



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS

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

**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 AEROMODELO CHEETAH
EFECTUANDO EL MAPEO, REUBICACIÓN DE ARNÉS
ELÉCTRICO Y OVERHAUL AL MOTOR JETCAT-P80 PARA LA
UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS"**

AUTOR: DUQUE TIPÁN, JORGE VINICIO

**DIRECTOR: TLGO. PROAÑO CHILCAÑAR, ALEJANDRO
DAVID**

LATACUNGA

2016



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES**

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, **“REHABILITACIÓN DEL AEROMODELO CHEETAH EFECTUANDO EL MAPEO, REUBICACIÓN DE ARNÉS ELÉCTRICO Y OVERHAUL AL MOTOR JETCAT-P80 PARA LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS”** realizado por el señor **DUQUE TIPÁN JORGE VINICIO**, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar al señor **DUQUE TIPÁN JORGE VINICIO** para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 07 de Diciembre del 2016

Tlgo. Proaño Chilcañar, Alejandro David
DIRECTOR



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES**

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **DUQUE TIPÁN JORGE VINICIO**, con cédula de identidad N° 050288392-9, declaro que este trabajo de titulación **“REHABILITACIÓN DEL AEROMODELO CHEETAH EFECTUANDO EL MAPEO, REUBICACIÓN DE ARNÉS ELÉCTRICO Y OVERHAUL AL MOTOR JETCAT-P80 PARA LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS”**, 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, 07 de Diciembre del 2016

JORGE VINICIO DUQUE TIPÁN

C.C.:050288392-9



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES**

AUTORIZACIÓN

Yo, **DUQUE TIPÁN JORGE VINICIO**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación **“REHABILITACIÓN DEL AEROMODELO CHEETAH EFECTUANDO EL MAPEO, REUBICACIÓN DE ARNÉS ELÉCTRICO Y OVERHAUL AL MOTOR JETCAT-P80 PARA LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS”** cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Latacunga, 07 de Diciembre del 2016

JORGE VINICIO DUQUE TIPÁN

C.C.:050288392-9

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación va dedicado a mis padres Jorge y Fanny quienes fueron el pilar fundamental para poder alcanzar esta meta lograda, porque gracias a su trabajo y esfuerzo me supieron apoyar en todos los momentos de mi vida, gracias por inculcarme valores como el amor, trabajo y respeto por lo que uno quiere lograr ser en la vida además por ayudarme a sobre salir para ser una persona de bien y productiva para la sociedad.

También va dedicado para mis hermanos Josseline y Jhonny que gracias a su amor y comprensión hoy pude lograrlo, y espero esto pueda ser un ejemplo de superación en sus vidas tanto personal como profesional.

Jorge Vinicio Duque Tipán.

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios por la salud que me ha dado y por permitirme tener esta experiencia única en mi Universidad así como a todos mis maestros quienes me transmitieron sus conocimientos y a mis compañeros por acompañarme en el transcurso de mi carrera.

Jorge Vinicio Duque Tipán

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
CAPITULO I	1
EL TEMA	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Planteamiento del problema	1
1.3 Justificación	2
1.4 Objetivos.....	3
1.4.1 Objetivo general.....	3
1.4.2 Objetivos específicos	3
1.5 Alcance.....	3
CAPÍTULO II	4
MARCO TEÓRICO	4
2.1 Historia del aeromodelismo.....	4
2.2 Hitos relevantes para el aeromodelismo	4
2.3 Categorías de vuelo.....	5
2.4 Categoría de los aviones	6
2.5 Manual de Mantenimiento del Avión (AMM).....	7
2.5.1 Generalidades y objetivo del manual	7

2.5.2 Estructura del manual	8
2.5.3 Estructura de los capítulos	9
2.5.4 Características del AMM	9
2.6 Trouble Shooting Manual (TSM)	11
2.6.1 Generalidades	11
2.6.3 Aislamiento de fallo	11
2.7 Wiring Diagram Manual (WDM)	15
2.8 Radio Control	16
2.9 Especificaciones del Aeromodelo	17
CAPÍTULO III	22
DESARROLLO	22
3.1 Preliminares	22
3.2 Condiciones del equipo	22
3.3 Desinstalación de elementos	23
3.3.1 Remoción del cobertor del equipo aviónico	23
3.3.2 Remoción del cobertor del motor	23
3.3.3 Remoción del motor	24
3.4 Envío del motor	27
3.4.1 Obtención del RUC en el SRI	27
3.4.2 Obtención del dispositivo token	28
3.4.3 Obtención el certificado de la firma electrónica	28
3.4.4 Contratación de los servicios de agentes de aduana	29
3.4.5 Registrarse en el sistema ECUAPASS	29
3.4.6 Embarque del motor para su despacho	29
3.5 Overhaul del motor en la fábrica	30
3.6 Retorno del motor	30
3.7 Revisión del arnés eléctrico en el aeromodelo	31

3.8 Remoción equipo aviónico	32
3.9 Renovación del arnés eléctrico	35
3.9.1 Remoción del morro.....	35
3.9.2 Circuito receptor del arnés eléctrico	37
3.9.3 Remoción del circuito receptor del arnés eléctrico	38
3.9.4 Ilustración a tamaño natural del aeromodelo	41
3.9.5 Separación del cableado en el arnés eléctrico	42
3.9.6 Separación de las alas y el fuselaje	42
3.9.7 Comprobación pin to pin	47
3.9.8 Recubrimiento del nuevo arnés eléctrico	48
3.9.9 Amarres de seguridad en los cables de extensiones	49
3.10 Recubrimiento de las líneas de combustible y propano	50
3.11 Optimización del compartimiento de equipos aviónicos	51
3.12 Pruebas operacionales	53
3.12.1 Comprobación de operaciones del motor.....	54
3.12.2 Comprobación de los sistemas en el fuselaje	56
3.13 Cambio del protector térmico de los tanques	60
3.14 Instalación	62
3.14.1 Limpieza del fuselaje	62
3.14.2 Unión de la parte del fuselaje con las alas	63
3.14.3 Instalación del montante del motor en el aeromodelo	64
3.14.4 Instalación del motor en su montante	64
3.14.5 Modificación del compartimiento del equipo aviónico.....	65
3.14.6 Instalación del circuito receptor al fuselaje.....	67
3.14.7 Instalación del equipo aviónico en el fuselaje.....	68
3.14.8 Conexiones dentro del fuselaje	69
3.14.9 Instalación de las baterías	70

3.15 Comprobación de funcionamiento del aeromodelo	71
3.16 Instalación de cobertores	72
3.17 Mapeo del aeromodelo y sus sistemas	74
3.17.1 Diagrama del sistema eléctrico	74
3.17.2 Diagrama del sistema de combustible.....	75
3.17.3 Diagrama del sistema de propano	75
3.17.5 Diagrama eléctrico de los servos	76
3.17.4 Diagrama del sistema Neumático	76
3.17.6 Ubicación de los sistemas en el aeromodelo	77
CAPITULO IV	79
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	79
4.1 Conclusiones	79
4.2 Recomendaciones	80
BIBLIOGRAFÍA	81
DEFINICIÓN Y SIGNIFICADOS	82
ANEXOS	84

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Paginas el AMM.	10
Tabla 2 Gama de Ondas	17
Tabla 3 Código del arnés electrico	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Identificación de fallas.....	12
Figura 2 Trabajos a realizar.	13
Figura 3 Localización de la falla.	14
Figura 4 Diagramas del avión.	15
Figura 5 Emisor del Radio Control.	16
Figura 6 Aeromodelo contruido y ensamblado.	21
Figura 7 Cobertor del equipo aviónico.	23
Figura 8 Cobertor del motor	24
Figura 9 Remoción del motor.	25
Figura 10 Tanques de combustible.	26
Figura 11 Motor desinstalado.....	26
Figura 12 Envoltura del arnes eléctrico.	32
Figura 13 Arnés eléctrico.	32
Figura 14 Equipo Aviónico, Base superior.	33
Figura 15 Base inferior en el compartimiento del aeromodelo.....	34
Figura 16 Base inferior removida.	34
Figura 17 El morro del aeromodelo.....	35
Figura 18 Equipo del Sistema Neumatico.	36
Figura 19 Funcionamiento de la valvula Neumatica.	36
Figura 20 Cable del servo del tren de nariz.....	37
Figura 21 Circuito Receptor Instalado.....	37
Figura 22 Remoción del Circuito Receptor.....	38
Figura 23 Desinstalación del canal número uno.	38
Figura 24 Desinstalación del canal número dos.....	39
Figura 25 Desinstalación del canal número tres.	39
Figura 26 Desinstalación del canal número cinco.	40
Figura 27 Desinstalación del canal número seis.	40
Figura 28 Desinstalación del canal número ocho.....	41
Figura 29 Control receptor desinstalado.	41
Figura 30 Bosquejo del aeromodelo.	42
Figura 31 Arnés Eléctrico desinstalado en el bosquejo.	42
Figura 32 Anés Eléctrico de las alas.	43

Figura 33 Identificación de los cables del arnés eléctrico.....	43
Figura 34 Cables del Arnés eléctrico cortados.	44
Figura 35 Socket del arnés eléctrico.	44
Figura 36 Soldas frias y la criadora.....	45
Figura 37 Socket macho unido al cable de las alas.	45
Figura 38 Parte hembra del socket.	45
Figura 39 Socket instalado al arnés eléctrico.	46
Figura 40 Amarre de seguridad de las suedas frias.	46
Figura 41 Comprobación de los cables.....	48
Figura 42 Protector térmico en el arnés eléctrico.	48
Figura 43 Uniones de extensiones amarradas.	49
Figura 44 Union del cable del servo en el tren principal.	49
Figura 45 Línea decombustible para unir tanques.	50
Figura 46 Compartimiento del motor cubierto con protector térmico.	50
Figura 47 Elementos del compartimiento aviónico.	51
Figura 48 Sujeción del tanque de propano.....	52
Figura 49 Sujeción de la bomba de combustible.....	52
Figura 50 Sujeción de la EC V6.0.....	53
Figura 51 Motor en el banco de pruebas.	53
Figura 52 Cables de la ECU conectados al motor.....	54
Figura 53 Cables de las válvulas electro hidráulicas conectadas.....	55
Figura 54 Cañerías conectados del motor a la ECU.	55
Figura 55 Comprobación de funcionamiento del motor.	56
Figura 56 Comprobación de operación de los flaps.	57
Figura 57 Prueba de elevones.	58
Figura 58 Comprobación de operación del rudder.	58
Figura 59 Servo del tren de nariz.....	59
Figura 60 Comprobación de los trenes retraidos.	60
Figura 61 Comprobación de los trenes extendidos.	60
Figura 62 Remoción del protector térmico de los tanques.	61
Figura 63 Tanque de combustible límpio.	61
Figura 64 Protector térmico delos tanques.....	62
Figura 65 Limpieza del fuselaje.	63
Figura 66 Fución delas alas con el fuselaje.	63

Figura 67 Instalación del montante del motor.	64
Figura 68 Ingreso del motor.	65
Figura 69 Batería con velcro.	66
Figura 70 Velcro dentro del fuselaje.	66
Figura 71 Socket conectado.	67
Figura 72 Circuito receptor instalado.	68
Figura 73 Instalación de la base de componentes.	68
Figura 74 Líneas de propano y combustible.	69
Figura 75 Conexiones de los cables al motor.	70
Figura 76 Batería instalada en el fuselaje.	71
Figura 77 Aeromodelo rehabilitado.	73

RESUMEN

El presente trabajo de titulación tiene como propósito la **rehabilitación** del **aeromodelo** CHEETAH, realizando un nuevo arnés eléctrico de los sistemas así como la reubicación de ciertos elementos del sistema de control de potencia y repotenciación de los equipos que lo requieran, así como también el cumplimiento del **overhaul** al motor **JetCat-P80** cuya finalidad es permitirle al aeromodelo operar con seguridad y se lo emplee con fines didácticos. Utilizando el manual de la tesis del señor Esteban Caizapasto se procedió a ubicar todas las partes internas y externas del aeromodelo para realizar la extracción de todo el arnés eléctrico en el aeromodelo, así como la remoción del motor JetCat-P80 para su **mantenimiento**, de igual manera se pudo separar las alas del fuselaje y por consiguiente se desarrolló la extracción del equipo aviónico. El trabajo escrito contiene cuantiosa información sobre el mantenimiento realizado al aeromodelo, así como la ubicación de cada componente a detalle que necesariamente ha sido trasladado a otro lugar, también se describe los sistemas intervenidos en la potenciación del aeromodelo y la operación correcta después de su modificación. También se puede hallar el mapeo o wiring diagram del sistema eléctrico; el sistema neumático se representará mediante simbología CETOP de igual manera el sistema de combustible y del sistema de los trenes de aterrizaje, sirviendo como material de apoyo a la instrucción y de soporte para futuros mantenimientos en el aeromodelo.

Palabras Clave:

- **Rehabilitación**
- **Aeromodelo**
- **Overhaul**
- **JetCat-P80**
- **Mantenimiento**

ABSTRACT

This work aims the rehabilitation of the CHEETAH aircraft making a new electrical harness of the systems and the relocation of certain elements of the control system power and repowering of the equipment that need it. Furthermore, the overhaul compliance to the JetCat-P80 engine which aim is to permit the aircraft can operate safely and can be used as teaching purposes. Using Mr. Esteban Caizapato's manual thesis, it proceeded to place all internal and external parts of the aircraft to perform the extraction of the entire electrical harness in the aircraft and the removal of the JetCat-P80 engine for its maintenance. It also could separate the wings from the fuselage, so the avionic equipment extraction was developed, too. The written job contains substantial information about the maintenance performed on the aircraft, as well as the location of each component in detail that have been moved to other place. It describes the intervened systems on the powering of the aircraft and the correct operation after its modification. You can also find the mapping or wiring diagram of the electrical system. The pneumatic system will be represented by CETOP symbols, and also the fuel and landing gear systems, serving as a support material to the instruction and support for future maintenance in the aircraft.

KEYWORDS:

- **Rehabilitation**
- **Aero model**
- **Overhaul**
- **JetCat-P80**
- **Maintenance**

Lic. Diego I. Granja Peñaherrera
Jefe Secc. Dpto. Lenguas UGT

CAPITULO I

EL TEMA

1.1 Antecedentes

La Unidad de Gestión de Tecnologías se encuentra ubicada en la ciudad de Latacunga, provincia de Cotopaxi, esta Institución de educación Superior, es la única en su tipo ya que es la encargada de preparar a los futuros técnicos en Mecánica Aeronáutica especializados en Menciones de Aviones y Motores, los cuales son instruidos para desempeñarse de una manera muy satisfactoria resolviendo diferentes problemas en la aeronave, y en todos sus ámbitos laborales y profesionales a nivel nacional e internacional, los estudiantes de la Carrera en Mecánica Aeronáutica reciben los conocimientos proporcionados por sus maestros para realizar en un futuro el mantenimiento preventivo, correctivo y operacional de todo tipo de aeronave ya sea recíproco, turbina o turbohélice.

La Unidad de Gestión de Tecnologías posee laboratorios equipados para educar a sus estudiantes en las diferentes materias aeronáuticas aplicándolas tanto en parte teórica como en la práctica, además cuenta con el avión escuela único en su tipo, ya que es un modelo funcional y permite poner en práctica todo lo aprendido en las aulas.

También existen otros tipos de aeronaves en los laboratorios como el aeromodelo jet CHEETAH propulsado con un motor JETCAT-P80 a escala que por el momento se encuentra fuera de servicio ya que dicho motor a cumplido sus horas de vuelo y existen sistemas que se encuentran esparcidos en forma desordenada en el aeromodelo.

1.2 Planteamiento del problema

La Unidad de Gestión de Tecnologías como única entidad educativa a nivel superior en aeronáutica busca desarrollar constantemente la excelencia entre sus alumnos con la ayuda de sus laboratorios, pero

manifestando así algunas limitaciones estratégicas que impiden el desarrollo continuo del aprendizaje como la culminación de los ciclos de vuelo en los motores de aerodelismo impidiendo sus demostraciones y causando una deficiencia en la formación integral de los estudiantes.

Por consecuencia la necesidad del funcionamiento óptimo en los motores de los aerodelos resulta ser muy prioritaria ya que por situaciones económicas, el motor JETCAT P80 ha cumplido con sus horas respectivas de vuelo necesitando un overhaul para que se encuentre en servicio, así mismo el aerodelo CHEETAH requiere el mapeo de los sistemas para que se pueda observar de mejor manera el funcionamiento de los mismos.

La falta de funcionamiento en este tipo de aerodelo y su motor constituye una deficiencia importante para el desarrollo de conocimientos en aeronaves no tripuladas de mayor velocidad; además tendría como consecuencia que los estudiantes perdieran el interés en la construcción de nuevos prototipos para el aerodelismo.

1.3 Justificación

La Unidad de Gestión de Tecnologías posee diversos laboratorios que ofrecen una formación integral para los alumnos al más alto nivel, además ostenta un personal entrenado y capacitado para resolver las falencias entre los estudiantes, no obstante posee una deficiencia en el material pedagógico necesario como, el reporte del aerodelo CHEETAH, que podría permitir un perfeccionamiento en la enseñanza para que los estudiantes adquieran nuevos y mejores conocimientos en su formación.

Por lo tanto la ejecución de este trabajo es prioritario para el laboratorio de aerodinámica, ya que con el mapeo del sistema permitiría observar con un mejor entendimiento el funcionamiento del aerodelo y de su motor, permitiendo al estudiante instruirse de una forma correcta para su mejor desarrollo técnico. Con la rehabilitación de este aerodelo ayudará a la capacitación de los estudiantes en la especialidad de Mecánica Aeronáutica, por lo tanto es de suma importancia que la Unidad de Gestión de Tecnologías cuente con la implementación pedagógica en óptimo estado

de este proyecto, al realizar el mapeo adecuado y la reubicación del arnés eléctrico, con la finalidad de formar técnicos profesionales con conocimientos sólidos en el campo de la aerodinámica.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Rehabilitar el aeromodelo CHEETAH propulsado por el motor Jetcat-P80, mediante prácticas estándar de mantenimiento para la ejecución del mapeo de los sistemas internos en el aeromodelo, reubicación del arnés eléctrico y overhaul del motor para la Unidad de Gestión de Tecnologías.

1.4.2 Objetivos específicos

- Realizar el mantenimiento correctivo de 25 horas al motor JETCAT P80 a fin de cumplir las recomendaciones del fabricante.
- Ejecutar la reubicación de los sistemas y el arnés eléctrico en el aeromodelo CHEETAH permitiendo facilitar el proceso de armado y desarmado de los elementos internos.
- Elaborar un mapeo de todos los sistemas del aeromodelo CHEETAH que permita conocer al usuario sus elementos y la ubicación de los mismos.

1.5 Alcance

El presente proyecto está enfocado en el funcionamiento óptimo del aeromodelo CHEETAH propulsado por el motor Jetcat-P80, para ser utilizado como material didáctico al servicio de los estudiantes, el cual permitirá elevar el nivel de conocimientos en el campo de la Mecánica Aeronáutica mejorando sus habilidades y destrezas implementando una forma práctica de enseñanza en la materia de aerodinámica.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Historia del aeromodelismo

El aeromodelismo nace mucho tiempo antes que la aviación. Los primeros registros que se tienen de un aeromodelo no tripulado data de la cultura egipcia y consistían en palomas capaces de planear. Pero el primer aeromodelo propulsado del que se tiene constancia es el conocido como planophore, modelo diseñado por el francés Alphonse Pénaud en 1871.

Desde entonces que el aeromodelismo ha sido precursor de la aviación siendo la creación de modelos a escala un punto de partida para la fabricación de aeronaves de tamaño completo, donde estos aeromodelos funcionales y no funcionales son puestos a prueba en túneles de viento o en condiciones normales para probar su eficiencia y desempeño. Por lo general este tipo de pruebas son hechas para aviones de alto desempeño, como aviones de pasajeros y aviones militares.

2.2 Hitos relevantes para el aeromodelismo

- 1939 - Walter Good hizo las primeras demostraciones en vuelo con un modelo que pesaba 6 kg y cuyo receptor de 4 lámparas, con 400 gr de peso requería 1 kg de pilas de 90 V.
- 1942 - Se patenta un sistema de vuelo controlado por dos cables dando lugar a una forma de vuelo que logró gran popularidad “vuelo circular”. (Juarez, 2016)
- 1945 - Los enormes progresos alcanzados en la electrónica durante la Segunda Guerra Mundial, hicieron que a finales de ésta se pudieran simplificar las realizaciones efectuadas por los aficionados, pero con el inconveniente de la escasez de materiales, lo que no permitió la difusión de esta modalidad de vuelo.

