



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES

TEMA: “REHABILITACIÓN DEL TRACKMAN DE LAS AERONAVES
FAIRCHILD F27J Y HAWKER SIDDELEY 125-400 PERTENECIENTE A LA
UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS DE LA UNIVERSIDAD DE LAS
FUERZAS ARMADAS- ESPE”

AUTOR: PERALTA CEVALLOS ALEX PATRICIO

DIRECTOR: TLGO. ARÉVALO RODRÍGUEZ ESTEBAN ANDRÉS

LATACUNGA

2019



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES
CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación “**REHABILITACIÓN DEL TRACKMAN DE LAS AERONAVES FAIRCHILD F27J Y HAWKER SIDDELEY 125-400 PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS- ESPE**”, realizado por el señor **PERALTA CEVALLOS ALEX PATRICIO**, fue revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar al señor **PERALTA CEVALLOS ALEX PATRICIO** para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 08 de Febrero del 2019

TLGO. ARÉVALO RODRÍGUEZ ESTEBAN ANDRÉS
DIRECTOR DE PROYECTO



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **PERALTA CEVALLOS ALEX PATRICIO**, con cédula de identidad N° 1722124193, declaro que este trabajo de **“REHABILITACIÓN DEL TRACKMAN DE LAS AERONAVES FAIRCHILD F27J Y HAWKER SIDDELEY 125-400 PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE”**, realizado por el señor **PERALTA CEVALLOS ALEX PATRICIO** ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

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

Latacunga, 08 de Febrero del 2019

PERALTA CEVALLOS ALEX PATRICIO
C.C. 1722124193



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AEROESPACIALES

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES

AUTORIZACIÓN

Yo, **PERALTA CEVALLOS ALEX PATRICIO**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución la presente trabajo de titulación “**REHABILITACIÓN DEL TRACKMAN DE LAS AERONAVES FAIRCHILD F27J Y HAWKER SIDDELEY 125-400 PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS- ESPE**”, realizado por el señor **PERALTA CEVALLOS ALEX PATRICIO** cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Latacunga, 08 de Febrero del 2019

PERALTA CEVALLOS ALEX PATRICIO
C.C. 1722124193

DEDICATORIA

El presente proyecto de Tesis va primero a Dios ya que él es un pilar fundamental a lo largo de mi vida académica y personal y sin el esta meta tan anhelada no se podría realizar.

A mis padres quienes son el pilar fundamental en mi vida ya que con su amor comprensión y cariño supieron guiar mis pasos para alcanzar cada meta propuesta en mi vida.

A mis hermanos que sin la ayuda, consejos y amor ha sabia guiar mis pasos a lo largo de mi vida y así poder cumplir la meta profesional trazada.

A mi hijo y esposa ya que son su amor, cariño me han dado las fuerzas necesarias para seguir adelante y cumplir esta meta tan anhelada en mi vida y que a pesar de los problemas uno nunca debe darse por vencido sino luchar por lo que uno quiere.

A mi sobrina valentina que con su cariño y amor que me brinda me ha demostrado que la vida está llena de adversidades pero al final si luchamos duro podemos cumplir nuestros sueños.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes en cada momento de mi vida ya sea bueno o malo ellos siempre me han brindado su apoyo y cariño.

Mi profundo agradecimiento a todas las autoridades y personal que hacen la Unidad De Gestión de Tecnologías, por confiar en mí, abrirme las puertas y permitirme realizar todo el proceso de preparación académica dentro del establecimiento.

De igual manera mis agradecimientos a la Facultad de Mecánica Aeronáutica, a mis Docentes, quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada una de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento al Tlg. Andrés Arévalo, principal colaborador durante todo este proceso investigativo, quien con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo del presente proyecto de Tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	III
AUTORIZACIÓN	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO	VI
ÍNDICE DE CONTENIDO	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
RESUMEN	XIV
ABSTRACT	XV

CAPÍTULO I

EL TEMA

1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Planteamiento del problema.	2
1.3. Justificación.	3
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivo específico.	4
1.5. Alcance.	4

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Aviación.....	5
2.1.1. Reseña	5
2.2. Regulaciones RDAC	8
2.2.1. RDAC Parte 147	9
2.3. Servicio Handling.....	9
2.3.1. Servicios de pasajeros	10
2.3.2. Servicios de rampa.	10
2.3.3. Servicios de carga y correo	11
2.3.4. Servicios de control de carga, comunicaciones y operación de vuelo.....	12
2.3.5. Servicios de operación de vuelo	13
2.4. Equipos de soporte en Tierra.....	13
2.4.1. Carro potable.....	13

2.4.2.	Dollies	14
2.4.3.	Banda transportadora.....	15
2.4.4.	Dorty cargador	15
2.4.5.	Carro portaequipaje	16
2.4.6.	Remolque "Pushback".....	16
2.4.7.	Tipos de remolques "Pushback" diferencias e innovaciones ...	21
2.5.	Partes de un remolque	26
2.5.1.	Motor	26
2.5.2.	Controles	27
2.5.3.	Transmisión.....	27
2.5.4.	Diferencial.....	27
2.5.5.	Ruedas	27
2.5.6.	Canasta de transporte / barra de tiro.....	28
2.5.7.	Motores recíprocos.....	28
2.6.	Tipos de Motores	29
2.6.1.	Clasificación de los motores por la posición del cilindro.	31
2.6.2.	Motores de cilindros en línea.....	32
2.6.3.	Motores de cilindros horizontales y opuestos.	33
2.6.4.	Motor rotativo.	34
2.6.5.	Motores radiales.....	35
2.6.6.	Motores en V.....	36
2.7.	Ciclo termodinámico.....	37
2.7.1.	Primer tiempo o admisión.	37
2.7.2.	Segundo tiempo o compresión.....	37
2.7.3.	Tercer tiempo o explosión/expansión.....	38
2.7.4.	Cuarto tiempo o escape.....	38
2.8.	El Ciclo de Otto.	38
2.9.	Motor de dos tiempos.....	39
2.10.	Motor de cuatro tiempos.	40
2.11.	Partes de un Motor Recíproco	41
2.11.1.	Cilindro.....	41
2.11.2.	Émbolo o pistón	42
2.11.3.	Biela.....	42

2.11.4. Cámara de combustión.....	43
2.11.5. Cigüeñal.....	44
2.11.6. Segmentos o anillos	44
2.11.7. Válvulas de escape	45
2.11.8. Válvulas de admisión.....	46
2.11.9. Balancín	47
2.11.10. Control de válvulas y balancín	47
2.11.11. Carburador	48
2.11.12. Bujía	49
2.11.13. Varillas de empuje	50
2.11.14. Buzos Hidráulicos.....	50
2.11.15. Árbol de leva	51
2.11.16. Cáster	51

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1. Preliminares.....	52
3.2. Situación actual del remolque.	52
3.3. Desmontaje de componentes.	53
3.3.1. Batería y cableado eléctrico	53
3.3.2. Motor.	54
3.4. Fases de mantenimiento del motor.	54
3.4.1. Limpieza y desmontaje de los componentes del motor.	55
3.4.2. Desmontaje de la caja de cambios.	57
3.4.3. Sistema de encendido.	58
3.4.4. Arranque del motor.	59
3.4.5. Carburador.....	59
3.4.6. Transmisión.....	60
3.4.7. Neumáticos.....	62
3.5. Decapado y Pintura.....	63
3.6. Montaje de los componentes.	65
3.7. Pruebas Operacionales.	67
3.7.1. Manual de uso, mantenimiento y hojas de registro	69

CAPÍTULO IV**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

4.1. Conclusiones.....	76
4.2. Recomendaciones.	77
GLOSARIO.....	78
ABREVIATURAS	79
BIBLIOGRAFÍA.....	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Aeronave Beechcraft Musketeer.	8
Figura 2 Servicio Handling.....	10
Figura 3: Servicio de Rampa.....	11
Figura 4 Servicio de Carga y correo.....	12
Figura 5 Servicios de Control.	12
Figura 6 Servicios de Operación de Vuelo.	13
Figura 7 Equipos de soporte en tierra.	14
Figura 8 Dollies.	14
Figura 9 Banda Transportadora.	15
Figura 10 Aeroexpo.online.....	15
Figura 11 Carro portaequipaje.....	16
Figura 12 Remolque.....	17
Figura 13 Barra de Remolque.....	23
Figura 14 Pushback con barra convencional.....	24
Figura 15 Remolque sin barra.	25
Figura 16 Remolque eléctrico.....	26
Figura 17 Principio de reciprocidad de los motores recíprocos.	30
Figura 18 Tipo de motor según la ubicación del cilindro.....	31
Figura 19 Diagrama de un motor en línea.....	31
Figura 20 Bloque de un motor en línea.....	32
Figura 21 Motor de tipo horizontal y opuesto	33
Figura 22 Continental IO360.	34
Figura 23 Diagrama de dos tiempos del motor rotativo.	34
Figura 24 Sección de un motor radial.....	35
Figura 25 Motor radial 18cilindros opuestos.....	36
Figura 26 Ciclos de un motor 4 tiempos.....	37
Figura 27 Ejemplo del ciclo diésel.....	39
Figura 28 Ciclo termodinámico de dos tiempos.	40
Figura 29 Motor con 4 tiempos.....	40
Figura 30 Cilindro del Motor.	41
Figura 31 Pistón del Motor.....	42

Figura 32 Biela del Motor	43
Figura 33 cámara de combustión del motor.....	43
Figura 34 Cigüeñal.....	44
Figura 35 Segmentos o anillos	45
Figura 36 Válvulas	46
Figura 37 Válvulas de Admisión	46
Figura 38 Balancín	47
Figura 39 Control de válvulas y balancín	48
Figura 40 carburador	49
Figura 41 bujía	49
Figura 42 varilla de empuje.....	50
Figura 43 Buzos hidráulicos	50
Figura 44 Árbol de levas.	51
Figura 45 Carter	51
Figura 46: Trackman inicialmente	52
Figura 47 Desmontaje de la batería.....	53
Figura 48 Fases de mantenimiento del motor.....	54
Figura 49 Trackman Inspección visual	55
Figura 50 Equipos de Protección Personal	56
Figura 51 Caja de cambios en mal estado.....	57
Figura 52 Cambio de aceite caja de cambios	57
Figura 53 Cambio de platino	58
Figura 54 Cambio de bujías y arneses.....	58
Figura 55 Motor de arranque	59
Figura 56 Carburador	60
Figura 57 Volante de Inercia en mal estado	61
Figura 58 Conjunto del Volante de inercia y el convertidor de la caja de cambios.....	61
Figura 59 Neumáticos Posteriores	62
Figura 60 Neumáticos delanteras en mal estado	62
Figura 61 Neumáticos delanteras nuevas	63
Figura 62 Aplicación de Removedor	64
Figura 63 Preparación para pintura.....	64

	xiii
Figura 64 Proceso de Pintura	65
Figura 65 Componentes Instalados en el Remolque	66
Figura 66 Instalación del Sistema Eléctrico	66
Figura 67 Conjunto del Motor del Remolque.....	67
Figura 68 Conexión de Batería	68

RESUMEN

Un Trackman es un vehículo utilizado para el Pushback de las aeronaves, el cual es un procedimiento de traslado de las aeronaves de acuerdo al requerimiento de cada empresa o aeropuerto donde se realizan las operaciones. La rehabilitación del Remolque empezó desde la inspección realizada a su motor haciendo un desmontaje y montaje de los componentes internos y externos en mal estado, los cuales fueron reemplazados y realizados un mantenimiento minucioso para que su funcionamiento sea el óptimo y cubra todos los requerimientos necesarios de acuerdo a las especificaciones de los fabricantes, dichos motores son fabricados para un funcionamiento de varios años aplicando inspecciones y mantenimientos apropiados. En el sistema eléctrico se realizó un reemplazo de elementos y componentes para que este provea el correcto funcionamiento requerimiento por todo Remolque y así el mismo brinde el servicio adecuado, al igual que las luces de indicación utilizadas para una advertencia visual tanto en el día como en la noche las cuales fueron sustituidas para brindar la información de operación y funcionamiento del mismo. La parte estructural recibió su tratamiento adecuado de lijado y recubrimiento con fondo y pintura de color negro y amarillo para su conservación y preservación al pasar los años.

PALABRAS CLAVES:

- MOTOR
- MANTENIMIENTO
- INSPECCIÓN
- REEMPLAZO
- PUSH BACK

ABSTRACT

A Trackman is a vehicle used for the Pushback of aircraft, which is a procedure for transferring aircraft according to the requirements of each company or airport, where the operations are carried out. The Trailer rehabilitation began from the inspection made to its engine by dismantling and assembling the internal and external components in poor condition, which were replaced and performed thorough maintenance, so that its operation is optimal and covers all the necessary requirements according to the specifications of the manufacturers, those engines are manufactured for a multi-year operation applying appropriate inspections and maintenance. In the electrical system a replacement of elements and components was made so that it provides the correct operation requirement for all Trailer and thus the same provide the adequate service, as well as the indication lights, used for a visual warning both in the day and in the night which were replaced to provide the operation and operation information of the same. The structural part received its adequate treatment of sanding and coating with bottom and black and yellow paint for its conservation and preservation over the years.

KEYWORDS:

- ENGINE
- MAINTENANCE
- INSPECTION
- REPLACEMENT
- PUSH BACK

CHECKED BY:
Lic. Cecibel Benavides
ENGLISH TEACHER UGT

CAPÍTULO I

EL TEMA

“REHABILITACIÓN DEL TRACKMAN DE LAS AERONAVES FAIRCHILD F27J Y HAWKER SIDDELEY 125-400 PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS- ESPE”

1.1. Antecedentes.

La Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE, mediante acuerdo Ministerial N° 3237, reconocido por el CONESUP mediante registro N° 05-003 y aprobación del Honorable Consejo De la Universidad de las Fuerzas Armadas creó el 13 de Enero del 2014, la extensión Universitaria conocida como Unidad de Gestión de Tecnologías certificada bajo la RDAC 147 como Centro de Instrucción Aeronáutica Civil única en el Ecuador, la cual se encuentra ubicada geográficamente al sur de la Ciudad de Latacunga.

