

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA
MENCIÓN MOTORES**

**IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE IGNICIÓN, ARRANQUE,
POTENCIA, LUBRICACIÓN Y COMBUSTIBLE PARA EL BANCO
DE PRUEBAS DE UN MOTOR RECÍPROCO DEL AVIÓN
VOLSKPLANE PARA EL ITSA**

POR:

FLORES GÓMEZ OMAR SANTIAGO

**Trabajo de Graduación como requisito previo para la obtención del
Título de:**

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA
MENCIÓN MOTORES**

2011

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el SR. FLORES GÓMEZ OMAR SANTIAGO, como requerimiento parcial para la obtención del título de TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA - MOTORES.

Ing. Félix Manjarrés A.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

Latacunga, 10 de Febrero de 2011

DEDICATORIA

El presente Proyecto está dedicado a mis Padres José y María, mis hermanos Paúl y Damarys, a Paola por ser más que una amiga una excelente persona; en si a mi familia, a todos ellos que estuvieron conmigo en los momentos buenos y malos, siendo de gran ayuda en el cumplimiento de mis metas y sueños muchas gracias los amo.

Omar Flores

AGRADECIMIENTO

En primer lugar quiero dar gracias a Dios, por haberme dado la salud, la fortaleza y capacidad para culminar esta etapa de mi vida. En segundo lugar quiero dar mi más grande agradecimiento a mi familia, amigos, compañeros por haberme soportado y ayudado a cumplir mis objetivos y porque siempre están a mi lado cuando más los necesito.

De la misma manera quiero agradecer a mi director de trabajo de grado Ing. Félix Javier Manjarrés Arias por su tiempo, paciencia y consejos para la culminación de este escalón de mi vida.

Al Tnlg. Andrés Paredes ya que por su apoyo fue posible empezar este reto.

Finalmente quiero agradecer a todo el personal de Mantenimiento de la empresa AERO MASTER S.A. por el apoyo brindado, especialmente a los Srs. Jorge Alencastro, Edwin Iza y José Erazo.

Omar Flores

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Páginas

CARÁTULA.....	I
CERTIFICACIÓN.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	V
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XV
RESUMEN.....	XXI
SUMARY.....	XXII
INTRODUCCIÓN.....	XXIII

CAPÍTULO I

EL TEMA

1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Justificación	2
1.3. Objetivos.....	2
1.3.1. Objetivo General	2
1.3.2. Objetivos Específicos.....	2
1.4. Alcance	3

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Introducción - El motor.....	5
2.1.1. Términos utilizados para el estudio del motor.....	5
2.1.2. Partes de un motor alternativo de combustión interna o motor básico ..	6

2.1.3.	Ciclos de operación de un motor	8
a)	Motor de dos tiempos.....	8
b)	El ciclo Otto – Motor de cuatro tiempos.....	8
2.1.4.	Motor Bóxer	10
a)	Configuración	10
2.1.5.	Motor de cilindros horizontalmente opuestos.....	11
2.2.	Sistema de ignición.....	12
2.2.1.	Objetivos del sistema de ignición.....	13
2.2.2.	Finalidad del sistema de encendido.....	13
2.2.3.	Partes del sistema de encendido con platinos y condensador.....	13
2.2.4.	El condensador	15
2.2.5.	La bujía	16
2.2.6.	Diagrama básico del funcionamiento del sistema de encendido.....	17
2.2.7.	Principios de operación del sistema de encendido	18
a)	Circuito primario (BT)	18
b)	Circuito secundario (AT).....	18
2.2.8.	Funcionamiento del sistema de encendido con platinos y condensador	18
2.3.	SISTEMA DE ARRANQUE.....	21
2.3.1.	Definiciones básicas	21
a)	Corriente eléctrica:	21
b)	Intensidad de corriente:.....	21
c)	Tensión, potencial o voltaje.....	21
d)	Diferencia de potencial (voltaje):	21
e)	Resistencia eléctrica	21
f)	Potencia eléctrica	22
g)	Fusibles.....	22

h) Campo magnético	22
i) Magnetismo	22
2.3.2 El sistema de arranque.....	23
a) Finalidad del sistema de arranque.....	23
b) Arranque por motor eléctrico.....	23
c) El motor eléctrico	24
d) Funcionamiento del motor de arranque	25
2.3.3. Alternador	26
2.4. SISTEMA DE POTENCIA.....	27
2.4.1. Unidades principales del motor.....	27
a) Masa y peso.....	27
b) Fuerza	27
c) Trabajo	27
d) Potencia	28
e) Par motor	28
f) Presión	29
g) Densidad.....	29
i) Torque Máximo	29
2.4.2. Volumen desplazado por el pistón o cilindrada unitaria	31
2.4.3. Volumen de la cámara de combustión (v).....	32
2.4.4. Volumen total del cilindro (V + v)	32
2.4.5. Relación volumétrica.....	32
2.4.6. Cilindrada.....	32
2.4.7. Cilindrada total, calibre, carrera	32
2.4.8. Relación de compresión.....	33
2.4.9. Precaución	33
2.4.10. Referencia.....	33

2.5. SISTEMA DE LUBRICACION.....	34
2.5.1. Introducción	34
2.5.2. Finalidad del sistema de lubricación del motor	34
2.5.3. El aceite del motor	34
a) Características de un buen lubricante	34
2.5.4. Presión de aceite	36
2.5.5. Sistemas de lubricación del motor a presión.....	37
a) Sistema de lubricación de depósito húmedo.....	37
2.5.6. Componentes del sistema de lubricación.....	38
a) Bomba de aceite de engranajes.....	39
b) Filtrado de aceite.....	39
2.5.7. Válvula bypass.....	41
2.5.8. Válvula de presión residual.....	41
2.6. SISTEMA DE COMBUSTIBLE	42
2.6.1. Introducción	42
2.6.2. Misión.....	42
2.6.3. Finalidad	42
2.6.4. Características de la gasolina	42
a) Volatilidad.....	42
b) Poder calorífico	43
2.6.5. Partes de un sistema de combustible con carburador	43
2.6.6. Circuito de alimentación.....	44
2.6.7. Indicadores de combustible	44
2.6.8. Filtro de combustible.....	45
2.6.9. Líneas de combustible (conductos de suministro)	45
2.6.10. Depósito de combustible.....	46
2.6.11. La bomba de combustible.....	47

a) Bomba de alimentación mecánica	47
2.6.12. Admisión	48
2.6.13. El sistema de alimentación lleva los siguientes tipos de filtros	48
a) Filtro de carburante	48
b) Filtro de aire	49
c) Filtro en baño de aceite.....	49
2.6.14. El colector de admisión.....	50
2.6.15. Carburación	51
a) Introducción.....	51
b) La combustión de la gasolina.....	52
c) El carburador.....	53
d) Construcción y Operación del Carburador	55
d) Principio de Operación del Carburador	56
e) Partes del Carburador	57
2.6.16. La válvula de mariposa del acelerador	58
a) Dosificación de las mezclas	58
2.6.17. Economizador	59
2.6.18. Funcionamiento del difusor principal.....	60
2.6.19. Dispositivo de ralentí.....	61
2.6.20. Sistema de escape	62

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1. PRELIMINARES	64
3.1.1. Estudio de alternativas para la elección del motor.....	64
a) Motor SUBARU y motor CITRÖEN	64
b) Motor CONTINENTAL.....	64

c) Motor VOLKSWAGEN.....	65
3.1.2. Estudio técnico.....	65
1) Llaves de boca fija (mixta o combinada)	65
2) Llaves de estrella acodada.....	66
3) Llave inglesa	67
4) Llave de carraca.....	68
5) La llave dinamométrica ó Taquímetro	68
6) Vasos	69
7) Palancas de fuerza.....	69
8) Maceta	70
9) Destornillador	70
10) Cepillo de acero	71
11) Taladro	72
12) Taladro de pedestal.....	72
13) Grata	74
14) Amoladora.....	74
15) Esmeril	75
16) Sierra.....	75
17) Arco de sierra.....	75
18) Galga.....	76
19) Calibrador pie de rey.....	77
20) Flexómetro	77
21) Roscas	78
22) Machuelo.....	80
23) Terraja.....	81
24) Reloj palpador	82
25) Soldadora eléctrica.....	83

26) Playo de presión	84
27) Limas.....	84
28) Centro punzón.....	85
29) Mangueras de presión.....	86
30) Mesa de trabajo	86
31) Regla en pulgadas	87
32) Cautín.....	87
33) Pulverizador	88
34) Pistola de pintura	88
35) Pistola de calor.....	89
36) Entenalla	89
37) Oxicorte.....	90
3.1.3. Estudio Legal	90
3.1.4. Estudio económico.....	91
a. Rubros.....	91
b. Costos Primarios.....	91
c. Maquinaria, Equipo y Herramienta.....	92
3.2. IMPLEMENTACION.....	93
3.2.1. Adquisición del motor base para el banco de pruebas	93
3.2.2. Procedimiento para el desmontaje de los componentes del motor.....	94
3.2.3. Proceso de desarmado del motor	96
3.2.4. SISTEMA DE POTENCIA	98
a. Inspección del cárter	98
b. Construcción del inserto en el cárter.....	99
c. Inspección del cigüeñal y de las bielas.	100
d. Inspección del Árbol de levas.....	102
e. Desmontaje e inspección del volante.....	103

f.	Inspección de cabezas de cilindros.....	104
g.	Inspección de los pistones y cilindros	106
3.2.5.	Armado del Motor	109
a.	Instalación del cárter	109
b.	Instalación de las bielas	111
c.	Instalación del cigüeñal	112
d.	Instalación del árbol de levas	112
e.	Instalación del volante.....	112
f.	Instalación de la cabeza de cilindros.....	113
g.	Instalación de pistones y cilindros.....	113
3.2.6.	SISTEMA DE IGNICIÓN	114
a.	La batería.....	115
b.	Switch de encendido	115
c.	La Bobina	116
d.	El condensador	117
e.	Platinos	117
f.	Distribuidor.....	118
g.	Tiempo de encendido.....	119
h.	Cables de alta y baja.....	119
i.	Bujías	120
3.2.7.	SISTEMA DE ARRANQUE.....	120
a.	Soporte del motor de arranque	123
b.	Calculo del Engranaje loco.....	126
c.	El Alternador	129
d.	Construcción del soporte del alternador.....	131
3.2.8.	SISTEMA DE LUBRICACION.....	132
a.	Construcción de enfriador de aceite.....	133

b.	Construcción de base para el filtro de aceite	135
c.	Desmontaje e inspección de la bomba de aceite	136
3.2.9.	SISTEMA DE COMBUSTIBLE.....	137
a.	Tanque de Combustible	137
b.	Llave de paso de combustible (shutoff).....	138
c.	Filtro de Aire.....	139
d.	Carburador	140
e.	Líneas de combustible	141
f.	Bomba de combustible.....	141
3.2.10.	ADMICIÓN Y ESCAPE	141
3.2.11.	Tablas de especificación del motor.....	1416
3.3.	DIAGRAMAS DE PROCESO	144
3.3.1.	Diagramas de proceso de construcción	145
a.	Fabricación del soporte para el filtro de aceite.....	146
b.	Diagrama de proceso de construcción de la base del radiador.....	147
c.	Diagrama de proceso de construcción del soporte del alternador	148
d.	Diagrama de proceso de construcción del soporte del motor de arranque	149
3.3.2.	Desarmado del motor	150
3.3.3.	Ensamble del motor	151
3.4.	PRUEBAS Y ANALISIS DE RESULTADOS.....	152
3.4.1.	Pruebas de Funcionamiento	152
3.4.2.	Pruebas de fuga.....	153
3.4.3.	Prueba del motor de arranque	154
3.4.4.	Prueba de chispa	154
3.4.5.	Prueba de funcionamiento alternador- banda	155
3.4.6.	Prueba del motor	156

3.5. ELABORACION DE MANUALES	157
3.5.1. Elaboración de manuales de procedimiento	157
a) Manual de Seguridad	157
b) Manuales de Operación	158
c) Manual de Mantenimiento	158

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES	159
4.2. RECOMENDACIONES.....	160
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	161
ABREVIATURAS Y SIGLAS.....	165
BIBLIOGRAFÍA.....	166
ANEXOS.....	168
HOJA DE VIDA.....	239
HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS.....	241
HOJA DE CESIÓN DE DERECHOS.....	242

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Relación aire/combustible típicas	53
Tabla 3.1. Costos primarios.....	92
Tabla 3.2. Mano de Obra	93
Tabla 3.3. Costos Secundarios	93
Tabla 3.4. Costo Total Proyecto	93
Tabla 3.5. Especificaciones de afinación	142

Tabla 3.6. Especificaciones generales del motor	143
Tabla 3.7. Especificaciones de pistones y anillos (mm)	143
Tabla 3.8. Especificaciones de par de apriete (todas las tuercas en kg m).....	143
Tabla 3.9. Simbología de los diagramas de proceso.....	145
Tabla 3.10. Condición general del motor.....	152
Tabla 3.11. Prueba de fuga.....	153
Tabla 3.12. Sistema de Combustible.....	154
Tabla 3.13. Prueba Motor.....	154
Tabla 3.14. Prueba Chispa.....	155
Tabla3.15. Prueba Alternador - Banda.....	156
Tabla 3.16. Prueba del motor frío con hélice.....	156
Tabla 3.17. Prueba del motor caliente con hélice.....	157
Tabla 3.18. Código de Manuales.....	157

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Partes del Motor	7
Figura 2.2. Motor de 4 tiempos.....	9
Figura 2.3. Motor Bóxer.....	10
Figura 2.4. Motor Volkswagen.....	11
Figura 2.5. Motor Bóxer Aeronáutico.....	11
Figura 2.6. Motor alternativo aeronáutico.....	12
Figura 2.7. Sistema básico de encendido por bobina.....	15
Figura 2.8. Partes de una bujía típica.....	16
Figura 2.9. Diagrama de bloques del funcionamiento del Sistema de encendido	17
Figura 2.10. Funcionamiento del sistema de encendido	19
Figura 2.11. Ruptor cerrado.	19
Figura 2.12. Ruptor abierto.....	20

Figura 2.13. Esquema del sistema de encendido.....	20
Figura 2.14. Representación de un imán y sus líneas de fuerza.....	23
Figura 2.15. Esquema del arranque del motor eléctrico.....	24
Figura 2.16. Esquemas del motor eléctrico.....	25
Figura 2.17. Estructura interna del motor eléctrico.....	25
Figura 2.18. Partes del alternador.....	26
Figura 2.19. Representación del torque para girar un perno.....	30
Figura 2. 20. Torque en el motor.....	30
Figura 2. 21. Torque Vs. la velocidad del motor.....	31
Figura 2.22. Cámara de combustión con sus respectivos volúmenes.....	31
Figura 2.23. Cilindrada total, calibre, carrera.....	32
Figura 2.24. Ejemplo de cuando el cigüeñal gira, este flota sobre una fina película de aceite.....	36
Figura 2.25. Sistema de lubricación de depósito húmedo.....	37
Figura 2.26. Bomba de aceite de engranajes.....	39
Figura 2.27. Filtro de aceite de elementos intercambiables.....	40
Figura 2.28. Exterior del filtro de aceite de cartucho.....	41
Figura 2.29. Ubicación de la válvula en el filtro de cartucho.....	41
Figura 2.30. Partes de un sistema de combustible con carburador.....	43
Figura 2.31. Testigo de un indicador de gasolina cuyas señales son registradas en el panel de instrumentos.....	45
Figura 2.32. Detalle de depósito de combustible.....	47
Figura 2.33. Partes del filtro seco.....	49
Figura 2.34. Filtro de aire bañado con aceite.....	50
Figura 2.35. Colector de admisión.....	51
Figura 2.36. Calentamiento del colector de admisión mediante el uso de los gases de escape encendido.....	51
Figura 2.37. Carburador básico de difusor único.....	54

Figura 2.38. Carburador del Volksplane	55
Figura 2.39. Carburador.....	56
Figura 2.40. Principio de operación del carburador	56
Figura 2.41. Partes y funcionamiento del carburado	58
Figura 2.42. Economizador	60
Figura 2.43. Sistema de compensación de tubo de emulsión	61
Figura 2.44. Difusor para bajas velocidades	62
Figura 2.45. Colector de escape	63
Figura 2.46. Cámara del silenciador.....	63
Figura 3.1 Tipos de llaves	66
Figura 3.2. Llave de estrella acoplada.....	67
Figura 3.3. Llave inglesa	67
Figura 3.4. Norma de uso de la llave inglesa	68
Figura 3.5 Llaves de carraca	68
Figura 3.6. Llave dinamométrica	69
Figura 3.7. Diferentes vasos para la llave dinamométrica.....	69
Figura 3.8. Palanca de fuerza	70
Figura 3.9. Maceta	70
Figura 3.10. Destornillador	71
Figura 3.11. Cepillo de acero	71
Figura 3.12. Taladro neumático y común	72
Figura 3.13. Taladro de pedestal.....	72
Figura 3.14. Broca para metales	73
Figura 3.15. Escobilla metálica o grata	74
Figura 3.16. Amoladora	74
Figura 3.17. Esmeril	75
Figura 3.18. Arco de sierra y sus partes.....	76

Figura 3.19. Galga.....	76
Figura 3.20. Calibrador pie de rey	77
Figura 3.21. Flexómetro	78
Figura 3.22. Sentido de las roscas	79
Figura 3.23. Tipos de hélices de las roscas	79
Figura 3.24. Formas de tallado de roscas	80
Figura 3.25. Partes del machuelo.....	81
Figura 3.26. Machuelos.....	81
Figura 3.27. Terrajas	82
Figura 3.28. Reloj palpador	82
Figura 3.29. Soldadora eléctrica.....	83
Figura 3.30. Elementos de la soldadora eléctrica.....	84
Figura 3.31. Playo de presión.....	84
Figura 3.32. Formas transversales de las limas	85
Figura 3.33. Tipos de limas según su forma transversal	85
Figura 3.34. Centro punzones.....	85
Figura 3.35. Mangueras de presión.....	86
Figura 3.36. Mesa de trabajo.....	87
Figura 3.37. Regla en pulgadas	87
Figura 3.38. Cautín.....	88
Figura 3.39. Pulverizador	88
Figura 3.40. Pistola de pintura.....	89
Figura 3.41. Pistola de calor.....	89
Figura 3.42. Entenalla	89
Figura 3.43. Oxicorte.....	90
Figura 3.44. Inspección global del motor.....	94
Figura 3.45. Herramientas para la inspección	95

Figura 3.46. Ventilador del motor	96
Figura 3.47. Retiro cubiertas de válvulas	96
Figura 3.48. Retiro de la mitad derecha del cárter	97
Figura 3. 49. Inspección del cárter	98
Figura 3. 50. Aclaración de rosca en el cárter	99
Figura 3. 51. Inspección de espárragos y bielas.	100
Figura 3. 52. Inspección de bielas.....	101
Figura 3. 53. Inspección del cigüeñal	101
Figura 3. 54. Cambio del cigüeñal.....	102
Figura 3. 55. Inspección del árbol de levas.....	103
Figura 3. 56. Desmontaje del volante.....	103
Figura 3. 57. Limpieza del volante.....	104
Figura 3. 58. Cabeza de cilindros.....	105
Figura 3. 59. Limpieza cabeza de cilindros.	105
Figura 3. 60. Limpieza de cilindros y espárragos	106
Figura 3. 61. Limpieza e inspección de pistones.....	107
Figura 3. 62. Cambio de anillos de los pistones.....	108
Figura 3.63. Instalación del cigüeñal.....	110
Figura 3. 64. Armado del motor.....	110
Figura 3. 65. Instalación de bielas.....	111
Figura 3. 66. Instalación del volante.....	113
Figura 3. 67. Baterías y cables de alta.....	115
Figura 3. 68. Switch de encendido	116
Figura 3. 69. Mantenimiento de la bobina.	116
Figura 3. 70. Condensador.....	117
Figura 3. 71. Calibrado de platinos.....	118
Figura 3. 72. Funcionamiento básico del sistema de arranque.....	120

Figura 3. 73. Motor de arranque.....	121
Figura 3. 74. Limpieza del motor de arranque.....	122
Figura 3. 75. Solenoide.	123
Figura 3. 76. Construcción soporte motor arranque.	124
Figura 3. 77. Soporte motor de arranque.	126
Figura 3. 78. Posición del piñón.	126
Figura 3. 79. Resistencia del piñón.	129
Figura 3. 80. Desarmado y limpieza del alternador.....	130
Figura 3. 81. Plantilla para soporte del alternador.....	131
Figura 3. 82. Soporte del alternador.....	132
Figura 3. 83. Nuevo radiador.....	133
Figura 3. 84. Construcciones de base del radiador.....	134
Figura 3. 85. Base que reemplaza el antiguo radiador.....	135
Figura 3. 86. Base del filtro de aceite.....	135
Figura 3. 87. Unión del filtro al motor.	136
Figura 3. 88. Soporte filtro de aceite pintado.....	137
Figura 3. 89. Sistema de medición y tanque de combustible.	138
Figura 3. 90 Shutof de combustible.....	138
Figura 3. 91. Aplicación de removedor de pintura.....	139
Figura 3. 92. Filtro de aire.	140
Figura 3. 93. Sistema de Admisión y Escape.....	142
Figura 3. 94. Orden de Encendido.	144
Figura 3. 95. Numeración de los cilindros.	144

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con el propósito de contribuir con la necesidad de los estudiantes a tener una mejor visualización, manipulación y conocimiento de cada uno de los componentes básicos que constituye el motor recíproco. Además pretende ser un aporte en la enseñanza teórico-práctico, ya que reforzará los conocimientos que estos adquieran permitiendo el contacto directo con el motor. El proyecto también incentiva la construcción, el diseño, la implementación y creación de otras partes de una aeronave, con la finalidad de que en un futuro, no muy lejano, se pueda construir una que sea cien por ciento ecuatoriana.

El marco teórico brinda la posibilidad de adentrarse, de manera profunda, en el conocimiento del comportamiento y funcionamiento de un motor recíproco, empleado especialmente en avionetas. Se detalla la operación, las partes y componentes de cada sistema que conforma el motor, para comprender su importancia y hacer el correcto mantenimiento.

La implementación del motor Volksplane permite conocer e identificar los componentes básicos de los diferentes sistemas que trabajan conjuntamente para poner en marcha el motor. Se recopiló información acerca del funcionamiento y operación del motor Volksplane, se hizo el estudio técnico de las herramientas utilizadas en el proceso de mantenimiento e implementación. A partir de análisis y cálculos se determinaron las partes que se implementarían para un correcto funcionamiento y operación del motor. Antes de empezar el proceso de implementación, se determinó el costo de construcción para no exceder el presupuesto establecido. Después de adquirir los materiales, contar con la herramienta necesaria y determinar los diferentes componentes para cada sistema, se procedió a su implementación. Finalmente se realizaron pruebas de funcionamiento, se redactaron los manuales de operación y de mantenimiento del motor Volksplane del banco de pruebas, que asegurarán la ejecución del motor recíproco Volkswagen.

SUMMARY

This work was conducted in order to contribute to the need for students to get a better view, handling and knowledge of each of the basic components that constitute a reciprocating engine. Also intended as a contribution to theoretical and practical teaching, and will reinforce the knowledge gained by allowing students direct contact with the motor. The project also encourages the construction, design, implementation and creation of other aircraft parts, with the aim that in future not too distant future we can build an aircraft which is one hundred percent of Ecuador.

The theoretical framework provides the opportunity of entering so deep, knowledge of the conduct and operation of a reciprocating engine, used especially in aircraft. It details the operation, parts and components of each system that makes up the engine, to understand its importance and do proper maintenance.

Volksplane engine implementation can understand and identify the basic components of the different systems work together to start the engine. We collected information about performance and engine operation Volksplane, became the technical study of the tools used in maintenance and deployment process. From analysis and calculations determined the parties that would be implemented for proper operation and engine operation. Before starting the implementation process, we determined the construction cost not to exceed the budget. After acquiring the materials, have the necessary tool to determine the different components for each system, we proceeded to implementation. Finally, functional tests were performed and wrote the manuals of operation and maintenance of engine test bed Volksplane, which will ensure the implementation of the reciprocating engine Volkswagen.

INTRODUCCIÓN

La tecnología es un concepto muy amplio que abarca un conjunto de técnicas, conocimientos y procesos, que sirven para el diseño y construcción de objetos con la única misión de satisfacer necesidades en el campo aeronáutico, de este modo la tecnología formal tiene su origen cuando la técnica empírica comienza a vincularse con la ciencia, sistematizándose así los métodos de producción. Ese vínculo con la ciencia, hace que la tecnología no sólo abarque "el hacer", sino también su reflexión teórica definida por las siguientes etapas:

- Identificación del problema práctico a resolver.
- Establecimiento de los requisitos que debe cumplir la solución.
- Elección el principio de funcionamiento.
- Diseño o Implementación del elemento.
- Simulación o Creación del elemento.

En la actualidad el campo aeronáutico presenta un nivel tecnológico de última generación, el mismo que demanda mayor calidad de educación en el que se encuentren involucrados los principios y bases en el área de mecánica.

Motivo por el que surge respuesta a la necesidad en la educación aeronáutica, la construcción de un banco de pruebas partiendo de un motor recíproco Volkswagen precursor en el campo de la aviación, en el que se pueda aplicar los conocimientos y desarrollar habilidades que han sido impartidos durante la formación de tecnólogos aeronáuticos en la especialidad de motores, aportando de esta manera un pilar fundamental a los futuros profesionales de la aviación que estarán en la capacidad de resolver problemas ligados a su carrera, así como buscar el desarrollo de esta rama en nuestro país.

CAPÍTULO I

TEMA: IMPLEMENTACIÓN DE LOS SISTEMAS DE IGNICIÓN, ARRANQUE, POTENCIA, LUBRICACIÓN Y COMBUSTIBLE PARA EL BANCO DE PRUEBAS DE UN MOTOR RECÍPROCO DEL AVIÓN VOLKSPLANE PARA EL ITSA.

1.1. Antecedentes

El presente trabajo de graduación se encuentra fundamentado en dos investigaciones que se realizaron con anterioridad, el primero que fue efectuado durante el periodo Abril – Agosto del 2009 por el grupo investigador de alumnos del 5to A, en el que se trató el siguiente tema: “Cuál es el nivel de aceptación que tienen los pasantes y tecnólogos civiles de la carrera de mecánica aeronáutica mención motores del ITSA en las empresas nacionales de aviación mayor de la ciudad de Quito”. El segundo trabajo se trata de un Anteproyecto, que tiene como objetivo “Determinar las posibles soluciones para mejorar el nivel técnico-práctico de los estudiantes en la operación de motores dentro de los laboratorios de la carrera de Mecánica Aeronáutica - Motores.”

(Omar Flores, Pág. 3)

Como resultado del análisis de los dos trabajos de investigación se llegó a proponer: “La implementación de los Sistemas de Ignición, Arranque, Potencia, Lubricación y Combustible de un motor recíproco Volkswagen 1600c.c. del Volksplane”, el mismo que servirá de base para la operación de los demás sistemas necesarios que este motor requiera. Los presentes Sistemas servirán como material de apoyo para las asignaturas de Motores recíprocos, Sistema de Ignición y Arranque, Sistema de Lubricación y Combustible que se dictan en el instituto y que serán aprovechadas en un nivel alto para los estudiantes de la carrera de Mecánica – Motores.

1.2. Justificación

El presente proyecto se desarrolla con el fin de poner en práctica, y de esta manera reforzar los conocimientos adquiridos durante la preparación académica en el instituto. Es por esta razón que se propuso realizar un banco de pruebas partiendo de un motor recíproco (Volkswagen, motor Volkswagen tipo 1), y de este modo proporcionar material de apoyo a los compañeros estudiantes que se encuentran cursando niveles inferiores en el instituto.

La implementación de los sistemas de ignición, arranque, potencia, lubricación y combustible nacen con la finalidad de mejorar el nivel técnico-práctico de los estudiantes del ITSA.

La importancia de la realización de este proyecto recae directamente sobre los estudiantes que inician y están cursando la carrera de mecánica motores, ya que contarán con un equipo de entrenamiento donde satisfacer sus dudas y vacíos generados en las aulas, podrán obtener mayor habilidad en el manejo de herramientas y reconocerán directamente los componentes que conforman cada sistema de un motor recíproco que es materia de estudio dentro de la malla curricular.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Implementar los sistemas de ignición, arranque, potencia, lubricación y combustible para el banco de pruebas de un motor recíproco del avión Volkswagen para el ITSA.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Recopilar información concerniente al tema.

- Investigar sobre el funcionamiento de cada uno de los sistemas antes mencionados así como los diferentes componentes que se presentan en cada uno de estos.
- Organizar y procesar la información obtenida.
- Esquematizar la ubicación de los componentes de los sistemas de arranque e ignición para optimizar espacio y recursos en el banco de pruebas del motor recíproco. (Diagrama eléctrico)
- Implementar cada uno de los sistemas de acuerdo a la necesidad y satisfacción de los integrantes del grupo de elaboración del banco de pruebas del motor recíproco, así como también de quienes van hacer uso del mismo.
- Extraer conclusiones sobre el proyecto que sirvan como referencias a futuro.

1.4. Alcance

1.4.1. Temporal: En el periodo académico comprendido entre Septiembre del 2009 y febrero del 2010

1.4.2. Espacial: Laboratorio de Mecánica Aeronáutica – Motores del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

1.4.3. Contenido:

a) Área: Mecánica Aeronáutica – Motores

b) Aspecto: Prácticas Motores

CAPÍTULO II

EL MOTOR RECÍPROCO

2.1. Introducción

El motor es el encargado de transformar la energía térmica que proporciona el combustible (gasolina), en energía mecánica que posteriormente se utiliza para producir movimiento, o en el caso de este proyecto para dar movimiento de giro a la hélice. Se llaman motores de combustión interna a todos aquellos que realizan su trabajo en el interior de una cámara cerrada, mediante el calor que produce el combustible al quemarse (Manual del Automóvil vol. I: 8).

Se entiende por combustión la acción de arder. Combustión interna significa que el combustible arde en el interior del motor. En el motor de combustión interna la energía entra en forma de combustible, mezclado con el oxígeno que arde, los gases resultantes del proceso de combustión empujan un émbolo o pistón, desplazándolo en el interior de un cilindro y haciendo girar un cigüeñal, obteniendo finalmente un movimiento de rotación (Read P.P.J. y Reid 30).

2.1.1. Términos utilizados para el estudio del motor

- **PUNTO MUERTO SUPERIOR (P.M.S.)**

Cuando el pistón se encuentra en la posición más elevada del cilindro.

- **PUNTO MUERTO INFERIOR (P.M.I.)**

Cuando el pistón se encuentra en la posición más baja del cilindro

- **DIÁMETRO O CALIBRE**

Diámetro interior del cilindro (generalmente en milímetros, mm)

- **CARRERA:**

Distancia entre el P.M.S. y el P.M.I.

(Manual del Automóvil vol. I: 19)

2.1.2. Partes de un motor alternativo de combustión interna o motor básico

La parte estructural fundamental del motor está conformado por la bancada y el bloque, sobre los que se encuentran montados los demás elementos del motor.

El pistón va en el cilindro y está unido a la biela mediante un bulón. La biela transmite el movimiento del pistón a la manivela del cigüeñal, el mismo que está soportado por cojinetes sobre la bancada, transformando el movimiento lineal en rotativo. En la parte superior va la culata y el espacio que queda entre el pistón y la culata es la cámara de combustión. La entrada del combustible y la salida de los gases se realizan a través de válvulas que se encuentran en la parte superior de la culata y están sincronizadas mecánicamente.

1. **La Culata:** Situada en la parte superior del motor donde se aloja a las válvulas y los conductos que canalizan la admisión y el escape. Cierra los cilindros.
2. **Las Válvulas:** Al abrirse y cerrarse se encargan de dar paso a la entrada de los gases (admisión) y dar salida a los gases quemados de la combustión (escape).
3. **El Árbol de Levas:** Es el encargado de abrir y cerrar las válvulas, está situado en la culata.
4. **Los Cilindros:** Donde suben y bajan los pistones, pueden ir mecanizados en el bloque o encamisados.
5. **El Bloque:** Es la estructura principal donde están los cilindros, se ubica la bancada y se asienta el cigüeñal.
6. **Los Pistones:** Se deslizan por los cilindros con movimiento rectilíneo alternativo.
7. **Los Segmentos:** Se encargan de conseguir un cierre hermético de la cámara de combustión y ayudan a disipar el calor.

8. **Las Bielas:** Transmiten el movimiento de los pistones al cigüeñal.
9. **El Cigüeñal:** Recibe la fuerza de los pistones por medio de la biela y la transforma en movimiento giratorio.
10. **Los Cojinetes de Bancada:** Sobre los que gira el cigüeñal dentro del bloque de los cilindros.
11. **El Volante:** Está unido al cigüeñal y proporciona la inercia necesaria para que el pistón vuelva a subir después del tiempo de explosión.
12. **La Correa de la Distribución:** Encargada de unir en un giro sincronizado el movimiento del cigüeñal y el árbol de levas.
13. **Colectores de Admisión:** Son los que canalizan los gases de entrada a los cilindros
14. **Colectores de Escape:** Conducen los gases quemados de la combustión desde la culata al exterior.
15. **Cárter de Aceite:** Es el recipiente donde se aloja el aceite de engrase y está situado en la parte inferior del bloque.

(Manual del Automóvil vol. I: 18)

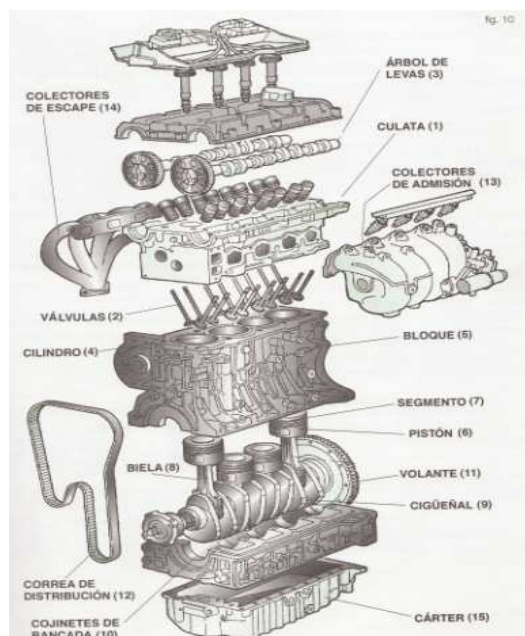


Figura 2.1. Partes del Motor
Fuente: Investigación documental
Tomado de: Manual del Automóvil vol. I

2.1.3. Ciclos de operación de un motor

En un motor de combustión interna la mezcla aire/combustible fluye al interior de un cilindro y es comprimido en la cámara de combustión por el pistón en su movimiento ascendente. Después de la combustión y de la expansión de los gases, los gases usados fluyen por el conducto de escape. Todos los motores de combustión interna aspiran aire fresco y expulsan gases usados. Existen dos tipos principales de motores de pistón o recíprocos los mismos que se les conoce como motores de dos tiempos y de cuatro tiempos.

a) Motor de dos tiempos

El ciclo de dos tiempos completo se da en dos carreras de pistón.

Primer tiempo: Cuando el pistón se encuentra en el PMS se produce la explosión, empujando el pistón y abriendo la válvula de escape. A medida que el pistón baja empuja los gases de combustión hacia la válvula de escape.

Segundo tiempo: El pistón comienza a subir desde el PMI entrando la mezcla de aire y combustible y luego cierra las válvulas de escape. Al subir comprime el fluido.

b) El ciclo Otto – Motor de cuatro tiempos

La mayor parte de los motores de gasolina funcionan según el **ciclo de cuatro tiempos o ciclo Otto**, toma este nombre por su inventor, Nikolaus Otto. Cada ciclo tiene cuatro tiempos: **admisión, compresión, combustión y escape.**

ADMISIÓN:

El pistón se mueve hacia abajo (PMI) en el interior del cilindro, aumentando de esta manera el espacio por encima del pistón. Al mismo tiempo se abre la válvula de admisión, y por el aumento de espacio creado por el movimiento descendente del pistón y la diferencia de presión que se produce, el aire entra (vacío). En el motor de cuatro tiempos de gasolina, el combustible se mezcla con el aire

siempre antes de entrar al motor. La válvula de admisión se cierra, cuando el motor alcanza el punto inferior de su carrera (PMI).

COMPRESIÓN:

Las válvulas de admisión y de escape se encuentran cerradas, el cilindro está cerrado completamente. El pistón se desplaza hacia el PMS, comprimiendo la mezcla aire-combustible en la cámara de combustión. La temperatura aumenta, ayudando de esta manera en la combustión de la mezcla aire-combustible.

COMBUSTIÓN:

Cuando el pistón alcanza el PMS del cilindro durante la compresión una bujía enciende la mezcla, que se quema de forma rápida. La temperatura aumenta rápidamente, así como la presión, forzando al pistón a desplazarse hacia abajo durante el tiempo de combustión.

ESCAPE:

En el PMI del tiempo de combustión, la válvula de escape se abre y los gases quemados fluyen hacia el exterior. El pistón regresa al PMS del cilindro, empujando los gases de escape en su trayecto. En el PMS la válvula de escape cierra y abre la válvula de admisión, repitiéndose el ciclo. (Read P.P.J. y Reid 33)

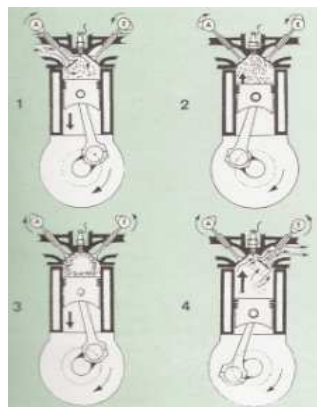


Figura 2.2. Motor de 4 tiempos
Fuente: Investigación documental
Tomado de: Manual del Automóvil vol. I

2.1.4. Motor Bóxer

El motor bóxer es de combustión interna, sus pistones se encuentran dispuestos horizontalmente, su nombre se da ya que cada pareja de pistones se mueve simultáneamente dentro y fuera y no alternativamente.

Es un motor conocido como motor de cilindros horizontalmente opuestos, cada pareja de pistones llegan al punto muerto simultáneamente, el motor en forma de V a 180° corresponde una biela en el cigüeñal, y por lo que, cada uno llegará a medio punto muerto en una revolución tras otra. Los motores Planos con más de ocho cilindros V son los más comúnmente conocidos.

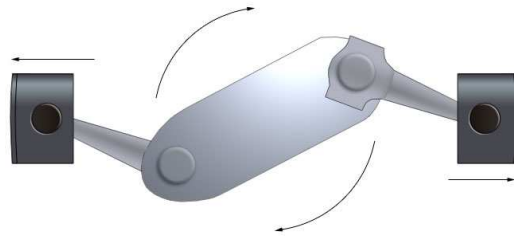


Figura 2.3. Motor Bóxer
Fuente: Investigación documental
Tomado de: ACADEMIC. "Disposición del motor"

a) Configuración

Los motores planos son mucho más cortos que los motores en línea, estos tienen menor centro de gravedad a diferencia de los demás, dando una mejor estabilidad y control, porque cada impulso del pistón es contrarrestado por el correspondiente movimiento del pistón del lado opuesto, es decir tienen un diseño natural del equilibrio dinámico, estos motores son tradicionales por lo que son más caros de producir.



Figura 2.4. Motor Volkswagen
Fuente: Investigación documental
Tomado de: ACADEMIC. "Disposición del motor"

El aspecto negativo de estos motores es que la gran anchura puede causar problemas en el montaje del motor, así como también tienden a producir más ruido que los motores en línea y en V por las válvulas de ruido, debido a la falta de la cobertura por los filtros de aire y los otros componentes.

Su configuración también mejora la refrigeración por aire en los motores de aeronaves así como en diseños como en el Volkswagen Tipo 1.



Figura 2.5. Motor Bóxer Aeronáutico
Fuente: Investigación documental
Tomado de: ACADEMIC. "Disposición del motor"

2.1.5. Motor de cilindros horizontalmente opuestos

Este tipo de motor ha tenido un nivel medio de aceptación en la industria de la aviación. Estos motores son de 4 y 6 cilindros, se ubican en bancadas con pares de cilindros en contraposición. Estos motores de cilindros opuestos fueron quienes impulsaron la aviación en general ya que estos son pequeños, livianos y

pueden ajustarse en compartimientos de aviones pequeños, donde los motores radiales podrían resultar demasiado grandes, pesados o complejos, o simplemente resultaban ser aviones muy pequeños y baratos como para trabajar con una turbina. En la actualidad estos motores se siguen fabricando por diversas compañías generalmente estadounidenses, alemanas, francesas y rusas, y son usados por una amplia gama de aviones ligeros tanto de aviación general, como de aviación militar y comercial. Eventualmente el octanaje ofrecido para operarlos se incrementó hasta la actual medida de 100 a 110 octanos, en la gasolina AviGas 100LL. (“Motor Aeronáutico”)



Figura 2.6. Motor alternativo aeronáutico
Fuente: Investigación documental
Tomado de: ACADEMIC. “Disposición del motor”

2.2. SISTEMA DE IGNICIÓN

El sistema de ignición es importante para el funcionamiento del motor ya que afecta de manera directa su consumo de combustible y por lo tanto su rendimiento. Este sistema genera impulsos de alto voltaje (de 20,000 a 40,000 volts) entre los electrodos de las bujías en el cilindro del motor. Estos impulsos producen arcos eléctricos en el espacio comprendido entre los electrodos de la bujía, chispas que inflaman la mezcla comprimida en la cámara de combustión. Cada arco eléctrico se sincroniza de manera que salte cuando el pistón se aproxima al punto muerto superior en la carrera de compresión, es por esta razón la importancia de conocer su funcionamiento. Este sistema puede afectar la potencia de su motor, el arranque, el sistema de control de emisiones y otros.

2.2.1. Objetivos del sistema de ignición

- Suministrar el voltaje necesario para producir la chispa en las bujías y generar la combustión en los cilindros. (Generación de chispa).
- El sistema de encendido debe ir adelantando el momento del salto de la chispa con respecto a la posición del pistón gradualmente a medida que aumenta la velocidad de rotación del motor.
- Distribuir el alto voltaje a cada uno de los cilindros
- Modificar el momento en el cual se debe generar la chispa en cada cilindro (tiempo de encendido)

2.2.2. Finalidad del sistema de encendido

La finalidad del sistema de encendido es crear la llama eléctrica en la cámara de combustión del motor en el momento preciso para quemar la mezcla. ("Automovilista eficiente")

2.2.3. Partes del sistema de encendido con platinos y condensador

Al sistema de encendido convencional lo forman:

1. Batería
2. Switch de encendido
3. Resistencia de balastra
4. Bobina (devanado primario)
5. Platinos
6. Condensador
7. Bobina (devanado secundario)
8. Placa porta platinos
9. Bomba de vacío
10. Tapa del distribuidor
11. Distribuidor
12. Rotor
13. Leva
14. Cables de bujías

15. Bujías

La **batería** suministra electricidad. El **interruptor de encendido** controla el sistema permitiendo o no el paso de corriente desde la batería.

La **bobina** (transformador) transforma la baja tensión de la batería en alta tensión necesaria para hacer saltar la chispa que quema la mezcla aire-combustible. Su función es acumular la energía eléctrica de encendido que después se transmite en forma de impulso de alta tensión a través del distribuidor a las bujías.

Ruptor (también llamado platinos): cierra y abre el circuito primario de la bobina de encendido, que acumula energía eléctrica con los contactos del ruptor cerrados que se transforma en impulso de alta tensión cada vez que se abren los contactos.

El **distribuidor** distribuye la corriente de alta tensión de la bobina a cada bujía por turnos en el momento preciso en que es requerida. En el distribuidor también se encuentran otros componentes importantes del encendido, estos son los ruptores, un **condensador** y el mecanismo de adelanto o retardo para modificar la secuencia de las bujías. Proporciona una interrupción exacta de la corriente primaria de la bobina y además minimiza el salto de chispa entre los contactos del ruptor que lo inutilizarían en poco tiempo.

Variador de avance centrífugo: regula automáticamente el momento de encendido en función de las revoluciones del motor. **Variador de avance de vacío** : regula automáticamente el momento de encendido en función de la carga del motor.

Las **bujías** están atornilladas en la cabeza del cilindro, y penetran ligeramente en la cámara de combustión. Cada una dispone de dos electrodos a una distancia que debe cruzar la corriente de alta tensión para provocar la chispa y así quemar la mezcla. La alta tensión es necesaria para atravesar esa distancia entre electrodos con gases calientes a alta presión en la cámara de combustión.

Los **cables de alta tensión (AT)** y de **baja tensión (BT)** se diferencian en que los cables BT son finos y los AT son mucho más gruesos. Estos indican que el sistema de encendido está formado por dos circuitos. La BT que viene de la batería necesita de un bajo aislamiento. Normalmente funciona solo a 12V y no se corren graves riesgos de electrocución con ella. Es así que a este circuito se lo conoce como **circuito primario**. Los cables AT comunican la bobina, el distribuidor y las bujías. Necesita de un gran aislamiento para prevenir contra fugas de gran aislamiento que pueden provocar electrocuciones de unos 20.000V si se toca en un lugar inadecuado. A este circuito se lo conoce como **circuito secundario**. (Read P.P.J. y Reid V. C. 59-60)

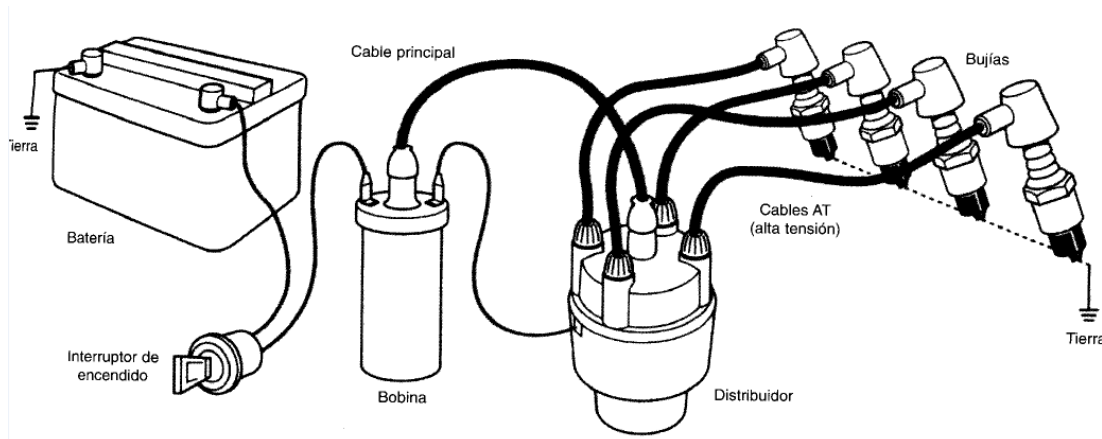


Figura 2.7. Sistema básico de encendido por bobina
Fuente: Investigación documental
Tomado de: Read P.P.J. y Reid V. C.

2.2.4. El condensador

El condensador proporciona un camino alternativo para el flujo de corriente cuando se abre el ruptor. De esta forma el condensador ofrece dos ventajas:

- a) Puede reducir la formación del arco eléctrico almacenando corriente cuando estos se abren
- b) El flujo de corriente hacia la bobina se corta inmediatamente. Este corte repentino asegura la desaparición instantánea del campo magnético en la bobina y, por consiguiente la aparición de una tensión en el secundario más elevada.