- 1946 - El reactor también llega al aeromodelismo, en la forma de cohetes con carga sólida, que sustituirían a los antiguos de pólvora los pulsorreactores que se iniciaron con el método complejo del Minijet.
- 1950 - En la década de los años cincuenta, se empezó a disponer del primer material comercial y, sobre todo, de la lámpara sub-miniatura XFG1, permitiendo una gran disminución de peso en el receptor, y en las pilas necesarias.

El aeromodelismo moderno no tiene como fin último la creación de un modelo a escala completa, sino que es el desarrollo de una aeronave no tripulada para su vuelo como recreación, de forma competitiva y últimamente se utiliza también con fines militares. Estos últimos conocidos como UAV por sus siglas en inglés (Unmanned Aerial Vehicles) que se dedican a la vigilancia de territorios enemigos en forma remota, esta tecnología de vigilancia se aplica también a fines civiles como vigilancia en zonas de catástrofes naturales, como en el terremoto de Chile de 2010, incendios forestales y seguimiento de bancos de peces entre otras aplicaciones.

2.3 Categorías de vuelo

Por su parte, el aeromodelismo deportivo ha crecido de la mano con la tecnología. Hoy se pueden encontrar distintas ramas competitivas de aeromodelismo dependiendo de la modalidad:

- Vuelo libre - Modelos remolcados puros, lanzados a mano o con motor a goma o explosión que planean sin control o intervención de su propietario.
- Vuelo Circular, también llamado U-Control - Modelos que giran alrededor del piloto controlados por éste gracias a un juego de cables. Dentro de esta modalidad se encontraron disciplinas del aeromodelismo tan diferentes como la acrobacia, las maquetas o aviones a escala, las carreras, la velocidad y el combate.
- Radio Control (R/C) - Es la categoría reina del aeromodelismo. En ella podemos encontrar maquetas (según su grado de similitud con respecto al modelo real), veleros, motoveleros, helicópteros, autogiros

y cualquier elemento volador que funcione gracias a señales de radio que transmiten órdenes a unos servos que actúan sobre las superficies de control de los modelos según el cual se desarrolló al aeromodelo de este proyecto.

- Interiores - Modelos específicamente diseñados para volar en recinto cerrados, entre los que se distinguen los helicópteros de radio control, especialmente a batería, destacan por su bajo peso. También últimamente se han diseñado modelos a radio control para volar en interiores, como gimnasios y bodegas de tamaño grande. (Juarez, 2016)
- FPV - Por sus siglas en inglés (First Person View). Esta es una nueva modalidad del aeromodelismo en la cual el piloto guía al aeromodelo por medio de video inalámbrico. Las imágenes provenientes del avión son transmitidas en directo al piloto a través de gafas de realidad virtual o monitores como por ejemplo los drones.

2.4 Categoría de los aviones

Entrenadores - Los aviones de este tipo están contruidos de manera que el vuelo sea lo más sencillo para principiantes, con amplia capacidad para planear debido a las alas largas y anchas ubicadas en la parte superior del avión, además suelen tener diedro (alas en forma de “V”), que lo hacen muy estable en el aire. No son buenos para acrobacias y vuelo de velocidad.

De Segundo nivel o siguiente paso - Los aviones incluyen una mejoría en el borde de ataque del ala y en la posición de ésta, mejorando la velocidad y las capacidades acrobáticas pero siguen siendo aviones para aprender a volar. Pueden presentar variantes en su tren de aterrizaje, que puede ser de triciclo o de patín de cola.

Acrobáticos - Generalmente existen los monoplanos o biplanos, se caracterizan por responder rápido a cualquier orden desde la emisora de radio y pueden alcanzar velocidades mayores. Se vuelven particularmente inestables a bajas velocidades, ocasionando que se pierda el control en pilotos con poca experiencia, por el contrario en manos de un experto las maniobras que pueden realizar son inimaginables.

Dentro de estos se encuentra una categoría de vuelo que ha nacido no hace mucho, denominada vuelo 3D. Se trata de maniobras agresivas, con elevados ángulos de ataque cercanos a la pérdida. Estos modelos van sobre motorizados y están dotados de grandes superficies móviles que les permite maniobrar a bajas velocidades, para ello también se utilizan hélices con mayor diámetro y menos paso, de esta manera podemos hacer que el avión vuele más lento y responda mejor a los mandos en bajas velocidades ya que se aumento el caudal de aire. (Juarez, 2016)

Fun Fly - Este nuevo tipo de avión, es una variante del aerodelismo acrobático, ya que con él se pueden realizar todo tipo de maniobras. La diferencia principal con estos, es el peso; estos aviones al ser mucho más ligeros que los acrobáticos convencionales, pueden realizar un cierto número de maniobras, que los acrobáticos, por su carga alar no pueden realizar. Estos aviones (como su nombre indica) son divertidos de volar, aunque en cierta medida, no son aptos para principiantes. Suelen ser más económicos que los acrobáticos convencionales.

Maqueta - El aerodelismo se divide en dos ramas: maquetas y semi-maquetas. Las maquetas son reproducciones del avión original, con una escala concreta y un diseño físico fiel al avión real. Las semi maquetas se pueden definir como maquetas no completas, en el sentido de que no poseen el mismo detalle que una maqueta. La semi maqueta está diseñada para ser un tipo de avión económico, más fácil de volar que la maqueta, y al alcance del bolsillo de un ciudadano medio, ya que en esta rama se ubicó el aerodelo desarrollado en el instituto.

2.5 Manual de Mantenimiento del Avión (AMM)

2.5.1 Generalidades y objetivo del manual

El AMM tiene como objetivo dar a conocer al técnico de mantenimiento el funcionamiento de los sistemas del avión y las tareas necesarias para efectuar todas las labores de mantenimiento. Es el manual más importante para poder efectuar todos los trabajos y en él se detallan

como se desmontan, inspeccionan, prueban, montan, los elementos de todos los sistemas del avión.

La información necesaria para el mantenimiento de los equipos de la aeronave se encuentra en los Manuales de los Fabricantes de los Equipos (CMMV) o en los del fabricante de la aeronave (CMMM). El AMM también contiene información referente a las inspecciones y mantenimiento de la estructura de la aeronave.

Sin embargo la reparación de la misma está contenida en el Structural Repair Manual (SRM) y Nacelle Structural Repair Manual (NSRM). La información necesaria para búsqueda de averías se encuentra en el Trouble Shooting Manual (TSM). El AMM contiene la información necesaria para realizar todos los procesos del mantenimiento programado incluidos en el Maintenance Planning Document (MPD) y los procedimientos de Activación/Desactivación relativos a la Master Minimum Equipment List (MMEL) y Configuration Deviation List (CDL).

2.5.2 Estructura del manual

Las primeras páginas del manual están formadas por la información general:

- **Front Page** - Es la primera hoja con el título del manual, la flota, fabricante y la fecha de la primera emisión.
- **Récord of Revisions** - Registro de revisiones, donde aparecen los números de revisión y las fechas correspondientes.
- **List of Temporary Revisions** - Son las Revisiones Temporales que afectan al manual entre una revisión y la siguiente.
- **List of Chapters** - Listado de Capítulos en los que está dividido su contenido.
- **SB List** - Lista de Boletines de Servicio. Contiene el listado de los boletines aplicables, por lo menos a un avión de la flota.

Los manuales están organizados en Capítulos o ATA's de acuerdo con la especificación ATA 100, se distribuyen de la siguiente forma:

- **Capítulo 00** - En el Capítulo 00 se encuentra toda la información relativa a la actualización, lista de páginas efectivas, contenido, estructura, manejo del manual, abreviaturas, boletines.
- **High lights (HL)** - Proporciona el n° de revisión, fecha y los motivos de cambios de la revisión.
- **List of Effective Pages (LEP)** - Indica las páginas que son nuevas (N), revisadas (R) o borradas (deleted) (D) y las fechas de edición.
- **Table of Contents (TOC)** - Presenta el contenido de cada capítulo.

En los siguientes capítulos se mostrarán las diferentes carpetas o ATA's del avión, dividiéndose en cuatro bloques principales para su mejor comprensión al momento de ponerlo en práctica tanto en la vida estudiantil como profesional:

- Generalidades del avión. Del ATA 5 al ATA 12.
- Sistemas de avión. Del ATA 20 al ATA 49.
- Estructuras. Del ATA 51 al ATA 57
- Planta de potencia. Del ATA 70 al 80.

2.5.3 Estructura de los capítulos

Según lo especificado, cada uno de los capítulos, distribuidos según especificaciones ATA100, se divide en, Secciones o subsistemas y cada uno de éstos en, unidades o elementos (que son las distintas partes que forman el subsistema).

XX –YY–ZZ

- XX Capítulo/ATA.
- YY Secciones o Subsistemas.
- ZZ Unidad o elemento.

2.5.4 Características del AMM

La información contenida en el AMM está dividida en dos características principales:

1. Descripción y Operación.
2. Procedimientos de Mantenimiento.

Cada una de las diferentes informaciones esta agrupada en un bloque de cien páginas. Si la información supera las cien páginas se inicia de nuevo el bloque añadiendo una letra al principio como indica a continuación en el siguiente ejemplo.

Ejemplo: 00-----99, A00-----A99, B00----B99.

Para la distinción de cada uno de ellos se dividen los capítulos en "PAGE BLOCK", esto consiste en la asignación de bloques de páginas efectivas dependiendo del tipo de información que contiene en cada aeronave.

Tabla 1

Paginas efectivas del AMM.

TYPE OF TOPIC (APARTADO)	PAGE BLOCK
Description and Operation (D/O) (Descripción y Operación)	001 – 099
Trouble Shooting Procedures (Páginas donde aparecen avisos y síntomas de anomalías. Exclusivas del TSM).	101 – 199
Maintenance Practice (M/P)(Prácticas de Mantenimiento)	201 – 299
Servicing (S) (Servicios)	301 – 399
Deactivation / Reactivation (D/R) Removal / Installation (R/I) (Desactivación / Reactivación)	401 – 499
Adjustment / Test (A/T) (Ajuste/Prueba)	501 – 599
Inspection / Check (I/C)(inspección / Comprobación)	601 – 699
Cleaning / Painting (C/P) (Limpieza / Pintura)	701 – 799
Approved Repairs (A/R)(Reparaciones Aceptadas)	801 – 899

2.6 Trouble Shooting Manual (TSM)

2.6.1 Generalidades

El TSM es el manual de referencia para el seguimiento, aislamiento y resolución de los avisos, fallos o malas actuaciones producidas en el avión tanto en vuelo como en tierra. No siendo un manual obligatorio, no todas las compañías fabricantes de aeronaves proporcionan este manual. La organización o contenido normal de un TSM lo divide cada compañía según el diseño de la aeronave, siendo contenidos básicos:

Índice por avisos o mala actuación.

Índice por fallos en la ejecución de los diferentes.

2.6.2 Contenido de capítulos

En cada capítulo se encuentra:

- Descripción
- Índice de Páginas Efectivas
- Lista de Revisiones Temporales
- Síntomas de Fallo.
- Procedimiento de Aislamiento de Fallos.
- Lista de Tareas relativas al capítulo.
- Tareas de apoyo.

2.6.3 Aislamiento de fallo

Para poder localizar la avería se realiza un procedimiento de aislamiento del fallo, utilizando los diferentes manuales que el fabricante dispone y siguiendo una estructura de seguimiento razonada hasta la localización del aislamiento y solución del fallo o avería. El procedimiento normal de aislamiento y resolución de un fallo o avería, se realiza siguiendo un esquema de trabajo:

I. Posibles causas.

Donde se muestran todos los elementos o chequeos que hay que realizar durante el proceso de trabajo, este es la tarea más extensa de todo el procedimiento de casa fallas ya que se analizará cada tipo de circunstancias y se mostrarán las diferentes causas por orden de posibilidad de fallo.

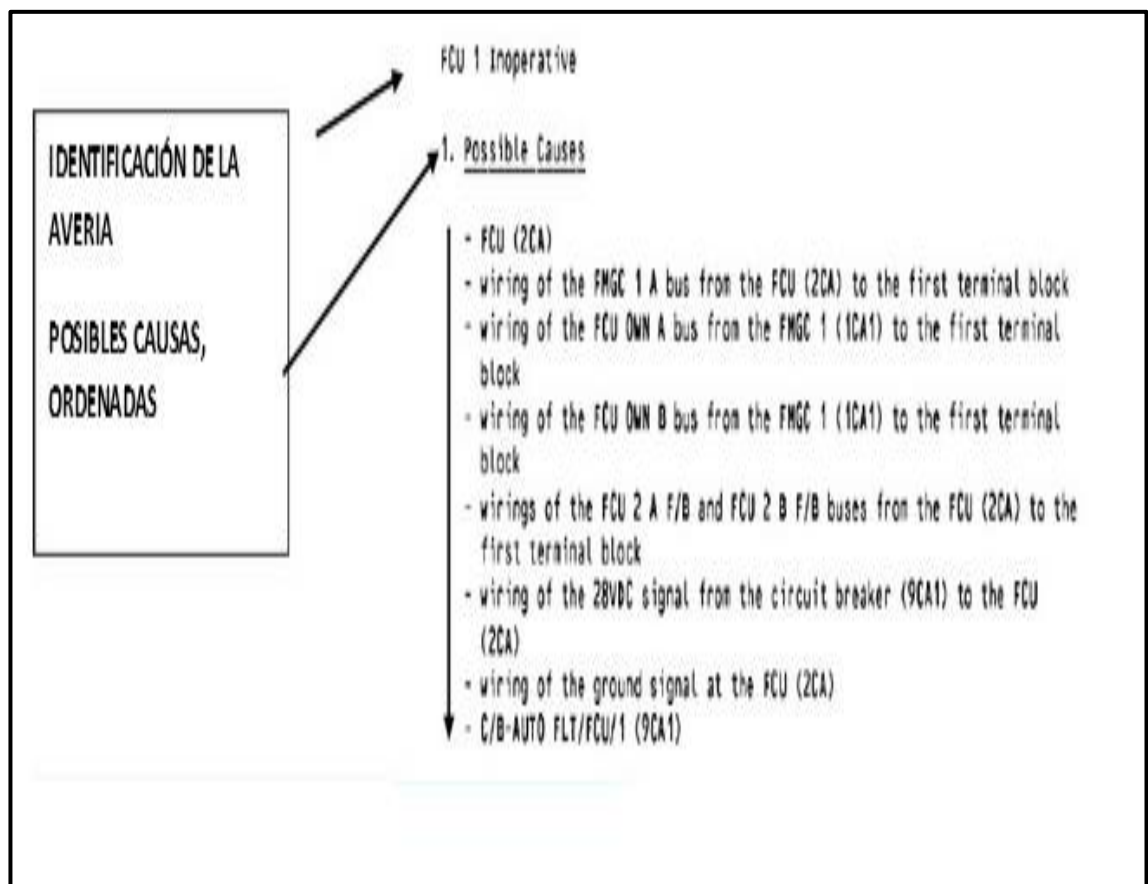


Figura 1 Identificación de fallas.

Fuente: (SCRIBD, 2016)

II. Información de las diferentes tareas o trabajos a realizar.

Muestra la lista de equipos, herramientas y procedimientos requeridos que se va a necesitar durante el procedimiento del aislamiento y análisis de la avería. También se mostrarán los diferentes trabajos o tareas relacionadas con el AMM.

<u>2. Job Set-up Information</u>	
A. Referenced Information	
REFERENCE	DESIGNATION
R 24-00-00-810-818	Computer Reset
AMM 22-81-12-000-001	Removal of the FCU (2CA)
AMM 22-81-12-400-001	Installation of the FCU (2CA)
AMM 22-91-00-710-001	Ground Scanning of the AFS
ASM 22-84/01	
ASM 22-86/03	

Figura 2 Trabajos a realizar.

Fuente: (SCRIBD, 2016)

III. Confirmación del fallo.

Es la realización del test correspondiente al fallo asociado para confirmar la avería y no realizar cambios injustificados de elementos dentro del avión. Esta confirmación de fallo se realiza para descartar un fallo o aviso durante el vuelo o la realización de una prueba.

IV. Aislamiento y localización del fallo.

Es el procedimiento que hay que seguir siguiendo las apropiadas instrucciones y acciones para el aislamiento y resolución de la avería. También hay que verificar antes de realizar un chequeo de cableado que se sigue teniendo los avisos correspondientes a la avería.

4. Fault Isolation

A. If the circuit breaker (9CA1) is closed and if the test gives the maintenance message AFS: FCU:
 - do a FCU reset procedure (Ref. TASK 24-00-00-810-818).

NOTE : The 7 minute reset is necessary to do a full test sequence of the FCU.

(1) If the fault continues:
 - do a check for 28VDC at the FCU (2CA) pin A/Z.

(a) If there is 28VDC:
 - replace the FCU (2CA) (Ref. AMM TASK 22-81-12-000-001) and (Ref. AMM TASK 22-81-12-400-001).

1 If the fault continues:
 - do a check of the:
 . wiring of the FMGC 1 A bus from the FCU (2CA) to the first terminal block
 . wiring of the FCU OWN A bus from the FMGC 1 (1CA1) to the first terminal block
 . wiring of the FCU OWN B bus from the FMGC 1 (1CA1) to the first terminal block.
 - (Ref. ASM 22-86/03).

2 If there is no continuity:
 - repair the above wirings.

3 If there is continuity:
 - do a check and repair the wirings of the FCU 2 A F/B and FCU 2 B F/B buses from the FCU (2CA) to the first terminal block (Ref. ASM 22-86/03).

(b) If there is no 28VDC:
 - do a check of the wiring of the 28VDC signal from the circuit breaker (9CA1) to the FCU (2CA) and the wiring of the ground signal at the FCU (2CA), pin A/A (Ref. ASM 22-84/01).

1 If there is no continuity:
 - repair the above wirings.

Figura 3 Localización de la falla.

Fuente: (SCRIBD, 2016)

V. Cierre del trabajo.

Una vez resuelta la avería y finalizado el trabajo hay que volver al avión y a las condiciones normales e iniciales de trabajo.

2.7 Wiring Diagram Manual (WDM)

Es una serie de manuales de cableado que se han desarrollado conteniendo los diversos diagramas, gráficos, tablas y esquemas necesarios para poder interpretar los sistemas eléctricos y electrónicos de las aeronaves. Para las aeronaves ligeras, los cableados diagramas y esquemas pueden estar contenidos en el Manual de Mantenimiento, sin embargo, la forma común de buscar toda la de información cableado de la aeronave se encuentra en un manual separado de uno o más volúmenes. El Wiring Diagram Manual es un conjunto de los tres manuales de cableado que se utilizan para investigar averías y comprobar los circuitos de todos los sistemas de avión. Los manuales son:

- Aircraft Schematic Manual (ASM).
- Aircraft Wiring Manual (AWM).
- Aircraft Wiring List (AWL). (SCRIBD, 2016)

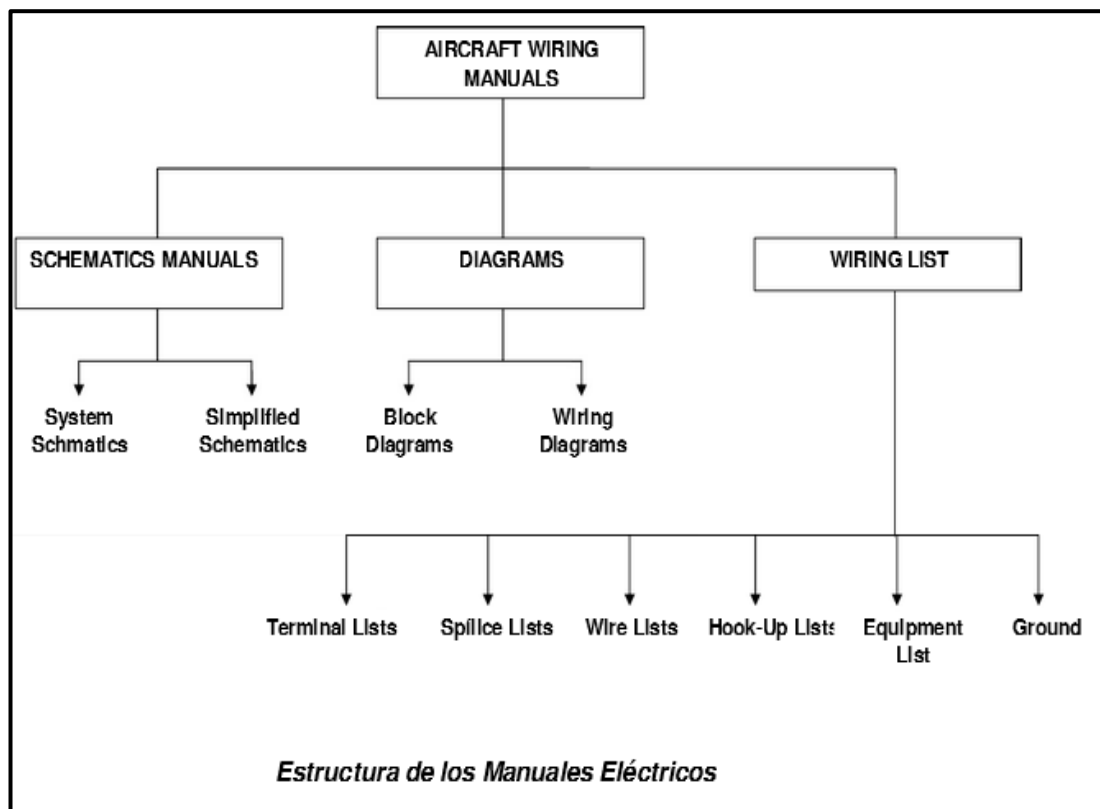


Figura 4 Diagramas del avión.