La Unidad de Gestión de Tecnologías Brinda a la sociedad Ecuatoriana diversas carreras, entre las cuales figura la Carrera de Mecánica Aeronáutica, la cual es la encargada de Formar técnico de mantenimiento aeronáutico con todas las destrezas y conocimientos necesarios para poder mantener el funcionamiento de las Aeronaves en condiciones aeronavegables, y poder desempeñar distintas categorías laborales como: Jefes de Mantenimiento, ayudantes técnicos, Jefes de Hangar, entre otras.

La institución para fortalecer los conocimiento impartidos en sus aulas, cuenta con 3 aeronaves escuela: la aeronave Fairchild F27J y Hawker Siddeley 125-400, en los cuales los estudiantes pueden desarrollar destrezas y aplicar de forma práctica la teoría impartida por los Docentes.

Además para las operaciones de push-back cuenta con el TRACKMAN proveniente de los Estados Unidos de Norte América, el cual cumple su función para ambas aeronaves, evitando el esfuerzo excesivo e innecesario por parte del personal docente y estudiantes. Debido al tiempo de operación del mismo se encuentra fuera de servicio obligando a trasladar las aeronaves de forma manual.

1.2. Planteamiento del problema.

La Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE en su extensión Unidad de Gestión de Tecnologías al ofrecer a la sociedad ecuatoriana las carreras aeronáuticas debe contar con laboratorios y aeronaves escuela, diversas para fortalecer sus enseñanzas de forma práctica, por lo cual día tras día se busca mejorar el mobiliario de manera continua y así satisfacer las necesidades del campo aeronáutica bajo las estrictas normas de la Aviación civil del Ecuador.

Las Aeronaves escuela de la Institución dan la facilidad para que los estudiantes obtengan sus destrezas, familiaridad y vayan identificando los instrumentos que cada aeronave cuenta acorde a su diseño del fabricante y modelo específicamente así como sus sistemas motopropulsores y demás asociados.

El Remolque Trackman con el que cuenta la Unidad de Gestión de Tecnologías – ESPE, se encuentra inoperativo y en estado de deterioro, debido a un incorrecto procedimiento de almacenaje, por lo que se requiere la rehabilitación del mismo ya que debido a su actual condición obliga a que el traslado de las aeronaves pertenecientes a la Institución se lo realice de forma manual con la ayuda de todo el personal de docentes y estudiantes y que debido a este esfuerzo se expone al este personal a una serie de lesiones cuyo origen se puede atribuir a esta actividad no convencional.

Debido a esta actividad extra y que demanda mucho más tiempo del previsto al momento de trasladar las aeronaves se produce en retraso en la actividad que se desea realizar con los estudiantes lo cual genera molestias y pérdida de tiempo al momento de impartir clases por parte de los docentes. Al empujar las aeronaves de puntos que no son los adecuados se genera estrés en los diferentes componentes que forman parte de las aeronaves.

1.3. Justificación.

Al llevar a cabo este proyecto técnico se presentarán varios beneficios dentro de los cuales se encuentran, una mayor optimización del tiempo al realizar las tareas de una manera más rápida y con el equipo adecuado para su cumplimiento. Junto a estos beneficios el personal que labora dentro de la institución también se ve involucrado ya que gracias a la presencia del push-back se ve disminuido el exceso del esfuerzo físico, suprimiendo de igual manera la posible presencia de alguna dolencia provocada por la naturaleza de la tarea.

Llevar a cabo este proyecto técnico se ve posible ya que se cuenta con los recursos económicos necesarios para la adquisición de componentes y repuestos requeridos para rehabilitar el remolque Trackman de las aeronaves, además se cuenta con los conocimientos indispensables en el ámbito de Mecánica y motores con los cuales se hace posible cumplir con los objetivos propuestos en este proyecto, otro punto son los profesionales dispuestos a dar el apoyo esencial sirviendo como guías para la culminación exitosa del mismo.

1.4. Objetivos.

1.4.1. Objetivo general.

“Rehabilitación del Remolque Trackman de las Aeronaves Fairchild F27J y Hawker Siddeley 125-400 Perteneciente a la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE”

1.4.2. Objetivo específico.

- Realizar un estudio de la condición del push-back trackman para el traslado de las aeronaves con la finalidad de establecer su condición actual
- Desarrollar una inspección, mantenimiento y reparación sobre el Motor del Trackman, el cual es el que brinda la potencia necesaria para realizar el Pushback de las aeronaves.
- Llevar a cabo las tareas de mantenimiento necesarias para con ello, lograr un óptimo funcionamiento del push-back
- Dar cumplimiento con las pruebas operacionales requeridas.

1.5. Alcance.

El presente proyecto permite generar un análisis profundo, en un ambiente laboral cotidiano, de las causas y posibles soluciones que rodean la rehabilitación de equipos y componentes, por lo que genera un diagnóstico del estado actual de dichos elementos.

Adicional a ello, se considera que es viable debido a que la institución está brindando toda las facilidades para dar cumplimiento a este proyecto propuesto, lo que permite obtener resultados más apropiados.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Aviación

2.1.1. Reseña

Término aplicado a la ciencia y práctica del vuelo de las aeronaves más pesadas que el aire, incluyendo aeronaves, planeadores, helicópteros, autogiros y aviones (despegue y aterrizaje vertical). Se distingue de los aparatos más ligeros que el aire entre los que se incluye los globos libre y los dirigibles. Según de (Eleviators, 2016) la aviación se agrupa en tres categorías aviación militar, comercial y general, la aviación militar incluye todos los vuelos realizados por las fuerzas aéreas: estratégicos, tácticos y logísticos.

La aviación comercial engloba la operación de líneas aéreas regulares y chárter. La aviación general comprende todas las otras formas de vuelo: deportivo, privado, publicitario, ejecutivo, de enseñanza y de fumigación.

El primer vuelo con éxito fue precedido de siglos de sueños, estudio, especulación y experimentación. Existían viejas leyendas con numerosas referencias a la posibilidad de movimiento a través del aire. Ciertos sabios antiguos creían que para volar sería necesario imitar el movimiento de las alas de los pájaros o el empleo de un medio como el humo u otro más ligero que el aire. Hacia el siglo V de nuestra era se diseñó el primer aparato volador: la cometa o papalote. En el siglo XIII el monje inglés Roger Bacon, tras años de estudio, llegó a la conclusión de que el aire podría soportar un ingenio de la misma manera que el agua soporta un barco.

A comienzos del siglo XVI Leonardo da Vinci analizó el vuelo de los pájaros y anticipó varios diseños que después resultaron realizables. Entre sus importantes contribuciones al desarrollo de la aviación se encuentra el tornillo aéreo o hélice y el paracaídas. Concibió tres tipos diferentes de ingenios más pesados que el aire: el ornitóptero, máquina con alas como las de un pájaro que se podían mover mecánicamente; el helicóptero diseñado para elevarse mediante el giro de un rotor situado en el eje vertical, y el planeador en el que el piloto se sujetaba a una estructura rígida a la que iban fijadas las alas diseñadas a imagen de las grandes aves.

Leonardo creía que la fuerza muscular del hombre podría permitir el vuelo de sus diseños. La experiencia demostró que eso no era posible. Fue una figura muy importante porque aplicó por primera vez técnicas científicas para desarrollar sus ideas.

El ingeniero aeronáutico e inventor británico George Cayley, teórico futurista, comprobó sus ideas experimentando con cometas y planeadores capaces de transportar un ser humano. Diseñó un aparato en forma de helicóptero, pero propulsado por una hélice en el eje horizontal. Sus méritos le llevaron a ser conocido por sus compatriotas como el padre de la aviación.

El científico británico Francis Herbert Wenham utilizó en sus estudios el túnel aerodinámico, sirviéndose del flujo del viento forzado en su interior para analizar el uso y comportamiento de varias alas colocadas una encima de otra. Fue además miembro fundador de la Real Sociedad Aeronáutica de Gran Bretaña. Otros personajes interesantes del mundo aeronáutico de la época fueron el inventor británico John Stringfellow y William Samuel Henson, quienes colaboraron a principios de la década de 1840, para fabricar el prototipo de un avión que pudiera transportar pasajeros.

El aparato desarrollado por Stringfellow en 1848 iba propulsado por un motor de vapor y arrastrado por un cable, y consiguió despegar, aunque no pudo elevarse. El inventor francés Alphonse Penaud fabricó un modelo que se lanzaba con la mano e iba propulsado por bandas de goma retorcidas previamente, y consiguió en el año 1871 que volase unos 35 metros.

Otro inventor francés, Victor Tatin, diseñó un ingenio propulsado por aire comprimido y equipado con un rudimentario tren de aterrizaje de cuatro ruedas. Lo sujetó a un poste central y las dos hélices consiguieron elevar el aparato en vuelos cortos y de baja altura.

El astrónomo estadounidense Samuel Pierpont Langley fabricó en 1896 un monoplano en tándem impulsado por un motor de vapor cuyas alas tenían una envergadura de 4,6 m. El aeroplano hizo varios vuelos, recorriendo entre 900 y 1.200 m de distancia durante un minuto y medio. Subía en grandes círculos; luego, al pararse el motor, descendía lentamente para posarse en las aguas del río Potomac.

Se hicieron numerosos esfuerzos para imitar el vuelo de las aves con experimentos basados en paletas o alas movidas por los músculos humanos, pero nadie lo logró. Merecen citarse el austriaco Jacob Degen entre 1806 y 1813, el belga Vincent DeGroof, que se estrelló y murió en 1874, y el estadounidense R. J. Spaulding, que patentó su idea del vuelo empujado por músculos en 1889. Más éxito tuvieron quienes se dedicaron al estudio de los planeadores y contribuyeron al diseño de las alas, como el francés Jean Marie Le Bris, quien probó un planeador con las alas batientes, el estadounidense John Joseph Montgomery y el renombrado alemán Otto Lilienthal.

Este último realizó sus experimentos con cometas y ornitópteros, pero los mayores éxitos los obtuvo con sus vuelos en planeador entre 1894 y 1896. Por desgracia, murió en 1896 al perder el control de su aparato y estrellarse contra el suelo desde 20 m de altura. Percy S. Pilcher, de Escocia, que también había obtenido grandes éxitos con su planeador, tuvo asimismo un accidente mortal en 1899. El ingeniero estadounidense Octave Chanute consiguió en 1896 pequeños logros con sus planeadores de alas múltiples, pero su contribución más notable a la aviación fue un libro escrito en 1894 sobre los avances aeronáuticos.

Los numerosos experimentos realizados con cometas durante esta época, consiguieron mejorar de forma notable los conocimientos sobre aerodinámica y estabilidad de vuelo. El inventor estadounidense James Means publicó sus resultados en los Aeronautical Annuals (Anuarios aeronáuticos) de 1895, 1896 y 1897. Lawrence Hargrave inventó en 1893 la cometa en forma de caja y Alexander Graham Bell desarrolló entre 1895 y 1910 diversas cometas en forma de tetraedro capaces de transportar a un ser humano en un pequeño alojamiento.

Entre 1890 y 1901 se realizaron numerosos experimentos con prototipos provistos de motor. El más importante fue el de Langley, un aeroplano a un cuarto de escala de su tamaño real, que probó e hizo volar sin piloto en 1901 y 1903. Le llamó Aerodrome y fue la primera aeronave más pesada que el aire provista de un motor de gasolina que consiguió volar. El modelo a escala real se terminó en 1903 y realizó dos pruebas que acabaron en desgraciados accidentes. El aviador alemán Karl Jatho intentó en 1903, también sin éxito, volar un modelo motorizado de tamaño real.



Figura 1 Aeronave Beechcraft
Fuente: (Victor Aviation, 2016)

2.2. Regulaciones RDAC

Con el pasar de los años durante los avances de la aviación es necesario un órgano de control que establezca normas, estatutos y reglamentos, priorizando la seguridad de las operaciones, cada país cuenta con su propio ente regulador, en el caso de Ecuador es la Dirección General de Aviación Civil (DGAC).

2.2.1. RDAC Parte 147

Literal 147.205

Requisitos de equipamiento, material y ayudas de instrucción

(5) Contar con todas las herramientas y equipos necesarios en condición satisfactoria para impartir la formación adecuada.

(e) El titular de un CCIAC deberá mantener el equipamiento y el material de instrucción en condiciones iguales a las requeridas inicialmente para la emisión del certificado y las habilitaciones que posee.

Apéndice 4: Estructura y contenido mínimo del Manual de Instrucción y Procedimientos .

2.3. Servicio Handling

“Handling” es una palabra inglesa que significa “manejo”. El sector de la aviación la ha incorporado a su vocabulario para definir la asistencia que se realiza en los aeropuertos a:

- pasajeros
- equipaje
- carga y correo
- tripulaciones
- aviones
- vuelos

Como se describe en un artículo de (Pasión, 2016)



Figura 2 Servicio Handling.
Fuente: (Victor Aviation, 2016)

2.3.1. Servicios de pasajeros

Aceptación y orientación de los pasajeros de entrada a las áreas de reclamo de equipaje y salida de la terminal, los procesos de pérdida, daño y transferencia de equipaje de los pasajeros que llegan (si corresponde). Aceptación de pasajeros salientes para procesos de vuelo y equipaje, la aceptación segura de los pasajeros salientes a la aeronave, los VIP entrantes y salientes, los niños no acompañados y los servicios de atención especial a los pasajeros, personal especialmente capacitado para pasajeros con discapacidad.

2.3.2. Servicios de rampa.

Conocer y organizar el avión, descarga y carga del avión, suministro de equipo suministro de servicios de Unidad de Potencia Terrestre, Unidad de Condición del Aire y Tractor de empuje de aeronave, limpieza interior, prestación de servicios de aseo y agua a la aeronave, descongelación de aeronaves en condiciones climáticas adversas y adopción de medidas anticongelantes.

Transporte de pasajeros y tripulación entre las terminales de aeronaves y pasajeros, almacenamiento de paletas, contenedores y otros dispositivos de carga unitaria.