2.2.5. La bujía

El electrodo central generalmente de aleación níquel-acero, está empapado en el centro del aislante. El aislante es de un material cerámico como el óxido de aluminio el cuerpo de la bujía, que recubre el electrodo central y el aislante, se atornilla a la culata y contiene la tierra del electrodo o electrodos. La rosca es normalmente de 10 ó 14 mm de diámetro, aunque también se puede usar otros tamaños.

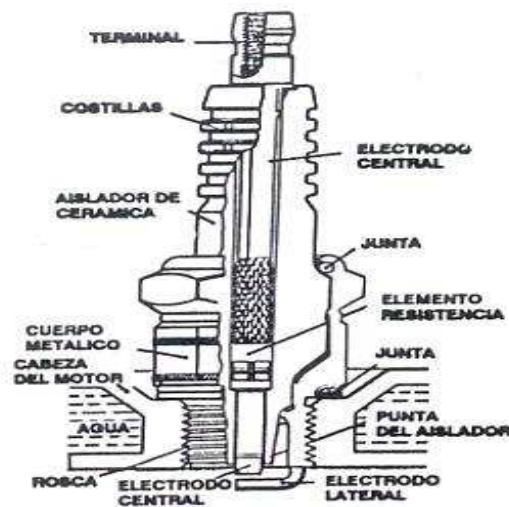


Figura 2.8. Partes de una bujía típica
Fuente: Investigación documental
Tomado de: Read P.P.J. y Reid V. C.

Aunque la bujía es de construcción simple, debe operar de manera eficiente bajo presión y a altas temperaturas. Debe proporcionar unas 50 chispas por segundo. La bujía debe funcionar a temperatura suficientemente para quemar las deposiciones de los electrones, pero no tan elevada que queme la mezcla antes de saltar la chispa, provocando lo que se conoce como pre-encendido. El pre-encendido se debe a temperaturas excesivamente elevadas que queman el combustible antes de saltar la chispa. La chispa debe saltar teóricamente entre 800 y 850 grados Celsius. Debido a que las condiciones varían dependiendo del tiempo de motor cada diseño de motor tiene su propio rango de funcionamiento de las bujías. (Read P.P.J. y Reid V.C. 59-65)

2.2.6. Diagrama básico del funcionamiento del sistema de encendido.

A continuación se muestra un diagrama de bloques de los componentes del sistema de encendido. Resulta imprescindible una fuente de suministro de energía eléctrica para abastecer al sistema, este puede ser una batería de acumuladores o un generador. Luego será necesario un elemento que sea capaz de subir el bajo voltaje de la batería, a un valor elevado para el salto de la chispa (varios miles de voltios). Este generador de alto voltaje tendrá en cuenta las señales recibidas de los sensores de llenado del cilindro y de la velocidad de rotación del motor para determinar el momento exacto de la elevación de voltaje. Para la elevación del voltaje se usa un transformador elevador de altísima relación de elevación que se le llama bobina de encendido en trabajo conjunto con un generador de pulsos que lo alimenta. Será necesario también un dispositivo que distribuya el alto voltaje a los diferentes cables de cada uno de los productores de la chispa dentro de los cilindros (bujías) en concordancia con las posiciones respectivas de sus pistones para el caso del motor poli cilíndrico.

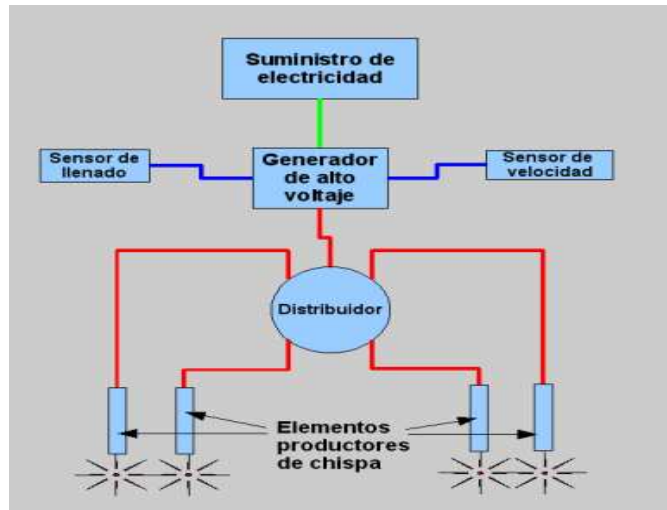


Figura 2.9. Diagrama de bloques del funcionamiento del Sistema de encendido
Fuente: Investigación documental
Tomado de: Sabelotodo.org. "Sistema de encendido"

2.2.7. Principios de operación del sistema de encendido.

a) Circuito primario (BT)

El circuito primario más simple consiste en una batería, un interruptor de encendido, un ruptor (interruptor automático) y la bobina primaria con un núcleo de hierro dulce. Cuando el ruptor está cerrado, la corriente suministrada por la tensión de la batería (12V) circula a través del arrollamiento primario atravesando los ruptores hacia tierra. Este flujo de corriente crea un campo magnético alrededor del arrollamiento primario. Al girar el cigüeñal, también lo hacen las levas en el distribuidor, abriendo el ruptor en este momento deja de haber flujo de corriente.

b) Circuito secundario (AT)

La interrupción de flujo de tensión suministrada hace que desaparezca el campo magnético. Esta desaparición induce una tensión alta en el arrollamiento secundario, que fuerza la circulación de una corriente a lo largo del cable de AT hasta el ruptor.

Este transfiere entonces la corriente a una parte de la tapa del distribuidor y a través del cable de AT hasta la bujía. Al llegar a este punto salta la distancia entre los electrodos y crea la chispa que quema la mezcla en el cilindro.

2.2.8. Funcionamiento del sistema de encendido con platinos y condensador

Cuando los platinos se cierran la corriente fluye desde el acumulador hasta los platinos pasando a través del devanado primario de la bobina. Inicialmente el flujo de corriente empieza a incrementarse rápidamente, apareciendo una fuerza electromotriz en el devanado primario que se opone a ella, hasta llegar a una corriente máxima. Una vez que la corriente fluye a través del devanado primario, se induce un campo magnético que corta al devanado secundario produciendo un alto voltaje en éste.

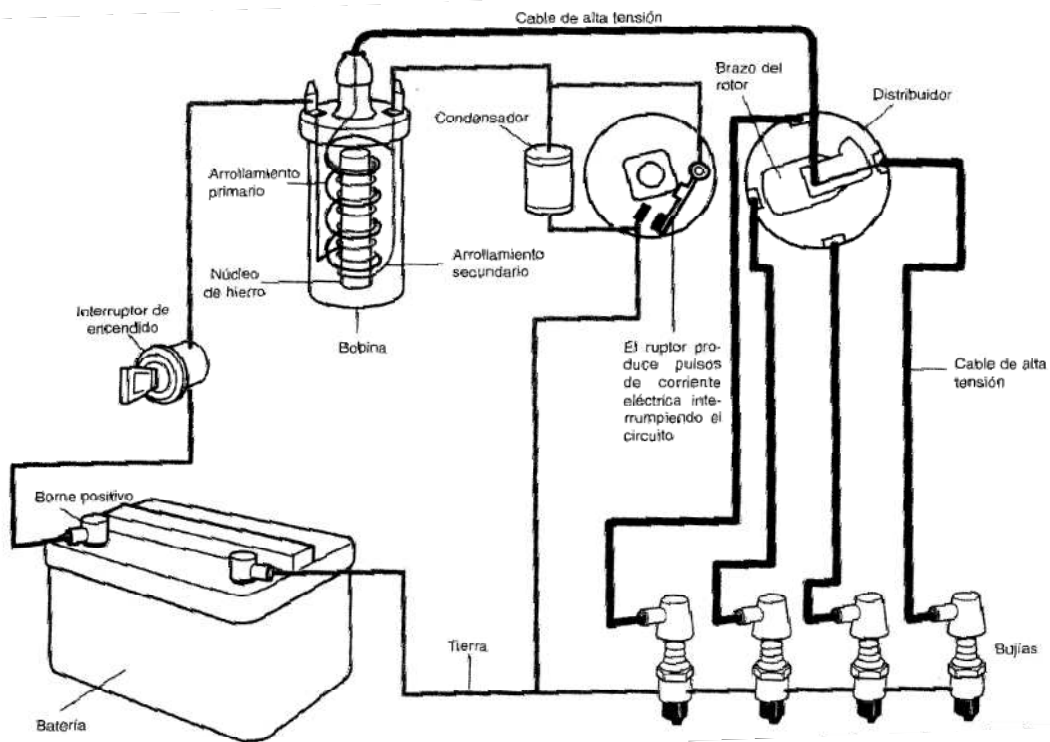


Figura 2.10. Funcionamiento del sistema de encendido
Fuente: Investigación documental
Tomado de: Read P.P.J. y Reid V. C

Debido a que la fuerza electromotriz se opone al flujo de corriente, el voltaje en el primario es de baja intensidad, por lo que también en el secundario el voltaje inducido es bajo y no lo suficiente como para vencer el dieléctrico entre los electrodos de las bujías y producir el arco eléctrico.

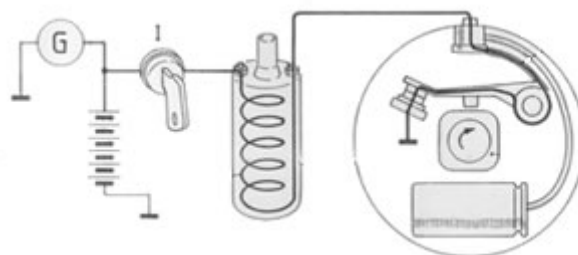


Figura 2.11. Raptor cerrado, el arrollamiento primario de la bobina conduce la corriente eléctrica, no hay chispa.
Fuente: Investigación documental
Tomado de: Read P.P.J. y Reid V. C

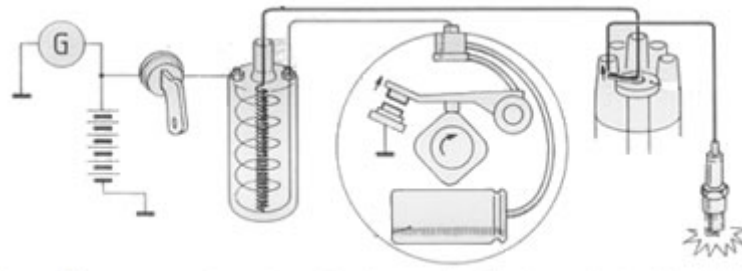


Figura 2.12. Rúptor abierto, se corta la corriente eléctrica por el arrollamiento primario de la bobina y se induce alta tensión en el secundario, si hay chispa.

Fuente: Investigación documental
Tomado de: Read P.P.J. y Reid V. C

El sistema está diseñado de manera que la corriente en el primario alcance su máximo cuando los platinos se abren. Con el circuito primario abierto, el acumulador no proporciona corriente a través de aquel y el campo magnético de la bobina se corta, este corte induce una corriente en el primario que trata de formar un arco en los platinos abiertos, para mantener el flujo de corriente. Si este flujo se mantuviese el campo magnético decrecería lentamente y no podría inducirse suficiente voltaje a través del devanado secundario.

Lo que se necesita es un corte instantáneo del devanado primario para inducir un alto voltaje en el devanado secundario; para ello se utiliza un condensador. EL condensador absorbe la corriente que se induce cuando se abren los platinos haciendo caer la corriente en el primario repentinamente hasta cero provocando el corte instantáneo deseado. (“Automovilista eficiente”)

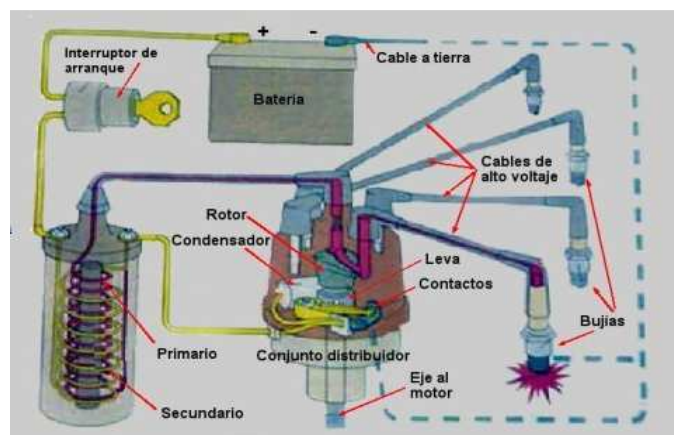


Figura 2.13. Esquema del sistema de encendido.

Fuente: Investigación documental
Tomado de: Sabelotodo.org. “Sistema de encendido”

2.3. SISTEMA DE ARRANQUE

2.3.1. Definiciones básicas

a) Corriente eléctrica:

La corriente eléctrica es simplemente la circulación de electrones y los efectos que producen en el conductor y en el entorno.

b) Intensidad de corriente:

Es la cantidad de carga eléctrica que fluye por un conductor durante el transcurso de un tiempo determinado. Se mide en AMPERIOS. Para medir la intensidad de la corriente se emplea el amperímetro.

c) Tensión, potencial o voltaje

Es la carga positiva o negativa que posee un cuerpo, de acuerdo a la cantidad de protones o electrones, es decir si el número de protones es mayor que el número de electrones, o viceversa, por unidad de volumen. La tensión de un cuerpo se mide en voltios y puede ser positiva o negativa.

d) Diferencia de potencial (voltaje):

Es la diferencia de tensión existente entre dos cuerpos, cuyas cargas tienen el mismo signo o signos contrarios.

e) Resistencia eléctrica

Es la oposición que presenta un material al paso de corriente. Es decir la resistencia o la dificultad al paso de los electrones, esta oposición da lugar a una diferencia de potencial (voltaje). La unidad de la resistencia es el OHM.

f) Potencia eléctrica

Está relacionada con la energía disipada por el paso de corriente y la oposición que se presenta a su paso. La potencia eléctrica es directamente proporcional a la intensidad y al voltaje. Su unidad de medida es el Watt (vatio).

$$W = V * I \quad (2.1)$$

g) Fusibles

Los fusibles son pequeños dispositivos que permiten el paso constante de la corriente eléctrica hasta que ésta supera el valor máximo permitido. Los fusibles son empleados para proteger instalaciones eléctricas de eventuales elevaciones de tensión e intensidad.

h) Campo magnético

El campo magnético es el espacio, próximo al imán, donde se manifiestan los efectos de éste, tales como las atracciones y las repulsiones. La intensidad de éste campo magnético se determina por el flujo magnético de líneas de fuerza, que son líneas imaginarias que delimitan la extensión del campo magnético, que atraviesan la unidad de superficie. ("Sistema de encendido")

i) Magnetismo

El magnetismo se define como una propiedad peculiar poseída por ciertos materiales mediante el cual se pueden repeler o atraer mutuamente por la presencia de un campo magnético.

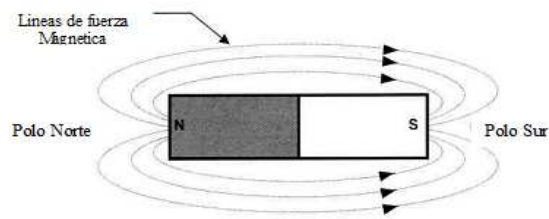


Figura 2.14. Representación de un imán y sus líneas de fuerza
Fuente: Investigación documental
Tomado de: Física "Magnetismo"

2.3.2. El sistema de arranque

Los motores de combustión interna necesitan para poder ser puestos en marcha de una fuerza externa. Esta fuerza es proporcionada por un motor eléctrico alimentado de la batería. El sistema de arranque proporciona esta fuerza que hará girar el cigüeñal y así se dé lugar a la combustión de la mezcla aire combustible.

a) Finalidad del sistema de arranque

El sistema de arranque tiene por finalidad dar manivela al cigüeñal del motor para conseguir el primer impulso vivo o primer tiempo de expansión o fuerza para la correcta operación del mismo. El arrancador consume gran cantidad de corriente al transformarla en energías mecánicas para dar movimiento al cigüeñal y vencer la gran resistencia que opone la mezcla al comprimirse en la cámara de combustión.

b) Arranque por motor eléctrico

Para el arranque de los motores de automóvil se usa un motor eléctrico de corriente continua que se alimenta desde la batería a través de un relé. Este relé a su vez se acciona desde el interruptor de encendido del automóvil. Cuando se acciona el interruptor de arranque se alimenta con electricidad proveniente de la batería a la bobina del relé, y este a su vez cierra dos grandes contactos en su interior alimentando el motor de arranque directamente desde la batería a través de un grueso conductor (representado con color rojo).

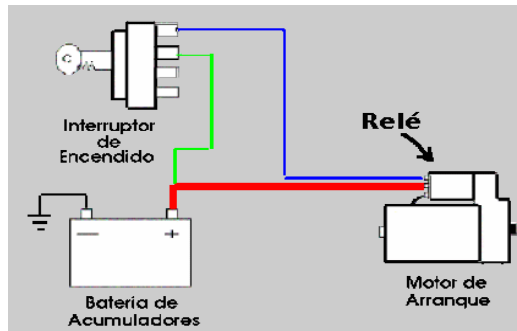


Figura 2.15. Esquema del arranque del motor eléctrico
 Fuente: Investigación documental
 Tomado de: Sabelotodo.org. "Arranque del motor del automóvil"

c) El motor eléctrico

El motor eléctrico cuenta con un rotor bobinado con un conductor, colocado entre los polos de un imán. En el eje de rotación del rotor se han montado dos láminas conductoras aisladas una de la otra que forman el conmutador o colector, a donde están conectados los extremos de la bobina. Sobre este colector, hay dos contactos deslizantes (escobillas) que comunican la electricidad a los extremos de la bobina del rotor y que a la vez son los cables de entrada al motor. Cuando se alimentan con electricidad los cables de entrada, las bobinas del rotor forman un campo magnético con la polaridad que se indica con la flecha azul. Por tal motivo y debido a la atracción de los polos contrarios nuestro rotor gira para colocar los polos contrarios de frente. Un instante antes de la colocación frente a frente de los polos contrarios, las escobillas dejan de hacer contacto eléctrico con el colector y el campo magnético del rotor desaparece, no obstante, la inercia del rotor hace que se sobrepase la posición de polos enfrentados y de nuevo se establece el contacto escobilla-colector, pero en este caso con la polaridad intercambiada. Esta polaridad intercambiada hace que se formen polos iguales colocados muy cerca, la repulsión de ellos hace que se prosiga el movimiento en la dirección iniciada. Este ciclo de atracciones-repulsiones se produce infinitamente y el aparato gira de manera permanente mientras tenga conectada la electricidad, de tal forma se logra una máquina que gira cuando se alimenta con corriente eléctrica continua, un motor.

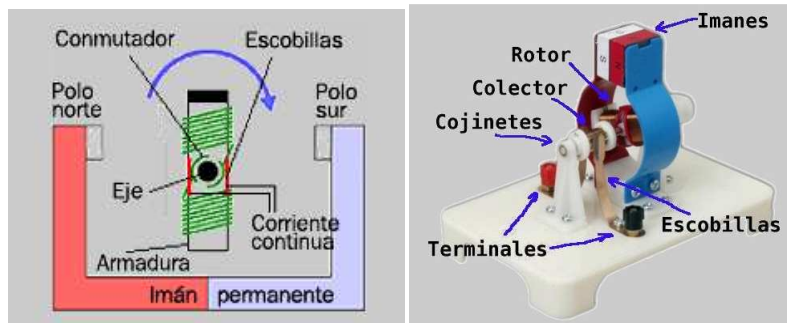


Figura 2.16. Esquemas del motor eléctrico
 Fuente: Investigación documental
 Tomado de: Recursos para el área de física "Magnetismo"

d) Funcionamiento del motor de arranque

Cuando la llave activa la posición de arranque, el motor de arranque que se encuentra sobre el bloque de cilindros empuja contra un engranaje motriz que engancha con el volante y el cigüeñal es girado. Dentro del motor de arranque cuando accionamos el conmutador de puesta en marcha circula corriente por el solenoide (relé) que tiene un campo magnético y al ser activado activa el mecanismo de acoplamiento del piñón y hace circular corriente por el devanado que cerrará el contacto eléctrico permitiendo la circulación de corriente por el devanado del motor eléctrico, al suceder esto el motor de arranque da vueltas rápidas y con la suficiente fuerza para que el engrane pequeño de vueltas a la rueda volante del motor y así se da inicio al arranque del motor.

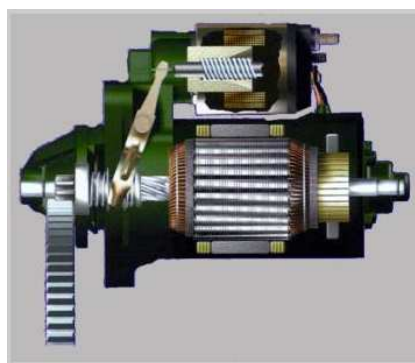


Figura 2.17. Estructura interna del motor eléctrico
 Fuente: Investigación documental
 Tomado de: Sabelotodo.org. "Arranque del motor del automóvil"

2.3.3. Alternador

Es un componente que se encarga de transformar energía mecánica en eléctrica, por lo tanto, se encarga de abastecer el auto de la energía necesaria para que funcione; el nombre viene de la corriente alterna generada por esta transformación. Al mismo tiempo que realiza este proceso de energía, se encarga de almacenarla en la batería, de modo que el vehículo cuente con la energía necesaria para que funcione el sistema eléctrico mientras el auto se encuentre apagado. Cabe recalcar que el uso prolongado de la batería sin tener el motor del auto encendido, podría agotar toda la energía almacenada, lo que impediría luego que se encienda el motor. Las partes básicas de un alternador son: rotor, estator, puente rectificador y escobillas.

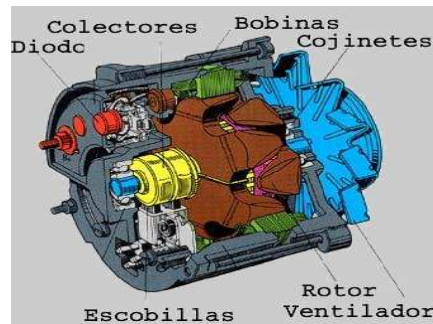


Figura 2.18. Partes del alternador

Fuente: Investigación documental

Tomado de: Electricidad general: conceptos físicos y técnicos "El alternador"

El funcionamiento del alternador está basado en un principio físico en el que un conductor es sometido a un campo magnético. Esto provoca una tensión eléctrica inducida, en la que su polaridad depende del sentido del campo y el flujo que lo cruza.

El alternador realiza el proceso de transformación de energía a partir de ciertos fenómenos de inducción, a través de una corriente alterna. Para cumplir con esta función, el alternador posee dos partes: un Inductor, que crea un campo magnético, y un Inducido. Este último es el conductor a través del cual atraviesan las líneas de fuerza del campo magnético producido por el inductor.

Además de las estructuras recién mencionadas, el alternador debe contar un tercer elemento básico, que corresponde a un regulador de voltaje. Su presencia se explica gracias a las revoluciones del motor. Éstas tienden a cambiar en forma constante, subiendo y bajando incesantemente a lo largo de la operación. Entonces, se podría decir que en la medida en que haya más revoluciones en el motor, más corriente generará el alternador, y a menos revoluciones, menos corriente generada. Debido a lo anterior es comprensible la necesidad de algún sistema que regule la cantidad de corriente generada a partir de las revoluciones, y este sistema corresponde al regulador de voltaje. (“Mecánica de Autos”)

2.4. SISTEMA DE POTENCIA

2.4.1. Unidades principales del motor

a) Masa y peso

La masa es la cantidad de materia de que está formado un cuerpo. El peso es la medida de la fuerza en que es atraída la masa de este cuerpo por la gravedad de la tierra.

b) Fuerza

Es una forma de energía capaz de hacer cambiar el estado o movimiento de un cuerpo. Si el cuerpo está en movimiento, la fuerza modifica este movimiento o lo para. La unidad de fuerza es el Newton (N)

c) Trabajo

Si una fuerza F la aplicamos sobre un cuerpo y lo desplazamos una distancia o longitud (L), diremos que ha efectuado un trabajo (W). La unidad de trabajo es el Julio (J)

$$W=F*L \qquad (2.2)$$

d) Potencia

La noción de potencia está sujeta a la del trabajo y de tiempo. Por definición la potencia (P) de una maquina es igual al trabajo W desarrollado por esta máquina dividido por el tiempo empleado en realizarlo. La unidad de potencia es el Watt

$$P = W / t \quad (2.3)$$

También suele utilizarse como unidad de caballos de fuerza (HP).

$$1\text{HP} = 0,746 \text{ KWatts}$$

En el motor la definimos a la capacidad de proporcionar un número determinado de revoluciones por minuto. La potencia desarrollada por un motor depende de sus características constructivas, así como de una serie de factores que inciden en el proceso de transformación de energía:

- Relación de compresión y grado de calidad del ciclo.
- Grado de llenado de los cilindros.
- Cilindrada.
- N° de cilindro.
- N° de revolución.

e) Par motor

Toda fuerza aplicada a un brazo de palanca origina en este un par. En el motor de explosión, se denomina par motor al esfuerzo de giro aplicado al codo del cigüeñal por la fuerza de la explosión que le transmite el conjunto biela-pistón. Cuanto mayor sea la presión de empuje sobre el pistón, mayor será el par. El par máximo se encuentra a un régimen intermedio, nunca al régimen máximo del motor; el objetivo de los fabricantes en la actualidad es conseguir un par máximo lo más uniforme posible a lo largo de todos los regímenes de giro. El punto donde se consigue el par máximo es el que consigue la mejor combustión. La unidad de par es el Newton-metro.

f) Presión

Se llama presión P, a la fuerza F que se ejerce sobre una superficie S.

$$P = F/S \quad (2.4)$$

La unidad de presión es el pascal Pa., el newton/m² o el bar.

g) Densidad

La densidad es la masa de cada unidad de volumen de un cuerpo. Si la masa de un cuerpo es m y su volumen v, la densidad viene dado por la formula:

$$d = m / v \quad (2.5)$$

La unidad de densidad es el kg / m³.

h) Revoluciones

El régimen de giro del motor está limitado por las fuerzas de inercia que se originan por el movimiento alternativo del pistón y del tiempo de que pueda disponer para la combustión de la mezcla. Siendo este menor en los vehículos de gasolina, lo que permite desarrollar un mayor número de revoluciones frente al diesel, que es más lento.

El número de revoluciones limita un llenado correcto de los pistones y, por tanto el rendimiento volumétrico. A una mayor velocidad, los gases entran más rápidos y disponen de menos tiempo.

$$n = \text{régimen motor r.p.m.}$$

(Manual del Automóvil vol. I: 20-21)

i) Torque Máximo

Torque es la fuerza para girar un objeto. El torque de un motor crea la fuerza de impulsión de tracción para girar las ruedas motrices cuando el vehículo es empujado hacia adelante. Un claro ejemplo es cuando deseamos girar un perno con una llave, la fuerza considerada necesaria para girar el perno es el torque. En

este caso, el torque es la fuerza aplicada multiplicada por la distancia desde el centro del perno al punto donde se aplica la fuerza.

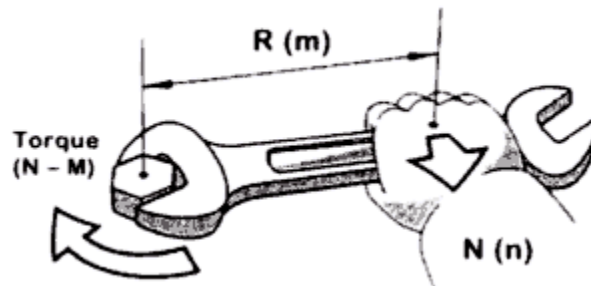


Figura 2.19. Representación del torque para girar un perno
Fuente: Investigación documental
Tomado de: Mayz, Edgar. Conocimientos Básicos del Automóvil

T: Torque (N – m)

R: Radio del circulo sobre el cual se aplica la fuerza (m)

N: Fuerza

Para aumentar el torque, se utiliza una llave más grande, o se aplica una mayor fuerza a la llave. En el caso de un motor, la fuerza aplicada a la llave corresponde a la fuerza de combustión que se produce en los pistones. El radio de la llave corresponde a la longitud del brazo del cigüeñal, es decir 1/2 de la carrera del pistón.

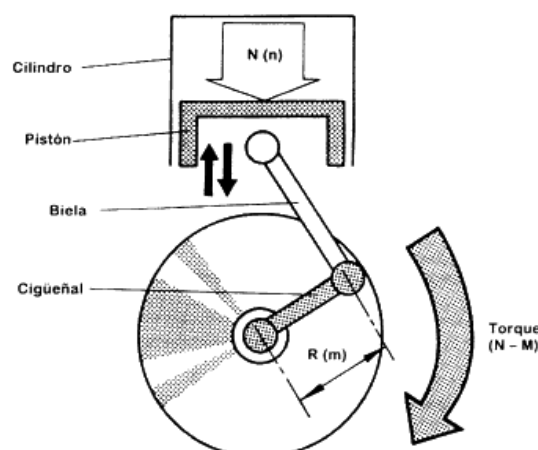


Figura 2. 20. Torque en el motor
Fuente: Investigación documental
Tomado de: Mayz, Edgar. Conocimientos Básicos del Automóvil

El torque de un motor varía dependiendo de la velocidad del mismo, pero dentro de este rango el torque máximo se genera cuando la válvula de obturación está completamente abierta.

Las características de un motor son tales que existe un torque máximo tanto en alta como en baja velocidad. El primero conocido como motor de alta velocidad, mientras que el segundo es llamado motor de baja velocidad. Generalmente, el motor de un camión es un motor de baja velocidad, mientras que el motor para un carro deportivo es un motor de alta velocidad y el motor utilizado en un vehículo de pasajeros tiene un rango de velocidad que está entre estos dos tipos de motores.

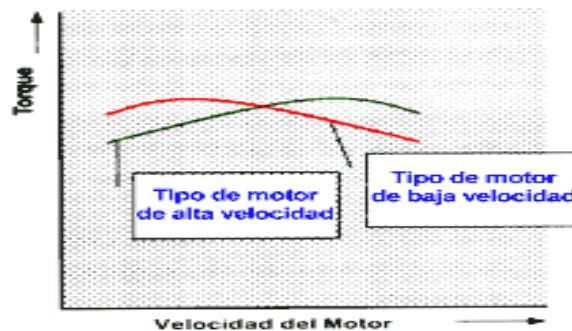


Figura 2.21. Torque Vs. la velocidad del motor

Fuente: Investigación documental

Tomado de: Mayz, Edgar. Conocimientos Básicos del Automóvil

2.4.2. Volumen desplazado por el pistón o cilindrada unitaria

Es el volumen que se desplaza el pistón del P.M.I. al P.M.S.

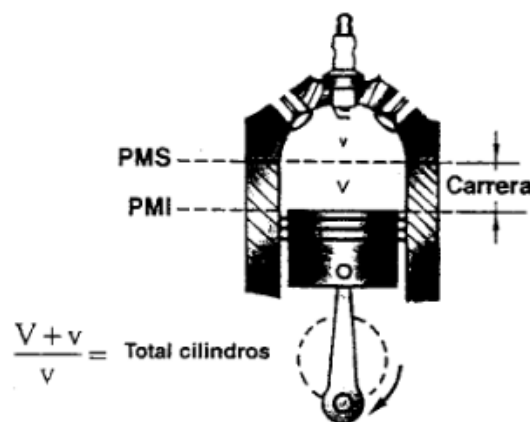


Figura 2.22. Cámara de combustión con sus respectivos volúmenes

Fuente: Investigación documental

Tomado de: Manual del Automóvil vol. I

2.4.3. Volumen de la cámara de combustión (v)

Volumen comprendido entre la cabeza del pistón en P.M.S. y la culata.

2.4.4. Volumen total del cilindro (V + v)

Volumen comprendido entre la culata y el pistón cuando está en el P.M.I.

2.4.5. Relación volumétrica

Relación entre el volumen total del cilindro (V) y el volumen de la cámara de combustión (v).

2.4.6. Cilindrada

Es la suma de los volúmenes de todos los cilindros de un motor. Se expresa en cm^3 . (Manual del automóvil vol. I: 19)

2.4.7. Cilindrada total, calibre, carrera

La cilindrada total es el valor numérico fundamental utilizado para expresar el tamaño de un motor. Comúnmente, es expresado en cm^3 o en litros. Se llama al diámetro interior del cilindro, calibre; mientras que a la distancia desde el punto muerto superior al punto muerto inferior, se le denomina, carrera.

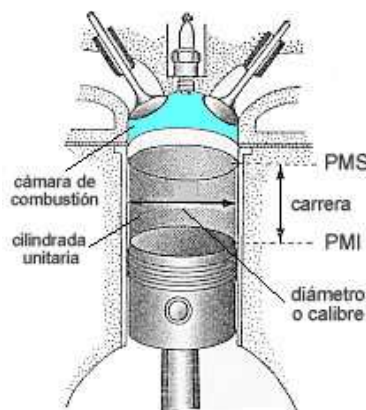


Figura 2.23. Cilindrada total, calibre, carrera
Fuente: Investigación documental
Tomado de: Read P.P.J. y Reid V. C

2.4.8. Relación de compresión

La relación de compresión es la relación que muestra cuantas veces se comprime la mezcla de aire-combustible que es tomada durante la carrera de admisión, con respecto al volumen comprimido durante la carrera de compresión del motor.

Si se aumenta la relación de compresión, la fuerza de combustión en el interior del cilindro llega a ser mucho mayor, aumentando la relación de compresión, se puede generar una mayor fuerza de combustión alcanzando un mayor torque sin el incremento de la cilindrada del motor. Esto permite obtener alta potencia de salida y aumento en la economía del combustible. Sin embargo, si la relación de compresión se aumenta demasiado, la temperatura de la mezcla aire-combustible llega a ser extremadamente alta, causando combustión espontánea, a parte de la combustión causada por la bujía originando problemas en la combustión (golpeteo) y en la combustión espontánea de la mezcla aire-combustible antes de que la chispa de las bujías encienda la mezcla (pre-encendido) y otro fenómeno anormal.

2.4.9. Precaución

Si ocurre tal combustión anormal la potencia de salida del motor descenderá drásticamente y se emitirá un ruido semejante a un ruido metálico.

2.4.10. Referencia

Normalmente, una relación de compresión de 8-11 es apropiada para un motor a gasolina y una relación de compresión de 15-22 es apropiada para un motor diesel.

2.5. SISTEMA DE LUBRICACIÓN

2.5.1. Introducción

La fricción es la resistencia que aparece al desplazarse una sustancia sobre otra. Todos los motores tienen numerosos elementos metálicos que rozan entre sí. Si se permitiera una fricción excesiva, se generaría mucho calor que provocaría la expansión de las partes, lo que lleva a desgastes y posibles rupturas. Por tanto es necesario minimizar al máximo la fricción asegurando la lubricación de las partes móviles.

2.5.2. Finalidad del sistema de lubricación del motor

La finalidad del sistema de lubricación es reducir al mínimo la fricción y el desgaste entre las partes móviles, disminuir el ruido, disipar el calor extrayéndolo de las superficies de trabajo, y finalmente limpiar el motor.

2.5.3. El aceite del motor

El aceite es básicamente la sangre para el motor. Se obtiene generalmente refinando petróleo crudo extraído de la corteza terrestre que recibe el nombre de aceite mineral.

a) Características de un buen lubricante

- **Baja viscosidad.** Se debe garantizar que el aceite llegue a todos los lugares donde el motor necesita lubricación en tiempos cortos y para esto se debe utilizar aceite de baja viscosidad de acuerdo a las características del motor, ya que puede ocurrir que el aceite sea muy denso y el motor demore en arrancar o sea de muy baja viscosidad y se introduzca en la cámara de combustión.
- **Viscosidad invariable con la temperatura.** La viscosidad de los aceites varía con la temperatura, unos son más vulnerables a los cambios de este

factor como son los aceites mono grados mientras que en los aceites multigrados las variaciones de viscosidad no son muy radicales.

- **Estabilidad química.** Los aceites lubricantes deben tener una elevada estabilidad química para no degradarse y formar compuestos dañinos para el funcionamiento del motor, porque al estar en constante movimiento el aceite se pone en contacto con partículas del desgaste de las partes del motor así como de polvo, agua y residuos de la combustión.
- **Acción detergente.** Con esta característica el aceite mantiene limpio el motor. Para comprobar que el aceite tiene acción detergente, después de un cierto tiempo de uso su color cambia.
- **Carencia de volatilidad.** De esta forma se evita que el lubricante se desperdicie al elevarse la temperatura del motor.
- **No ser inflamable.** El aceite durante su movimiento se somete a altas temperaturas al ponerse en contacto con algunas partes del motor, al no ser inflamable se evitan incendios.
- **Anticorrosivo y antioxidante.** El aceite al fluir de manera rápida por el motor sin esta característica afectaría con corrosión y oxidación a los materiales de las partes del motor.
- **Gran resistencia pelicular.** El aceite impide el desgaste y pérdida de material de las partes metálicas del motor
- **Soportar altas presiones.** El aceite impide el contacto entre las partes metálicas del motor.
- **Impedir la formación de espuma.** Si se llega a formar espuma con el aceite se desperdiciaría el mismo además se dañarían algunas partes del

motor, por esta razón es importante que el lubricante impida la formación de espuma.

- **Viscosidad.** Se llama viscosidad a la capacidad de fluir de un aceite: cuanta mayor viscosidad más espesa es el aceite. Al calentar un aceite se vuelve más fluido: pierde viscosidad.

2.5.4. Presión de aceite

Es totalmente necesario que el aceite sea forzado a través de los componentes en todo momento cuando el motor está en funcionamiento. Esto asegura que los componentes en movimiento quedan separados por una capa fina de aceite para evitar el contacto metal con metal y la rotura resultante.

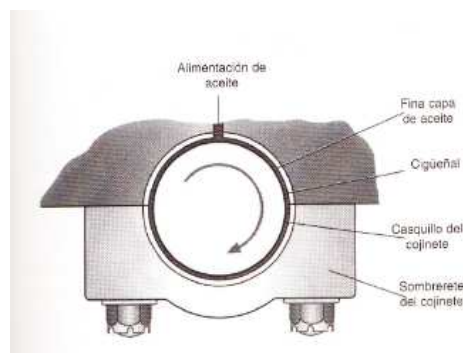


Figura 2.24. Ejemplo de cuando el cigüeñal gira, este flota sobre una fina película de aceite

Fuente: Investigación documental
Tomado de: Read P.P.J. y Reid V. C

La presión se crea por una bomba que refuerza el aceite hacia el sistema de lubricación más rápido de lo que este puede absorber. La presión del aceite varía con la temperatura y la velocidad del motor. Cuando el motor está frío el aceite tiene elevada viscosidad, y que le cuesta más salir del sistema de lubricación. Cuando el motor se calienta el aceite tiene una menor viscosidad y la presión es menor. Una presión típica de aceite con el motor a temperatura de funcionamiento normal es de $2,5 \text{ kgf/ cm}^2$ (igual a 35,48PSI)

2.5.5. Sistemas de lubricación del motor a presión

Para contrarrestar la pérdida de aceite de los cojinetes, los sistemas de lubricación modernos suministran el aceite para mantenerlas separadas. Existen dos tipos principales de sistemas: de depósito seco o de depósito húmedo.

a) Sistema de lubricación de depósito húmedo

El aceite se almacena en el depósito situado en la base del cárter del motor una bomba sumergida, accionada generalmente mediante un engranaje hiperbólico del árbol de levas, bombea aceite a presión por el motor.

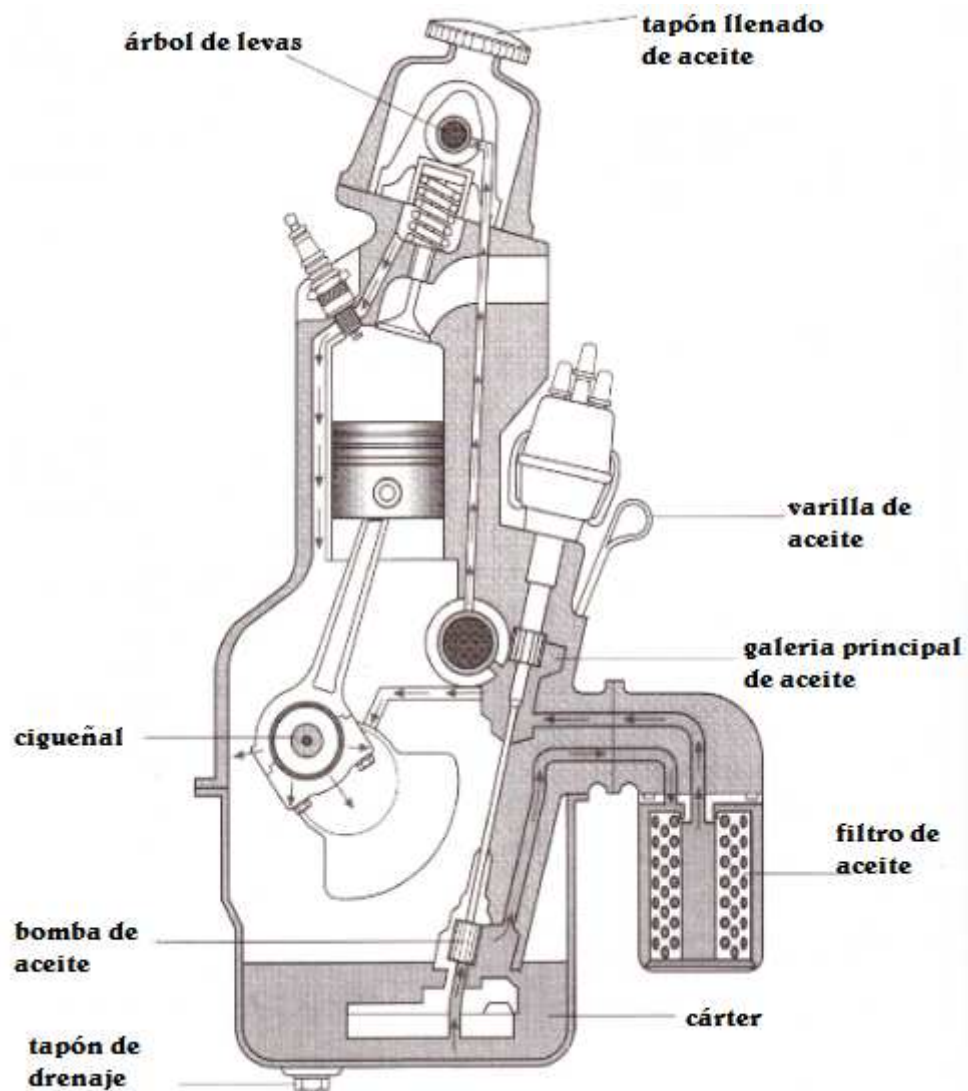


Figura 2.25. Sistema de lubricación de depósito húmedo

Fuente: Investigación documental

Tomado de: Read P.P.J. y Reid V. C

El interior de la bomba está protegido con un filtro de malla metálica denominado filtro primario. Este filtro previene la entrada de partículas de polvo grandes en el sistema. El aceite es enviado a presión a través de un filtro secundario más fino al conducto principal de aceite del motor.

El aceite llega a presión a los apoyos del cigüeñal y pasa por las perforaciones internas del cigüeñal hasta llegar a las muñequillas. En algunos motores, el aceite también se puede bombear hasta el cojinete de pie a través de una perforación interna en la biela. Al mismo tiempo, el aceite llega al árbol de levas. El aceite regresa entonces al cárter.

Mientras el motor está en funcionamiento el aceite también es rociado vigorosamente en el interior del cárter. Este chorro es el encargado de lubricar generalmente las paredes del cilindro y los pistones. Algunos motores en los que se alcanzan elevadas temperaturas en el cilindro, como ocurre en los turbo diesel, pueden disponer de chorros de aceite a presión para lubricar los cilindros.

2.5.6. Componentes del sistema de lubricación

La bomba es una parte muy importante del motor, porque distribuye el aceite a todos los componentes para mantenerlos en correcto funcionamiento. La bomba está situada de forma aislada bajo el cárter, y se acciona directamente desde el cigüeñal o desde el árbol de levas u otro componente. La entrada de la bomba o toda la bomba se encuentra sumergida en el aceite del cárter. Un conducto comunica la salida de la bomba con el filtro y después con el conducto principal de aceite para distribuirlo a través del motor.

Existen diferentes tipos de bombas, pero todas funcionan según el mismo principio: se toma el aceite del cárter y se comprime en una cámara, forzando el flujo del aceite a presión por el sistema de lubricación.

a) Bomba de aceite de engranajes

La bomba de aceite más usada es la de engranajes. Está compuesta por dos engranajes de dientes rectos girando con precisión dentro de una cámara. Uno de los engranajes está accionado por el árbol de levas que a su vez mueve el otro engranaje. El aceite entra en la bomba por un lado y es atrapado entre la carcasa y los huecos entre dientes del engranaje. Cuando los dientes del engranaje se acoplan unos contra otros el aceite es empujado a través de la salida al sistema de lubricación.

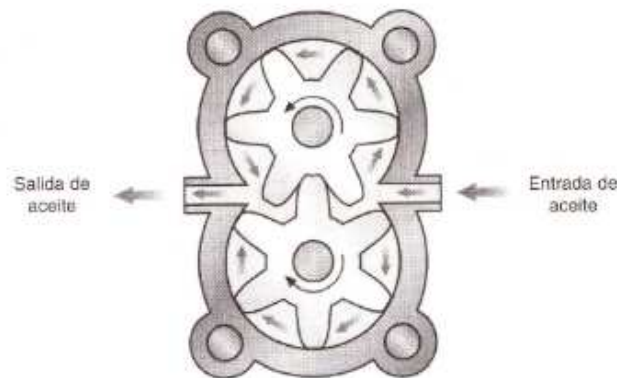


Figura 2.26. Bomba de aceite de engranajes
Fuente: Investigación documental
Tomado de: Read P.P.J. y Reid V. C

b) Filtrado de aceite

En el depósito de aceite se acumulan materiales extraños, partículas de metal y productos resultantes de la combustión; esto puede producir el desgaste acelerado del motor, esto se evita mediante el sistema de filtrado de dos etapas.

- **Filtro de aceite primario**

Llamado también filtro de primera etapa, consiste en una malla de alambre basta que evita que partículas de tierra o arena relativamente grandes entren en la bomba.

- **Filtro de aceite secundario**

Estos son filtro mucho más finos y están acoplados a la salida de aceite presurizado de la bomba. Este filtro está fabricado de papel procesado de manera especial. La superficie del filtro está plegada para permitir que un área superficial grande alcance dentro de un recipiente pequeño. El aceite puede fluir libremente pero el filtro atrapa partículas tan pequeñas como hasta 2 micro - micras de diámetro.

- **El elemento intercambiable** es el más antiguo. Consiste en una lata con papel intercambiable en su interior. La lata esta atornillada al cuerpo del filtrado, el cual está a su vez montado sobre el bloque motor.

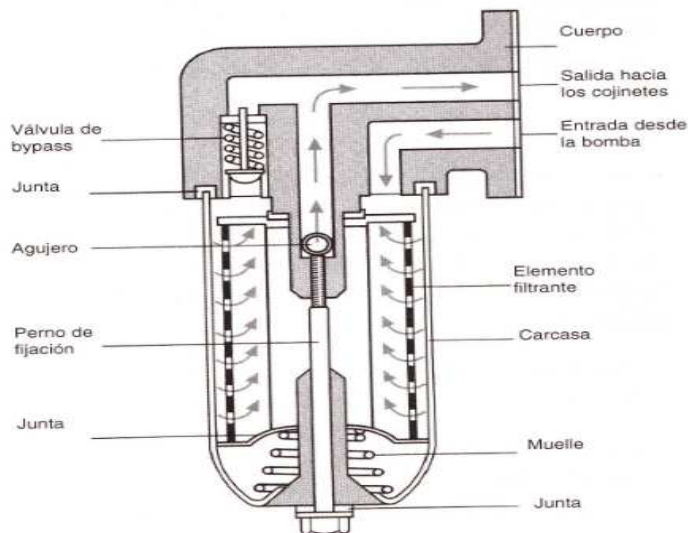


Figura 2.27. Filtro de aceite de elementos intercambiables
 Fuente: Investigación documental
 Tomado de: Read P.P.J. y Reid V. C

El filtro moderno es una carcasa y papel combinados en un único cartucho que tiene acoplado una junta de estanqueidad se atornilla a una carcasa o directamente al bloque motor. También incluye una o dos válvulas integrales.