Fuente: (SCRIBD, 2016)

2.8 Radio Control

Un radio control básicamente es un sistema que consiste de un emisor, un receptor, y el accionamiento de un servo, al actuar los mandos del emisor se envía una señal de radio mediante una frecuencia, el receptor toma estas señales y las decodifica transformándolas en pulsos eléctricos para poder accionar los servos y convertir de esta manera la energía eléctrica de las baterías en energía mecánica.



Figura 5 Emisor del Radio Control.

Las frecuencias de radio son ondas electromagnéticas conocidas por su unidad de frecuencia como Hertz (Hz), “además se las denomina como el número de veces que sucede un fenómeno en un momento periódico, tiempo determinado o como también puede ser el número de veces que una onda sinusoidal se completa o realiza un ciclo en un segundo” (Caizapasto, 2016, pág. 13), se propagan en el espacio desde que se difunden de su emisor hasta su receptor, el emisor adaptado a este aeromodelo se encuentra configurado para ocho canales y tiene una distancia limitada de cobertura de 5 km de señal de longitud de onda hasta su receptor, las ondas más cortas tienen una frecuencia más alta mientras que las ondas más largas poseen una frecuencia más baja.

Ondas de Radio

Tabla 2

Gama de Ondas

Banda	Rango de Frecuencia	Longitud de Onda
Ondas Largas (LW)	30KHz-300KHz (LF)	10Km-1Km
Ondas Medias(MW)	300KHz-3MHz (FM)	1Km-100m
Ondas Cortas(SW)	3MHz-30MHz (HF)	100m-10m
Ondas muy Cortas(VSW)	30MHz-300MHz (VHF)	10m-1m
Ondas Ultra Cortas(USW)	300MHz-3GHZ (UHF)	1m-10cm
Ondas Súper Cortas(SSW)	3GHZ-30GHZ (SHF)	10cm-1cm

2.9 Especificaciones del Aeromodelo

En estas especificaciones se detallará los orígenes de la construcción del fuselaje del aeromodelo, trabajo de titulación realizado por el señor Daniel Bautista quien diseñó y construyó la estructura interna y externa de dicho aeromodelo, así como los soportes para la tobera de escape, el compartimiento de equipos aviónicos y los tanques de combustible, también se detallará el ensamblaje del motor JetCat P-80 y los sistemas de vuelo en la estructura del aeromodelo, trabajo de titulación realizado por el señor Esteban Caizapasto quien realizó la instalación de todos los sistemas como:

- El sistema de combustible.
- El sistema neumático.
- El sistema de propano.

- El sistema eléctrico.
- Los trenes principales.
- El tren de nariz.
- Instalación de elementos en el compartimiento de equipos aviónicos.
- La instalación del motor en el aeromodelo.
- La instalación de los servos en las superficies de controles de vuelo.
- La configuración del radio control y receptor del aeromodelo.

El diseño y la construcción del fuselaje del aeromodelo CHEETAH se generó por la necesidad de poseer un material didáctico de primer nivel especialmente para los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica menciones Aviones y Motores, ya que ha sido y continua siendo el único aeromodelo construido y ensamblado en el Ecuador, puesto que al unirse con el motor JetCat-P80 dio como resultado el primer aeromodelo a escala de un avión Jet funcional y estandarizado de acuerdo a las normativas técnicas del aeromodelismo.

Este aeromodelo se construyó siguiendo las especificaciones técnicas de los nuevos métodos de construcción de aeromodelos (UAV) que en español se pronunciaría Vehículos Aéreos No Tripulados, a una escala real de 1:20 con las medidas del avión original constituyendo los materiales como fibra de vidrio, fibra de carbono, kevlar a la utilización como compuestos principales o elementales para la construcción del aeromodelo.

Con la creación de este aeromodelo se contribuyó de una excelsa manera a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE especialmente a la Unidad de Gestión de Tecnologías y a la carrera de Mecánica Aeronáutica ya que contiene entre su material didáctico una herramienta de aprendizaje completa y versátil capaz de ponerlo en funcionamiento a cualquier momento para actividades militares como civiles dentro de los parámetros de funcionalidad de la institución.

A continuación se va detallar las especificaciones técnicas del aeromodelo como las dimensiones del aeromodelo, el peso, y su centro de gravedad, con el fin de conocer las condiciones en las que se halló el

aeromodelo antes de ser sometido a la intervención en sus sistemas y en el motor JetCat-P80 para poder proceder a este trabajo de titulación.

Puesto que el trabajo de titulación aprobado no afecta a ninguno de estos parámetros establecidos en la construcción inicial, y no se realizaron cambios mayores en su estructura interna como externa del aeromodelo, solo se va detallar en forma general dichas especificaciones técnicas con el fin de informar en este documento los datos del producto final a lo que se culminó la construcción y la instalación de los sistemas y el motor.

Materiales utilizados en la construcción del aeromodelo

- Maderas de Laurel para el molde principal.
- Maderas de balsa.
- Fibra de vidrio para el molde al vacío.
- Fibra de carbón.
- Fibra de kevlar.
- Resina Epoxi 2032.
- Acelerante PH 3660.
- Masilla para madera.
- Vinillo autoadhesivo 3M.
- Film Separadores y Sangradores.
- Vacum Film.
- Vacum Tape.
- Peelply.
- Tela absorbente.
- Sellante de madera Piroxilina.

Dando un peso total en la construcción estructural del aeromodelo de 5.6 libras al momento de concluir con el ensamblaje de todas las partes del fuselaje, gracias a que los materiales utilizados fueron los más idóneos con el fin de reducir el peso y tratar de reducir la mayor cantidad de resistencia a las fuerzas aerodinámicas a las que será sometido el aeromodelo al ponerlo en maniobras de vuelo.

Diámetros del aeromodelo

- La longitud del aeromodelo es de 68 pulgadas tomando como referencia desde la nariz del aeromodelo hasta el conducto de la salida de los gases de escape del motor en la parte posterior del aeromodelo.
- La envergadura de las alas es 86.74 pulgadas de un extremo del ala izquierda al otro extremo del ala derecha
- La altura del aeromodelo con los trenes principales y el tren de nariz retraídos es de 10.3 pulgadas y con los trenes extendidos es de 15.4 pulgadas tomado como referencia el contacto de las ruedas con el piso hasta la parte más alta del estabilizador vertical.

Especificaciones Técnicas del motor

Estas especificaciones técnicas del motor JetCAt P-80 las ha generado y difundido el fabricante del motor con el fin de dar a conocer las características técnicas del producto sus limitaciones y propiedades, la empresa JETCAT USA situada en el estado de la Florida suministra la siguiente información del motor.

- EMPUJE: 22 Lb aprox. (10kg)
- PESO: 1.360 gramos (inc. sistema de arranque automático).
- DIÁMETRO: 112 mm.
- LONGITUD: 315 mm. (incl. motor de arranque)
- REVOLUCIONES: 35.000 - 117.000 r.p.m.
- TEMPERATURA DE ESCAPE: 510 - 700°C.
- CONSUMO: 95-275 ml/min.
- COMBUSTIBLE: jet A1, Keroseno, Parafina,JP1.
- LUBRICACIÓN: 5% de aceite sintético especial en el combustible.

El peso total del aeromodelo al momento que se encuentra en tierra con todos los sistemas, las baterías, los trenes principales, el tren de

nariz, los cobertores, el motor JetCat P-80, la cuna del motor, tienen un peso total de 13,8 libras que al comparar con el empuje producido por el motor es posible que pueda cumplir con las operaciones de vuelo designadas.



Figura 6 Aeromodelo contruido y ensamblado.

CAPÍTULO III

DESARROLLO

3.1 Preliminares

En este capítulo se detalla con suma exactitud en forma textual todos los procedimientos técnicos y pasos realizados al aeromodelo CHEETAH propulsado por el motor JetCat P-80, propiedad de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE ubicado en el laboratorio de motores JET de la Unidad de Gestión de Tecnologías.

3.2 Condiciones del equipo

En una breve inspección se pudo observar que el aeromodelo internamente tenía algunas falencias físicas en sus compartimientos, como la falta de espacio en el compartimiento de equipos aviónicos y la falta de protectores térmicos para las líneas de combustible y el conjunto de cables ubicados en el compartimiento del motor, pero la principal deficiencia de este equipo de instrucción didáctica era el no funcionamiento del motor JetCat P-80 que ahí se encontraba instalado ya que requería de suma urgencia se le realice el overhaul en su fábrica por motivos que ya había cumplido sus respectivas horas de vuelo en operación. Otra de las principales falencias que se pudo distinguir fue el ineficiente arnés eléctrico que este prototipo tenía ya que era antiestético y anti técnico tener cables por muchas partes del fuselaje generando un peligro para la integridad del aeromodelo, produciendo de la misma manera un problema para realizar su mantenimiento. Al solucionar estas falencias se espera aportar a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE un material didáctico repotenciado para los estudiantes de futuras generaciones y así poderlo consolidar en la cúspide del aprendizaje aeronáutico en la universidad.

3.3 Desinstalación de elementos

Antes de iniciar con la desinstalación de elementos se efectuó una minuciosa inspección visual externa de todo el aeromodelo, observando específicamente las partes, componentes y la ubicación de cada una de ellas, también se observó la cantidad de cables sueltos existentes en el interior y la dificultad para realizar cualquier tipo de trabajo en dicho aeromodelo.

3.3.1 Remoción del cobertor del equipo aviónico

Ubicando el perno triple pato en el cobertor del equipo aviónico, se procedió a desajustar el perno en sentido anti horario con un destornillador de punta pequeño. Empujando hacia la parte delantera y alzando al mismo tiempo el cobertor, se pudo sacar las guías de sus cavidades y extraer dicho cobertor.



Figura 7 Cobertor del equipo aviónico.

3.3.2 Remoción del cobertor del motor

Para la extracción del motor JetCat P-80 se procedió a remover la tapa de cobertura del motor desajustando los dos pernos en sentido anti horario con la ayuda de un destornillador con punta pequeña. Deslizándolo el

cobertor hacia la parte delantera se pudo desenganchar las guías de la estructura del cobertor y alzándolo se logró separarlo de las cavidades del fuselaje en el aeromodelo.



Figura 8 Cobertor del motor

3.3.3 Remoción del motor

Se procedió desconectar la cañería de combustible, presionando el plug azul de conexión ubicada en la parte inferior derecha de la entrada de aire del motor, halando dicha manguera al mismo tiempo y separándolo de su unión. Después se procedió a desconectar la cañería de propano, realizando el mismo procedimiento de la cañería de combustible dicha línea se encuentra ubicada en la parte superior de la entrada de aire del motor, halando esta cañería al mismo tiempo y separándolo de su unión.

Ya realizado la separación de las líneas de propano y combustible del motor, se buscó y se desajusto en sentido anti horario los dos tornillos de sujeción que se encuentran ubicados al lado izquierdo y derecho del motor dando un total de cuatro tornillos que son los encargados de unir al motor con el montante del motor y este a su vez está unido con cuatro tornillos al fuselaje del aeromodelo.

Ya libre el motor de su montante y teniendo libre movimiento en su entorno, se procedió a mover el motor un poco hacia la parte trasera del aeromodelo para lograr tener un espacio suficiente y poder desconectar el cable de datos de RPM y cantidad de temperatura de escape, que es de

color blanco ubicado a un costado de la termocupla y el cable del glow plug que es de color rojo, café y azul y está ubicado en la parte superior de la entrada de aire.



Figura 9 Remoción del motor.

Ya desconectado en su totalidad todas las líneas eléctricas , las líneas de combustible y las líneas de propano del motor, para que su remoción sea más fácil con mucho cuidado se giró de izquierda a derecha el motor empujándolo hacia su parte posterior buscando aflojar de su montante y tener un poco más de espacio para sacar el motor de su fuselaje, teniendo en cuenta no doblar la línea de la termocupla ubicada en la parte superior derecha del motor, ya que podría dañarse y generar un problema de mala información de la temperatura de salida de los gases de escape y cantidad de RPM del motor.

Elevando el motor se lo extrajo de su fuselaje y se pudo observar los dos tanques de combustible que se encuentran en las paredes interiores del fuselaje y estaban recubiertas con un protector térmico ya deteriorado, además se pudo observar que los tanques están conectados entre sí a través de una cañería flexible para garantizar que el combustible sea consumido por los dos tanques a la vez.

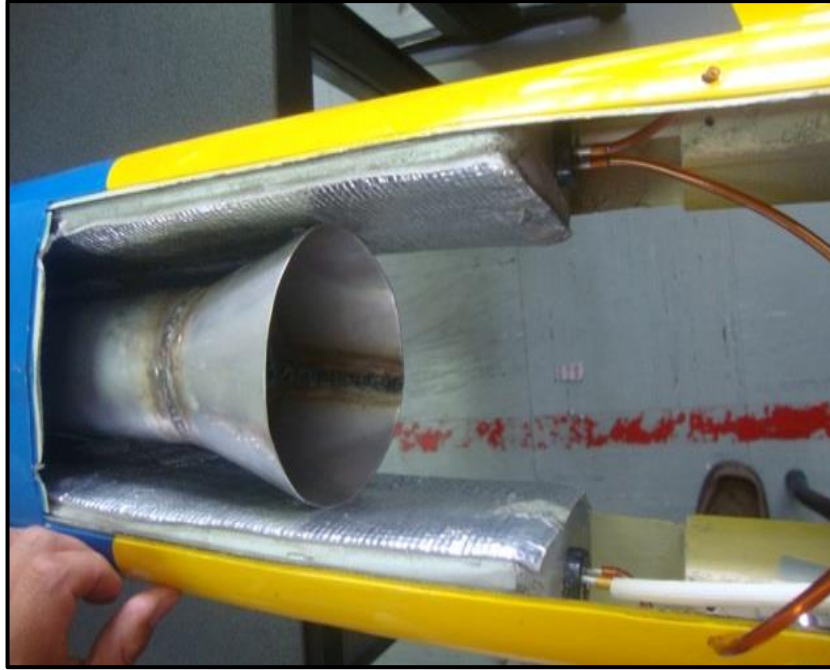


Figura 10 Tanques de combustible.

Al culminar la tarea de extracción del motor, cuando se encuentre ubicado fuera del fuselaje se realizó una inspección visual externa del motor dando a notar que no tenía ningún tipo de golpe ni daño externo en su integridad física.



Figura 11 Motor desinstalado.

3.4 Envió del motor

A continuación se procedió a limpiar y preparar el motor JetCat P-80 para enviarlo a Estados Unidos de América al estado de la Florida donde está ubicada la fábrica de JetCat USA y así poder realizar su respectivo overhaul. Ya que en Ecuador no se pudo realizar el mantenimiento adecuado al motor, tampoco se dispone del personal capacitado y entrenado para realizar dicho mantenimiento en estos tipos de motores Jet a escala, adicionalmente si se tratara de repararlo en Ecuador se perdería la garantía del fabricante al desarmarlo fuera de un centro de mantenimiento autorizado. Para enviar el motor se cotizó en la agencia de transportes internacionales DHL y se buscó los requisitos previos que se debería tener antes de exportar a Estados Unidos e importar el motor nuevamente a Ecuador pidiendo los siguientes requisitos:

- Tener RUC en el SRI.
- Disponer del dispositivo token.
- Tener el certificado de la firma electrónica.
- Contratar los servicios de un agente de aduana.
- Registrarse en el sistema ECUAPASS.
- Tener una actividad económica sustentable.

De la misma manera se dirigió el trámite a un agente de aduana para empezar con los preparativos previos al envío en la SENA y otros documentos de exportación temporal de régimen 51 que es para el envío de instrumentos al extranjero para su transformación o modificación, elaboración o reparación de mercancías.

3.4.1 Obtención del RUC en el SRI

Para obtener el RUC se tuvo que presentar en la agencia de Servicio de Rentas Internas en la ciudad de Quito requiriendo algunos documentos obligatorios para obtener este beneficio ya que en la agencia de Latacunga

no se pudo realizar este tipo de trámites. Se presentó una copia de la cedula y papeleta de votación junto a la copia de la factura de un servicio básico, consiguiente se registró esta información en el sistema del SRI dando a conocer como actividad principal la reparación y mantenimiento de motores. Ya registrado toda información solicitada se pudo obtener el documento de numero de RUC otorgado por el SRI. Ver en (ANEXO A).

3.4.2 Obtención del dispositivo token

Para obtener este tipo de dispositivos es necesario registrarse mediante el sitio web www.eci.bce.ec e ingresar la solicitud de requerimiento de certificado de firma electrónica y dispositivo token, consiguiente se debió ingresar en PDF una copia de la cedula de identidad con la papeleta de votación junto con una copia de la factura de un servicio básico y el documento de RUC otorgado por el SRI generando una fecha para trasladarse al registro civil a retirar el dispositivo.

Se tuvo la necesidad de trasladarse a la ciudad de Ambato ya que en Latacunga no contaban con este servicio de la entrega y generación de dispositivos token, ya en el registro civil de Ambato se procedió a cancelar el valor de \$55.86 que era el costo de dispositivo token y el certificado de firma electrónica para token. Ver en (ANEXO B).

Ya cancelado este valor requerido se pudo acceder a este dispositivo requerido para realizar la exportación e importación del motor, el dispositivo token es un elemento similar a una pendrive es de color negro y tiene un conector para puerto USB, una tapa para proteger el puerto, un led que se enciende cuando se encuentra conectado a un ordenador y su estructura exterior. Ver en (ANEXO C).

3.4.3 Obtención el certificado de la firma electrónica

Este proceso se lo realizó junto a la obtención del dispositivo token ya que es un archivo electrónico que se encuentra guardado en el interior del dispositivo token siendo el único documento que certifica a una persona natural o empresarial como importador y exportador de mercancías al

exterior constando en el sistema del Banco Central del Ecuador, en las aduanas del Ecuador y en el Registro Civil. Ver en (ANEXO D).

3.4.4 Contratación de los servicios de agentes de aduana

Para realizar el envío del motor obligatoriamente se tuvo que contratar los servicios de operación de un agente de aduana ya que esta persona sería el intermediario entre la aduana y el titular del motor, además sería la encargada de realizar una serie de trámites solicitados por la SENA E mediante el sistema ECUAPASS y la agencia de envío internacional DHL, cobrando sus honorarios en cuestión a como se presente la situación de envío y regreso del motor.

3.4.5 Registrarse en el sistema ECUAPASS

Con la ayuda del señor agente de aduana se procedió a registrarse en el sistema ECUAPASS como un importador y exportador de mercancías al exterior, ya que este sistema es el que valida y registra todos los movimientos de la mercancía cuando se encuentra fuera del país, así como los requisitos que se necesita cuando la mercancía va ingresar nuevamente al país generando nuevos impuestos de acuerdo al monto de la mercancía o al monto de la reparación además que constar en el sistema ECUAPASS es un requisito indispensable solicitado por la agencia internacional de transportes DHL y por la SENA E Aduanas del Ecuador. Además se registró en el sistema el número de serie del motor número 3469 y de la guía de envío número 2013122473 para su recepción en Estados unido y su revió a Ecuador, terminado el proceso de registro el agente aduanero genero sus honorarios anexados. Ver en (ANEXO E).

3.4.6 Embarque del motor para su despacho

Al momento de entregar el motor en la agencia de DHL se procedió a generar un cronograma de actividades desde el momento que es entregado el motor en la agencia hasta el momento que recibe el paquete el personal

de JetCat, el tiempo que se va realizar el mantenimiento y el tiempo en el que regresará el motor de su overhaul, además que se creó un documento dirigido a la subdirección de la zona de carga aérea y de transporte detallando el peso, los elementos a enviar y el tiempo estimado de reparación de dictado dos meses. Ver en (ANEXO F).