Figura 3: Servicio de Rampa
Fuente: (Victor Aviation, 2016)

2.3.3. Servicios de carga y correo

Aceptación de documentos de carga y correo de exportación, control físico y preparación de carga y correo de exportación, monitoreo de carga y correo para una adecuada carga a la aeronave, transacciones personalizadas de carga de exportación, transferencia de la carga entrante al almacén de importación y los correos entrantes a los servicios postales turcos (PTT), detección de interrupción de la carga y el correo importados, si corresponde, y adopción de las medidas necesarias, finalización del despacho de aduana de la carga importada y preparación de la entrega a los destinatarios, notificación de destinatarios transferir servicios de carga



Figura 4 Servicio de Carga y correo.
Fuente: (Victor Aviation, 2016)

2.3.4. Servicios de control de carga, comunicaciones y operación de vuelo

Servicios de Control de Carga y Comunicaciones, coordinación de unidades de servicio de aeronaves, preparación y distribución de documentos de vuelo (declaración en aduana, instrucciones de carga, hoja de carga, manifiesto, previsión meteorológica, plan de vuelo, etc.), cálculos de control de carga, peso y balance, transmisión y recepción de todos los mensajes operacionales, notificación de todas las unidades relacionadas, comunicación y coordinación entre aeronaves y servicios terrestres.



Figura 5 Servicios de Control.
Fuente: (Victor Aviation, 2016)

2.3.5. Servicios de operación de vuelo

Permiso de vuelo y aplicaciones de remolque en aeropuertos
preparación y distribución del plan de vuelo a la tripulación de cabina,
coordinación con empresas de catering de combustible y aviones, preparación
de pronósticos del tiempo e información y distribución de navegación para la
tripulación de cabina.

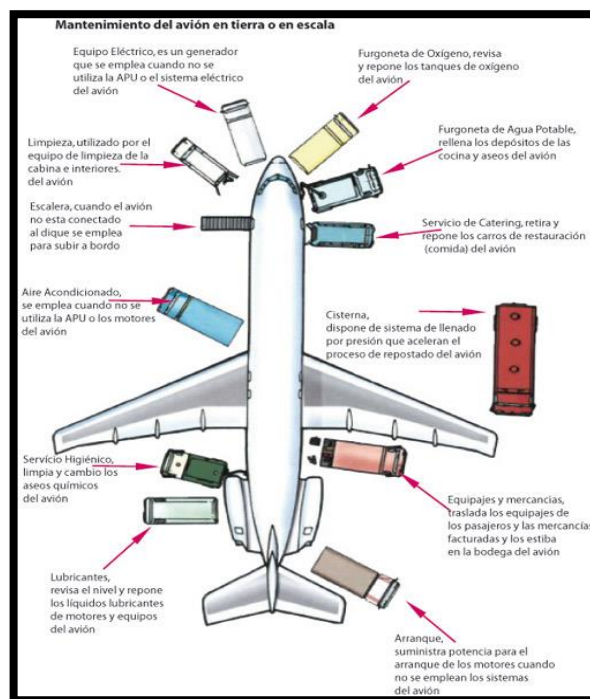


Figura 6 Servicios de Operación de Vuelo.
Fuente: (Victor Aviation, 2016)

2.4. Equipos de soporte en Tierra

2.4.1. Carro potable

Es el encargado de suministrar agua potable a las aeronaves. Es necesario hacer un procedimiento adecuado para el manejo de este vehículo.



Figura 7 Equipos de soporte en tierra.
Fuente: (Victor Aviation, 2016)

- Este equipo debe estacionar acercándose en reversa hacia la aeronave.
- Debe realizar sus tres paradas reglamentarias.
- Verificar que siempre se encuentre un hombre guía.
- Colocar los frenos de parqueo.

2.4.2. Dollies

Sirve para impulsar y ayudar a deslizar, trasladar contenedores. Facilita los movimientos, tiene seguros para cada contenedor y seguros adaptados.



Figura 8 Dollies.
Fuente: (Victor Aviation, 2016)

2.4.3. Banda transportadora

Permite cargar y descargar el equipaje de las aeronaves.



Figura 9 Banda Transportadora.
Fuente: (Victor Aviation, 2016)

2.4.4. Dorry cargador

Sirve para la elevación y transferencia de carga se posiciona a la altura de la aeronave donde van las bodegas de carga, funciona por los mecanismos hidráulicos en forma ligera así mismo en la plataforma existen unos rodillos que facilitan el movimiento de la carga.



Figura 10 Aeroexpo.online.
Fuente: (Victor Aviation, 2016)

2.4.5. Carro portaequipaje

Sirve para cargar el equipaje o correo que se va a descargar a la aeronave, se asegura con malla, tiene una palanca de freno y los porta equipajes siempre deben tener el nombre del operador.



Figura 11 Carro portaequipaje.
Fuente: (Victor Aviation, 2016)

2.4.6. Remolque "Pushback"

El tractor de Push Back es utilizado cuando no hay suficiente espacio para que una aeronave pueda dar la vuelta por sus propios medios. En la práctica, el retroceso de las aeronaves se lleva a cabo por estos equipos especiales que son conectados al del tren delantero a través de una barra (TOWBAR) o un tractor que, utilizando un mecanismo de elevación, se conecta directamente a la pata de morro de la aeronave (TOWBARLESS), en un procedimiento normal llamado PUSHBACK.

En la mayoría de los casos, durante esta maniobra de retroceso, la Tripulación Técnica inicia la puesta en marcha (START UP) de los motores con la ayuda desde el exterior de la figura del Coordinador.



Figura 12 Remolque.
Fuente: (Victor Aviation, 2016)

2.4.6.1. Descripción del "Push Back"

Retroceso significa el movimiento de una aeronave desde un puesto de estacionamiento en punta usando la potencia de un vehículo terrestre especializado conectado o soportando el tren de aterrizaje de morro. Comúnmente es la segunda parte de un procedimiento de 'Taxi In Push Out' (TIPO) en las puertas de la terminal del aeropuerto y será necesario partir de todos los puestos de estacionamiento, salvo que el tipo de avión sea capaz de devolverlo y los procedimientos locales lo permitan.

Ocasionalmente, un retroceso puede ser seguido por un avance de los motores hacia una posición donde los procedimientos locales permiten que la aeronave avance por su propia potencia, pero generalmente, la desconexión del vehículo terrestre ocurrirá después de completar un retroceso.

2.4.6.2. El procedimiento del "Push Back"

Una vez que el comandante de la aeronave (u otra persona a cargo en la cubierta de vuelo si la aeronave no está en servicio) ha confirmado "frenos liberados" a la persona a cargo de la tripulación de tierra que debe llevar a cabo el retroceso.

La tripulación pasa a ser temporalmente responsable de la maniobra segura de la aeronave de acuerdo con los procedimientos estándar promulgados o según lo acordado específicamente de antemano.

Usualmente, pero no siempre, esto será obtenido por el comandante de la aeronave u otra persona a cargo en la cubierta de vuelo. Anteriormente, casi todos los tipos de aeronaves requerían que el pasador de bloqueo de tierra se instalara en el tren de aterrizaje delantero durante cualquier retroceso; sin embargo, esto ya no es siempre el caso. Si se instala un pasador de bloqueo a tierra para el retroceso, deberá retirarse después de la finalización de la maniobra del vehículo terrestre si la aeronave ha sido empujada hacia atrás antes del vuelo previsto.

El método "tradicional" de permitir que el vehículo de tierra mueva una aeronave es sujetarlo al tren de aterrizaje de morro de la aeronave por medio de una barra de remolque. Deben estar aprobados para su uso con un tipo de aeronave particular y claramente identificados como tales, ya que no existe una especificación universal para la barra de remolque.

El mismo accesorio de barra de remolque y el vehículo de tierra también se pueden usar para remolque de aeronaves en la dirección de avance. Un método alternativo que se está volviendo más común para el retroceso es el uso de un vehículo especializado llamado "remolcador sin barra de remolque".

Esto coloca dos 'brazos' de bajo nivel a cada lado del tren de aterrizaje de la nariz de la aeronave y estos se utilizan para enganchar con la pata del engranaje de la aeronave y elevarla ligeramente del suelo. Estos vehículos especializados también se pueden usar para remolcar aviones hacia adelante, ambos métodos de retroceso están sujetos a la observancia de los límites de cualquier avión para el ángulo máximo de dirección del tren de aterrizaje de morro, pero estos no suelen ser especialmente restrictivos.

Las responsabilidades del equipo de la tripulación de tierra que realizan un retroceso incluyen asegurar que ninguna parte de la estructura del avión impacte en ningún objeto fijo u otra aeronave y puede incluir la autorización para arrancar uno o más motores justo antes, durante o inmediatamente después de un retroceso. La cantidad de personas asignadas a un equipo de tripulación de tierra para un retroceso puede variar según el tamaño de la aeronave, pero en la mayoría de los casos será de al menos tres.

Uno conducirá el vehículo de retroceso, uno caminará cerca de uno de los extremos de las alas del avión y mirará más allá del empenaje de la aeronave y uno estará a cargo de la maniobra y en comunicación con la persona con responsabilidad aeronáutica en la cubierta de vuelo. La comunicación entre el supervisor de la tripulación de tierra generalmente se realiza mediante un enchufe en el circuito de intercomunicación de tierra de la aeronave; de ser así, esto es facilitado por un micrófono de la tripulación de tierra que adquiere la voz del usuario a la vez que excluye el ruido de fondo, que si los motores de la aeronave se están ejecutando puede ser considerable.

Si solo dos tripulantes de tierra son utilizados para empujar una aeronave más pequeña, entonces es importante que el procedimiento tenga en cuenta los roles de cada miembro de la tripulación de tierra y que la persona a cargo de las comunicaciones de la tripulación de tierra conozca la cantidad de la tripulación de tierra que se utiliza y la ubicación física del supervisor.

La comunicación efectiva entre la persona a cargo en el puesto de pilotaje y la persona a cargo de la tripulación de tierra, y entre la tripulación de tierra es fundamental. Si la aeronave está siendo llevada hacia atrás antes del vuelo previsto y la persona a cargo de la cubierta de vuelo es por lo tanto un comandante de la aeronave, los procedimientos del operador de la aeronave pueden requerir que el Piloto designado, que puede ser el copiloto, supervise la retroceso y en este caso todas las comunicaciones con la tripulación de tierra se llevarán a cabo por esa persona.

Si se considera que la comunicación a través de señales manuales en lugar de intercomunicadores es aceptable, entonces es esencial que los procedimientos aplicables sean exhaustivos y completamente entendidos por ambas partes y que cubran todas las posibles circunstancias anormales y de emergencia.

El caso de los motores: arranque hacia adelante como una acción suplementaria antes de la desconexión del vehículo de tierra después de un retroceso debe considerarse como parte del procedimiento de retroceso y entrenado en consecuencia ya que tiene poca similitud práctica con el remolque para distancias más largas de vacío. servicio con motores detenidos.

Los Arranques del motor pueden realizarse rutinariamente inmediatamente antes o durante el retroceso. Cuando se llevan a cabo cuando la aeronave se está moviendo, es esencial que el supervisor de la tripulación de tierra no permita que las comprobaciones y comunicaciones requeridas en relación con el motor comiencen a interferir con su responsabilidad principal de controlar el retroceso y permanezcan en plena comunicación con las personas la cabina de vuelo utilizando los medios disponibles.

Muchos operadores de aeronaves requieren que cuando se realiza el retroceso sin comunicaciones de auriculares, el arranque del motor no se lleve a cabo mientras se empuja la aeronave, prefiriendo en cambio requerir que el arranque del motor tenga lugar antes o después de la finalización del retroceso. Las observaciones de circunstancias anormales relacionadas con el arranque del motor o cualquier otro asunto que afecte o pueda afectar la seguridad de la aeronave durante un retroceso son de gran importancia para quienes están en la cabina de vuelo, pero es esencial que cualquier descripción de observaciones externas durante el arranque del motor impartido con precisión; esto a veces puede ser exigente utilizando el intercomunicador de tierra, pero puede ser extremadamente difícil con solo señales de mano disponibles.

2.4.7. Tipos de remolques "Pushback" diferencias e innovaciones

Las aerolíneas realizan retrocesos todo el día, hacen girar a las aeronaves dentro y fuera de los hangares como un mecanismo de relojería, y las unidades militares se agitan con el movimiento constante de las aeronaves, a menudo en tiempos críticamente cortos. Todas las operaciones deben estar equipadas con remolcadores de retroceso que sean completamente confiables.

Los remolcadores de aeronaves no son un asunto de talla única para todos, no todas las operaciones utilizan un remolcador exclusivamente para retrocesos, por lo que los remolcadores de aeronaves se construyen en consecuencia. Un verdadero retroceso o Push back tiene como objetivo permitir que el operador tenga una excelente visibilidad del mecanismo de unión entre la aeronave y el remolcador, tradicionalmente una barra de remolque que se conecta al tren de aterrizaje de la nariz de la aeronave, y un pasador en el remolcador en el extremo opuesto. Aunque todavía se usa ampliamente en todo el mundo, este método está desactualizado y plantea inquietudes al operador:

- Múltiples puntos ciegos
- Dos puntos de pivote
- Difícil de aprender para los operadores sin experiencia (alta curva de aprendizaje)

A medida que los mercados dictan avances en la tecnología, los operadores de remolcadores necesitan algo más rápido y más fácil de usar que los remolcadores tradicionales. De esta necesidad surgieron los primeros remolcadores sin barra de remolque y tractores, que son diésel o eléctricos.

Estas unidades utilizan una cuna hidráulica enorme entre las ruedas delanteras que generalmente están montadas en una pluma a cada lado del vehículo. El conductor se mueve a su posición y la cuna se conecta a los neumáticos. La cuna se levanta hidráulicamente y coloca todo el peso del avión sobre el remolcador.

Los remolcadores sin retroceso sin remolque son superiores en las operaciones de retroceso a un remolcador de tractor tradicional porque son mucho más rápidos de colocar y desconectar, y permiten una movilidad mucho mayor al deshacerse de la barra de remolque incómoda. Sin embargo, el conductor está sentado mirando directamente hacia la aeronave en todo momento, por lo que estos tipos de remolcadores de retroceso solo son efectivos en operaciones de retroceso.

Los remolcadores de tractor son mucho más adecuados para remolcar la aeronave por cualquier distancia más allá de empujar fuera del área de la puerta de embarque.

2.4.7.1. Remolque para aeronaves ligeras

La forma más sencilla de mover una aeronave deportiva liviana u otro aeronave pequeña: es utilizando las manos. Una vez en movimiento, estas aeronaves se pueden mover a mano ya que están sobre ruedas. Quien empujó un automóvil una vez sabe que la fuerza que se requiere para ponerlo en movimiento no es nada comparado con su peso real. Algunos propulsores pueden incluso ser arrastrados por su hélice.

