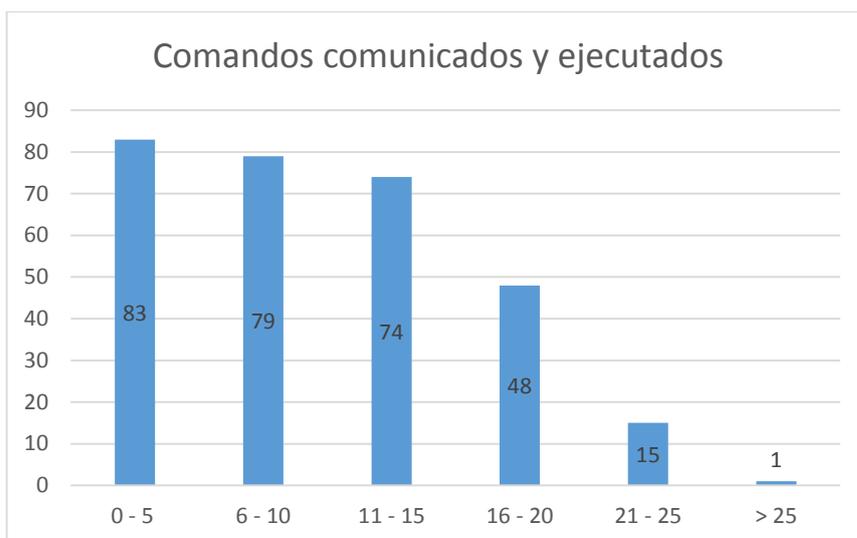
**Figura 111. Carretera de empedrado**

En la **Figura 111** se aprecia la prueba realizada en carretera de empedrado con un total de 221 comandos dictados, de los cuales un 71 % fueron comunicados y ejecutados, un 25 % no fueron comunicados ni ejecutados y un 5 % fueron comunicados pero no se ejecutaron.

De las tres pruebas realizadas en diferentes carreteras, la prueba en carretera de asfalto obtuvo los mejores resultados con 83% de comandos comunicados y ejecutados,

Estos datos fueron obtenidos con un tiempo alrededor de 15 días en funcionamiento del sistema automatizado.

#### 4.15.2. Análisis de pruebas a diferentes niveles de ruido



**Figura 112. Comandos a diferentes niveles de ruido**

En la **Figura 112** se analiza los comandos dictados a diferentes niveles de ruido producidos por el volumen del sistema de audio, con un máximo de 83% en niveles de 0 – 5, 79% en niveles de 6 – 10, 74% en niveles de 11 – 15, 48% en niveles de 16 – 20, 15% en niveles de 21 – 25 y un 1% en niveles mayores de 25.

Siendo aconsejable el uso en niveles de 15 donde se tiene el 74% de comandos comunicados y aceptados.

Estos datos fueron obtenidos con un tiempo alrededor de 15 días en funcionamiento del sistema automatizado.

## CAPÍTULO V

### 5. MARCO ADMINISTRATIVO

Para la realización del presente proyecto de titulación se redactará de forma ordenada y concisa los tipos de recursos empleados, como son: humanos, tecnológicos, materiales.

#### 5.1. Recursos humanos

En lo que se refiere a recurso humano que intervino en el desarrollo de la investigación se resalta la participación de personas preparadas en distintas áreas, que colaboraron con su tiempo y conocimiento en las diferentes etapas que se referirán a continuación.

**Tabla 70**  
**Recursos humanos**

Nombres	Función
<b>Fabian Aguagallo Cando y Diego Quezada Suárez</b>	Investigación y elaboración del proyecto.
<b>Ing. Leónidas Quiroz</b>	Tutor y asesor general.
<b>Ing. José Quiroz</b>	Asesor para el servicio de recarga de A/C.
<b>Ing. José Serrano</b>	Asesoría en programación y sistemas.
<b>Ing. Celso Taipe</b>	Asesoría en la estructuración del escrito.
<b>Dr. Gustavo Barrera</b>	Asesor en Fisiología Humana.
<b>Sr. Edison Flores</b>	Asesoría en mecánica automotriz.

#### 5.2. Recursos tecnológicos

Medios que ayudaron de forma trascendental en el análisis y elaboración del proyecto tanto práctico como escrito.