De la misma manera se procedió a realizar el pago de \$313.50 monto generado del flete de envío y generación de la guía con número de serie 2013122473. Ver en (ANEXO G).

3.5 Overhaul del motor en la fábrica

Al término de 30 días que fue el período de tiempo que se requirió para el envío del motor, el personal de JetCat se comunicó con el titular del motor para notificar que se procedió a realizar el mantenimiento exhaustivo de todos los sistemas internos del motor así como el cambio de las partes dañadas del mismo y la comprobación de operación en funcionamiento del motor. Transcurrido 28 días de la reparación del motor, se concluyó dejándolo en óptimas condiciones de funcionamiento, encontrando que en su interior se encontraban dañado el motor de arranque y se encontraba quemado la o/board del motor que es una placa de integrados que decodifica las señales producidas por la ECU V6.0 y las transforma en información legible en la computadora , producto de esta reparación se generó la factura de arreglo del motor dando a conocer al titular un valor de \$540.26 detallado en el documento. Ver en (ANEXO H).

Consiguiente se procedió a realizar el pago de \$540.26 mediante una transacción bancaria realizada desde el banco General Rumiñahui hacia el Bank of América N.A. y una comisión interbancaria de \$56.48 detallada en el documento, como consolidación de la reparación del motor y así el personal de JetCat pudo enviar a Ecuador con rapidez. Ver en (ANEXO I).

3.6 Retorno del motor

Al término de la tarea de mantenimiento mayor del equipo se notificó al titular del motor el envío realizado desde la fábrica hacia Ecuador para

que se encuentre informado sobre todo el procedimiento de envío y pueda realizar los trámites de importación en la SENA E Aduana del Ecuador.

Una vez que retornó el motor al país se notificó al titular que dicha maquina se encontraba en la ciudad de Guayaquil en las bodegas de la SENA E y que para su entrega se tenía que realizar los siguientes trámites y pagos de aduna generados por la importación de dicho motor:

- Liquidación aduanera.
- Bodegaje.
- Gastos Operativos.
- Des consolidación y retiro de guía.
- Factura generada por agente aduanero.

Con la ayuda del agente de aduana se procedió a realizar esta serie de documentos teniendo una demora de 16 días hasta la recepción del motor, realizando el pago de cada una de las siguientes facturas detalladas en los documentos siguientes. Ver en (ANEXO J).

3.7 Revisión del arnés eléctrico en el aeromodelo

Retomando el trabajo en el aeromodelo y retirado el motor del fuselaje se pudo observar la parte interna del aeromodelo específicamente dentro del compartimiento donde se encontraba instalado el motor JetCat P-80 y por ende se pudo observar el arnés eléctrico que se encontraba instalado en una forma poco adecuada e ineficiente envuelta con una bolsa de plástico blanca tratando de almacenar en su interior el sobrante de cables provenientes de las alas y produciendo un serio peligro para la integridad externa e interna del aeromodelo además generando inconvenientes para realizar su respectivo mantenimiento ya que se pudo observar algunas anomalías en el protector térmico de los tanques y el conjunto de cables.

Ocasionando un problema a su apariencia física y a su estructura de funcionamiento colectiva con los demás sistemas pues no presenta ningún tipo de marcación estandarizada para la fácil identificación de los cables y

resulta imposible una comprobación de continuidad de cables eficiente para el aeromodelo.



Figura 12 Envoltura del arnes eléctrico.

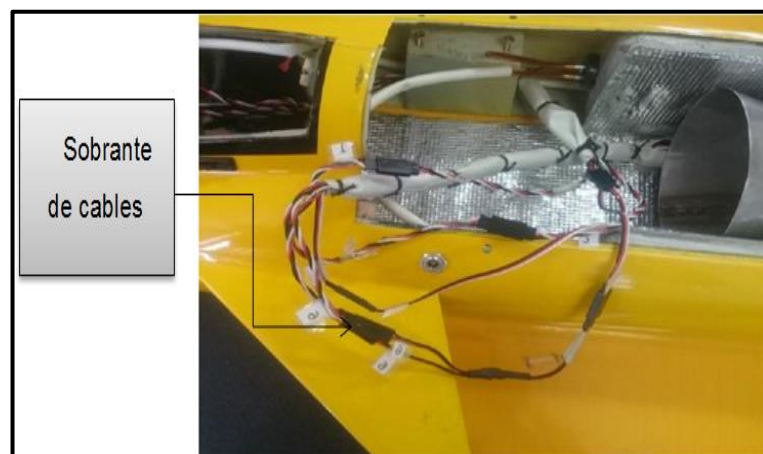


Figura 13 Arnes eléctrico.

Para la completa revisión de todo el arnés eléctrico se procedió a retirar los elementos del compartimiento de equipos aviónicos de esta manera se pudo tener una mejor visibilidad del estado en el cual se encontraba el arnés eléctrico del aeromodelo.

3.8 Remoción equipo aviónico

Para realizar la desconexión y remoción del equipo aviónico principalmente se observó que existen dos bases extraíbles con diferentes elementos en cada una de ellas, en la base superior se encontró entre sus

elementos una válvula de corte de propano, una botella de propano, una válvula electro hidráulica de propano y un filtro, así como una cañería o línea de propano conectada directamente al motor que pasa a través de la pared divisora que separa al compartimiento de equipos aviónicos y el compartimiento donde se encontraba el motor. Para remover esta base superior se levantó la base al mismo instante se desconectó la cañería de propano de la pared divisora, procurando no remover la base completamente hasta desconectar el terminal de la válvula electro hidráulica de propano que se encuentra conectada a la ECU-V6.0 que se encontraba conectado en la base inferior.

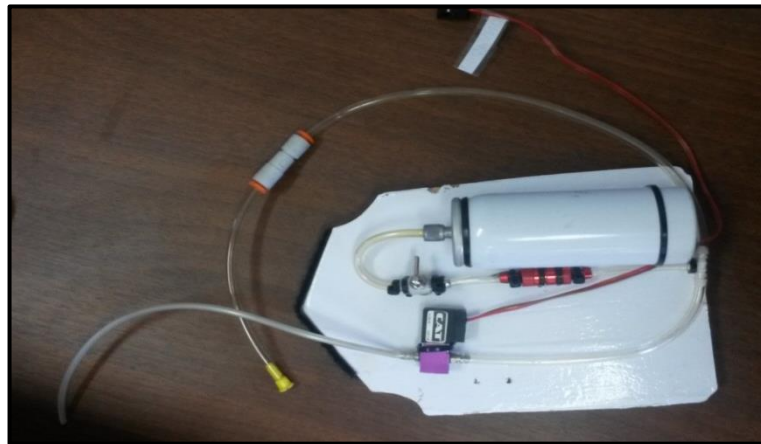


Figura 14 Equipo Aviónico, Base superior.

En la base inferior del compartimiento de equipos aviónicos se encuentra los elementos constituidos por la ECU-V6.0 de color negro, la bomba de combustible, la válvula de corte de combustible, la válvula electro hidráulica de combustible y la batería de tipo LiPo. Los cables principales de esta base son el glow plug que es de color rojo café y azul y comienza desde la cavidad designada de la ECUV6.0 hasta el conector ubicado en la parte superior del motor ya removido, el otro cable principal es el cable de datos de temperatura de escape y cantidad de RPM que es de color blanco y sale desde la cavidad designada de la ECU-V6.0 hasta el conector del motor ubicado al lado de la termocupla, estos cables pasan a través de la pared divisora que separa el compartimiento del motor y el compartimiento de los equipos aviónicos.

Para remover la base inferior, primero se desconectó la cañería de combustible que se encontraba conectada en la entrada de aire del motor, consiguiente se desconectó los terminales de los cables 3B y 5B que sobresalían del circuito receptor y se encontraban unidos a las cavidades designadas de la ECU-V6.0, a continuación se desconectó el terminal del cable de la válvula electro hidráulica de combustible, la cual se encontraba conectada a su cavidad designada en la ECU-V6.0.

Por último se desconectó el terminal del cable de la batería que se encontraba en la cavidad de la ECU-V6.0 también se desconectó el terminal del cable de la bomba de combustible que se encontraba acoplado a la cavidad ECU-V6.0, con éste procedimiento se dejó totalmente libre a la base inferior para su remoción y quede separada de su fuselaje. Para remover la base, se debió moverla hacia la parte delantera e inclinar hacia la derecha para que pueda ser removida con facilidad.



Figura 15 Base inferior en el compartimiento del aeromodelo.



Figura 16 Base inferior removida.

3.9 Renovación del arnés eléctrico

En los siguientes procedimientos se detallaron con exactitud todas las tareas realizadas al fuselaje del aeromodelo junto al arnés eléctrico y a las modificaciones realizadas a los sistemas.

3.9.1 Remoción del morro

Para retirar el morro se procedió a verificar la ubicación de los tres tornillos de sujeción que mantienen al morro pegado al fuselaje.



Figura 17 El morro del aeromodelo.

Se realizó un giro de $\frac{1}{4}$ de vuelta en sentido anti horario a cada tornillo para quitar el torque también se dió cuatro vueltas más a cada tornillo para retirarlos por completo del fuselaje. Se retiró con cuidado el morro del fuselaje y se procedió a observar los elementos que ahí se encontraban. Se pudo observar el tanque de aire comprimido que se utilizará como el reservorio neumático para el tren principal de nariz, la válvula de control de aire que es la que regula el accionamiento del tren, la velocidad de expansión y retracción del tren principal de nariz, un servo que acciona la válvula de control, además se pudo observar las cañerías que direccionan el aire comprimido al tanque o a la válvula de control.

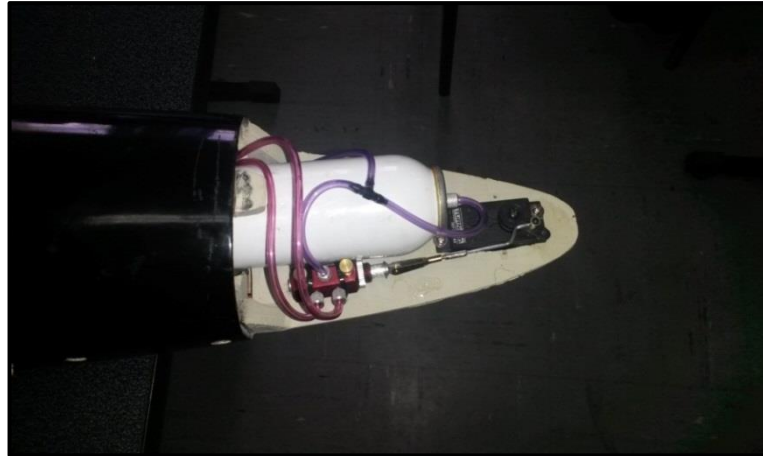


Figura 18 Equipo del Sistema Neumatico.

“El tanque de aire está ubicado dentro de la estructura en la nariz del avión, existe una conexión tipo “Y”, esto es debido a que se necesita una conexión para la boca de llenado y otra hacia la entrada de la válvula de control de velocidad. **Una válvula de salida se conecta a la toma de entrada de aire del tren mientras que la otra salida de la válvula se conecta la salida del tren para su retorno.** Además contiene una boca de llenado de aire, la cual abastece al tanque de aire, esta se encuentra en el lado derecho de la estructura. Se abastece a 40 PSI el tanque de aire debido a que durante las pruebas de extensión y retracción de trenes se corroboró que el gasto de presión generaba decrementos de 4 psi por ciclo de funcionamiento del tren de aterrizaje, por tanto la duración aproximada del aire en el tanque permitirá al menos 10 operaciones.” (Caizapasto, 2016)

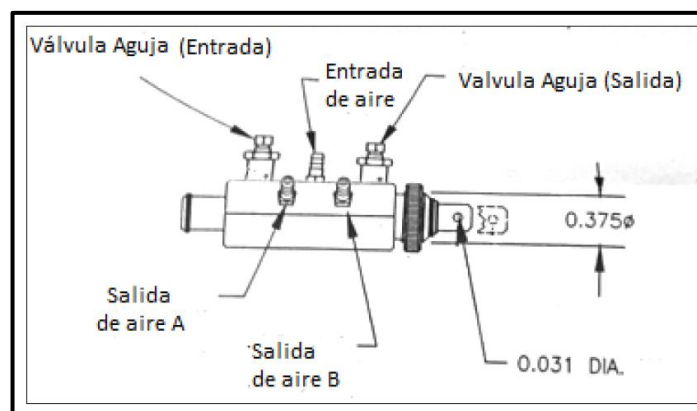


Figura 19 Funcionamiento de la valvula Neumatica.

Fuente: (Caizapasto, 2016)

En la parte inferior del compartimiento neumático se pudo observar los cables de energía del servo que sirve para accionar el mismo, estos cables se encuentran conectados al arnés eléctrico de una forma inadecuada necesitando una nueva posición para su mejor performance de funcionamiento y apariencia estética y técnica.



Figura 20 Cable del servo del tren de nariz.

3.9.2 Circuito receptor del arnés eléctrico

A este circuito se lo pudo observar en el fondo después de retirar las dos bases del compartimiento aviónico. Se observó una pequeña caja rectangular de color negro con una numeración del uno al ocho en uno de sus lados, de la cual sobresalían muchos cables provenientes de distintas partes del aeromodelo además se encontraba pegado por la parte inferior al fuselaje con un velcro.

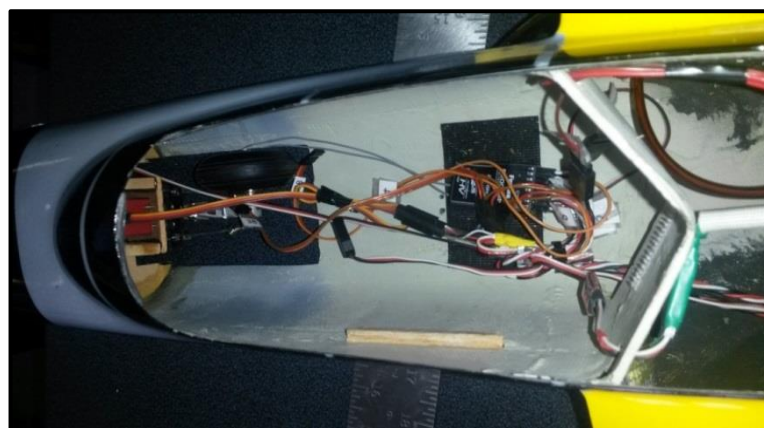


Figura 21 Circuito Receptor Instalado.

3.9.3 Remoción del circuito receptor del arnés eléctrico

Se procedió a levantar el circuito receptor separándolo de la tela velcro al cual se encontraba unido. Se pudo observar el cableado eléctrico que se encontraba identificado con números en cada terminal el cual evitará la confusión de sus canales, para en lo posterior puedan ser identificados en la instalación y desinstalación del mismo.

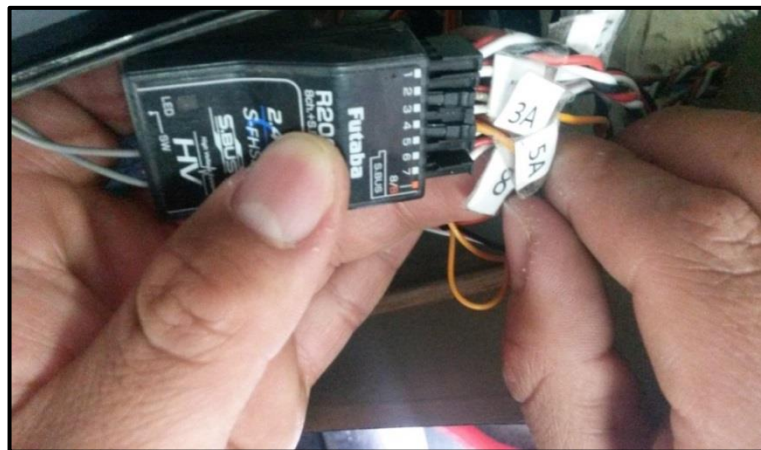


Figura 22 Remoción del Circuito Receptor.

A continuación se procedió a realizar una serie de pasos similares para la separación de cada canal en el circuito receptor.

Canal 1: Elevón izquierdo Se retiró el cable y su terminal con el número de identificación 1 de la cavidad de circuito receptor número 1.



Figura 23 Desinstalación del canal número uno.

Canal 2: Elevón derecho. Para este canal se retiró el cable y su terminal con el número de identificación 2 de la cavidad del circuito receptor número 2.

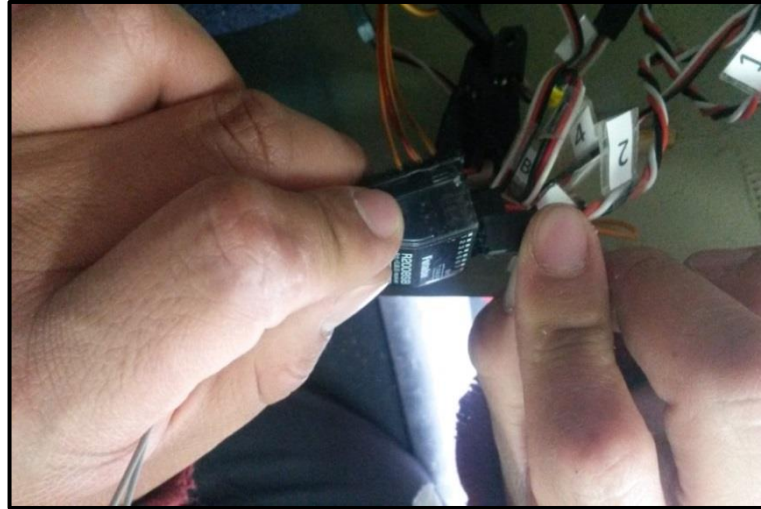


Figura 24 Desinstalación del canal número dos.

Canal 3: Potencia del motor. Se retiró el cable y su terminal con el número de identificación A3 de la cavidad del circuito receptor número 3.

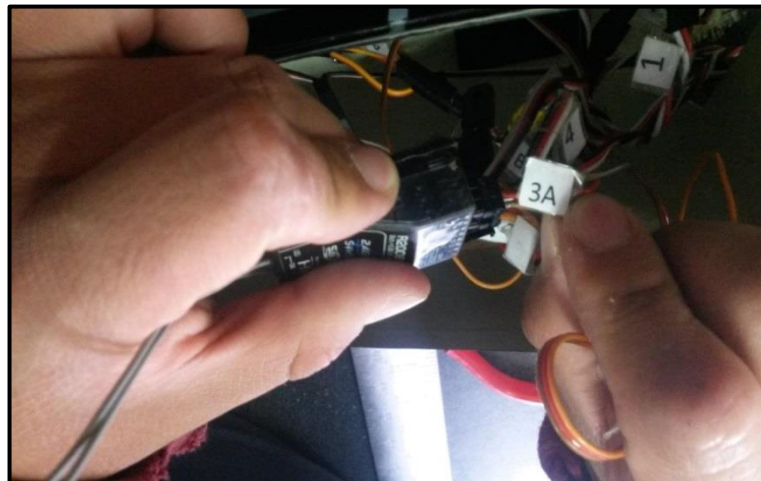


Figura 25 Desinstalación del canal número tres.

Canal 4: Rudder. Se retiró el cable y su terminal con el número de identificación 4 de la cavidad del circuito receptor número 4.

Canal 5: Auxiliar del motor. Se retiró el cable con su terminal y número de identificación 5A de la cavidad del circuito receptor número 5

observando que este alambre tiene un color amarillo en vez del blanco como el de los otros cables.

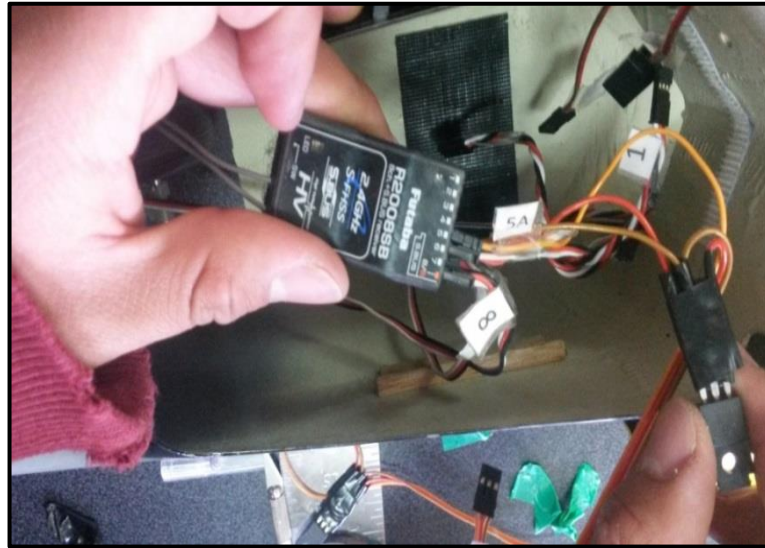


Figura 26 Desinstalación del canal número cinco.