2.4.7.2. Barra de remolque con ayuda de la mano

Ciertamente, jalar una aeronave con la mano puede ser un procedimiento dificultoso. Un ayudante fácil y barato es una simple barra de remolque. Estos dispositivos a menudo están hechos de aluminio y, por lo tanto, son muy ligeros. Los fija a la rueda de morro o a la rueda trasera de su aeronave y obtiene un mango práctico con el que puede guiar la aeronave. Su pequeño tamaño y peso incluso permite tomar una barra de remolque en el vuelo.



Figura 13 Barra de Remolque.
Fuente: (Victor Aviation, 2016)

2.4.7.3. Remolque con barra de remolque convencional con motor energizado

Entonces tienes una barra de remolque, pero de alguna manera todavía tienes que hacer todo con tu propia mano de obra. Es que la gente debió haber pensado cuando decidieron que las barras de remolque deberían tener un motor. Desde que los remolcadores y los tractores masivos con barras de remolque ayudan a halar las aeronaves de A a B. Un vehículo con motor es bastante útil, especialmente cuando se trata de aeronaves pesadas.

Sin embargo, lo que solía ser una bendición en el floreciente negocio de la aviación del siglo pasado se convirtió lentamente en una reliquia de una tecnología obsoleta.

No solo cada tipo de aeronave requiere una barra de remolque específica, tomando maniobras espontáneas de la mesa. Pero la mecánica de un remolcador en realidad está bastante desactualizada.



Figura 14 Pushback con barra convencional.
Fuente: (Victor Aviation, 2016)

La cabina necesita ser ocupada para cada operación y las habilidades motoras gruesas de los remolcadores que niegan el estacionamiento inteligente y pequeños círculos de giro. En la aviación, el tiempo es dinero, por lo que abandonar sus tractores de barra de remolque puede ahorrarle dinero en efectivo.

2.4.7.4. Remolque sin barra de remolque con motor energizado

Teniendo en cuenta estas obvias desventajas de los remolcadores con barra de remolque, era bastante evidente que tenía que haber otra solución. Es por eso que en la década de 1980 se introdujo el primer remolcador sin barra de remolque en Francia.

Desde entonces, ha tomado al mundo por asalto, eliminando los tractores con barras de remolque convencionales desde muchos ámbitos de soporte en tierra.

La rueda de la aeronave se recoge hidráulicamente, se coloca y se fija en la parte superior del remolcador. Por lo tanto, un remolcador de aeronave se adapta a una amplia gama de aeronaves y ya no depende de un adaptador como una barra de remolque.

Sin dudas: un remolcador sin barra tiene muchas ventajas sobre un tractor con barra de remolque. Pero todavía no es la medida de todas las cosas, particularmente debido a dos desventajas principales: la tecnología y el manejo. Por un lado, usar combustibles fósiles en su GSE es simplemente un desperdicio de recursos y contamina su entorno de trabajo.



Figura 15 Remolque sin barra.
Fuente: (Victor Aviation, 2016)

Por otro lado, operar un remolcador sin barra de remolque genérico requiere de varias personas a la vez, uno de ellos sentado en el remolcador que lo maneja. Esto no solo aumenta los costos de personal. Viene con un riesgo tanto para sus empleados como para las aeronaves y GSE involucrados, ya que los errores humanos son más probables, especialmente con remolcadores no automáticos. Las consecuencias podrían observarse, por ejemplo, a principios de 2016, cuando el 747-400 de Iron Maiden sufrió daños y dos trabajadores resultaron heridos en una colisión de remolcadores.

2.4.7.5. Remolque de aeronaves eléctricos sin barra de remolque controlados remotamente o simplemente mototok.

Un estudio realizado en 2008 por el Instituto de Ingeniería Automotriz (ika) en la Universidad RWTH de Aachen, Alemania llegó a la conclusión de que es razonable reemplazar los tractores diésel con remolcadores eléctricos, tanto económica como ecológicamente.

El estudio supone que los sistemas híbridos serán el siguiente paso. En el mismo año, Mototok decidió adelantarse a su tiempo y lanzó su primer remolcador de aeronaves completamente eléctrico con control remoto.



Figura 16 Remolque eléctrico.
Fuente: (Victor Aviation, 2016)

2.5. Partes de un remolque

2.5.1. Motor

El principio de funcionamiento de los motores consiste en transformar la energía generada en la explosión de la mezcla de combustible y aire en el motor en energía mecánica, mediante el conjunto de elementos formados por el pistón, biela y manivela que la transmiten finalmente como movimiento al cigüeñal, existe gran variedad de tamaños, modelos pero su elección depende del tipo de aeronave, peso y fuerza necesaria para llevar a cabo su finalidad.

2.5.2. Controles

Es el medio a través del cual se comanda el cumplimiento del objetivo del remolque, el traslado de forma rápida y segura de las aeronaves, ya que este brinda las facilidades de manipulación de potencia, velocidad y dirección.

2.5.3. Transmisión

Es la encargada de recibir la fuerza directamente producida por el motor y transformarla de acuerdo con las necesidades del operador, todo este proceso se lleva a cabo mediante el acople y desacople de engranes internos.

2.5.4. Diferencial

Es el conjunto de engranajes cuya función es la de permitir el giro a diferentes velocidades de las ruedas motrices, además de ello también suministra la fuerza motrices, además de ello también suministra la fuerza motriz a las ruedas encargadas de la tracción.

2.5.5. Ruedas

En ellas reposa todo el peso y la fuerza de tracción producidos por la aeronave y el motor, respectivamente, de ellas depende gran parte del desempeño de todo el conjunto, en el mercado podemos encontrar gran variedad de tipos y su aplicación se limita a la operación.

2.5.6. Canasta de transporte / barra de tiro

Es un dispositivo metálico el cual consta con los mecanismos necesarios para permitir el montaje de la rueda del tren de nariz, y en ellos descansa todo el peso y esfuerzo de giro de lo contrario sufriría el conjunto del tren, gracias a ello se pueden hacer maniobras, siempre y cuando se tomen las medidas de seguridad necesarias y con un espacio reducido lo que facilita el trabajo y economiza tiempo.

La barra de tiro pese a no ser parte del remolque es un remolque es un complemento del mismo para poder llevar a cabo sus funciones por lo general uno de sus extremos se acopla a puntos ubicados por el fabricante en el tren de nariz y el otro extremo se coloca en el remolque el cual provee la fuerza motriz para mover la aeronave, sin ella las tareas de traslado de aeronaves en tierra serían mucho más complejas de lo necesario.

2.5.7. Motores recíprocos

Los motores son los mecanismos que transforman la energía química presente en el combustible en energía mecánica. En el motor esta energía mecánica se manifiesta en la rotación de un eje del motor, al que se une el mecanismo que se quiere mover (por ejemplo una hélice).

En aviación distinguimos el elemento propulsor y el motopropulsor. El propulsor es el órgano que transforma la energía mecánica del motor en energía cinética de una corriente de aire (o de gases). Por otra parte, se llama elemento motopropulsor al conjunto formado por el motor y el propulsor (motor y hélice por ejemplo).

El motor alternativo de aviación está formado por una serie de cilindros donde se comprime la mezcla aire-combustible y se inflama. La mezcla se prepara previamente en un dispositivo denominado carburador, o en un sistema de inyección. La combustión de la mezcla produce un incremento de la presión del gas en el interior del cilindro, aplicándose esta sobre el embolo.

El movimiento lineal del embolo (pistón), ascendente y descendente en el cilindro, se transforma finalmente, en otro movimiento circular mediante un sistema articulado, que hace girar el eje del motor. Por la forma de construcción y ordenación de sus cilindros, los motores alternativos pueden ser: motores en línea, de cilindros horizontales y opuestos, en estrella o radiales. Los motores de cilindros horizontales y opuestos constituyen la solución actual en la gama de baja potencia.

2.6. Tipos de Motores

En palabras de (cielos, 2014) La aviación como la conocemos comenzó gracias a la propulsión de aeronaves mediante motores de cilindros y pistones, también llamados motores alternativos o motores recíprocos. A pesar de que existían otros métodos y formas de propulsión, los motores de combustión interna permitieron una propulsión de trabajo constante, operados principalmente por gasolina.

Debido a la rudimentaria tecnología de finales del Siglo XIX, puede atribuirse en parte al desarrollo de los motores el que a comienzos del Siglo XX el vuelo propulsado fuera posible. Por ejemplo, el motor que usó el Flyer III de los hermanos Wright hecho con la ayuda del mecánico Charles Taylor, fue un gran éxito debido a su excelente relación peso a potencia, ya que era un motor con un peso de 170 libras que producía una potencia de unos 12 CV a 1.025 RPM.

Los motores recíprocos según (Prezi, 2017) Un motor reciproco aeronáutico o motor de aviación es el que se utiliza para la propulsión de aeronaves mediante la generación de una fuerza de empuje, los motores recíprocos o de pistón tienen gran aplicación en la industria aeronáutica estos motores se utilizan en aviones pequeños los cuales no requieren un mayor uso de la potencia y son ideales para vuelos a bajas alturas.



Figura 17 Principio de reciprocidad de los motores recíprocos.

Fuente: (Continental, 2017)

En aviación se distingue el elemento propulsor y el moto propulsor. El propulsor es el órgano que transforma la energía mecánica del motor en energía cinética de una corriente de aire (o de gases). Por otra parte, se llama elemento moto propulsor al conjunto formado por el motor y el propulsor (motor y hélice por ejemplo).

El motor alternativo de aviación está formado por una serie de cilindros donde se comprime la mezcla aire-combustible y se inflama. La mezcla se prepara previamente en un dispositivo denominado carburador, o en un sistema de inyección. La combustión de la mezcla produce un incremento de la presión del gas en el interior del cilindro, aplicándose esta sobre el embolo. El movimiento lineal del embolo (pistón), ascendente y descendente en el cilindro, se transforma finalmente, en otro movimiento circular mediante un sistema articulado, que hace girar el eje del motor.

Por la forma de construcción y ordenación de sus cilindros, los motores alternativos pueden ser: motores en línea, de cilindros horizontales y opuestos, en estrella o radiales. Los motores de cilindros horizontales y opuestos constituyen la solución actual en la gama de baja potencia.

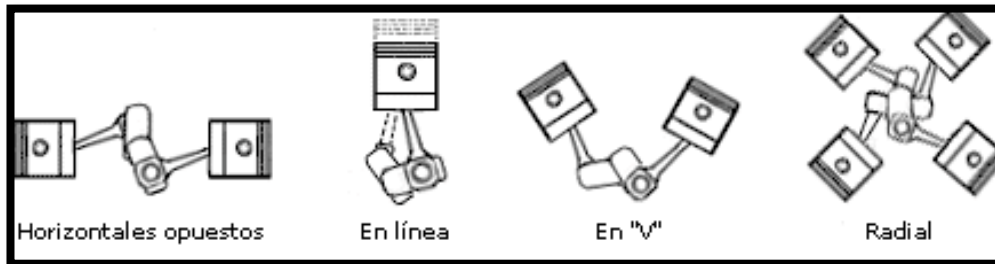


Figura 18 Tipo de motor según la ubicación del cilindro
Fuente: (Santos, 2015)

2.6.1. Clasificación de los motores por la posición del cilindro.

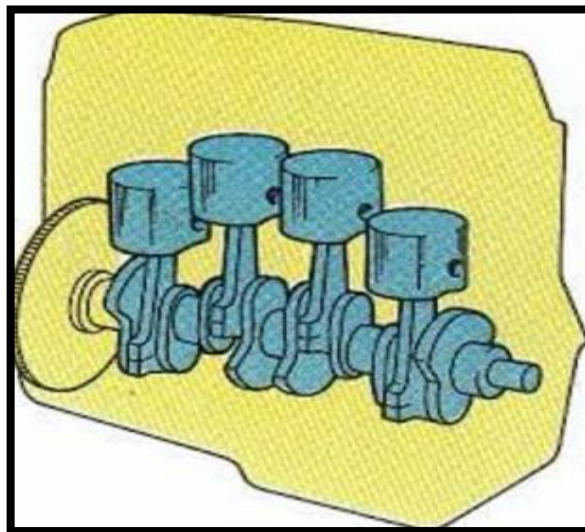


Figura 19 Diagrama de un motor en línea
Fuente: (Alfred H shute, 2016)

2.6.2. Motores de cilindros en línea.

En este tipo de motores, los cilindros se disponen unos detrás de otros. Suelen tener entre 4 y 6 cilindros, ya que al aumentar más los cilindros puede suponer un problema de refrigeración con los cilindros traseros. existen casos de motores en línea con cilindros impares; esto se debe a que el balance de potencia producido es más fácil de equilibrarse con una cantidad par a lo largo del cigüeñal. La principal ventaja de un motor en línea es que permite que el avión pueda ser diseñado con un área frontal reducida que ofrece menor resistencia aerodinámica.



Figura 20 Bloque de un motor en línea.
Fuente: (todoautos, 2017)

Si el cigüeñal del motor está ubicado encima de los cilindros se le llama un motor en línea invertido, esta configuración permite que la hélice sea montada en una posición más alta, a una mayor distancia del suelo, permitiendo un tren de aterrizaje corto.

Una de las desventajas de un motor en línea es que ofrece una relación potencia a peso inferior, debido a que el cárter y el cigüeñal son largos y por tanto más pesados.

Estos pueden ser refrigerados por aire o por líquido, pero lo más común es que sean refrigerados por líquido porque resulta difícil obtener un flujo de aire suficiente para refrigerar directamente los cilindros de la parte trasera.

Este tipo de motores eran habituales en los primeros aviones, incluido el WRIGHT FLYER, la primera aeronave en realizar un vuelo controlado con motor. Sin embargo, las desventajas inherentes del diseño pronto se hicieron evidentes, y el diseño en línea fue abandonado a favor del motor en V, siendo una rareza en la aviación moderna.

2.6.3. Motores de cilindros horizontales y opuestos.

Es la solución estándar actual para los motores de baja-media potencia que consiste en 4 o más cilindros, opuestos, situados en un plano horizontal. De este modo ya no necesitamos un morro tal largo como en los motores en línea y obtenemos un motor más compacto, con menos vibraciones y más estrecho, por lo que también reduciremos la resistencia del avión.