**Tabla 71**  
**Recursos tecnológicos**

<b>Nombres</b>	<b>Función</b>
<b>Software OBDwiz</b>	Prueba de consumo
<b>Computador</b>	Elaboración escrito/tabulación
<b>Software CARTEK</b>	Control en la prueba de análisis de gases
<b>Clima 7000</b>	Carga de A/C
<b>Multímetro</b>	Control de mediciones es los sistemas automatizados

### 5.3. Recursos materiales

Se denomina como recurso material a todo elemento físico (mecánico, eléctrico y electrónico) que se emplea para el desarrollo del proyecto de titulación.

**Tabla 72**  
**Recursos materiales**

<b>Núm. De elementos</b>	<b>Detalle</b>
3	Servomotores
4	Relés electrónicos
5	Porta relés
5	Relés automotrices
4	Transistores Tip31C
8	Transistores 2N 3904
7	Reguladores de tensión 7805
3	Trimmer electrónico
8	Sensores de temperatura y humedad
1	Pantalla UTFT
3	Fusibles y porta fusibles
12	Diodos rectificadores
6	Borneras
7	Capacitores electrolíticos
1	Módulo cdcard
2	Tarjeta cdcard
2	Arduino Mega
1	Arduino Uno
2	Proto Board
6	Pulsadores

## 5.4. Materiales Eléctricos

**Tabla 73**  
**Recursos eléctricos**

Núm. De elementos	Detalle
1	Convertidor de CD 12V a CA 110V

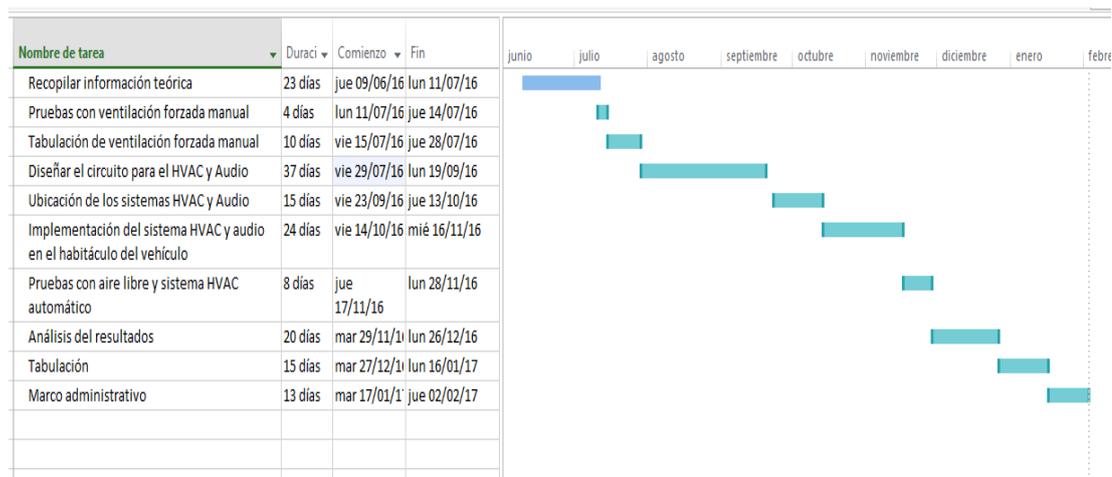
## 5.5. Presupuesto

Dar información acerca de los precios, de cada recurso que fue utilizado para la construcción del proyecto de titulación.

**Tabla 74**  
**Presupuesto**

Ord.	Descripción	Costo total
1	Impresiones, copias, empastados	\$ 100,00
2	Recursos materiales	\$ 1.340,00
3	Materiales Eléctricos	\$ 170,00
4	Peajes	\$ 40,00
5	Estadía	\$ 140,00
6	Gasolina	\$ 84,00
7	Imprevisto	\$ 200,00
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 2.074,00</b>

## 5.6. Cronograma



## CONCLUSIONES

Para las pruebas en funcionamiento de los sistemas implementados, se realiza una conducción prolongada, permitiendo visualizar un mejor confort tanto al conductor como al acompañante.

Como resultado de la investigación realizada, al automatizar el sistema de aire acondicionado / calefacción se logra mantener una temperatura en promedio de 22,85 / 23,29 °C y un 35,32 / 33,20 % de humedad relativa en las zonas inferior y superior del habitáculo del vehículo respectivamente, siendo estas temperaturas de agrado y confort de una persona.