Canal 6: Flaps. Para éste canal se retiró el cable y su terminal con el número de identificación 6 del circuito receptor número 6.



Figura 27 Desinstalación del canal número seis.

Canal 8: Trenes de aterrizaje. Se retiró el cable y su terminal con el número de identificación 8 de la cavidad del circuito receptor número 8.

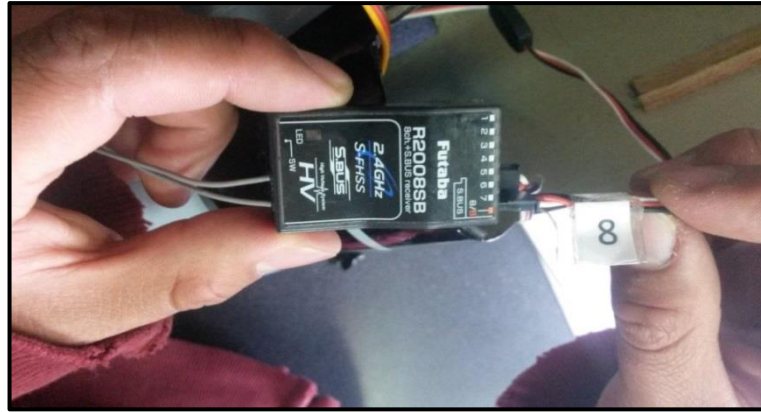


Figura 28 Desinstalación del canal número ocho.

Ya libre el circuito receptor se procedió a separarlo de la estructura del aeromodelo para empezar con la reconstrucción del nuevo arnés eléctrico utilizándolo como base en un modelo a escala natural que será dibujado a tamaño real en un plano de dos dimensiones.



Figura 29 Control receptor desinstalado.

3.9.4 Ilustración a tamaño natural del aeromodelo

Se procedió a bosquejar el perímetro del aeromodelo a tamaño natural en un pliego de papel periódico, comprobando que las medidas del dibujo sean las mismas que la del aeromodelo, esencialmente se realizó esta tarea para colocar ahí todos los cables que serán retirados y medidos para poder formar un nuevo arnés eléctrico a medida del plano optimizando el espacio de su estructura para los distintos elementos.

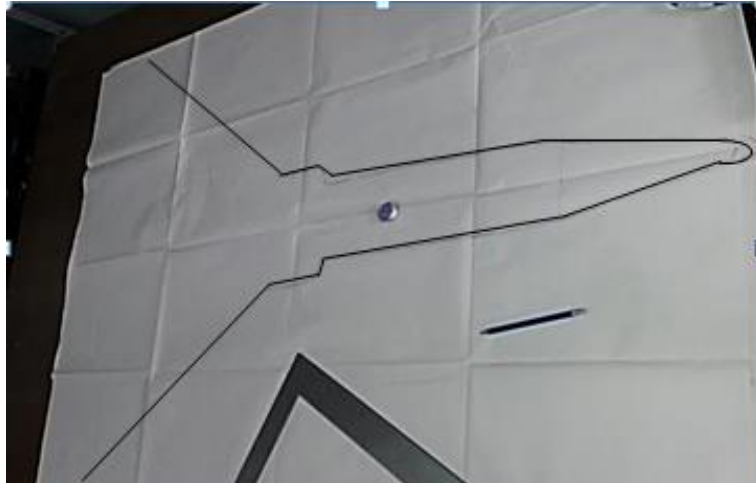


Figura 30 Bosquejo del aeromodelo.

3.9.5 Separación del cableado en el arnés eléctrico

De los cables ya separados del circuito receptor y del fuselaje, se procedió a ubicarlos en el bosquejo a tamaño natural del aeromodelo, así se pudo verificar el tamaño de cada cable en el aeromodelo para poder rehacer el arnés eléctrico a una medida exacta.

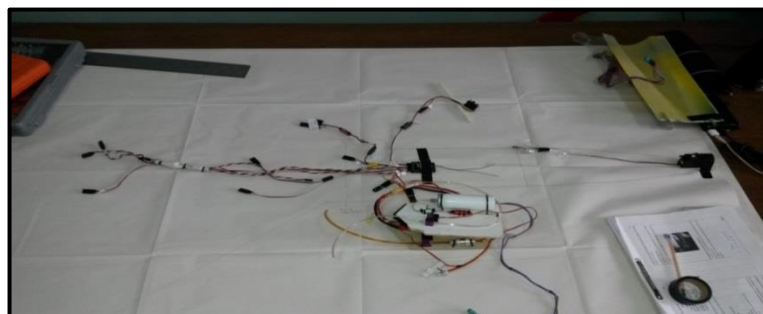


Figura 31 Arnés Eléctrico desinstalado en el bosquejo.

3.9.6 Separación de las alas y el fuselaje

Para medir los cables del arnés eléctrico procedente de las alas se desajustó los cuatro tornillos de sujeción con un hexagonal de 3 milímetros girándolos en sentido anti horario hasta poder sacarlos y separar las alas del fuselaje al mismo tiempo, al realizar esta actividad se pudo observar un conjunto de cables poco estético cubiertos por un protector térmico blanco, amarrado y asegurado con una piola de cera de cara plana.



Figura 32 Anés Eléctrico de las alas.

Se ubicó las alas en el plano a escala natural, observando un exceso de cable que sobresalía del arnés eléctrico aproximadamente unos 15 centímetros y se encontraban cubierto por el protector térmico. Consiguente se procedió enumerar cada cable con una marcación especial numérica y de color para tener una mejor identificación de los cables al momento de cortar el exceso de cables y soldarlos con un socket.

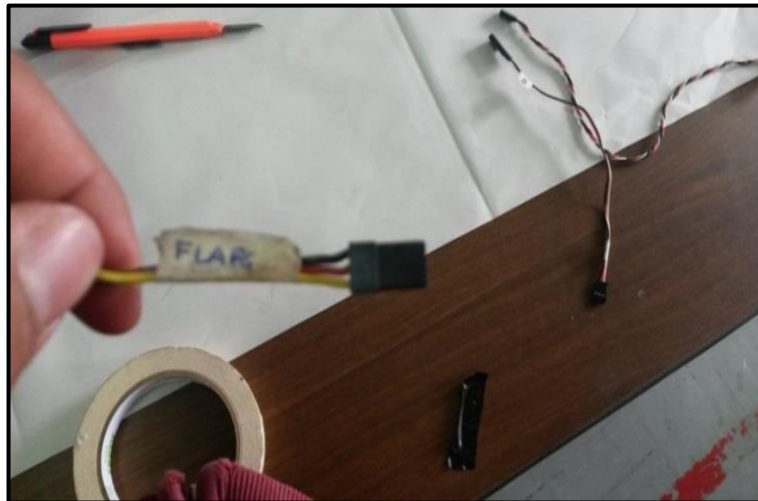


Figura 33 Identificación de los cables del arnés eléctrico.

Con la ayuda de un diagonal se cortó cada cable del arnés eléctrico procedente de las alas anteriormente identificado y marcado para que al momento de volver a soldar dichos cables no existan fallas o confusiones.

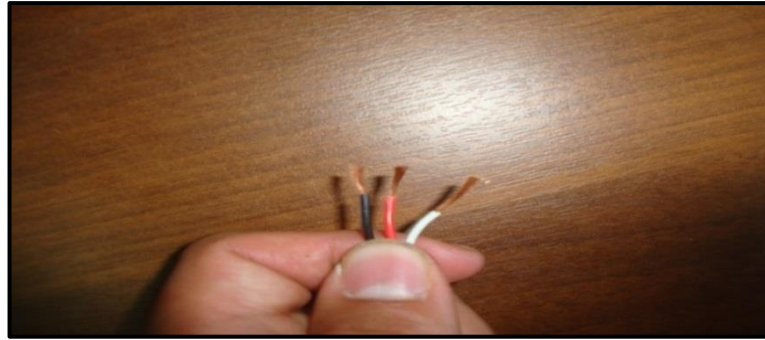


Figura 34 Cables del Arnés eléctrico cortados.

Se procedió a extraer el sobrante de cada cable volviendo a cortar su longitud y reduciendo su tamaño, consiguiendo se empezó a conectar cada cable con el socket designado previamente estudiado y verificado que sus cualidades y propiedades sean las más apropiadas al realizar la unión de todo el arnés eléctrico. El socket de uniones para los cables tiene 2 partes adaptables, por un lado el macho que cuenta con un perímetro más pequeño, y la hembra quien admite a la parte del macho en su interior ajustándose exactamente sus dos partes.

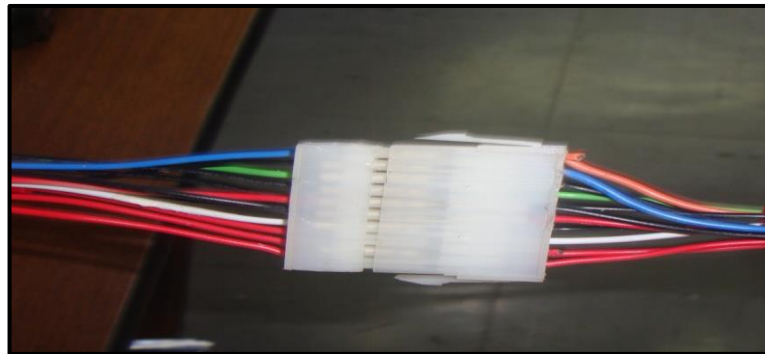


Figura 35 Socket del arnés eléctrico.

Para los cables provenientes de las alas, con la ayuda de una cripadora y una serie de uniones frías se empezó a soldar cada cable con la parte macho del socket, para optimizar así la conexión y desconexión del conjunto de cables produciendo el nuevo arnés eléctrico más estético y a la medida del aeromodelo. Con ésta modificación se podrá maniobrar y separar las alas del fuselaje con mayor facilidad de la misma manera se reduce la dificultad para realizar cualquier tipo de mantenimiento o trabajos en el interior del mismo.

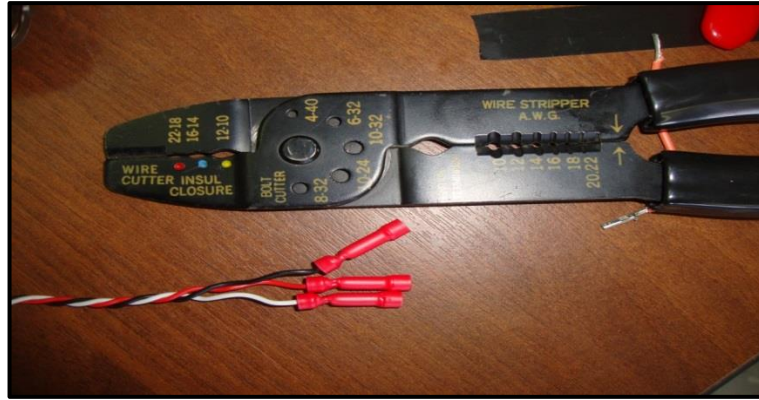


Figura 36 Sueldas frías y la criadora.

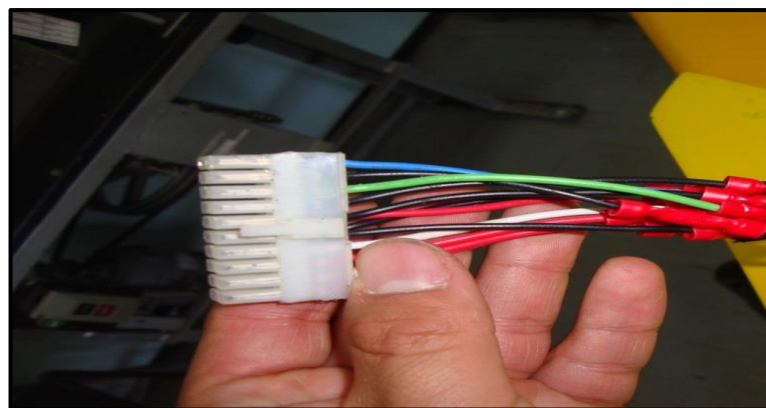


Figura 37 Socket macho unido al cable de las alas.

Consecutivamente se procedió a soldar los cables procedentes del circuito receptor del aeromodelo y se los unió con la parte hembra del socket ya que ésta parte del arnés eléctrico va permanecer instalado en el interior del fuselaje teniendo una mejor estética y funcionalidad.

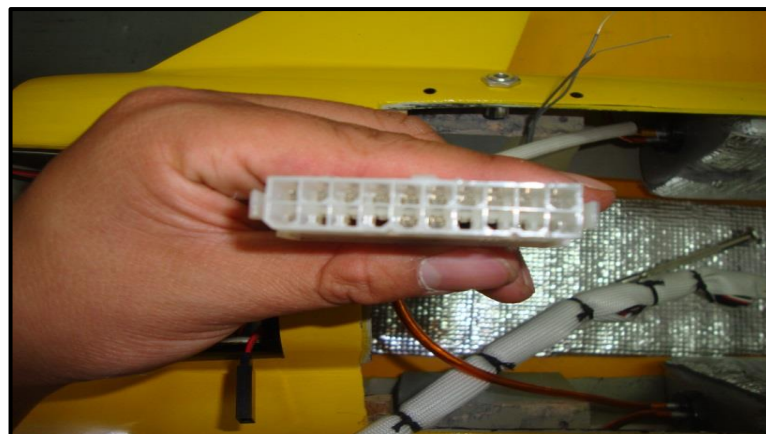


Figura 38 Parte hembra del socket.

Se verificó que la parte macho del socket perteneciente al conjunto de cables proveniente de las alas quede a la medida exacta con la otra parte hembra del socket perteneciente al conjunto de cables provenientes del circuito receptor que van a permanecer dentro del fuselaje, se conectó y verificó la tarea realizada cumpla con las expectativas deseadas.

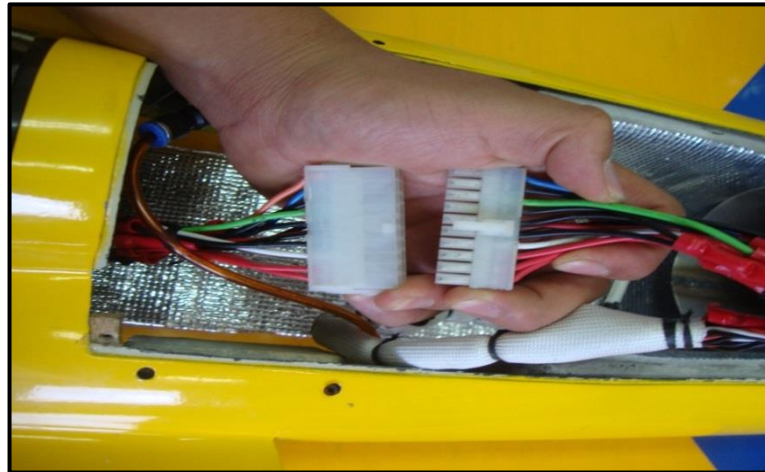


Figura 39 Socket instalado al arnés eléctrico.

Al terminar de unir todos los cables se procedió a realizar un amarre de seguridad alrededor de las sueldas frías con la ayuda de una piola encerada de cara plana, por motivos de estética y seguridad se amarro para evitar que algún cable se pueda romper o separar al momento de introducir el protector térmico en el nuevo arnés.



Figura 40 Amarre de seguridad de las sueldas frías.

3.9.7 Comprobación pin to pin

Para realizar este tipo de comprobación se necesitó la ayuda de un multímetro poli funcional teniendo como referencia un voltaje de 0.7v DC en condiciones normales y optimas de cada cable, después se procedió a verificar e identificar los cables de la parte hembra del socket que va conectado al circuito receptor dentro del fuselaje, también se modificó externamente al socket para que su configuración pueda ser observada a simple vista, de la misma forma que se a estableciendo un registro de la distribución de cada pin en la siguiente tabla.

Tabla 3

Código del arnés electrico

Numero de pin	Cable	Sección	Identificación
1	1	Elevón izquierdo	1 Negro
2	1	Elevón izquierdo	1 Rojo
3	1	Elevón izquierdo	1 Blanco
4	2	Elevón derecho	2 Negro
5	2	Elevón derecho	2 Rojo
6	2	Elevón derecho	2 Blanco
7	6	Rudder	6 Negro
8	6	Rudder	6 Rojo
9	6	Rudder	6 Blanco
10	8	Trenes de aterrizaje	8 Rojo
11	8	Trenes de aterrizaje	8 Blanco
12	8	Trenes de aterrizaje	8 Negro

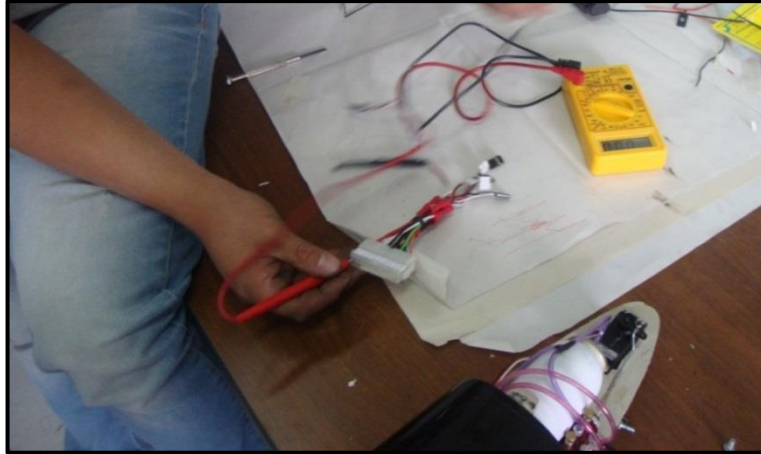


Figura 41 Comprobación de los cables.

3.9.8 Recubrimiento del nuevo arnés eléctrico

Con la excesiva cantidad de temperatura que soporta el compartimiento del motor y la tobera de escape, se llegó a la conclusión de proteger el nuevo arnés eléctrico con un protector térmico especializado en regular y mantener una temperatura óptima y adecuada para proteger las condiciones ideales de operación en el conjunto de cables.

Primordialmente se protegió el conjunto de cables provenientes de las alas ya que son los más propensos a sufrir daños por las altas temperaturas. Mediante presión se ingresó el conjunto de cables por un extremo del protector térmico hasta cubrir por completo los cables y parte del socket quedando de una forma adecuada toda ésta parte del arnés eléctrico.

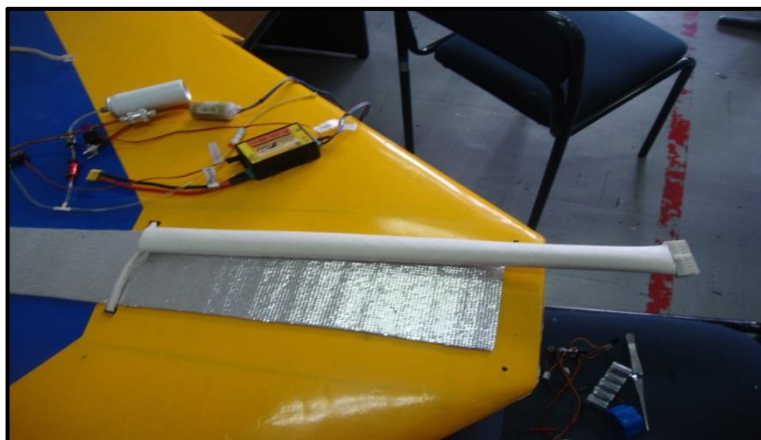


Figura 42 Protector térmico en el arnés eléctrico.

3.9.9 Amarres de seguridad en los cables de extensiones

Por la vibración producida al momento poner en funcionamiento el motor JetCat P-80, se consideró la posibilidad de que las uniones en los cables extensores del servo del tren principal, los cables del rudder y los cables que se unen al circuito receptor 3A y 5A, tuvieran la posibilidad de separarse al momento de estar en funcionamiento, produciendo un riesgo al momento de su operación.

Por ésta razón se realizó un amarre en cada una de las uniones con la ayuda de la piola encerada de cara plana reduciendo al mínimo el riesgo de una separación de las uniones y por ende un accidente en el aeromodelo.