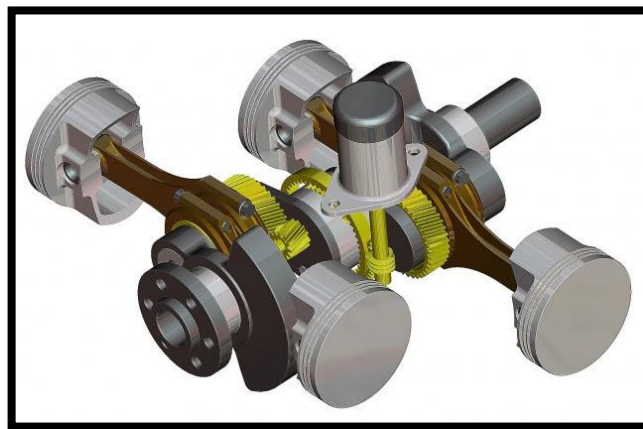


Figura 21 Motor de tipo horizontal y opuesto
Fuente: (cuidamostucoche, 2017)

Bajo estas líneas se tiene el famoso LYCOMING IO360 que entre otros aviones lo monta la también famosa C172 y a la izquierda un motor Continental de 6 cilindros.



Figura 22 Continental IO360.
Fuente: (sangliervolant, 2017)

2.6.4. Motor rotativo.

El motor rotativo fue uno de los primeros tipos de motores de combustión interna en el cual el cigüeñal permanece fijo y el motor entero gira a su alrededor. El diseño fue muy usado en los años anteriores a la Primera Guerra Mundial y durante ésta para propulsar aviones, y también en algunos de los primeros autos y motocicletas.

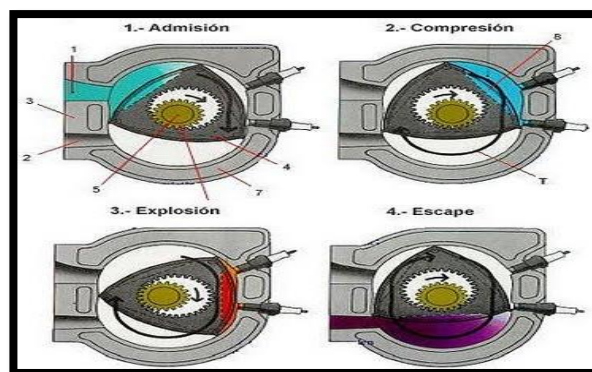


Figura 23 Diagrama de dos tiempos del motor rotativo.
Fuente: (todoautos.com, 2017)

A principios de los años 20 del siglo XX el motor rotativo comenzó a volverse obsoleto, principalmente debido a su bajo par motor, consecuencia de la forma en que trabaja el motor. También estaba limitado por su restricción inherente dada por la forma de aspirar la mezcla de aire/combustible a través del cigüeñal y cárter hueco, que afectan directamente a su rendimiento volumétrico. Sin embargo, en su tiempo fue una solución muy eficiente para los problemas de potencia, peso y fiabilidad.



Figura 24 Sección de un motor radial
Fuente: (Espinozas, 2015)

2.6.5. Motores radiales.

Los motores en estrella o también conocidos como motores radiales, están constituidos por un conjunto de cilindros que se disponen de forma radial al rededor del cigüeñal. Surgieron a finales de 1920 y se usaron masivamente en los años posteriores.

Los motores radiales pueden estar constituidos por una estrella o por varias, que se van colocando una detrás de otra, pero siempre a la estrella posterior se va girando para que los cilindros queden entre los espacios de la estrella anterior, y así conseguir una mejor refrigeración. En este tipo de motores, casi siempre se construyen con un número impar de cilindros por estrella. De este modo se evitan los tiempos pasivos de los cilindros enfrentados.

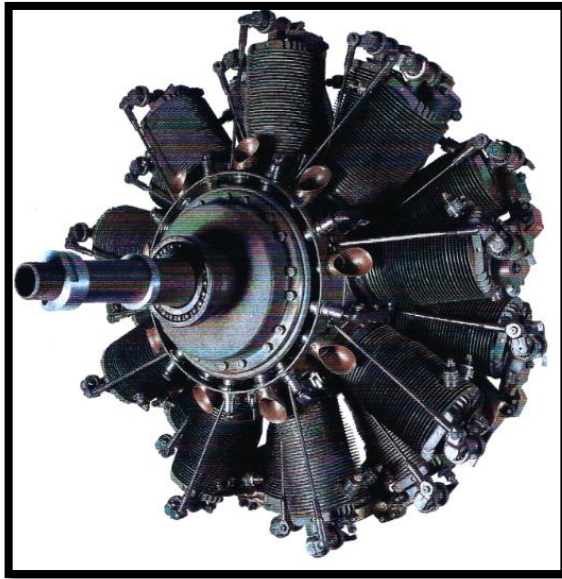


Figura 25 Motor radial 18cilindros opuestos.
Fuente: (aerospaceengines, 2016)

2.6.6. Motores en V.

Como se expone en (Garro, 2016) “Los motores que tienen sus cilindros alineados en un solo bloque se denominan motores en línea. Cuando la cantidad de cilindros supera los seis da como resultado un motor exageradamente largo, con graves inconvenientes de construcción y colocación, pues ocuparía mucho espacio y los largos cigüeñales deberían ser muy robustos para soportar las vibraciones a la torsión.

Para evitar tales inconvenientes en motores de ocho cilindros o más, se fabrican en dos bloques, uno al lado del otro, formando ángulo y usando un solo cigüeñal común a los dos bloques. A este tipo de motores se los denomina motores en V (actualmente algunas marcas están imponiendo los motores de 6 cilindros en V)”.

2.7. Ciclo termodinámico.

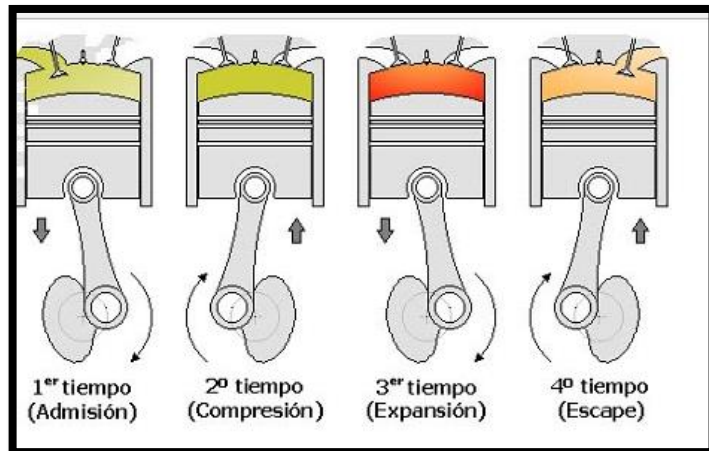


Figura 26 Ciclos de un motor 4 tiempos.
Fuente: (todoautos.com, 2017)

2.7.1. Primer tiempo o admisión.

En esta fase el descenso del pistón aspira la mezcla aire combustible en los motores de encendido provocado o el aire en motores de encendido por compresión. La válvula de escape permanece cerrada, mientras que la de admisión está abierta. En el primer tiempo el cigüeñal gira 180° y el árbol de levas da 90° y la válvula de admisión se encuentra abierta y su carrera es descendente.

2.7.2. Segundo tiempo o compresión.

Al llegar al final de la carrera inferior, la válvula de admisión se cierra, comprimiéndose el gas contenido en la cámara por el ascenso del pistón. En el 2º tiempo el cigüeñal da 360° y el árbol de levas da 180° , y además ambas válvulas se encuentran cerradas y su carrera es ascendente.

2.7.3. Tercer tiempo o explosión/expansión.

Al llegar al final de la carrera superior el gas ha alcanzado la presión máxima. En los motores de encendido provocado o de ciclo Otto salta la chispa en la bujía, provocando la inflamación de la mezcla, mientras que en los motores diésel, se inyecta a través del inyector el combustible muy pulverizado, que se auto inflama por la presión y temperatura existentes en el interior del cilindro.

En ambos casos, una vez iniciada la combustión, esta progresa rápidamente incrementando la temperatura y la presión en el interior del cilindro y expandiendo los gases que empujan el pistón. Esta es la única fase en la que se obtiene trabajo. En este tiempo el cigüeñal gira 180° mientras que el árbol de levas gira 90° respectivamente, ambas válvulas se encuentran cerradas y su carrera es descendente.

2.7.4. Cuarto tiempo o escape.

En esta fase el pistón empuja, en su movimiento ascendente, los gases de la combustión que salen a través de la válvula de escape que permanece abierta. Al llegar al punto máximo de carrera superior, se cierra la válvula de escape y se abre la de admisión, reiniciándose el ciclo. En este tiempo el cigüeñal gira 180° y el árbol de levas gira 90° .

2.8. El Ciclo de Otto.

El desplazamiento del pistón en el cilindro se realiza en cuatro fases o etapas conocidas como el Ciclo de Otto, que son: admisión, compresión, explosión-expansión y escape.

En los dos primeros tiempos la mezcla es aspirada y comprimida, con tiempo suficiente para realizar una buena carburación y combustión de la mezcla; en el tiempo de explosión se realiza una transformación de la energía, aportada por el combustible, en trabajo mecánico y, durante el tiempo de escape, se evacúan al exterior los gases residuales y el calor sobrante que no se ha transformado en trabajo mecánico. De los cuatro tiempos que componen el ciclo, solo efectúa el trabajo útil el tiempo de expansión.

Si en un diagrama de ejes coordenados se representa el ciclo de funcionamiento teórico de estos motores se obtiene un diagrama cerrado (figura), indicativo del trabajo máximo desarrollado en la transformación de la energía según el ciclo de Carnot, en función de sus características constructivas y sobre el cual se pueden estudiar las diferentes fases desarrolladas en el mismo. El nombre lo indica, es un diagrama teórico, luego tenemos el diagrama real y el práctico o indicado.

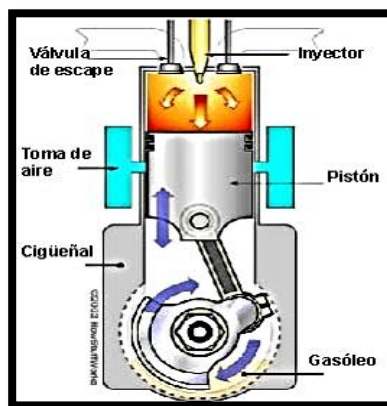


Figura 27 Ejemplo del ciclo diésel.

Fuente: (UNEFA, 2016)

2.9. Motor de dos tiempos.

En el motor de dos tiempos, las cuatro etapas descritas se producen con dos movimientos del pistón. Esto es posible debido a la inercia de los gases, es decir, a su tendencia a conservar el movimiento una vez se ha iniciado.

Con ello es posible el "solape" de las distintas etapas, de modo que pueden realizarse con dos carreras del pistón o una revolución del cigüeñal (el motor de cuatro tiempos precisa de dos revoluciones de cigüeñal para completar el ciclo).

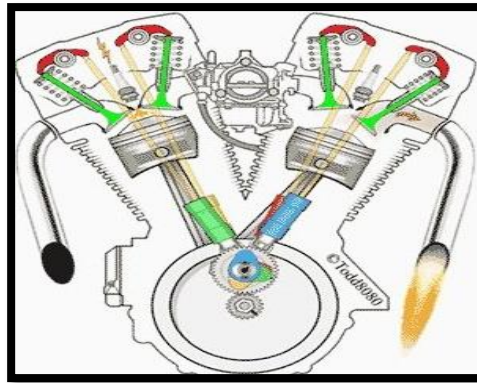


Figura 28 Ciclo termodinámico de dos tiempos.
Fuente: (todoautos.com, 2017)

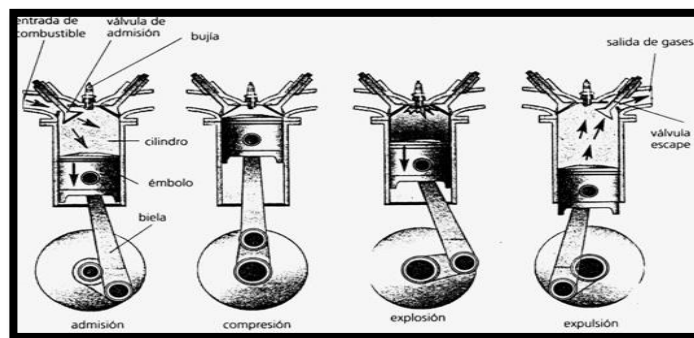


Figura 29 Motor con 4 tiempos
Fuente: (todoautos.com, 2017)

2.10. Motor de cuatro tiempos.

En la fase de admisión, la válvula de admisión se abre y el pistón se desplaza hacia abajo en el cilindro, aspirando la mezcla de combustible y aire. La válvula de admisión se cierra cerca del final de la carrera de admisión y el pistón se mueve hacia arriba del cilindro, comprimiendo la mezcla. Al aproximarse el pistón a la parte superior del cilindro en la carrera de compresión, se enciende la bujía y la mezcla se inflama.

Los gases de la combustión se calientan y expansionan con gran rapidez, lo que aumenta la presión en el cilindro, forzando al pistón de nuevo a bajar en lo que se denomina carrera de expansión o motriz. La válvula de escape se abre y forzados los gases por la subida del pistón pasan a través de ella para salir al exterior del cilindro.

2.11. Partes de un Motor Recíproco

2.11.1. Cilindro

El término cilindro, se ha extendido a partes mecánicas en las cuales posee una utilidad preponderante la presencia de una superficie cilíndrica. En los motores, se llama cilindro la parte por cuyo interior se mueve el émbolo con movimiento alternativo rectilíneo.

Los motores de cilindros rotatorios fueron probados en aviación, pero luego se abandonaron. Los motores de cilindros oscilantes, nunca se han utilizado para combustión interna. Todos los intentos hechos para construir motores alternativos con cilindros de sección distinta a la circular, con el fin de aprovechar mejor el espacio y, por tanto, reducir las dimensiones.



Figura 30 Cilindro del Motor.
Fuente: (Victor Aviation, 2016)

2.11.2. Émbolo o pistón

En sentido general, el pistón o émbolo es el órgano que, en el mecanismo cinemático que transforma un movimiento rectilíneo en uno giratorio, tiene la función de deslizarse alternativamente dentro de su guía (cilindro). El mecanismo, denominado de biela-manivela, está compuesto por pistón, biela y manivela, y encuentra su aplicación natural tanto en máquinas motrices (motores de combustión interna, motores de vapor) como en máquinas operadoras o de trabajo (bombas hidráulicas alternativas, compresores, etc.)

