



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

**UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES**

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

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

**“REHABILITACIÓN DEL MOTOR JETCAT P80SE MEDIANTE  
LA ADAPTACIÓN DE MEDIDORES DE CONTROL DE VUELO  
(ECU) Y FLIGHT CONTROL PERTENECIENTE A LA UNIDAD  
DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS - ESPE LATACUNGA”**

**AUTOR: CHACÓN SOLÓRZANO JHOAB**

**DIRECTOR: TLGO. JOHNATAN VALENCIA FUEL**

**LATACUNGA**

**2019**



## DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

### CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES

#### CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, ***“REHABILITACIÓN DEL MOTOR JETCAT P80SE MEDIANTE LA ADAPTACIÓN DE MEDIDORES DE CONTROL DE VUELO (ECU) Y FLIGHT CONTROL PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS - ESPE LATACUNGA”*** realizado por el señor **CHACÓN SOLÓRZANO JHOAB**, 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 **CHACÓN SOLÓRZANO JHOAB** para que lo sustente públicamente.

Latacunga, Julio del 2019

---

Tlgo. Johnatan Fernando Valencia Fiel

**DIRECTOR**



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

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES**

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES**

**AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **CHACÓN SOLÓRZANO JHOAB** con cédula de identidad N° 1723730980 declaro que este trabajo de titulación ***“REHABILITACIÓN DEL MOTOR JETCAT P80SE MEDIANTE LA ADAPTACIÓN DE MEDIDORES DE CONTROL DE VUELO (ECU) Y FLIGHT CONTROL PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS - ESPE LATACUNGA”***, 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, Julio del 2019**



---

**CHACÓN SOLÓRZANO JHOAB**  
ID: L00370407



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

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES**

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES**

### **AUTORIZACIÓN**

Yo, **CHACÓN SOLÓRZANO JHOAB** autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación ***“REHABILITACIÓN DEL MOTOR JETCAT P80SE MEDIANTE LA ADAPTACIÓN DE MEDIDORES DE CONTROL DE VUELO (ECU) Y FLIGHT CONTROL PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS - ESPE LATACUNGA”*** cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

**Latacunga, Julio del 2019**

Una firma manuscrita en tinta azul que parece decir 'Jhoab'.

---

**CHACÓN SOLÓRZANO JHOAB**  
CC: 172373098-0

## DEDICATORIA

Este trabajo de titulación se lo dedico a mis padres y mi familia que siempre han estado conmigo en los buenos y malos momentos, quienes con su apoyo incondicional y la enseñanza de buenos valores como la humildad, el esfuerzo, la perseverancia y respeto han logrado que traspase y resuelva todos los problemas y los futuros que vengan a mi vida, y siendo un gran movimiento de motivación para cumplir cualquier meta o sueño que me lo plantee.

A mi novia que ha sido mi fiel amiga, confidente y me ha brindado su apoyo a lo largo de esta etapa de mi vida, siendo una fuente de inspiración para luchar y cumplir mis sueños, haciendo que esa frase de Napoleón Bonaparte sea verdad "***Imposible es una palabra que no existe en mi vocabulario***"

A mis verdaderos amigos que confiaron en mis habilidades y conocimientos para poder realizar este trabajo de titulación y poder culminar mi carrera universitaria, así mismo con sus consejos y apoyo, a lo largo de estos semestres.

CHACÓN SOLÓRZANO JHOAB

## AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios que me ha brindado y bendecido a mi familia con la salud de mis seres queridos junto a mi lado, gracias a ello he podido culminar uno de mis varios objetivos que es obtener el título como Tecnólogo en Mecánica Aeronáutica para aplicar todos los conocimientos adquiridos para la sociedad.

A mis padres principalmente por su cariño y apoyo en el transcurso de mi carrera profesional, por sus sacrificios, esfuerzos y varios consejos lo que ha logrado que sea una mejor persona siempre recordando de donde vine y los sueños que deseo cumplir luchando contra la adversidad.

A mis profesores que con todos los conocimientos adquiridos sobre aviación lograron que admire y este en constante aprendizaje sobre este campo y como dijo José María Velasco Ibarra ***“La aviación es lo más excelso de la especie humana. Es el hombre en busca de la aventura, es el ser que se desprende de la vulgaridad de la tierra, para comulgar con la pureza del cielo y desciende luego a purificar la tierra, después de haber recibido la comunión de lo infinito”***

CHACÓN SOLÓRZANO JHOAB

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN.....	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD .....	iii
AUTORIZACIÓN.....	iv
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT .....	xvi
CAPÍTULO I.....	1
TEMA .....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Planteamiento del problema .....	2
1.3 Justificación e importancia .....	2
1.4 Objetivos.....	3
1.4.1 Objetivo general.....	3
1.4.2 Objetivos específicos .....	3
1.5 Alcance.....	4
CAPÍTULO II.....	5
MARCO TEÓRICO .....	5
2.1 Aerodelismo.....	5
2.1.1 Evolución Histórica del Aerodelismo .....	5
2.1.1.1 Surgimiento de los primeros motores para aerodelos .....	6
2.1.2 Definición e Etimología .....	11
2.1.3 Categorías de Vuelo de Aerodelismo.....	11
2.1.3.1 Categoría F1- Vuelo Libre.....	11
2.1.3.2 Categoría F2- Vuelo Circular .....	12
2.1.3.3 Categoría F3- Vuelo a Radio Control .....	13
2.2 Descripción general de los motores a Reacción .....	13
2.2.1 Motores Cohete .....	14

2.2.2 Motores Aerorreactores .....	14
2.2.2.1 Compresión Dinámica .....	14
2.2.2.2 Compresión Mecánica .....	15
2.2.2.2.1 Motor Turbofan .....	15
2.3 Descripción general de los motores a Reacción JETCAT .....	16
2.3.1 Historia .....	16
2.3.2 Generalidades .....	17
2.3.3 Clasificación del Motor JETCAT .....	18
2.3.3.1 Primera Generación - Modellflug .....	18
2.3.3.2 Segunda Generación - PRO .....	19
2.4 Descripción general del motor JETCAT P80SE .....	21
2.4.1 Áreas y Dimensiones .....	21
2.4.2 Secciones del motor .....	21
2.4.2.1 Sección de Entrada de Aire (Admisión) .....	22
2.4.2.2 Sección de Compresión .....	23
2.4.2.3 Sección de Combustión .....	23
2.4.2.4 Sección de Turbina y Escape .....	23
2.4.3 Datos Técnicos .....	24
2.4.4 Funcionamiento .....	25
2.4.4.1 Engine Control Unit (ECU) .....	25
2.4.4.2 Ground Support Unit (GSU) .....	27
2.4.4.2.1 Explicación de los botones del GSU .....	28
2.4.4.2.2 Explicación de las luces del GSU .....	29
2.4.4.2.3 Estructura del menú del GSU .....	29
2.4.4.3 Sistema de Combustible .....	30
2.4.4.4 Sistema Eléctrico del motor .....	31
2.4.4.5 Conexiones de la Turbina .....	32
2.4.4.6 Mantenimiento .....	32
2.3.4.7 Manual de Caza fallas del motor .....	33
2.4.5 Aplicaciones del motor JETCAT .....	35
2.4.5.1 Mochila Propulsora con motores JETCAT .....	36
2.4.5.2 Lockheed Martin X-56 .....	36
2.5 Innovación Tecnológica .....	37
2.4.1 JETCAT Mini GSU .....	37

2.4.2 ECU V 10.0.....	38
2.4.3 XICOY Flight Control PLUS .....	39
2.6 Equipos de Protección Personal (EPP) .....	41
CAPÍTULO III.....	42
DESARROLLO DEL TEMA .....	42
3.1 Preliminares.....	42
3.2 Herramientas .....	42
3.3 Situación Actual del Motor JETCAT .....	43
3.3.1 Inspección visual del Motor JETCAT .....	44
3.4 Rehabilitación del banco de pruebas del Motor JETCAT .....	45
3.4.1 Anclaje de Ruedas a la Estructura mediante soldadura STAW .....	45
3.4.2 Lijado y Pintado de Estructura .....	46
3.5 Desmontaje del Motor JETCAT del avión de R/C CHEETAH.....	47
3.6 Rehabilitación de los sistemas del Motor JETCAT .....	50
3.6.1 Montaje provisional del motor JETCAT al Banco de Pruebas .....	50
3.6.2 Revisión y restitución Sistema Eléctrico del Motor JETCAT .....	50
3.6.2.1 Reemplazo conector del cable de alimentación eléctrica del motor JETCAT (XT60) .....	52
3.6.2.2 Suministro de Energía del Sistema Eléctrico al motor.....	54
3.6.3 Revisión y Calibración del Sistema de Combustible del Motor JETCAT .....	55
3.6.4 Revisión y Calibración Sistema Auxiliar (Gas Propano) del Motor JETCAT .....	57
3.6.5 Revisión y Adaptación del ECU del Motor JETCAT .....	58
3.6.5.1 Configuración del ECU.....	60
3.6.6 Pantalla XICOY del Motor JETCAT.....	61
3.7 Montaje Final de todos los componentes .....	62
3.7.1 Comprobación de los sistemas adaptados al Motor JETCAT.....	62
3.7.1.1 Comprobación de Mini GSU .....	64
3.7.1.2 Comprobación de la Pantalla Xicoy Flight Control Plus.....	65
3.7.2 Colocación de Señalética de Seguridad en la estructura .....	65
3.8 Simbología en el diagrama de flujo .....	68
3.8.1 Diagrama de flujo de análisis de la rehabilitación del motor JETCAT ..	69
3.8.2 Diagrama de flujo de análisis del tema del trabajo de titulación .....	70

3.9 Presupuesto .....	71
3.9.1 Análisis de Costos .....	71
3.9.2 Costo Total del Proyecto de Titulación.....	73
CAPÍTULO IV .....	74
4.1 Conclusiones .....	74
4.2 Recomendaciones .....	74
GLOSARIO.....	75
ABREVIATURAS .....	77
BIBLIOGRAFÍA.....	78
ANEXOS .....	80

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Primeros modelos de aeromodelos construidos.....	5
Figura 2 Modelo de Launoy, Bienvenu (vista en horizontal) .....	6
Figura 3 Modelo de Pénaud llamado “Planophore” .....	7
Figura 4 Modelo impulsado a gas de Víctor Tatin .....	8
Figura 5 Motor de Goma utilizado para Aeromodelismo .....	8
Figura 6 Emblema de la Federación Aeronáutica Internacional .....	9
Figura 7 Primer ejemplo de Pulsorreactor para aeromodelismo .....	10
Figura 8 Evolución histórica de los Modelos de Aeromodelismo.....	11
Figura 9 Modelo de Categoría F1 .....	12
Figura 10 Modelo de Categoría F2 .....	12
Figura 11 Modelo de Categoría F3 .....	13
Figura 12 Relaciones de Temperaturas y Presiones en un motor Turbofan.16	
Figura 13 Evolución Histórica de los Motores JETCAT .....	17
Figura 14 Motor JETCAT P60.....	18
Figura 15 Modelos de motores JETCAT de la Generación Modellflug .....	18
Figura 16 Modelos de motores JETCAT de la Generación PRO.....	19
Figura 17 Motor JETCAT P80SE .....	21
Figura 18 Etapas Motor JETCAT P80SE .....	22
Figura 19 Sección de Admisión motor JETCAT .....	22
Figura 20 Sección de Compresión motor JETCAT.....	23
Figura 21 Sección de Combustión motor JETCAT.....	23
Figura 22 Sección de Escape motor JETCAT.....	24
Figura 23 Vista del motor JETCAT P80SE .....	25
Figura 24 Vista del ECU V6.0 .....	26
Figura 25 Esquema de Conexiones Eléctricas JETCAT P80SE .....	26
Figura 26 Esquema de Conexiones Eléctricas JETCAT P80SE .....	27
Figura 27 Esquema de Conexiones Eléctricas JETCAT P80SE .....	27
Figura 28 Descripción del GSU.....	28
Figura 29 Conexiones del Sistema de Combustible del motor JETCAT .....	30
Figura 30 Conexiones del Sistema de Combustible del motor JETCAT .....	31
Figura 31 Conexiones de la Turbina JETCAT.....	32
Figura 32 Mochila propulsora compuesta con motores JETCAT.....	36