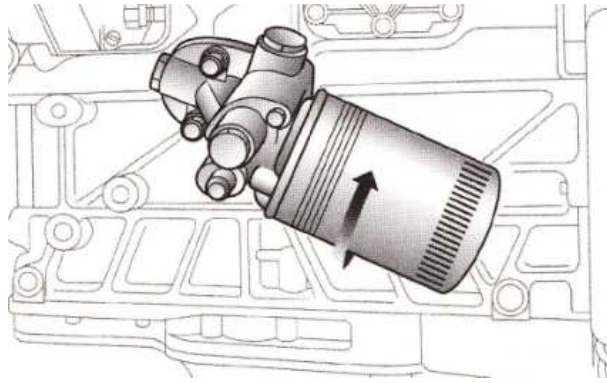


Figura 2.28. Exterior del filtro de aceite de cartucho
 Fuente: Investigación documental
 Tomado de: Read P.P.J. y Reid V. C

2.5.7. Válvula bypass

Existe además una válvula de bypass para permitir que el aceite siga fluyendo y así evitar serios daños del motor en el caso de bloqueo del filtro. Si el filtro se bloquea, la presión aumenta y la válvula se separa de su asiento, entonces el aceite puede seguir fluyendo. El aceite pasa sin filtrar.

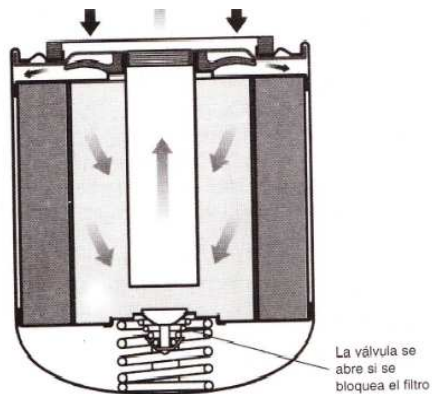


Figura 2.29. Ubicación de la válvula en el filtro de cartucho
 Fuente: Investigación documental
 Tomado de: Read P.P.J. y Reid V. C

2.5.8. Válvula de presión residual

Muchos filtros están equipados hoy en día con otra válvula que mantiene aceite en el sistema cuando el motor se para, en vez de permitir que se escape totalmente. (Read P. P. J. y Reid V. C.: 147-155)

2.6. SISTEMA DE COMBUSTIBLE

2.6.1. Introducción

El combustible es el elemento necesario para producir la potencia que mueve a un vehículo. En la actualidad son varios los combustibles que pueden ser utilizados en los motores; el diesel y la gasolina son los más comunes pero también se pueden utilizar: el gas licuado de petróleo (LP), el gas natural comprimido (GNC), el gas natural licuado (GNL), el propano, el metanol, el etanol y otros. Para obtener el máximo aprovechamiento de la energía del combustible se requiere mezclar con el oxígeno, el cual es obtenido del aire y así generar la combustión.

2.6.2. Misión

La misión del circuito de alimentación es preparar y hacer llegar al interior de los cilindros la cantidad de mezcla necesaria, en la proporción adecuada y en los momentos en que se solicita, según sean las necesidades de la conducción del motor.

2.6.3. Finalidad

Proporcionar la mezcla adecuada de aire-combustible acorde a las condiciones de operación del vehículo. Mezclar el aire y el combustible para el mejor aprovechamiento del combustible, dosificar el combustible o la mezcla aire-combustible en la cámara de combustión.

2.6.4. Características de la gasolina

a) Volatilidad

La volatilidad de un líquido es la facilidad que tiene para convertirse en gas. Las gasolinas empleadas en automoción han de ser muy volátiles, para favorecer la

unión íntima con el oxígeno del aire, obteniéndose una mezcla y posterior combustión.

b) Poder calorífico

El poder calorífico de un combustible es el número de kilocalorías que es capaz de proporcionar un kilogramo de dicho combustible. Las gasolinas han de tener un alto poder calorífico, superior a las 11.000 Kcal/kg.

c) Octanaje

El octanaje o índice de octanos de las gasolinas indica su “poder antidetonante”. Las gasolinas deben tener un octanaje alto, generalmente superior a 90 octanos. Cuanto más alto sea su octanaje, mayor compresión soportará sin llegar a producir detonación. Cuanta mayor compresión soporte, mayor será la potencia desarrollada por el motor.

2.6.5. Partes de un sistema de combustible con carburador

Al sistema carburado lo forman:

1. Tanque o depósito de combustible
2. Filtro de combustible
3. Líneas de combustible
4. Bomba de combustible mecánica
5. Múltiple de admisión
6. Carburador
7. Ahogador o “choke”
8. Válvula de aceleración
9. Línea de retorno
10. Filtro de aire

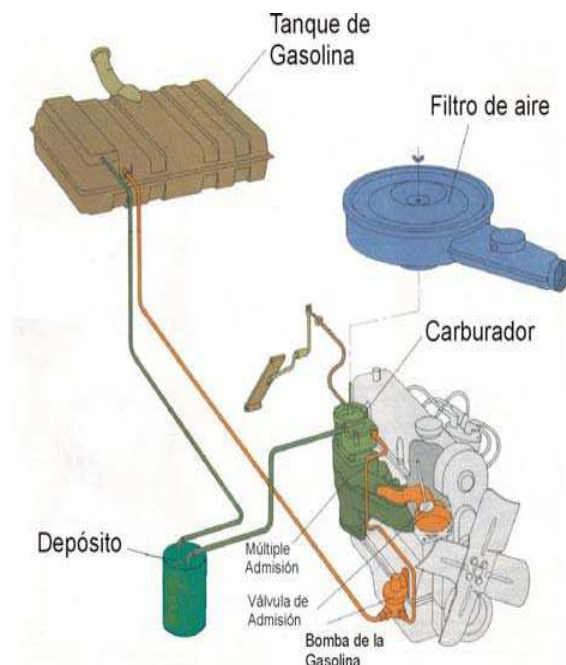


Figura 2. 30. Partes de un sistema de Combustible con carburador
Fuente: Investigación documental
Tomado de: Read P.P.J. y Reid V. C

2.6.6. Circuito de alimentación

El circuito de alimentación está constituido por un depósito de combustible, del que aspira combustible una bomba, que lo envía por una canalización al carburador, que prepara la mezcla y que a través del colector de admisión llega a los cilindros. Para ello toma aire de la atmósfera a través de un filtro y gasolina de una cuba del carburador.

La gasolina llega a la bomba después de ser filtrada por medio de la canalización, la gasolina retorna al depósito, por la canalización sobrante. (“Automovilista eficiente”)

2.6.7. Indicadores de combustible

Todos los automóviles están equipados de indicadores electrónicos de combustible compuestos de un testigo montado en el depósito y un dispositivo receptor con escala trazada, montado en el panel de instrumentos.

- **Testigo:** un testigo de los más corrientes consiste en una resistencia variable accionada por un flotador, como se observa en la figura 2.31. El conjunto se monta en el depósito de forma que el brazo del flotador se extiende hacia el interior del depósito y el flotador sigue las variaciones de nivel del combustible. La posición del flotador determina el valor de la resistencia eléctrica existente en el circuito lo que a su vez controla la corriente que atraviesa el receptor situado en el panel de instrumentos.

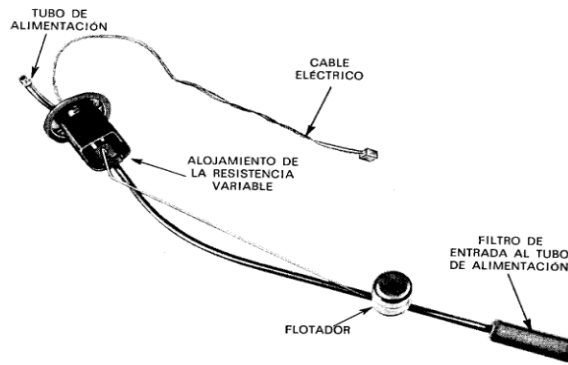


Figura 2.31. Testigo de un indicador de gasolina cuyas señales son registradas en el panel de instrumentos

Fuente: Investigación documental

Tomado de: Billiet, Walter. Entretenimiento y reparación de motores

- **Receptor:** el dispositivo receptor está montado en el panel de instrumentos y, según la corriente que recibe del testigo, indica sobre una escala calibrada la cantidad de combustible existente en el depósito.

2.6.8. Filtro de combustible

A lo largo del circuito de alimentación se colocan en distintos puntos de estos filtros con el objetivo de impedir que la suciedad y el agua penetren en la bomba de alimentación y en el carburador. Estos filtros pueden encontrarse en el depósito de combustible, en las tuberías, en la bomba y/o en el carburador.

Muchos filtros se construyen de tal forma que no pueden limpiarse y deben cambiarse cuando se obstruyen. Algunos carburadores llevan un filtro situado a la entrada de la cuba para filtrar el combustible antes de que entre en la cámara del flotador.

2.6.9. Líneas de combustible (conductos de suministro)

En la fabricación de conductos para combustible se ha usado materiales como el cobre o el acero aleado con estaño y plata, pero estos materiales han sido totalmente desplazados por el plástico.

Los conductos deben de ser lo suficientemente rígidos para no deformarse bajo la presión atmosférica, y han de poderse conectar a sistemas bajo presión sin riesgo de fugas. Muchos países tienen limitaciones respecto a la resistencia al fuego y al desgaste. (Read P. P. J. y Reid V. C.: 77)

2.6.10. Depósito de combustible

Se sitúa en una parte alejada del motor, para evitar el peligro de incendio. El depósito se coloca en un punto bajo para descender el centro de gravedad del vehículo y aumentar su estabilidad. El depósito dispone de un tubo con una boca de llenado y un tapón de cierre en el exterior. Posee un pequeño orificio de ventilación situado en el tubo o en el mismo tapón de cierre. Este orificio está conectado con el exterior, y mantiene en el interior del depósito la presión atmosférica.

El indicador de nivel más usado, consta de un flotador situado en el interior del depósito que mueve una varilla metálica a lo largo de una resistencia variable. Dependiendo de la posición del contacto con la resistencia, la intensidad de la corriente será mayor o menor. Esta corriente llega a un indicador que marcará en una escala el nivel en el depósito, en función de la intensidad de corriente que reciba. (“Sistema de encendido del automóvil”)

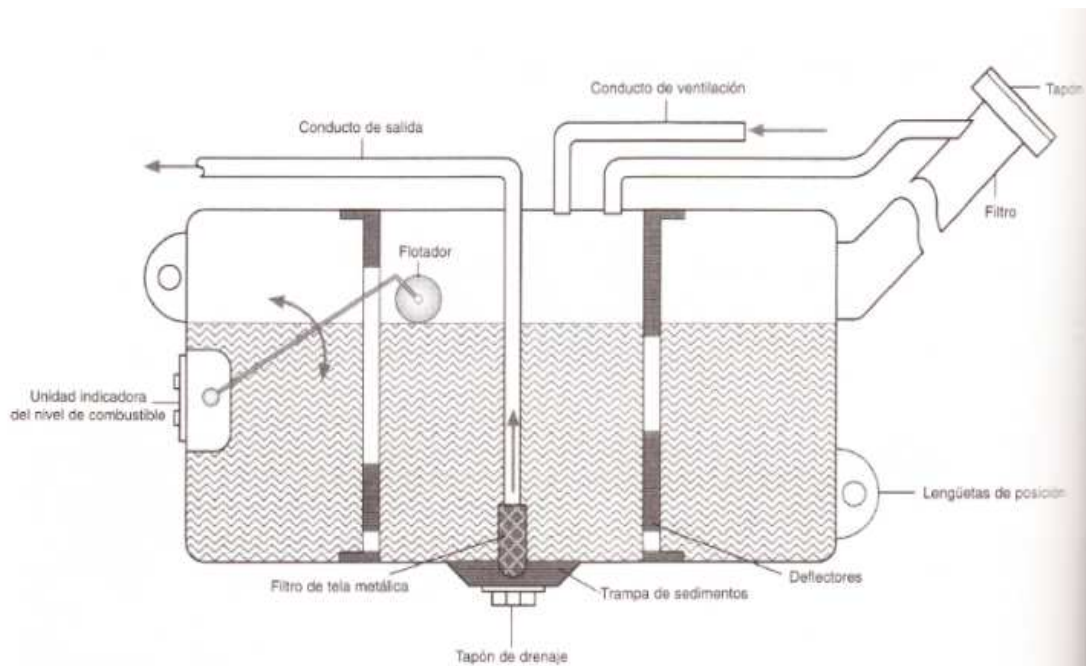


Figura 2.32. Detalle de depósito de combustible
 Fuente: Investigación documental
 Tomado de: Read P.P.J. y Reid V. C

2.6.11. La bomba de combustible

La misión de la bomba es la de extraer el carburante del depósito y mandarlo al carburador o a la bomba de inyección, (dependiendo del sistema de alimentación empleado), para su posterior mezcla con el aire. Existen dos tipos de bombas de alimentación según su accionamiento: Mecánica y Eléctrica.

a) Bomba de alimentación mecánica

Esta acoplada al bloque motor por medio de unos tornillos con una junta y una placa para disminuir la transmisión de calor producido por el motor, evitando que la gasolina se convierta en gas. Esta bomba es accionada por un excéntrico montado en el árbol de levas del motor, un brazo oscilante de la bomba descansa sobre el excéntrico del árbol de levas, al girar este último hace que el brazo oscilante se mueva hacia adelante y atrás activando la bomba de combustible. Esta bomba presenta algunos inconvenientes:

- Se pueden producir burbujas en el carburante por la acción del calor del motor, al estar montado en él.

- La membrana pierde elasticidad, al dilatarse, por la acción del calor del motor.
- Rotura frecuente de la membrana, por fatiga.
- Al estar separada del depósito se necesita una membrana de grandes dimensiones para poder producir una succión efectiva.
- Para que funcione la bomba tiene que estar en funcionamiento el motor.

2.6.12. Admisión

Para que un motor funcione con buen rendimiento, deben mezclarse aproximadamente 15 partes de aire con una de gasolina. Se estima que por cada 1000km de recorrido, por el carburador de un automóvil pasan unos 1800 m³ de aire (2300kg). Resulta pues que, a menos que el carburador este equipado con un filtro de aire, serán muchas las partículas de suciedad que pueden entrar al motor y causar los daños consiguientes.

Este filtro se monta en la toma de aire del carburador de forma que el aire debe atravesarlo antes de penetrar en el carburador y dejar en el toda la suciedad. En la mayoría de los filtros de aire se construye una cámara silenciadora para amortiguar el ruido producido por el aire al precipitarse hacia el carburador.

El filtro de aire actúa también como para llamas cuando el motor petardea (la llama retrocede a causa de fallos en el encendido).

2.6.13. El sistema de alimentación lleva los siguientes tipos de filtros:

a) Filtro de carburante

Tiene como misión retener las partículas que pudiera llevar en suspensión el carburante. Suelen estar constituidos por un pequeño tamiz de malla metálica o de plástico. Están colocados a la salida del depósito, a la entrada de la bomba de alimentación y a la entrada del carburador.

b) Filtro de aire

Tiene la misión de retener las partículas que el aire lleva en suspensión, generalmente el polvo, y evitar así que penetre en el interior de los cilindros y el desgaste, en parte, de éstos. Existen tres tipos de filtros de aire entre ellos el filtro seco que se explica a continuación.

I. Filtro seco

El aire es obligado a pasar a través de un elemento filtrante de papel poroso especial, de plástico o de tejido. Está plegado en forma de acordeón o bien de forma distinta, con objeto de aumentar la superficie filtrante. Para dar mayor solidez al filtro, éste se suele montar con un recubrimiento de material plástico.

En su gran mayoría, los filtros de aire hacen uso en la actualidad de elementos filtrantes recambiables de fibra celulosa o de papel. Tras a travesar la cámara silenciadora, el aire penetra en el filtro y después es dirigido al carburador desprovisto ya de las partículas de suciedad que quedan atrapadas en el filtro. (Billet W.:375-376)

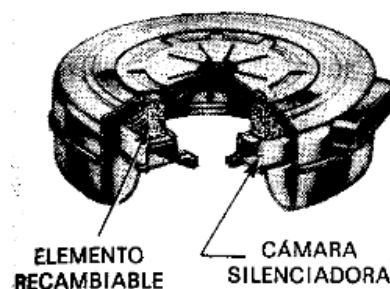


Figura 2.33. Partes del filtro seco

Fuente: Investigación documental

Tomado de: Billiet, Walter. Entretenimiento y reparación de motores

c) Filtro en baño de aceite

Este filtro lleva un recipiente inferior, una cámara con aceite, situada debajo un elemento filtrante, que suele ser de tejido metálico. La entrada de aire se sitúa de forma que, al entrar en el filtro, la corriente de aire choque directamente con la

superficie del aceite. De este modo, las partículas más pesadas que contiene el aire, al cambiar éste tan bruscamente de dirección, quedan retenidas por inercia en el aceite y el resto del polvo es filtrado por el tejido metálico del filtro. El aire desciende después por su conducto. Cuando el aceite de la bandeja se espesa, hay que limpiar y proceder a la sustitución del aceite, hasta el nivel que está indicado en el recipiente. Son particularmente recomendables para aquellas zonas en que el aire contenga cantidades considerables de arena o polvo abrasivo.

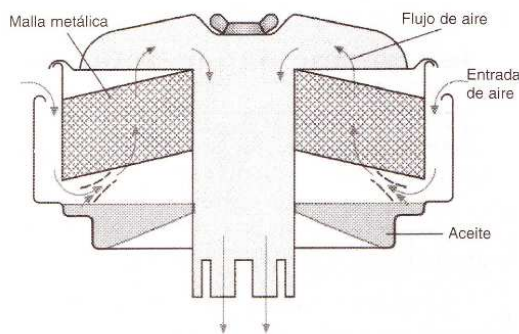


Figura 2.34. Filtro de aire bañado con aceite
Fuente: Investigación documental
Tomado de: Read P.P.J. y Reid V. C

2.6.14. El colector de admisión

Básicamente el colector de admisión es un conjunto de conducciones y tubos que sirven para guiar la mezcla de aire y combustible desde el carburador hasta la entrada de los cilindros. Si el diseño está determinado por el número y la disposición de los cilindros y el orden de encendido. En los motores lineales de válvulas en la culata, el colector de admisión está situado en uno de los costados de aquella, en el costado del bloque en el caso de los motores de válvulas laterales.

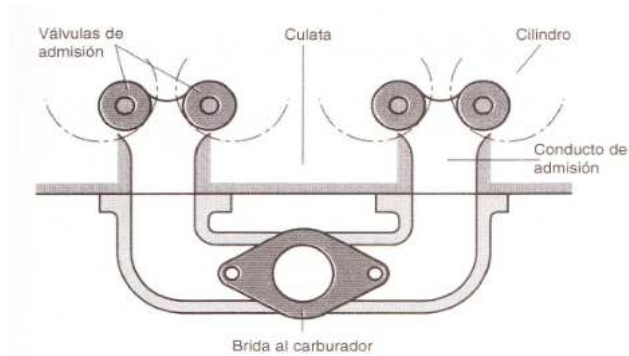


Figura 2.35. Colector de admisión
 Fuente: Investigación documental
 Tomado de: Read P.P.J. y Reid V. C

Los colectores de admisión suelen ser de fundición, aleación de aluminio o, los más modernos, de plástico. La entrada del colector debe tener el mismo diámetro que los conductos de entrada al cilindro. No deben existir ángulos cerrados porque provocarían pérdidas de mezcla, condensando el combustible en las curvas, y la distribución de la mezcla no sería uniforme. (Read P.P.J. y Reid V.C.: 87)

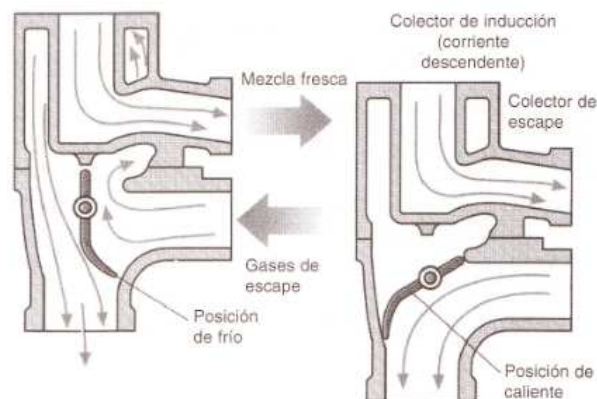


Figura 2.36. Calentamiento del colector de admisión mediante el uso de los gases de escape encendido
 Fuente: Investigación documental
 Tomado de: Read P.P.J. y Reid V. C

2.6.15. Carburación

a) Introducción

La gasolina no arde en ausencia del oxígeno contenido en el aire. La función del carburador es controlar la cantidad y proporción de gasolina y aire que entran en

los cilindros del motor, para controlar la potencia y velocidad. El carburador también es necesario para pulverizar finalmente la gasolina para que se realice una unión íntima entre sus partículas y las del aire.

b) La combustión de la gasolina

El carburador debe:

- Pulverizar finamente la gasolina para asegurar la buena mezcla con el aire, bajo diferentes condiciones de velocidad y carga del motor.
- Suministrar la mezcla aire/combustible correcta en todas las condiciones de operación, incluidas el arranque en frío y la marcha acelerada, con el mayor ahorro de combustible.
- Permitir el funcionamiento suave en ralentí, y que no haya momentos de ahogo al abrir la válvula de mariposa.
- Poderse ajustar a las diferentes condiciones climáticas y satisfacer las regulaciones de emisiones locales.

Las proporciones de combustible y aire se consideran en función de su masa. La razón por la que se usa esta unidad es porque la masa permanece constante mientras que el volumen varía con la temperatura; el aire y el combustible se expanden y contraen con los cambios de temperatura, y peso varía con los cambios de presión debidos a la altitud o a las condiciones atmosféricas.

La masa de aire por kilogramo de combustible se denomina relación aire/combustible. La relación química correcta para quemar toda la gasolina es de 14,5 kg de aire por 1kg de combustible (mezcla estequiometría). Más aire producirá una mezcla pobre y menos aire una mezcla rica. Hay que destacar de los motores de combustión ajustada pueden funcionar con mezclas más pobres.

Tabla 2.1. Relación aire/combustible típicas

Etapa	Función del motor	Relación
1	Arranque en frío	9:1
2	Ralentí	10:1
3	Económico	16:1
4	Aceleración	12:1
5	Máxima potencia	12:1

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Omar Flores

Los motores modernos especialmente aquellos que disponen de sistema de control del motor y catalizadores pueden funcionar con mezclas ligeramente pobres y ricas según las circunstancias. Sin embargo en general se considera que una mezcla pobre hace que el motor se caliente y una mezcla rica es buena para los arranques en frío pero consume más. Ambas condiciones pueden provocar pérdida de potencia.

c) El carburador

El carburador es un dispositivo que hace la mezcla de aire-combustible. A fin de que el motor funcione más económicamente y obtenga la mayor potencia de salida, es importante que la gasolina esté en las mejores condiciones. Con el propósito de hacer una mezcla óptima de aire-combustible, el carburador usará varias técnicas. (Mayz A., Edgar)

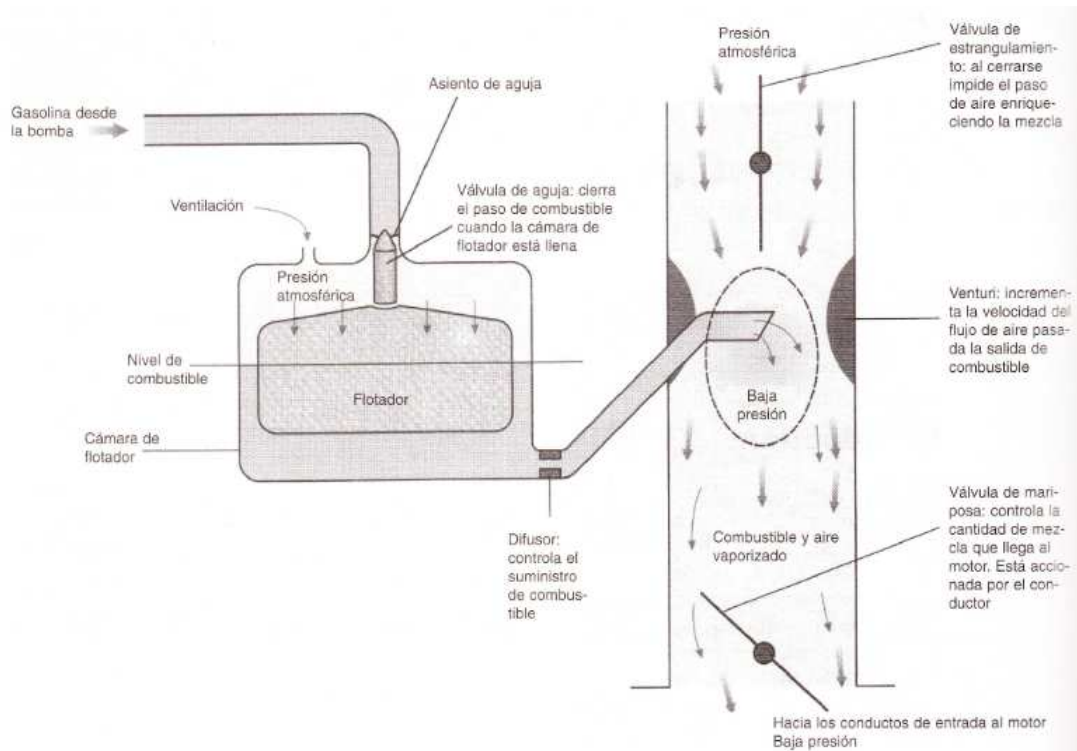


Figura 2.37. Carburador básico de difusor único

Fuente: Investigación documental

Tomado de: Read P.P.J. y Reid V. C

Existe un flotador en la cuba que controla el nivel. Al entrar en funcionamiento la bomba de combustible, éste entra en la cuba a través de una válvula de aguja, y el flotador sube con el nivel de combustible. El flotador hace que la válvula suba hasta que corta el suministro. El nivel adecuado de combustible está siempre por debajo del nivel de la salida de combustible. Un orificio aireación permite el llenado de la cuba y que la gasolina de la cuba permanezca a presión atmosférica.

Cuando el motor está funcionando, los pistones se desplazan hacia abajo en los tiempos de combustión y crean una depresión en el conducto de entrada. El aire circula por este conducto hacia el conducto de admisión del carburador, pasando a través de un estrechamiento llamado difusor o venturi. Este venturi hace que aumente la velocidad de aire, creando una depresión en este punto.

La salida de la cuba está situada en el punto medio de esta depresión. La presión atmosférica fuerza la salida del combustible de la cuba hacia la depresión del venturi. El combustible se vaporiza antes de entrar en el conducto de entrada al

chocar con el aire que entra a gran velocidad. Se usa el término pulverización para describir el proceso mediante el cual el combustible líquido se difumina en finas partículas. Se evapora en el conducto de entrada (se convierte en vapor o gas), se introduce en aquel cilindro que tenga abierta la válvula de admisión. La cantidad de mezcla aire/combustible que penetra en el cilindro depende de la apertura de la mariposa de gases. Esta apertura se controla con el pedal del acelerador en los vehículos que disponen de un carburador básico.

El carburador simple suministrará la mezcla adecuada por el conducto de admisión para una sola velocidad del aire. Debido a las diferentes características del flujo de aire y del combustible, proporcionará una mezcla rica para altas velocidades, al pasar grandes cantidades de aire, y una mezcla pobre a bajas velocidades, cuando circula una pequeña cantidad de aire. Para atenuar este inconveniente y ofrecer una carburación eficiente a diferentes velocidades del motor, hay que usar alguna forma de compensación.

d) Construcción y Operación del Carburador

El carburador posee una porción donde la gasolina y el aire son mezclados y otra porción donde la gasolina es almacenada (cámara del flotador). Estas porciones están divididas pero están conectadas por la tobera principal.



Figura 2.38. Carburador
Fuente: Investigación documental
Tomado de: Automecánico, "carburador"

En la carrera de admisión del motor, el pistón baja dentro del cilindro y la presión interior del cilindro disminuye, aspirando aire desde el purificador, carburador y múltiple de admisión fluyendo hasta el cilindro. Cuando este aire pasa a través de

la porción angosta (venturi) del carburador, la velocidad se eleva, luego aspira la gasolina desde la tobera principal. Esta gasolina aspirada es soplada y esparcida por el flujo de aire y así mezclada con el aire.

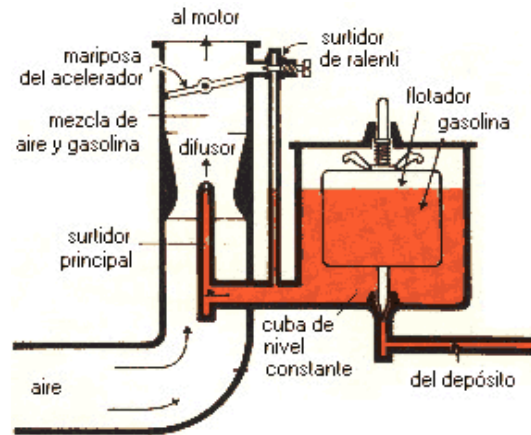


Figura 2.39. Carburador
 Fuente: Investigación documental
 Tomado de: Automecánico, “carburador”

Esta mezcla aire-combustible luego es aspirada dentro del cilindro. La cantidad de aire es controlada por la válvula de aceleración conectada al pedal del acelerador, determinándose así la cantidad de gasolina aspirada.

d) Principio de Operación del Carburador

El carburador opera básicamente con el mismo principio de un pulverizado de pintura. Cuando el aire es soplado, cruzando el eje de la tubería pulverizadora, la presión interior de la tubería cae. El líquido en el pulverizador es por consiguiente jalado dentro de la tubería y atomizado cuando es rozado por el aire.



Figura 2.40. Principio de operación del carburador
 Fuente: Investigación documental
 Tomado de: Automecánico, “carburador”

e) Partes del Carburador

I. La Cuba

Es la encargada de mantener constante el nivel de combustible a la salida del surtidor. Es una reserva de gasolina. El carburador dispone de un pequeño depósito llamado cuba que sirve para mantener constante el nivel de gasolina en el carburador, la cual es a su vez es alimentada por la bomba de alimentación, que ya se vio.

Este nivel constante se mantiene gracias a un flotador con aguja que abre o cierra el conducto de comunicación, y en este caso, de alimentación entre la cuba y el depósito de gasolina.

II. Surtidor

Tubo calibrado que une la cuba con el colector de admisión. La gasolina pasa de la cuba a un tubito estrecho y alargado llamado surtidor que comúnmente se le conoce con el nombre de "gicler". El surtidor pone en comunicación la cuba con el conducto de aire, donde se efectúa la mezcla de aire y gasolina (mezcla carburada).

III. El Difusor

Es un estrechamiento del tubo por el que pasa el aire para efectuar la mezcla. Este estrechamiento se llama difusor o venturi. El difusor no es más que una aplicación del llamado "efecto venturi", que se fundamenta en el principio de que "toda corriente de aire que pasa rozando un orificio provoca una succión".

La cantidad de gasolina que pasa con el fin de lograr una óptima proporción (1:10.000), la regulan, como se ha visto, el calibrador o gicler, o el difusor o venturi. Por su parte, el colector de admisión, que es por donde entra el aire del exterior a través de un filtro en el que quedan las impurezas y el polvo, a la altura del difusor, se estrecha para activar el paso del aire y absorber del difusor la gasolina, llegando ya mezclada a los cilindros.

Una válvula de mariposa sirve para regular la cantidad de mezcla, ésta es a su vez accionada por el conductor cuando se pisa el pedal del acelerador, se sitúa a la salida del carburador, permitiendo el paso de más o menos mezcla.

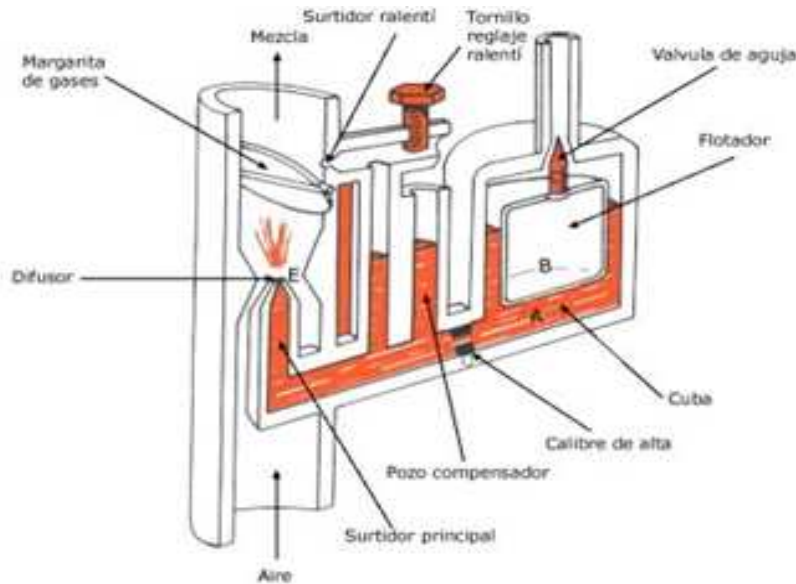


Figura 2.41. Partes y funcionamiento del carburador
Fuente: Investigación documental
Tomado de: Automecánico, “carburador”

El difusor consiste en un estrechamiento que aumenta la velocidad del aire, pero sin variar su caudal (cantidad). El caudal de gasolina se encuentra, así favorecido.

2.6.16. La válvula de mariposa del acelerador

Permite variar la cantidad de mezcla admitida en el cilindro.

a) Dosificación de las mezclas

Debido al peso de la gasolina y del aire y como consecuencia de sus respectivas inercias, se deben controlar, según las necesidades del motor y de su número de revoluciones, la proporción en la mezcla de sus componentes.

Existen una serie de dispositivos para corregir las diferentes dosificaciones, según las circunstancias. Estas dosificaciones (en peso combustible/aire, medido en gramos) son las siguientes:

- Dosificación pobre (1/15 a 1/18). Para regímenes que no requieren un gran par motor (régimen de crucero en llano).
- Dosificación normal (1/15). Para regímenes donde la velocidad está en función de la potencia.
- Dosificación rica (1/12,5). Para prestaciones de máxima potencia del motor.
- Dosificación muy rica (1/4). Para arranque en frío.
- La dosificación normal ideal en volumen es, aproximadamente, 1 litro de combustible por cada 10.000 litros de aire.

2.6.17. Economizador

Algunos motores incorporan al carburador un elemento más, llamado economizador, que bien aumentando la proporción de aire o disminuyendo la gasolina, consigue un ahorro de combustible a medida que el motor está más acelerado. Basa su funcionamiento en que al tapar el pozo compensador con una válvula de membrana, la cual permanece cerrada por la acción de un resorte situado en una cámara que comunica con el colector de admisión, y al acelerar y activar la succión en el colector, ésta hace un vacío en la cámara, que vence el resorte y permite una entrada de aire mayor en el pozo, con lo que se empobrece la mezcla, que sale por el compensador.

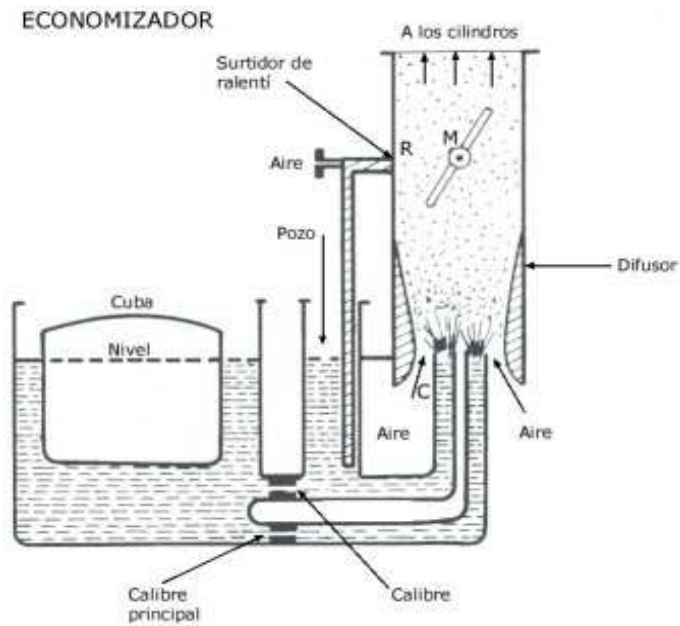


Figura 2.42. Economizador
 Fuente: Investigación documental
 Tomado de: Read P.P.J. y Reid V. C

2.6.18. Funcionamiento del difusor principal

En el carburador que usa drenajes de aire, la gasolina circula a través del difusor principal y alcanza el tubo vaporizador al mismo nivel que la cuba. Las aberturas en la parte superior del tubo vaporizador dependen de la depresión de entrada del motor. En el interior del tubo vaporizador se encuentra el tubo de emulsión, que tiene una serie de aberturas y una derivación del aire de emulsión en la parte superior.

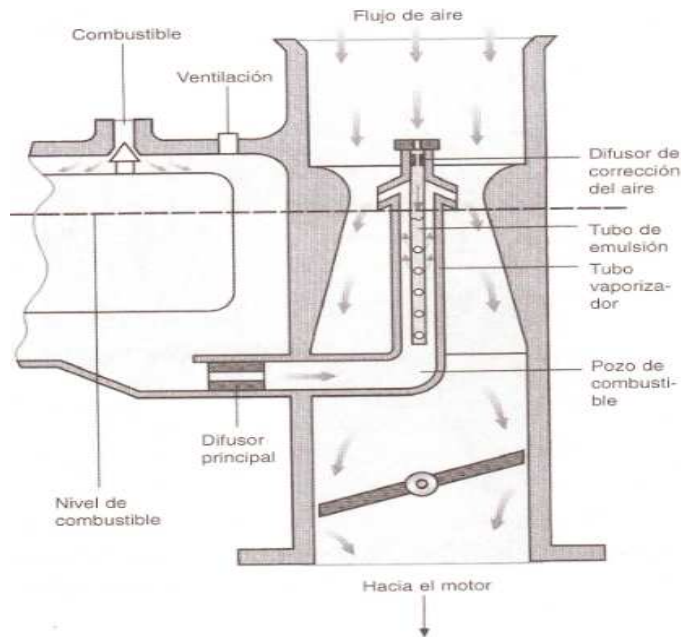


Figura 2.43. Sistema de compensación de tubo de emulsión
Fuente: Investigación documental
Tomado de: Read P.P.J. y Reid V. C

Al aumentar la velocidad del motor, la cuba de combustible se vacía de combustible líquido debido a la depresión producida. El combustible se mezcla con el aire que circula por la derivación y por las aberturas del tubo de emulsión. Estas aberturas están descubiertas cuando circula combustible, permitiendo aumentar las cantidades de aire en el combustible, y empobreciendo la mezcla.

2.6.19. Dispositivo de ralentí

Cuando el motor está en ralentí, la velocidad del aire no es lo suficientemente rápida para crear la depresión necesaria para que el combustible fluya del surtidor. Pero la velocidad del aire alrededor de la mariposa ligeramente abierta sí crea una depresión elevada y por ello el orificio de ralentí está situado justo debajo de esa zona.

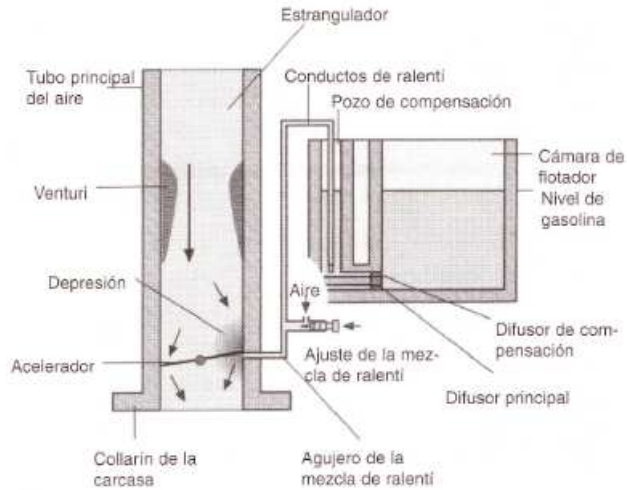


Figura 2.44. Difusor para bajas velocidades
 Fuente: Investigación documental
 Tomado de: Read P.P.J. y Reid V. C

Este sistema funciona de la misma manera que el surtidor principal, suministrando justo el combustible suficiente para mantener el motor en funcionamiento. En un carburador básico existe un tronillo ajustable para variar la relación aire/combustible al ralentí, quedando fija la cantidad de mezcla suministrada al motor por la apertura de la mariposa.

2.6.20. Sistema de escape

El sistema de escape tiene como función expulsar al exterior los gases quemados en el motor, así como de reducir el ruido del flujo de los gases de escape. El sistema de escape está comunicado en su extremo inicial con el colector de escape, este puede ser atornillado o sujeto con abrazaderas para asegurar el sellado de los gases. El sistema de escape consiste en un conducto sencillo compuesto por tubos de acero, generalmente con catalizador y un silenciador.

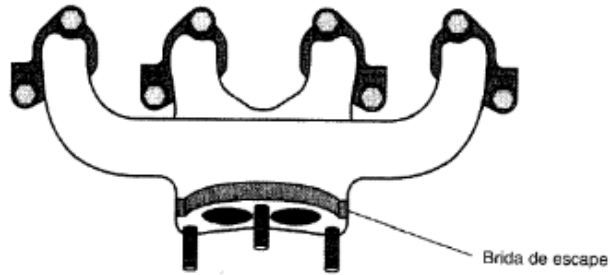


Figura 2.45. Colector de escape
 Fuente: Investigación documental
 Tomado de: Billiet, Walter. Entrenamiento y reparación de motores

El objeto del silenciador es cambiar la corriente pulsatoria de los gases de escape por una calmada y uniforme que salga a la atmosfera exterior sin ruidos indebidos. En el silenciador están contenidas un conjunto de cámaras que son atravesadas por la corriente de gases, el tamaño y la disposición de los conductos son tales que facilitan la reducción de la presión de escape creada por el soplamiento de las carreras del motor.



Figura 2.46. Cámara del silenciador
 Fuente: Investigación documental
 Tomado de: Billiet, Walter. Entrenamiento y reparación de motores

CAPÍTULO III DESARROLLO DEL TEMA

3.1. PRELIMINARES

3.1.1. Estudio de alternativas para la elección del motor

Aspectos que se analizaron para la elección del motor, para el banco de pruebas.

Previo a la elección del motor idóneo que se emplearía en el banco de pruebas, se realizó un análisis sencillo de los siguientes aspectos: en primer lugar se buscó un motor que se asemeje tanto en funcionamiento como en características físicas a un motor de combustión interna usado en aviación menor¹, segundo se analizó el costo de cada uno de los motores que se desprendió del análisis anterior, ya que el factor económico influye notablemente en la adquisición.

a) Motor SUBARU y motor CITRÖEN

Estos motores se asemejan mucho a los utilizados en el campo de aviación menor, pero las principales razones por las que no se optó por estos fueron: en el caso del motor Subaru su funcionamiento principal está dado a partir del Diesel, característica que no es común en los motores de aviación. En el caso del motor Citroën se lo descartó por su difícil adquisición.

b) Motor CONTINENTAL

Es un motor reciproco netamente de uso aeronáutico, pero el motivo para descartarlo como parte del presente proyecto fue que el motor no se encontraba

¹ Es aquella que traslada pasajeros y carga entre rutas cortas, por lo que son más empleadas las avionetas.

con todos sus componentes para brindar un buen funcionamiento y como es de conocimiento cualquier componente de aviación tiene un costo muy considerable.

c) Motor VOLKSWAGEN

Después del análisis se determinó que la mejor opción era adquirir un motor Volkswagen tipo 1 (1969/70), ya que cumplía con las siguientes características:

- Es un motor recíproco de cuatro cilindros opuestos horizontalmente.
- Es un motor que en su mayoría es refrigerado por aire, cuenta con los mismos sistemas básicos de un motor recíproco de aviación menor para cumplir su funcionamiento.
- Es un motor recíproco que fue base para el desarrollo de la aviación.
- Es un motor que actualmente es utilizado en algunos países de Europa, en aviones de plaza y biplaza.
- Es un motor muy comercial y con amplia gama de repuestos.

3.1.2. Estudio técnico.

Especificaciones técnicas de las herramientas utilizadas para la implementación de los sistemas de ignición, arranque, potencia, lubricación y combustible para el banco de pruebas de un motor recíproco del avión Volksplane.

1) Llaves de boca fija (mixta o combinada)

Las llaves de boca fija son herramientas manuales destinadas a ejercer el esfuerzo de torsión² necesario para apretar o aflojar tornillos que posean la cabeza que corresponde con la boca de la llave. Las llaves fijas tienen formas muy diversas y tienen una o dos cabezas con una medida diferente para que pueda servir para apretar dos tornillos diferentes.

² En física, **esfuerzo de torsión** (τ) (también llamado a momento) es un vector que mide la tendencia de una fuerza a rotar un objeto sobre un cierto eje (centro). La magnitud de un esfuerzo de torsión se define como el producto de una fuerza y de la longitud del brazo de palanca (radio).



Figura 3.1 Tipos de llaves
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores.

El material que compone todo tipo de herramientas suele ser una aleación de acero templado. Concretamente, las llaves son una aleación de acero con cromo y vanadio.

Normas de uso de las llaves fijas

- Deberá utilizarse siempre la llave que ajuste exactamente a la tuerca, porque si se hace con una llave incorrecta se redondea la tuerca y luego no se podrá aflojar.
- Las tuercas deberán apretarse sólo lo necesario, sin alargar el brazo de la llave con un tubo para aumentar la fuerza de apriete.
- Se utilizarán preferentemente llaves fijas en vez de boca ajustable, porque ofrecen mejores garantías de apriete.

2) Llaves de estrella acodada

Las llaves estrella acodada son herramientas manuales destinadas a ejercer el esfuerzo de torsión necesario para apretar o aflojar tornillos que posean la cabeza que corresponde con la boca de la llave, estas tiene una ligera inclinación para llegar a lugares poco accesibles o que presentan dificultad.



Figura 3.2. Llave de estrella acoplada
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

3) Llave inglesa

La llave inglesa, también conocida como llave francesa, es una herramienta utilizada para aflojar o ajustar tuercas y tornillos. La abertura de la llave inglesa es ajustable (posee una cabeza móvil) lo que le permite adaptarse a diferentes medidas de tornillos, esta característica la diferencia de las llaves comunes las cuales poseen un tamaño fijo.



Figura 3.3. Llave inglesa
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

Normas de uso

Al colocar una llave inglesa sobre una tuerca, primero asegúrese de que la mordaza ajustable se encuentre colocada frente a usted y gírela hacia ese lado. Este método puede evitar que la llave se deslice causando una cortada o un desgarramiento de la piel de los nudillos.