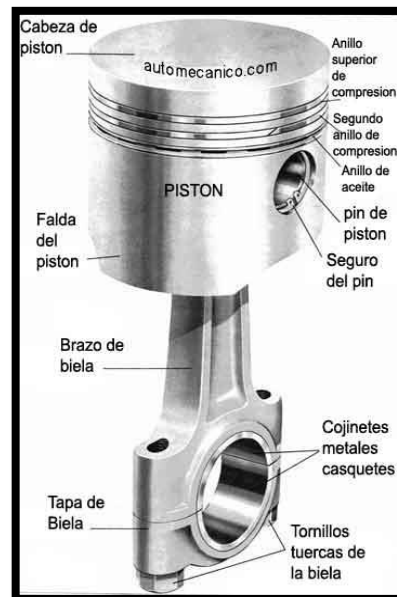


Figura 31 Pistón del Motor
Fuente: (Victor Aviation, 2016)

2.11.3. Biela

La biela es el elemento del motor encargado de transmitir la presión de los gases que actúa sobre el pistón al cigüeñal, o lo que es lo mismo, es un eslabón de la cadena de transformación del movimiento alternativo (pistón) en rotativo (cigüeñal).



Figura 32 Biela del Motor
Fuente: (Victor Aviation, 2016)

Debido a los grandes esfuerzos que tiene que soportar, y a que es un elemento de lubricación difícil, la biela es una parte crítica del motor, y su correcto diseño y fabricación son muy importantes.

2.11.4. Cámara de combustión

En la cámara de combustión de un motor se produce un proceso fundamental para el movimiento del coche, ya que es en ella donde la mezcla aire-combustible es comprimida por el recorrido ascendente del pistón. Aquí es donde la bujía produce la chispa que generará la ignición de la mezcla, y por la presión de los gases se inicia un nuevo recorrido de los cilindros.

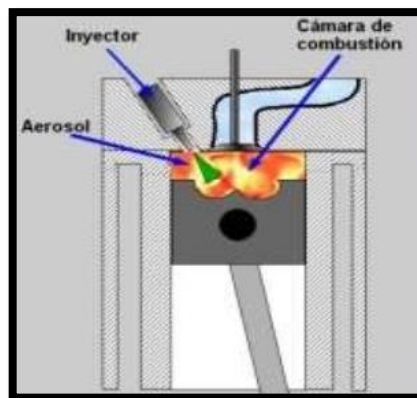


Figura 33 cámara de combustión del motor
Fuente: (Victor Aviation, 2016)

Para obtener el mejor rendimiento y la mayor potencia en un motor, a lo largo de los años se han diseñado varios tipos de cámaras de combustión. La forma de las cámaras influye notoriamente en ambas variables, por lo que en función del rendimiento que vaya a tener el motor en el que se vayan a emplear se elegirá un tipo u otro.

2.11.5. Cigüeñal

La función principal del cigüeñal es transformar la fuerza del pistón transmitida por la biela en un par de fuerzas, creando un momento de giro. La mayor parte de ese momento se transfiere al embrague, y una pequeña parte al accionamiento de las válvulas, la bomba de aceite y el distribuidor de encendido, los equipos de alimentación de combustible y refrigeración del motor, y el generador. Además va acoplado al volante del motor.

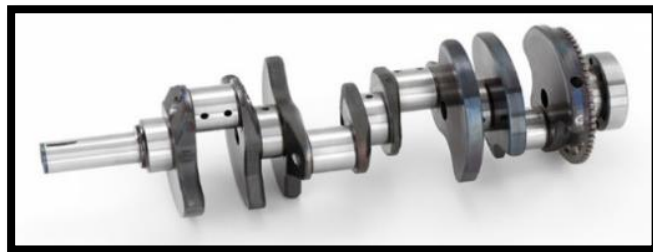


Figura 34 Cigüeñal
Fuente: (Victor Aviation, 2016)

2.11.6. Segmentos o anillos

No cabe duda que el comportamiento de un motor depende de muchos elementos y si uno de ellos falla o no funciona de forma correcta se presentarán fallas en el rendimiento de la unidad de potencia. Uno de esos elementos son los anillos que cubren el pistón, pero, se preguntarán que son y cuál es su funcionalidad e importancia.

Pues, los anillos del motor son esas piezas circulares que vienen en sección rectangular, que se alojan en el embolo del pistón, que cumple con diferentes funciones en el motor. Los anillos están fabricados en una aleación de hierro dúctil de cromo y molibdeno.

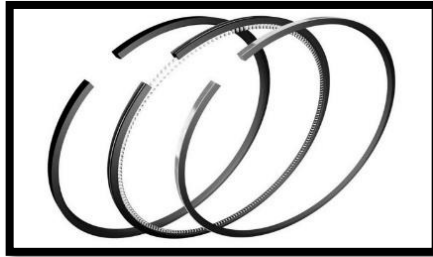


Figura 35 Segmentos o anillos
Fuente: (Victor Aviation, 2016)

2.11.7. Válvulas de escape

La válvula de escape se encuentra en constante contacto con los gases de escape que están a temperaturas muy elevadas, por lo que deben tener una estructura más resistente que las de admisión. El calor acumulado en la válvula se cede a través de su asiento en un 75%, no es de extrañar que alcance temperaturas del orden de los 800 °C.

Esta válvula por su singular función debe ser construida de diferentes materiales, su platillo y vástago general mente se lo construye de acero con aleación de cromo y manganeso que tiene la gran cualidad de resistir a la oxidación y a las altas temperaturas. En la sección alta del vástago usualmente se las construye de cromo-silicio, para la conductividad térmica se hacen platillos y vástagos huecos que se los rellena de sodio, el cual tiene la función de trasladar el calor rápido a la zona de refrigeración, logrando reducir la temperatura en el platillo hasta 100° C.

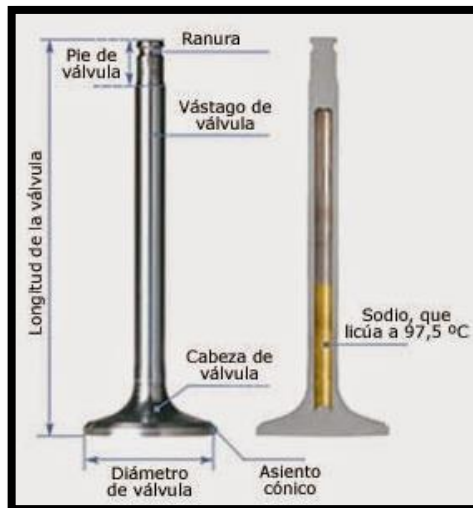


Figura 36 Válvulas
Fuente: (Victor Aviation, 2016)

2.11.8. Válvulas de admisión

La válvula de admisión cumple la función de conectar al múltiple de admisión con el cilindro dependiendo del tiempo de distribución, están generalmente hechas de un solo metal acero con aleación de cromo y silicio que permite una buena resistencia al calor y al trabajo.

Se suele templar el metal de algunas zonas para reducir el desgaste como son el asiento, vástago y cabeza, la refrigeración de esta válvula es dada en gran parte por su contacto con la mezcla aire combustible que disipa en gran parte su temperatura generalmente en el contacto con el vástago, y su temperatura de trabajo está entre los 200°C y 300°C.



Figura 37 Válvulas de Admisión
Fuente: (Victor Aviation, 2016)

2.11.9. Balancín

El balancín tiene como función empujar las válvulas de admisión y escape para que se abran en el momento adecuado, facilitando la sincronización de los tiempos en un motor de combustión interna. El balancín, a su vez, es accionado empujador movido por el árbol de levas. En resumen son palancas que transmiten el movimiento de las levas a las válvulas.



Figura 38 Balancín
Fuente: (Victor Aviation, 2016)

2.11.10. Control de válvulas y balancín

Situado en la parte superior del motor, los balancines o el control de válvulas o válvula de asiento son un mecanismo dentro del motor que controla la apertura o accionamiento de las válvulas. De tal manera que permite el cambio de carga mediante la apertura o el cerrar de los canales de aire o de gases.

Se emplea en prácticamente todos los motores de cuatro tiempos. Gráficamente explicado se trata de una palanca giratoria del tren de válvulas de un sistema de válvulas en culata que aplica el movimiento de forma directa o indirecta desde el árbol de levas para abrir una válvula ya sea de escape de gases o de admisión de aire.

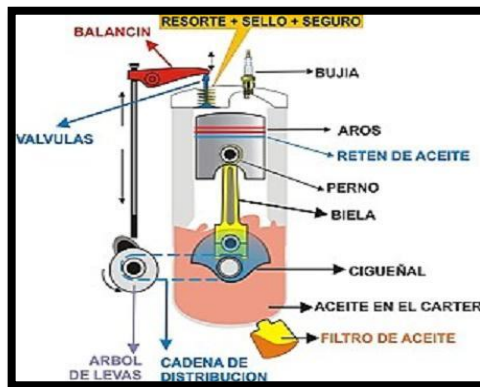


Figura 39 Control de válvulas y balancín
Fuente: (Victor Aviation, 2016)

2.11.11. Carburador

El objetivo del carburador es conseguir la mezcla de aire-gasolina en la proporción adecuada según las condiciones de funcionamiento del motor. El funcionamiento del carburador se basa en el efecto venturi que provoca que toda corriente de aire que pasa por una canalización, genera una depresión (succión) que se aprovecha para arrastrar el combustible proporcionado por el propio carburador.

La depresión creada en el carburador dependerá de la velocidad de entrada del aire que será mayor cuanto menor sea la sección de paso de las canalizaciones.

Si dentro de la canalización tenemos un estrechamiento (difusor o venturi) para aumentar la velocidad del aire y en ese mismo punto se coloca un surtidor comunicado a una cuba con combustible a nivel constante, la depresión que se provoca en ese punto producirá la salida del combustible por la boca del surtidor que se mezclara con el aire que pase en ese momento por el estrechamiento, siendo arrastrado hacia el interior de los cilindros del motor.

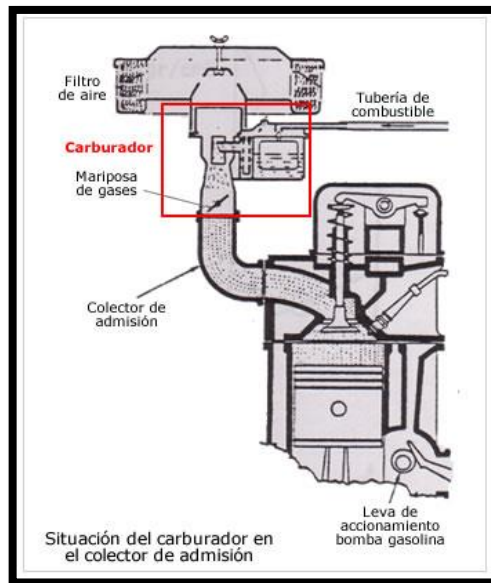


Figura 40 carburador
Fuente: (Victor Aviation, 2016)

2.11.12. Bujía

Una bujía, a pesar de su reducido tamaño es una pieza clave en todo tipo de motor de combustión. Pues se encarga de producir el encendido de nuestro motor, haciendo posible una mezcla de combustible y aire que tiene lugar en el interior de nuestros cilindros.

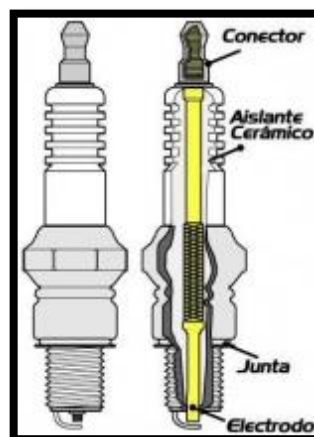


Figura 41 bujía
Fuente: (Victor Aviation, 2016)

2.11.13. Varillas de empuje

Un término general para cualquier barra que las transferencias de la fuerza en compresión. En un tren de válvulas, las varillas de empuje se utilizan para transferir movimiento recíproco de los seguidores de leva a una parte más distante de un tren de válvulas, típicamente los balancines.



Figura 42 varilla de empuje
Fuente: (Victor Aviation, 2016)

2.11.14. Buzos Hidráulicos

Los buzos hidráulicos deben su nombre al hecho de utilizar el aceite del motor para llenar su cavidad interna y mantener contacto permanente con las levas durante todo su recorrido, los buzos mecánicos deben calibrarse periódicamente aunque funciones de similar forma. Los buzos tienen como función de empujar la varilla de acuerdo con la configuración de la leva enviándola hacia el brazo del balancín.



Figura 43 Buzos hidráulicos
Fuente: (Victor Aviation, 2016)

2.11.15. Árbol de leva

Es un elemento mecánico provisto de una barra o eje, sobre la cual al menos hay un lóbulo que accionado por el cigüeñal a través de engranajes, cadenas o correas abre y cierra a su vez, las válvulas de admisión y escape en intervalos semejantes. La barra gira en torno a su propio eje abriendo y cerrando por medio de los lóbulos o levas, éstas válvulas. Se aplica generalmente a los motores de combustión.

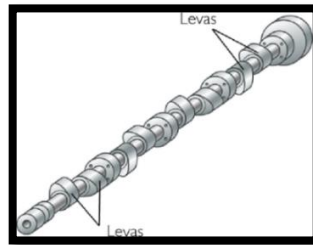


Figura 44 Árbol de levas.
Fuente: (Victor Aviation, 2016)

2.11.16. Cárter

El cárter del motor es un recipiente por lo general fabricado en aleación de aluminio o acero, y como fue comentado tiene la finalidad de almacenar el aceite lubricante del motor. Los últimos avances de esta pieza han sido protagonizados por la inclusión en su fabricación del magnesio. Este material permite entre otras cosas aligerar el peso del elemento total, ya que es un material sumamente ligero.



Figura 45 Carter
Fuente: (Victor Aviation, 2016)

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1. Preliminares.