Figura 33 Aeronave Lockheed Martin X-56.....	37
Figura 34 JETCAT Mini GSU.....	37
Figura 35 JETCAT ECU V 10.0 .....	38
Figura 36 XICOY Flight Control PLUS V1 .....	40
Figura 37 Avión Cheetah montado con el Motor JETCAT .....	43
Figura 38 Inspección visual externa JETCAT .....	44
Figura 39 Cableado en mal estado del sistema eléctrico del motor JETCAT .....	44
Figura 40 Anclaje de ruedas al banco de pruebas .....	45
Figura 41 Anclaje de ruedas al banco de pruebas .....	46
Figura 42 Lijado de la Estructura .....	46
Figura 43 Pintado de la Estructura y su acabado final .....	47
Figura 44 Desconexión del cableado eléctrico del motor JETCAT.....	47
Figura 45 Desconexión y cierre de la válvula del Sistema de Combustible ..	48
Figura 46 Desconexión del tanque de propano del Sistema Auxiliar.....	48
Figura 47 Desconexión del ECU del motor JETCAT.....	49
Figura 48 Desmontaje del motor JETCAT del avión a R/C Cheetah .....	49
Figura 49 Montaje provisional del motor al banco de pruebas .....	50
Figura 50 Chequeo de continuidad a la válvula y cableado del sistema de combustible .....	51
Figura 51 Revisión de continuidad al cableado del sistema de ignición .....	51
Figura 52 Verificación de continuidad a los cables de alimentación eléctrica .....	52
Figura 53 Conector XT60 nuevo con su P/N.....	52
Figura 54 Reemplazo del conector XT60.....	53
Figura 55 Revisión de continuidad total al cable de alimentación .....	53
Figura 56 Proceso de descarga batería LIPO .....	54
Figura 57 Revisión de la valvula de control de combustible .....	55
Figura 58 Revisión de la bomba de combustible.....	56
Figura 59 Revisión de la valvula shut off de combustible.....	56
Figura 60 Conexión de conector a la bomba de combustible .....	57
Figura 61 Revisión de la valvula de control de gas .....	57
Figura 62 Revisión Sistema Auxiliar motor JETCAT .....	58
Figura 63 Revisión de los terminales del ECU V 10.0.....	58

Figura 64 Conexión de los terminales de propano y combustible del ECU V 10.0.....	59
Figura 65 Conexión de los terminales de bujía y bomba combustible del ECU V 10.0.....	59
Figura 66 Conexión del cable de datos al Panel I/O .....	60
Figura 67 Conexión del cable de datos al GSU .....	60
Figura 68 Chequeo del voltaje de la batería LIPO.....	61
Figura 69 Conexión del adaptador RS232 a la computadora .....	61
Figura 70 Explicación de los elementos del programa XICOY .....	62
Figura 71 Montaje Provisional de todos los sistemas del motor JETCAT.....	63
Figura 72 GSU y Xicoy FCU en Operación.....	63
Figura 73 Comprobación Mini GSU .....	64
Figura 74 Error Evidenciado Mini GSU .....	64
Figura 75 Pantalla XICOY en funcionamiento .....	65
Figura 76 Vista Pantalla XICOY .....	65
Figura 77 Colocación de Señalética en el Banco de Pruebas .....	66
Figura 78 Montaje final de los componentes en el Banco de Pruebas .....	66
Figura 79 Vista Frontal Banco de Pruebas con los componentes .....	67
Figura 80 Prueba de los Sistemas del Motor JETCAT .....	67
Figura 81 Error evidenciado en el GSU .....	68

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación de la Generación JETCAT Modellflug .....	19
Tabla 2 Clasificación de la Generación JETCAT PRO .....	19
Tabla 3 Significado de los botones del GSU Jettronic.....	28
Tabla 4 Significado de las luces LED del GSU Jettronic .....	29
Tabla 5 Troubleshooting .....	33
Tabla 6 Total de Costos Primarios.....	71
Tabla 7 Total de Costos Secundarios .....	72

## RESUMEN

El presente trabajo de titulación detalla el procedimiento de la rehabilitación de los sistemas del motor JETCAT, de acuerdo con las instrucciones del fabricante JETCAT-ECU V6-10, dicha planta motriz es perteneciente a la carrera de Mecánica Aeronáutica de la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas -ESPE, debido a lo cual se realizaron las reparaciones, y actualizaciones pertinentes en el Bloque 42, siguiendo todas las medidas de seguridad.

El motor JETCAT, es un motor a reacción a escala cuyo funcionamiento es idéntico a una turbina de características generales, debido a los avances tecnológicos y al paso del tiempo, ha hecho que algunos componentes y sistemas, no se encuentren en correcto funcionamiento, con todos estos previos antecedentes, se realizó el cambio del ECU y la adaptación de la pantalla de control de acuerdo con las tendencias técnicas-especializadas de estos tiempos.

Como resultado, la Unidad de Gestión de Tecnologías nuevamente contara con un motor con sus sistemas operativos, con todos sus componentes al día y su información técnica actualizada facilitando nuevamente el interaprendizaje entre los estudiantes y docentes que conforman la universidad.

### **PALABRAS CLAVES:**

- MOTOR A REACCIÓN
- JETCAT
- UNIDAD DE CONTROL DE VUELO ELECTRONICA
- SOLDADURA STAW

## ABSTRACT

The present research details the procedure for the rehabilitation of the JETCAT engine systems, according to the manufacturer's instructions JETCAT-ECU V6-10, this power plant belongs to the career of Aeronautical Mechanics of the Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas -ESPE,, due to which the repairs, and pertinent updates were carried out in Block 42, following all the security measures.

The JETCAT engine is a scaled jet engine whose operation is identical to a turbine of general characteristics, due to technological advances and the passage of time, has caused some components and systems, are not in proper operation, with all this previous history, was made the change of the ECU and the adaptation of the control screen in accordance with the technical-specialized trends of these times.

As a result, the Unidad de Gestión de Tecnologías will once again have an engine with its operating systems, with all its components up to date and its technical information updated, once again facilitating interlearning between the students and teachers who make up the university.

### KEYWORDS:

- JET ENGINE
- JETCAT
- ELECTRONIC FLIGHT CONTROL
- STAW WELDING

Checked by:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'M. Elisa Coque', is written over a horizontal dotted line. The signature is stylized and cursive.

Lcda. María Elisa Coque  
DOCENTE UGT

# CAPÍTULO I

## TEMA

### **“REHABILITACIÓN DEL MOTOR JETCAT P80SE MEDIANTE LA ADAPTACIÓN DE MEDIDORES DE CONTROL DE VUELO (ECU) Y FLIGHT CONTROL PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS - ESPE LATACUNGA”**

#### **1.1 Antecedentes**

El motor JETCAT P80SE de fabricación alemana fue creado en el año de 1998, este réplica el funcionamiento de un motor turbofan a una menor escala, son utilizados en aviones de aerodelismo, prototipos de aviones u mochilas propulsoras, por proporcionar una velocidad 217.24 nudos (250 millas por hora), son producidos por la Oficina de Ingeniería CAT (por la división del Ingeniero Markus Zipperer)

La línea de motores JETCAT está dispuesta de una sucesión de varios modelos que componen dos generaciones, dichas generaciones han logrado la construcción de los modelos P20, P60, P70, P80, P120, P180, P160, P200, P300, P400, P500, P550 y P1000, estos equipos con sus respectivas medidas de seguridad, los hacen perfectamente para la investigación y aprendizaje en la Unidad de Gestión de Tecnologías, perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE

El presente proyecto se propone a rehabilitar el proyecto de investigación “DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN BANCO DE PRUEBAS DE UN MOTOR JETCAT P80SE PARA OPTIMIZAR EL INTERAPRENDIZAJE DE LOS ESTUDIANTES DEL INSTITUTO TECNOLOGICO SUPERIOR AERONAUTICO”, mismo que fue realizado por Roberto Carlos Camacho Rivera en el año 2013, e implementar nuevas herramientas tecnológicas lo que permitirá que en la institución, se pueda impartir mayores conocimientos sobre los motores JETCAT.

## **1.2 Planteamiento del problema**

En la Unidad de Gestión de Tecnologías, perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas “ESPE”, desde hace varios años, ha presentado el desuso de prácticas de laboratorio, algunos de sus motores a reacción (turbofan) en este caso del motor JETCAT P80SE, ha desencadenado algunas falencias en conocimientos sobre el funcionamiento y la operación de estos tipos de motores a reacción a escala.

Juntamente con estas problemáticas, en la actualidad, el crecimiento y desenvolvimiento tecnológico que se ha desarrollado en el ámbito aeronáutico hace que el motor JETCAT queden en desuso y peor en el olvido, en consecuencia, produce en los instructores (docentes) y estudiantes, problemas e interrogantes como en su funcionamiento, su composición, explicación de los componentes y otras acciones como corridas, mantenimientos, entre otros.

Este proyecto permitirá que el motor JETCAT, se encuentre en operación de acuerdo con las tendencias tecnológicas actuales y a los lineamientos del fabricante, logrando un mejor aprendizaje de dichos motores entre la comunidad universitaria perteneciente al Departamento de Ciencias Especiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas.

## **1.3 Justificación e importancia**

La Carrera de Mecánica Aeronáutica de la Unidad de Gestión de Tecnologías, como parte de su misión de formar tecnólogos aeronáuticos altamente competentes en el mantenimiento de aeronaves, motores o sus componentes, donde los beneficiarios indistintamente de la realización de este proyecto son los estudiantes e instructores ya que permitiría el interaprendizaje sobre las tendencias tecnológicas del motor JETCAT.

Cabe destacar que el motor JETCAT P80SE cumple con los estándares internacionales de fabricación tales como normas ISO 9001 e ISO 13485 lo que ha permitido ser avalado por la FAI (Federación Aeronáutica Internacional), FAA (Federal Aviation Administration) y la AAC (Autoridad

Aeronáutica Civil), así autorizando el uso en actividades aéreas o de instrucción, en nuestro caso la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

El presente proyecto será factible por la implementación de los elementos alineados a las tendencias electrónicas actuales, en este caso de la aviación como pantallas de controles de vuelo y del motor (ECU), además se cuenta con toda la información técnica disponible para la realización de tareas sencillas (lista de chequeo) o más complejas (mantenimiento de las bujías), producto de los conocimientos obtenidos a lo largo de nuestra trayectoria como estudiantes, el lugar donde será desarrollado este proyecto serán en los laboratorios pertenecientes a la carrera de mecánica aeronáutica, por contar con la infraestructura necesaria para la realización de estos.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

- Rehabilitar el motor JETCAT P80SE, mediante la adaptación de medidores de control de vuelo (ECU) y Flight Control para los estudiantes y docentes que conforman la carrera de mecánica aeronáutica de la Unidad de Gestión de Tecnologías -ESPE Latacunga.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Recopilar la información necesaria incluyendo los parámetros de medición sobre la operación y mantenimiento del motor.
- Implementar los dispositivos de medición ECU V10.0 S/N JC-A1024-V10 y Flight Computer PLUS S/N JM-FC1F-JETCAT
- Rehabilitar los sistemas del motor de acuerdo con los estándares y a la evolución tecnológica actual
- Reconocer las fallas al momento de operar el motor y solucionarlas de acuerdo con la información del fabricante, observando que cumplan los parámetros de operación de acuerdo con la información técnica.