Mediante la automatización del sistema HVAC se logra reducir el consumo cada 100 Km del vehículo en 3,53 % referente a ventilación forzada manual y un 1,14 % referente a ventilación libre, siendo más eficiente que el resto de las pruebas.

El funcionamiento del reconocedor de voz es superior en carreteras asfaltadas con un 83% de comandos comunicados y ejecutados, este porcentaje puede ir aumentando ya que cuenta con inteligencia artificial y con mayor tiempo de funcionamiento puede ir adaptándose a los patrones de voz del usuario.

Utilizando los sistemas automatizados, el confort del conductor se encuentra estable según resultados de las presiones sistólica, diastólica y pulso, alcanzando valores promedio durante todo el trayecto de 104mmHg, 65mmHg y 63 mmHg. respectivamente.

Mediante la automatización realizada se obtiene una mejora en cuanto a la temperatura corporal alcanzando un promedio de 36,68 °C, temperatura que se encuentra dentro de los rangos señalados.

## RECOMENDACIONES

Es necesario realizar un chequeo, un ABC al vehículo de pruebas para asegurarse de su buen funcionamiento, óptimo desempeño durante los trayectos de pruebas.

El sistema de aire acondicionado debe estar en perfectas condiciones de funcionamiento, para ello se debe efectuar los mantenimientos que el sistema necesita, como revisar las presiones la línea de baja y alta, revisar que no existan fugas del gas refrigerante R134A, verificar el buen funcionamiento de sus componentes.

Para poder asegurar que los datos sean confiables es necesario obtener dispositivos con rangos adecuados de medición y bajos porcentaje de error, realizar las mediciones de signos vitales en un mismo orden en todas las pruebas que se realicen.

Para mejorar el sistema automatizado controlado por voz, se considera buscar un micrófono que contenga un filtro que pueda vencer los niveles de ruidos generados al conducir por ciclos prolongados.

Investigar nuevas tecnologías en cuanto a sensores de humedad y temperatura, que cumpla con una toma de datos más eficiente para mejorar el sistema automatizado HVAC.

Al realizar los trayectos propuestos se deben respetar las normas de tránsito en todo momento, de esta manera salvaguardar la seguridad de los ocupantes del vehículo como de los peatones.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguero, H. (2016). *Sistema de seguridad del automóvil*. San Francisco: Alfaomega.
- Alonso, J. ,. (2002). *Circuitos electrotécnicos básicos sistemas de carga y arranque*. Madrid: Thomson paraninfo.
- Alonso, J. M. (2000). *Sistema de Seguridad y Confortabilidad*. Madrid: Paraninfo Thomson Learning.
- Alonso, J. M. (2010). *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico*. Madrid: Ediciones Paraninfo.
- Boylestad, R. L. (2009). *Teoría de circuitos y dispositivos electrónicos*. México, D.F.: Pearson.
- Casado, E. Á., Navarro, J. M., Morales, T. G., García, J. L., & Gracia, J. G. (2009). *Técnicas básicas de Mecánica y Electricidad*. Madrid: Paraninfo.
- Cise, e. (2015). Aire acondicionado. *Aire Acondicionado Automotriz* (pág. 91). Guayaquil: Taaet electronics.
- Cise, e. (2015). Aire acondicionado. *Aire acondicionado automotriz* (pág. 91). Guayaquil: Taaet electronics.
- Compañy, V. (15 de Agosto de 2007). Manual de instrucciones JVC KD-G240. Japon: Limited.
- Dubroff, R., Marshall, S., & Skitek, G. (1997). *Electromagnetismo conceptos y aplicaciones*. México, D.F.: MCMXCVI.
- Ecuador, F. G. (2015). *Ley organica de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial*. Ecuador: eSilec Profesional.
- Gutierrez, J. (2007). *Electrónica analoga*. San Francisco, California: Fotocopiar impresiones.
- Ignasi, D., & Eduard, J. (2005). Acústica. En D. Ignasi, & J. Eduard, *Tecnología básica del sonido I*. Madrid: Paraninfo.
- INACAP. (2002). *El transistor bipolar*. Madrid: Inacap.
- INACAP. (2002). *Relevador*. Madrid: Inacap.
- Karlsen, H. (2016). Multi-Platform Universal TFT display library. *Requirements*. California, E.E.U.U.