El objetivo de este proyecto es llevar a cabo la rehabilitación del remolque Trackman de las aeronaves Fairchild F27J y Hawker Siddeley 125-400 perteneciente a la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas- Espe”, mismo que servirá como material de instrucción para los estudiantes con los equipos necesarios de seguridad

3.2. Situacion actual del remolque.

Con una observación a primera vista se pudo observar que el equipo se encontraba en condiciones obsoletas de funcionamiento debido a que se encontró inoperativo durante un largo tiempo, y sin las condiciones necesarios para prevenir su deterioro mismo que se encontraba expuesto a lluvia, humedad, y por ende a corrosión por tal motivo esto afecto a todos sus componentes y sistemas. Después de haber realizado el análisis se concluye que es necesario la rehabilitación del mismo mediante las prácticas de mantenimiento necesarias.



Figura 46: Trackman inicialmente
Fuente: Propia

3.3. Desmontaje de Componentes.

La primera fase es de llevar a cabo el desmontaje de todos los componentes que se encuentran fijados a la estructura metálica del remolque las cuales son:

3.3.1. Batería y cableado eléctrico .

Para proceder a la remoción del cableado, lo primero es asegurar que se encuentra sin fuente de energía; esto se logra mediante la remoción de la cubierta delantera del remolque, una vez que se retira la batería del remolque se procede a retirar todo el cableado eléctrico para su revisión.

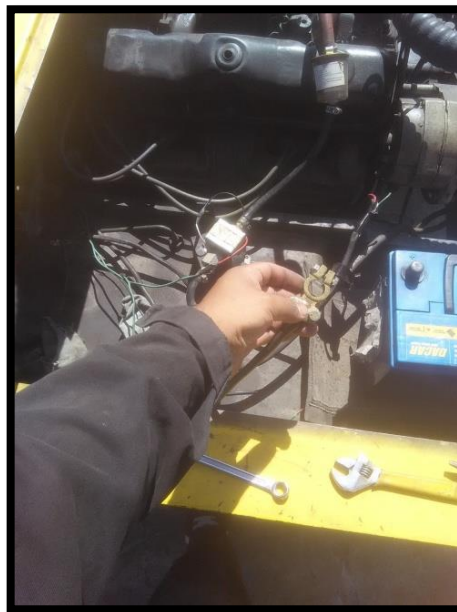


Figura 47 Desmontaje de la batería
Fuente Propia

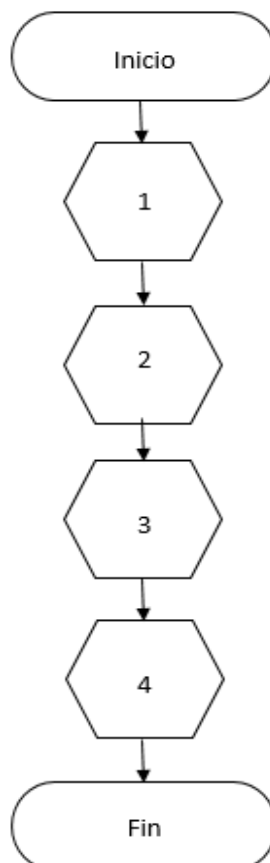
3.3.2. Motor.

Se realiza una inspección visual del motor para poder analizar los componentes del mismo que se encuentran defectuosos para poderlos arreglar y que se encuentren en óptimas condiciones de funcionamiento garantizando así el trabajo del remolque.

3.4. Fases de mantenimiento del motor.

1. Limpieza y desmontaje de los componentes en mal estado del motor
2. Mantenimiento de los componentes
3. Montaje de los componentes y lubricación.
4. Prueba de funcionamiento.

FASES DE MANTENIMIENTO DEL MOTOR



3.4.1. Limpieza y desmontaje de los componentes del motor.

Por la mala preservación del motor y en vista que estaba el remolque en la intemperie en las instalaciones de la Unidad de Gestión de Tecnologías – ESPE, expuesta a factores como lluvia, sol, polvo entre otros, estos fueron los condicionantes que afectaron a cada componente del motor como a su estructura, en la cual se evidenciaba cierta corrosión en las partes móviles así como en la estructura física se evidenciaba picaduras que comenzaban a transformarse en oxido galvánico.



Figura 49 Trackman Inspección visual
Fuente Propia

Antes de empezar a realizar el trabajo, se tomó en cuenta todo el equipo y con las debidas normas de seguridad:

- OVEROL
- GUANTES
- ZAPATOS DE SEGURIDAD



Figura 50 Equipos de Protección Personal
Fuente (americanflyers, 2014)

Finalmente desmontado el equipo se procedió a dar limpieza a cada una de las partes de la máquina :

- Eje de desplazamiento angular.
- Eje de desplazamiento lineal.
- Palanca rotatoria de avance lineal de la muela.
- Palanca de ajuste de ángulo.
- Base del equipo.
- Cabezal porta pieza .
- Motor.

3.4.2. Desmontaje de la caja de cambios.

Se procedió al desmontaje de la caja de cambios en vista que se pudo observar, que existía fuga del líquido lubricante y el mismo no se encontraba en perfectas condiciones



Figura 51 Caja de cambios en mal estado
Fuente Propia

Se procedió a realizar el mantenimiento de la caja de cambios y a colocarle el lubricante adecuado para su correcta lubricación y su correcto funcionamiento, el lubricante que se utilizó es el CASTROL ATF DEX II, aceite lubricante para transmisiones. Ver anexo



Figura 52 Cambio de aceite caja de cambios
Fuente Propia

3.4.3. Sistema de encendido.

En el sistema de encendido se detectó que el platino estaba en malas condiciones por lo cual se procedió a cambiar, y adicional con los arneses y de la misma manera las bujías del mismo.



Figura 53 Cambio de platino
Fuente Propia



Figura 54 Cambio de bujías y arneses
Fuente Propia

3.4.4. Arranque del motor.

En el arranque en vista que el motor estaba en mal estado, debido a su mala preservación y a no realizarlo un mantenimiento adecuado se vio afectado el arranque, el cual al momento de dar el arranque no funcionaba el disparador ni el bendix debido a que los dientes del bendix estaban desgastado, se procedió a dar el mantenimiento al disparador y al cambio del bendix.



Figura 55 Motor de arranque
Fuente Propia

3.4.5. Carburador

Debido a que el motor no tenía un mantenimiento adecuado de preservación del mismo, en su sistema de combustible se vio afectado el carburador, el mismo que no regulaba adecuadamente su mezcla aire/combustible, e ingresaba demasiado combustible por lo cual no permitía que el motor tenga un adecuado funcionamiento.

En el carburador se cambió su flotador interno en vista que el mismo estaba defectuoso y en malas condiciones, y por tal motivo no tenía un adecuado flujo de aire/combustible, para su funcionamiento, una vez cambio se realizó las pruebas quedando este en buenas condiciones.



Figura 56 Carburador
Fuente Propia

3.4.6. Transmisión

En la caja de cambios tenemos un convertidor que va junto a la caja automática del remolque, misma que va enganchado al arranque del motor, la cual estaban sus dientes desgastados, debido a que varias veces le han intentado poner en funcionamiento al remolque, pero como no contaba con su lubricante suficiente y en buenas condiciones, desgastó a los dientes del engranaje y por lo cual se la tuvo que enviar al torno, donde realizaron la fabricación de los dientes faltantes .



Figura 57 Volante de Inercia en mal estado
Fuente Propia



Figura 58 Conjunto del Volante de inercia y el convertidor de la
caja de cambios
Fuente Propia

3.4.7. Neumáticos

Debido al no realizar un mantenimiento adecuado a los neumáticos del remolque, estos se dañaron y estaban en malas condiciones, tanto sus neumáticos delanteros como posteriores, debido a este daño se realizó el cambio de los neumáticos posteriores y al cambio de las válvulas de los neumáticos delanteros.



Figura 59 Neumáticos Posteriores
Fuente Propia

El daño se da debido a que todo el peso de la aeronave que se desea mover y también debido al peso de todos los componentes que conforman el remolque.



Figura 60 Neumáticos delanteras en mal estado
Fuente Propia



Figura 61 Neumáticos delanteras nuevas
Fuente Propia

3.5. Decapado y Pintura.

El proceso comienza con la aplicación de un removedor de pintura, comercialmente disponible, con que se espera retirar con éxito toda la capa de pintura existente en la superficie de la estructura metálica del remolque ya que la actual presenta un desgaste considerable debido a las condiciones en las cuales el remolque se encuentra expuesto.

Este removedor se aplica de manera uniforme sobre toda el área que se encuentra protegida con pintura, con la ayuda de una brocha, teniendo en cuenta las normas de seguridad y el tiempo de reacción del producto es de aproximadamente 20 minutos, tiempo durante el cual se observa como lentamente arranca la pintura de la superficie.



Figura 62 Aplicación de Removedor
Fuente Propia

Luego de remover por completo toda la pintura de toda la estructura metálica es necesario remover mecánicamente toda la corrosión que se produjo en las partes más expuestas a la humedad, agua y al ambiente que es altamente favorable para la aparición de la misma.

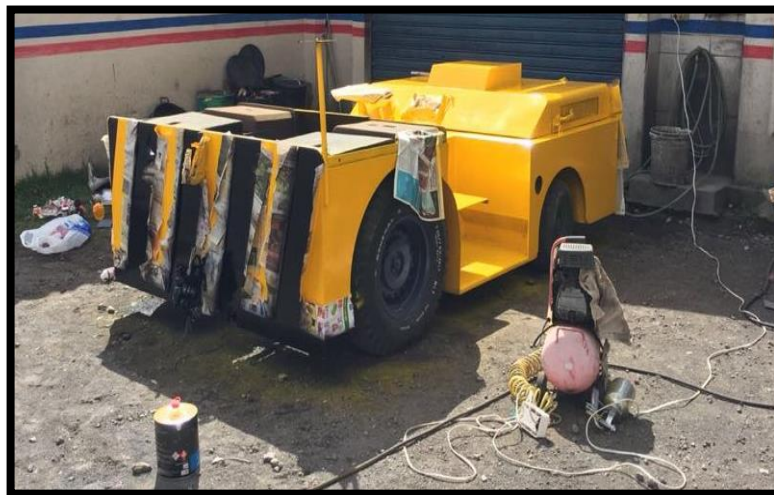


Figura 63 Preparación para pintura
Fuente Propia

Una vez realizado este procedimiento se procedió a preparar la superficie para proceder al proceso de pintado, en vista que se debe aplicar un fondo a la superficie para que pueda proteger a la misma de la corrosión, también se debe proteger los neumáticos para que no se manchen de pintura.

Una vez aplicado el mismo se procede con la aplicación de la pintura, previa preparación adecuada realizada en el lugar donde fue adquirida la pintura, la cual comercialmente es la mejor ya que es de alto resistencia al desgaste y rayones que puede sufrir la superficie de la estructura.



Figura 64 Proceso de Pintura
Fuente Propia

3.6. Montaje de los componentes.

Una vez realizado el cambio y el mantenimiento a todos los componentes anteriormente descritos, se procede a la instalación en el Trackman una vez ya terminado su proceso de pintura, para poder realizar sus pruebas funcionales correspondientes, bajo circunstancias extremas como pueden ser en lugares donde el terreno demande un alto rendimiento del motor y sistema de frenos.



Figura 65 Componentes Instalados en el Remolque
Fuente Propia

Una vez instalado todos los componentes antes de proceder a las pruebas funcionales, se realiza una inspección visual para verificar que todos los sistemas removidos estén en instalados correctamente y no tener ningún inconveniente.



Figura 66 Instalación del Sistema Eléctrico
Fuente Propia

3.7. Pruebas Operacionales.

Encender el remolque listo y una vez que se han realizado los ajustes correspondientes, antes de conectarlo a la aeronave, es necesario tomar unos minutos para experimentar y acostumbrarse al funcionamiento. Solo se debe rodar hasta que la aeronave empiece a perder la inercia y tomando en cuenta las medidas de seguridad.

También se debe verificar que los cambios del remolque funcionen normalmente sin ningún inconveniente, se debe poner en marcha para avanzar hacia adelante y hacia atrás.



Figura 67 Conjunto del Motor del Remolque
Fuente Propia

Una vez instalado todos los componentes antes de proceder a las pruebas funcionales, se realiza una inspección visual para verificar que todos los sistemas removidos estén en instalados correctamente y no tener ningún inconveniente.



Figura 68 Conexión de Batería Fuente Propia

Este procedimiento se cumplió a cabalidad teniendo resultados óptimos de operación, dando así por terminado el proceso de rehabilitación del Trackman.

A continuación se detalla la situación actual del remolque y su estado:

Componente/Sistema	Actividad	Estado
Caja Automática	Mantenimiento	Operable
Motor	Intercambio de partes y mantenimiento	Operable
Neumáticos	Intercambio	Operables
Sistema Eléctrico (Luces, batería, arranque)	Mantenimiento	Operable
Sistema de Lubricación y Combustible	Mantenimiento e intercambio de partes	Operable
Sistema de frenos	Mantenimiento	Operables
Estructura	Pintada	Buen estado

3.7.1. Manual de uso, mantenimiento y hojas de registro

3.7.1.1. Descripción General

En el manual se encuentran los pasos que se deberán seguir para el buen uso del Trackman, empleando normas de seguridad y conservación.

Las normas de uso del Trackman son básicas debido a que la complejidad de utilizar el mismo, esta se basa en las seguridades que se debe tener al momento de realizar cada uno de los movimientos y de cómo conservarlos para alargar su vida útil.

Las precauciones que se debe tomar no están por demás advertirlas, a pesar que el uso de dicho remolque y es extremadamente sencillo, hay que tener en cuenta las debidas previsiones para evadir cualquier accidente o incidente al momento de accionarlo.

3.7.1.2. Registro de Datos Técnicos


La hoja de datos o registros es un instrumento necesario e importante para llevar en forma ordenada y organizada el uso del Trackman ya que en ellas se registran los datos de todas las imperfecciones que acontecen al usar el remolque.

Estas hojas sirven de respaldo para las personas que manipulen el Trackman, ya que las mismas indican la actividad que se está llevando a cabo, indica también si se ha realizado alguna actividad de mantenimiento, reparación, etc.

Las hojas de registro que se emplearan en el Trackman es la siguiente:

- Tabla de Inspección
- Libro de vida del Trackman

Las hojas de registro incorporan datos específicos de cada una de las acciones tomadas en cuanto a mantenimiento además de las prestaciones y los daños los cuales se han suscitado a medida que se use el Trackman.