## **1.5 Alcance**

Este proyecto interactúa directamente con todos los miembros del Departamento de Ciencias Espaciales (Docentes y Estudiantes) de la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE permitiendo a la familiarización de los motores JETCAT y dando paso a un conocimiento de las tendencias tecnológicas actuales dentro de nuestra era y dejando así a la Universidad inmersa en los avances especializados en el ámbito aeronáutico.

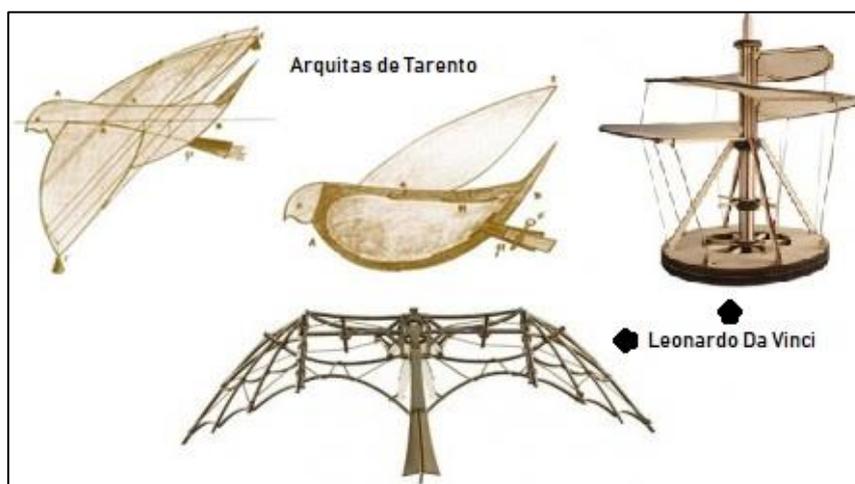
## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Aeromodelismo

##### 2.1.1 Evolución Histórica del Aeromodelismo

Hablar de la historia del Aeromodelismo y sus comienzos, es hablar de la propia historia de la aviación, puesto que el hombre en la gran mayoría de los ensayos, busco la posibilidad de vuelo con modelos reducidos, antes de intentar hacerlo el mismo en uno de gran tamaño. Los escritos encontrados dicen que el Aeromodelismo comienza con Arquitas de Tarento (s. III a.C) y su famosa paloma voladora, continua Leonardo Da Vinci en el siglo XIV quien junto con sus cuadernos que contienen dibujos, diagramas científicos y reflexiones sobre la naturaleza del vuelo de las aves, y sus inventos como el helicóptero y el ala delta constituyen un legado para las sucesivas generaciones de inventores que como el buscaban de alguna manera satisfacer la incapacidad humana para volar. (Aeromodelismo Ilustrado, 2014)

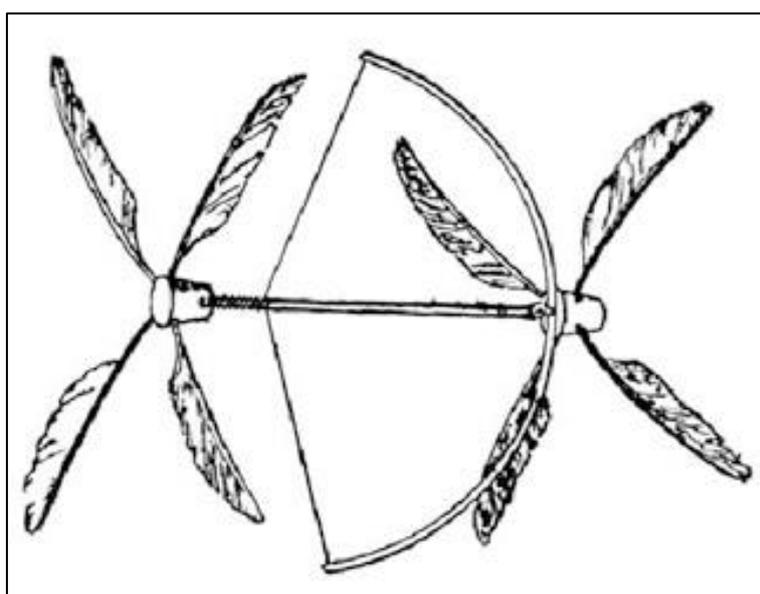


**Figura 1 Primeros modelos de aeromodelos construidos**

**Fuente:** (Museo Nazionale Scienza e Tecnologia Leonardo Da Vinci, 2019)

En el siglo XVI, un herrero alemán construyó y logró que un águila metálica volase unos 300 metros, saliendo al encuentro del emperador Carlos V, también se dice que este emperador entretenía a sus socios en su retiro de Yuste, haciendo volar uno de estos ingenios. A mediados del siglo XVIII se

experimentan numerosos modelos que se harían famosos, tales como los de los franceses Launoy, Bienvenu y otros. En el siglo XIX hizo sus pruebas Sir George Cayley, quién anteriormente en diversos trabajos y artículos publicados, estableció claramente los principios a partir de los cuales, según él, debía concebirse un aparato aéreo. Propuso equiparlo con alas en diedro, para asegurarle estabilidad lateral; ideó el dispositivo de timones de profundidad y dirección y, para la sustentación, antepuso el empleo de superficies cóncavas preferibles a las superficies planas. (Aeromodelismo Ilustrado, 2014)



**Figura 2 Modelo de Launoy, Bienvenu (vista en horizontal)**

**Fuente:** (Museo Nazionale Scienza e Tecnologia Leonardo Da Vinci, 2019)

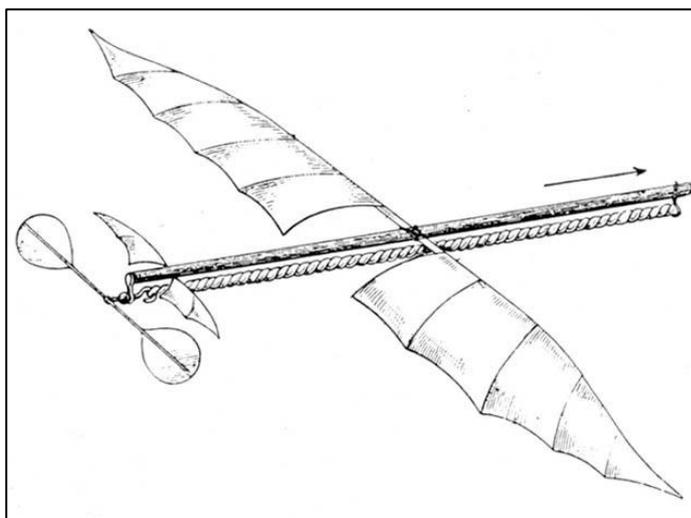
A pesar de que demostró mediante cálculos, que la fuerza humana para propulsar tal máquina era muy inferior a la que hasta entonces se creía necesaria, la abandonó como insuficiente y supuso el empleo de un motor a vapor.

#### **2.1.1.1 Surgimiento de los primeros motores para aeromodelos**

Los ingenieros ingleses William Samuel Henson y John Stringfellow construyeron un modelo que, de hecho, fue el primer aparato aeroplano que voló impulsado por la fuerza de un motor. En realidad, no se trató de un vuelo planeado más o menos largo, sino de un vuelo sustentado gracias al motor colocado en el aparato, éste era un motor de vapor, sin embargo, no desarrollaba suficiente potencia para permitir el despegue del conjunto, por lo

que la salida se efectuaba mediante una catapulta. (Aeromodelismo Ilustrado, 2014)

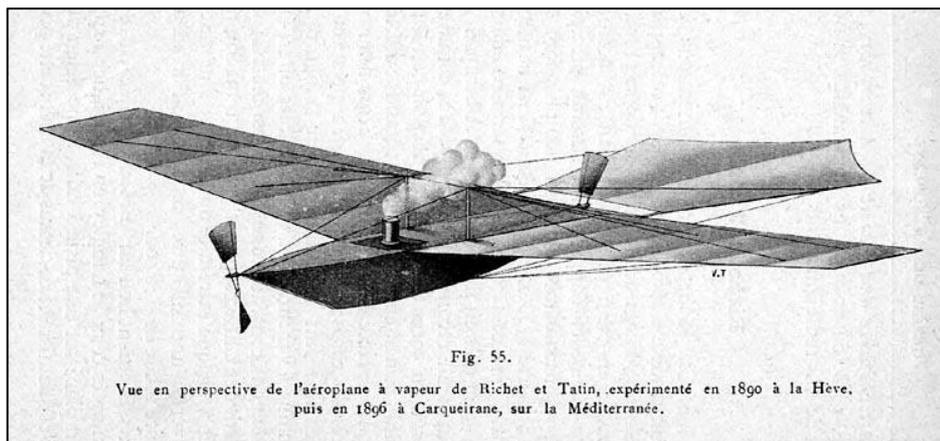
De esta época merecen ser destacados el italiano Forlanini, que en Milán hizo volar un modelo de 3,5 kg, consiguiendo una altura de 13 metros durante 20 segundos, así como el modelo de helicóptero de Ponton d'Amécourt, con motor de vapor y rotores coaxiales. Clásicamente se considera a Alphonse Pénaud como el iniciador del Aeromodelismo actual, y es a partir de este momento cuando puede separarse de la historia de la aeronáutica, que hasta entonces había compartido durante siglos. En 1870 Alphonse Pénaud hizo volar un pequeño aparato de su concepción, al que denominó PLANOPHORE. Este era un monoplano de hélice tractora movida por unas tiras de caucho retorcidas y equipado con una cola estabilizadora. Este primitivo motor, pese a los enormes avances conseguidos con los micromotores, sigue utilizándose y goza de gran popularidad entre los aeromodelistas. (Aeromodelismo Ilustrado, 2014)



**Figura 3 Modelo de Pénaud llamado “Planophore”**

Fuente: (Ballarini, 2000)