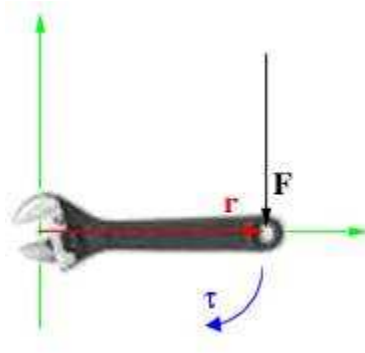


Figura 3.4. Norma de uso de la llave inglesa
 Fuente: Investigación de campo.
 Editado por: Omar Flores

4) Llave de carraca

Este tipo de llave permite el apretado o aflojado de las tuercas sin necesidad de colocar la llave de nuevo. Se coloca la llave con el vaso correspondiente sobre la tuerca, se ajusta la posición de giro en la carraca y se aprieta. En el mercado existen tres tipos de cuadrado de cabeza, indicados en pulgadas: 1/2", 3/8", y 1/4".



Figura 3.5 Llaves de carraca
 Fuente: Investigación de campo.
 Editado por: Omar Flores

5) La llave dinamométrica ó Taquímetro

Llave dinamométrica es una herramienta manual que se utiliza para apretar los tornillos que por sus condiciones de trabajo tienen que llevar un par de apriete muy exacto.

Lo normal es que sea larga, de unos 50cm como mínimo, para poder hacer más palanca y con más precisión. Lo mejor es elegir una llave con todo el rango de par, de 0 a 210Nm o 21Kgfm.



Figura 3.6. Llave dinamométrica
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

La cabeza del vaso: Lo siguiente al elegir una llave dinamométrica es elegir la cabeza del vaso, las hay en muchas medidas pero las más utilizadas son 1/2", 3/8" y 1/4".

6) Vasos o Copas

Son los elementos que se acoplan a la dinamométrica, llave carraca y permiten apretar o aflojar una tuerca o tornillo según sea la necesidad. Existen de diferentes tamaños para una buena resolución de problemas.



Figura 3.7. Diferentes vasos para la llave dinamométrica
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

7) Palancas de fuerza

La palanca es una máquina simple que funciona de acuerdo al principio de los momentos. Una palanca es una barra rígida que rota alrededor de un eje fijo, cuando se le aplica una fuerza para vencer una resistencia. Utilizada, bien para

vencer una resistencia mayor que el esfuerzo aplicado, o para aumentar la distancia de una resistencia que puede moverse aunque se tenga que usar un esfuerzo mayor que la resistencia.



Figura 3.8. Palanca de fuerza
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

8) Maceta

Maceta o mazos de cara plana, se fabrican de una variedad de materiales como por ejemplo, maderas duras, caucho, plástico u cuero crudo. El más indicado para la utilización en el presente trabajo es de cuero crudo y se muestra en la Figura 3.8. Se presta sobre todo para sacar pequeñas abolladuras y dobleces, o para darle nueva forma a piezas de aluminio de aviones.



Figura 3.9. Maceta
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

9) Destornillador

Un destornillador es una herramienta que se utiliza para apretar y aflojar tornillos que requieren poca fuerza de apriete y que generalmente son de diámetro pequeño.



Figura 3.10. Destornillador
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

En cuanto a la cabeza del destornillador los más comunes son:

- De estrella (también llamados Phillips).
- Planos o Parker por su inventor.

Es importante usar la hoja del ancho correcto, en el caso de los destornilladores planos y el ajuste correcto del labrado en el caso de los destornilladores de estrella.

10) Cepillo de acero

El cepillo de acero es usado para limpiar cascarillas en partes soldadas, especialmente diseñados para trabajos fuertes en la industria de la fundición y la forja de metales. Muy útil para limpiar adherencias, quitar pinturas y óxido. Se utilizan para cepillar superficies de acero inoxidable. También se utiliza para limpiar superficies y crear un área conductora mejor para unir conexiones eléctricas.



Figura 3.11. Cepillo de acero
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

11) Taladro

Los taladros son instrumentos que se utilizan para llevar a cabo la operación de taladrar, esta operación tienen como objetivo producir agujeros de forma cilíndrica en una pieza determinada. Para taladrar o realizar un agujero se necesita emplear, sí o sí, un taladro o taladradora de tipo portátil, el taladrado, de todos los procesos de mecanizado, es considerado como uno de los más importantes a causa de su amplio uso y practicidad.



Figura 3.12. Taladro neumático y común
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

12) Taladro de pedestal

Estos taladros son de mayor potencia y producen por lo tanto mayor trabajo. Están constituidos por una sólida columna de fundición que forma un eje rígido sobre el cual se desplazan los diferentes elementos de la máquina. Esta constitución mucho más robusta permite a este tipo de taladros efectuar agujeros de hasta 100 mm de diámetro.



Figura 3.13. Taladro de pedestal
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

Utilización

Esta máquina consiste en un husillo que imparte movimiento rotatorio a la herramienta de taladrar (broca), un mecanismo para alimentar la herramienta al material y un pedestal. Consiste en producir un agujero en una pieza de trabajo. Con la adición de las herramientas apropiadas. En forma resumida, son muchas las operaciones de mecanizado que se pueden realizar en un taladro, tales como: escariado, avellanado, refundido, roscado, etc.

Accesorios

- **Brocas para metales.**

Sirven para taladrar metal y algunos otros materiales como plásticos por ejemplo, e incluso madera cuando no se requiera de especial precisión. Están hechas de acero rápido (HSS)³, aunque la calidad varía según la aleación y según el método y calidad de fabricación.

La broca, también denominada mecha dependiendo de su tamaño, es una pieza metálica de corte utilizada mediante una herramienta mecánica llamada taladro, berbiquí u otra máquina afín, que haciendo girar la broca es normalmente empleada para crear orificios o agujeros en diversos materiales. La gran diversidad de brocas, como la gran cantidad de industrias que emplean este tipo de piezas, hace que existan brocas específicas para usos específicos.



Figura 3.14. Broca para metales
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

³ Acero rápido Los aceros rápidos, de alta velocidad o HSS (High Speed Steel) High = alto Speed = velocidad (Alta velocidad de acero) Steel = acero. Los aceros rápidos tienen altos niveles de dureza y muy buena resistencia al desgaste.

13) Grata

Escobilla de metal que sirve para limpiar, raspar o bruñir.



Figura 3.15. Escobilla metálica o grata
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

14) Amoladora

Se llama amoladora, a una herramienta también conocida como muela, está presente en la mayoría de talleres e industrias de fabricación mecánica y que tiene diversos usos, según sea el tipo de discos que se monten en la misma.

La velocidad de giro de estos motores es bastante elevada. Cuando se trabaja en estas máquinas hay que adoptar diversas medidas de seguridad, especialmente proteger los ojos con gafas adecuadas para evitar que se incrusten partículas metálicas en los ojos.



Figura 3.16. Amoladora
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

15) Esmeril

El esmeril es una roca muy dura llamada por los antiguos roca pequeña usada para hacer polvo abrasivo. Está compuesta mayormente del mineral corindón (óxido de aluminio), mezclado con otras variedades como espinelas, hercinita y magnetita y también rutilo (Titania).

Los esmeriles sirven para el afilado de las herramientas del taller mecánico, así como para el desbarbado de pequeñas piezas. Llevan dos muelas o dos herramientas abrasivas fijadas en cada extremidad del eje motor. La pieza a amolar es sujeta con la mano apoyando sobre el soporte de pieza.



Figura 3.17. Esmeril
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

16) Sierra

La sierra para metales es una herramienta de corte para metal o huesos. Algunas llevan sujeciones que mantienen la sierra firme y la vuelven fácil de manipular. La cuchilla es de dientes finos y está tensionada sobre una montura.

17) Arco de sierra

Se denomina sierra manual a una herramienta manual de corte que está compuesta de dos elementos diferenciados. De una parte está el arco o soporte donde se fija mediante tornillos tensores la hoja de sierra y la otra parte es la hoja de sierra que proporciona el corte.



Figura 3.18. Arco de sierra y sus partes
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

Utilización:

La sierra de mano es generalmente utilizada para realizar pequeños cortes con piezas que estén sujetas en el tornillo de banco, en trabajos de mantenimiento industrial. La hoja de la sierra tiene diverso dentado y calidades dependiendo del material que se quiera cortar con ella. El arco de sierra consta de un arco con un mango para poderlo coger con la mano y poder realizar la fuerza necesaria para el corte. El conjunto de la hoja de sierra y el arco debe estar bien montado y tensado para dar eficacia al trabajo.

18) Galga

Se llama galga o calibre fijo a los elementos que se utilizan en el mecanizado de piezas para la verificación de las cotas con tolerancias estrechas cuando se trata de la verificación de piezas en serie. La galga también es una unidad de medida utilizada para indicar el grosor de materiales muy delgados o extremadamente finos.



Figura 3.19. Galga
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

19) Calibrador pie de rey

El calibre, también denominado cartabón de corredera o pie de rey, es un instrumento para medir dimensiones de objetos relativamente pequeños, desde centímetros hasta fracciones de milímetros ($1/10$ de milímetro, $1/20$ de milímetro, $1/50$ de milímetro). En la escala de las pulgadas tiene divisiones equivalentes a $1/16$ de pulgada, $2/32$, $4/64$ y $1/128$ de pulgadas. Consta de una "regla" con una escuadra en un extremo, sobre la cual se desliza otra destinada a indicar la medida en una escala. Permite apreciar longitudes de $1/10$, $1/20$ y $1/50$ de milímetro utilizando el nonio. Mediante piezas especiales en la parte superior y en su extremo, permite medir dimensiones internas y profundidades. Posee dos escalas: la inferior milimétrica y la superior en pulgadas.



Figura 3.20. Calibrador pie de rey
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

20) Flexómetro

El Flexómetro es un instrumento de medición que es conocido con el nombre de cinta métrica, con la particularidad de que está construido por una delgada cinta metálica flexible, dividida en unidades de medición, y que se enrolla dentro de una carcasa metálica o de plástico. En el exterior de esta carcasa se dispone de un sistema de freno para impedir el enrollado automático de la cinta y así mantener fija alguna medida. Se suelen fabricar en longitudes comprendidas entre uno y cinco metros. La cinta metálica está subdividida en centímetros y milímetros paralelamente y en forma simultánea de una escala se encuentra otra escala en pulgadas.



Figura 3.21. Flexómetro
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

21) Roscas

La rosca es un dispositivo mecánico muy importante cuya utilidad radica en el plano inclinado que forma. Consiste en una ranura en espiral o helicoidal que se forma en el exterior o en el interior de un cilindro.

Identificación de las roscas

Adicional a la forma del perfil de la rosca, que de por sí nos da una manera de identificarla, debemos considerar otros elementos de identificación como son: el sentido de la hélice y el paso.

En base al perfil triangular tenemos: el paso métrico (sistema internacional), y el paso inglés. Este último puede ser:

- UNC – Nacional Unificada Gruesa
- UNF – Nacional Unificada Fina
- UNS – Nacional Unificada Especial

Las denominaciones unificada gruesa y unificada fina, hacen referencia al número de hilos por pulgada de longitud en los elementos roscados estándar:

- $\frac{1}{2}$ pulgada – 13 UNC

Significa: Diámetro mayor de $\frac{1}{2}$ pulgada y 13 es el número de hilos por pulgada de longitud.

- $\frac{1}{2}$ pulgada – 20 UNF

Significa: Diámetro mayor de ½ pulgada y 20 es el número de hilos por pulgada de longitud.

Las roscas Unificadas Nacionales Especiales se identifican de la misma manera. Una rosca pasante de ½ pulgada de diámetro UNS puede tener 12, 14 ó 18 hilos por pulgada. Estas roscas son menos frecuentes que las otras, pero se pueden encontrar en dispositivos especiales. Cuando necesitamos una serie UNC y una serie UNF, esto está relacionado con las aplicaciones de las roscas. Por ejemplo, un tornillo de ajuste puede requerir de una rosca fina mientras que un tornillo de sujeción de una rosca gruesa. El sentido de las roscas es otra de sus características. Hay roscas derechas e izquierdas. La rosca derecha se tiene si al girar el tornillo de acuerdo a las manecillas del reloj este tiene penetración y la rosca izquierda se tiene si al girar al tornillo en contra de las manecillas del reloj este avanza penetrando también.

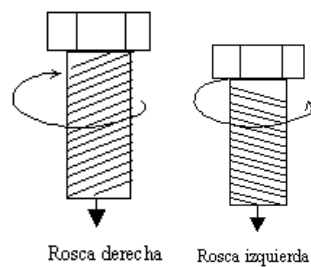
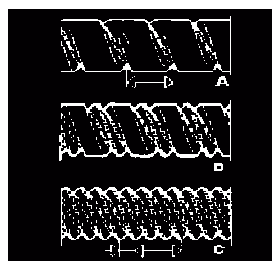


Figura 3.22. Sentido de las roscas
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

Las roscas pueden tener una sola hélice (un sólo triángulo enrollado) o varios, esto indica que las roscas tendrán una o varias entradas.



A) Rosca sencilla B) Rosca doble C) Rosca triple

Figura 3.23. Tipos de hélices de las roscas
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

Las roscas están normalizadas, en términos generales se puede decir que existen dos tipos fundamentales de roscas las métricas y las Whitworth. Las normas generales son las siguientes: En las roscas métricas el paso se indica por el avance en milímetros por cada vuelta, mientras en las Whitworth se da por número de hilos por pulgada.

- **Mecanizado o tallado de roscas**

Las roscas pueden fabricarse por medio de diferentes procesos de manufactura. El procedimiento seleccionado dependerá del número de piezas a fabricar, la exactitud y la calidad de la superficie de las hélices, el tallado más común de roscas es por medio de:

- a) Roscas con machuelo b) Roscas con terraja c) Roscas con útil de roscar
- d) Fresado de roscas e) Roscado por esmeril f) Laminado de roscas

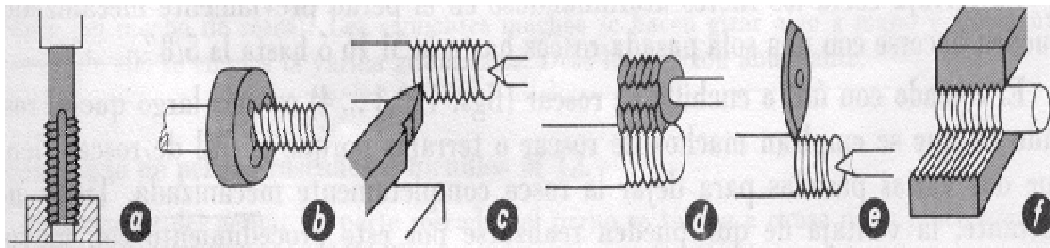


Figura 3.24. Formas de tallado de roscas

Fuente: Investigación de campo.

Editado por: Omar Flores

22) Machuelo

Es una herramienta de corte que sirve para el tallado de roscas internas en componentes mecánicos, son construidas en acero rápido y pueden ser para uso manual o en máquina.



Figura 3.25. Partes del machuelo
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

Uso de machuelos

1. Deben estar bien afilados.
2. Se debe hacer girar en redondo al machuelo, evitando el cabeceo.
3. Cuando se va a realizar una rosca grande, se debe iniciar con un machuelo menor y en otras pasadas con machuelos de mayor tamaño, se debe aproximar al tamaño adecuado.
4. Debe haber lubricación abundante.
5. Se debe hacer la penetración de una vuelta y el retroceso del machuelo para que la viruta salga y no se tape la rosca.

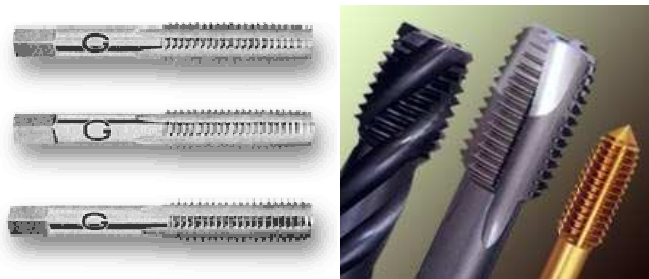


Figura 3.26. Machuelos
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

23) Terraaja

Es una herramienta de corte que nos sirve para el tallado de roscas externas en componentes mecánicos, son construidas en acero rápido y vienen en diferentes modelos.



Figura 3.27. Terrajas
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

Uso de terrajas

1. El lado de la terraja debe estar limpio y bien lubricado.
2. Se debe hacer girar a la terraja en redondo y sin cabeceo.
3. El perno a roscar deberá estar preparado con un chaflán en la punta a 45°.
4. La terraja debe colocarse de manera perpendicular al perno a roscar.
5. Se debe hacer girar la terraja una vuelta y regresarla para desalojar la viruta.
6. Debe haber lubricación abundante.

24) Reloj palpador

Comprueba la horizontalidad de piezas mecanizadas. El reloj palpador va fijado a un gramil que se desliza sobre una superficie de verificación y con ello se puede leer las diferencias de plenitud u horizontalidad que tiene la pieza cuando ha sido mecanizada.



Figura 3.28. Reloj palpador
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

25) Soldadora eléctrica

Soldar es unir dos o más metales, asegurando la continuidad de la materia. Para realizar este proceso es necesario producir calor a través del paso de una corriente eléctrica que genera un arco entre el electrodo y la pieza, alcanzando una temperatura que varía entre 4000 y 5000 °C. Existen dos tipos de soldadura, homogénea, la cual se realiza cuando el metal de aporte es igual al metal de base y, heterogénea, cuando el metal de aporte es diferente al metal de base. El arco produce la unión del metal de aporte en forma instantánea y progresiva y del metal base. Durante esta tarea, si se quiere calentar más se aportara más metal y no abra calentamiento sin aporte. En soldadura un circuito simple está formado por una máquina de soldar con dos terminales, uno que corresponde a un porta electrodo y el otro a tierra. La corriente circula a través del cable porta electrodo, el electrodo forma el arco y retorna por el cable de tierra cerrando el circuito.



Figura 3.29. Soldadora eléctrica
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

Luego de encender la máquina soldadora se establece un contacto entre el electrodo y la pieza. En ese momento se produce un corto circuito luego se genera el arco moviendo el electrodo hasta que la distancia entre este y la pieza mantenga un arco estable. Posteriormente el arco fundirá progresivamente el electrodo y la pieza hasta llegar a la unión completa del mismo.

- Lima de media luna.- Se usa para limpiar el interior de arcos de gran tamaño, y para limar espacios donde no llegan otras limas.

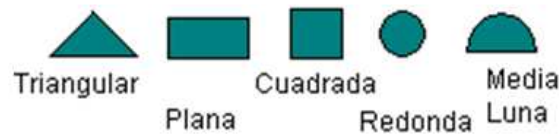


Figura 3.32. Formas transversales de las limas
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores



Figura 3.33. Tipos de limas según su forma transversal
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

28) Centro punzón

El centro punzón o también conocido como granete y el martillo de bola también se usan para dibujos en metal aunque no son realmente herramientas de dibujo. El centro punzón se usa para hacer pequeñas muescas antes de taladrar o perforar un orificio. La marca del punzón ayuda a evitar que la broca se "salga" del punto donde se va a taladrar y también ayuda a iniciar los bordes cortantes de la broca. El martillo de bola se usa para golpear el centro punzón. La punta del centro punzón está esmerilada a un ángulo de aproximadamente 90 grados. El instructor debe darle una demostración sobre como esmerilar, antes de que se le permita usar la esmeriladora para afilar y desbastar sus herramientas.



Figura 3.34. Centro punzones
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

Norma de uso

El centro punzón, se debe revisar para determinar si está afilado y ver si no se ha formado la cabeza de hongo. Las cabezas de hongo, es un peligro, por la posibilidad de que se desprendan las astillas de metal y golpeen el usuario.

29) Mangueras de presión

Las mangueras de goma son conductos flexibles utilizados para conducir sustancias sólidas, líquidas y gaseosas. Posee la capacidad de resistir multiplicidad de fluidos corrosivos, absorber vibraciones, permitir una fácil aplicación y proveer una elevada flexibilidad.



Figura 3.35. Mangueras de presión
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

Norma de uso

Antes de conectar se debe revisar que el aire o fluido que va a pasar por la manguera se encuentre totalmente cerrada, al momento de desconectar se debe cerrar la llave de paso primero y luego proceder a sacar el aire o líquido sobrante en la manguera hasta que disminuya la presión de esta.

30) Mesa de trabajo

Mesa de trabajo para este proyecto se denomina a la mesa donde se realiza la mayoría de actividades, donde se facilita el correcto desenvolvimiento de las diferentes tareas.



Figura 3.36. Mesa de trabajo
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

31) Regla en pulgadas

Instrumento de metal u otra materia rígida que sirve principalmente para trazar líneas rectas y medir divisiones en pulgadas.



Figura 3.37. Regla en pulgadas
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

32) Cautín

El cautín está formado por una resistencia calefactor, un bloque de almacenamiento, la punta y el control de temperatura. El principio de funcionamiento es similar al de una plancha: Al prenderlo, se fija el nivel de calor requerido circulando una corriente eléctrica que calienta la resistencia. Para lograr una soldada confiable debemos tener una buena transferencia de calor.



Figura 3.38. Cautín
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

33) Pulverizador

Un pulverizador, aerosol, espray, atomizador o vaporizadores un recipiente donde se almacena un líquido, que tiene un dispositivo en la parte superior que permite expulsar ese líquido en forma vaporizada (reducido a gotas muy finas). El mecanismo de expulsión puede ser activado manualmente o mediante un gas.



Figura 3.39. Pulverizador
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

34) Pistola de pintura

Es una herramienta que trabaja con aire a presión permitiendo esparcir la pintura de una forma equitativa o cantidad correcta, la pistola ofrece un flujo suave y constante de pintura permitiendo pintar con gran facilidad superficies que por su acabado son el primer punto de vista de un trabajo.



Figura 3.40. Pistola de pintura
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

35) Pistola de calor

Es una herramienta de mano con escalas de temperatura controladas usada en talleres mecánicos, permite calentar superficies para diferentes usos como dilatar materiales para ensambles o secado de materiales o componentes etc.



Figura 3.41. Pistola de calor
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

36) Entenalla

Se usan para sujetar piezas pequeñas o para piezas que no caben en la mordaza cuando se va a taladrar.



Figura 3.42. Entenalla
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

37) Oxicorte

El oxicorte es una técnica auxiliar a la soldadura, que se utiliza para la preparación de los bordes de las piezas a soldar cuando son de espesor considerable, y para realizar el corte de chapas, barras de acero al carbono de baja aleación u otros elementos ferrosos. El oxicorte consta de dos etapas: en la primera, el acero se calienta a alta temperatura (900 °C) con la llama producida por el oxígeno y un gas combustible; en la segunda, una corriente de oxígeno corta el metal y elimina los óxidos de hierro producidos. En este proceso se utiliza un gas combustible cualquiera (acetileno, hidrógeno, propano, hulla, tetreno o crileno), cuyo efecto es producir una llama para calentar el material, mientras que como gas comburente siempre ha de utilizarse oxígeno a fin de causar la oxidación necesaria para el proceso de corte.



Figura 3.43. Oxicorte
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

3.1.3. Estudio Legal

- Uno de los fundamentos legales que regula el tema de proyecto de grado es lo que se establece en la RDAC parte 142 subparte C., en el literal **142.203 Requisitos de equipamiento, material y ayudas de instrucción.**
- Un segundo fundamento que es de importancia y que complementa la realización del proyecto de grado es lo que estipula RADC 147 Escuela de Técnicos de Mantenimiento Aeronáutico, en el literal **147.17 Requerimientos del equipo de instrucción.**

- Un tercer fundamento para continuar con el proyecto de grado es que todos los conocimientos adquiridos en clase se podrán reforzar en el área técnica.

3.1.4. Estudio económico

Básicamente lo que se realizó en el estudio económico fue analizar el presupuesto de la construcción de este proyecto, para ello se basó en proformas que se cotizaron para los diferentes materiales y accesorios para la implementación, partiendo del estudio de factibilidad económico financiero que se realizó en el anteproyecto.

a. Rubros

Para determinar el costo total de la construcción de este proyecto se tomó en cuenta los siguientes rubros:

- Costo primario (Material)
- Maquinaria, herramientas y equipo
- Mano de obra
- Costo secundario (material de oficina)

b. Costos Primarios

Comprende el costo de los materiales y accesorios utilizados detallados a continuación:

Tabla 3.1. Costos primarios

N°	MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO UNIT. (USD)	SUBTOTAL \$
1	Motor Volkswagen tipo 1	1	450	450
2	Juego de chaquetas bancada	1	60	60
3	Juego de chaquetas biela	1	12	12
4	Juego de chaquetas árbol	1	12	12
5	Balancines de biela	4	3	12
6	Árbol de levas	1	30	30
7	Bomba de aceite	1	12	12
8	Rectificadora motor	1	202	202
9	Bujías	4	3	12
10	Filtro de aceite	1	5	5
11	Adaptador	1	1.3	1.3
12	Base caja de cambios y base filtro de aceite	1	48	48
13	Banda	1	4.46	4.46
14	Radiador	1	30	30
15	Filtro gasolina	1	1	1
16	Bornes universal	1	1.7	3.4
17	Cable # 10		0.9	8.91
18	Switch de arranque	1	5	5
19	Silenciador escape	1	60	60
20	Tubos niquelados	2	8,5	17
21	Manguera hidráulica 13/32"	1.61m	13.26	21.35
22	Acople hidráulico 3/4" x 3/4	2	8.3	16.6
23	Acople hidráulico 3/8" x 3	1	3.69	3.69
24	Adaptador hidráulico 1/4"Mx1	2	3.15	6.3
25	Piñón	1	45	45
26	Acero 700	1	2	2
27	Manguera gasolina	3m	4.5	1.35
28	Aceite	1g	21.45	21.45
			SUBTOTAL	1103.81
			12% I.V.A.	132.46
			TOTAL	1236.27

Fuente: Investigación de Campo
Elaborado por: Omar Flores

c. Maquinaria, Equipo y Herramienta

Cabe indicar que el costo por el alquiler y utilización de estos elementos, fueron considerados dentro del valor del alquiler total del servicio de taller y representó el pago de una cierta cantidad que fueron reconocidos de manera conjunta con la mano de obra.

Tabla N°3.2. Mano de Obra

N°	DETALLE	COSTO
1	Alquiler, equipos y herramientas	40
2	Técnico Industrial	30
	TOTAL	70

Fuente: Investigación de Campo
Elaborado por: Omar Flores

Tabla N°3.3. Costos Secundarios

N°	MATERIAL	COSTO
1	Aranceles de Graduación	120
2	Suministros de oficina	30
3	Transporte	40
4	Impresiones e Internet	30
5	Empastados, anillados	40
6	Varios	20
	TOTAL	280

Fuente: Investigación de Campo
Elaborado por: Omar Flores

Tabla N°3.4. Costo Total Proyecto

N°	MATERIAL	COSTO
1	Costo Primario	1236.27
2	Maquinaria, Equipos y herramientas	40
3	Mano de Obra	30
4	Costos Secundarios	280
	TOTAL	1586.27

Fuente: Investigación de Campo
Elaborado por: Omar Flores

3.2. IMPLEMENTACIÓN

3.2.1. Adquisición del motor base para el banco de pruebas

En base al resultado que se obtuvo en los preliminares, en el análisis de las alternativas para la elección del motor, el objetivo principal fue buscar el motor Volkswagen tipo 1 (que en la actualidad son utilizados por los vehículos

escarabajo, kombi y en otros países especialmente en el continente europeo en aviones de mono y biplaza).

El motor se adquirió en el sector del Quinche, el mismo que se encontraba en funcionamiento montado en un vehículo tipo prototipo de carrera. Como el motor estaba expuesto al medio, este no había tenido un mantenimiento adecuado, por lo que su estado era bastante crítico en el aspecto de limpieza. Ya realizada la adquisición, el motor fue trasladado a Latacunga y en primera instancia se procedió a efectuarle un lavado completo, así como a todos sus componentes. El lavado se hizo en una lavadora de carros donde se empleó agua a presión. Posteriormente se realizó al motor una prueba de funcionamiento, para verificar que su estado no se haya alterado y continuar con el desmontaje de cada componente en el taller de mecánica del ITSA, para aplicar una limpieza mucho más profunda que la primera, de esta manera se inició con el mantenimiento del motor.



Figura 3.44. Inspección global del motor
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

3.2.2. Procedimiento para el desmontaje de los componentes del motor

Durante la inspección y limpieza fue importante no intercambiar la posición de las mangueras, cables o algún tipo de conexión, es necesario identificar antes de realizar cualquier trabajo.

- a) Se colocó el motor sobre la mesa de trabajo.

- b) Se retiró el filtro de aire, aflojando la abrazadera del mismo para separarlo del motor, se soltaron las grapas de resorte del filtro para separar sus dos mitades y realizar una limpieza en su interior.



Figura 3.45. Herramientas para la inspección
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

- c) El carburador se retiró aflojando los tornillos que lo mantiene unido al múltiple.
- d) Seguido del carburador el múltiple fue el siguiente componente en ser desmontado, esto se logró aflojando los tornillos pasantes de sujeción en el motor, ubicados específicamente en la cabeza de los cilindros.
- e) Después se procedió a retirar la caja del ventilador, que sujetaba a su vez a la bobina. Fue indispensable antes de realizar esta operación desconectar todos los cables que van hacia el distribuidor y vienen de la batería (con su respectiva identificación).
- f) A continuación se retiró a la dínamo en conjunto con el soporte que se encuentra sujeto al motor.
- g) Los siguientes componentes a ser retirados fueron el radiador, el distribuidor y la bomba de combustible, estos tres elementos también se encuentran sujetos al motor.
- h) Una vez terminado el desmontaje de todos los componentes del motor se procedió a la limpieza de cada uno, así como del exterior del motor.



Figura 3.46. Ventilador del Motor
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

Revisar más imágenes de este procedimiento en el Anexo “B” desde la Figura 1 hasta la Figura 13.

3.2.3. Proceso de desarmado del motor

- a) Primero se retiró la cubierta de las válvulas y su empaque



Figura 3.47. Retiro cubiertas de válvulas
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

Revisar más imágenes de este procedimiento en el Anexo “B” desde la Figura 14 hasta la Figura 17.

- b) Se retiró la cubierta del balancín, las tuercas de sujeción del mismo y el conjunto del balancín.
- c) Se procedió a retirar las tuercas de sujeción de la cabeza de los cilindros, para poder removerlos.

- d) Antes de remover los cilindros, se procedió a marcar a cada cilindro y pistón para no perder su ubicación, ya que estos son idénticos pero no se puede alterar su orden.
- e) Se removió los pistones quitando las grapas circulares que retienen al perno de cada pistón. Para ello se usó la pistola de calor, ya que al calentar el pistón se facilita el trabajo de extracción del perno, de esta manera se separó el pistón de la biela.
- f) Se procedió a aflojar todas las tuercas del cárter y a retirar el filtro de aceite.
- g) Se aflojó la tuerca del volante y se realizó las marcas de ubicación para posteriormente instalarlo en la misma posición.
- h) De igual forma se procedió a retirar la base guía de la polea, se tuvo especial cuidado con la chaveta de sujeción que presenta la retención de la polea.
- i) Una vez que se retiró todas las tuercas de sujeción del cárter se procedió a romper el sello entre las dos mitades del cárter. No se empleó herramientas que tengan punta de metal ya que podían desgastar el material del bloque.
- j) Se retiró la mitad derecha del bloque, posterior a esto se removió el sello de aceite del cigüeñal y el tapón del extremo del árbol de levas, para remover estos dos componentes.



Figura 3. 48. Retiro de la mitad derecha del cárter
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

3.2.4. SISTEMA DE POTENCIA

Del sistema de potencia depende el buen desarrollo operacional y funcional del motor, de esta manera y para evitar problemas en un futuro, se procedió a dar un buen mantenimiento al motor Volksplane del banco de pruebas. Después del desarmado del motor, se inspeccionó cada componente interno del motor, para llegar sin problemas al armado final.

a. Inspección del cárter

Para realizar esta inspección primero se limpió todo el cárter con la ayuda de un pulverizador con agua y ED-10 (Alusol), que es un desengrasante muy utilizado en aviación, y posteriormente se utilizó aire a presión para retirar y secar toda el agua que quedó en el interior.



Figura 3. 49. Inspección del cárter
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

Se realizó una inspección minuciosa en el cárter para verificar que no existan grietas, así como también se inspeccionó todas las superficies de sellamiento o de contacto, especialmente a lo largo de la junta del cárter, puesto que las mitades del cárter se maquinan en pares y no se utiliza ningún tipo de empaque entre ellas. De igual forma se realizó con cada uno de los cojinetes. Durante esta acción en el cárter se encontró que en la mitad derecha de éste, en el cilindro número cuatro, uno de los espárragos que se unen al cárter y son de sujeción del cilindro, se encontraba en mal estado en su base, ya que tiene un inserto en el cárter para la sujeción del mismo.

b. Construcción del inserto en el cárter

- Lo primero que se realizó fue extraer el inserto que estaba en mal estado, del cárter, lo que no fue de mucha dificultad, ya que al momento de extraer el espárrago para su mantenimiento, éste salió con todo inserto.
- Se procedió a revisar el estado del agujero del cárter, para determinar qué tipo de machuelo se usaría para remarcar la rosca interior.



Figura 3. 50. Aclaración de rosca en el cárter
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

Revisar más imágenes de este procedimiento en el Anexo “B” desde la Figura 18 hasta la Figura 21.

- De acuerdo al resultado anterior se procedió a buscar el material para realizar el inserto, la solución se encontró en el acero de transmisión E 920.
- El siguiente paso fue aclarar la rosca del cárter teniendo por medida $\frac{1}{2}$ pulgada (12.7mm), por lo que se usó el machuelo $\frac{1}{2}$ pulgada x 20h UNF que tiene por medida de broca $\frac{29}{64}$ pulgada es decir 11.50mm.
- Una vez aclarada la rosca se procedió a trabajar con la varilla de acero de transmisión E 920 de diámetro 14.30mm, con la ayuda de un torno se desbastó el material dando la forma roscada con medida de $\frac{1}{2}$ pulgada x 20h por 1.5 pulgadas de longitud, para posteriormente cortar a la altura de la superficie del cárter, ya que en el interior de esta varilla se realizó un agujero de menor diámetro con una rosca interna de $\frac{3}{8}$ pulgada, que es la medida del espárrago que sostiene al cilindro del motor.

- Para realizar el agujero en el perno de diámetro de ½ pulgada se utilizó el machuelo de 3/8 de pulgada x 24h que tiene por broca 21/64 pulgada o 8.33mm.
- Una vez terminado el proceso explicado en los puntos anteriores, se procedió a colocar el inserto en el cárter, para que quede bien sujeto se usó Loctite 243, que es un sellador.
- En el momento en que se iba a colocar el espárrago, se observó que este tenía una pequeña deficiencia en la punta, por lo que se procedió a rellenar con solda eléctrica⁴ y el electrodo UTP 65⁵, posterior a esto se aclaró la rosca exterior del espárrago para instalarlo.
- Cuando se terminó de realizar todo el procedimiento se limpió al cárter para evitar que se quedaran restos del material trabajado.

Siguiendo con la inspección del cárter y después de solucionar el problema del inserto, se realizó una rigurosa observación a todos los espárragos y tornillos así como también se revisó brevemente el estado del cigüeñal y de las bielas.



Figura 3. 51. Inspección de espárragos y bielas.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

c. Inspección del cigüeñal y de las bielas.

Esta inspección es muy importante, ya que del estado del cigüeñal va a depender el golpeteo que exista en el motor. El cigüeñal debe estar en una forma circular para equilibrar los pesos que existen con las bielas y prevenir el desgaste de los cojinetes y así prolongar la vida del motor (cigüeñal Balanceado).

⁴ Según Norma SMAW

⁵ Electrodo especial para trabajos críticos, con características mecánicas sobresalientes. Posee alta resistencia a la fisuración al soldar metales base, difíciles de soldar.



Figura 3. 52. Inspección de bielas.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

Antes de retirar las bielas del cigüeñal se verificó el juego entre la biela y el cigüeñal, para ello se contó con la ayuda de un calibrador de láminas, ya que el espacio que determina el manual es de 0.10 – 0.40mm, este juego también se lo conoce como juego axial, durante la revisión se constató que una biela medía 0.49mm, por lo que se procedió a retirar todas la bielas del cigüeñal y marcar la que presentaba el problema.



Figura 3. 53. Inspección del cigüeñal
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

A continuación se procedió a realizar la inspección del cigüeñal, para ello fue necesario enumerar las bielas del 1 al 4 desde el volante, y se hizo marcas de ensamble en las mitades de sus cojinetes para no perder el orden. Se quitaron las tuercas que retienen a las bielas sin quitar los tornillos pasantes, y con mucho cuidado se retiraron las bielas. Se deslizó hacia afuera el cojinete principal N°4, se deslizó hacia afuera el cojinete principal N°1 desde el extremo del volante. Se tuvo cuidado con el cojinete N°2, ya que es de tipo partido y cada una de sus mitades debe permanecer en cada mitad del cárter.

Con la ayuda de una prensa se procedió a sacar el engranaje impulsor del distribuidor y el engranaje sincronizador del cigüeñal. Posteriormente se realizó una limpieza al cigüeñal, en la que se utilizó el disolvente Electro Motor Cleaner, que es un disolvente muy utilizado en el campo de aviación. Para limpiar todas las impurezas se usó un pequeño cepillo para acceder a los lugares donde la suciedad era muy percudida. Al revisar los muñones fue importante buscar rayones, melladuras o algún tipo de desgaste ya que todos éstos se eliminan por medio del rectificado del cigüeñal.



Figura 3. 54. Cambio del cigüeñal.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

Revisar una imagen más de este procedimiento en el Anexo "B" en la Figura 22.

Por los resultados que se obtuvo y para evitar algún tipo de problema o contra tiempo en un futuro y más aún sabiendo que al motor se va a acoplar de forma directa una hélice, se envió al motor a la "Rectificadora Pazmiño" donde se corrigieron todas las fallas que se encontraron durante la inspección. Durante el proceso de rectificación se realizó un cambio de cigüeñal así como el cambio de una biela, para que el motor quede sin ningún problema, en la rectificación del motor se usó un juego de chaquetas de bancada exterior 2 y de interior 0.50, en la biela que se cambió, se colocó un juego de chaquetas +30 y se cambió los bocines de biela. Dejando de este modo todo listo para el proceso de armado del motor.

d. Inspección del Árbol de levas

Separadas las dos mitades del cárter, se procedió a retirar e inspeccionar el árbol de levas. Se observó el desgaste de las superficies de las levas y de las superficies que apoyan en sus cojinetes, así como también la inspección de los

dientes del engranaje específicamente para revisar daños por desgaste o corrosión.

Al culminar esta rápida inspección se determinó que debido al desgaste de las levas y por la excesiva corrosión que presentaba en los dientes del engranaje era necesario un cambio de árbol de levas.



Figura 3. 55. Inspección del árbol de levas.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

e. Desmontaje e inspección del volante

Para desmontar el volante fue importante mantener al cigüeñal estático, para lograr esto se utilizó una pequeña barrilla que trabó el movimiento del cigüeñal. Se tuvo en cuenta que el volante está sujeto al cigüeñal por una tuerca de castillo y posicionado por cuatro pernos ajustados, existe un sello de aceite ubicado en una depresión de la pieza fundida que forma con el cárter en el cojinete principal.



33 Figura 3. 56. Desmontaje del volante.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

Cuando se inició con el desmontaje del volante fue importante realizar marcas para no perder la correcta ubicación al momento del armado, para aflojar la tuerca

de castillo se empleó una copa de 36mm con palanca de fuerza y se lo extrajo. Una vez que el volante fue separado del cigüeñal se procedió a verificar el estado de éste, se inspeccionó el desgaste de los dientes de su cinta exterior, así como los pernos de sujeción y el desgaste de los hilos de la turca de castillo. Se observó que la corrosión era un pequeño problema que se presentaba en el volante, por lo que se procedió hacer su respectiva limpieza con la ayuda de la amoladora con cepillo de cerdas de acero para retirar todos los restos de corrosión y realizar una buena inspección. Como se esperaba no se encontró ningún tipo de daño o problema grave que evite el uso del volante.



Figura 3. 57. Limpieza del volante.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

Continuando con el proceso de inspección del volante, después de haberlo retirado, se revisó la superficie de la brida del volante donde se localiza el retenedor de aceite del cigüeñal, se aseguró que el sello se asiente bien en el fondo de su depresión. Para la extracción del retenedor fue indispensable no usar herramientas con puntas o de filo porque podían dañarlo o provocar fisuras en este, una vez afuera se verificó su desgaste como marcas profundas que puedan ocasionar fugas, la respuesta fue positiva el retenedor no presentó ningún tipo de problema por lo que se utilizó el mismo retenedor.

f. Inspección de cabezas de cilindros

Cabe recalcar que para remover e inspeccionar la cabeza de los cilindros de cualquiera de los pares de cilindros, fue necesario que el motor se encuentre en una mesa de trabajo con toda la herramienta necesaria.



Figura 3. 58. Cabeza de cilindros.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

Revisar una imagen más de este procedimiento en el Anexo “B” en la Figura 23. Durante la inspección se revisó el conjunto balancín, el juego que estos presentaban y se los calibró de acuerdo a lo que estipula el manual del motor Volkswagen, se inspeccionaron las tuercas de la cabeza de los cilindros, las cámaras de combustión para verificar que no exista ningún tipo de daño como grietas o rayones pronunciados y así como se revisó en los orificios de admisión y escape.



Figura 3. 59. Limpieza cabeza de cilindros.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

Durante la revisión de las roscas de las bujías se encontró que una de sus roscas estaba en mal estado, porque se había forzado con la bujía al momento de insertarla en la rosca. Para evitar este tipo de problema se debe en un principio roscar a la bujía con la mano para poco después que haya agarrado bien los primeros hilos utilizar una llave de tuerca, para el aclarado de rosca se utilizó un machuelo con grasa para capturar todas las rebabas de metal que se originaron durante este proceso, como la rosca no pudo ser reparada, se tuvo que volver a terrajar el agujero para colocar un buje que por facilidad de material se colocó un buje de acero de transmisión.

Para el roscado exterior del buje, se empleó la terraja de 3/4" paso fino, durante todo este proceso un elemento muy indispensable fue la grasa ya que facilitó el terrajado, ya que para tener una rosca bien hecha el movimiento no debe ser de un giro completo si no paso a paso es decir cada media vuelta, regresando constantemente la terraja, para que los hilos no se distorsionen. Cuando se terminó con el proceso, enseguida se procedió a realizar el agujero interno del buje, se utilizó la broca 9/16 pulgadas, para posteriormente realizar el roscado con un machuelo M16 x 1,25 milimétrico de rosca fina, de igual manera el uso de grasa fue importante para el proceso, ya que facilitó el trabajo. Por cada media vuelta se retrocedió dos, obteniendo unos hilos perfectamente aclarados.

Al culminar los dos trabajos en el buje se procedió a insertarlo en la cabeza de cilindros usando Loctite 243 sellador, una vez que quedó bien fijo en la cabeza de cilindros se procedió a insertar a la bujía para probar si el roscado estaba bien hecho y verificar que la bujía quede bien asentada.

g. Inspección de los pistones y cilindros

Lo primero a realizarse fue marcar a cada cilindro y pistón, ya que es importante que su ubicación no se altere, después se limpió cada uno de ellos. Sobre el motor se limpió cada uno de los espárragos que sostienen a los cilindros, usando un poco de combustible, Electro Motor Cleaner y un cepillo de cerdas duras que ayudó a remover todo el lodo que se encontraba acumulado, como la corrosión era grave fue necesario utilizar la lija 360 que ayudó a remover la oxidación presente en los espárragos.



Figura 3. 60. Limpieza de cilindros y espárragos
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

Para facilitar un poco el trabajo de limpieza de los cilindros, a estos se los colocó en un recipiente con combustible, para remover con mayor facilidad la corrosión con la ayuda del cepillo de acero.

Una vez culminada la limpieza de todo el exterior se procedió a revisar el interior de los cilindros, se aseguró que no estén muy desgastados y que no existan ningún tipo de rayones de gran magnitud. Con la ayuda de un Scotch brite⁶ (con movimiento suave sin ejercer mucha presión) se trató de borrar los pequeños rayones o principios de corrosión que se encontraron, para ello también se utilizó un poco de WD-40.



Figura 3. 61. Limpieza e inspección de pistones.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

Los pistones se limpiaron con un cepillo de cerdas suaves y motor Cleaner para posteriormente inspeccionar la cabeza de cada uno de ellos. La limpieza juega un papel muy importante, es por eso que se removió la presencia de carbón y se inspeccionó que no se encuentren con grietas o marcas grandes en la superficie, pero durante la inspección uno de los cuatro pistones presentó mayor desgaste que los demás, tanto en la cabeza del pistón como en la pared interna del cilindro, por lo que fue necesario cambiar el pistón y su cilindro.

De cada cilindro se limpiaron las ranuras donde se colocan los empaques o anillos, esta acción se la realizó con un removedor de anillos o con un pedazo de empaque roto. A continuación se realizó una limpieza de las paredes de los cilindros con mucho cuidado, por esta razón no se empleo objetos de filo ya que

⁶ Producto industrial de acondicionamiento de superficies - ruedas, pinceles, hojas, rollos, discos, cintas.

no se debe dejar ningún tipo de rayón profundo porque con el tiempo puede convertirse en una fuga. Posterior a esto se revisó la holgura que existe entre el pistón y el cilindro, ésta no debía exceder entre los 0.2mm ya que si no se tiene esta medida, puede implicar un cambio de pistón y cilindro. Como todos los empaques de los pistones estaban muy desgastados se decidió colocar nuevos empaques y se revisó el juego de estos cuando se montaron en los cilindros, como el juego era muy corto se procedió a limar el extremo de los empaques hasta llegar al juego correcto o distancia correcta, porque de esta holgura depende la compresión de cada cilindro que a su vez representa la potencia del motor. Durante la instalación de los empaques o anillos se tuvo cuidado de no extender demasiado los empaques ya que podían romperse o doblarse, lo que con el tiempo pueden generar espacios vacíos que se pueden convertir en fugas y si el empaque está un poco lastimado puede generar también rayones y desgaste en la pared interna del cilindro.



Figura 3. 62. Cambio de anillos de los pistones.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

Revisar más imágenes de este procedimiento en el Anexo “B” desde la Figura 24 hasta la Figura 25.

La posición correcta de los anillos o empaques se la realizó de forma idéntica a lo que estipula el manual del motor Volksplane, es decir con la marca o palabras “OBEN, SUPERIOR ó TOP” apuntando hacia arriba. Cuando culminó la limpieza, inspección y colocación de empaques en cada pistón, se los reorganizó y ubicó de acuerdo a la forma inicial para el momento del armado del motor, y para un mejor mantenimiento se esparció WD-40 para evitar que los pistones se corroan.

3.2.5. Armado del Motor

a. Instalación del cárter

- Antes de empezar con la instalación, se verificó que todos los componentes se encuentren cerca de la mesa de trabajo y perfectamente limpios, de igual forma que la herramienta adecuada esté cerca para no perder tiempo ni saltarse pasos en el armado que se producen por descuidos.
- Se utilizó aire a presión en las dos mitades del cárter para retirar todas las impurezas o restos de material, especialmente en los conductos y pasos de aceite para evitar posible taponamientos.
- Se verificó que todos los espárragos se encuentren en buen estado, especialmente en su roscado para que la tuerca no presente problemas, también se revisó que no falte ningún empaque antes de unir las mitades del cárter.
- Se instaló el cigüeñal y el árbol de levas después de haber lubricado bien los cojinetes, al momento de instalarlos se aseguró que encuentren todas las marcas alineadas en los engranajes de sincronización que se realizaron al momento del desarmado.
- Se instaló la válvula de alivio de presión del aceite.
- Se instaló el tapón del extremo del árbol de levas con ayuda del silicón rojo que es un compuesto sellador.
- Se instaló las rondanas de empuje y el sello de aceite del cigüeñal, el sello de aceite quedó en el fondo del receso que existe en el cárter. Las rondadas que van en el extremo del volante del cigüeñal, se utilizaron para ajustar el juego longitudinal del mismo.