Unidad de Gestión de Tecnologías 	MANUALES	Pág. :
	MANUAL DE USO DEL TRACKMAN	1 de 3
	Elaborado por: Sr. Peralta Alex	Revisión Nº. : 1
	Aprobado por: Tlgo. Esteban Andrés Arévalo Rodríguez	Fecha : Julio 2018

1. OBJETIVO

Documentar los procedimientos de uso del Trackman de las aeronaves las aeronaves FAIRCHILD F27J y HAWKER SIDDELEY 125-400.

2. ALCANCE

Dar a conocer al operador los pasos que debe seguir para utilizar el remolque

3. NOMBRE DEL EQUIPO: TRACKMAN DE LAS AERONAVES FAIRCHILD F27J Y HAWKER SIDDELEY 125-400 PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS- ESPE”,

5. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- ⌘ Modelo Trackman
- ⌘ Motor Dodge V8

6. ANTES DEL USO

- ⌘ Al encender el remolque, asegúrese que estén correctamente encendido para prevenir daños.
- ⌘ Inspeccione el nivel de aceite y combustible antes de su uso para confirmar el correcto estado de sus componentes.

- ⌚ Asegúrese que todo estén en perfectas condiciones para realizar el remolque de cualquier aeronave
- ⌚ Elimine cualquier elemento contaminante del Trackman, como pintura húmeda, tierra, etc.
- ⌚ Analice los posibles riesgos antes de su uso.

8. ANTES DEL USO

- ⌚ Retire los seguros de la cabina, antes del uso.
- ⌚ Encienda el sistema, antes del uso.
- ⌚ El remolque debe tener la suficiente combustible realizar el movimiento de la aeronave.
- ⌚ Tenga en cuenta el riesgo de colisión contra el remolque durante el movimiento, como peatones, o aeronaves que estén alejadas en la plataforma.
- ⌚ Evite movimientos bruscos y sobre peso en la cabina, si esto sucede tome obligatoriamente medidas de seguridad como poner a la persona capacitada para realizar el movimiento de las aeronaves.

9. DURANTE EL USO

- ⌚ Nunca exceda la carga máxima permitida para la cabina.
- ⌚ No utilice el Trackman para jugar o estar realizando movimientos bruscos, sin seguridades adicionales.
- ⌚ Tome precauciones con las demás personas que le rodean.
- ⌚ Mantenga un buen comportamiento durante el remolque de las aeronaves.

10. REPARACIÓN, ALMACENAMIENTO Y MANTENIMIENTO

↵ Reparaciones:

Toda reparación y mantenimiento se debe realizar por personal competente.

↵ Almacenamiento:

Al almacenar el Trackman tome las medidas de precaución necesarias, es conveniente después de cada uso del Trackman realizar un pequeño chequeo al remolque y componentes.



↵ Mantenimiento:

Es aconsejable realizar algún tipo de inspección regularmente para prevenir posibles defectos durante el uso del Trackman.

Fíjese en la tabla de inspección de sistemas como referencia al realizar la ficha de inspección. La frecuencia del proceso de inspección dependerá del uso del remolque

Firma del Responsable :

Pág. 3

	REGISTRO	Código:	
	TABLA DE INSPECCIÓN DE LOS SISTEMAS	Registro No:	

Elemento a Revisar		√	X	Notas
Carburador	Estado			Verifique que estén en buen estado
	Limpieza			Deben estar limpios de cualquier elemento grasoso o contaminante
Lubricación	Estado			Verifique el estado sea el adecuado y que no exista exceso del mismo
	Existencia			Es importante que los lubricantes estén con la cantidad necesaria y no con la cantidad mínima ya que puede traer problemas en el futuro
	Limpieza			Su lubricante debe ser cambio cada seis meses si no tiene uso, y cada tres meses si su uso es continuo.
Etiquetas	Estado			Es importante conservar la etiqueta que identifica el modelo, fabricante, año de fabricación ya que esta información es esencial a la hora de encontrar los materiales usados.
Encendido	Estado			Verifique que estén en buen estado, el arranque, bujías y arneses.
	Limpieza			Se deben chequear después de tres usos del remolque y realizar su cambio cada año.

3.7.1.3. Costos del Proyecto

COMPONENTE	ESTADO	ACTIVIDAD	COSTO
Bomba de Agua	nueva	Cambio	75,00
bomba de Aceite	nueva	Cambio	70,00
Bomba de combustible	nueva	Cambio	90,00
Termostato	nuevo	Cambio	35,00
Bujías	nuevas	Cambio	40,00
Radiador	operativo	mantenimiento	45,00
Platino y Condensador	nuevo	Cambio	50,00
Bobina	nueva	Cambio	25,00
Tapones sistema de refrigeración del bloque	nuevos	Cambio	30,00
Motor de Arranque	operativo	mantenimiento	200,00
Carburador	operativo	Reparación	250,00
Llantas	nuevas	Cambio	640,00
Frenos	operativo	mantenimiento	60,00
Luces	nuevas	cambio	40,00
Batería	nueva	cambio	180,00
MOTOR	operativo	mantenimiento	250,00
Caja de Cambios	operativo	mantenimiento	90,00
Volante de inercia y convertidor de la transmisión automática	operativo	mantenimiento	120,00
Líquidos Hidráulicos	operativo	mantenimiento	20,00
Mantenimiento Eléctrico	operativo	mantenimiento	100,00
TOTAL			2410,00

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones.

Al finalizar el presente proyecto de grado, con todos los datos que se obtuvieron durante la evaluación de la rehabilitación del Trackman de las aeronaves FAIRCHILD F27J y HAWKER SIDDELEY 125-400, las hipótesis planteadas en este trabajo se puede concluir lo siguiente:

- Se realizó el estudio de la condición en la que se encontraba el remolque antes de comenzar con las tareas de rehabilitación, llegando a la conclusión de que estas si fueron factibles, pese al avanzado estado de deterioro en el que se encontraba y de todos sus componentes que lo constituyen, esto aumento el grado de dificultad y el trabajo requerido en cada una de las tareas a llevar a cabo.
- Las medidas para llevar a cabo el efecto de la rehabilitación fueron las tareas de pintura a la estructura metálica y cada componente que así lo requirió, el mantenimiento del motor y de todos aquellos componentes menores necesarios para un correcto funcionamiento.
- Se dio cumplimiento con las tareas de pintura y el mantenimiento preventivo y correctivo de los diferentes componentes del remolque Trackman; tomando en cuenta procedimientos estándar para las diferentes fases del proceso.
- Culminada las pruebas operacionales se puede llegar a la conclusión de que el remolque Trackman se encuentra en condiciones óptimas y seguras de operación.

4.2. Recomendaciones.

- Se necesita un método diferente de almacenamiento de los equipos que requieren de mantenimiento, ya que al encontrarse expuestos a condiciones ambientales tales como lluvia, humedad, sol, polvo y demás elementos perjudiciales para la integridad de un equipo; este se ve rápidamente deteriorado para la integridad de un equipo; este se ve rápidamente deteriorado.
- Es de suma importancia evaluar correctamente las medidas a tomar para las labores de rehabilitación debido a que de ellas depende una correcta planificación de los trabajos a realizar.
- Durante las tareas que comprenden la rehabilitación es necesario tomar en cuenta las instrucciones y recomendaciones que provee el fabricante tanto del remolque, como de los componentes del mismo.
- Al momento que se llevó a cabo las pruebas funcionales es importante manipular el remolque antes de conectarlo a la aeronave, ya que, una incorrecta operación puede significar un gran daño a la estructura de la misma.

GLOSARIO

Cigüeñal: Eje encargado de convertir el movimiento vertical a causa de la fuerza ejercida en los pistones, en movimiento circular.

Carter: El cárter de aceite es el encargado de albergar el líquido lubricante, además de en algunos motores servir como cubierta inferior del motor.

Cilindro: Cámara donde el pistón realiza su desplazamiento

Corrosión: Fenómeno de descomposición de los metales a su estado original.

Empenaje: El elemento estabilizador de un avión es la cola, el conjunto se llama **EMPENAJE**.

Mantenimiento: Trabajos requeridos para asegurar el mantenimiento de la aeronavegabilidad de las aeronaves, lo que incluye una o varias de las siguientes tareas: reacondicionamiento, reparación, inspección, reemplazo de piezas, modificación o rectificación de defectos.

Pistón: Embolo que se ajusta en la superficie interior del cilindro por medio de una serie de aros metálicos flexibles denominados anillos o segmentos.

Push Back: Es el procedimiento mediante el cual se remolca una aeronave.

Removedor: Sustancia utilizada para la separación de pintura de la superficie deseada.

Tripulación: una tripulación se conforma de un grupo de personas que trabajan en una tarea en común. Especialmente designa al personal de conducción y de servicios de una nave o aeronave.

ABREVIATURAS

AMM: Manual de mantenimiento de la aeronave

DGAC: Dirección General de Aviación Civil

EPP: Equipos de Protección Personal

GSE: Asistencia en Tierra de Aeronaves

FAA: Administración Federal de Aviación de los EEUU.

OACI: Organización de Aviación Civil Internacional.

BIBLIOGRAFÍA

Pinto, R. P. (2015). Aviónica y sistemas de navegación. pasión, por, & volar. (2014). pasión por volar.

Continental_TSIO-360-RB_Overhaul_Manual_1998

Máquina de pulir, VALVULA DE CARA, BANCO DE MONTAJE, 9/32 de pulgada a 11/16 PULGADAS Chuck, 0 A 45 GRADOS frente de válvula ÁNGULO DE AJUSTE, de 115 voltios, AC / DC, 60 ciclos monofásicos (Cedar Rapids MODELO "Kwik CAMINO"

Alfred H shute. (2016). Obtenido de <http://www.interempresas.net/aerospaceengines>. (2016). <http://aerospaceengines.blogspot.com/>. Recuperado el 2017, de <http://aerospaceengines.blogspot.com/>

Affairs, M. o. (2016). tele.soumu. Recuperado el 2016, de <http://www.tele.soumu.go.jp>

americanflyers. (2014). americanflyers. Recuperado el 2016, de www.americanflyers.net

AVIA. (2015). es.avia.pro. Recuperado el 06 de 2017, de <http://es.avia.pro/blog/diamond-da40>

Brary, s. (06 de 2016). sk ybrary. Recuperado el 2017, de www.skybrary.aero
cielos, s. l. (2014). surcando los cielos. Obtenido de <http://surcandoloscielos.es/blog/frequently-asked-questions-ix-el-radar-3parte/>

Continental. (2017). www.continentalengines.com. Obtenido de www.continentalengines.com/vid/

cuidamostucoche. (2017). cuidamostucoche.com. Obtenido de [cuidamostucoche.com: www.cuidamostucoche.com](http://cuidamostucoche.com)

enginesair. (2014). reciprocyengines. En BOEING.

españa, a. y. (2015). avion y piloto españa. Recuperado el 2017, de <http://avionypiloto.es>

Espinozas, V. (2015). <http://venturaespinozas.blogspot.com/>. Recuperado el 2017, de <http://venturaespinozas.blogspot.com/>

Garro, R. (2016). para nauticos. Recuperado el 2017, de <http://www.paranauticos.com/Diccionario/M/motores-V.htm>

Goon, P. (2014). ausairpower. Obtenido de <http://www.ausairpower.net/TE-Cruise-Missiles-1985.html>

Hedgar, J. (2016). electron tools. Recuperado el 08 de 2016, de <http://www.electrontools.com/>

herramientas, d. m. (2016). demaquinas y herramientas. Recuperado el 2017, de <http://www.demaquinasyherramientas.com>

Investigador. (2017). 3 Motor IO-360-D Unidad de Gestión de Tecnologías. Latacunga.

ITCA. (09 de OCTUBRE de 2015). INSTITUTO TECNOLOGICO ITCA. Recuperado el 2016, de INSTITUTO TECNOLOGICO ITCA: <http://www.itca.com.ar/novedades-detalle.php?id=453>

Landazuri, J. (2015). <http://josue-larectificadora.blogspot.com>. Recuperado el 2017, de <http://josue-larectificadora.blogspot.com>

Londres, B. d. (2016). [bbc.com/mundo/noticias](http://www.bbc.com/mundo/noticias). Recuperado el 2017, de <http://www.bbc.com/mundo/noticias>

Maquicenter. (2017). <http://www.maquicenter.com>. Obtenido de <http://www.maquicenter.cl/>

mexicano, e. a. (2016). el aviador. Recuperado el 2017, de <http://elaviador.mex.tl>

NAVCOMPANELS. (2015). allstar. Recuperado el 2016, de <http://www.allstar.fiu.edu/>

pasión, por, & volar. (2014). pasión por volar.

Pinto, R. P. (2015). Aviónica y sistemas de navegación.

Prezi. (2017). www.prezi.com. Recuperado el 2016, de <https://prezi.com/9crotvpk-3qi/motores-reciprococ/>

sangliervolant. (2017). www.sangliervolant.ne. Obtenido de www.sangliervolant.ne

Santana, J. V. (2016). <http://cienciatecnologiafoco.blogspot.com>. Recuperado el 2017, de <http://cienciatecnologiafoco.blogspot.com>

Santos, V. d. (2015). Historia de la aviacion. Obtenido de http://historicalsociety.blogspot.com/2010_04_01_archive.html

shulde. (2016).

Sismosoluciones. (2016). sismo-soluciones. Obtenido de <http://www.sismo-soluciones.com/index.php/shop/electronic-boards/144-2013-08-20-detail>

socorro, a. d. (2016). www.alasdesocorro.com. Obtenido de <http://www.alasdesocorro.com/>

takeoffbriefing. (2017). www.takeoffbriefing.com. Obtenido de <http://www.takeoffbriefing.com/>

todoautos. (2017). www.todoautos.com. Obtenido de <http://www.todoautos.com.pe/>

todoautos.com. (2017). www.todoautos.com. Obtenido de www.todoautos.com.

UGT. (2016). UGT-Unidad de Gestión de tecnologías. Obtenido de <http://ugt.espe.edu.ec/la-institucion/historia/>

UNEFA. (2016). <http://josefinadtermodinamica.blogspot.com/>. Recuperado el 2017, de <http://josefinadtermodinamica.blogspot.com/>

Victor Aviation. (2016). Engine Application. Obtenido de Engine Application: http://victor-aviation.com/sp/Engine_Application.php