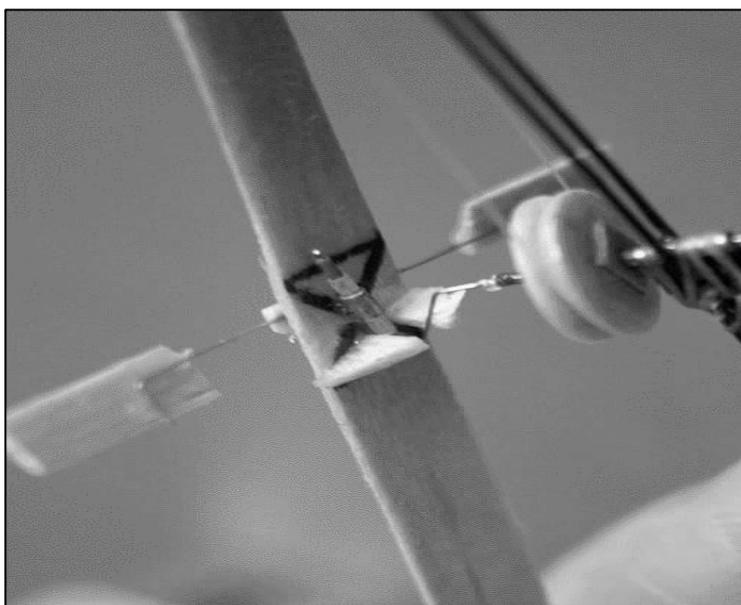
Otros precursores, que a finales del siglo XIX experimentaron con modelos, fueron Víctor Tatin (1879), iniciador de los motores de aire a vapor, que serían muy utilizados años más tarde; Hargrave (1885) quien en Australia (vólt) un modelo de alas batientes, iniciador de los ornitópteros posteriormente utilizados en Aeromodelismo. También se destacan a Dandrieux, Langley y, sobre todo a Otto Lilienthal. (Aeromodelismo Ilustrado, 2014)



**Figura 4 Modelo impulsado a gas de Víctor Tatin**

Fuente: (Naughton, 2002)

Entre los siglos XX y XXI, en la primera guerra mundial, se buscó incansablemente la solución para motorizar los modelos, y así sustituir el motor de gomas, que era el más utilizado. La solución se encontró en los de aire comprimido, muy baratos de fabricar, pero que requerían dar presión a los enormes depósitos, de los que escapaba a unos cilindros y movía la hélice. Otra solución fue la de utilizar pequeños depósitos de CO<sub>2</sub> de uso comercial, que aligeraron considerablemente los aeromodelos, los motores de goma, y los de anhídrido carbónico serían las principales fuentes de propulsión de los aeromodelos hasta la década de los años treinta, en la que se ingresa en la fase moderna del aeromodelismo. (Aeromodelismo Ilustrado, 2014)



**Figura 5 Motor de Goma utilizado para Aeromodelismo**

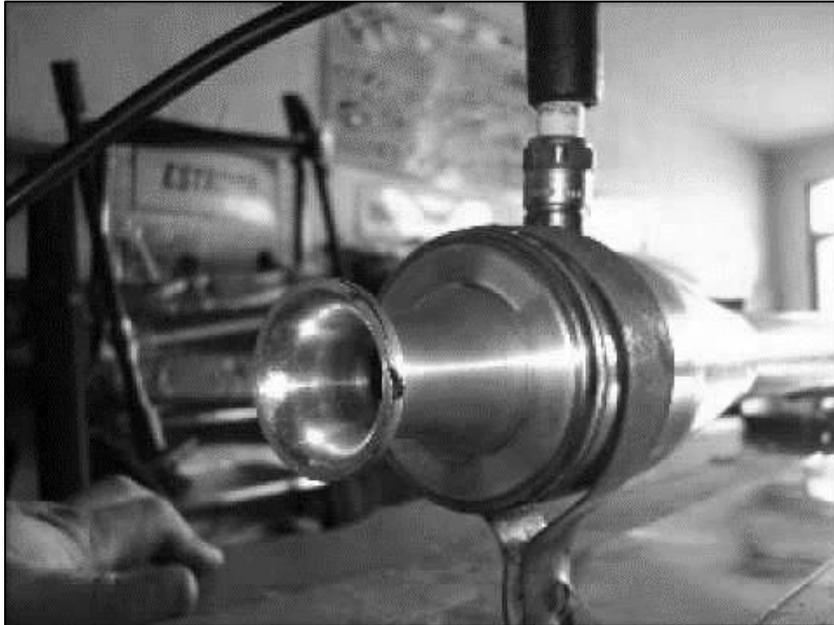
Fuente: (Cortina, 2007)

A partir de 1930, el aeromodelismo cambia lentamente, se abandonan los anteriores tipos, y se van buscando modernas soluciones. Los modelos se van afilando, y se parecen más a los aviones reales. Surgen los primeros y rudimentarios motores de explosión. comienzan a construirse maquetas de los aviones más populares de ese momento y así, insensiblemente se entra en una que se llama "moderna" Años más tarde, todo el aeromodelismo se basa y se estandariza, mediante el surgimiento de la Federación Aeronáutica Internacional (FAI), ente encargado de controlar el vuelo libre y los concursos de aeromodelismo. (Aeromodelismo Ilustrado, 2014)



**Figura 6 Emblema de la Federación Aeronáutica Internacional**  
Fuente: (FAI, 2017)

Entre años de la postguerra, el reactor también llega al aeromodelismo, en la forma de cohetes con carga sólida, que sustituirían a los antiguos de Polvora (Jetex), o los pulsorretores que se iniciaron con el complejísimo Mini jet. para simplificarse y con el Dynajet. (Aeromodelismo Ilustrado, 2014). Además, con el surgimiento de componentes electrónicos, nacieron los famosos motores JETCAT que son utilizados actualmente, de los cuales se hablara más tarde.



**Figura 7 Primer ejemplo de Pulsorreactor para aeromodelismo**

Fuente: (Pinterest, s.f)

La aparición de los transistores supuso una revolución en la difusión del radiocontrol, con la miniaturización de los equipos, cada vez más perfectos y económicos. A partir de este momento ha sido constante el perfeccionamiento de los equipos. A los inestables súper-regenerativos. le siguen los que permiten el vuelo simultáneo de varios modelos. Al mono canal suceden los multicanales, pudiendo efectuar varios mandos simultáneamente, y a los equipos llamados "todo o nada" les suceden los proporcionales, en los que el desplazamiento del mando del modelo es exactamente el mismo que se ha dado al emisor, con el que se consigue un auténtico y real pilotaje. (Aeromodelismo Ilustrado, 2014). A medida que la técnica de la electrónica está en constante avance,



**Figura 8 Evolución histórica de los Modelos de Aeromodelismo**  
Fuente: (Aeromodelismo Ilustrado, 2014)

### 2.1.2 Definición e Etimología

De acuerdo con la Real Academia de la Lengua Española, el aeromodelismo es “Construcción de aviones a escala reducida para vuelos deportivos o experimentales” (DRAE, 2016). Este vocablo proviene de dos componentes léxicos (griego-italiano) que son “aero” (aire) y “modelo” (modelo), esta última ligada al sufijo “ismo” el cual hace denotar sobre una doctrina o área en este caso relacionada a la aeronáutica.

Técnicamente la definición que se le puede dar a aeromodelismo es descrita por el ente regulador de la Federación Aeronáutica Internacional (FAI) y recopilada por varios autores en la cual se dice que “Es la réplica a escala, de una aeronave de ala fija o rotativa existente u imaginario que se clasifican de acuerdo con su uso.” (FAI, s.f)

### 2.1.3 Categorías de Vuelo de Aeromodelismo

#### 2.1.3.1 Categoría F1- Vuelo Libre

Como su propio nombre indica, el avión vuela “solo”, es decir, el aeromodelista no tiene ningún control sobre la trayectoria de este. Simplemente se lanza y el avión vuela por sí mismo, mayor o menor tiempo dependiendo de la configuración del propio avión o de las condiciones en las que se vuela, donde los modelos brillan por la ausencia de peso, donde este determina el tiempo de vuelo. En algunos casos, también pueden llegar a estar

propulsado por motores eléctricos o por la torsión de una goma que al desenrollarse mueve una hélice. (FADA, s.f)



**Figura 9 Modelo de Categoría F1**

Fuente: (FAI, 2017)

### **2.1.3.2 Categoría F2- Vuelo Circular**

El avión es propulsado por un motor de explosión. El avión da vueltas permanentemente alrededor del piloto y este lo controla mediante dos cables de acero que le proporcionan movimiento hacia arriba y hacia abajo. También existen varias modalidades dentro del vuelo circular como acrobacia, maquetas o combate, pero siempre controlados por los cables que lo unen a cada piloto. (FADA, s.f)



**Figura 10 Modelo de Categoría F2**

Fuente: (FAI, 2017)

### 2.1.3.3 Categoría F3- Vuelo a Radio Control

La principal característica de esta modalidad es que el avión es controlado por señales de radio emitidas desde una emisora controlada por el piloto. Se vuelan toda clase de aviones y helicópteros, dividiéndose igualmente en varias especialidades, todas estas aeronaves tienen que necesariamente tener una planta motriz (FADA, s.f)



**Figura 11 Modelo de Categoría F3**

Fuente: (FAI, 2017)

## 2.2 Descripción general de los motores a Reacción

Los turborreactores o también conocidos como motores a reacción pertenecen a la familia del turborreactor, son aquellas máquinas térmicas en las cuales la energía química de la mezcla combustible-oxidante se transforma en energía cinética de chorro de gases que sale del interior del motor. (Oñate, 2000)

De este modo, los motores de reacción se clasifican en dos grandes grupos:

- Motores cohete
- Motores aerorreactores

### **2.2.1 Motores Cohete**

Son motores que llevan a bordo las dos especies químicas que intervienen en la combustión, los motores cohete gozan de total autonomía de vuelo pues su funcionamiento es independiente del medio exterior en el que se desplazan. Se llaman por ellos motores autónomos. Pueden ser de combustible sólido o de combustible líquido. Se emplean tanto dentro como fuera de la atmosfera terrestre. (Oñate, 2000)

### **2.2.2 Motores Aerorreactores**

Son motores de reacción no autónomos, en el sentido de que necesitan captar el aire atmosférico para la combustión. El combustible se porta en el vehículo, pero el oxidante (el oxígeno del aire) se debe captar en la atmosfera. Oxígeno, estos se dividen a su vez en motores de compresión dinámica y mecánica.

La energía mecánica (efecto útil) que producen todas las máquinas térmicas de la familia aeroreactor se obtiene mediante la combustión de una determinada cantidad de aire-combustible.

La compresión del aire es siempre previa a la combustión de la mezcla, esto es así porque a efectos de producción de energía, cuanto mayor es la cantidad de aire que se introduce en la maquina mayor es la cantidad de combustible que se puede mezclar y quemar. En consecuencia, más efecto útil se puede obtener del proceso.