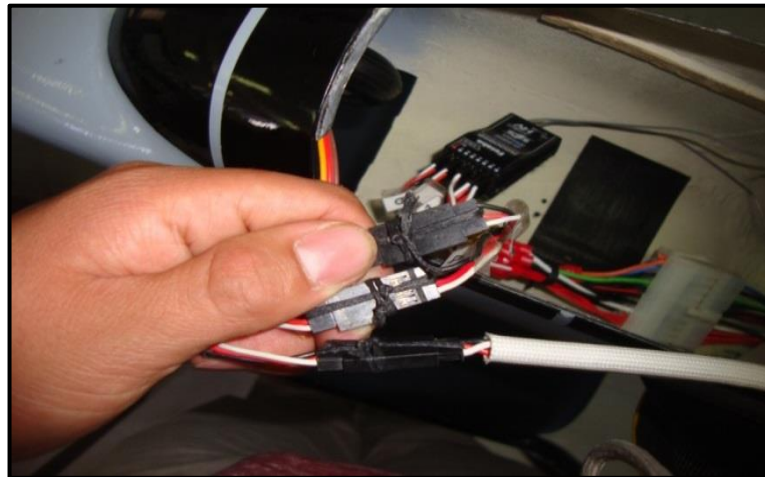


Figura 43 Uniones de extenciones amarradas.



Figura 44 Union del cable del servo en el tren principal.

3.10 Recubrimiento de las líneas de combustible y propano

Estas líneas se encontraban descubiertas en el compartimiento del motor exactamente en la parte de arriba y en el costado derecho del motor, ya que esta zona está expuesta a una gran cantidad de altas temperaturas, se vio la necesidad de recubrirlas con un protector térmico capas de aislar la temperatura y mantenerlas en un rango seguro de operación, de esta manera se buscó disminuir la probabilidad de un accidente en el aeromodelo por causas de un sobrecalentamiento de las líneas de combustible o de las líneas de propano.

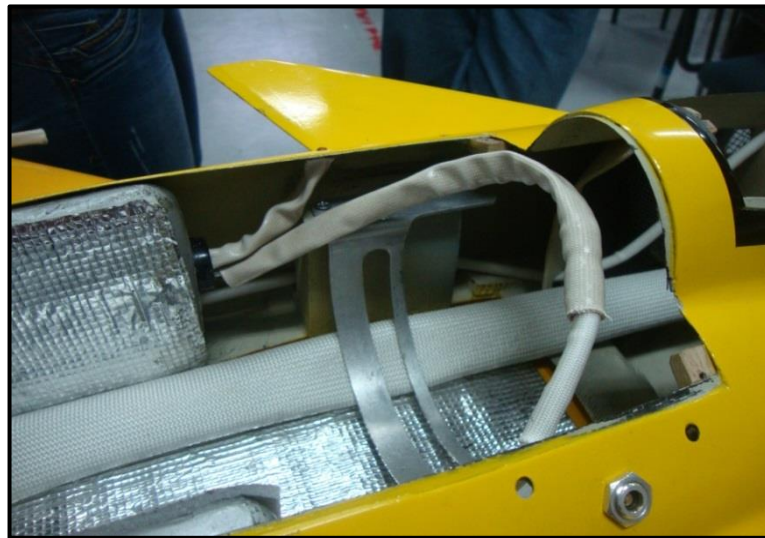


Figura 45 Línea de combustible para unir tanques.



Figura 46 Compartimiento del motor cubierto con protector térmico.

3.11 Optimización del compartimiento de equipos aviónicos

Ya removido y separado las dos bases que se encontraban en un principio dentro del compartimiento aviónico, se vió la necesidad de optimizar éste espacio ya que aquí se dispone de muchos elementos esenciales para el funcionamiento del aeromodelo y carece de un espacio adecuado para dichos elementos, de esta manera se produce una apariencia poco optima y productiva para el aeromodelo.

Se observó que dos bases eran innecesarias para soportar los elementos del equipo aviónico, llegando a la solución de eliminar una de las dos bases y poner todos los elementos en solo una. En primer lugar se procedió cortar todas las correas que sostenían a los elementos de las dos bases y se las colocó todas en un solo plano para empezar con la reubicación.

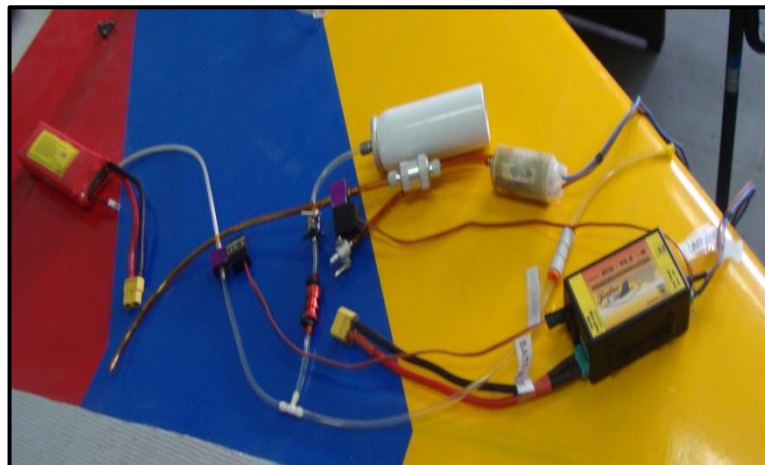


Figura 47 Elementos del compartimiento aviónico.

Consiguiente se seleccionó la base más apropiada y de menor peso para realizar la nueva instalación de los componentes detallándolo en el siguiente proceso. En una cara de la base se instaló al costado izquierdo en la parte inferior el tanque de propano como se muestra en la figura 50, se disminuyó el tamaño de la línea de propano hasta llegar a la válvula de corte, se colocó el filtro al borde superior de la base además en la parte inferior derecha se unió las dos válvulas electro hidráulicas de combustible y propano y se las instaló en este lugar.

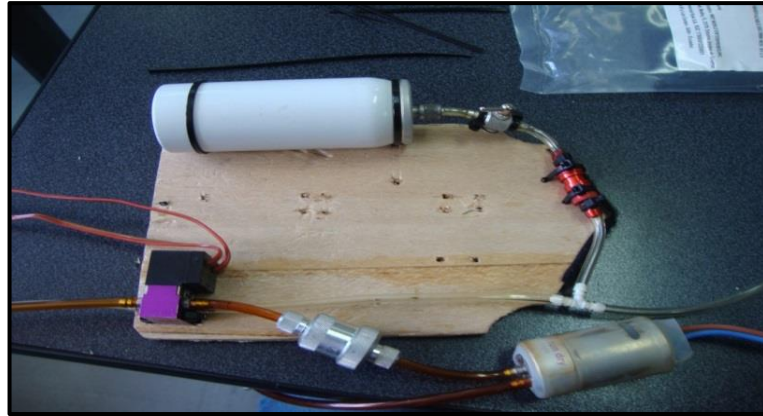


Figura 48 Sujeción del tanque de propano.

Existen dos líneas electro hidráulicas en este compartimiento aviónico, una de propano que viene del tanque de propano y se dirige al motor y una de combustible que también se dirige al motor. En la mitad de la placa se instaló la bomba de combustible, optimizando el espacio de esta cara de la base. La línea de combustible hacia el motor pasa de los tanques hasta una válvula de corte que se instaló a un lado de la válvula de corte de la línea de propano, después pasa por un filtro hasta la bomba de combustible y por último pasa por la válvula electro hidráulica hacia el motor.

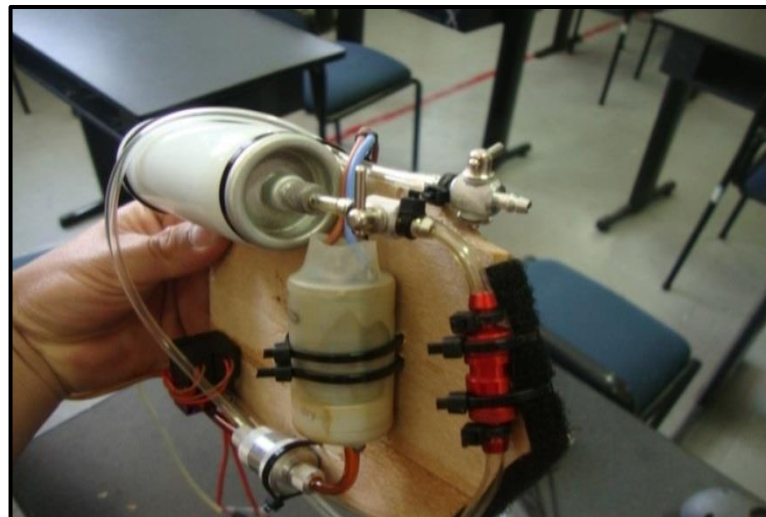


Figura 49 Sujeción de la bomba de combustible.

En la otra cara se realizó la instalación de la ECU-V6.0 completamente sola por motivos que en éste elemento se ejecutará la mayor

cantidad de conexiones de elementos tanto del motor como del sistema de combustible, el sistema de propano y las baterías.



Figura 50 Sujeción de la EC V6.0

3.12 Pruebas operacionales

Ya realizado los trabajos en el arnés eléctrico y después que se haya optimizado los elementos del compartimiento aviónico, se procedió a realizar la instalación de los componentes principales en el aeromodelo específicamente iniciando desde la instalación del motor JetCat P-80 ya que toda la instalación va girar en torno al motor. Antes de comenzar con la instalación en el aeromodelo se efectuó una corrida del motor JetCat P-80 ubicándolo en su banco de pruebas, para comprobar su correcta operación después de que llego de su respectivo overhaul de su fábrica en Estados Unidos.



Figura 51 Motor en el banco de pruebas.

3.12.1 Comprobación de operaciones del motor

A continuación se ubicó temporalmente el motor en su banco de pruebas ajustándolo con cuatro tornillos de sujeción de tres milímetros en su soporte.

Partiendo desde el motor se instaló el cable “glow plug” de colores rojo, azul, café del conector del motor ubicado en la parte superior del mismo hacia la ECU-V6.0 ubicada en la base del equipo aviónico, también se instaló un extremo del cable de datos del sensor de temperatura y RPM que es de color blanco ubicado a un costado del motor exactamente a lado de la línea de la termocupla y se lo introdujo en su conector, se instaló el otro extremo del cable al conector designado de la ECU-V6.0 posteriormente identificado.

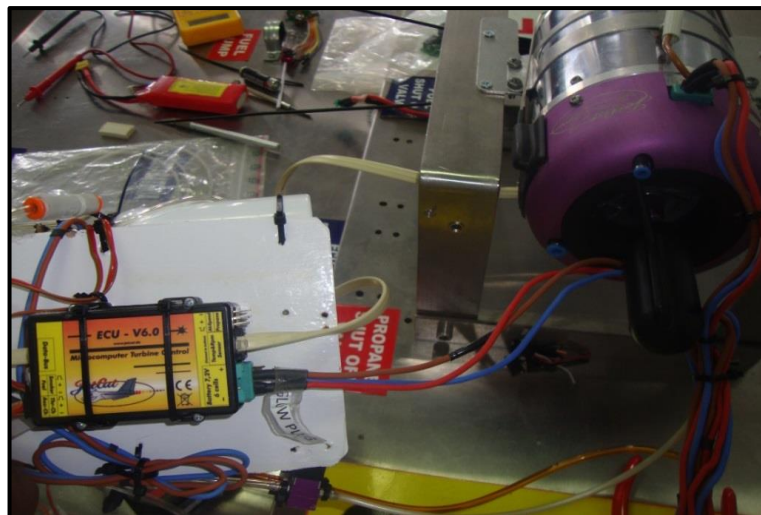


Figura 52 Cables de la ECU conectados al motor.

Consiguiente se procedió a conectar los cables y los terminales de las dos válvulas electro hidráulicas ubicadas en la otra cara de la base en las cavidades designados de la ECU V6.0. De la misma manera se conectó los cables que salen de la bomba de combustible a su respectivo conector en la ECU V-6.0. Se conectó por un extremo los cables de potencia del canal número tres y el cable auxiliar del canal número cinco ubicados en sus compartimientos designados de la ECU V6.0 conectando en el otro extremo

el circuito receptor en las cavidades marcadas 3 y 5 dando a notar siempre que el cable blanco este siempre en la parte superior del circuito receptor.

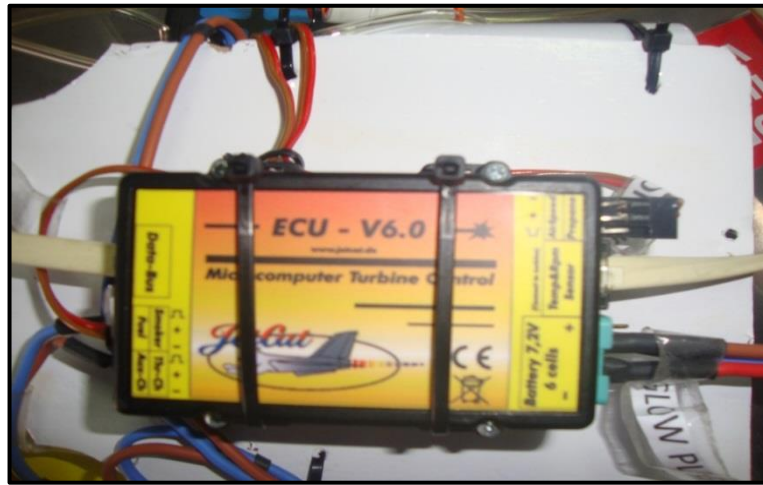


Figura 53 Cables de las válvulas electro hidráulicas conectadas

Por último se inició con la conexión de la línea de combustible de color café la más gruesa en comparación con la otra línea, proveniente de la válvula electro hidráulica, de la bomba de combustible y del tanque, esta línea se dirige al costado inferior izquierdo del motor precisamente en la carcasa de entrada de aire. De la misma manera se realizó la conexión de la línea de propano que es de color blanco casi transparente, proveniente de la válvula electro hidráulica y del tanque de propano, se dirige a su unión en la carcasa de entrada de aire en el motor ubicada en la parte frontal de mismo.



Figura 54 Cañerías conectados del motor a la ECU.

Se conectó la batería en el compartimiento designado de la ECU V6.0 también se instaló la batería en el circuito receptor con el propósito de suministrar energía eléctrica a todo el sistema del motor consecutivamente se procedió a realizar la puesta en marcha del motor suministrando combustible (JP-1) y una botella de propano al mismo tiempo.



Figura 55 Comprobación de funcionamiento del motor.

Una vez realizada la comprobación de funcionamiento y la puesta en marcha del motor, se pudo verificar el trabajo realizado por el personal capacitado de JetCat cuando se envió hacer el overhaul observando que el motor y sus elementos se encuentran en perfecto estado de funcionamiento cuando están en operación por consiguiente se procedido a retirar el motor y sus elementos del banco de pruebas para empezar la instalación en el aeromodelo.

3.12.2 Comprobación de los sistemas en el fuselaje

Para comenzar con la instalación de todos elementos en el aeromodelo se procuró realizar unas pruebas operacionales de cada componente en los sistemas que se encontraban instalados en el fuselaje y así verificar el estado de cada componente.

3.12.2.1 Comprobación de los servos en los flaps

Para iniciar con la comprobación de funcionamiento de los servos ubicados en las alas en la parte de los flaps, se conectó la batería en el circuito receptor y se lo instaló en el aeromodelo para abastecer de energía al sistema y a los servos, en el conjunto de cables se buscó el conector número seis insertándolo en la cavidad ya designada del circuito receptor para comenzar con la comprobación de funcionamiento de estos servos.

Con el control marca FUTABA se mandó las señales para que los servos en la parte de los flaps se pusieran en movimiento y así se pudiera comprobar su correcto funcionamiento, ya realizado este proceso se pudo observar que los flaps se movieron a una velocidad correcta y apropiada para las fuerzas que serían ejercidos en ellos además de que se encontraban configurados simétricamente.



Figura 56 Comprobación de operación de los flaps.

3.12.2.2 Comprobación de los servos de los elevones

Se conectó la batería a la cavidad designada en el circuito receptor, consiguiente en el conjunto de cables, se buscó los cables número uno y dos pertenecientes a los servos de los elevones izquierdo y derecho consecutivamente para ponerlos en funcionamiento. Con el control marca FUTABA se verificó el funcionamiento correcto de estos servos confirmando

su utilización óptima para los movimientos de arriba y abajo al mismo tiempo que estos dispositivos realizan y las fuerzas alas que serán sometidos.



Figura 57 Prueba de elevones.

3.12.2.3 Comprobación del servo en el Rudder

Con la batería ya conectada se buscó en el conjunto de cables el conector número cuatro para insertarlo en la cavidad del circuito receptor ya designado y empezar con la comprobación de funcionamiento del rudder, ya realizado este proceso con la ayuda del control marca FUTABA se pudo observar que el rudder se movió de izquierda a derecha a una velocidad y potencia óptima para las fuerzas que en este dispositivo serian aplicadas.



Figura 58 Comprobación de operación del rudder.

3.12.2.4 Comprobación del servo del tren de nariz

Para comprobar este servo y su funcionamiento en primer lugar se amarró al fuselaje la válvula neumática, se procedió a energizar el circuito receptor y se buscó en el conjunto de cables el canal número ocho. Con la ayuda de una bomba neumática se suministró por la el conector ubicado en el fuselaje del aeromodelo una cantidad de 30 PSI a la botella de aire neumático, con el control marca FUTABA se mandó las señales respectivas para que el servo se ponga en movimiento y pudo observar que este elemento funcionaba de una forma óptima, su velocidad y recorrido al momento de accionar y cerrar la válvula neumática eran precisos y se fundamentaban en una relación compacta de desempeño.



Figura 59 Servo del tren de nariz.

3.12.2.5 Comprobación de los servos en trenes principales

De la misma forma se buscó en el conjunto de cables el receptor del canal número 8 para conectarlo a la cavidad del circuito receptor designado, también se conectó la batería a su respectiva cavidad y así se pudo comprobar el funcionamiento de los trenes retractiles del aeromodelo, ya realizado este proceso con la ayuda del control marca FUTABA se mandó las señales respectivas y se pudo observar que los trenes se movieron a una velocidad precisa al momento de extenderse y retraerse.



Figura 60 Comprobación de los trenes retraídos.

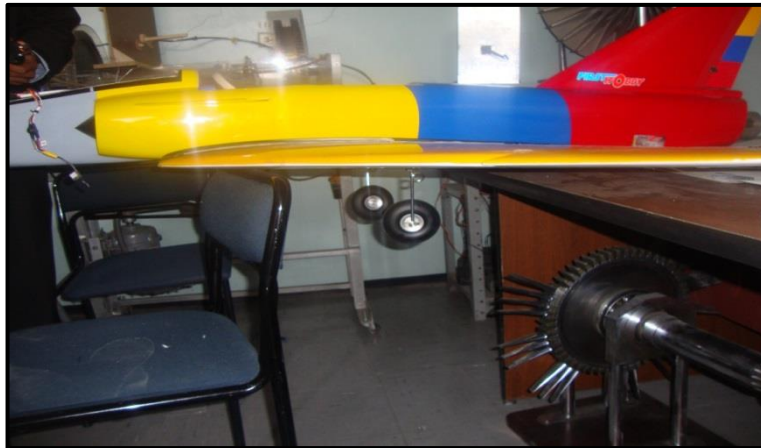


Figura 61 Comprobación de los trenes extendidos.

3.13 Cambio del protector térmico de los tanques

Antes de realizar la unión de todos los componentes separados del aeromodelo, se pudo observar que el protector térmico que recubría a los dos tanques de combustible se encontraba en condiciones poco óptimas para el posterior funcionamiento del motor, llegando a la conclusión de que esto podría producir algún accidente en el aeromodelo por el cual se observó la necesidad de cambiar dicho protector térmico.

Para remover el protector térmico de los dos tanques y la base del motor se dio la vuelta al fuselaje encontrando un montante que sostenía a la tobera de escape y se la extrajo quitando sus dos tornillos de sujeción, se retiró la tobera y se procedió a realizar el trabajo de retirar el protector térmico de los tanques, con la ayuda de una pistola de calor y su adaptador de espátula, con mucho cuidado se empezó a retirar el protector desde la

base de unión del tanque con el protector, de esta manera se logró separarlos por la acción de temperatura de la pistola de calor y con su adaptador. De la misma manera también se retiró el protector térmico de la base inferior del compartimiento del motor ya que esta se encontraba pegada a la base de las alas.



Figura 62 Remoción del protector térmico de los tanques.

Consiguiente se comenzó a retirar las asperezas que permanecieron en los tanques después de la separación del viejo protector térmico y los tanques, con la ayuda de una lija suave y el diluyente thinner se empezó a limpiar dichas asperezas de los dos tanques dejándolos en óptimas condiciones y totalmente limpios para poner el nuevo protector térmico.