Figura 3.63. Instalación del cigüeñal.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

Revisar una imagen más de este procedimiento en el Anexo “B” en la Figura 26.

- Se colocó una película delgada del silicón rojo de alta temperatura sobre las dos caras de unión del cárter, para ubicar y colocar con mucho cuidado las dos mitades del cárter, una vez pegadas las dos mitades se apretó las tuercas de la siguiente manera: primero se apretó las tuercas de 8mm y enseguida la de los espárrago de 12mm del cojinete N°1 del cigüeñal.
- Mientras se fue apretando y uniendo las dos mitades se verificó constantemente que el cigüeñal tenga facilidad de rotación.
- El juego longitudinal del cigüeñal se verificó cuando se instaló el volante, este juego se ajustó variando el espesor con el número de calzas detrás del volante, para observar la medida del juego se utilizó el reloj palpador sujetado firmemente al cárter.



Figura 3. 64. Armado del motor.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

b. Instalación de las bielas

- Antes de iniciar con la instalación de las bielas se revisó el buje del perno del pistón, ya que la holgura correcta o indicada está dada por un ajuste de presión ligera ejercida con el dedo sobre el perno a la temperatura ambiente.
- Se procedió a reinsertar los cojinetes de las bielas, después se limpió bien todas las partes.
- Se procedió a ensamblar las bielas sobre el cigüeñal, teniendo en cuenta que deben quedar orientadas correctamente, fue importante poner atención a los números de identificación que se encontraban en las bielas y en las tapas para su correcta ubicación.
- Se procedió a apretar los tornillos de las bielas con el par de apriete especificado en el punto 3.2.11.
- Se golpeó con cuidado la tapa de la biela para aliviar la tensión previa al ajuste, se lubricó los metales de los cojinetes antes de instalarlos.
- Se instalaron las bielas hasta que estas giren libremente sobre su muñón, es decir sin apretar demasiado, cuando ya se encontraba todo listo se aseguró en su lugar a los tornillos pasantes de la biela.
- Fue importante tener en cuenta lo siguiente: si la biela no giraba sobre su muñón, puede deberse a la holgura lateral incorrecta, o la holgura incorrecta de los cojinetes o simplemente no haber lubricado el vástago antes de ensamblarlo.



Figura 3. 65. Instalación de bielas.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

Revisar una imagen más de este procedimiento en el Anexo “B” en la Figura 27.

c. Instalación del cigüeñal

- Cuando se instaló los cojinetes se revisó que estos estén correctamente alineados con los orificios de aceite de los metales, también se verificó si los cojinetes asentaban bien en los pernos ajustados.
- Se tuvo en cuenta que los cojinetes vienen en tres tamaños, por lo que se procedió a medir los muñones de los cojinetes del cigüeñal para determinar el tamaño correcto del metal del cojinete.
- Al instalar los engranajes en el cigüeñal se tuvo especial cuidado con no dañar el muñón del cojinete N⁴.
- Cuando todos los cojinetes del cigüeñal se encontraban en su lugar se procedió a colocar el conjunto del cigüeñal y las bielas de acuerdo a la alineación de las marcas de sincronización de la distribución que se hicieron al momento del desmontaje.

d. Instalación del árbol de levas

- Antes de instalar el árbol de levas se revisó el desgaste de las superficies de las levas y de las superficies que apoyan en sus cojinetes.
- Se cubrió con aceite los muñones y lóbulos de las levas.
- Se revisó la posición correcta del árbol, asegurándose que el diente del engranaje sincronizador marcado se quede situado coincida con los dos dientes del engrane sincronizador del cigüeñal que estaban marcados con dos puntos de marcador de centros.
- De esta manera el árbol quedó sincronizado con el cigüeñal y listo para cerrar el motor.

e. Instalación del volante

- Para hacer la instalación del volante se revisó que el retenedor de aceite se encuentre en buen estado, asentado y ubicado correctamente.
- Posterior a esto se colocó el volante después de cubrir con aceite la superficie de contacto del retenedor. Se tomó mucha precaución ya que el

volante debía ir en la posición en la que salió coordinando con las marcas que en este se hicieron.

- Luego se procedió a colocar la tuerca de castillo, para ajustar se tuvo que volver a sostener el volante para evitar que este se mueva, para ello se empleo una varilla de acero, finalmente se dio el ajuste necesario a la tuerca que asegura el volante.



Figura 3. 66. Instalación del volante.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

f. Instalación de la cabeza de cilindros

- Cuando se realizó la instalación de la cabeza de cilindros se cambiaron los empaques o sellos en los extremos de los tubos empujadores, por lo que se verificó que estos queden perfectamente asentados en el momento de su instalación.
- También se utilizó sellos o empaques nuevos para los pernos de fijación del eje de balancines que se instalaron en conjunto con los empujadores y el eje de balancines.
- Se apretó según las especificaciones, se ajustó la holgura de las válvulas, se colocó un empaque nuevo para instalar la cubierta de los balancines.
- Finalmente se procedió a reajustar las válvulas después que se terminó de armar todo el motor.

g. Instalación de pistones y cilindros

- Antes de la instalación de los pistones, se realizó una limpieza para evitar que se queden pelusas o pequeñas impurezas en los mismos, así como

también se puso aceite en el pistón, el cilindro, los anillos o empaques y en el perno del pistón que permite la unión a la biela para un fácil armado y protección de los mismos.

- Fue importante la lubricación para empezar armar y evitar los roces fuertes. Con mucho cuidado se procedió a unir el pistón a la biela sin alterar el orden de desmontaje.
- Cuando se terminó de unir los pistones a las bielas se procedió a poner las grapas circulares o los seguros que estos tienen para evitar que se suelten, para ello se utilizó el martillo de goma y el playo para seguros.
- Como los pistones y cilindros se encontraban marcados, se procedió a instalar los cilindros correspondientes en la posición correcta, para esto se utilizó un opresor de anillos para permitir que el pistón entre y quede sujeto por los anillos en el cilindro.
- Se tuvo cuidado ya que los cilindros se instalaron con un poco de dificultad, fue necesario emplear un taco de madera pequeño y el martillo de goma para que el cilindro ingrese.
- Antes de que el cilindro se asiente en el cárter, se utilizó silicón rojo que se colocó en el empaque que une al cilindro con el cárter, para evitar posibles fugas. Cuando se estaban instalando los cilindros se tuvo cuidado con los espárragos que lo sostienen ya que pueden forzar el ingreso de cada cilindro.
- Una vez que se terminó de instalar a todos los cilindros, se procedió a colocar la cabeza de cilindros de acuerdo a la explicación antes mencionada.

3.2.6. SISTEMA DE IGNICIÓN

El sistema de ignición tiene mucha importancia para el funcionamiento del motor, ya que es el sistema que está encargado de suministrar el voltaje necesario para generar la chispa que quema la mezcla aire combustible y por ende se genere el movimiento del cigüeñal y así de esta manera la operación del motor.

Lo que se realizó en este sistema fue un diagrama esquemático donde se ubicaban todos los materiales y componentes que se involucran en el sistema de ignición, el cual se lo presenta en lámina que se encuentra en anexos.

En el momento que se obtuvo el diagrama eléctrico, se procedió a adquirir los materiales y componentes que en lo posterior se emplearon para la implementación del sistema de ignición para el banco de pruebas, para seguir con el armado del mismo y al final realizar sus respectivas pruebas de funcionamiento.

Revisar el diagrama eléctrico en el Anexo "C".

a. La batería

La batería juega un papel muy importante en la operación del sistema de ignición, así como también es el primer componente de la cadena de mecanismos que trabajan en conjunto para proporcionar el arranque del motor, así como de dar corriente necesaria para los instrumentos etc., por lo que se procedió a comprar una batería de plomo y ácido 25 placas cada una conectadas en serie por lo produce 12v, capaz de dar la corriente eléctrica necesaria hasta que el motor por medio del alternador sea auto sustentable.



Figura 3. 67. Baterías y cables de alta.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

b. Switch de encendido

Este componente funciona como una llave de paso que controla el paso de corriente que proviene de la batería, por esta razón se compró un Switch normal de tres posiciones.



Figura 3. 68. Switch de encendido
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

c. La Bobina

Ya que la bobina es el corazón del sistema de ignición, lo que básicamente se realizó fue un breve mantenimiento. Se cumplió con una limpieza profunda en la que se empleó lija y Contac Cleaner, especialmente donde se conecta el cable de alta. Posteriormente se la pintó para dar mayor resalte al trabajo de limpieza y de esta forma se dejó lista para la prueba de funcionamiento. A la bobina se realizó la prueba de resistencia de la bobina, esto se realizó conectando el Multímetro entre el lado del distribuidor de la bobina y la torre de la bobina, la resistencia se midió en la escala alta dando el resultado de 8000 ohms. Lo que está establecido en el manual del motor Volkswagen.



Figura 3. 69. Mantenimiento de la bobina.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

d. El condensador

Al condensador se lo separó con mucho cuidado del distribuidor, ya que éste se encuentra ubicado a su exterior sujetado por un tornillo y una pequeña conexión. Se retiró todo el lodo que tenía acumulado, luego al inspeccionar fallas se encontró y se soldó con estaño el alambre de conexión que tiene a la bobina y al igual que esta última se procedió a pasar una pequeña lija para posteriormente protegerlo con pintura.



Figura 3. 70. Condensador.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

e. Platinos

Para llegar a los platinos lo que se realizó fue soltar las grapas de resorte que sujetan la tapa del distribuidor, para retirarla, se sacó el rotor de flecha del distribuidor. Luego se chequeó visualmente el estado de los platinos, especialmente verificando que estos no estén quemados, picados o demasiado gastados, para una mejor inspección se hizo girar el cigüeñal hasta que el talón de contacto descansase sobre el punto alto de una leva del distribuidor. Se procedió a desconectar el cable de los platinos de la conexión insertable del condensador, con un desarmador se retiró el tornillo de sujeción del platino no estacionario, moviendo la placa del mismo, con un trapo limpio se quitó el exceso de aceite de la placa de platinos, ya que es necesario que estos se encuentren libres de aceite, para asegurar la tarea de limpieza se utilizó el limpiador de contactos.

Fue vital inspeccionar que las puntas de los platinos se encuentren intactas, se limpió las superficies con una lija de grano fino 360 o 400 a continuación y una vez que todo se encontraba completamente limpio. Se realizó el armado de los platinos que se hizo de forma inversa a la forma en que se retiró, pero fue necesario ajustar el entre hierro ⁷ en los platinos, conocido como ángulo de leva, verificando con este procedimiento el tiempo o sincronización.



Figura 3. 71. Calibrado de platinos.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

El entre hierro o ángulo de leva siempre se debe ajustar antes que el tiempo de arranque. Para ello se utilizó una galga y de esta forma se dejó el espacio entre platinos con una medida establecida de 0.024 de pulgada.

f. Distribuidor

Para llevar a cabo el desmontaje del distribuidor se desconectaron las mangueras de vacío del mismo, de igual forma se hizo con el cable de la bobina y se retiró la tapa del distribuidor. Se desconectó el cable del condensador, el cilindro N° 1 se lo ubicó en PMS de la carrera de compresión, haciendo girar el motor hasta cuando el rotor apunte a la torre del cable de la bujía N° 1 en la tapa del distribuidor, de esta forma las marcas de tiempo quedaron alineadas a 0°, por lo que se marcó la relación rotor a distribuidor y de igual forma la relación de la caja del distribuidor al cárter.

Se aflojó el tornillo de sujeción del distribuidor al cárter permitiendo de esta manera retirar el distribuidor. Como se movió el motor de la posición para la

⁷ Es la distancia máxima que existe entre las puntas de contacto de los platinos.

instalación del distribuidor, se tomó muy en cuenta las marcas que se realizaron, para volver a poner a tiempo al motor.

El trabajo que se realizó fue de limpieza e inspección de la tapa y rotor del distribuidor, con el fin de verificar si no existían contactos quemados o corroídos, grietas, huellas de exceso de carbón o si existía la presencia de humedad ya que hay que recordar que a todo el motor se lo sometió a una limpieza con agua a presión. Como no se encontró mayores daños, más que contactos corroídos se procedió limpiar los contactos con ELECTRONIC CLEANER⁸, de igual forma se limpió los extremos de los cables de conexión a las bujías, de esta manera se dejó listo para la prueba de funcionamiento del motor en general con los cables de alta.

g. Tiempo de encendido

Es importante aclarar que el tiempo del motor se lo cogió cuando el motor estuvo listo completamente, y después de una prueba de encendido, esto es cuando el motor se calentó y la temperatura del aceite estuvo entre 50– 70 °C.

El tiempo del motor se lo cogió haciendo coincidir las marcas del volante y con el movimiento del distribuidor, es decir se giró el distribuidor en dirección contraria a la de rotación normal del rotor para adelantar el tiempo y se retrasaba el tiempo habiendo girar el distribuidor en la dirección normal de rotación del rotor, para realizar esta acción la abrazadera del distribuidor se la dejó floja para ubicar al distribuidor de acuerdo a las marcas ya establecidas para obtener mejores resultados, y una vez con el tiempo exacto se procedió a dar el ajuste necesario para evitar problemas en el encendido.

h. Cables de alta y baja

Para la elaboración del proyecto se compró cable No. 6 para los cables de alta tensión que son principalmente los que se conectan a la batería, este cable se

⁸ Limpiador de contactos eléctricos de secado rápido de mayor empleo en aviación, conocido también como Contac Cleaner.

encuentra conectado del positivo de la batería al Switch de arranque en la cabina y del motor de al negativo de la batería para hacer tierra, también son considerados cables de alta a los cables que se encuentran desde la bobina al distribuidor y de este a las diferentes bujías. Mientras que para los de baja tensión se empleo cables No. 10 y 18 que se uso para las conexiones eléctricas del resto de componentes.

i. Bujías

Como el motor se encontraba en mal estado la mejor solución que se encontró fue la adquisición de nuevas bujías para que el motor no tenga problemas con el chispazo en el momento de ignición.

3.2.7. SISTEMA DE ARRANQUE

El sistema de arranque comparte la gran mayoría de componentes del sistema de ignición ya que casi cumplen con la misma finalidad, esto se puede evidenciar en el siguiente grafico donde se puede representar el funcionamiento básico del sistema de arranque.

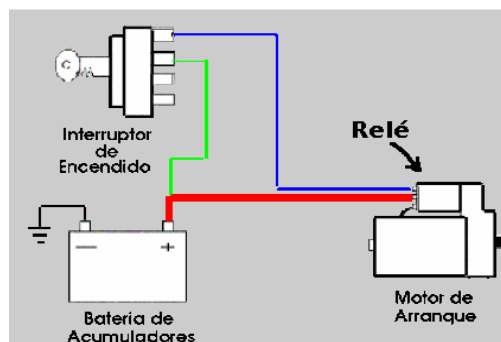


Figura 3. 72. Funcionamiento básico del sistema de arranque.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

Éste es básicamente el principio del funcionamiento del sistema de arranque en este grafico se pueden diferenciar de igual forma los dos tipos de circuitos que se presentan en el sistema de ignición siendo el rojo de alta tensión y los demás los de baja tensión. Siguiendo con el proceso como se puede observar en la siguiente

imagen el motor de arranque no había tenido un buen mantenimiento por lo que la limpieza fue un factor necesario.



Figura 3. 73. Motor de arranque.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

Para dar un buen mantenimiento al motor de arranque en un principio se retiró todo el exceso de lodo y tierra que este tenía, luego se procedió a separar el solenoide del motor de arranque para realizar trabajos independientes, como el motor de arranque presentaba una gran cantidad de tierra seca en algunas partes y presencia de oxidación fue necesario limpiarlo con la amoladora y la grata, una vez terminada la tarea de limpieza del exterior se procedió a desarmar al motor de arranque, para lo cual fue necesario utilizar una bandeja donde se colocó todos los elementos de este. El desarmado que se realizó no fue tan a profundidad, realmente fue por quitar el exceso de lodo que existía en el interior del motor de arranque ya que podía alterar el funcionamiento del mismo, se empleo WD-40 ya que al mismo tiempo se estaba dando un breve mantenimiento, el exceso de WD-40 se retiró con una franela.

Se inspeccionó la parte del piñón especialmente sus dientes, se revisó que no tengan ningún tipo de corrosión y que tampoco exista un exceso de desgaste. De igual forma se revisó el recorrido que debe haber cuando el motor de arranque es activado por el solenoide, revisando que no exista un exceso o deficiencia del mismo ya que esto producirá que el motor de arranque no cumpla con su verdadero objetivo e incluso pierda fuerza y no de el impulso que necesita el motor para entrar en operación, también fue necesario colocar un seguro en el eje del motor de arranque para que el piñón de este no se salga por la fuerza de la corriente.



Figura 3. 74. Limpieza del motor de arranque.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

Revisar más imágenes de este procedimiento en el Anexo “B” desde la Figura 28 hasta la Figura 30.

Cuando se determinó que el motor de arranque se encontraba en óptimas condiciones, se procedió a empapelarlo y prepararlo ya que se pintó al motor de arranque para evitar que sea afectado por la corrosión nuevamente, una vez que se pinto al motor de arranque se realizo una prueba de funcionamiento para verificar que el funcionamiento del mismo conectado directamente a la batería.

El trabajo que se dio al solenoide primero fue limpiar la superficie de contacto, como esta parte se encontraba un poco en mal estado por la presencia de corrosión se procedió a limpiar con una lija de grano fino especialmente en los bornes, posteriormente se realizó un refuerzo con un poco de fibra para evitar que la base del solenoide se rompa. Pero después de unas pruebas de funcionamiento se determinó que el solenoide presentaba fallas y que generaba problemas para la operación del motor por lo que fue necesario cambiar de solenoide para la correcta operación del motor, solucionado ese problema se colocó un poco de grasa en la parte en que se une con el motor de arranque y se armó correctamente al motor de arranque para sus respectivas pruebas.



Figura 3. 75. Solenoide.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

Revisar más imágenes de este procedimiento en el Anexo “B”, la Figura 31 y la Figura 32.

a. Soporte del motor de arranque

El soporte para el motor de arranque en un principio fue un gran problema, por lo que se llegó en primera instancia a una decisión en la que no se iba a instalar el motor de arranque para el banco y para poner en marcha o prender el motor se iba a requerir de la ayuda de una persona que dé el giro de la hélice o el movimiento inicial, pero esta propuesta fue totalmente descartada ya que se pensó mucho en la seguridad de las personas quienes iban a manipular el presente proyecto y el riesgo que podía significar en el momento de realizar esta acción. Finalmente se llegó a la conclusión de instalar el motor de arranque para que la acción de encendido del motor se dé desde la cabina de mando evitando de esta manera el contacto con las personas.

La ubicación del motor de arranque dio muchos conflictos ya que no se encontraba el lugar adecuado para la operación de este. Como ya es de conocimiento el motor Volkswagen se encuentra unido a la caja de cambios donde existe un soporte en el que se puede instalar el motor de arranque y así generar el movimiento para la operación del motor. En este proyecto no se pudo aplicar dicho diseño, ya que en el volante se conectó el acople para la hélice se dificultó conectar el motor de arranque de la forma normal. El motor de arranque sería un gran obstáculo en el movimiento de la hélice y no se podría utilizar el mismo. La solución llegó después de un análisis, la mejor opción fue instalar el

motor de arranque por la parte posterior a la posición de la hélice, es decir ubicar el motor de arranque en una forma invertida a la de la posición normal y sobre el motor. Para concretar esta idea se construyó un piñón con un rodamiento que le permite estar constantemente en movimiento (engranaje loco), ya que en el momento en que se invirtió la posición del motor de arranque el sentido de giro de este es diferente al sentido de giro del volante del motor para prenderlo normalmente.



Figura 3. 76. Construcción soporte motor arranque.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

Revisar más imágenes de este procedimiento en el Anexo “B”, la Figura 33 y la Figura 34.

Este piñón permite que el motor de arranque trabaje normalmente aun cuando éste se encuentre invertido, es decir gracias al piñón se obtuvo la misma dirección de giro para sacar al motor de su estado estático. Para la construcción del piñón se procedió a contar el número de dientes que tiene el volante del motor y registrar el diámetro del mismo, con estos datos se procedió a realizar el piñón para lo cual se empleó el acero V320⁹ que es un acero al carbono de construcción mecánica de 75mm de diámetro, este piñón fue construido con un rodamiento de 15mm de diámetro interno y 28mm de diámetro externo, el piñón cuenta con 33 dientes que se acoplan a los dientes del volante. Una vez que se terminó la construcción del piñón se procedió a realizar la placa base en la que se acopla el

⁹ Es un acero bonificado con aleación cromo-molibdeno de alta resistencia a la tracción y torsión en medianas y pequeñas secciones. Su suministro en estado bonificado lo hace aplicable en la mayoría de los casos sin necesidad de un tratamiento térmico. El empleo: para la construcción de partes y piezas de automotores, motoredutores, arboles de transmisión, ejes, bielas, pernos grado 6 etc.

piñón y donde se instala el motor de arranque. El material que se empleó para realizar la placa de base para el motor de arranque fue el acero CHRONIT 400 HB de 5mm de espesor, luego se procedió a realizar un molde de la placa en cartón prensado para posteriormente asentarla y cortar la lamina con la OXICORTE, una vez cortada la placa se verificó las medidas, luego se graneteó y perforó dos agujeros de 11.5mm y 10.5mm donde se ubicarían los pernos que sujetan al motor de arranque, en la base de esta placa se realizó dos agujeros de 3/8pulgda para la placa al motor, de igual forma se realizó un agujero de 15mm de diámetro donde se soldó con el electrodo UPT 65 el eje en el que se acopla el piñón a la placa, este eje es de 35mm de longitud y 15mm de diámetro este eje es del acero 705¹⁰, una vez terminado todo este trabajo se verificó que la suelda se encuentre en buen estado ya que el piñón va a estar sometido a constante movimiento.

Para evitar que el motor de arranque esté descentrado y tenga una correcta operación se procedió a cortar la parte del acople de la caja de transmisión para acoplar en el nuevo soporte, para ello se procedió a cortar pequeñas partes de este acople dando la forma adecuada, se probó y verificó la altura del recorrido del piñón del motor de arranque para un perfecto engranaje entre el piñón del motor de arranque, el piñón loco y el volante del motor.

Los dientes del motor de arranque presentaron pequeños problemas por lo que fue necesario devastarlos un poco (1mm) para tener un perfecto acople entre dientes, terminado el soporte se procedió a realizar su respectiva prueba de funcionamiento, esta prueba se la realizo directamente entre en motor de arranque y la batería con la ayuda de cables de paso de corriente (lagartos), una vez que se probó el motor de arranque se preparo pintura de fondo para proteger a la placa de la corrosión, se armó en la placa con el piñón y el motor de arranque y se montó en el motor para hacer la conexión eléctrica del motor de arranque y realizar las pruebas de funcionamiento del motor.

¹⁰ Es un acero conocido como 4340 dentro de las normas AISI y SAE, es un Acero bonificado o pre templado. Aplicable a ejes o elementos que son sometidos a esfuerzos de torque.



Figura 3. 77. Soporte motor de arranque.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

Revisar más imágenes de este procedimiento en el Anexo “B”, la Figura 35 y la Figura 36.

En el Anexo “D” se muestra el diseño tanto de la placa del soporte para el motor de arranque como del piñón.

b. Cálculo del Engranaje loco

En la figura 3.78 se muestra el tren de engranajes, el mismo que servirá para observar claramente la disposición del engrane que soporta mayor carga.

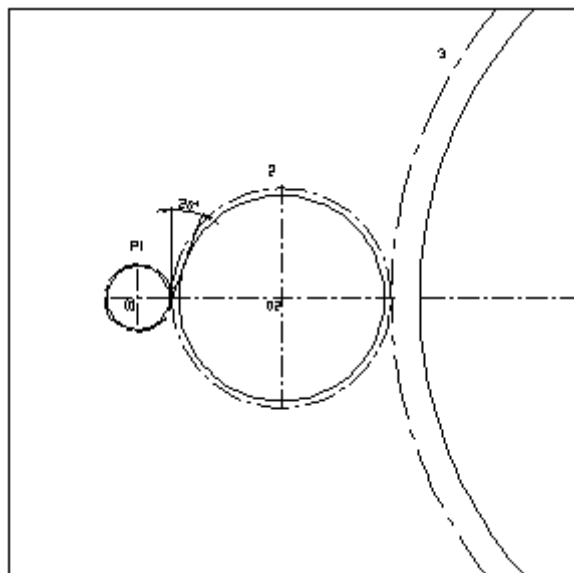


Figura 3. 78. Posición del piñón.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

El engranaje que se encuentra sometido a esfuerzo durante el arranque del motor es el engranaje loco, el mismo que dispone de los siguientes datos.

Material engrane V320, cuyas propiedades de resistencia mecánica son:

$$S_y = 99540 \text{ psi} \quad (3.1)$$

$$S_{ut} = 135090 \text{ psi} \quad (3.2)$$

Del motor de arranque los datos que se tiene son: la potencia que se transmite 0,7 hp y la velocidad 1200 rpm. También se conoce los diámetros de paso y numero de dientes del piñón y engranaje loco.

Por tanto, por la siguiente relación se tiene:

$$\omega_2 = \frac{Z_1}{Z_2} * \omega_1 = \frac{9}{33} * 1200 = 327,3 \text{ rpm.} \quad (3.3)$$

Donde,

Z1 = número de dientes del piñón

Z2 = número de dientes del engrane loco

ω_1 = velocidad angular de entrada

ω_2 = velocidad angular de salida

Para determinar el ángulo de contacto se relaciona el diámetro de raíz y el diámetro de paso del engrane loco; tal como se indica a continuación.

$$\phi = \text{ángulo de contacto} = \cos^{-1} \left(\frac{d_r}{d_2} \right) = \cos^{-1} \left(\frac{61}{65} \right) = 20,2 = 20^\circ \quad (3.4)$$

Para $\phi = 20^\circ$ y $Z = 33$, se tiene un factor de forma Y.

$$Y = 0,459$$

Se calcula la velocidad en la línea de paso $V \left(\frac{\text{ft}}{\text{min}} \right)$ con la siguiente ecuación.

$$V = \frac{\pi d n}{12} \left(\frac{\text{ft}}{\text{min}} \right), \quad (3.5)$$

Donde,

d = diametro de paso (in) = 2,56 in

n = velocidad engrane (rpm) = 327,3 rpm

$$V = \frac{\pi * 2,56 * 327,3}{12} = 219,36 \left(\frac{\text{ft}}{\text{min}} \right) \quad (3.6)$$

Una vez obtenida la velocidad transmitida al engranaje loco, se procede a calcular la potencia transmitida por la siguiente relación.

$$wt = \frac{33 * (10)^3 * H}{V} = 105,3 (\text{hp}) \quad (3.7)$$

Ahora se determina el factor de velocidad con la siguiente ecuación.

$$\text{-----} \quad \text{-----} \quad (3.8)$$

Para establecer que el diente del engranaje loco soporta las cargas de transmisión, se calcula el factor de seguridad con la siguiente relación.

$$F = \frac{wt * P * n}{Kv * Y * \sigma_y} \quad (3.9)$$

Donde,

$F = 0,5$ = Ancho de la cara del diente

$$P = \frac{N}{d} = \frac{33}{2},56 = 12,9 = \text{Paso diametral} \quad (3.10)$$

Y = Factor de forma

wt = Potencia transmitida

σ_y = Esfuerzo de fluencia

n = Factor de seguridad

Kv = Factor de velocidad

Entonces,

$$n = \frac{F * Kv * Y * \sigma_y}{wt * P} \quad (3.11)$$

$$n = \frac{0,5 * 0,8 * 0,459 * 99540}{105,3 * 12,9}$$

$$n = 13,45$$

Por tanto se concluye que los dientes del engranaje loco cumplen satisfactoriamente las cargas transmitidas.

Para comprobar este valor, también se hace un análisis de esfuerzos por elementos finitos.

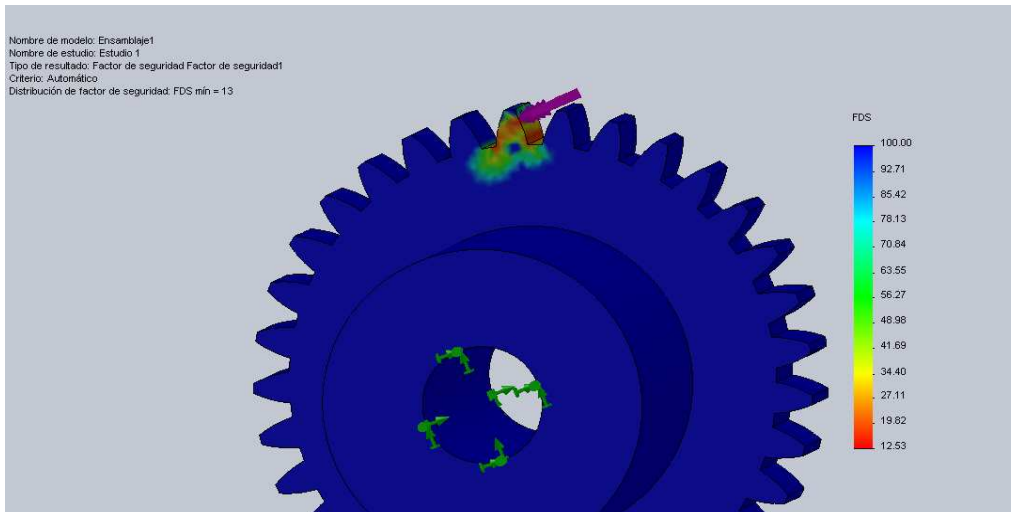


Figura 3. 79. Resistencia del piñón.

Fuente: Investigación de campo.

Editado por: Omar Flores

De la figura se observa que el factor de seguridad mínimo obtenido bajo las cargas de fuerza aplicadas es de 13.

c. El Alternador

Hay que recalcar que el motor Volkswagen tiene como generador la Dinamo que se encuentra montado sobre el motor en la parte del ventilador, a la Dinamo no se la empleó en el proyecto, principalmente por su tamaño, éste era el verdadero problema ya que no existía espacio para ubicarlo cerca del motor, también se dejó la dinamo de lado ya que en la actualidad este componente es sustituido por el alternador. Razón por la que se buscó un alternador para adaptarlo al banco de pruebas, la solución se encontró en el alternador del automóvil Lada.

El alternador se encontró ya con algún tiempo de uso por lo que se procedió a realizar su respectivo mantenimiento, se limpió todo su exterior con un cepillo y Electro Motor Cleaner. Terminada esta acción se realizó un chequeo breve de

funcionamiento con el Multímetro revisando la continuidad, pero los resultados fueron negativos por lo que se procedió a desarmarlo para revisar su interior. Así como las demás inspecciones lo primero fue marcar la posición e identificar cada cable que se encontró en este, en su interior existía lodo así que se procedió a limpiar con Motor Cleaner, después de haber terminado este proceso se identificó a cada diodo rectificador y de igual forma se encontró que los carbones estaban completamente desgastados, lo siguiente a realizarse fue el cambio de diodos y de carbones a los mismos que se tuvo limar y dar su forma para que queden perfectamente asentados en el alternador.



Figura 3. 80. Desarmado y limpieza del alternador.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

En el proceso de armado del alternador se encontró algunos problemas, los cables del interior se encontraban en mal estado y esto generaba un corto circuito impidiendo el trabajo normal del alternador, se procedió a cubrir los cables con termo contraíbles y reubicarlos correctamente, de igual manera se detectó que los rodamientos estaban muy gastados por lo que fue necesario cambiar los rodamientos y poner unos nuevos, este cambio de rodamientos se realizó con la ayuda de una pequeña prensa, antes de armar al alternador se limpió con Scotch brite y limpiador de contactos toda la armadura para evitar que existan cortos circuitos, para verificar que el alternador se encuentre en buenas condiciones se realizó una prueba de continuidad y de corto circuito en la armadura y eje del motor de arranque. Ya resueltos todos los problemas que se encontraron se procedió armarlo, dejando listo para la prueba funcional con el motor.

d. Construcción del soporte del alternador

La necesidad de la construcción del soporte para el alternador se generó ya que no se utilizó la dinamo, si no que se cambió por el alternador, la solución se encontró rápidamente, ya que se decidió ubicarlo en el mismo lugar donde normalmente iba la dinamo, pero para ganar espacio se tuvo que retirar el soporte original que tenía el motor para el dinamo. Ya retirado el soporte se procedió a cortar dos placas de acero A36 de 5mm, la primera de 12cm x 10cm y una pequeña placa de 8cm x 8cm, posterior a esto se cortó a las placas de acuerdo a las medidas de la plantilla, sobre la lámina se procedió a granetear los cuatro agujeros de 5/16" de diámetro para la sujeción de la misma, así como un agujero de 1/2" por donde se desfogan gases provenientes del motor.



Figura 3. 81. Plantilla para soporte del alternador.

Fuente: Investigación de campo.

Editado por: Omar Flores

Revisar más imágenes de este procedimiento en el Anexo "B", la Figura 37 y la Figura 38.

Se cortaron dos laminas pequeñas de 4.5 cm x 6.5cm x 0.5cm donde se sienta el alternador, en estas se realizaron dos agujeros de 3/8" y 1/2" respectivamente. De igual forma se cortó un ángulo recto de 3x3cm de 15cm de largo el mismo que se unió con una lamina curva de 17cm de altura, esta lamina es de 2cm de ancho y 5mm de espesor donde se realizó un corte conocido como "ojo chino" para asegurar el alternador.

Cuando ya se tuvo todas las partes se las procedió a unir para ello se empleó la suelda eléctrica, como se usó acero A36 se usaron electrodos E6011, cuando se

terminó de unir todas las partes al soporte del alternador se procedió a limpiar con la ayuda de la grata y un cepillo de acero toda la escoria para posteriormente proceder a pintar ya que con esto se evita que el soporte se corroa, hay que aclarar también que este soporte se realizó con la facilidad de que al alternador se pueda unir en trabajo al motor por medio de una banda, una vez que se termino se montó en el motor dejándolo listo para las pruebas de funcionamiento.



Figura 3. 82. Soporte del alternador.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

En el Anexo “D” se encuentra la lámina con el diseño del soporte del alternador

3.2.8. SISTEMA DE LUBRICACIÓN

En el sistema de lubricación lo que se realizó durante el proceso de desarmado del motor fue retirar el colador de aceite, esto se logró quitando las tuercas de sujeción, el colador y los empaques. Una vez que se retiró el colador se lo limpió perfectamente eliminando todos los restos de empaques viejos para adaptar los nuevos. Se revisó la tubería de succión por hermetismo y por posicionamiento correcto. Terminado todo el trabajo de limpieza y revisión se procedió a instalar el colador teniendo siempre cuidado con el tubo de succión ya que debe asentar correctamente, la medida de la brida del colador a la punta del tubo debe ser de 10mm así como la medida de la brida al fondo fue de 6mm de acuerdo a lo especificado al manual. Antes de cerrar se colocó silicón rojo de alta y se apretó las tuercas sin llegar a un exceso.

a. Construcción de enfriador de aceite

El enfriador de aceite original que tenía el motor Volkswagen es un tanto pequeño y en la posición original que se encontraba generaba un poco de problemas por la longitud del mismo, de ahí que se decidió hacer una implementación en la que se usó un nuevo radiador un poco más grande en el área de contacto contra el flujo de aire. El radiador que se usó fue un radiador del sistema de aire acondicionado del modelo Ford, la nueva ubicación del enfriador de aceite fue bajo el motor quedando en un recuadro, con la ayuda de un tubo cuadrado de 1 pulgada x 1 pulgada x 2mm (acero A36) que fue la base que sostuvo al enfriador y ajustándolo con un ángulo recto de 2mm donde se colocó un caucho para que el enfriador quede completamente ajustado.

Esta nueva posición del radiador permite que se aproveche el aire que genera la hélice para el enfriamiento del aceite.



Figura 3. 83. Nuevo radiador.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

Para ubicar al radiador en su nueva posición, en la parte superior del motor se tuvo que realizar una nueva base semejante la base actual del radiador, para llevar a cabo esto lo primero que se consiguió fue el material, la lamina de acero CHRONIT 500 HB de 12mm de espesor, una vez con el material lo que se hizo fue sacar una plantilla para que la base sea idéntica, esta plantilla se la hizo de cartón prensado donde con la ayuda de la grasa se saco el molde.

Ya con el molde se procedió a cortar la placa de acero, una vez cortado se procedió a granetear en el lugar donde se localizarían los agujeros de $\frac{1}{4}$ " para los

pernos donde se asegura la placa al motor, posterior a esto se realizó los huecos de 3/8" para la entrada y salida del aceite al radiador. Cuando se terminó se procedió a agrandar este hueco por 2mm con la broca de 1/2" para colocar los respectivos empaques para la salida y entrada de aceite. Se compró dos mangueras especiales de 90cm, 70cm y 15cm, las características de estas mangueras es que tienen un soporte de 200 psi y 150 °C, son mangueras hidráulicas de 13/32", estas mangueras tienen acoples especiales que se encuentran soldadas directamente a las mangueras, la medida de los acoples son las siguientes: 3/4" x 3/4", 3/8 x 1/4 y 3/8 x 3/8, estas mangueras se las mandó a hacer y fue por este motivo que vinieron soldados los acoples a las mangueras.



Figura 3. 84. Construcciones de base del radiador.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

Sobre la superficie de la base se soldó dos varillas de acero A36 de 5.5cm con un diámetro exterior de 1pulg. y otra varilla de 2cm de altura con un diámetro exterior de 3/4", en estos cortes de varilla se realizó las roscas para poder conectar los acoples de la mangueras para el paso del aceite, en la varilla más larga se abrió con un machuelo la rosca de 5/8" en el hueco de 37/64", a la mitad de esta se soldó otra varilla pequeña de 15mm para el otro acople de la cañería, a esta varilla de 3/4" de diámetro exterior se le realizó un roscado de 3/4", una varilla similar se soldó a la otra altura de del hueco de la placa, en el agujero de mayor diámetro se colocaría el bulbo para la medición de la temperatura del aceite tal como se observa en la siguiente figura.



Figura 3. 85. Base que reemplaza el antiguo radiador.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

Revisar una imagen más de este procedimiento en el Anexo “B”, la Figura 39.

En el Anexo “D” se encuentra el esquema de la placa base del radiador.

Cuando se terminó de realizar se limpió todo el resto de suelda con la grata, después se limpió muy bien la pieza ya que después se la pintó con pintura base para evitar que se corra.

b. Construcción de base para el filtro de aceite



Figura 3. 86. Base del filtro de aceite.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

Para realizar esta base fue indispensable conseguir la base donde se instala el filtro, luego se procedió a sacar el molde en el cartón prensado con la ayuda de grasa para posterior pasarla a la lamina de acero A36, cuando ya se dibujó sobre la placa con el rayador, se cortó la misma con la Oxicorte, sobre la placa se marcó y graneteó dos agujeros de $\frac{1}{2}$ pulgada de diámetro, donde se soldaron cortes de varilla de acero A36 de 15mm de altura, $\frac{3}{4}$ pulgada de diámetro exterior y con

rosca interior de ½pulgada permitiendo la conexión de las mangueras por medio de los acoples, para realizar las roscas internas en los cortes de varilla se utilizó el machuelo de ½pulgada-14 NPT¹¹ sobre el agujero de 23/32pulgada. Los cortes de varilla se soldaron a la placa con suelda eléctrica y el electrodo UTP 65, también se realizó tres agujeros de 1/4pulgada para los tornillos con los que se sujetan el soporte del filtro a la placa base, cuando ya se terminó se procedió hacer un empaque en papel victoria para cerrar la base del filtro a la placa, para evitar que existan fugas se colocó PRC en todo el contorno, luego esta base se unió al soporte del motor en donde se procedió a pintar de color negro.

En el Anexo “D” se encuentra el esquema de la placa para filtro de aceite.



Figura 3. 87. Unión del filtro al motor.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

c. Desmontaje e inspección de la bomba de aceite

Para desmontar la bomba de aceite fue necesario quitar la placa de cubierta, la polea del cigüeñal y la placa de cubierta que se encuentra debajo de la polea, luego se retiró las tuercas de la cubierta de la bomba de aceite, se removió la cubierta así como su empaque, siguiendo con el proceso se retiraron los engranes y con mucho cuidado se extrajo la bomba para no dañar su interior. Una vez que la bomba se encontró afuera se procedió a inspeccionarla especialmente los dientes de los engranes, fue así que por el desgaste de los dientes y como ahora se tiene un recorrido mayor del aceite fue necesario tener mayor presión, razón por la que se cambió la bomba de presión poniendo una de engranajes un

¹¹ Designación de rosca cuyo significado es Rosca americana cónica para tubos

poco mayores en cuanto a tamaño, esta bomba se encontraba en perfecto estado o no tenía presencia de corrosión.



Figura 3. 88. Soporte filtro de aceite pintado.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

Una vez que se cambió la bomba de aceite se procedió con el armado e instalación de la bomba, para evitar fugas en un futuro se puso un empaque y se ayudó con un poco de silicón rojo en el interior.

3.2.9. SISTEMA DE COMBUSTIBLE

a. Tanque de Combustible

El tanque de combustible es un elemento importante en este sistema. Para el presente proyecto no se necesitó de un tanque muy grande ya que el tiempo de operación del motor debía ser corto. Se construyó con las siguientes medidas 30x20x25 cm, es decir tiene una capacidad de 3.5 galones de combustible. El sistema de medición que se empleó fue del tipo flotador. El tanque cuenta con un espacio extra de 5cm de altura para el combustible de reserva en caso de que se consuma todo el combustible en la operación del motor u ocurra que el instrumento no de una lectura correcta o simplemente por cualquier eventualidad que se presente. Además el tanque cuenta con una válvula de alivio de presión ubicada cerca de la boquilla del tanque para evitar que los gases de combustible se concentren, si existiera un movimiento exagerado del mismo durante la operación del banco.



Figura 3. 89. Sistema de medición y tanque de combustible.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

Revisar más imágenes de este procedimiento en el Anexo “B”, desde la Figura 40 hasta la Figura 42.

b. Llave de paso de combustible (shutoff)

Se compró y se adaptó una llave de paso de $\frac{1}{4}$ pulgada de diámetro con la finalidad de que esta llave desempeñe la función de una válvula de corte o shutoff cerrando completamente el paso del combustible si existiere alguna presencia de fuego. La válvula va a ser operada de forma manual y debe estar en todo momento cerrada, a menos que se vaya a poner marcha al motor, esta válvula está ubicada en el lado izquierdo de la mesa donde se monta el motor.



Figura 3. 90 Shutoff de combustible
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

Para una perfecta operación del motor, en la línea de combustible que se dirige al motor, se colocó un filtro de combustible con el objetivo de que el combustible llegue al motor libre de impurezas y de esta manera prolongar el tiempo de

operación del motor. El filtro es el más común, es del tipo papel que es de fácil adquisición en el mercado.

c. Filtro de Aire

El filtro de aire de este motor es del tipo húmedo, es decir que en la parte inferior del recipiente o filtro de aire se encuentra una cierta cantidad de aceite, en el cual se quedan pegadas todo tipo de impurezas. El filtro de aire no se encontraba en un buen estado, tenía muchos golpes y deformaciones. Fue necesario retirar toda la pintura que se encontraba en mal estado, para esto se usó removedor de pintura¹² que luego se retiró para dar paso a la inspección de todos los defectos del filtro. Al finalizar la inspección se procedió a limpiar profundamente con ED – 10 y se encontró que el filtro tenía muchos golpes fuertes y profundos los mismos que fueron corregidos con ayuda del martillo y un taco de madera. La corrección se hizo con mucho cuidado, ya que un golpe exagerado o una mala ubicación del mismo podían producir que el filtro de aire se rompiera.



Figura 3. 91. Aplicación de removedor de pintura
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

Revisar más imágenes de este procedimiento en el Apéndice “B”, la Figura 43 y la Figura 44.

Todas las deformaciones no fueron corregidas con precisión, ya que el material se encontraba demasiado débil, entonces fue necesario corregir todas las fallas con macilla automotriz. Posteriormente fue indispensable lijar, iniciando con la lija 150 para terminar con la 400, de esta manera se retiró todos los pequeños desperfectos. Finalmente con agua se retiró la masilla removida y en exceso, así

¹² Compuesto químico que facilita la remoción de pintura

se dejó todo a un solo nivel. Siguiendo con la inspección se analizó el estado del filtro de aire, el resultado fue favorable por lo que se procedió a pintarlo quedando listo para su uso.



Figura 3. 92. Filtro de aire.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

d. Carburador

El carburador es uno de los componentes más importantes para el funcionamiento del motor, es por esta razón que después de la primera prueba de funcionamiento que se le realizó al motor antes de hacer las respectivas reparaciones, se decidió primeramente desarmar y realizar una profunda limpieza al carburador, por lo que fue necesario desmontarlo.

Se retiró el filtro del aire, se desconectó con mucho cuidado la manguera del combustible para que no haya derrame de combustible, se retiró el cable del ahogador automático, se quitaron las dos tuercas que sujetan al carburador sobre el múltiple de admisión y luego se retiró el carburador del motor. Para no perder el orden de las piezas que se retiró del carburador, se las colocó en la mesa de trabajo de derecha a izquierda sin alterar su orden.

Durante el desarmado del carburador se inspeccionó detalles como el estado y funcionamiento del resorte que controla el acelerador, el perno que se encuentra en la parte inferior del carburador que permite la dosificación de la mezcla, es decir el nivel de paso del flujo de combustible; también se observó que el movimiento de la mariposa sea el correcto.

Una vez que se bajó al carburador se procedió a limpiarlo con motor Cleaner y una brocha de una pulgada para retirar toda la suciedad. Cuando ya se terminó

de limpiar se sopeteó aire a presión para secarlo por completo. Con mucho cuidado se retiró el flotador en conjunto con el perno que se encuentra en el carburador, el mismo que es el encargado de medir el depósito de combustible en el carburador. Seguidamente se retiró el inyector, éste se limpió con gasolina y se pasó aire a presión para que quede libre de partículas en su interior. Se tuvo cuidado ya que se podía taponar con cualquier basura porque su diámetro es pequeño. Durante este proceso fue importante memorizar cada componente del carburador para evitar errores durante el proceso de armado.

e. Líneas de combustible

En el presente proyecto la el depósito o tanque de combustible no se encuentra muy lejos del motor por lo que se empleó una manguera de ¼" de diámetro interno para el paso del flujo de combustible y una longitud de 2.5m para el recorrido que se le dio a la manguera en el banco de pruebas.

f. Bomba de combustible

La bomba de combustible es el elemento que se encarga de llevar el combustible desde el reservorio hasta el motor. La bomba presentaba pequeñas fallas y no producía el nivel de succión adecuado de combustible, por lo que fue necesario retirar la bomba del motor para inspeccionar y revisar cuál era el problema.

Se dio bombeó de forma manual para confirmar su estado, durante este proceso se retiró la cantidad de grasa que se encontraba en su interior y se revisó los orificios de entrada y salida de combustible. Pero el problema estaba en el momento de dar bomba (ejecutar el bombeo), ya que en su interior se encontró una pequeña piedra que no permitía el correcto movimiento de la bomba para generar la succión. Se retiró esta piedra y se normalizó el bombeo teniendo un flujo de combustible correcto para la operación del motor.