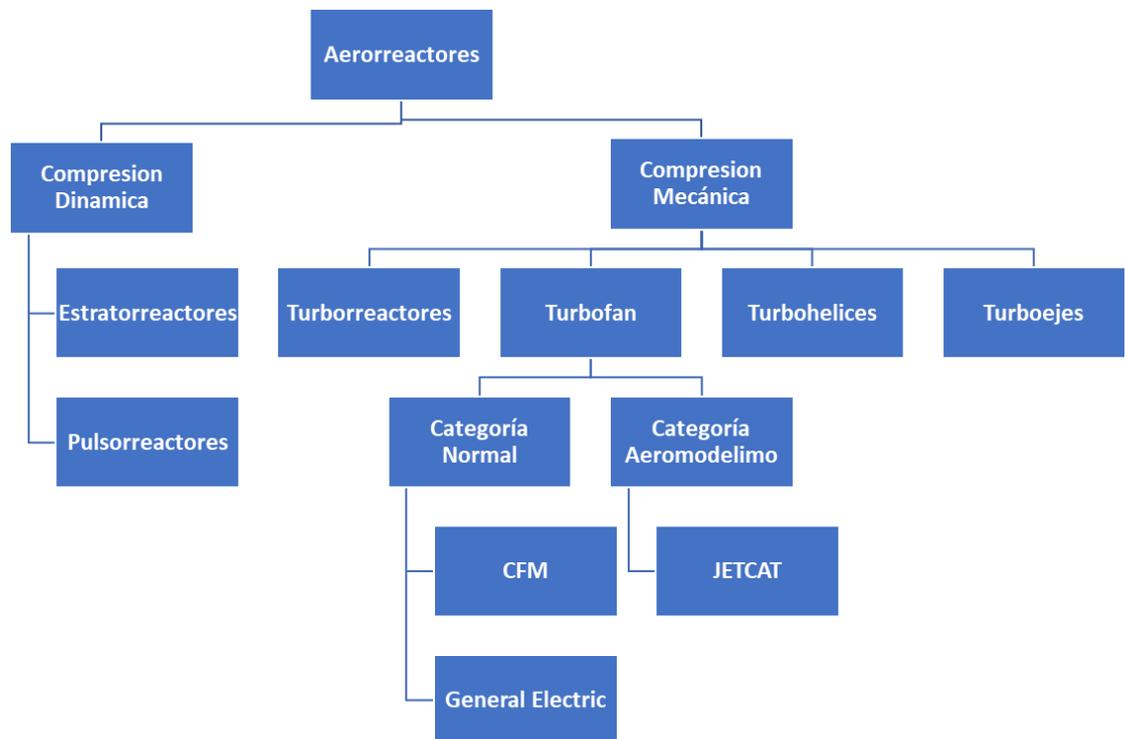
La compresión del aire se efectúa por medios mecánicos y/o dinámicos, según se efectuó de un modo u otro el proceso se llama de compresión mecánica o dinámica.

#### **2.2.2.1 Compresión Dinámica**

La compresión dinámica por su parte se debe a la velocidad del móvil respecto al aire. Si esta es suficientemente alta, es posible transformar parte de la velocidad relativa de la corriente en presión (es la transformación de energía cinética en energía de presión).

### 2.2.2.2 Compresión Mecánica

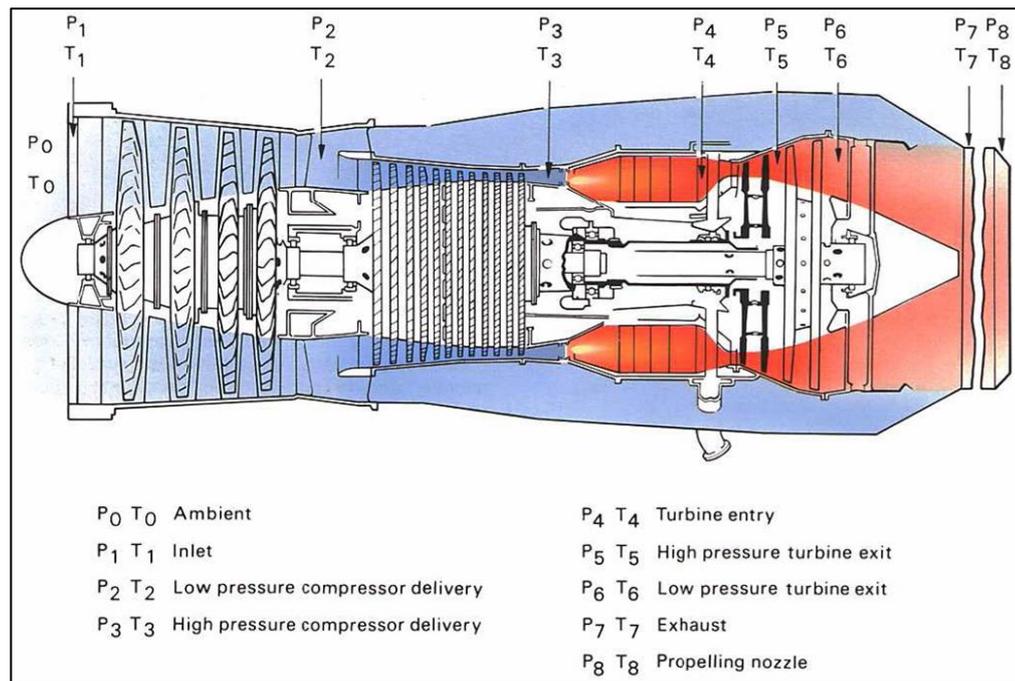
La compresión mecánica se efectúa en compresores. Los compresores de los motores de turbina pertenecen al grupo de las turbomáquinas (maquinas rotativas).



Dentro de esta categoría de Aerorreactores de compresión mecánica se encuentran los siguientes motores donde el más utilizado en la actualidad es el motor turbofan.

#### 2.2.2.2.1 Motor Turbofan

Los motores de aviación tipo turbofan, son una generación de motores a reacción que reemplazó a los motores turbojet. Caracterizados por disponer un ventilador o fan en la parte frontal del motor, el aire entrante se divide en dos caminos: aire de bypass o secundario y aire primario. Tienen varias ventajas: consumen menos combustible, lo que los hace más económicos, producen menor contaminación y reducen el ruido ambiental. (Elias, 2008), los empujes del motor son producidos de acuerdo con las variaciones de presión, temperatura que existe en el medio donde funciona el motor.



**Figura 12 Relaciones de Temperaturas y Presiones en un motor Turbopropulsor**  
Fuente: (Elias, 2008)

## 2.3 Descripción general de los motores a Reacción JETCAT

### 2.3.1 Historia

La oficina de ingeniería de CAT Markus Zipperer GmbH ha desarrollado soluciones de laboratorio individuales y personalizadas para la industria médica desde 1976. Los productos van desde bombas de micro dosificación de alta precisión hasta agitadores magnéticos, dispositivos de agitación, dispositivos de dispersión, contadores de células y Robots para automatización de laboratorio. A partir de las ofertas de venta tradicionales, CAT comenzó el desarrollo y la fabricación de microturbinas para modelos de aviones de control remoto (RC) en 1998, momento en el cual nació JETCAT. (JETCAT Americas, 2017)



**Figura 13 Evolución Histórica de los Motores JETCAT**

La fuerza de trabajo de alrededor de 90 empleados garantiza la provisión constante de soluciones integrales que satisfacen los requisitos individuales de todas las personas que deseen este motor, con todos los productos, servicios y, así como en los procesos de mantenimiento, dan lugar a un estándar de alta calidad. Hoy en día, la compañía está dirigida por el señor Ing. Markus Zipperer, (CAT, 2019) quien con su visión ha logrado que estos motores sean adquiridos y desarrollados de acuerdo con las necesidades de las personas y los avances tecnológicos que surgen.

### 2.3.2 Generalidades

Todas las turbinas JETCAT están completamente diseñadas y verificadas en el sistema 3D-CAD. El propio parque de máquinas CNC permite, además de la fabricación de herramientas, una producción flexible de piezas de fresado y torneado de todas. La soldadura precisa de piezas metálicas de pared delgada (por ejemplo, cámaras de combustión, etc.) se realiza en las propias máquinas de soldadura por láser. Las "formas cortas", la estrecha cooperación entre los ingenieros de desarrollo y la producción los hacen especialmente fuertes y únicos en su diseño (CAT, 2019)



**Figura 14 Motor JETCAT P60**

Fuente: (CAT, 2019)

### 2.3.3 Clasificación del Motor JETCAT

Esta serie de motores tiene dos generaciones la primera generación que surge en el año 1998 hasta el 2003 es conocida como la generación “Modellflug”. Posteriormente la segunda generación comienza desde el 2004 hasta la presente llamada generación “PRO”

#### 2.3.3.1 Primera Generación - Modellflug

En esta generación aparecen los motores JETCAT P20, P60, P80, P100, P120, P130, P160, P180, P200 y P220 cuyas series SX, SE, RX, RXi, NX obtienen sus correspondientes mejoras en potencia, consumo, rendimiento de acuerdo con el avance tecnológico; se puede decir que los puntos más importantes de esta generación son la comunicación entre el Engine Control Unit (ECU) y el motor, la capacidad de programar las RPM en altas y bajas, los sencillos esquemas de conexión de los componentes eléctricos, las facilidades de mantenimiento, entre otros; estas turbinas se pueden clasificar de acuerdo con la siguiente tabla.



**Figura 15 Modelos de motores JETCAT de la Generación Modellflug**

Fuente: (CAT, 2019)

Tabla 1

## Clasificación de la Generación JETCAT Modellflug

TIPO	P20-SX	P60-SE	P80	P100-RX	P130-RX	P160 RXi-B	P180-NX	P200-RX	P220-RXi
Velocidad en Relanti (RPM)	85000	50000	35000	44000	40000	33000	32000	33000	35000
Velocidad máxima (RPM)	24500 0	16500 0	12500 0	154000	127000	122000	126000	112000	117000
Empuje producido en Relanti (N)	0,3	1	3	2	4	7	7	9	9
Empuje @max rpm (N)	24	63	97	100	130	158	175	210	220
Temperatura de EGT (°C)	480- 690	480- 730	510- 700	490- 720	490- 720	520-750	520- 750	480- 750	480- 750
Relación de Presión	1,5	2	2,3	2,9	3	3,5	3,5	4	3,9
Flujo de Masa (kg/s)	0,05	0,16	0,24	0,23	0,3	0,38	0,38	0,45	0,45
Velocidad del Gas de Escape (km/h)	1674	1418	1305	1565	1560	1590	1658	1840	1760
Potencia (kW)	5,6	12,4	15,8	21,7	28,2	37,5	40,3	58,8	53,8
Potencia de Carga de Energía (W)	-	-	-	-	-	-	85	-	85
Voltaje producido	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Consumo de Combustible min (ml/min)	12	70	95	80	100	120	120	129	130
Consumo de Combustible máx. (ml/min)	90	240	275	390	500	510	585	730	725
Consumo de Combustible min (kg/min)	0,012	0,056	0,075	0,064	0,080	0,096	0,096	0,102	0,104
Consumo de Combustible max (kg/min)	0,075	0,192	0,217	0,312	0,400	0,468	0,468	0,577	0,580
SFC @max rpm (kg/Nh)	0,188	0,183	0,150	0,187	0,185	0,160	0,160	0,150	0,158
Peso (gr)	350	845	1446	1080*2	1350	1670*1	1710*1	2530	1850
Diámetro (mm)	60	83	112	97	99	112	112	132	116,8

Elaborado por: Jhoab Chacón Solórzano

## 2.3.3.2 Segunda Generación - PRO

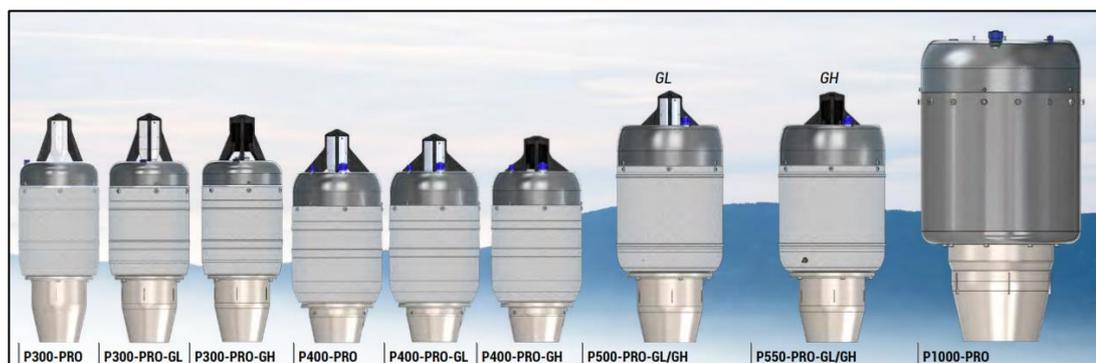


Figura 16 Modelos de motores JETCAT de la Generación PRO

Fuente: (CAT, 2019)