Figura 63 Tanque de combustible limpio.

Después se buscó la manera más apropiada para instalar el otro protector térmico ya que este era de un tipo de material que no se calentaba

ni se quemaba por ende era más grueso que él se encontraba instalado, se midió y corto algunas veces tratando que el protector no interfiera con la instalación de la tobera de escape ni de las alas.

Se logró introducir el protector térmico con la tobera de escape de una forma tal que no se dificulte su instalación y desinstalación pero al mismo tiempo proteja los tanques de combustible y las partes vulnerables del aeromodelo, después se ubicó nuevamente el montante que sostenía la tobera introduciendo sus dos tornillos de sujeción asegurando que no se produzca movimientos fuertes de la tobera dentro del fuselaje.

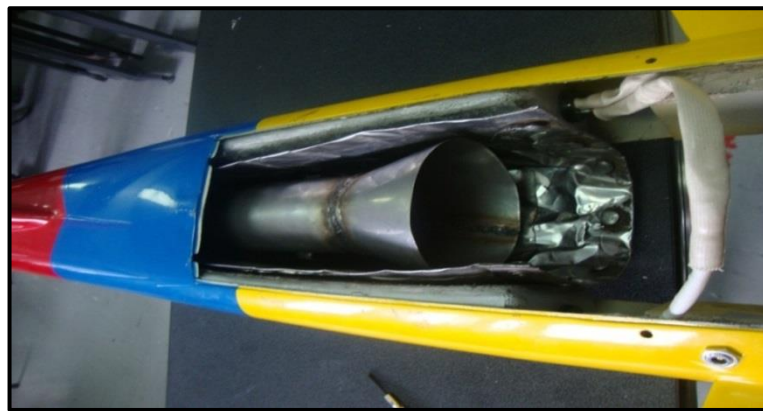


Figura 64 Protector térmico de los tanques.

3.14 Instalación

Ya realizado la comprobación de funcionamiento en los componentes de los sistemas, se pudo proceder con la instalación del motor JetCat P-80 y todos los sistemas en el fuselaje del aeromodelo.

3.14.1 Limpieza del fuselaje

Para instalar el motor y sus elementos en el fuselaje del aeromodelo, primero se realizó la limpieza de todo el fuselaje con la ayuda de una pistola de aire, con el fin de disminuir al máximo la contaminación interna que se pudiera producir para el motor o cualquier elemento dentro del fuselaje. Se limpió exhaustivamente el compartimiento del motor así también el compartimiento del equipo aviónico y la tobera de escape, ya que estas

partes son las más propensas a contener Foreign object Damage (FOD) en su interior.



Figura 65 Limpieza del fuselaje.

3.14.2 Unión de la parte del fuselaje con las alas

Ya ingresado e instalado el protector térmico y la tobera dentro del fuselaje se ubicó las alas en un soporte para colocar el fuselaje por encima de las alas a una distancia prudencial introduciendo el arnés eléctrico como se muestra en la figura 67, con presión se alineó las alas y el fuselaje para poder ubicarlos en su estado original y así ajustarlos con sus cuatro tornillos de sujeción en cada extremo inferior, con un hexagonal de 3 milímetros, se giró cada tornillo en sentido horario hasta poder consolidar la unión del fuselaje con las alas.



Figura 66 Unión de las alas con el fuselaje.

3.14.3 Instalación del montante del motor en el aeromodelo

Consiguiente se desenganchó el motor y la base del motor del banco de pruebas para así poder instalarlo dentro de la cavidad del motor en el aeromodelo, se hizo coincidir los agujeros del fuselaje con los agujeros del montante del motor para proceder a insertar los cuatro tornillos de sujeción de la base, dos de cada lado así este componente va a ser el que sostenga y mantenga al motor en un eje fijo sin la posibilidad que se mueva dentro del aeromodelo o se desenganche dentro de su cavidad reduciendo también la vibración de este elemento.



Figura 67 Instalación del montante del motor.

3.14.4 Instalación del motor en su montante

Para instalar el motor en su cavidad designada en el fuselaje, se debió ingresar el motor por la parte delantera en un ángulo de 45 grados evitando hacer contacto con la línea de intercambio de combustible de los tanques que se encuentra atravesando en la parte superior del lado izquierdo al lado derecho de la cavidad del motor, de la misma manera se tuvo que tener extrema precaución con la línea de la termocupla del motor ya que esta es la que censa y envía los datos de temperatura de escape y RPM del motor hacia la ECU V6.0 y así poder controlar y verificar dichos parámetros, si esta llegara a tener contacto con alguna parte del fuselaje causaría alguna interferencia en la entrega y recepción de datos.

Al ingresar la parte delantera del motor a la cavidad se tiene que hacer presión desde la parte posterior asentando y al mismo tiempo girando de izquierda a derecha el motor hasta que se asiente en su base. Después de este paso empujar el motor un poco hacia adelante para poder colocar los dos tornillos por lado que sujetan el motor a su montante. NOTA: Se tuvo que tener siempre en cuenta que las conexiones para el glow plug y el cable de datos de la termocupla se encuentren a una distancia apropiada del fuselaje y con un espacio óptimo para poder maniobrar y conectar estos cables después que se instale el equipo aviónico.



Figura 68 Ingreso del motor.

3.14.5 Modificación del compartimiento del equipo aviónico

Ya realizado la optimización de todos los componentes en una sola base del compartimiento aviónico, se procedió modificar algunas partes de este compartimiento con el fin de optimizar aún más el espacio de los componentes de esta área.

3.11.5.1 Colocación de velcro

Al colocar este tipo de material se pudo optimizar el espacio en el compartimiento de equipos aviónicos, ya que este material tiene la característica de poder separarse en dos partes y unirse de una forma compacta en pocos segundos, el velcro se divide en una parte con

filamentos de una material duro y en la otra parte un material suave y enmarañado. Siendo las baterías los únicos elementos que no pudieron ser instalados en la base de componentes, se tomó la decisión de unir con silicona líquida anti inflamable la parte suave del velcro con las dos baterías que son de la ECU –V6.0 y del circuito receptor que van instaladas en este compartimiento además se pegó con silicona líquida la parte dura del velcro en la pared izquierda y derecha del compartimiento para que en este lugar puedan ser instaladas las baterías de una forma rápida, segura y si fuera necesario modificarlas del lugar.



Figura 69 Batería con velcro.



Figura 70 Velcro dentro del fuselaje.

Antes de realizar el ingreso de la base del compartimiento de equipos aviónicos al fuselaje, se procedió a conectar el arnés eléctrico mediante la

parte del socket proveniente de las alas con la otra parte del socket instalado en el fuselaje.

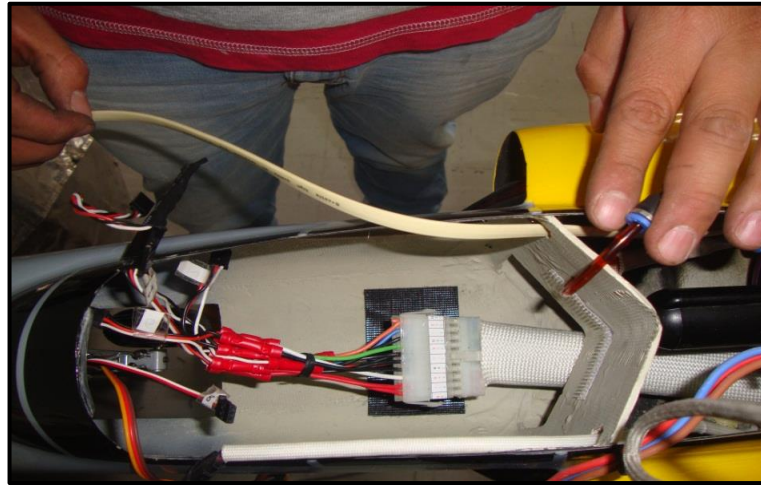


Figura 71 Socket conectado.

Consiguiente se introdujo al fuselaje el circuito receptor para iniciar con la conexión de los canales de los servos provenientes de todo el aeromodelo y las baterías se introdujo presionándolo hasta el fondo del compartimiento asegurándose que haya quedado unido al fuselaje por medio del velcro.

3.14.6 Instalación del circuito receptor al fuselaje

A continuación se procedió a buscar en el conjunto de cables el canal número uno procedente del elevón izquierdo, se conectó al compartimiento número uno marcado en la parte superior del circuito receptor, de la misma manera se buscó el canal número dos proveniente del elevón derecho para instalarlo en el compartimiento número dos del circuito receptor. Se buscó el canal número cuatro proveniente del servo del rudder y se lo conecto al circuito receptor en su compartimiento número cuatro, por último en este proceso se conectó los canales número 6 provenientes de los flaps y el canal número ocho proveniente de los trenes de aterrizaje, y se los instalo al circuito receptor en sus respectivas cavidades designadas.

NOTA: Colocar los conectores en sus cavidades respectivas siempre con el cable blanco en la parte superior del circuito receptor como se muestra en la figura.



Figura 72 Circuito receptor instalado.

3.14.7 Instalación del equipo aviónico en el fuselaje

Se procedió a insertar la base de equipos aviónicos dentro del fuselaje en forma vertical quedando en la parte izquierda la ECUV6.0 y en la parte derecha el tanque de propano la bomba de combustible y las dos válvulas electro hidráulicas. En este proceso de la instalación se conectó un extremo del cable extensor del canal número tres en la cavidad designada del circuito receptor que es el canal de potencia y proviene de la ECU-V6.0. Igualmente se realizó la instalación de un extremo del cable extensor del canal número cinco en la cavidad del circuito receptor que es el canal Auxiliar proveniente de la ECU-V6.0, terminado este proceso se introdujo la base en su totalidad dentro del compartimiento de equipos aviónicos.

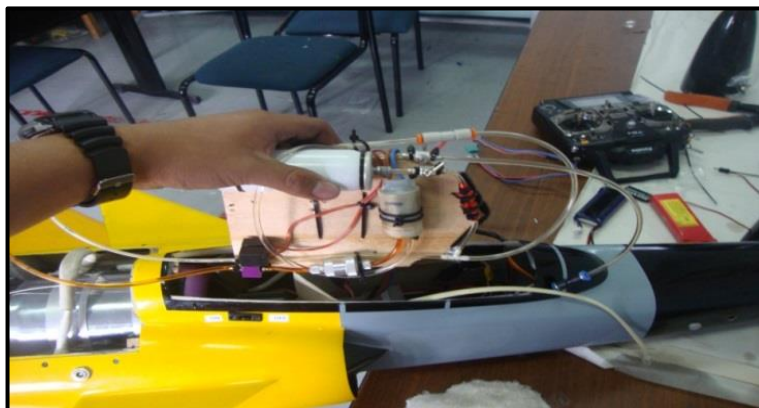


Figura 73 Instalación de la base de componentes.

3.14.8 Conexiones dentro del fuselaje

Instalado la base de los elementos en el compartimiento de equipos aviónicos se procedió a realizar las instalaciones correspondientes con el motor así como la línea de combustible, la línea de propano y los cables provenientes de la ECU-V6.0 como el cable glow plug y los cables de datos de temperatura de escape y RPM.

3.11.8.1 Conexiones de las líneas de propano y de combustible

Se instaló las líneas que sobresalían de las dos válvulas electro hidráulicas, la más gruesa y de color café siendo la de combustible que se conectó a un costado de la entrada de aire del motor en su respectiva unión y la línea de propano la más delgada y de color blanco que se conectó a la unión en la parte superior de la entrada de aire del motor.



Figura 74 Líneas de propano y combustible.

3.11.8.2 Conexiones del cable “glow plug” y del cable de temperatura y rpm del motor

Desde un extremo del cable glow plug de colores rojo azul y café conectado a la cavidad designada de la ECU-V6.0 se enlazó el otro extremo

a la unión ubicada en la parte superior de la entrada de aire del motor instalado en su compartimiento, finalmente se conectó el cable de datos de color blanco proveniente de la cavidad designada de la ECU-V6.0 y se enlazo al compartimiento del motor ubicado al costado derecho de la entrada de aire del motor exactamente alado de la termocupla.



Figura 75 Conexiones de los cables al motor.

3.14.9 Instalación de las baterías

Se instaló la batería roja al costado izquierdo del compartimiento de equipos aviónicos, ya que resulta más factible colocar la batería en este lugar por la proximidad que tiene a la ECU.V6.0 y la optimización de espacio producida generando una reducción de la longitud de los cables. Se pegó la batería al fuselaje gracias a la colocación del velcro en su interior y se conectó a la cavidad designada en la ECU-V6.0. Después se instaló la batería de color azul al costado derecho del compartimiento por su cercanía al circuito receptor produciendo una mayor facilidad para conectar y desconectar la batería.



Figura 76 Bateria instalada en el fuselaje.

3.15 Comprobación de funcionamiento del aeromodelo

Para verificar que todos los elementos fueron instalados correctamente al momento de introducirlos en el aeromodelo, se procedió a simular un despegue del aeromodelo suministrando todos los componentes necesarios para su operación en vuelo. Se confirmó que todas las conexiones eléctricas de combustible y de propano se encuentren aseguradas en su posición correcta, en los tanques de combustible se introdujo la cantidad de 2 litro de combustible JP1 entre los dos tanques verificando que no exista fugas e la líneas ni en el los tanques además que se cerró la válvula de corte de combustible ubicado en la base de equipos del compartimiento aviónico, en la botella de propano se suministró este combustible a una presión de 30 PSI llenando la botella y verificando que no existan fugas además que se cerró la válvula de corte de propano ubicada en la base de elementos en el compartimiento de equipos aviónicos, se inyectó aire comprimido en la botella de aire para el sistema neumático a una presión de 30 PSI y verificando que no exista ningún sonido de fugas.

Por último se conectó las dos baterías y se puso en posición ON para la verificación de funcionamiento del motor. Para poner en funcionamiento el

motor se abrió las dos válvulas de corte de combustible y de propano permitiendo el paso directo hacia el motor y que produzca la combustión en su interior. Con el control marca FUTABA se inició con el encendido remoto del motor mandando las señales respectivas de encendido y al principio se produjo un giro continuo de las aspas por el motor de arranque hasta que llegó el combustible y el propano a la cámara de combustión y así pudo producirse el arranque del motor. Al mismo tiempo se encontraban conectados los elementos del equipo aviónico como la ECU-V6.0 y la bomba de combustible quien suministraba la energía eléctrica y la presión necesaria para los sistemas de combustible de propano y el sistema neumático.

Ya producido el arranque se verificó el funcionamiento del motor aumentando y disminuyendo la cantidad de potencia del mismo, además se pudo verificar los movimientos de todos los servos instalados en el aeromodelo como:

- El rudder.
- Los flaps izquierdo y derecho.
- Los elevones
- Los trenes principales.
- El tren de nariz.

Se observó que todos los sistemas y elementos funcionaron correctamente en operaciones en tierra ya que no se pudo probarlo en vuelo por la deficiencia en la infraestructura de una pista adecuada para este tipo de aeromodelos puesto que se necesita aproximadamente 4000 metros para un despegue y aterrizaje seguro, pero es un excelente material didáctico para la enseñanza de alumnos en Mecánica Aeronáutica específicamente para las materias de aviones en General y Aerodinámica.

3.16 Instalación de cobertores

Terminada la comprobación y verificación de funcionamiento de los sistemas y elementos en el aeromodelo se procedió a instalar el cobertor del

compartimiento de equipos aviónicos, el cobertor del compartimiento del motor y el morro de sistema neumático del aeromodelo. Para instalar el cobertor del motor se insertó las guías de la estructura del compartimiento en las cavidades del fuselaje, presionándolo y ajustando los dos tornillos de sujeción compactando la estructura.

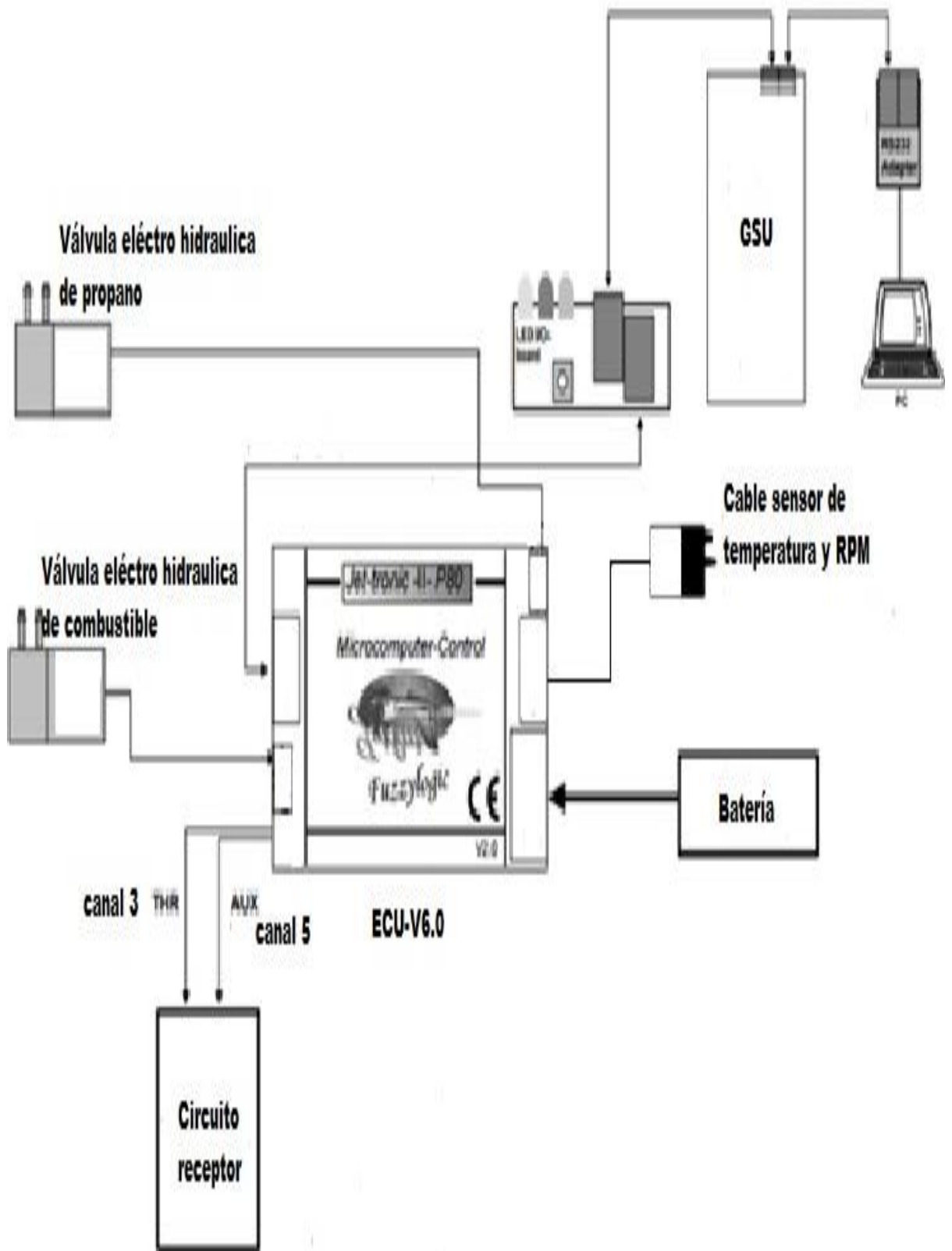
De la misma manera se introdujo las guías del cobertor de equipos aviónicos en las cavidades del fuselaje presionando y ajustando el tornillo triple pato en sentido horario hasta compactar la estructura y el fuselaje. Para instalar el morro se ubicó los agujeros del morro y el fuselaje para proceder a insertar los tres tornillos de sujeción en sus cavidades para que pueda quedar unido al fuselaje del aeromodelo.