3.2.10. ADMICIÓN Y ESCAPE

La admisión en este proyecto quedó de igual manera a la que poseía el motor en un principio, lo que se realizó fue su desmontaje para hacer una limpieza

completa que se hizo con la ayuda de ED-10. Posteriormente se secó con aire a presión para retirar todo el exceso de agua. Cuando ya estaba seco se procedió a inspeccionar las grietas para evitar las fugas. Se empleó PRC para rellenar las grietas o pequeños agujeros que se encontraron en el tubo admisión, finalmente se pintó para después montar en el motor.

El escape se mandó a hacer de acuerdo a las necesidades requeridas ya que este no debía presentar ningún tipo de problemas para el giro de la hélice. Se compró dos tubos cromados silenciadores para reducir el ruido del motor y así evitar problemas con el personal o alumnos que vayan a operar el banco de pruebas. Se armó el escape facilitando de este modo la operación del motor.



Figura 3. 93. Sistema de Admisión y Escape.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Omar Flores

3.2.11. Tablas de especificación del motor

Tabla 3.5. Especificaciones de afinación

Modelo Motor	Designación Común	Bujías Entrehierro	Presión B. combustible	Holgura de válvulas	
				Adm.	Comp.
1970	1600 cc	Bosch 0,61mm	3,5 psi		
		Champion 0,61mm	0,25 $\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$	0,0006"	0,0006"
				0,15mm	0,15mm

Fuente: Investigación Documental
Elaborado por: Omar Flores

Tabla 3.6. Especificaciones generales del motor

Año	Desplazamiento	Potencia	Par motor	Diám. Cil. X Carrera (pulg)	Relación de Compresión	Presión del aceite @rpm
1970	1584 cc	57 hp	82 kg m	3.37x2.72	7.5:1	42psi
		4400 Rpm	3000 Rpm			

Fuente: Investigación Documental
Elaborado por: Omar Flores

Tabla 3.7. Especificaciones de pistones y anillos (mm)

Claro entre puntas de los anillos			Holgura lateral de los anillos			
Holgura del Pistón	Superior de Comp.	Inferior de Comp.	De control de aceite	Superior de Comp.	Inferior de Comp.	De control de aceite
0.0406 - 0.0584	0.3048 - 0.4572	0.3048 - 0.4572	0.254 - 0.4064	0.0686 - 0.0991	0.0508 - 0.0686	0.0279 - 0.0483

Fuente: Investigación Documental
Elaborado por: Omar Flores

Tabla 3.8. Especificaciones de par de apriete (todas las tuercas en kg m)

Tuercas de cabeza de cilindros	Tornillos cojinetes de las bielas	Polea del generador	Tuercas del Carter				
			Polea del cigüeñal	Volante del cigüeñal	Tuercas no selladoras	Bujías	Cubierta del colador de aceite
3.2	3.0-3.5	5.5-6.5	4.0-5.0	35	2.5	3.4	0.7

Fuente: Investigación Documental
Elaborado por: Omar Flores

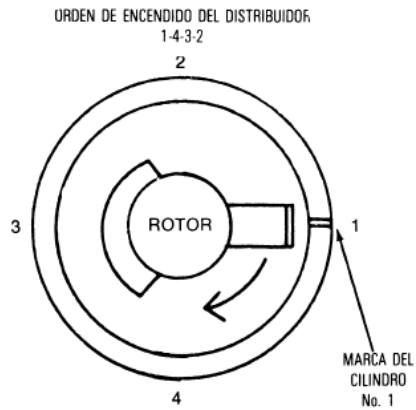


Figura 3. 94. Orden de Encendido.
Fuente: Investigación Documental
Editado por: Omar Flores

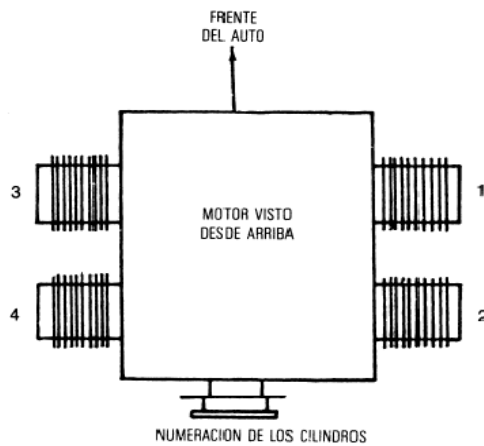


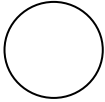

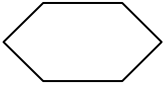

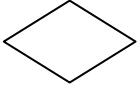
Figura 3. 95. Numeración de los cilindros.
Fuente: Investigación Documental
Editado por: Omar Flores

3.3. DIAGRAMAS DE PROCESO

Los diagramas de proceso están organizados por simbología que indica cada uno de los pasos del proceso de construcción de los diferentes elementos que se implementó en el banco.

En la siguiente tabla se describe la simbología que se va a utilizar para cada uno de los procesos de construcción.

Tabla 3.9. Simbología de los diagramas de proceso

N°	SIMBOLOGÍA	SIGNIFICADO
1		Operación
2		Inspección o Comprobación
3		Ensamblaje
4		Conector
5		Continúa

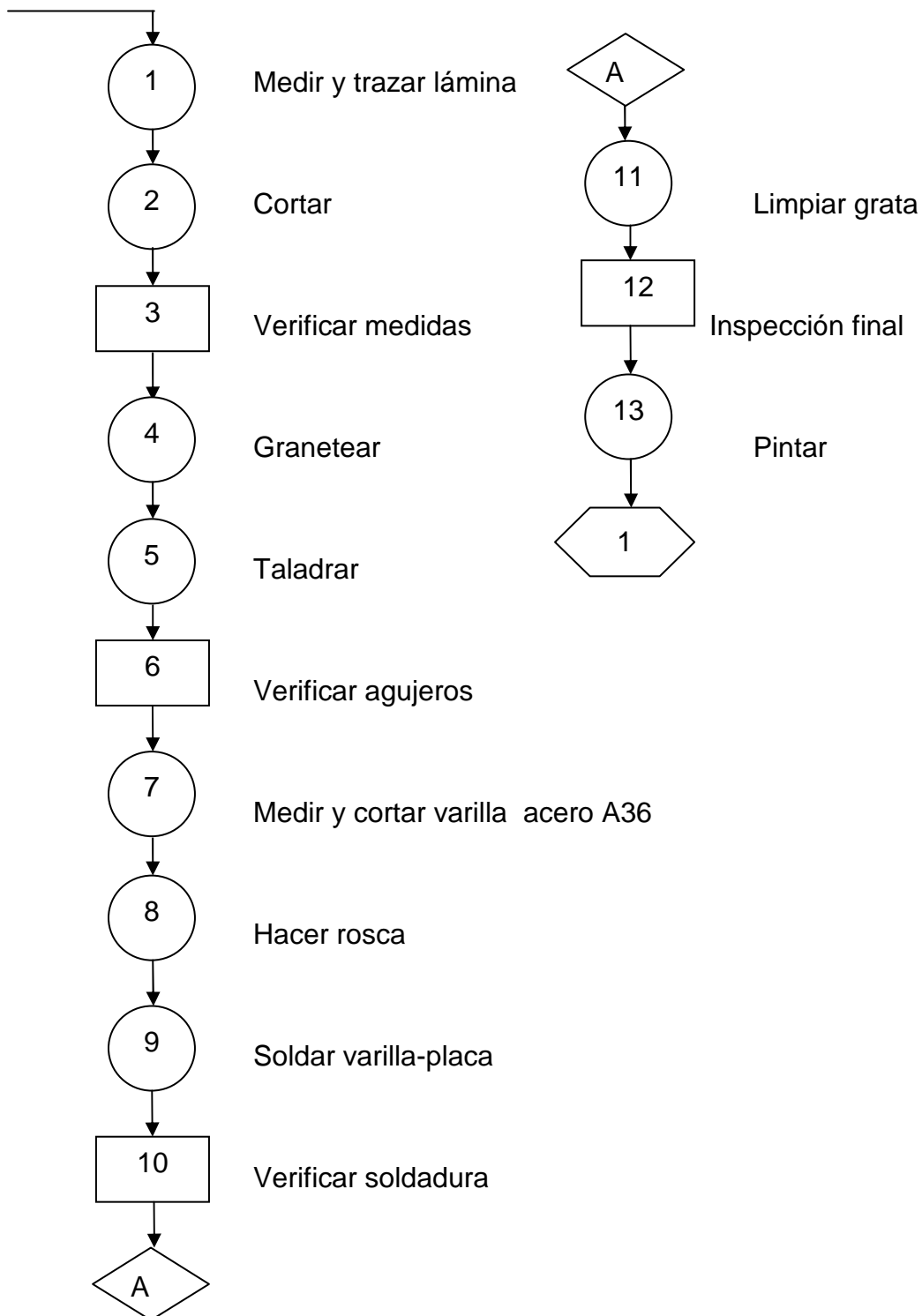
Fuente: Investigación de Campo
 Elaborado por: Omar Flores

3.3.1. Diagramas de proceso de construcción

A continuación se presenta los distintos diagramas de proceso de construcción.

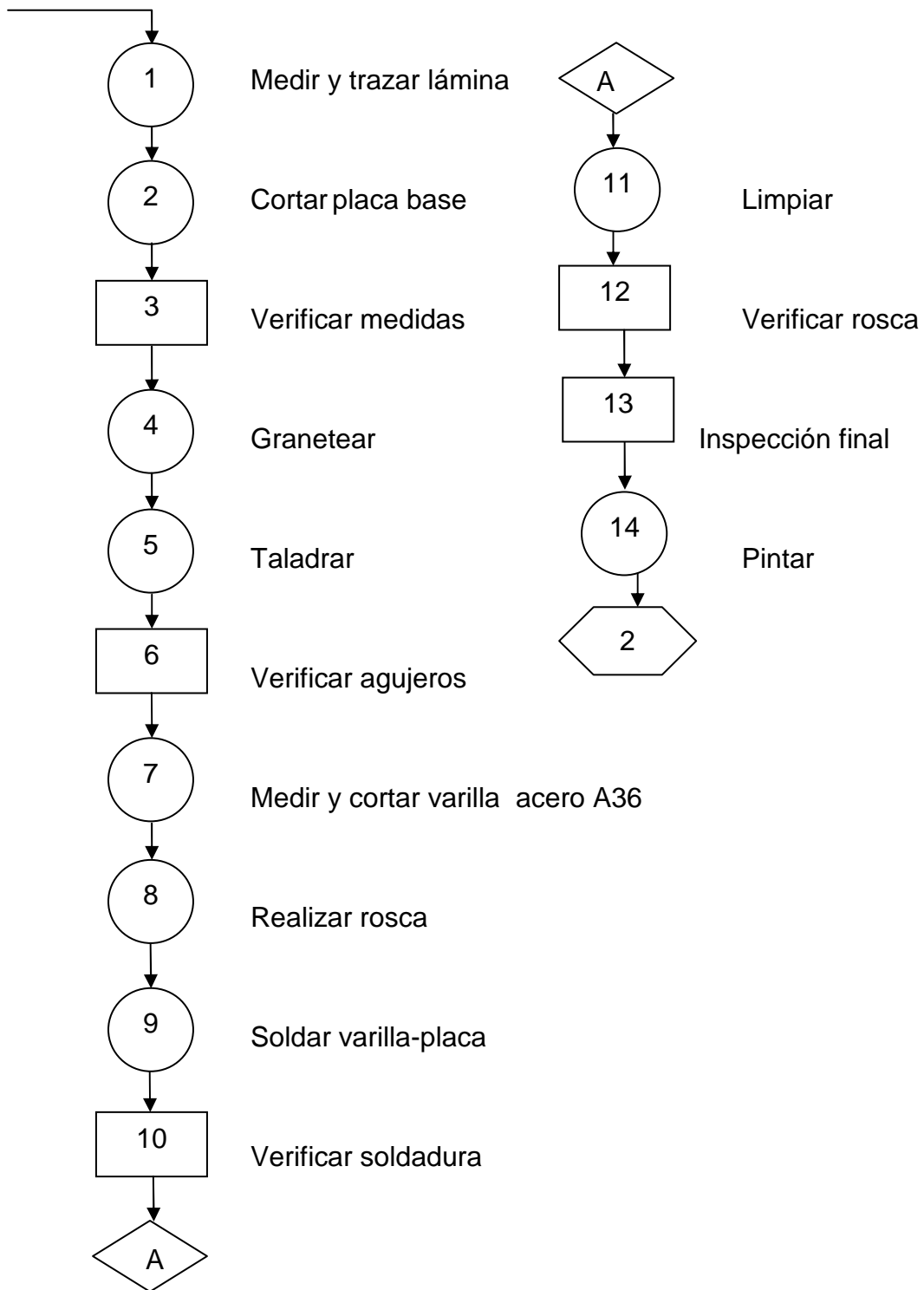
a. Fabricación del soporte para el filtro de aceite

Material: Lamina de acero ASTM A36



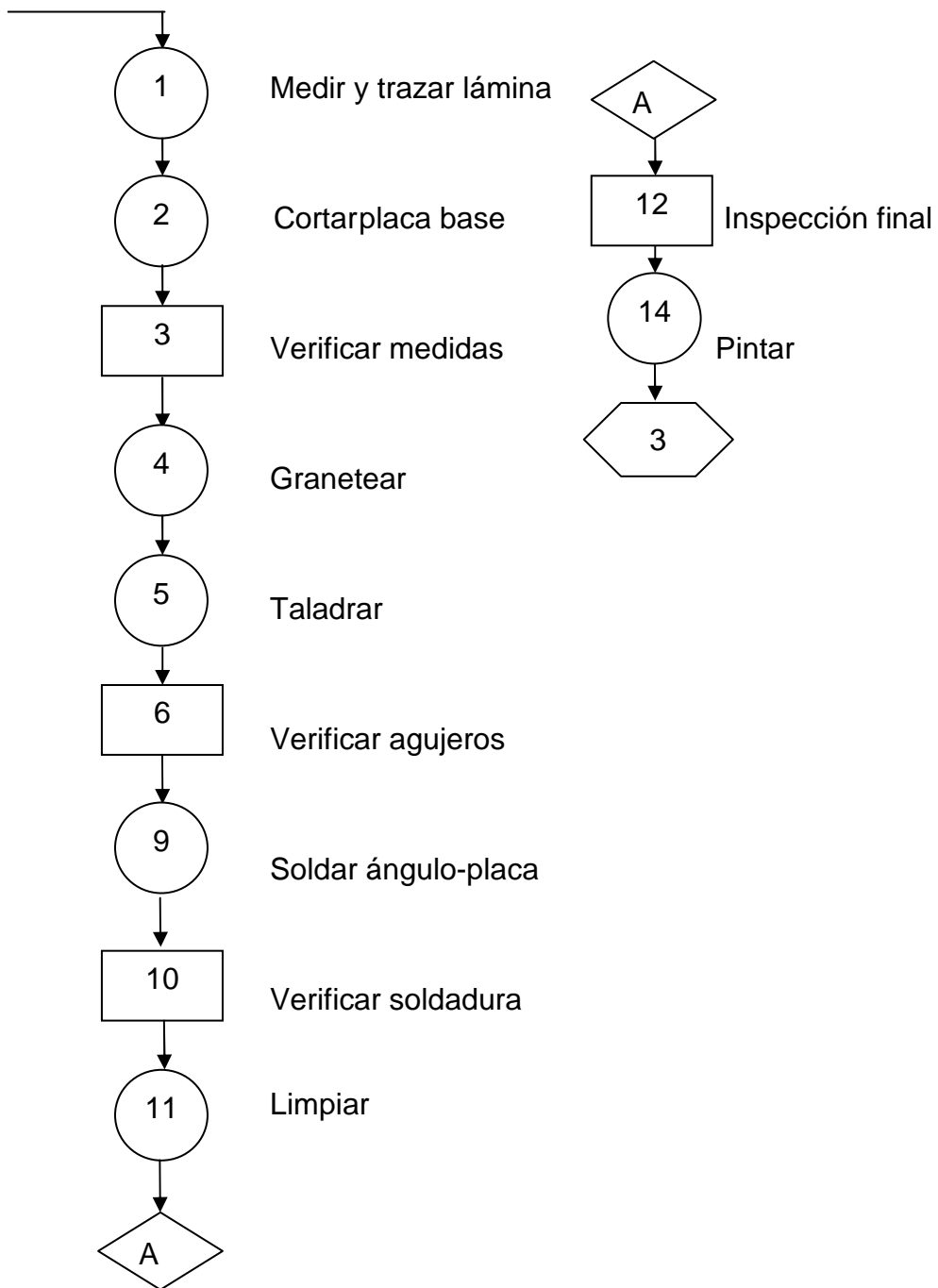
b. Diagrama de proceso de construcción de la base del radiador

Material: varilla de acero A36 de: 1" y $\frac{3}{4}$ "; lamina de acero Chronit 500 HB de 12 mm



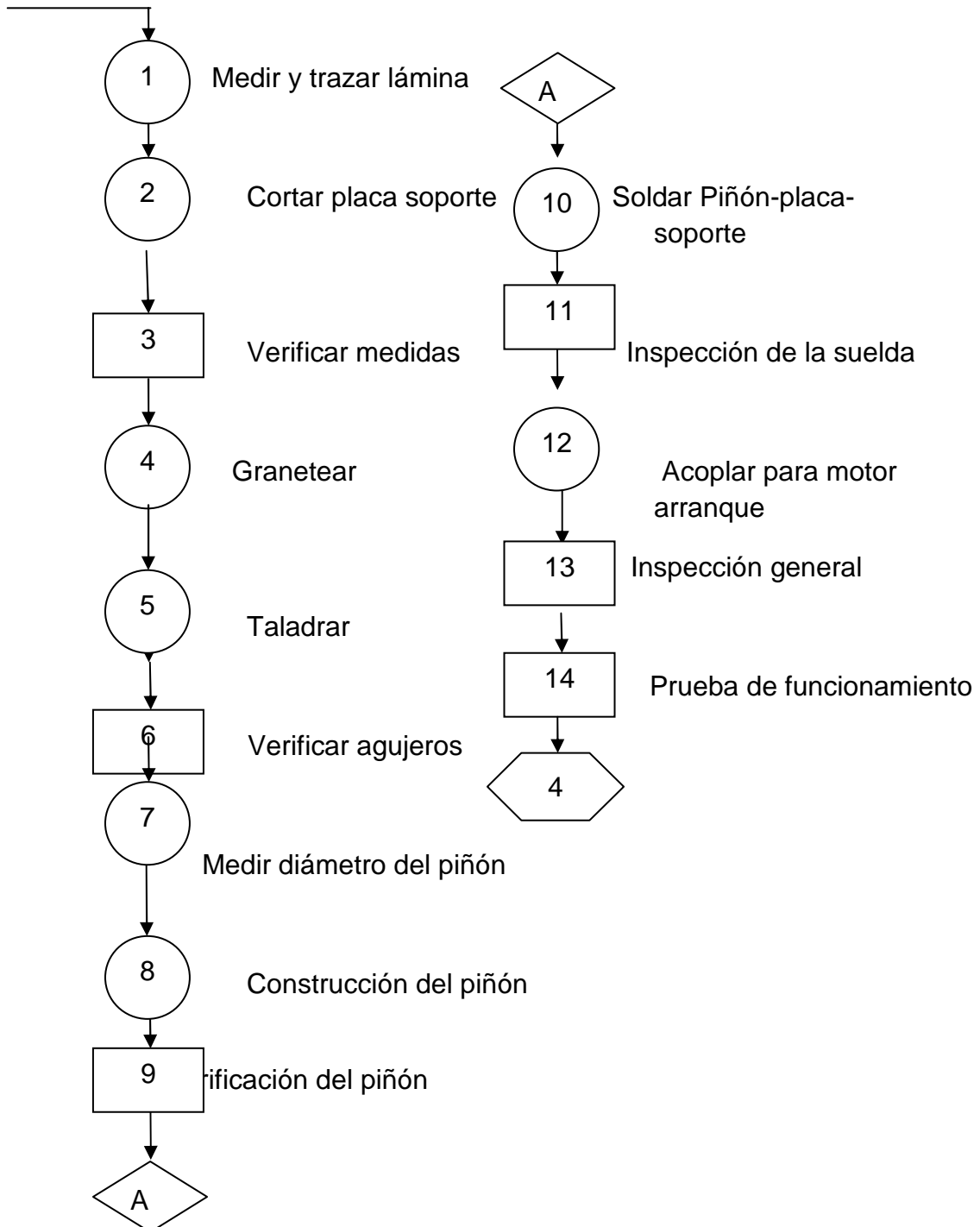
c. Diagrama de proceso de construcción del soporte del alternador

Material: laminas de acero ASTM A36 de: 5mm, ángulo recto de 5mm

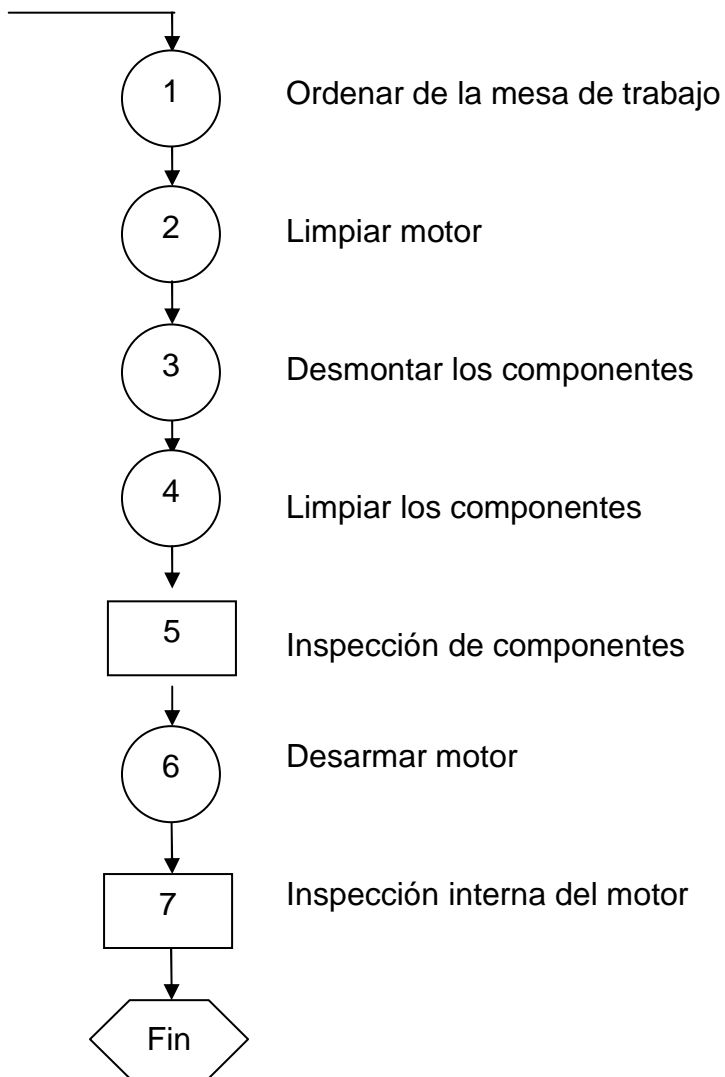


d. Diagrama de proceso de construcción del soporte del motor de arranque

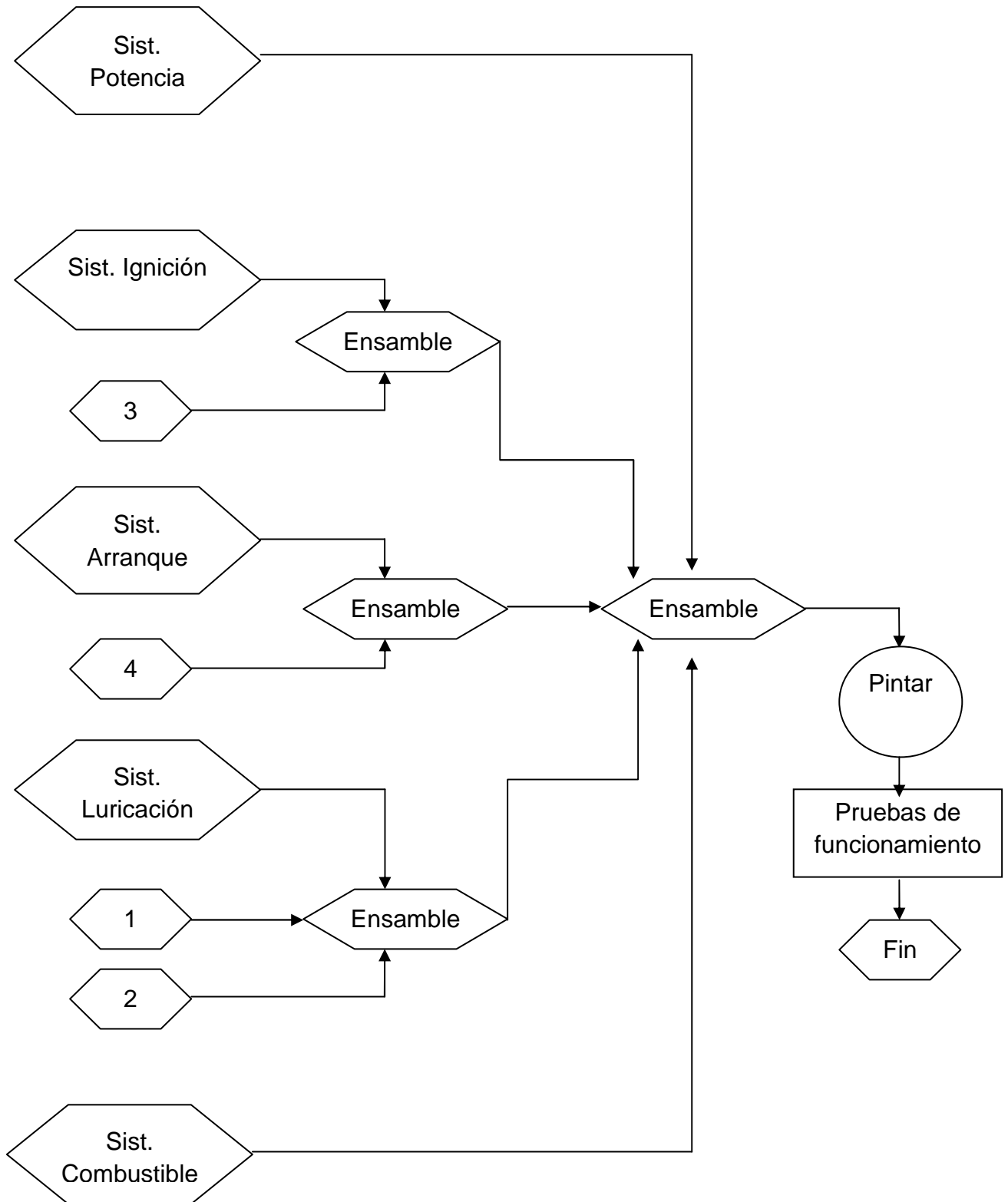
Material: laminas de acero Chronit 400HB de: 6mm, piñón acero al carbono V320 de 75mm de radio y eje de acero 705



3.3.2. Desarmado del motor



3.3.3. Ensamble del motor



3.4. PRUEBAS Y ANALISIS DE RESULTADOS

3.4.1. Pruebas de Funcionamiento

Una vez finalizada la etapa de implementación y armado del motor se procedió a realizar las pruebas de funcionamiento del estado del motor. El resultado de las pruebas se detalla a continuación en las siguientes tablas

Tabla 3.10. Condición general del motor

ELEMENTOS	CONDICION FAVORABLE	CONDICION NO FAVORABLE
Carter	✓	
Cabeza de cilindros	✓	
Base radiador	✓	
Mangueras radiador	✓	
Radiador	✓	
Carburador	✓	
Tanque de Combustible	✓	
Línea de combustible	✓	
Filtro de combustible	✓	
Bomba de combustible	✓	
Válvula Shutt off	✓	
Base soporte filtro aceite	✓	
Base radiador	✓	
Soporte Alternador	✓	
Soporte Motor de Arranque	✓	
Piñón del soporte del M. A.	✓	
Cables de alta	✓	
Bobina	✓	
Alternador	✓	
Motor de Arranque	✓	
Distribuidor	✓	
Bobina	✓	

Banda	✓	
-------	---	--

Fuente: Investigación de Campo
Elaborado por: Omar Flores

3.4.2. Pruebas de fuga

Esta prueba se realizó durante la operación del motor, tiempo en el que se hizo un seguimiento a los sistemas de combustible y lubricación que son los más propensos a presentar problemas de fugas. Para llevar a cabo esta prueba se prendió el motor por cortos lapsos de tiempo. La presión del sistema de lubricación se encontraba a 50 PSI. Con la ayuda de los controles desde la cabina se reguló la marcha del motor donde se pudo tener la lectura de la presión del aceite desde 20 PSI que es la mínima hasta la máxima de 50PSI. Es importante que no se exceda de los límites de presión ya que puede ser perjudicial para el motor.

Tabla 3.11. Prueba de fuga

ELEMENTOS	CONDICION OPTIMA
Base radiador	✓
Acoples base radiador	✓
Mangueras	✓
Acoples radiador	✓
Base filtro	✓
Acople filtro	✓

Fuente: Investigación de Campo
Elaborado por: Omar Flores

Al igual que para el sistema de lubricación, las fugas en la línea del sistema de combustible se inspeccionaron cuando el motor se encontraba en marcha, ya que la bomba de combustible se activa al mismo tiempo que el motor.

Tabla 3.12. Sistema de Combustible

ELEMENTOS	CONDICION OPTIMA
Línea de combustible	✓
Tanque de combustible	✓
Válvula shutoff	✓
Filtro de combustible	✓
Carburador	✓

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Omar Flores

3.4.3. Prueba del motor de arranque

Para la prueba del motor de arranque en conjunto con el solenoide, se conectó un cable (cable de paso de corriente de alta) punteado del borne de corriente de la batería al poste del revelador del solenoide, mientras que el otro cable del borne negativo hacia un punto de la carcasa del motor de arranque para hacer tierra. Esta prueba se realizó con el fin de detectar anomalías en el momento en el que el engranaje del motor de arranque se acople a los dientes engranaje loco y éste a su vez se acople a los dientes del volante del motor para dar el giro necesario para iniciar la marcha.

Tabla 3.13. Prueba Motor

ELEMENTOS	CONDICION ÓPTIMA
Motor de arranque	✓
Piñón de libre movimiento	✓
Volante (dientes)	✓

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Omar Flores

3.4.4. Prueba de chispa

Para realizar esta prueba fue necesario conectar el motor a una fuente de energía o a la batería. Se marcó e identificó a cada cable de bujía y con la ayuda de guantes o de un trapo grueso y seco se procedió a separar 6mm el cable de la

bujía para observar el chispazo, cuando el cigüeñal estuvo en movimiento generado con la ayuda de la copa 36mm y una palanca de fuerza. Durante el proceso fue importante observar el estado de la chispa ya que si la chispa es muy débil se debe limpiar y apretar los terminales de alta tensión de la bobina así como el resto de conexiones para volver a probar.

Tabla 3.14. Prueba de chispa

ELEMENTOS	CONDICION ÓPTIMA
Cables de alta tensión	✓
Bobina	✓
Bujías	✓
Distribuidor	✓

Fuente: Investigación de Campo
Elaborado por: Omar Flores

3.4.5. Prueba de funcionamiento alternador- banda

Para realizar la prueba de funcionamiento del alternador y banda fue necesario poner en marcha al motor, ya que el movimiento del cigüeñal transmitido por la banda desde el motor hacia el alternador es el que permite inspeccionar de manera visual si el alternador entra o no en funcionamiento. Cuando el motor ya se encontraba en marcha el instrumento que indicó si el alternador se encontraba en operación fue el voltímetro, ya que después que se desconectó el cable positivo que venía de la batería hacia el motor, éste tuvo auto-sustentación directa del alternador que generaba la cantidad necesaria de corriente a utilizarse en el banco de pruebas.

Antes de poner el motor en marcha se realizó una breve inspección visual de la banda tanto en el aspecto de endurecimiento, verificación de grietas y posición correcta de la misma, una vez terminado el tiempo de operación del motor se procedió a realizar la inspección explicada anteriormente pero de manera más profunda, ya que se buscó el desgaste de la banda y la tiesura de manera que en su lado recto más largo la banda tenga aproximadamente 12.5mm de juego en su punto medio bajo la presión ejercido con el pulgar.

Tabla3.15. Prueba Alternador - Banda

ELEMENTOS	CONDICION OPTIMA
Alternador	✓
Banda	✓

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Omar Flores

3.4.6. Prueba del motor

Esta prueba se la realizó con el fin de determinar el tiempo que el motor puede estar en marcha en diferentes lapsos de tiempo, los límites mínimos y máximos de rpm a las que puede trabajar sin correr riesgo alguno el personal que vaya a operar el banco. Una vez que se verificó que ya no existían fugas y que todos los componentes implementados para el motor se encuentren operativos para un correcto desempeño del motor, se procedió a realizar una prueba de funcionamiento donde al motor se le determinó la velocidad mínima a la que puede operar, así como la máxima que puede alcanzar, para esto se controló con todos los instrumentos desde la cabina siendo los principales el estado de temperatura de aceite, presión de aceite y rpms, los resultados fueron los siguientes:

Tabla 3.16. Prueba del motor frío con hélice

PRESION PSI	TEMPERATURA °C	RPM	TIEMPO Minutos	ESTADO MOTOR
20	20	900-1000	0.55	✓
25	25	1000-1200	0.45	✓
25	30	1000-1200	0.35	✓
20-25	20-30	900-1200	0.45	✓

Fuente: Investigación de Campo
Elaborado por: Omar Flores

Nota: Esta prueba se realizó cuando el motor se ponía en marcha por primera vez en el día o después de un largo tiempo de descanso del mismo.

Tabla 3.17. Prueba del motor caliente con hélice

PRESION PSI	TEMPERATURA °C	RPM	TIEMPO Minutos	ESTADO MOTOR
35	45	1500	1.45	✓
40	50	1500-2200	2.00	✓
50	65	3000-4000	1.50	✓
30-50	50-70	3000-4000	2.05	✓

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Omar Flores

3.5. ELABORACIÓN DE MANUALES

3.5.1. Elaboración de manuales de procedimiento

En la presente sección se describen los diferentes pasos que debe realizar el personal que vaya a poner en operación al motor Volksplane de manera correcta, es decir sin poner en riesgo la seguridad humana tanto del instructor como de las personas que intervienen en el proceso o se encuentren en instrucción para así evitar posibles accidente.

Para llevar a cabo esta operación se ha elaborado los siguientes manuales:

Tabla 3.18. Código de Manuales

N°	MANUAL	CÓDIGO
1	Seguridad	ITSA-BDI-M1
2	Operación	ITSA-BDI-M2
3	Mantenimiento	ITSA-BDI-M3

Fuente: Investigación documental

Elaborado por: Omar Flores

a) Manual de Seguridad

El principal objetivo de este manual es mantener la seguridad del operador del banco de pruebas y evitar futuros incidentes y accidentes.

b) Manuales de Operación

Este manual contiene todos los procedimientos que se deben seguir para la operación del motor en el banco de pruebas.

c) Manual de Mantenimiento

Este manual ayuda a dar un mantenimiento óptimo al motor del banco de pruebas, para así alargar la vida útil y operativa del mismo y de cada uno de los componentes que funcionan en conjunto.

En el Anexo "E" se encuentra los respectivos manuales de Seguridad, Operación y Mantenimiento

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- Se implementó los Sistemas de Ignición, Arranque, Potencia, Lubricación y Combustible para el Banco de Pruebas de un motor recíproco del avión Volksplane para el ITSA.”
- Se recopiló información concerniente al tema.
- Se investigó sobre el funcionamiento de cada uno de los sistemas así como los diferentes componentes que se presentaron en cada uno de estos.
- Se organizó y procesó la información obtenida.
- Se esquematizó la ubicación de los componentes de los sistemas para optimizar espacio y recursos en el banco de pruebas del motor recíproco.
- Se implementó cada uno de los sistemas de acuerdo a la necesidad y satisfacción de los integrantes del grupo de elaboración del banco de pruebas del motor recíproco, así como también de quienes harán uso del mismo.

4.2.RECOMENDACIONES

- Es indispensable que el personal que vaya a trabajar con el motor Volksplane así como con el banco de pruebas, hagan uso de los manuales que se redactan en el presente proyecto, previo la utilización del material, para de esta forma garantizar el correcto funcionamiento y el tiempo de vida útil del equipo, además de salvaguardar la integridad física de las personas.

- Se recomienda usar este proyecto como un ejemplar para los estudiantes de la carrera de mecánica aeronáutica mención motores, para que conozcan e identifiquen los componentes básicos con los que cuenta un motor recíproco.

- Se recomienda el apoyo por parte de la institución para la ejecución de este tipo de investigaciones, ya que su alto costo constituye un gran limitante para el desarrollo de proyectos más ambiciosos y benéficos para la institución.

GLOSARIO

A

Abolladuras. Hundimiento de una superficie a causa de un golpe o mediante presión.

Abrasivo. Producto que sirve para desgastar o pulir por fricción

Acero A36. Es una aleación de acero al carbono, posee gran resistencia. La denominación A36 fue establecida por la ASTM (American Society for Testing and Materials).

Acero CHRONIT 500 HB. Lámina aleada y bonificada para construcción mecánica y estructural, de gran resistencia al desgaste por abrasión, impacto y deslizamiento.

Acero de transmisión E920. Acero para cementación no aleado para piezas pequeñas exigidas principalmente al desgaste. Se emplea para la construcción de levas uniones, bujes, pines, pivotes, etc.

Acero V 945. Acero al carbono de alta calidad, de mayores propiedades mecánicas que el acero de transmisión. Se emplea para la fabricación de partes de maquinaria sometida a esfuerzos normales.

B

Balancín. Barra paralela al eje de las ruedas delanteras de un vehículo

Bancada. Basamento firme para una máquina o conjunto de ellas

Brida. Pieza metálica que sirve para ensamblar vigas o tubos metálicos fijándola con clavos o tornillos.

Bruñir. Dar lustre a un metal, piedra o cerámica

Buje. Pieza metálica que se coloca en ciertas piezas de maquinarias y ruedas de carruajes para protegerlas del roce interior del eje.

C

Cojinete. Pieza en que se sujeta y gira un eje de maquinaria

Corrosión. Desgaste o destrucción lenta y paulatina de una cosa.

Chaflán. Cara estrecha y larga que resulta de cortar la esquina que forman dos superficies planas en ángulo.

Chaveta. Pasador que se pone en el agujero de una barra e impide que se salgan las piezas que sujeta la barra

D

Desbastar. Quitar las partes más duras o ásperas de un material que se va a trabajar.

Dilatar. Extender, alargar, hacer mayor una cosa en espacio

Dinamo. Máquina destinada a transformar la energía mecánica en energía eléctrica o viceversa.

E

ED-10 (Alusol). Desengrasante emulsionable en agua, efectivo frente a grasas y aceites. De alto poder desengrasante. No ataca aluminio, metales en general ni pinturas. Cumple con especificación Military Specification C-87936 Tipo II y C-4361 C para corrosión. Recomendado para el lavado de piezas de aviones, elimina la carbonilla en las turbinas de retro y cumple con las normas 1528 del Aeronáuticas Materials Specification (AMS). Se convierte en gel en mezcla de 2 x 1 de H₂O

Electro Motor Cleaner. Es un no conductor, solvente seco para la limpieza de los componentes eléctricos. Las piezas a limpiar se pueden sumergir, rociar o cepillar. También se puede usar en los componentes en funcionamiento.

Engranaje. Conjunto de los dientes de una máquina.

Escoria. Trozos de hierro candente que saltan al golpearlo con un martillo

Espárrago. Cilindro metálico roscado que está fijo por un extremo y que, pasando a través de una pieza, sirve para sujetar esta por medio de una tuerca.

F

Formón. Instrumento de filo muy cortante, semejante al escoplo, pero de boca más ancha y menos gruesa.

G

Golpeteo. Serie de golpes poco fuertes

Gramil. Herramienta usada en carpintería o metalistería para marcar líneas paralelas de corte en referencia a una orilla o superficie, además de otras

operaciones. Consiste de una barra, un cabezal y un implemento de trazado que puede ser una tachuela, una cuchilla, un bolígrafo o una rueda. El cabezal se desliza a lo largo de la barra y puede fijarse en algún tramo mediante distintos instrumentos, ya sea un tornillo de retención, una leva de control o una cuña.

H

Hermetismo. Calidad de lo que es cerrado, impenetrable o difícil de interpretar

Holgura. Espacio que queda entre dos piezas que han de encajar una en otra

Husillo. Tornillo de hierro o de madera que se usa en el movimiento de algunas máquinas

L

Loctite 243. Está diseñado para fijar y sellar componentes roscados, que requieran un desmontaje con herramientas manuales estándar. El producto cura en ausencia de aire, entre superficies metálicas ajustadas, evitando el aflojamiento y las fugas producidas por impactos y/o vibraciones. Especialmente adecuado para aplicaciones sobre sustratos poco activos, como el acero inoxidable y superficies revestidas, donde sea necesario el desmontaje con herramientas manuales para operaciones de mantenimiento.

M

Mordaza. Aparato formado por dos piezas entre las que se coloca un objeto para su sujeción

Muesca. Hueco que se hace en una cosa para encajar otra

N

Nonio. Pieza que se pone sobre una regla o un limbo graduados para apreciar fracciones pequeñas de las divisiones menores

O

Opresor de anillos. El opresor de anillos es utilizado para serrar los anillos una vez que hayan sido montados en el pistón para introducir el pistón y anillos en la camisa del motor.

P

Piñón. Rueda pequeña y dentada que engrana con otra mayor en un mecanismo.

R

Rebaba. Porción de materia sobrante que se acumula en los bordes o en la superficie de un objeto cualquiera.

Relé. Dispositivo que, intercalado en un circuito, produce determinadas modificaciones en el mismo o en otro conectado con él.

Removedor de pintura. Es un producto que tiene como base solventes activos que al mezclar con parafinas especiales forma una sustancia pastosa. Los disolventes atacan todo tipo de pinturas facilitando su remoción y las parafinas forman una capa superficial que evita la evaporación acelerada de los disolventes, para prolongar el ataque a la pintura que se quiere remover. Remueve todo tipo de pinturas Epóxicos, poliuretanos, barnices convencionales, etc. Para mayor efectividad, se recomienda colocar la superficie en forma horizontal. El removedor de pintura actúa penetrando la capa de pintura vieja, ablandándola y desprendiéndola de la superficie.

S

Scotch brite. Producto industrial de acondicionamiento de superficies - ruedas, pinceles, hojas, rollos, discos, cintas.

Silicón rojo. Producto formulado para formar juntas (parte en que se unen dos o más cosas) durables y resistentes a la temperatura.

Sujeción. Lo que se usa para sujetar.

T

Termo contraíbles. Fina película cristalina pero muy resistente, para proteger de la humedad, suciedad, manipuleo, violación, etc. posibilitando a su vez agruparlos en cantidades

V

Vástago. Varilla, barra que transmite el movimiento a algún mecanismo

W

WD-40. Es una marca comercial de aceite penetrante El ingrediente activo del wd-40 es un aceite viscoso no volátil, que al aplicarse a ciertos elementos los lubrica y los protege contra la humedad

ABREVIATURAS Y SIGLAS

PRC. Prosil, mezcla de componentes químicos que forman un sellador, o impermeabilizante de superficies basado en siliconas.

PSI. Unidad de presión libra-fuerza por pulgada cuadrada, más conocida como psi (del inglés pounds per square inch)

SAE International (SAE). Es una organización para los profesionales de ingeniería de la movilidad en el sector aeroespacial y automotriz.

RPM. Revoluciones por minuto.

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

Aceros BÖHLER del ecuador S.A. Manual de aceros especiales.

Billiet, Walter. Entretenimiento y reparación de motores de automóvil.

Editorial Reverté, S.A. España 1979.

Manual del Automóvil Reparación y Mantenimiento. Vol 1. “El motor de Gasolina.” Cultural S.A. México. 2001

Manual del Automóvil Reparación y Mantenimiento. Vol 3. “Electricidad, accesorios y transmisión”. Cultural S.A. México. 2001

Read P.P.J. y Reid. Manual Técnico del Automóvil. A. Madrid Vicente.

España, 2001

PÁGINAS WEB

ACADEMIC. “Disposición del motor”

<http://www.esacademic.com/dic.nsf/eswiki/356508>

Automovilista eficiente. “Sistema de encendido”.

<http://www.energia.inf.cu/iee-mep/WWW/www.conae.gob.mx/transporte/pdf/Sistema%20de%20Encendido.pdf>

Automovilista eficiente. “Lubricación de los motores de combustión interna”.

<http://www.conae.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/4084/1/lubricacion.pdf>

Automovilista eficiente. “El sistema de combustible de los motores de combustión interna”.

http://www.conae.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/4084/1/sistema_de_combustible.pdf

Automecánico, “carburador”

<http://automecanico.com/auto2006/Carburador.html>

Diccionario de la lengua española. Wordreference.

<http://www.wordreference.com/es/>

Electricidad futurista. "Alternador".

http://electricidadfuturista.blogspot.com/2009_05_01_archive.html

Electricidad general: conceptos físicos y técnicos "El alternador"

<http://www.mailxmail.com/curso-electricidad-fisicos-tecnicos/alternador-dinamo>

Física "Magnetismo".

http://www.fisicanet.com.ar/fisica/magnetismo/ap01_campo_magnetico.php

González, Ramiro. "Motor de cilindros horizontales".

<http://ragonzalezca.blogspot.com/2009/11/motor-de-cilindros-horizontales.html>

Mayz, Edgar. "Conocimientos Básicos del Automóvil"

<http://www.automotriz.net/tecnica/conocimientos-basicos-15.html>

Recursos para el área de física "Magnetismo".

http://www.quimicaweb.net/grupo_trabajo_fyq3/tema9/index9.htm

Sabelotodo.org. "Sistema de encendido".

<http://www.sabelotodo.org/automovil/sistencendido.html>

Sabelotodo.org. "Arranque del motor del automóvil"

<http://www.sabelotodo.org/automovil/arranque.html>

ANEXO "A"
ANTEPROYECTO
EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

1.1.1 Contextualización

Los institutos de formación superior de técnicos y tecnólogos en aviación tienen la labor de formar personas capacitadas para realizar las operaciones de mantenimiento en las distintas aeronaves que poseen las empresas de aviación. El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico localizado en la ciudad de Latacunga, provincia de Cotopaxi-Ecuador, es el encargado de la formación de tecnólogos con una duración de 3 años, capaces de desenvolverse en trabajos relacionados con la industria aeronáutica; tiene carreras como: Mecánica (Motores, Estructuras), Electrónica, Telemática y Logística.

Los laboratorios en los que se realizan las prácticas y la instrucción de los estudiantes para la formación de tecnólogos aeronáuticos disponen de suficiente material como unidades didácticas para motores recíprocos y de reacción, material necesario para la práctica de procesos de mantenimiento (motores y accesorios) y la herramienta adecuada.

La Carrera de Mecánica Aeronáutica – Motores consta de dos laboratorios los mismos que poseen: dos motores turbina J65, dos motores T-33, un motor PT-6 sin un banco de soporte y siete motores recíprocos de 3HP, dos motores en corte 2 y 4 cilindros, un banco de prueba para la hélice, el material y las instalaciones necesarias para realizar las prácticas pertinentes a motores; sin embargo, no posee el material necesario para realizar prácticas de motores de combustión interna alternativos, ni procedimientos de arranque, comprobación y corrida de motores y sistemas del mismo.