Tabla 2

## Clasificación de la Generación JETCAT PRO

TIPO	P30 0- PRO	P300- PRO- GL	P300- PRO-GH	P40 0- PRO	P400- PRO- GL	P400- PRO-GH	P500-PRO- GL/GH	P550-PRO- GL/GH	P1000- PRO	
Velocidad en Relanti (RPM)	35000	35000	35000	30000	300000	300000	26000	26000	19000	
Velocidad máxima (RPM)	106000	106000	106000	98000	98000	98000	80000	83000	61500	
Empuje producido en Relanti (N)	14	14	14	14	14	14	28	28	45	
Empuje @max rpm (N)	300	300	300	397	397	397	492	550	1100	
Temperatura de EGT (°C)	480-750	480-750	480-750	480-750	480-750	480-750	480-740	480-750	480-720	
Relación de Presión	3,55	3,55	3,55	3,8	3,8	3,8	3,6	3,6	4	
Flujo de Masa (kg/s)	0,5	0,5	0,5	0,67	0,67	0,67	0,9	0,9	1,8	
Velocidad del Gas de Escape (km/h)	2160	2160	2160	212	2122	2122	1968	1968	2200	
Potencia (kW)	90	90	90	116,4	116,4	116,4	134,5	134,5	336,1	
Potencia de Carga de Energía (W)	-	85	85	-	85	85	85	85	160	
Voltaje producido	-	(*)	900 (W) / 10 - 36 (V)	-	(*)	900 (W) / 10 - 36 (V)	-	900 (W) / 10 - 36 (V)	500 (W) / 10 - 36 (V)	
Consumo de Combustible (ml/min)	179	179	179	200	200	200	300	300	550	
Consumo de Combustible (ml/min)	980	980	980	1300	1300	1300	1550	1650	2900	
Consumo de Combustible (kg/min)	0,143	0,143	0,143	0,16	0,16	0,16	0,240	0,240	0,440	
Consumo de Combustible (kg/min)	0,784	0,784	0,784	1,040	1,040	1,040	1,188	1,320	2,320	
SFC @max rpm (kg/Nh)	0,157	0,157	0,157	0,158	0,158	0,158	0,151	0,144	0,127	
Peso (gr)	2870	2870	2870	3650	3650	3650	4900	4900	11000	
Diámetro (mm)	132	132	132	148,4	148,4	148,4	178,6	178,6	234	
<b>Condiciones de Operación</b>										
Altura máxima de inicio	2600m (@STP)									0-6000m
Altura máxima de inicio	10000m / 32800ft									0-10500m
Combustible	Jet-A1, Jet TS-1, Premium Diesel Aral Ultimate, con 2,5 - 5% (MIL-L-23 699)									
Aceleración axial máxima (hacia adelante)	25G									

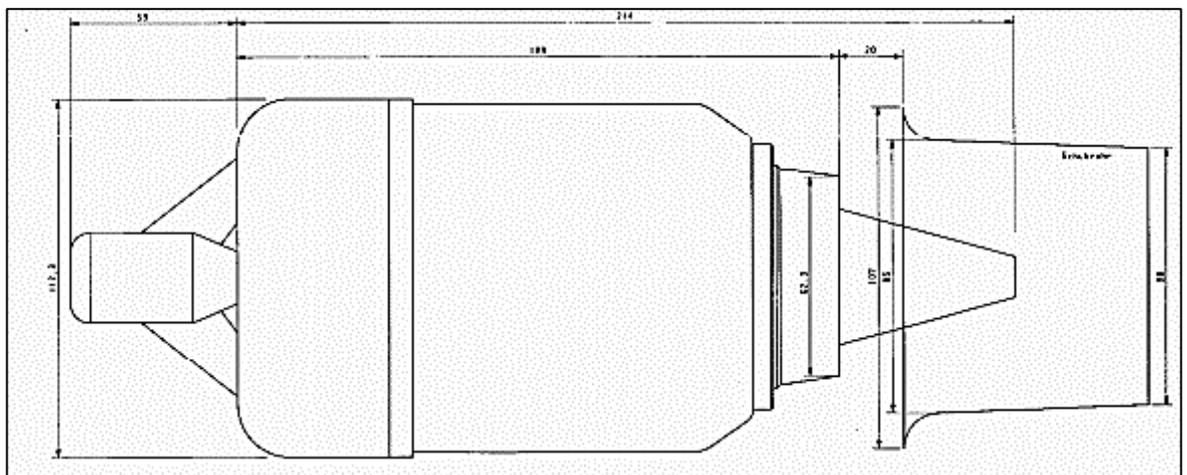
Elaborado por: Jhoab Chacón Solórzano

La generación de los motores JETCAT PRO proporcionan un alto nivel de integración y la máxima facilidad de instalación. Todos los sistemas periféricos necesarios para el funcionamiento del motor están totalmente integrados debajo de los motores carenado delantero. Además de la batería de alimentación, el tanque de combustible y algunas señales de control externas, no se requieren subsistemas externos adicionales. Las señales de control se transmiten a través de un cable flexible con un conector SUB-D de 15 pines. (CAT, 2019)

La fuente de alimentación se realiza a través de un segundo cable flexible con un conector XT60 para la conexión directa de la batería (CAT, 2019), al igual que la primera generación estas turbinas se pueden clasificar de acuerdo con la tabla N.-2

## 2.4 Descripción general del motor JETCAT P80SE

El motor JETCAT P80, de serial 3469, es un motor de tipo Turbofan de fabricación alemana en el año 1998, utilizado para propulsar aeronaves a escala, mochilas propulsoras, con fines investigativos para universidades es ampliamente utilizado a nivel mundial por su facilidad y versatilidad al momento de operar con este artefacto.



**Figura 17 Motor JETCAT P80SE**

Fuente: (JETCAT, 1998)

### 2.4.1 Áreas y Dimensiones

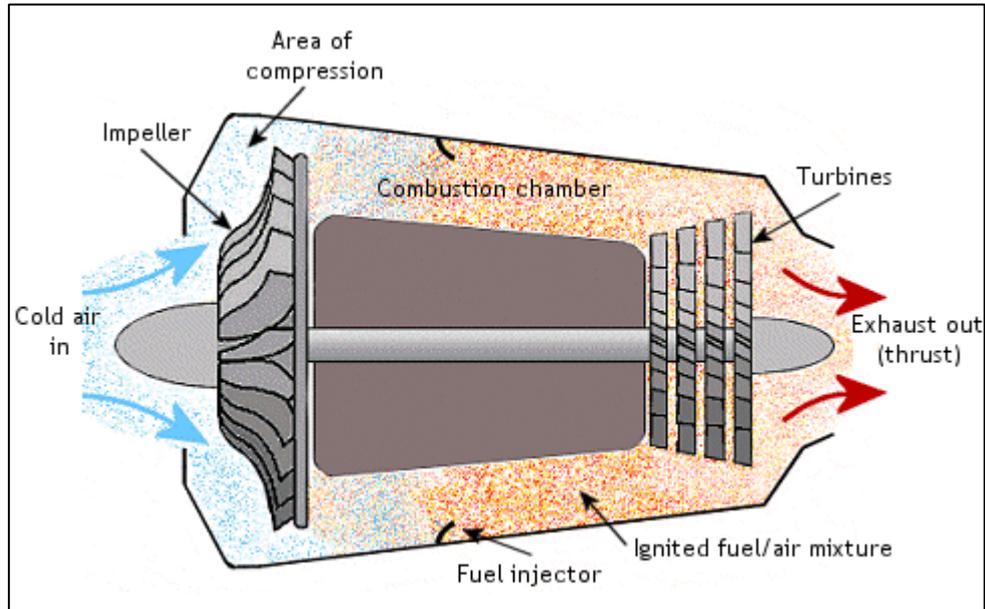
El motor tiene una longitud total de 294 mm (29.4 cm) divididos en 107 mm (10.7 cm) entre las secciones de admisión y compresión, 112 mm (11,2 cm) entre la sección de combustión y turbina y 750 mm (75 cm) en la sección de escape, adicional posee un diámetro de 112.3 mm (11.23 cm) en las secciones de admisión, compresión, combustión y turbina, en la sección de escape posee un diámetro de 62.2 mm (6.22 cm).

### 2.4.2 Secciones del motor

Al igual que un motor turbofan, este motor está dividido en las diferentes secciones.

- Sección de entrada de aire (admisión)

- Sección de compresión.
- Sección de combustión.
- Sección de turbina y de escape.



**Figura 18 Etapas Motor JETCAT P80SE**

Fuente: (Carpenter, 2002)

#### 2.4.2.1 Sección de Entrada de Aire (Admisión)

La sección de entrada de aire está basada de un eje unido a una sección de alabes (fan) que están formados de aluminio. El aire es dirigido por el fan hacia el compresor, se podría decir que la función principal de la unidad de admisión es dirigir el flujo de aire al compresor, para proveer de aire a todo el motor.



**Figura 19 Sección de Admisión motor JETCAT**

### 2.4.2.2 Sección de Compresión

La sección de compresión consiste en un compresor centrífugo de tipo radial, la función principal de este es de redirigir el aire turbulento proveniente de la sección de admisión a una velocidad y flujo estable hacia la sección de combustión.



**Figura 20 Sección de Compresión motor JETCAT**  
Fuente: (Sports Turbine, 2011)

### 2.4.2.3 Sección de Combustión

Toda la familia de motores JETCAT, incluido la serie P80SE, está compuesto de una cámara de combustión de tipo anular, donde utiliza una bujía del número 3 al 5, donde el filamento tiene 4 mm.



**Figura 21 Sección de Combustión motor JETCAT**  
Fuente: (Amazon S3, s.f)

### 2.4.2.4 Sección de Turbina y Escape

El gas generado por la cámara de combustión es dirigido hacia la sección de turbina y escape, en la cual el gas produce una potencia máxima de

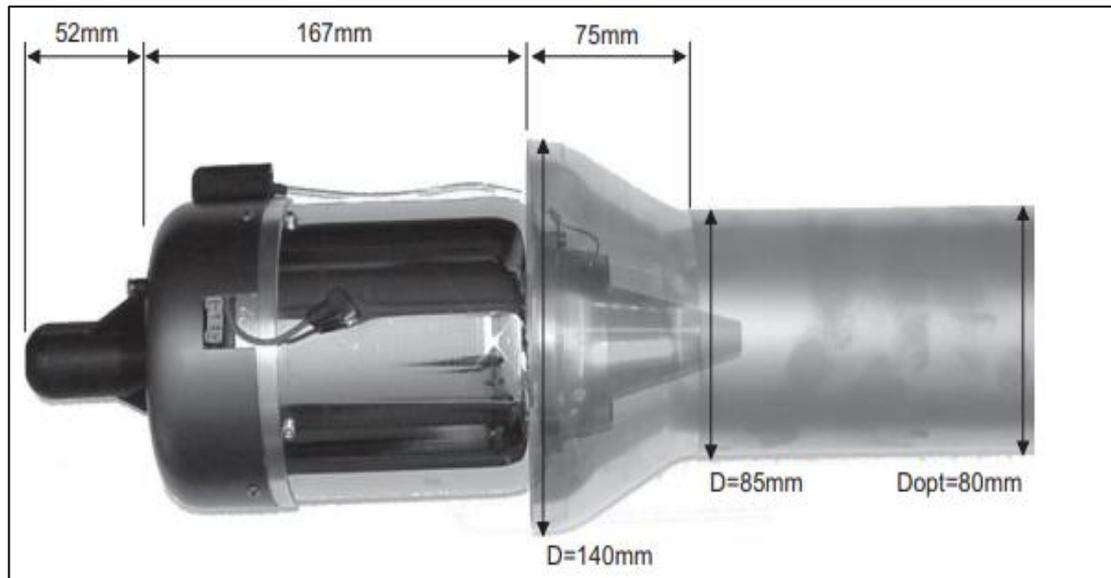
alrededor de 125000 RPM, una vez realizado los gases son dirigidos hacia el ducto de escape cuyo rango de temperatura esta alrededor de 500 a 700 °C.