- Martín, J., & Pérez, M. (2012). Sistemas de audio y comunicación en automóviles. En J. Martín, & M. Pérez, *Sistemas de Seguridad y Confortabilidad*. Madrid: Macmillan.
- Peláez, D. A. (2004). *Técnicas del Automovil Sistemas de Climatización*. Madrid: Paraninfo.
- Perez, A. (2007). *Mundo de la enciclopedia visual de la electrónica*. Bogotá: Tienda de robótica.
- Perez, A. (2012). *Inicios a la robótica*. Bogotá, Colombia: Tienda de robótica.
- Pérez, J. (2010). Equipos de sonido. En J. Pérez, *Técnicas del Automóvil EQUIPO ELÉCTRICO* (pág. 462). Madrid: Paraninfo.
- Ruiz Vazquez, T., Arbelaitz Gallego, O., Etxeberria Uztarroz, I., & Ibarra Lasa, A. (2004). *Análisis básico de circuitos eléctricos y electrónicos*. Madrid: Pearson educación.
- Ruiz, J. (2014). *Manual de programación Arduino*. California: Marker Zona.
- Terman, P. (2004). *Evaluación Psicométrica*. Sonora, Mexico, D.F.: S.A. de C.V.
- Torrente Artero, O. (2013). *Arduino curso práctico de formación*. Madrid, España: RC IIBROS.
- Tránsito, A. N. (2015). *Siniestros*. Ecuador: Dirección de Estudios y Proyectos.
- Veloz, M. (22 de Mayo de 2014). El riesgo de accidentes crece con las distracciones. Quito: *El comercio*.

## NETGRAFIA

Aneta. (03 de Mayo de 2013). *Aneta*. Recuperado el 19 de Septiembre de 2016. Obtenido de <http://www.aneta.org.ec/index.php/2013-05-03-00-58-34/examen-psico-sensometrico>

Arduino. (2015). *arduino*. Recuperado el 15 de Diciembre de 2016. Obtenido de arduino: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560>

CESVI. (5 de Enero de 2016). *CESVI Argentina*. Recuperado el 6 de Enero de 2017. Obtenido de [https://www.cesvi.com.ar/SeguridadVial/Novedades/Seguridad\\_calor.aspx](https://www.cesvi.com.ar/SeguridadVial/Novedades/Seguridad_calor.aspx)

Chevrolet. (09 de Mayo de 2005). Ficha tecnica. Recuperado el 5 de Enero de 2017.

Diario, E. (20 de Febrero de 2010). *El Diario del Otún*. Recuperado el 13 de Abril de 2016. Obtenido de <http://eldiario.com.co/seccion/AUTOMOTRIZ/el-calor-puede-causar-accidentes100219.html>

Google. (2017). Google maps. Quito. Recuperado el 6 de Enero de 2017.

Libelium. (2 de sep de 2013). *Cooking hacks*. Recuperado el 25 de Mayo de 2016. Obtenido de <https://www.cooking-hacks.com/documentation/tutorials/ehealth-biometric-sensor-platform-arduino-raspberry-pi-medical>

listadecarros.com. (2016). Autos económicos de combustible: Chevrolet Spark. Recuperado el 5 de Enero de 2017.

PATRIA, L. (17 de Noviembre de 2012). *LA PATRIA*. Recuperado el 11 de Abril de 2016. Obtenido de <http://www.lapatria.com/al-volante/controla-la-temperatura-dentro-de-su-vehiculo-19839>

Tecnos, S. (2008). *Fundación para la prevención de Riesgos Laborales*. Recuperado el 10 de Noviembre de 2016. Obtenido de <http://tusaludnoestaennomina.com/wp-content/uploads/2014/12/La-salud-laboral-en-los-trabajadores-del-sector-de-frio-industrial.pdf>

Trucks, R. (2006). *Confederación Española de Transporte de Mercancías*. Recuperado el 20 de Julio de 2016. Obtenido de <http://www.cetm.es/TiemposConduccion.pdf>

# ANEXOS



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

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

**CERTIFICACIÓN**

Se certifica que el presente trabajo fue desarrollado por los señores, **WILFRIDO FABIAN AGUAGALLO CANDO** y **DIEGO ANDRÉS QUEZADA SUÁREZ**.

En la ciudad de Latacunga a los: **23 días del mes de febrero del 2017**.

Ing. Leónidas Quiroz  
**DIRECTOR DEL PORYECTO**

**Aprobado por:**



Ing. Danilo Zambrano  
**DIRECTOR DE CARRERA**

Dr. Juan Carlos Díaz