1.1.2. Análisis crítico

Los estudiantes de la carrera de Mecánica – Motores del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico a lo largo de su formación dentro del mismo reciben materias de especialización tales como: Motores Recíprocos, Motores Turbina, Sistemas Principales del Motor, Unidad Auxiliar de Potencia, Hélices y Rotores e Inspección del Motor, las mismas que en su gran mayoría se basan en enseñanza teórica y en menor medida en la enseñanza práctica que es reforzada por 10 créditos de laboratorio de materias como Lab. Mecánica Básica, Prácticas Tutoriadas Motores Turbina I, II y 720 horas de pasantías en las distintas operadoras de aviación civiles y militares.

En una constante remodelación de los laboratorios de mecánica – motores, se ha tratado de dejar en las mejores condiciones los motores, la herramienta y los equipos que existen dentro del mismo, pero sin embargo no adquieren la funcionalidad que los mismos deberían poseer, ya que los motores no están en condiciones operativas. Por lo cual, el único trabajo que se puede realizar en ellos es de montaje y desmontaje de sus partes y realizar una inspección rápida de cómo se encuentran sus componentes internos. Los laboratorios de mecánica - motores no poseen equipos ni bancos de prueba para motores recíprocos y de reacción, es por esta razón que aun en la mayor parte de materias de instrucción técnica solo se basan en un conocimiento teórico y no práctico o demostrativo que debería ser en donde los estudiantes deberían ser más instruidos.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la solución más factible para mejorar el nivel técnico-práctico de los estudiantes en la operación de motores recíprocos dentro de los laboratorios de la carrera de Mecánica Aeronáutica – Motores?

1.3. Justificación e importancia

Esta investigación se realiza con el objetivo de determinar necesidades del laboratorio de la carrera de Mecánica – Motores en cuanto a bancos de prueba de

motores, los mismos que serán de gran ayuda para la instrucción y capacitación del personal aeronáutico que el ITSA se encuentra formando.

De la misma manera los docentes que se encuentran capacitando a los estudiantes de la carrera de Mecánica - Motores, tendrán un respaldo para impartir el conocimiento teórico enfocado en lo práctico con mayor facilidad, además de resolver inquietudes que se presentan sobre la ubicación y reconocimiento de los componentes del motor.

En la capacitación e instrucción continua de los estudiantes estos podrán realizar la ejecución de trabajos, inspecciones y un sin número de procedimientos que ayudarán con el aprendizaje práctico de la especialización Mecánica – Motores, adquiriendo de esta manera el manejo y reconocimiento adecuado de las diferentes herramientas así como de los sistemas del motor; es decir, en su totalidad, mejorando el nivel de experiencia laboral.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar las posibles soluciones para mejorar el nivel técnico-práctico de los estudiantes en la operación de motores recíprocos dentro de los laboratorios de la carrera de Mecánica Aeronáutica – Motores.

1.4.2. Objetivos específicos

- Investigar las necesidades que tienen los estudiantes de Mecánica Aeronáutica – Motores en relación al uso de los laboratorios del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.
- Realizar la recolección de datos e información necesaria que contribuya a respaldar bibliográficamente a la investigación.
- Presupuestar el costo de la solución más factible y de esta manera llevarla a la implementación contribuyendo con la carrera de Mecánica Aeronáutica mención Motores.

- Establecer las conclusiones y recomendaciones más factibles para contribuir al desarrollo práctico-técnico de los estudiantes de la carrera de mecánica aeronáutica del ITSA en lo referente a motores recíprocos de aviación.

1.5. Alcance

Temporal: En el período académico comprendido entre septiembre del 2009 y marzo del 2010.

Espacial: Laboratorio de Mecánica Aeronáutica – Motores del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Contenido:

Área: Mecánica Aeronáutica - Motores

Aspecto: Prácticas Motores - Recíprocos

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Los antecedentes que se han obtenido son el resultado de la investigación realizada durante el período Abril-Agosto del 2009 sobre “El nivel de aceptación que tienen los pasantes y tecnólogos civiles de la Carrera de Mecánica Aeronáutica mención motores del ITSA en las empresas nacionales de aviación mayor de la ciudad de Quito” (Grupo investigador 5to A, Pág. 3). De este trabajo se han tomado en cuenta recomendaciones de algunos jefes de mantenimiento y gerentes de las empresas citadas.

En la investigación realizada se demuestra que los gerentes y jefes de mantenimiento están inconformes con el desempeño de pasantes y tecnólogos del ITSA por falta de experiencia en los asuntos prácticos, y por este motivo las empresas se ven en la necesidad de dar capacitación a los pasantes y tecnólogos.

Por parte de los pasantes y tecnólogos, ellos reconocen su falta de experiencia y sugieren que el ITSA debería implementar mejores laboratorios para adquirir los conocimientos prácticos necesarios para la vida laboral.

El trabajo de indagación llega a la conclusión de que el conocimiento práctico obtenido en el ITSA es deficiente ya que se sustenta fundamentalmente en la teoría.

2.2. Fundamentación teórica

Centros de instrucción aeronáutica

Los centros de entrenamiento aeronáutico en el Ecuador están sujetos a la aprobación, certificación y supervisión de La Dirección de Aviación Civil.

En la parte 142.11 se detalla sobre la aplicación para la emisión o enmienda del Certificado de Centro de Instrucción Aeronáutico y de las especificaciones técnicas de entrenamiento donde cada aplicación para obtener el Certificado de Centro de Instrucción Aeronáutico debe contener lo siguiente:

- “Una descripción de los equipos de entrenamiento (simuladores, laboratorios, equipos audiovisuales, etc.) que el solicitante se propone utilizar”.

Las unidades didácticas deben:

- “Estar disponibles para inspección y evaluación previa a la aprobación”.
- “Estar instalados y en operación en el lugar del centro de entrenamiento propuesto, antes de la emisión de un Certificado de Instrucción Aeronáutico”.

En la parte 142.79 de las RDAG habla sobre el mantenimiento de las facilidades, equipos y materiales:

- “Todo Centro de Instrucción Aeronáutico deberá mantener las facilidades, equipos y material en las mismas condiciones de cantidad y calidad en las cuales fue certificado”.
- “El Centro de Instrucción Aeronáutico, podrá realizar ajustes y mejoras en los equipos de instrucción, previo la autorización de La Dirección General de Aviación Civil”.

Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico

A partir del 4 de julio de 1954 y durante 45 años consecutivos, La Fuerza Aérea Ecuatoriana, primera instancia a través de la escuela de especialidades, después con La Escuela Técnica de La Fuerza Aérea, ha venido cumpliendo con la noble tarea de formar, capacitar y profesionalizar al personal de Aerotécnicos en las diferentes especialidades de aviación.

El 8 de noviembre de 1999, mediante acuerdo ministerial No: 3237 de Ministerio de Educación Pública, Cultura y Deportes, Escuela Técnica de La Fuerza Aérea (ETFA), se transforma en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, constituyéndose en un centro académico de formación superior regido por las leyes y reglamentos correspondientes.

Carrera de Mecánica Aeronáutica Mención Motores

Objetivo de La Carrera de Mecánica

Proporcionar al sector público y privado, empresarial e industrial, tecnólogos en el área de mantenimiento mecánico aeronáutico, con capacidad crítica y analítica, para dar solución a los problemas que se presentan en los motores, estructuras y sistemas de aeronaves militares y comerciales, a fin de mejorar la gestión de las empresas de aviación.

Definición de la carrera de Mecánica

La carrera de Mecánica Aeronáutica con sus menciones en motores y aviones se define como una profesión altamente competitiva y de actualización continua que va de la mano del desarrollo tecnológico de la aeronáutica mundial, para la formación del personal técnico que labora en mantenimiento aeronáutico.

Laboratorios para estudio de mecánica aeronáutica

“Un laboratorio es un lugar equipado con diversos instrumentos de medida o equipos donde se realizan experimentos o investigaciones diversas, según la rama de la ciencia a la que se dedique. También puede ser un aula o dependencia de cualquier centro docente acondicionada para el desarrollo de clases prácticas y otros trabajos relacionados con la enseñanza”.

En el caso del ITSA el laboratorio de Mecánica Aeronáutica cuenta con herramientas y equipos, bancos de transporte de motores e instalaciones

eléctricas y neumáticas para el desempeño de las prácticas en los diferentes motores con que el instituto cuenta.

Los motores con los que cuenta el Instituto son: seis motores reacción y siete motores reacción de 3Hp en los que se pueden realizar prácticas de montaje y desmontaje del motor; también consta de cinco motores en corte de reacción y dos motores recíprocos en corte, uno de dos cilindros y otro de cuatro cilindros.

El material didáctico en el Instituto no es escaso, pues se cuenta con varias maquetas, carteles de toda índole y conjuntos de accesorios para una mejor comprensión de los conocimientos teóricos impartidos por el instructor. Pero estos al ser puramente ilustrativos los docentes no pueden enseñar de modo funcional y práctico los diferentes problemas que se presentarían en un equipo completamente operativo.

Bancos de prueba e instrucción en el tema de los motores no existen en el laboratorio, estos serían de gran ayuda para los estudiantes pues podrían realizar procedimientos cotidianos en la aviación y de este modo ganarían conocimientos prácticos.

Motores Recíprocos

“Los motores de combustión interna alternativos, vulgarmente conocidos como motores de explosión (gasolina) y motores diésel, son motores térmicos en los que los gases resultantes de un proceso de combustión empujan un émbolo o pistón, desplazándolo en el interior de un cilindro y haciendo girar un cigüeñal, obteniendo finalmente un movimiento de rotación”.

Se clasifican por número de ciclos que cumple el motor en:

- “Ciclo de cuatro tiempos, en los que el ciclo termodinámico se completa en cuatro carreras del émbolo y dos vueltas del cigüeñal. En estos motores, la renovación de la carga se controla mediante la apertura y cierre de las válvulas de admisión y escape”.

- “Ciclo de dos tiempos, en donde el ciclo termodinámico se completa en dos carreras del émbolo y una vuelta del cigüeñal. La renovación de la carga se logra por *barrido*, al desplazar la nueva mezcla los gases de la combustión previa, sin la necesidad de válvulas, ya que es ahora el propio émbolo el que con su movimiento descubre las lumbreras de admisión y escape, regulando el proceso”.

Disposición constructiva

“Las formas comunes de disposición de los cilindros son en V y en línea, con un número de cilindros variable en función de la potencia del motor. También existe la disposición en bóxer ó disposición opuesta, y han existido otras configuraciones, como la disposición en "X", "H", "U" y "W", además del motor en "estrella", y una variante de éste, el motor rotativo (en el cual el cigüeñal permanece fijo y gira el bloque de cilindros entero a su alrededor), muy usado en los inicios de la aviación”.

Operaciones con motores recíprocos

En medición:

- Medición de temperatura de la cabeza de los cilindros
- Medición del vacío creado por el motor
- Medición del consumo de combustible
- Medición de la presión del sistema de lubricación, sistema de combustible
- Medición de la compresión en los cilindros
- Mediciones eléctricas del sistema de generación

En procesos:

- Localización de los diferentes sistemas del motor
- Montaje y desmontaje de componentes
- Mantenimiento preventivo del motor

- Calibración del salto de la chispa de ignición
- Cálculos de cilindrada del motor
- Localización de fugas de aire, lubricante y combustible
- Detección de fallas en el sistema eléctrico
- Calibración de válvulas

PLAN DE INVESTIGACIÓN

3.1 Modalidades

El presente proyecto se cimentará en la *investigación de modo documental* porque contará con referencias bibliográficas de sitios del internet y libros de investigación técnica y científica.

Es una *investigación de campo no participante* porque se realizará en los Laboratorios de Mecánica mención Motores del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

3.2 Tipos de investigación

El proyecto va a estar fundamentado en un solo *tipo de investigación*, este será el No Experimental, ya que no se realizará un nuevo experimento, ni tampoco se buscará soluciones en las que se aplique los factores experimentales, por el contrario se indagará la conclusión más factible para mejorar el nivel técnico práctico de los estudiantes de la carrera de Mecánica mención Motores, partiendo de la investigación realizada y comparada con la información obtenida.

3.3 Niveles de investigación

El presente proyecto es una *investigación de nivel descriptivo* porque en primera instancia se realizará el análisis de un tema poco estudiado en el Instituto hasta entenderlo y describirlo. En esta investigación se utilizará la observación inmediata del área y de los elementos que caracterizan al objeto que va a ser

investigado; es decir, las posibles soluciones para mejorar el nivel técnico práctico de los estudiantes en la operación de motores dentro de los laboratorios de la carrera de Mecánica Aeronáutica mención Motores del ITSA.

En una segunda instancia de la investigación se dará a conocer las causas por las cuales el nivel técnico práctico de los estudiantes de la carrera de Mecánica mención Motores es deficiente.

Como último paso se realizará una comparación entre los resultados de la investigación y toda la información adquirida.

3.4 Universo, población y muestra

Universo

El universo se puede definir como la totalidad de los casos del estudio; es decir, en nuestra investigación la generalidad de todos los estudiantes del ITSA que se encuentran actualmente cursando las diferentes carreras.

Población

La población se define como el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones. Para este proyecto, la población es de ciento treinta y ocho personas entre estudiantes del tercero, cuarto, quinto y sexto nivel, de la carrera de mecánica mención motores a partir del período Septiembre 2009 – Febrero 2010.

Muestra

La muestra se define como el desagregado de la población. El muestreo es la actividad para la selección de la muestra; es un método para juzgar la calidad de un conjunto. Entonces la muestra es solo una parte de la población, la misma que se recopilará a través de una Encuesta.

Una vez determinada la población se extraerá la muestra, para lo cual se aplicará la fórmula con un margen de error estándar admisible del 5%.

Fórmula:

$$n = \frac{m}{e^2 (m-1) + 1}$$

$$n = \frac{138}{(0.05)^2 (138-1) + 1}$$

$$n = \frac{138}{(0.0025) (137)+1}$$

$$n = \frac{138}{1.3425}$$

$$n \approx 102.79$$

$$n \approx 103$$

Simbología:

n= Tamaño de la muestra

m= Tamaño de la población

e= Error estándar admisible (5%)

3.5 Recolección de datos

Para lograr reunir la cantidad suficiente de información en este caso se aplicará la técnica de la entrevista al Director, Subdirector y tres docentes de la carrera y una encuesta para los señores estudiantes de tercero, cuarto, quinto y sexto nivel de la carrera de Mecánica mención Motores del ITSA.

3.6 Técnicas de Investigación

Las técnicas de investigación que se utilizarán son la entrevista y la encuesta.

Con la encuesta se tratará de obtener datos de los estudiantes de mecánica, cuyas opiniones serán fundamentales para el análisis de la información recolectada; para ello, se utilizará un listado de preguntas escritas. La ventaja de

la encuesta es su versatilidad o capacidad para recoger datos sobre una amplia gama de necesidades de información para la investigación. En este proyecto se aplicará la encuesta con dos modalidades de preguntas: abiertas, que dan completa libertad al interrogado para que responda; y cerradas, que limitan las posibilidades de respuestas donde se puede ofrecer dos o más posibilidades.

La entrevista es un reporte verbal de una persona con el fin de obtener información primaria acerca de experiencias a las cuales ha estado expuesta, que generalmente el entrevistado hace cara a cara con el entrevistador. Nuestra entrevista será personal y se presentará estructurada, estará compuesta básicamente por preguntas de tipo abierto o libre para alcanzar una información mucho más profunda.

3.7 Análisis e interpretación

El análisis e interpretación de la información recolectada se basará en estadísticas descriptivas (promedios, desviaciones, rangos, porcentajes, frecuencias), tablas de doble entrada y gráficos.

3.8 Conclusiones y recomendaciones

Las conclusiones y recomendaciones se darán en base a los resultados que se obtendrán del análisis de las encuestas, entrevistas y la observación del laboratorio de la carrera de Mecánica.

EJECUCIÓN DEL PLAN DE INVESTIGACIÓN

4.1 Modalidades

La modalidad que se empleó fue *documental* porque cuenta con referencias bibliográficas de sitios del internet, en las que se consiguió información de las RDAC (Regulaciones de la Dirección de Aviación Civil), con respecto a las Escuelas Técnicas de Aviación; también se encontró información sobre la carrera de Mecánica Aeronáutica Mención motores, así como también se obtuvo información de un proyecto realizado en el período académico abril – agosto 2009.

Fue una *investigación de laboratorio* porque se realizó una visita a los Laboratorios de Mecánica mención motores del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, para constatar el aspecto físico y el contenido de los mismos que presenta en la actualidad.

4.2 Tipos de investigación

El tipo de investigación que se fundamentó durante este proyecto fue del tipo No Experimental, ya que no se realizó un nuevo experimento, ni tampoco se buscó soluciones en las que se aplique los factores experimentales; por el contrario, se indagó la conclusión más factible para mejorar el nivel técnico práctico de los estudiantes de la carrera de Mecánica mención Motores, partiendo de la investigación realizada y comparada con la información obtenida.

4.3 Niveles de investigación

El presente proyecto fue una *investigación de tipo descriptivo* porque se utilizó la observación inmediata del área y de los elementos que caracterizan al objeto investigado; es decir, se estudió el problema hasta llegar a encontrar posibles soluciones para mejorar el nivel técnico-práctico de los estudiantes en la operación de motores dentro de los laboratorios.

Se describieron las diferentes causas por las cuales el nivel técnico-práctico de los estudiantes de la carrera de Mecánica es deficiente, es decir, por medio de este nivel se pudo definir las características y condiciones de los laboratorios que posee en la actualidad el Instituto.

Todos los resultados que se obtuvieron durante la investigación más la información que se adquirió por los diferentes mecanismos de la investigación eran necesarios compararlos para obtener las conclusiones y recomendaciones acertadas o acordes al tema que propuso el grupo investigador.

4.3 Universo, población y muestra

Universo

El universo se puede definir como la totalidad de los casos del estudio, es decir en nuestra investigación la generalidad de todos los estudiantes del ITSA que se encuentran actualmente cursando las diferentes carreras.

Población

La población fue definida como el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones. Para este proyecto la población es de ciento tres personas entre estudiantes de cuarto, quinto y sexto nivel de la carrera de Mecánica mención Motores a partir del período septiembre 2009 – febrero 2010.

Muestra

La muestra fue definida como el desagregado de la población. El muestreo fue la actividad para la selección de la muestra; fue un método para juzgar la calidad de un conjunto. Entonces la muestra fue solo una parte de la población.

Definida la unidad del análisis de la población se extrajo la muestra para lo cual se aplicó la fórmula con un margen de error estándar admisible del 5%.

Una vez conocido el número de la muestra que en este caso fue de ciento tres estudiantes, se procedió a seleccionar a las mismas, tomando en cuenta la selección probabilística aleatoria, dando la oportunidad a toda la población de ser elegida; a los que se les aplicó los instrumentos de investigación para la recolección de información (encuestas y entrevistas) y los resultados obtenidos sirvió para generalizar la información.

4.4 Recolección de datos

Para lograr reunir la cantidad suficiente de información en este caso se aplicó la técnica de la entrevista al Director, Subdirector y tres docentes de la carrera y una encuesta para los señores estudiantes de tercero, cuarto, quinto y sexto nivel de la carrera de Mecánica mención Motores del ITSA.

4.5 Técnicas de investigación

Las técnicas de investigación que se utilizó fueron la entrevista y la encuesta.

En este proyecto se aplicó la encuesta con dos modalidades de preguntas: abiertas, que dio completa libertad al interrogado para que responda; y cerradas, que limitó las posibilidades de respuestas donde se puede ofrecer dos o más posibilidades. Se obtuvo datos e información de la muestra de estudiantes en la cual sus opiniones tuvieron mucha importancia.

Las entrevistas fueron de forma personal y estuvieron compuestas básicamente por preguntas de tipo abierto o libre y se alcanzó a obtener información profunda del tema.

4.6 Análisis e interpretación

Análisis de la observación de campo

El análisis realizado sobre la observación directa respecto a los Laboratorios de Motores de la Carrera de Mecánica se puede determinar que los laboratorios constan unidades didácticas tales como: cinco motores reacción, siete motores recíprocos en condiciones operables, tres motores reacción y dos motores recíprocos seccionados, 26 componentes seccionados del motor Rolls Royce, como también 70 carteles ilustrativos de los sistema del motor, dos cuadros de muestra (rulimanes y tipos de manguera), dos maquetas eléctricas demostrativas y un sistema demostrativo del sistema de lubricación. También se puede tomar en cuenta que el espacio físico y la infraestructura están en las mejores condiciones.

Análisis e interpretación de las entrevistas realizadas a los Señores Director, Subdirector y docentes de la carrera de Mecánica Aeronáutica mención motores.

Datos Informativos:

Entrevistado: Ing. Trujillo Guillermo

Cargo que ocupa: Director de la Carrera de Mecánica

1. Según su experiencia ¿Cuál cree Usted que sea la importancia del Laboratorio de Mecánica Aeronáutica mención Motores dentro de la capacitación técnica de los estudiantes del ITSA?

Por experiencia se que conocimientos sin práctica, no hay aprendizaje significativo, esa es la única conclusión que yo les puedo decir.

El aprendizaje se retiene en un 90% siempre y cuando haya práctica, si sólo es teórico un 30% o 20%.

2. ¿Qué tareas prácticas cree Usted que se pueden desarrollar con las unidades didácticas que actualmente posee el laboratorio de Mecánica Aeronáutica mención Motores del ITSA?

Mientras exista un proceso definido se puede desarrollar diferentes actividades como desarmar los motores; como están dados de baja no hay ningún problema, se desarman para adquirir destrezas, ya que en aviación es muy difícil desarmar los motores si no se está autorizado.

3. Según las respuestas antes mencionadas ¿Cuáles cree Usted que sean las necesidades más indispensables en los Laboratorios y Talleres de Mecánica Aeronáutica mención Motores del ITSA?

En los talleres, principalmente modernizar la flota de motores y rehabilitar ciertas partes de los equipos de apoyo de los motores; necesitamos herramientas y tener los procesos definidos, además necesitamos de personal capacitando para cumplir procesos.

4. Cree Usted que la implementación de unidades didácticas ayudarán al desarrollo profesional de los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica mención Motores.

Sí, siempre y cuando vayan en coordinación con los procesos para llegar a cumplir un objetivo verdadero.

Datos informativos:

Entrevistado: Sgto. Primero Vallejo Castillo William

Cargo que Ocupa: Sub. Director de la Carrera de Mecánica

1. Según su experiencia ¿Cuál cree Usted que sea la importancia del Laboratorio de Mecánica Aeronáutica mención Motores dentro de la capacitación técnica de los estudiantes del ITSA?

Es importante para que los estudiantes puedan hacer sus prácticas y que aprendan destrezas dentro de lo que es la aviación.

2. Conoce Usted ¿Cuáles son las unidades didácticas que poseen los Laboratorios de Mecánica Aeronáutica mención Motores?

Sí, tenemos motores que son el J85, J33, motores PT6, tenemos motores recíprocos.

3. ¿Qué tareas prácticas cree Usted que se pueden desarrollar con las unidades didácticas que actualmente posee el Laboratorio de Mecánica Aeronáutica mención Motores del ITSA?

Prácticas en los motores; montaje y desmontaje de los accesorios de los motores y componentes de los motores para que los estudiantes adquieran destrezas.

4. Según las respuestas antes mencionadas ¿Cuáles cree Usted que sean las necesidades más indispensables en los Laboratorios y Talleres de Mecánica Aeronáutica mención Motores del ITSA?

La adquisición de motores modernos, en este caso de un motor JT8D motores actuales y herramientas especiales para ese tipo de motores.

5. ¿De qué manera influye la falta de unidades didácticas en los Laboratorios de Mecánica Aeronáutica mención Motores del ITSA para la capacitación técnica de los estudiantes?

Influye de modo que el estudiante pierde interés en la materia, tendría más interés con lo práctico de los motores.

6. Cree Usted que la implementación de unidades didácticas ayudarán al desarrollo profesional de los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica mención Motores.

Sí, porque los estudiantes adquieren habilidades para su desempeño en las compañías.

Datos Informativos:

Entrevistado: Capitán Pablo Donoso

Cargo que ocupa: Profesor de la materia de motores recíprocos

1. Según su experiencia ¿Cuál cree Usted que sea la importancia del Laboratorio de Mecánica Aeronáutica mención Motores dentro de la capacitación técnica de los estudiantes del ITSA?

Tener un Laboratorio de Motores es de gran importancia para la capacitación técnica de los estudiantes puesto que el laboratorio no cuenta con nada para una buena instrucción técnica en lo que se refiere a motores. Por ende, la implementación del laboratorio ayudaría mucho para una mejor enseñanza en el ITSA.

2. Conoce Usted ¿Cuáles son las unidades didácticas que posee los Laboratorios de Mecánica Aeronáutica mención Motores?

Actualmente el Laboratorio de Mecánica Aeronáutica mención Motores tan solo cuenta con motores de 3 HP para la instrucción técnica de los estudiantes.

3. ¿Qué tareas prácticas cree Usted que se pueden desarrollar con las unidades didácticas que actualmente posee el Laboratorio de Mecánica Aeronáutica mención Motores del ITSA?

Con las unidades didácticas que el Laboratorio de Mecánica Aeronáutica ITSA posee actualmente no se pueden realizar muchas tareas prácticas puesto que tan solo existe un motor seccionado que no funciona de manera eficiente y no es de mucha ayuda para realizar prácticas en el mismo.

4. Según las respuestas antes mencionadas ¿Cuáles cree Usted que sean las necesidades más indispensables en los Laboratorios y Talleres de Mecánica Aeronáutica mención Motores del ITSA?

Las necesidades más indispensables dentro de los Laboratorios de Mecánica Aeronáutica son maquetas y partes seccionadas; debe existir un motor en el que todos sus elementos funcionen, además debe contar con repuestos y manuales para poder dar un continuo mantenimiento.

5. ¿De qué manera influye la falta de unidades didácticas en los Laboratorios de Mecánica Aeronáutica mención Motores del ITSA para la capacitación técnica de los estudiantes?

Influye mucho ya que los estudiantes salen con un alto nivel teórico pero un bajo nivel práctico; esto quiere decir que no tienen la suficiente experiencia para desenvolverse en su campo laboral. Además, al existir componentes reales hace que la capacidad de retención sea mayor.

6. Cree Usted que la implementación de unidades didácticas ayudarán al desarrollo profesional de los estudiantes de la Carrera de Mecánica Aeronáutica mención Motores.

Si absolutamente por todo lo antes mencionado.

Datos Informativos:

Entrevistado: Sub. Primero Marcelo H. Muñoz T.

Cargo que ocupa: Profesor de la materia de inspección de motores

1. Según su experiencia ¿Cuál cree Usted, que sea la importancia del Laboratorio de Mecánica Aeronáutica mención Motores dentro de la capacitación técnica de los estudiantes del ITSA?

Según mi experiencia del Laboratorio de Mecánica Aeronáutica tiene mucha importancia porque el alumno visualiza lo que teóricamente recibe en clase y así tiene una visión más clara y real de lo que es un motor de aviación.

2. Conoce Usted ¿Cuáles son las unidades didácticas que posee los Laboratorios de Mecánica Aeronáutica mención Motores?

Verdaderamente yo no he visitado los Laboratorios de Mecánica del ITSA y por esa razón desconozco cuales son las unidades didácticas con los que cuenta. Pero una vez que estuve por allí observe que tienen bancos de prueba, pero aparentemente estos ya están pasando de desuso, deberían tener equipos con tecnología más avanzada como los aviones de tercera y cuarta generación.

3. ¿Qué tareas prácticas cree Usted que se pueden desarrollar con las unidades didácticas que actualmente posee el Laboratorio de Mecánica Aeronáutica mención Motores del ITSA?

Las estrategias que pueden desarrollar es de que el banco o la maqueta debe ser en lo posible real para que el alumno vea el proceso real del funcionamiento del motor.

4. Según las respuestas antes mencionadas ¿Cuáles cree Usted que sean las necesidades más indispensables en los Laboratorios y Talleres de Mecánica Aeronáutica mención Motores del ITSA?

Lo más indispensable son maquetas de todos los sistemas que se les da de todo el motor de todas las ATAS y de todos los sistemas que el motor ofrece o que el motor desarrolla para el funcionamiento de todos los sistemas básicos del avión.

5. ¿De qué manera influye la falta de unidades didácticas en los Laboratorios de Mecánica Aeronáutica mención Motores del ITSA para la capacitación técnica de los estudiantes?

No tenemos unidades didácticas porque la capacidad de los estudiantes se queda a medias ya que lo mejor ahora es el entrenamiento visual y práctico

porque pueden observar como fluyen los elementos, los fluidos y presiones neumáticas; el alumno va estar más real en los conceptos que tiene el motor

6. Cree Usted que la implementación de unidades didácticas ayudarán al desarrollo profesional de los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica mención Motores.

Yo pienso que el alumno egresado de aquí es un tecnólogo, es un elemento que ya está a nivel superior, él ya debe saber cómo son todos los funcionamientos tanto del motor como del avión para que no sea tan solo un profesional teórico, sino que sea un elemento real que sabe como en verdad funcionan los sistemas de un motor.

Datos Informativos:

Entrevistado: Tecnólogo Paredes Andrés

Cargo que ocupa: Profesor de la materia de motores turbina

1. Según su experiencia ¿Cuál cree Usted que sea la importancia del Laboratorio de Mecánica Aeronáutica mención Motores dentro de la capacitación técnica de los estudiantes del ITSA?

Es de vital importancia ya que es el nexo directo que tienen los estudiantes para familiarizarse con los materiales, componentes y herramientas aeronáuticos.

2. Conoce Usted ¿Cuáles son las unidades didácticas que posee los laboratorios de Mecánica Aeronáutica mención Motores?

Unidades didácticas que conozco son motores jet, motores recíprocos, maquetas de sistemas hidráulicos, carteles y gráficos.

- 3. ¿Qué tareas prácticas cree Usted que se pueden desarrollar con las unidades didácticas que actualmente posee el laboratorio de Mecánica Aeronáutica mención Motores del ITSA?**

Se pueden realizar tareas que permitan los elementos existentes actualmente y que en algunos casos creo que no son suficientes para afianzar los conocimientos teóricos.

- 4. Según las respuestas antes mencionadas ¿Cuáles cree Usted que sean las necesidades más indispensables en los laboratorios y talleres de Mecánica Aeronáutica mención Motores del ITSA?**

Desde mi punto de vista creo esencial la implementación de materiales didácticos operativos y funcionales, sobre todo apegados a la realidad donde los estudiantes puedan realizar tareas de mantenimiento y trabajos más completos similares a los que realizarán en sus futuros puestos de trabajo.

- 5. ¿De qué manera influye la falta de unidades didácticas en los Laboratorios de Mecánica Aeronáutica mención Motores del ITSA para la capacitación técnica de los estudiantes?**

En que los estudiantes salen con falta de práctica en el manejo de herramientas y órdenes de trabajo que son de uso obligatorio en los puestos de trabajo de aviación civil mundial.

- 6. Cree Usted que la implementación de unidades didácticas ayudarán al desarrollo profesional de los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica mención Motores.**

Desde luego que serán ayudas sumamente importantes por todas las razones que expuse anteriormente.

Análisis de las entrevistas

Las entrevistas realizadas al Director de carrera y docentes de la Carrera de Mecánica, obtuvo resultados que contribuyen con la investigación, tal es el caso que los entrevistados coinciden en que el Laboratorio de Mecánica en la sección de motores es muy importante para la capacitación y aprendizaje de los estudiantes.

Se da de manifiesto que los entrevistados sí conocen varios elementos de instrucción que existen en el Instituto, aunque difieren en la efectividad que tienen las unidades didácticas en el proceso de enseñanza.

Uno de los puntos más relevantes es que influye en gran medida la falta de unidades didácticas en la preparación profesional de los estudiantes. Es indispensable la implementación de unidades didácticas para la capacitación y el mejoramiento del conocimiento técnico de los estudiantes.

Análisis e Interpretación de las encuestas realizadas a los estudiantes de tercero, cuarto, quinto y sexto nivel de la carrera de Mecánica Aeronáutica mención Motores.

Encuestas de los estudiantes

PREGUNTA # 1

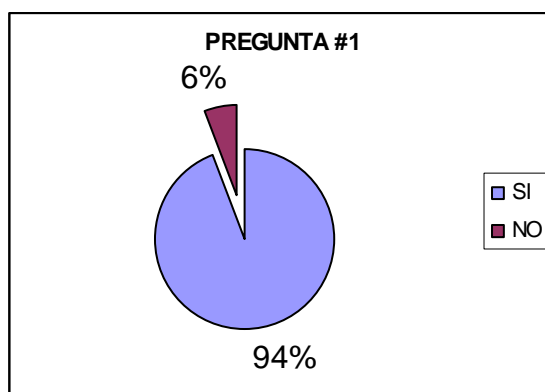
¿Cree Usted que con la implementación de un Banco de Pruebas en los Laboratorios de Mecánica Aeronáutica mención Motores ayudará a mejorar el nivel técnico práctico de los estudiantes en la operación de los motores?

Tabla 1: Tabulación pregunta 1.

VALORACIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	97	94.17%
NO	6	5.83%
TOTAL	103	100,00%

Fuente: Estudiantes de tercero, cuarto, quinto y sexto nivel de la carrera de Mecánica Aeronáutica

Elaborado por: Grupo investigador



Fuente: Estudiantes de tercero, cuarto, quinto y sexto nivel de la carrera de Mecánica Aeronáutica

Elaborado por: Grupo investigador

GRAFICO 1. Pregunta 1

Análisis e interpretación

Con relación a la pregunta se desprende que 97 personas que corresponden al 94.17% dicen que SI, mientras que apenas 6 personas que corresponden al 5.83% dicen que NO.

De los datos registrados se deduce que un número considerable de personas se encuentran de acuerdo con la implementación de un Banco de Pruebas en los Laboratorios de la Carrera de Mecánica, el mismo que ayudará a mejorar el nivel técnico práctico de los estudiantes en la operación de los motores.

Nota: A partir de la siguiente pregunta serán tomadas en cuenta 97 encuestas como el 100%, ya que 6 fueron eliminadas por la pregunta 1.

PREGUNTA # 2

¿Cuál de las siguientes opciones cree usted que el ITSA necesita para mejorar la enseñanza técnica-práctica de los estudiantes de Mecánica Aeronáutica en el área de Motores?, Señale una de ellas.

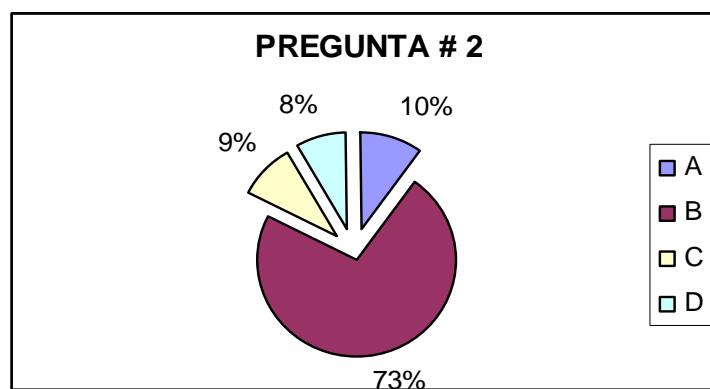
Tabla 2: Tabulación pregunta 2.

VALORACION	FRECUENCIA	PORCENTAJE
A	10	10,30%
B	70	72,17%
C	9	9,28%
D	8	8,25%
TOTAL	97	100%

Fuente: Estudiantes de tercero, cuarto, quinto y sexto nivel de la carrera de Mecánica Aeronáutica

Elaborado por: Grupo investigador

Nota: Siendo el literal d) como pregunta anulada por que tenía dos respuestas.



Fuente: Estudiantes de tercero, cuarto, quinto y sexto nivel de la carrera de Mecánica Aeronáutica

Elaborado por: Grupo investigador

GRAFICO 2. Pregunta 2.

Análisis e interpretación

Del 100% de encuestados tenemos que el 73% opinaron que sí es necesario la construcción de un Banco de Pruebas para mejorar la enseñanza técnica-práctica de los estudiantes de la Carrera Mecánica Aeronáutica, el 10% optó por la construcción de la maqueta, el 9% opinó que es necesario un software ilustrativo

y un 8 % de los encuestados indicaron dos respuestas, por lo que la pregunta quedó anulada.

PREGUNTA # 3

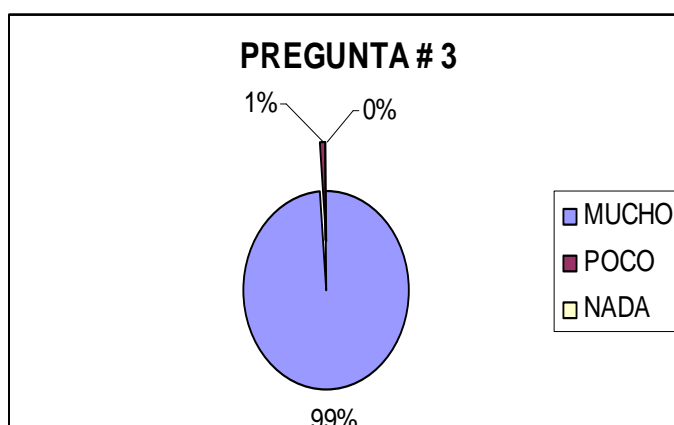
¿En qué medida cree Usted que ayudará el mejoramiento de los laboratorios en su nivel técnico-práctico?

Tabla 3: Tabulación pregunta 3.

VALORACION	FRECUENCIA	PORCENTAJE
MUCHO	96	98,96%
POCO	1	1,04%
NADA	0	0,00%
TOTAL	97	100%

Fuente: Estudiantes de tercero, cuarto, quinto y sexto nivel de la carrera de Mecánica Aeronáutica

Elaborado por: Grupo investigador



Fuente: Estudiantes de tercero, cuarto, quinto y sexto nivel de la carrera de Mecánica Aeronáutica

Elaborado por: Grupo investigador

GRAFICO 3. Pregunta 3.

Análisis e interpretación

Del 100% de encuestados tenemos como resultado que el 99% piensa que el mejoramiento de los laboratorios ayudará mucho al buen desempeño y nivel técnico-práctico de los estudiantes de Mecánica Aeronáutica.

Apenas el 1% de los encuestados dice que el mejoramiento de los laboratorios del Instituto ayudará poco en el nivel técnico-práctico de los estudiantes

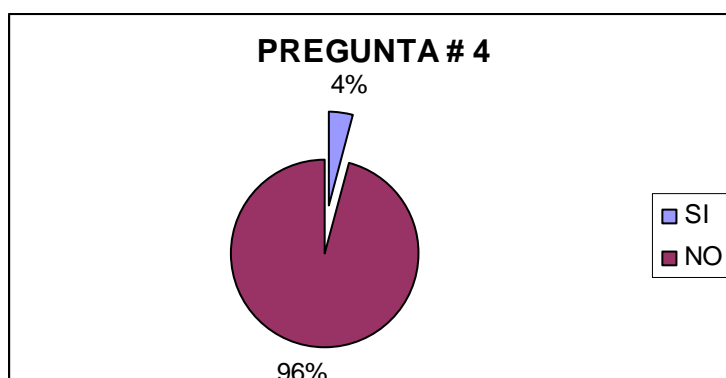
PREGUNTA # 4

¿Está Usted conforme con los laboratorios actuales que posee el Instituto?

Tabla 4: Tabulación pregunta 4.

VALORACION	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	4	4,12%
NO	93	95,88%
TOTAL	97	100%

Fuente: Estudiantes de tercero, cuarto, quinto y sexto nivel de la carrera de Mecánica Aeronáutica
Elaborado por: Grupo investigador



Fuente: Estudiantes de tercero, cuarto, quinto y sexto nivel de la carrera de Mecánica Aeronáutica
Elaborado por: Grupo investigador

GRAFICO 4. Pregunta 4.

Análisis e interpretación

Del 100% de estudiantes encuestados tenemos que el 4% sí se encuentran conformes con los laboratorios que posee el Instituto en la actualidad, y el 96% de los encuestados no se encuentran en conformidad con los laboratorios actuales del Instituto, ya que la mayoría de estos manifiesta que no cuenta con el material adecuado para su formación como tecnólogos de la carrera de Mecánica Aeronáutica.

PREGUNTA # 5

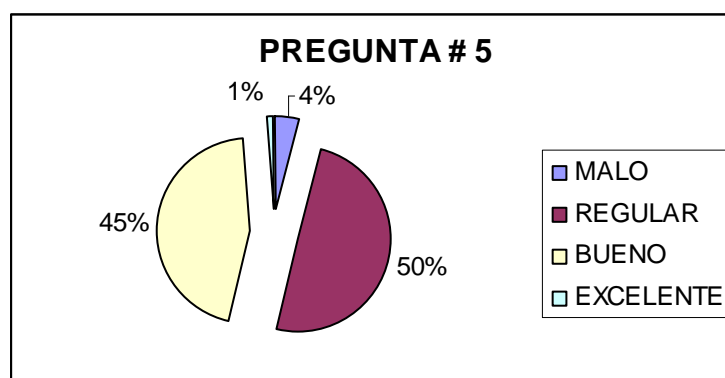
¿Cuál cree Usted que es el nivel técnico-práctico que los estudiantes tienen al egresar del Instituto?

Tabla 5: Tabulación pregunta 5.

VALORACION	FRECUENCIA	PORCENTAJE
MALO	4	4,12%
REGULAR	48	49,48%
BUENO	44	45,36%
EXCELENTE	1	1,04%
TOTAL	97	100%

Fuente: Estudiantes de tercero, cuarto, quinto y sexto nivel de la carrera de Mecánica Aeronáutica

Elaborado por: Grupo investigador



Fuente: Estudiantes de tercero, cuarto, quinto y sexto nivel de la carrera de Mecánica Aeronáutica

Elaborado por: Grupo investigador

GRAFICO 5. Pregunta 5.

Análisis e interpretación

Con relación a la pregunta se desprende los siguientes resultados; del 100% de los estudiantes encuestados tenemos que el 4% dice que el nivel técnico-práctico de los estudiantes al egresar del Instituto es malo, el 50% dice que el nivel de los estudiantes al egresar del Instituto es regular, el 45% expresa que el nivel de los egresados es bueno y apenas el 1% de los encuestados dice que el nivel de los egresados del Instituto es excelente.

PREGUNTA # 6

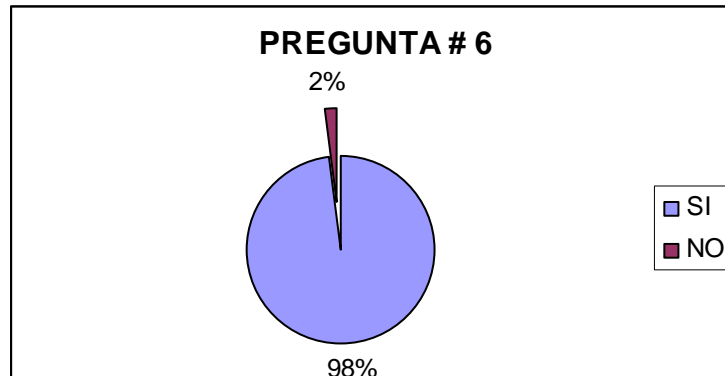
¿Está Usted de acuerdo con la idea de tener Bancos de Pruebas en los que pueda realizar actividades como corrida de motores?

Tabla 6: Tabulación pregunta 6.

VALORACION	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	95	97,93%
NO	2	2,07%
TOTAL	97	100%

Fuente: Alumnos de tercero, cuarto, quinto y sexto nivel de la carrera de Mecánica Aeronáutica

Elaborado por: Grupo investigador



Fuente: Estudiantes de tercero, cuarto, quinto y sexto nivel de la carrera de Mecánica Aeronáutica

Elaborado por: Grupo investigador

GRAFICO 6. Pregunta 6.

Análisis e interpretación

Del total de los estudiantes encuestados tenemos como resultado que el 98% de los estudiantes se encuentran de acuerdo con la pregunta; es decir, están de parte de la idea de tener Bancos de Prueba en los que puedan realizar diferentes actividades como corrida de motores y el 2% de los encuestados no se encuentran de acuerdo con la idea de tener Bancos de Prueba en los laboratorios que les permita realizar diferentes actividades en las que pueden ganar experiencia práctica.

PREGUNTA # 7

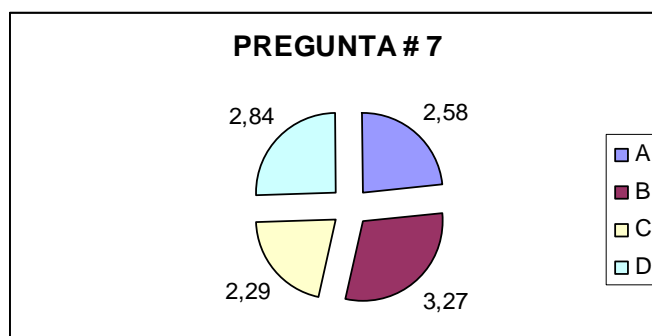
De acuerdo a su criterio ponga el grado de importancia siendo 4 el número de mayor importancia y el 1 el número de menor importancia, los implementos que deberían existir en el laboratorio de mecánica.

Tabla 7. Tabulación pregunta 7.

VALORACION	FRECUENCIA	TOTAL	PROMEDIO
A	91	250	2,58
B	91	318	3,27
C	91	222	2,29
D	91	275	2,84
MAL	6		

Fuente: Estudiantes de tercero, cuarto, quinto y sexto nivel de la carrera de Mecánica Aeronáutica

Elaborado por: Grupo investigador



Fuente: Estudiantes de tercero, cuarto, quinto y sexto nivel de la carrera de Mecánica Aeronáutica

Elaborado por: Grupo investigador

GRAFICO 7. Pregunta 7.

Análisis e interpretación

De acuerdo al criterio de los estudiantes encuestados y después de realizar un promedio de las valoraciones de cada una de las opciones, además de haber excluido las respuestas equivocadas, se obtuvo los siguientes grados de importancia: para las Hélices una importancia de 2.58; Bancos de Motores Recíprocos con Hélices un valor de 3.27; para las Cajas de reducción un valor de 2.29 y los Bancos de motores recíprocos un valor de 2.84, recordando que el número 4 es de mayor importancia y 1 de mayor importancia.

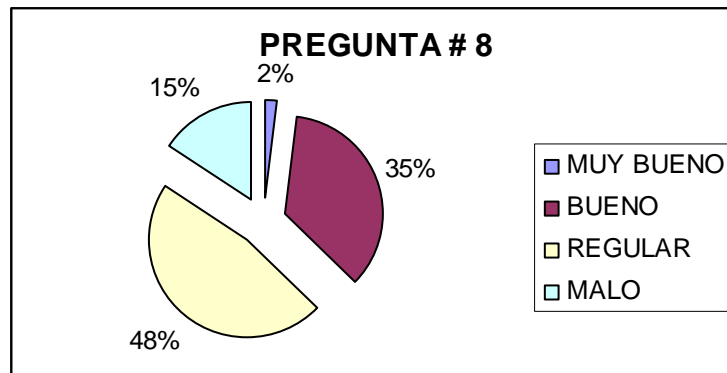
PREGUNTA # 8

¿Cómo califica el nivel de enseñanza que posee el Instituto en la actualidad en la práctica de un Motor Recíproco con Hélice?

Tabla 8: Tabulación pregunta 8.