**Figura 22 Sección de Escape motor JETCAT**

### 2.4.3 Datos Técnicos

<b>Lugar de Fabricación</b> .....	Alemania
<b>Año de fabricación</b> .....	1998
<b>Modelo motor</b> .....	JETCAT
<b>Versión ECU</b> .....	6.0 V
<b>Tipo</b> .....	Turbofan
<b>Velocidad en Relanti (min)</b> .....	35000 RPM
<b>Velocidad en Relanti (máx)</b> .....	125000 RPM
<b>Empuje</b> .....	22 lb a 125000 RPM
<b>Peso</b> .....	3.2 lb incluido el arrancador
<b>Equipos de navegación</b> .....	GPS
<b>Versión GSU</b> .....	JET-TRONIC Remote
<b>Tipo de combustible</b> .....	JP-1 con aceite sintético
<b>Consumo combustible</b> .....	80 ml/minuto
<b>Versión</b> .....	P80SE
<b>Serial</b> .....	3469



**Figura 23 Vista del motor JETCAT P80SE**

Fuente: (JETCAT, 1998)

## 2.4.4 Funcionamiento

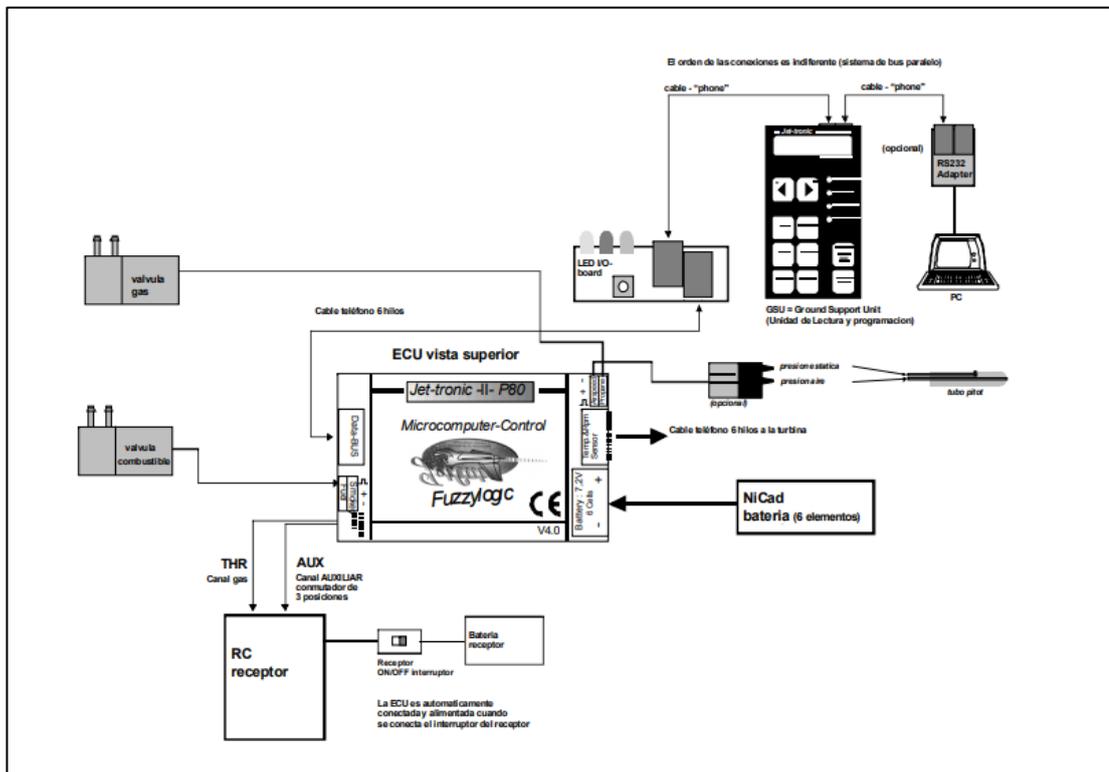
### 2.4.4.1 Engine Control Unit (ECU)

Es la unidad de control eléctrica de motor que permite regular las condiciones de operaciones de acuerdo con las configuraciones realizadas por el usuario, el procesador de la ECU ha sido totalmente modificado y está dotado de las más altas prestaciones de los microprocesadores 16/32 Bit de nueva generación, con programas altamente dimensionados y elevada capacidad de almacenamiento de datos. Con de almacenamiento de datos integrados tipo "flash" se pueden Elevar a cabo actualizaciones del software desde el exterior. (JETCAT, 1998).

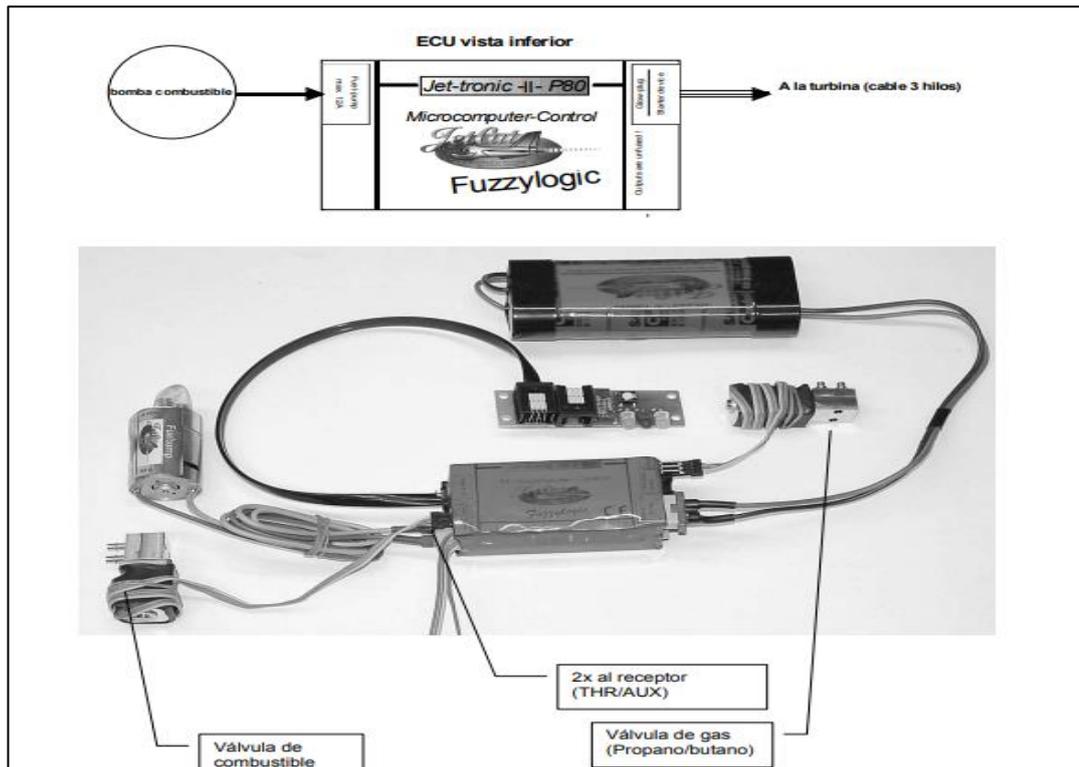


**Figura 24 Vista del ECU V6.0**  
 Fuente: (JETCAT, 1998)

El esquema de conexión está representado de la siguiente forma (Ver Figura 23), donde se puede demostrar que el ECU, transforma la información de la turbina hacia sus microcontroladores, donde esta es transformada hacia el GSU, mediante la conexión de cables RJ11.