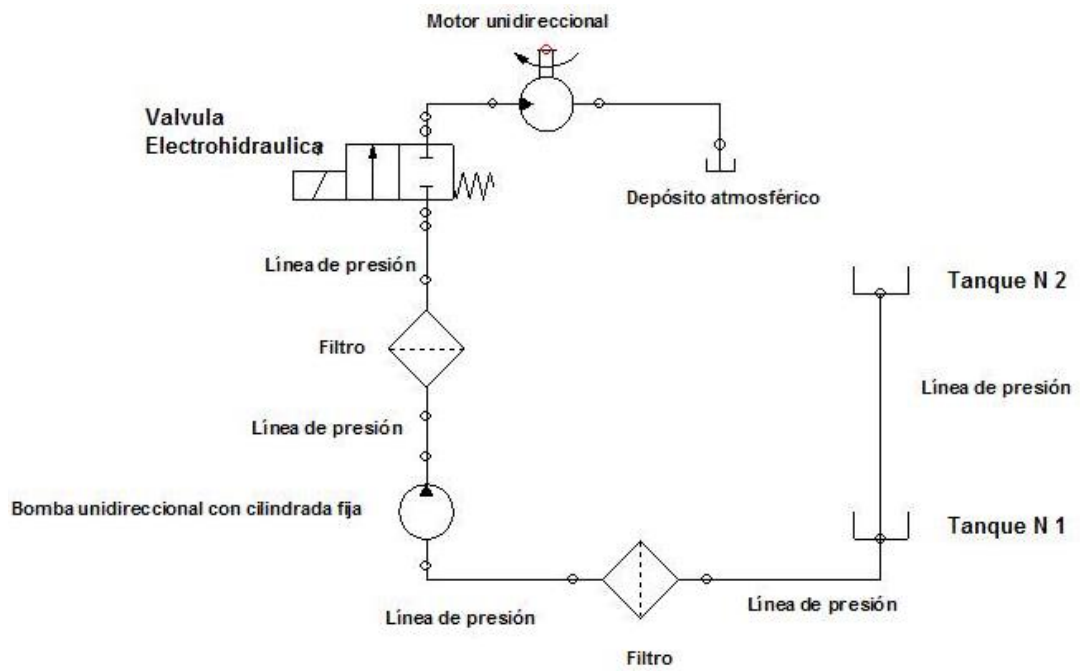
Figura 77 Aeromodelo rehabilitado.

3.17 Mapeo del aeromodelo y sus sistemas

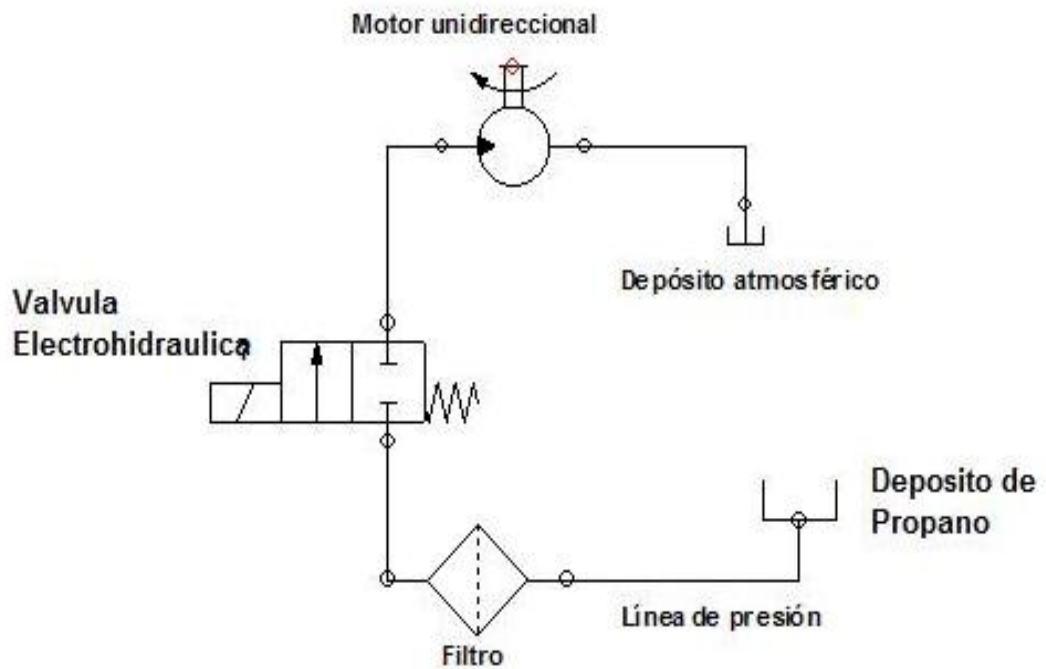
3.17.1 Diagrama del sistema eléctrico



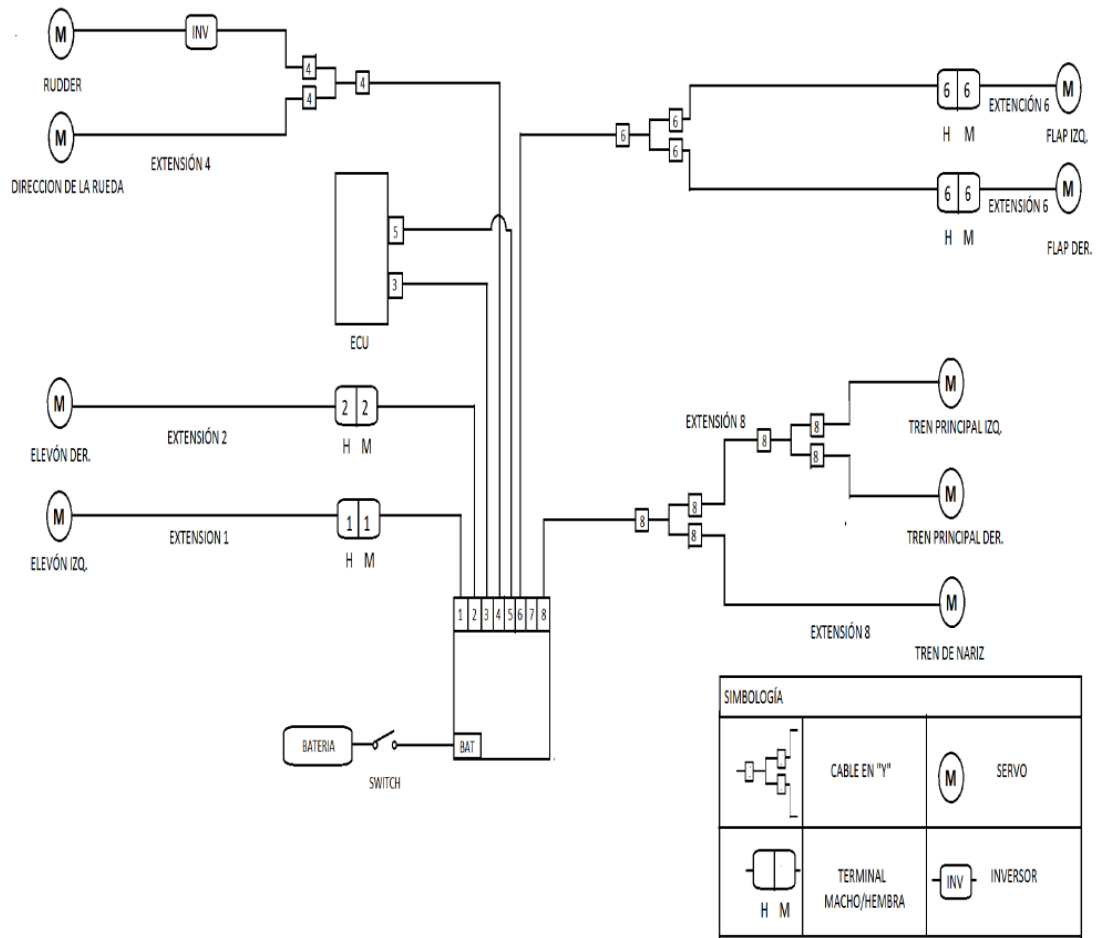
3.17.2 Diagrama del sistema de combustible



3.17.3 Diagrama del sistema de propano



3.17.5 Diagrama eléctrico de los servos



3.17.4 Diagrama del sistema Neumático

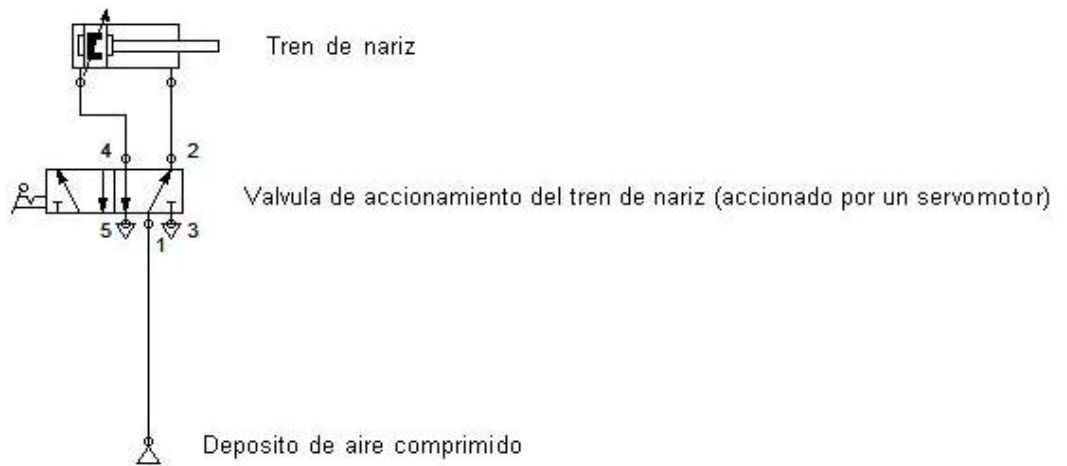
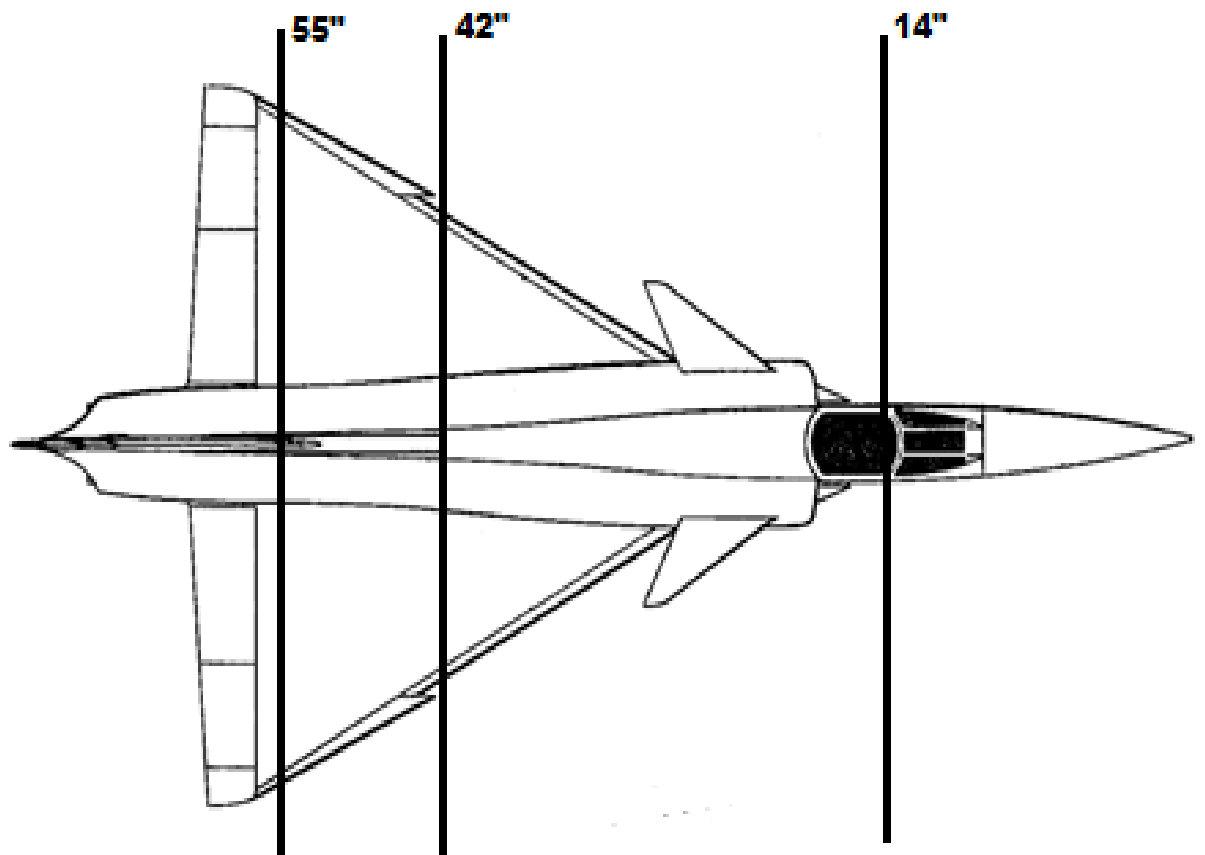
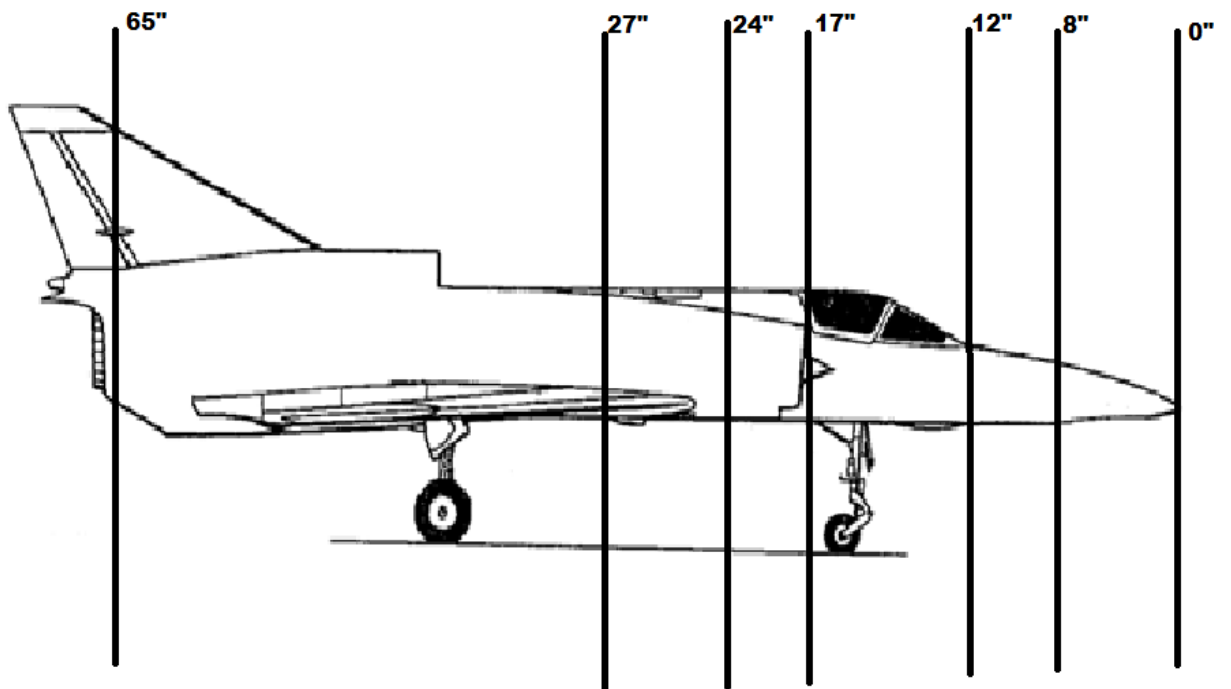


Diagrama del sistema Neumatico

3.17.6 Ubicación de los sistemas en el aeromodelo



3.14.6.1 Elementos según su ubicación

ESTACIÓN	ELEMENTOS
8''	<p>Morro o Cobertor del Sistema Neumático.</p> <p>Válvula Reguladora del tren de Nariz.</p> <p>Depósito de aire Neumático.</p> <p>Servo del tren de Nariz.</p>
12''	<p>Toma de aire del Sistema Neumático.</p> <p>Punto de ancla del cobertor del compartimiento de Equipos Aviónicos.</p>
14''	<p>Sistema de tren de Nariz.</p>
17''	<p>Compartimiento de Equipos Aviónicos.</p> <p>Báterias.</p> <p>Circuito Receptor.</p> <p>Placa (ECU, Depósito de propano, Bomba de combustible, filtro de combustible, válvula de corte de propano, válvula de corte de combustible, válvula eléctrico hidráulica de propano, válvula eléctrico hidráulica de combustible, cañerías)</p> <p>Arnés Eléctrico.</p>
24''	<p>Switch de energización del aeromodelo.</p>
27''	<p>Compartimiento del motor.</p>
42''	<p>Trenes principales del aeromodelo.</p>
55''	<p>Servos de los controles de vuelo.</p>
65''	<p>Servo del Rudder.</p>

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se realizó favorablemente el mantenimiento correctivo del motor JetCat P-80 en su fábrica con el personal calificado y entrenado cumpliendo con las recomendaciones otorgadas por el fabricante, dejándolo en óptimas condiciones de funcionamiento para su uso.
- Se ejecutó la reubicación de los elementos del compartimiento de equipos aviónicos, también se realizó el nuevo arnés eléctrico a medida del aeromodelo viéndose más estético y técnico para su instalación y desinstalación más rápida al momento de realizar el mantenimiento.
- Se efectuó el mapeo de los sistemas instalados en el aeromodelo detallando su ubicación y características particulares de cada uno de ellos.
- Las pruebas realizadas a todos los sistemas cuando se instalaron en el interior del aeromodelo fueron declaradas satisfactoriamente realizadas ya que cumplieron todas las expectativas al momento de estar en operación.

4.2 Recomendaciones

- Es de suma importancia reconocer todos los canales procedentes de los servos en el interior del aeromodelo al momento de reinstalarlos ya que podría causar algún tipo de daños en el circuito receptor o producir un mal funcionamiento de los servos en el aeromodelo.
- Es necesario que después utilizar el aeromodelo se realice una inspección de todos los componentes y sistemas así como una limpieza de los componentes para preservar el estado físico de los mismos y verificar que no exista ningún tipo de cortocircuitos o fugas de combustible o propano.
- El wiring diagram y el nuevo mapeo de operación proporciona la información necesaria de la ubicación de todos los elementos reinstalados en el aeromodelo.

BIBLIOGRAFÍA

- Caizapasto, E. (2016). IMPLEMENTACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE VUELO DEL AEROMODELO CHEETAH PROPULSADO POR EL MOTOR JETCAT-P80 PARA LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS, DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS. Latacunga: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.
- Dennis Dobrowski. (06 de 10 de 2016). Boeing. Obtenido de http://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/articles/qtr_2_08/article_02_4.html
- ecuador, D. d. (s.f.). <http://www.aviacioncivil.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/10/27.-RDAC-Parte-147-23-Mar-10.pdf>. Recuperado el 06 de noviembre de 2015, de <http://www.aviacioncivil.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/10/27.-RDAC-Parte-147-23-Mar-10.pdf>
- icecream1989. (22 de 05 de 2011). SlideShare. Obtenido de <http://es.slideshare.net/icecream1989/manejo-de-manuales-de-aviacion>
- Juarez, M. (02 de 10 de 2016). actiweb.es. Obtenido de http://www.actiweb.es/catrielrc/historia_del_aeromodelismo.html
- Martínez, S. P. (06 de 10 de 2016). OpenCourseWare. Obtenido de http://ocw.upm.es/expresion-grafica-en-la-ingenieria/ingenieria-grafica-metodologias-de-diseno-para-proyectos/Teoria/LECTURA_COMPLEMENTARIA/NORMALIZACION/ipc.pdf
- SCRIBD. (11 de 10 de 2016). Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/94187862/TEMA-5-MANUALES-11-12>
- UNITED STATES DEPARTMENT OF THE INTERIOR. (June, 1998). STORAGE BATTERY MAINTENANCE AND PRINCIPLES. DENVER, COLORADO.

DEFINICIÓN Y SIGNIFICADOS

A

AEROMODELO: Avión a una escala inferior que la original manteniendo sistemas y componentes parecidos.

AMM: Manual de Mantenimiento Aprobado.

ATA: Air Transport Asociation.

C

CETOP: Abreviatura del Comité Europeo de transmisiones oleo Hidráulicas y neumáticas.

E

FOD: Foreign object Damage. Término utilizado para cualquier objeto extraño en la aeronave en la pista o plataforma.

J

JETCAT-P80: Motor turbina a escala producido por la empresa de aeromodelismo JetCat en Estados Unidos.

M

MANTENIMIENTO: Trabajos requeridos para asegurar la aeronavegabilidad de las aeronaves.

MEL: Lista de Equipos Mínimos.

O

OVERHAUL: Arreglo de una maquina interiormente y exteriormente dejando su performance en óptimas condiciones de funcionamiento.

P

PSI: Pounds force per Square Inch. Más conocida como libra-fuerza por pulgada cuadrada es una unidad de presión.

R

REHABILITACIÓN: Poner en funcionamiento maquinaria que se encuentra averiada temporalmente.

RPM: Revoluciones por Minuto.

S

SENAE: Servicio Nacional de Aduanas del Ecuador.

T

TSM: Trouble Shooting Manual.

W

WDM: Wiring Diagram Manual.

ANEXOS