VALORACION	FRECUENCIA	PORCENTAJE
MUY BUENO	2	2,06%
BUENO	34	35,05%
REGULAR	46	47,42%
MALO	15	15,47%
TOTAL	97	100%

Fuente: Estudiantes de tercero, cuarto, quinto y sexto nivel de la carrera de Mecánica Aeronáutica
Elaborado por: Grupo investigador



Fuente: Estudiantes de tercero, cuarto, quinto y sexto nivel de la carrera de Mecánica Aeronáutica
Elaborado por: Grupo investigador

GRAFICO 8. Pregunta 8.

Análisis e interpretación

Del 100% de estudiantes encuestados tenemos que el 2% califica de manera Muy Buena el nivel de enseñanza del Instituto en la práctica de un motor recíproco con hélice, el 15% califica como Malo el nivel de enseñanza, el 35% opina que el nivel de enseñanza actual del Instituto es bueno, pero el 48% de los encuestados que representan la mayoría califica que el nivel de enseñanza del Instituto de la

carrera de Mecánica Aeronáutica en la práctica de un motor recíproco con hélice es regular.

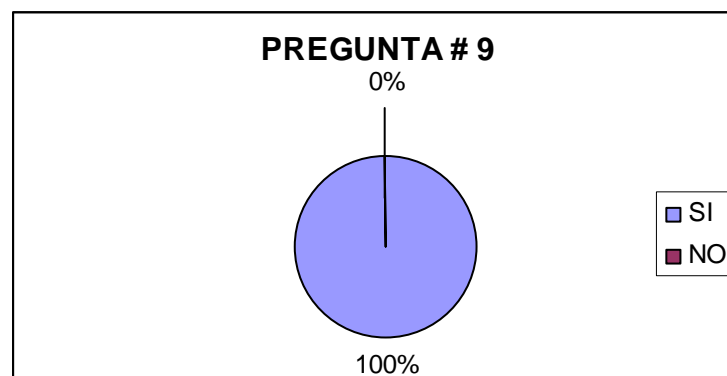
PREGUNTA # 9

¿Cree Usted que las autoridades del Instituto deberían dar importancia a las necesidades que existen en los Laboratorios de Mecánica Aeronáutica mención Motores?

Tabla 9: Tabulación Pregunta 9

VALORACION	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	97	100%
NO	0	0%
TOTAL	97	100%

Fuente: Estudiantes de tercero, cuarto, quinto y sexto nivel de la carrera de Mecánica Aeronáutica
Elaborado por: Grupo investigador



Fuente: Estudiantes de tercero, cuarto, quinto y sexto nivel de la carrera de Mecánica Aeronáutica
Elaborado por: Grupo investigador

GRAFICO 9

Análisis e interpretación

Con relación a la pregunta se desprende que 97 estudiantes que corresponde al 100,00% dicen que SI mientras que ningún alumno que corresponden al 0% dicen que NO.

De los datos registrados se deduce que la totalidad de los estudiantes están conformes con que las autoridades deberían dar mucha importancia a las necesidades que existen en los laboratorios de Mecánica Aeronáutica mención motores.

PREGUNTA # 10

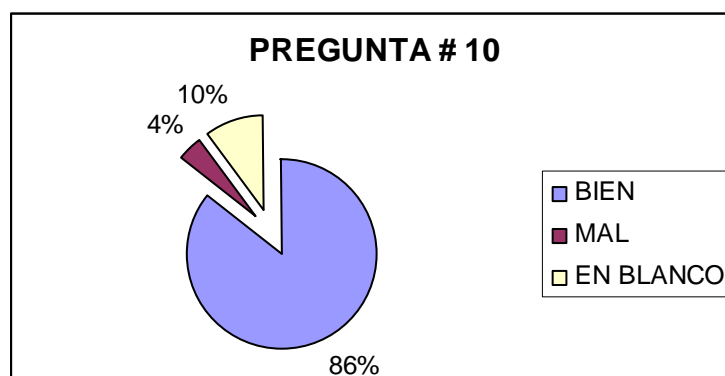
¿Cuáles son los ciclos o fases de funcionamiento de un motor recíproco?

Tabla 10: Tabulación pregunta 10.

VALORACION	FRECUENCIA	PORCENTAJE
BIEN	83	85,56%
MAL	4	4,12%
EN BLANCO	10	10,32%
TOTAL	97	100%

Fuente: Estudiantes de tercero, cuarto, quinto y sexto nivel de la carrera de Mecánica Aeronáutica

Elaborado por: Grupo investigador



Fuente: Estudiantes de tercero, cuarto, quinto y sexto nivel de la carrera de Mecánica Aeronáutica

Elaborado por: Grupo investigador

GRAFICO 10. Pregunta 10.

Análisis e interpretación

Del 100% de estudiantes encuestados tenemos que el 4% responde de manera errónea la pregunta, hay que aclarar que en este resultado se tomaron en cuenta las preguntas que estaba incompletas, el 10% de los estudiantes encuestados dejó la pregunta en blanco y el 86% de los estudiantes encuestados, que en este caso representan la mayoría, respondieron de forma correcta.

Análisis de las encuestas

De acuerdo a los resultados que arrojó la encuesta y a un análisis detallado de cada pregunta, el grupo investigador se pudo dar cuenta de las diferentes necesidades que presentan los estudiantes de la carrera de Mecánica mención Motores, de este modo la encuesta fue un punto muy favorable ya que le permite al grupo investigador analizar la solución más factible para mejorar el nivel técnico-práctico de los estudiantes en la operación de motores dentro de los laboratorios de la carrera.

Esta encuesta se realizó de una manera ordenada dividiéndola según los diferentes niveles y paralelos; sin embargo, se presentaron pequeños problemas en los que se pudo ver en un número muy reducido, la inmadurez de algunos estudiantes del grupo de muestreo, que se limitaron a no contestar la encuesta, así como también de llenar de manera errónea algunas de las preguntas de la encuesta aplicada.

4.7 Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

Después de haber concluido con el proceso de investigación realizado al laboratorio de la carrera de Mecánica – Motores, se puede concluir lo siguiente:

- Los laboratorios poseen falencias tanto en el área administrativa como en las unidades didácticas que éste posee. Debido al mal empleo y descuido de los estudiantes, como de la irresponsabilidad de quien está a cargo de la herramienta y el control de los motores.
- No se han implementado manuales de operación para los equipos, herramientas y motores del laboratorio de mecánica. Los mismos que no favorecen a la capacitación técnica de los estudiantes.
- El laboratorio no posee elementos actualizados de acuerdo con el al conocimiento teórico que es impartido a los estudiantes en las aulas.

- No existen unidades didácticas en donde se pueda realizar demostraciones funcionales de los diferentes sistemas que poseen los motores recíprocos y reacción.
- El desconocimiento por parte de los estudiantes en lo que respecta al reconocimiento y ubicación real de los elementos, equipos y sistemas del motor.

Recomendaciones

El grupo investigador recomienda al Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico Carrera Mecánica Motores, lo siguiente:

- Debe realizarse un inventario de la herramienta y de cada uno de los componentes que poseen los motores que actualmente pernotan en el Laboratorio de Mecánica - Motores y establecer un control más estricto en cuanto al préstamo y manipulación de herramienta y los motores.
- Es conveniente la elaboración de manuales de operación de herramienta, equipos y motores que apoyen con el desenvolvimiento técnico que los estudiantes realizan en el uso de los mismos.
- Se recomienda la adquisición de motores de tercera y cuarta generación como el motor JT8D del avión Boeing 727 que tengan sistemas y equipos acordes con lo impartido en el aula.
- Es de gran importancia la implementación de un banco de prueba de un motor recíproco donde se pueda realizar operaciones y mantenimiento, procesos que van acorde con la capacitación técnica de los estudiantes.
- Se sugiere la construcción de maquetas de los diferentes sistemas del motor, diagramas de ubicación de los distintos elementos, componentes y motores en corte, para el análisis real de cada una de ellas.
- Incentivar a los estudiantes de la carrera de Mecánica - Motores al desarrollo y construcción de Bancos de Prueba que contribuyan con el aprendizaje técnico-práctico en el área de motores.

MARCO ADMINISTRATIVO

5.1 Factibilidad

5.1.1 Técnica

El Sistema de Ignición, Arranque y Potencia es factible ya que se cimentará en los conocimientos adquiridos durante el período de formación académica de los estudiantes cuando cursan las asignaturas de Motores Recíprocos y Sistema de Ignición y Arranque.

Este sistema se implementará inicialmente por medio de diagramas y esquematización para la ubicación estratégica de los componentes del mismo, además este sistema es de principal importancia para demostrar la funcionalidad del proyecto general del grupo investigador.

El sistema de lubricación y combustible es técnicamente factible ya que se cuenta con los conocimientos teóricos suficientes para representarlos y entenderlos esquemáticamente, permitiendo de ésta manera corregir cualquier inconveniente que se presente durante la construcción del proyecto del grupo investigador.

La herramienta que se encuentra en el Laboratorio de Mecánica - Motores es la necesaria para la implementación del Sistema de Ignición, Arranque, Potencia, Lubricación y Combustible para el Banco de Pruebas del motor recíproco, además que se contará con la ayuda necesaria de los docentes del Instituto para resolver cualquier tipo de problemas que se presenten durante la construcción del proyecto.

5.1.2 Operacional

El presente proyecto servirá de apoyo a los estudiantes en el aprendizaje práctico, y a la vez se lo aprovechará como material de instrucción para los profesores, principalmente para la asignatura de Ignición y Arranque, así como también las asignaturas de Lubricación y Combustible que se dictan en la malla

de la Carrera de Mecánica – Motores, pero que posee debilidad en el campo de motores Recíprocos, permitiendo de esta manera mejorar la calidad en la formación de los tecnólogos de Mecánica Aeronáutica del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, fortaleciendo su experiencia para el campo laboral.

Es importante mencionar que el Sistema de Ignición, Arranque y Potencia será un pilar fundamental en la operación del motor, el mismo que activará los diferentes sistemas que involucra un motor recíproco, como son los sistemas de Lubricación y combustible que trabajan en conjunto cuando el motor está encendido.

5.1.3 Económico

La implementación de estos Sistemas son económicamente factibles de realizar ya que la inversión estará valorada en \$ 630 dólares cantidad que servirá para la compra de componentes y elementos varios que se presentaran antes, durante y después de la implementación del Sistema.

Además que se aportará con la cantidad de \$ 200 dólares, que estarán dirigidos a la adquisición del motor recíproco (Volkswagen 1600 c.c.) Por parte de todo el grupo investigador. La totalidad de los gastos están en la posibilidad económica del investigador.

5.2 Recursos

5.2.1 Humano

Tutor:

Tecnólogo Andrés Paredes M.

Sistema de Ignición, Arranque y Potencia

Sistema de Lubricación y combustible

Omar Flores

5.2.2 Técnico

Se utilizará material como:

- Calibrador pie de rey
- Flexómetro
- Programa de diseño eléctrico Proteus
- Programa de diseño Autocad
- Internet
- Computador
- Multímetro

5.2.3 Material

Se utilizará material como:

- Motor recíproco de 4 cilindros (Volkswagen 1600 c.c.)
- Batería
- Motor de arranque
- Bujías
- Interruptores
- Palanca de Cambios
- Pernos
- Remaches
- Cables eléctricos
- Tornillos
- Cables de tensión
- Mangueras
- Abrazaderas

Sistema de Lubricación y Combustible

- Láminas de tol
- Electrodo

- Mangueras de presión
- Bomba de combustible
- Pintura
- Filtros
- Barrilla de medición
- Abrazaderas

5.2.4 Económico

Sistema de Ignición, Arranque y Potencia

Componente	Cantidad	P. Unitario	Precio
Motor 4 cilindros	1	200	200
Batería	1	100	100
Motor de arranque	1	40	40
Bujías	4	4,25	17
Cable x metro	2	5	10
Interruptores	2	3	6
Cables de tensión x metro	2	25	50
Palanca de potencia	1	10	10
Varios	1	100	100
		TOTAL	533

Sistema de Lubricación y Combustible

Componente	Cantidad	P. Unitario	Precio
Reservorio de 4 galones	1	60	60
Filtros	4	10	40
Electrodos	2	8	16
Bomba de combustible	1	50	50
Manguera de Presión x metro	2	10	20
Varios		100	100
		TOTAL	286

5.3 Denuncia del Tema

Implementación del Sistema de Ignición, Arranque, Potencia, Lubricación y Combustible para el Banco de Pruebas de un motor recíproco del avión Volksplane para el ITSA.

PROPUESTA

La implementación del Sistema de Ignición, Arranque, Potencia, Lubricación y Combustible de un motor recíproco Volkswagen 1600c.c. del Volksplane, el mismo que servirá de base para la operación de los demás sistemas necesarios que este motor requiera.

Los presentes Sistemas servirán como material de apoyo para las asignaturas de Motores recíprocos, Sistema de Ignición y Arranque, Sistema de Lubricación y Combustible que se dictan en el instituto y que serán aprovechadas en un nivel alto para los estudiantes de la carrera de Mecánica – Motores.

Cronograma de Actividades

	Actividades	Oct.				Nov.				Dic.				Ene.				Feb.				Mar.						
		Semanas				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4			
1	Elaboración Cap. I y II	X																										
2	Recolección de Datos		X																									
3	Elaboración Cap. III y IV		X	X																								
4	Análisis y Corrección			X	X																							
5	Entrega del Anteproyecto				X																							
6	Preliminares								X	X																		
7	Diseño								X	X																		
8	Adquisición de Materiales								X	X	X																	
9	Elaboración Cap. I											X	X															
10	Presentación Cap. I													X	X													
11	Implementación Sist. de Ignición y Arranque													X	X													
12	Pruebas del Sist. de Ignición y Arranque														X	X												
13	Implementación Sist. de Lubricación y Combustible													X	X													
14	Pruebas del Sist. de Lubricación y Combustible														X	X												
15	Implementación del Sist. de Potencia																X	X										
16	Pruebas del Sist. de Potencia																X	X										
17	Elaboración Cap. II															X	X											
18	Presentación Cap. II																X	X										
19	Elaboración Cap. III																X	X										
20	Presentación III																		X	X								
21	Elaboración Cap. IV																		X	X								
22	Presentación Cap. IV																		X	X								
23	Pruebas y Análisis de Resultados																	X	X	X								
24	Presentación de Documentación Final																		X	X								
25	Presentación de Trabajo de Graduación																							X				

GLOSARIO

Unidades didácticas: Es el conjunto sistemático, técnico y evaluable de temas y subtemas de una parte del conocimiento del plan de materia, orientados a complementar el perfil profesional de técnico aeronáutico. (Según RDAC 142.3 Definiciones).

BIBLIOGRAFIA

- Dr. CARLOS VILLALBA AVILEZ, Metodología de la Investigación Científica, 2da Edición, Sur Editores
- www.es.wikipedia.org/wiki/Laboratorio
- www.es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento
- www.itsafae.edu.ec/mecanica.html
- www.es.wikipedia.org/wiki/Motor_de_combusti%C3%B3n_interna_alternativo

ANEXOS

Anexo 1



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

Objetivo:

Determinar las posibles soluciones para mejorar el nivel técnico-práctico de los estudiantes en la operación de motores dentro de los Laboratorios de la Carrera de Mecánica Aeronáutica mención Motores.

Instrucción

Lea detenidamente y responda según su criterio marcando con una x. Los resultados de esta investigación servirán para proponer sugerencia respecto de la enseñanza técnica a los estudiantes de mecánica motores del ITSA.

CUESTIONARIO

1. ¿Cree Usted que con la implementación de un Banco de Pruebas en los Laboratorios de Mecánica Aeronáutica mención Motores ayudará a mejorar el nivel técnico-práctico de los estudiantes en la operación de los motores?

SI

NO

Si su respuesta fue afirmativa Usted puede continuar con las siguientes preguntas.

2. ¿Cuál de las siguientes opciones cree Usted que el ITSA necesita para mejorar la enseñanza técnica-práctica de los estudiantes de Mecánica Aeronáutica en el área de motores?, Señale una de ellas.

a) La construcción de una maqueta didáctica

b) La construcción de un Banco de Pruebas

c) Elaboración de un software ilustrativo

3. ¿En qué medida cree Usted que ayudará el mejoramiento de los laboratorios en su nivel técnico-práctico?

Mucho Poco Nada

4. ¿Está Usted conforme con los laboratorios actuales que posee el Instituto?

Si No

Por qué? _____

5. ¿Cuál cree Usted que es el nivel técnico-práctico que los estudiantes tienen al egresar del Instituto?

Malo Regular Bueno Excelente

6. ¿Está Usted de acuerdo con la idea de tener Bancos de Pruebas en los que pueda realizar actividades como corrida de motores?

Si No

7. De acuerdo a su criterio ponga el grado de importancia siendo 4 el número de mayor importancia y el 1 el número de menor importancia, los implementos que debería existir en el laboratorio de mecánica.

- a) Hélices
- b) Bancos de Motores Recíprocos con Hélices
- c) Cajas de Reducción
- d) Bancos de Motores Recíprocos

8. ¿Cómo califica el nivel de enseñanza que posee el Instituto en la actualidad en la práctica de un Motor Recíproco con Hélice?

Muy Bueno Bueno Regular Malo

9. ¿Cree Usted que las autoridades del Instituto deberían dar importancia a las necesidades que existen en los Laboratorios de Mecánica Aeronáutica mención Motores?

Si No

10. ¿Cuáles son los ciclos del funcionamiento del motor recíproco?

Correo electrónico: _____ Firma: _____

Anexo 2



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

Objetivo:

Determinar las posibles soluciones para mejorar el nivel técnico-práctico de los estudiantes en la operación de motores dentro de los laboratorios de la Carrera de Mecánica Aeronáutica mención Motores.

CUESTIONARIO

1. Según su experiencia ¿Cuál cree Usted que sea la importancia del Laboratorio de Mecánica Aeronáutica mención Motores dentro de la capacitación técnica de los estudiantes del ITSA?
2. Conoce Usted ¿Cuáles son las unidades didácticas que posee los Laboratorios de Mecánica Aeronáutica mención Motores?
3. ¿Qué tareas prácticas cree Usted que se pueden desarrollar con las unidades didácticas que actualmente posee el Laboratorio de Mecánica Aeronáutica mención Motores del ITSA?
4. Según las respuestas antes mencionadas ¿Cuáles cree usted que sean las necesidades más indispensables en los laboratorios y talleres de Mecánica Aeronáutica mención Motores del ITSA?
5. ¿De qué manera influye la falta de unidades didácticas en los Laboratorios de Mecánica Aeronáutica mención Motores del ITSA para la capacitación técnica de los estudiantes?
6. Cree Usted que la implementación de unidades didácticas ayudarán al desarrollo profesional de los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica mención Motores.

ANEXO "B"

FOTOGRAFÍAS DE LA INSPECCIÓN Y LA IMPLEMENTACIÓN

Fuente: Investigación de campo. Editado por: Omar Flores



Figura 1. Prueba motor



Figura 2. Desmontaje de componentes



Figura 3. Admisión



Figura 4. Limpieza motor



Figura 5. Ventilador



Figura 6. Manto motor



Figura7. Retiro Oxido



Figura 8. Pulverización motor



Figura 9. Limpieza Volante



Figura 10. Motor Volksplane



Figura 11. Motor Armado



Figura 12. Pintado Motor



Figura 13. Prueba operacional



Figura 14. Retiro conjunto balancín



Figura 15. Barrilas de conjunto balancín



Figura 16. Retiro empaques



Figura 17. Retiro base guía de la polea



Figura 18. Trabajo en varilla de acero de transmisión



Figura 19. Proceso de roscado de varilla



Figura 20. Varilla para inserto motor



Figura 21 Colocación inserto



Figura 22. Cambio de cigüeñal y árbol de levas



Figura 23. Estado de cabezas de cilindros



Figura 24. Reducción de medida de anillos



Figura 25. Instalación de anillos

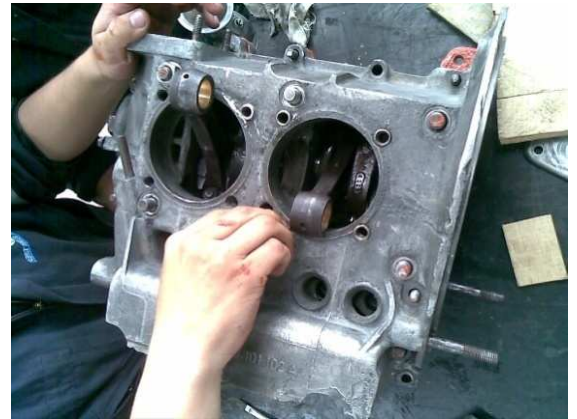


Figura 26. Revisión de movimiento de bielas durante armado



Figura 27. Montaje de bielas al cigüeñal



Figura 28. Desarmado del solenoide



Figura 29. Desarmado y mantenimiento del arranque



Figura 30. Inspección del motor de arranque



Figura 31. Limpieza solenoide



Figura 32. Pintura solenoide

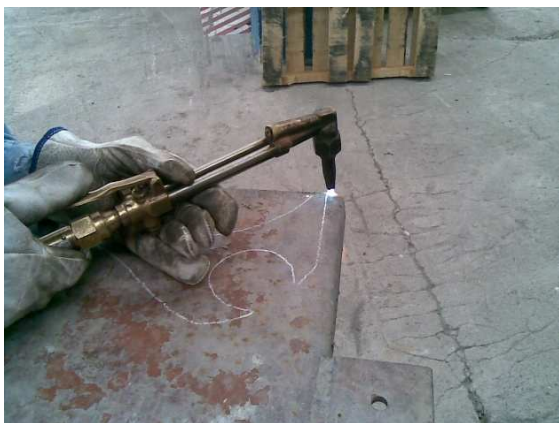


Figura 33. Corte placa base motor de arranque



Figura 34. Limado del soporte



Figura 35. Instalación piñón placa base



Figura 36. Conjunto del soporte



Figura 37. Corte de placa soporte alternador.



Figura 38. Inspección suelda soporte Alternador



Figura 39. Instalación de cañerías



Figura 40 Tanque de combustible



Figura 41. Pintado tanque combustible



Figura 42. Tanque pintado



Figura 43. Cogida de fallas





Figura 44. Lijado de masilla


ANEXO "C"
DIAGRAMA ELÉCTRICO

ANEXO "D"
DISEÑOS

ANEXO "E"
MANUALES

 I.T.S.A.	MANUAL DE SEGURIDAD DEL MOTOR VOLKSPLANE DEL BANCO DE PRUEBAS	Pág. 1 de 3
		Código: ITSA-BDI-M1
	Elaborador por: Omar Flores	Revisión N°: 001
	Aprobado por: Ing. FÉLIX MANJARRÉS	Fecha: 2011-02-10
<p>1.0.- OBJETIVO: Documentar las normas básicas de seguridad a seguir previa y durante la operación del motor Volksplane.</p> <p>2.0.- ALCANCE: Prevenir, instruir y mantener la seguridad del estudiante, grupo de estudiantes y docente al momento de operar el banco de pruebas del motor Volksplane.</p> <p>3.0.- PROCEDIMIENTO</p> <p>1.- Previo a la operación del motor, el personal que vaya a manipular el mismo debe estar familiarizado con el funcionamiento del banco de pruebas, es decir debe tener conocimiento sobre motores alternativos caso contrario tiene que estar con la supervisión de un apersona que conozca del tema.</p> <p>2.- Realizar una inspección visual de todo el banco de pruebas para observar el su estado físico.</p> <p>3.- Revisar que todas las conexiones se encuentren en buen estado, así como los acoples y mangueras tanto del sistema de lubricación como el sistema de combustible, para prevenir o evitar fugas.</p> <p>4.0.- FIRMA DE RESPONSABILIDAD _____</p>		

 <p>I.T.S.A.</p>	<p>MANUAL DE SEGURIDAD DEL MOTOR VOLKSPLANE DEL BANCO DE PRUEBAS</p>	<p>Pág. 2 de 3</p>
		<p>Código: ITSA-BDI-M1</p>
	<p>Elaborador por: Omar Flores</p>	<p>Revisión N°: 001</p>
	<p>Aprobado por: Ing. FÉLIX MANJARRÉS</p>	<p>Fecha: 2011-02-10</p>
<p>4.- Verificar que todas las conexiones eléctricas se encuentren bien hechas y en buen estado, especialmente los cables que van de la cabina al alternador y motor de arranque.</p> <p>5.- Revisar que el aceite del motor se encuentre con la cantidad justa, es necesario que utilizar la varilla de indicación para verificar el nivel de aceite.</p> <p>6.- Verificar que los cables de alta que van de la bobina al distribuidor y a las bujías que no se encuentren rotos o en mal estado, es importante que verifique que estén bien conectados.</p> <p>7.- Asegurarse de que la válvula de combustible (shutt off), shutoff eléctrica, y el Switch del arranque se encuentren cerradas y en la posición de apagado respectivamente. Estas válvulas sólo deben estar abiertas en el momento que el motor va a entrar en funcionamiento.</p> <p>8.- Es importante verificar que haya un extintor para fuegos del tipo A, B o C, es decir un extintor de CO2 en un lugar estratégico cerca del motor, antes de ponerlo en marcha.</p> <p>9.- Si se observa alguna anomalía al momento de intentar arrancar el motor, cortar primero el abastecimiento eléctrico, y posteriormente el combustible.</p> <p>4.0.- FIRMA DE RESPONSABILIDAD _____</p>		

 I.T.S.A.	MANUAL DE SEGURIDAD DEL MOTOR VOLKSPLANE DEL BANCO DE PRUEBAS	Pág. 3 de 3
		Código: ITSA-BDI-M1
	Elaborador por: Omar Flores	Revisión N°: 001
	Aprobado por: Ing. FÉLIX MANJARRÉS	Fecha: 2011-02-10

10.- En caso de existir cualquier tipo de ajuste o inspección asegurarse de utilizar la herramienta adecuada, y de no olvidar la misma en el motor.

11.- Durante la operación del motor por ningún motivo se debe acercarse directamente a los tubos de escape, ser precavido y acercarse si la situación lo amerita.

12.- Por ningún motivo tener contacto directo o indirecto (herramienta) con la bobina o los cables de alta tensión mientras el motor se encuentre operando, recordar que puede recibir una descarga de hasta 24000 V.


13.- Evite los juegos y bromas de mal gusto que pueden terminar en catástrofes o accidentes. Recordar que el motor trabaja con una hélice de aluminio.

14.- Si Ud. va a operar el motor desde la cabina evite usar objetos que provoquen distracción como el celular, peor aún manipularlo bajo efectos del alcohol, es recomendable que se encuentre con sus cinco sentidos.

15.- Para su mayor seguridad es recomendable usar protección para ojos y manos.

RECUERDE LA SEGURIDAD QUE UD. TENGA ES LA QUE BRINDA A SUS AMIGOS

4.0.- FIRMA DE RESPONSABILIDAD _____

 I.T.S.A.	MANUAL DE OPERACIÓN DEL MOTOR VOLKSPLANE DEL BANCO DE PRUEBAS	Pág. 1 de 2
		Código: ITSA-BDI-M2
	Elaborador por: Omar Flores	Revisión N°: 001
	Aprobado por: Ing. FÉLIX MANJARRÉS	Fecha: 2011-02-10

1.0.- OBJETIVO:

Documentar los procedimientos correctos para la operación del motor Volksplane.

2.0.- ALCANCE:

Proporcionar los pasos que debe seguir el estudiante, grupo de estudiantes y docente para la operación del banco de pruebas del motor Volksplane.

3.0.- PROCEDIMIENTO


1.- Realice una limpieza general del banco de pruebas, recordar que la acción no es sólo retirar el polvo, mientras se realice la limpieza verificar que no existan fugas, rajaduras o cualquier otro tipo de problema que sean identificados con facilidad durante el tiempo de reposo del motor.

2.- Conectar la fuente de energía o la batería que va a proporcionar la corriente eléctrica para el motor y sus demás instrumentos.

3.- Una vez conectada la batería colocar el extintor en un lugar apropiado y cerca del motor.

4.- Poner las llaves en contacto y activar únicamente la shutoff eléctrica para la lectura de instrumentos especialmente para revisar la cantidad de combustible.

4.0.- FIRMA DE RESPONSABILIDAD _____

 I.T.S.A.	MANUAL DE OPERACIÓN DEL MOTOR VOLKSPLANE DEL BANCO DE PRUEBAS	Pág. 2 de 2
		Código: ITSA-BDI-M2
	Elaborador por: Omar Flores	Revisión N°: 001
	Aprobado por: Ing. FÉLIX MANJARRÉS	Fecha: 2011-02-10

5.- Poner la cantidad de combustible necesario, no exceder, verificar que cada uno de los componentes del motor se encuentren operables.

6.- Verificar que la válvula shutt off de combustible se encuentre abierta.

7.- Encender la luz de precaución antes de arrancar el motor.

8.- Arrancar el motor teniendo en cuenta las tablas de duración, funcionamiento y operación del motor Volksplane.


9.- Controlar el estado y rpm del motor por medio de los cables que accionan el choque y acelerador.

10.- Evitar exceder con los límites de operación del motor es decir para que el motor se encuentre en óptimas las rpm tienen que estar en un rango de 990 y 4000 rpm.

11.- Durante la marcha del motor controlar el estado del mismo por medio de la lectura de instrumentos.

12.- Una vez terminado el tiempo de marcha del motor cortar la línea de combustible así como la corriente eléctrica y realizar una pequeña inspección en busca de fugas.

4.0.- FIRMA DE RESPONSABILIDAD _____

 I.T.S.A.	MANUAL DE MANTENIMIENTO DEL MOTOR VOLKSPLANE DEL BANCO DE PRUEBAS	Pág. 1 de 6
		Código: ITSA-BDI-M3
	Elaborador por: Omar Flores	Revisión N°: 001
	Aprobado por: Ing. FÉLIX MANJARRÉS	Fecha: 2011-02-10

1.0.- OBJETIVO:

Determinar los procedimientos correctos para el mantenimiento del motor Volksplane

2.0.- ALCANCE:

Proporcionar los pasos que debe seguir el estudiante, grupo de estudiantes y docente para realizar un mantenimiento al motor Volksplane.


3.0.- PROCEDIMIENTO

3.1.- Mantenimiento de Rutina

1.- Limpiar e inspeccionar al motor y a todos sus componentes, revisar si no existen fugas, cables sueltos, tuercas flojas, etc.

2.- Verificar el estado del filtro de aire, si es posible una vez a la semana ya que es importante que en su interior no exista impurezas que puedan taponar al carburador. Aflojar sus grapas y proceda a separar las dos mitades si el aceite se encuentra muy contaminado cámbielo. El aceite del filtro es necesario cambiarlo preferible cuando se realiza el cambio de aceite al motor. Limpiar muy bien el interior del depurador y llene el filtro de aire con 0.42 lt. de aceite SAE 20W50, y proceda a colocar al filtro de aire en su lugar.

4.0.- FIRMA DE RESPONSABILIDAD _____

 I.T.S.A.	MANUAL DE MANTENIMIENTO DEL MOTOR VOLKSPLANE DEL BANCO DE PRUEBAS	Pág. 2 de 6
		Código: ITSA-BDI-M3
	Elaborador por: Omar Flores	Revisión N°: 001
	Aprobado por: Ing. FÉLIX MANJARRÉS	Fecha: 2011-02-10


3.- Verificar el nivel de aceite que existe en el motor sacando la varilla y limpiándola, verificar que el aceite se encuentre entre las marcas que existe en la varilla, cada separación entre marca contiene casi un litro 0.92 lt.

4.- Verificar la posición y estado de la banda, ya que si se encuentra floja puede causar un sobrecalentamiento o pérdida de potencia del motor. Es muy importante la tensión de la misma, por esta razón con el pulgar y en la posición más recta de la banda presionando firmemente la banda debe deformarse 12 mm que es lo correcto caso contrario tense otra vez, el cambio de banda por seguridad se debe hacer cada 6 ó 7 meses dependiendo del trabajo del motor.

5.- Revisar el estado de la batería, los cables que se encuentran conectados deben estar bien apretados en los bornes, revise sistemáticamente el nivel de electrolito de la batería, utilice solo agua destilada para llenar la batería, limpiar y secar correctamente la batería ya que eso puede ocasionar que se descargue por completo. Si con el pasar del tiempo es necesario limpiar los bornes hágalo con un cepillo de alambre y los terminales de los cables ocasionalmente.

6.- En el motor existen dos filtros de combustible, el que se encuentra en la línea de combustible y el que se encuentra en la bomba de combustible. El primer tipo de filtro de combustible se lo puede cambiar cada 12 meses dependiendo del estado para ello es muy importante su inspección cada 3 meses.

4.0.- FIRMA DE RESPONSABILIDAD _____

 I.T.S.A.	MANUAL DE MANTENIMIENTO DEL MOTOR VOLKSPLANE DEL BANCO DE PRUEBAS	Pág. 3 de 6
		Código: ITSA-BDI-M3
	Elaborador por: Omar Flores	Revisión N°: 001
	Aprobado por: Ing. FÉLIX MANJARRÉS	Fecha: 2011-02-10


El segundo filtro por seguridad se recomienda cada 8 ó 10 meses revisar, saque el filtro que se encuentra en la bomba de combustible con mucho cuidado y con la ayuda de aire a presión límpielo, vuelva a instalar sin perder su posición original.

7.- El cambio de aceite se debe realizar cada tres meses para el correcto funcionamiento del motor, el aceite que se usa es el 20W50, para ello es necesario que se desatornille el tapón de purga del cárter del cigüeñal o las tuercas – tapas de la cubierta del colador y dejar que salga el aceite sucio, es necesario que también el colador de aceite se limpie, este filtro de malla esta sujetado por seis tuercas – tapa y debe limpiarse correctamente con la ayuda de un disolvente preferible mete ED–10 (alusol) ya que en este colador se depositan todas las impurezas del cárter. El torque que se da a estas tuercas del colador es de 5 libras- pie. Vuelva a cargar el cárter con 2375 litros de aceite.

8.- Con el cambio de aceite también se debe hacer el cambio de filtro que en el motor se encuentra en la parte inferior izquierda viendo desde la cabina, tenga mucho cuidado al remover el filtro, una vez cambiado, al momento de ajustarlo no es necesario que se aplique mucha fuerza solo a lo que de la muñeca por tres veces seguidas.

9.- Revise periódicamente el tanque de combustible y cada 4 meses realice una limpieza del mismo.

4.0.- FIRMA DE RESPONSABILIDAD _____

 I.T.S.A.	MANUAL DE MANTENIMIENTO DEL MOTOR VOLKSPLANE DEL BANCO DE PRUEBAS	Pág. 4 de 6
		Código: ITSA-BDI-M3
	Elaborador por: Omar Flores	Revisión N°: 001
	Aprobado por: Ing. FÉLIX MANJARRÉS	Fecha: 2011-02-10

10.- Antes de cada prendida del motor inspeccionar las cañerías y la línea de combustible, los acoples del sistema de lubricación para ver si existen fugas, de igual forma inspeccione con mucho cuidado después de cada operación del motor.


11.- Revisar que las conexiones eléctricas estén en buen estado. Los cables de alta tensión inspecciónelos cuando este seguro de que está completamente apagado todo y los conectores de la batería desconectados.

AFINACIÓN DEL MOTOR

La afinación es una operación de mantenimiento esencial para la operación eficiente y larga vida del motor. Tenga en cuenta que las partes remplazadas en una afinación comprenden la bujías, los platinos, el condensador, la tapa del distribuidos, el rotor, los cables de bujías y cable de alta tensión de la bobina, además de estas partes y de los ajustes que sean necesarios para adaptarlas correctamente al motor hay que realizar el ajuste de otras partes para hacer completo el trabajo.

1.- Las bujías deben limpiarse y ser calibrarlas cada 6 meses y reemplazadas cada 12 meses dependiendo del estado de las mismas. Para realizar el cambio primero retire el cable de la punta de bujía, utilice un dado de 13/16 pulg., retire la bujía y examine el estado de la rosca ya que la cabeza de cilindros es de aluminio por lo que es muy propenso a que se dañe el roscado de las bujías con

4.0.- FIRMA DE RESPONSABILIDAD _____

 I.T.S.A.	MANUAL DE SEGURIDAD DEL MOTOR VOLKSPLANE DEL BANCO DE PRUEBAS	Pág. 5 de 6
		Código: ITSA-BDI-M3
	Elaborador por: Omar Flores	Revisión N°: 001
	Aprobado por: Ing. FÉLIX MANJARRÉS	Fecha: 2011-02-10


los dedos, luego apriete con la llaves de bujías pero no demasiado el torque está comprendido entre 15 y 20 lb-ft.

2.- Para realizar el ajuste de los platinos se debe retirar la tapa del distribuidor, de vuelta manualmente al motor hasta que el bloque de fibra rosante que tiene un platino móvil descansa sobre un punto alto del lóbulo de la leva. El entrehierro es la distancia máxima que hay entre las puntas de contacto y debe ajustarse en la parte superior del lóbulo de la leva.

Con la ayuda de un desarmador, afloje el tornillo de fijación del platino estacionario, mueva la placa del platino estacionario de manera que el entrehierro quede ajustado entre 0.0164 pulg, ó 0.41mm y luego apriete el tornillo, reviese una vez más con le calibrador para verificar.

3.- Para realizar el chequeo del tiempo de encendido del motor la temperatura del aceite debe estar entre 50 – 70 °C, desprenda e l cable de la bujía N° 1 de la tapa del distribuidor y verifique que la dirección se encuentre apuntando hacia la posición del antiguo radiador, verifique el tiempo y gire el distribuidor de acurdo a su observación. Gire el distribuidor en la dirección contraria a la rotación normal del rotor para adelantar el tiempo, retrase el tiempo haciendo girar al distribuidor en sentido normal de rotación del rotor.

4.0.- FIRMA DE RESPONSABILIDAD _____

 I.T.S.A.	MANUAL DE SEGURIDAD DEL MOTOR VOLKSPLANE DEL BANCO DE PRUEBAS	Pág. 6 de 6
		Código: ITSA-BDI-M1
	Elaborador por: Omar Flores	Revisión N°: 001
	Aprobado por: Ing. FÉLIX MANJARRÉS	Fecha: 2011-02-10

4.- Para realizar el ajuste de válvulas se debe retirar la tapa del distribuidor y girar el motor hasta que el rotor apunte hacia el poste del cable de la bujía N°1, para llevar el pistón exactamente al PMS, en la carrera de compresión, alinee las marcas de tiempo del cigüeñal en el PMS. Verifique la holgura entre los balancines y los vástagos de la válvulas, la holgura debe estar de acuerdo a la tabla de especificación en el capítulo 3 de este proyecto, si la holgura esta incorrecta se debe aflojar la tuerca de seguridad y girar el tornillo de ajuste hasta tener la holgura correcta, es conveniente revisar esta holgura después de ajustar la tuerca de seguridad. Las válvulas se ajustan en secuencia 1-2-3-4 totalmente contrario al orden de encendido 1-4-3-2.

5.- El ajuste del carburador sólo debe efectuarse después de que hayan verificado y ajustado las demás variables de una afinación, el motor debe estar en marcha y a la temperatura de 50-70 °C, usando el tornillo de ajuste central para la marcha mínima que está a la izquierda del carburador, ajuste la velocidad de marcha mínima de acuerdo a la tabla de especificación, luego aflójelo hasta obtener la velocidad máxima de marcha.

6.- En caso de realizar un trabajo de mayor magnitud como el desarmado completo del motor o algún otro trabajo es recomendable que revise el capítulo 3 del proyecto ó utilice el manual del motor Volkswagen tipo 1 para el correcto mantenimiento del motor.

4.0.- FIRMA DE RESPONSABILIDAD _____

ANEXO "F"

TABLAS

Aplica para usos generales y en pernos y tuercas en condiciones normales de suministro y sin recubrimientos superficiales

Diámetro Nominal	Tipo de Rosca (Hilo x Pulgada)	Grado de Resistencia		
		Grado 2 (Libras - pie)	Grado 5 (Libras - pie)	Grado 8 (Libras - pie)
1/4"	20 - RC	5.0 - 6.0	7.9 - 9.0	11.0 - 13.0
	28 - RF	5.8 - 7.0	8.8 - 10.0	12.7 - 14.0
5/16"	18 - RC	10.6 - 12.5	16.6 - 18.5	23.0 - 27.0
	24 - RF-	11.7 - 14.0	18.0 - 21.0	26.0 - 30.0
3/8"	16 - RC	18.6 - 22.0	29.5 - 33.0	40.0 - 47.0
	24 - RF	21.0 - 24.0	32.5 - 37.0	46.0 - 52.0
7/16"	14 - RC	30.0 - 34.6	47.0 - 54.0	65.0 - 76.0
	20 - RF	33.0 - 39.0	52.0 - 60.0	73.0 - 84.0
1/2"	13 - RC	45.0 - 52.0	71.0 - 82.0	100.0 - 115.0
	20 - RF	51.0 - 59.0	80.0 - 90.0	112.0 - 128.0
9/16"	12 - RC	66.0 - 75.0	103.0 - 116.0	145.0 - 165.0
	18 - RF	73.0 - 85.0	113.0 - 130.0	160.0 - 184.0
5/8"	11 - RC	91.0 - 105.0	150.0 - 170.0	200.0 - 230.0
	18 - RF	103.0 - 117.0	160.0 - 180.0	225.0 - 255.0
3/4"	10 - RC	160.0 - 183.0	250.0 - 290.0	350.0 - 405.0
	16 - RF	179.0 - 205.0	275.0 - 320.0	390.0 - 450.0
7/8"	9 - RC	155.0 - 180.0	400.0 - 465.0	570.0 - 660.0
	14 - RF	171.0 - 200.0	445.0 - 515.0	620.0 - 730.0
1"	8 - RC	233.0 - 270.0	600.0 - 705.0	850.0 - 1000.0
	14 - RF	261.0 - 300.0	660.0 - 775.0	930.0 - 1090.0
1.1/8"	7 - RC	330.0 - 380.0	740.0 - 860.0	1200.0 - 1400.0
	12 - RF	370.0 - 425.0	830.0 - 955.0	1350.0 - 1545.0
1.1/4"	7 - RC	470.0 - 540.0	1050.0 - 1220.0	1700.0 - 1940.0
	12 - RF	520.0 - 600.0	1160.0 - 1345.0	1880.0 - 2180.0
1.1/2"	6 - RC	810.0 - 930.0	1820.0 - 2080.0	2940.0 - 3370.0
	12 - RF	915.0 - 1045.0	2050.0 - 2340.0	3320.0 - 3790.0

Nota: Para uso general aplique este torque de ensamble, si no existe una especificación contraria.

TORQUE DE SERVICIO PARA PERNOS MILIMÉTRICOS

Diámetro Nominal	Paso de la Rosca	Clase de Resistencia		
		5.8 Decanewtons – metro	8.8 Decanewtons - metro	10.9 Decanewtons - metro
5	0.8	0.26 - 0.35	0.39 - 0.52	0.56 - 0.77
6	1.00-	0.45 - 0.60	0.67 - 0.91	0.98 - 1.34
7	1.00	0.73 - 1.00	1.10 - 1.50	1.60 - 2.20
8	1.00	1.20 - 1.60	1.80 - 2.40	2.60 - 3.50
8	1.25	1.10 - 1.50	1.60 - 2.20	2.30 - 3.20
10	1.00	2.40 - 3.30	3.60 - 4.90	5.30 - 7.20
10	1.25	2.30 - 3.10	3.40 - 4.70	5.00 - 6.80
10	1.50	2.10 - 2.90	3.20 - 4.40	4.70 - 6.50
12	1.25	4.10 - 5.60	6.10 - 8.40	9.00 - 12.30
12	1.50	3.90 - 5.20	5.90 - 8.00	8.60 - 11.70
12	1.75	3.60 - 5.00	5.50 - 7.60	8.10 - 11.10
14	1.50	6.50 - 8.80	9.70 - 13.20	14.20 - 19.40
14	2.00	5.90 - 8.00	8.90 - 12.10	13.10 - 17.80
16	1.50	9.90 - 13.50	14.90 - 20.30	21.90 - 29.80
16	2.00	9.10 - 12.50	13.80 - 18.90	20.40 - 27.80
18	1.50	14.40 - 19.80	21.80 - 29.70	32.00 - 43.60
18	2.50	12.60 - 17.40	19.10 - 26.10	28.10 - 38.40
20	1.50	20.10 - 27.50	30.40 - 41.40	44.60 - 60.90
20	2.50	18.00 - 24.50	27.10 - 37.00	39.90 - 54.40
22	1.50	27.40 - 37.30	41.20 - 56.20	60.50 - 82.60
22	2.50	24.80 - 33.80	37.30 - 50.90	54.80 - 74.80
24	2.00	34.00 - 46.40	51.30 - 70.00	75.30 - 102.70
24	3.00	31.00 - 42.20	46.70 - 63.70	68.60 - 93.60
27	3.00	45.90 - 62.60	69.20 - 94.40	101.70 - 138.60

HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES:

Nombres: Omar Santiago

Apellidos: Flores Gómez

Fecha de Nacimiento: 04/06/1987

Edad: 23 Años

Cédula de Identidad: 171748062-6

Cédula Militar: 198717030663

Dirección: Yaruqui, Barrio Oyambarillo Av. Quito y calle 6 de Diciembre.

Teléfono: (02) 2150-254 / (02) 2150-157

Celular: 087869687

E-mail: flowcyto04@hotmail.com / flowcyto04@gmail.com



EDUCACIÓN PRIMARIA

- Unidad Educativa del Ejercito “Abdón Calderón”

EDUCACIÓN SECUNDARIA

- Colegio Militar “Eloy Alfaro”
Bachiller en Ciencias (1999-2005)

EDUCACIÓN SUPERIOR

- Escuela Politécnica del Ejercito ESPE
Primer año de Educación (2005-2006)
- Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico ITSA
Tecnólogo Egresado en Mecánica Aeronáutica Mención Motores

CURSOS REALIZADOS

- Dirección de Movilización de C.C. de las F.F. A.A.
Subteniente de Reserva (Exento Instruido)
- Instituto de Lenguas ITSA
Suficiencia en el idioma Inglés

- Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico
III Curso de Ciencia y Tecnología
- Centro de Educación Continua
Idioma ingles

PRÁCTICAS

- Fuerza Aérea Ecuatoriana Ala de Transporte N°11 Sección de Mantenimiento.
Sección de Mantenimiento Escuadrón C-130, periodo 25 Ago. - 26 Sep. de 2008.
- Fundación Amazónica “Alas de Esperanza” (Wings of Hope)
Mantenimiento de Avionetas Cessna 182E, periodo 02 Mar. - 03 Abr. de 2009.
- Aeromaster Airways S.A.
Departamento de Mantenimiento Mecánico Bell Helicopter, periodo 24 Ago. - 25 Sep. 2009.
Actualmente en el taller de Mantenimiento de los Helicópteros Bell 206 A/B y 212.
Tareas realizadas: Taller de Overhaul – Partículas Magnéticas y Líquidos Penetrantes.
Inspección de Mantenimiento 600 Hrs. Bell 212 HC- CIX
Actualización de Documentación Aeronáutica.

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

**DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN SE RESPONSABILIZA
EL AUTOR**

Omar Santiago Flores Gómez

DIRECTOR DE LA CARRERA DE MECÁNICA

Ing. Guillermo Trujillo

Latacunga, 10/02/2011

CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Yo, OMAR SANTIAGO FLORES GÓMEZ, Egresado de la carrera de Mecánica Aeronáutica mención Motores, en el año 2010, con Cédula de Ciudadanía N° 1717480626, autor del Trabajo de Graduación implementación de los sistemas de ignición, arranque, potencia, lubricación y combustible para el banco de pruebas de un motor recíproco del avión Volksplane para el ITSA, cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico. Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

Omar Santiago Flores Gómez

Latacunga, 10/02/2011