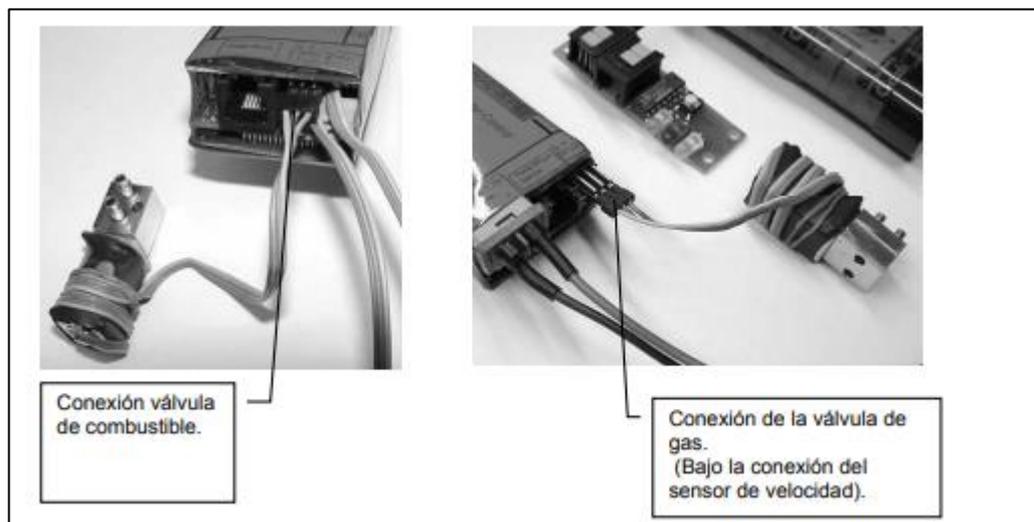


**Figura 25 Esquema de Conexiones Eléctricas JETCAT P80SE**  
 Fuente: (JETCAT, 1998)



**Figura 26 Esquema de Conexiones Eléctricas JETCAT P80SE**  
Fuente: (JETCAT, 1998)

Continúa

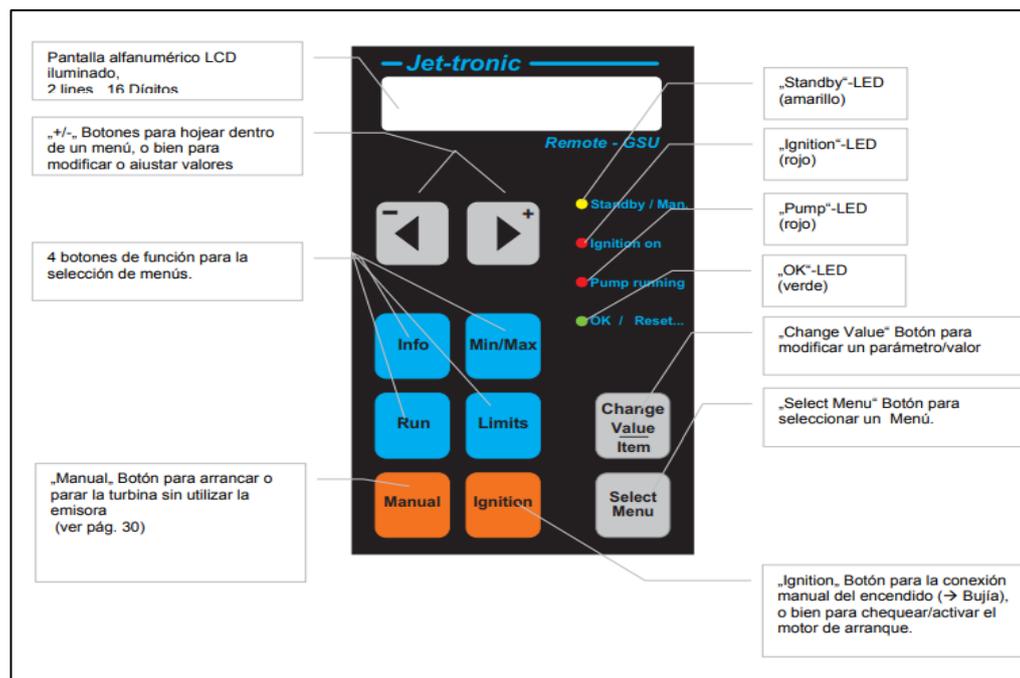


**Figura 27 Esquema de Conexiones Eléctricas JETCAT P80SE**  
Fuente: (JETCAT, 1998)

#### 2.4.4.2 Ground Support Unit (GSU)

Es un dispositivo electrónico, cuya función es permitir la comunicación en el motor y el ECU, lo que permite configurar los parámetros de funcionamiento

descritos anteriormente, existen dos tipos de GSU la versión MINI o la versión JET-TRONIC (JETCAT, 1998)



**Figura 28 Descripción del GSU**

Fuente: (JETCAT, 1998)

#### 2.4.4.2.1 Explicación de los botones del GSU

**Tabla 3**

#### Significado de los botones del GSU Jettronic

Botón	Significado
<b>Info</b>	Selección directa del Info-Menú (Hotkey).
<b>Run</b>	Selección directa del Run-Menú (Hotkey).
<b>Limits</b>	Selección directa del Limits-Menú (Hotkey).
<b>Min/Max</b>	Selección directa del Min/Max-Menú (Hotkey).
<b>Select Menu</b>	Apretando solo este botón, la pantalla mostrará el menú actualmente seleccionado. Si este botón se mantiene apretado, se puede seleccionar con los botones +/- otro menú. Una vez aparezca el menú deseado, soltar el botón.
<b>Change Value/Item (Modificar un valor o parámetro)</b>	Apretando y manteniendo este botón se puede modificar con los botones +/- el valor que figura en pantalla. Durante el tiempo en que se puede realizar la modificación aparece ante el dato una flecha. Caso de que un parámetro no pueda ser modificado (ej. Revoluciones o temperatura) aparece la información: "Valu/Item can not be changed" (Valor no modificable) en la pantalla de la GSU.

Elaborado por: JETCAT Company

Fuente: (JETCAT, 1998)

### 2.4.4.2.2 Explicación de las luces del GSU

Tabla 4

#### Significado de las luces LED del GSU Jettronic

Color	Indicación	LED Encendido	LED Parpadea
Amarillo	Standby/Manual	El motor de arranque está en uso	El Modo Manual esta activado
Rojo	Ignition On	La bujía está en uso	---
Rojo	Pump Running	La bomba de combustible está en uso	La bujía esta defectuosa
Verde	OK / Reset	<ul style="list-style-type: none"> <li>Turbina en funcionamiento</li> <li>Potencia controlable</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Con la turbina funcionando: Temp. Máx. de gases de salida sobrepasada.</li> <li>Si la turbina esta apagada, el <b>modo de detención</b> se activara</li> </ol>

Elaborado por: JETCAT Company

Fuente: (JETCAT, 1998)

Adicional, existe una función especial, esta se activa cuando los LEDs “Standby“ y “OK“ parpadean al mismo tiempo, nos indica que la batería debe ser recargada. (JETCAT, 1998)

### 2.4.4.2.3 Estructura del menú del GSU

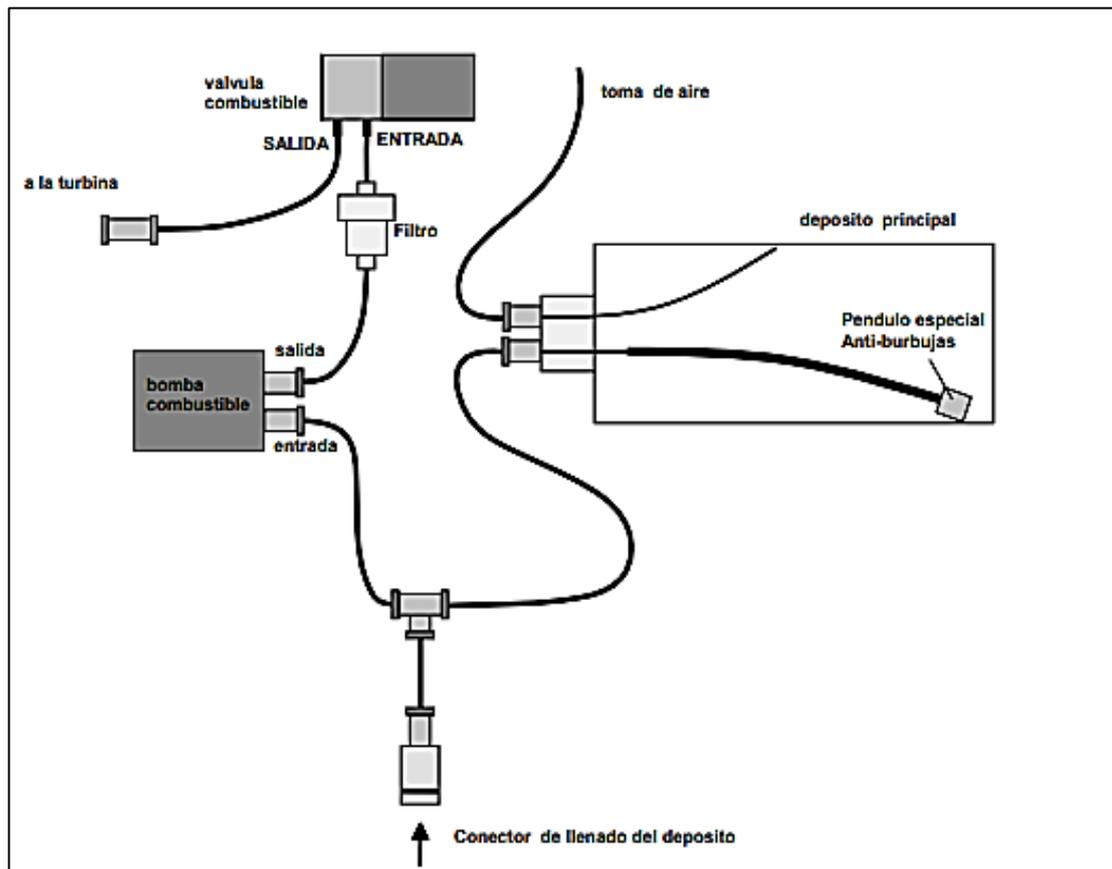
Todos los parámetros variables figuran en los diferentes menús y pueden ser visualizados en la GSU para su modificación, en caso de requerirlo, donde se disponen de las siguientes opciones de menú. (JETCAT, 1998)

- RUN-Menú
- INFO-Menú
- MIN/MAX-Menú
- STATISTICS-Menú
- RC-Check-Menú
- GPS-Menú
- Test Menú
- Limits-Menú

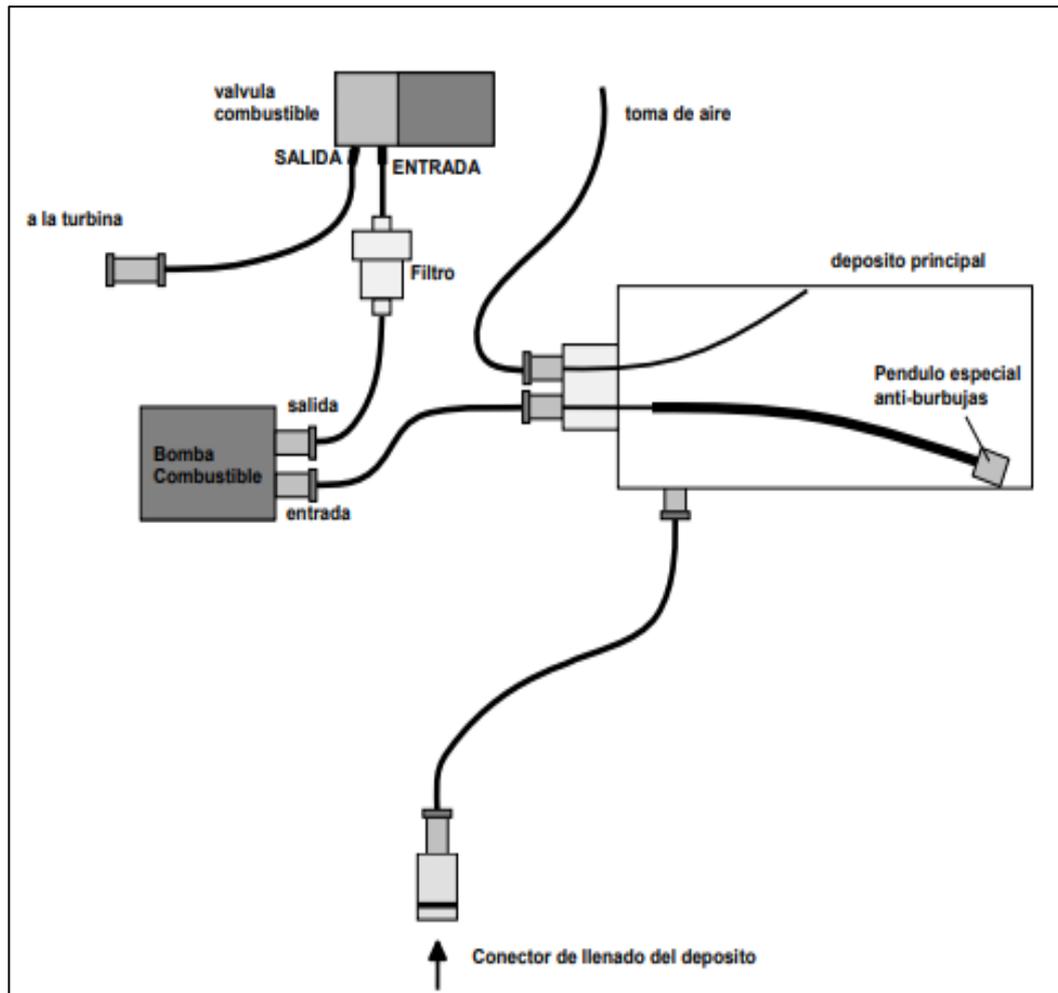
Cabe recalcar que los diferentes menús pueden ser seleccionados bien con los correspondientes botones de la GSU (→ Hotkeys) o bien presionando y manteniendo el botón “Select Menu “. Con los botones +/- se puede seleccionar el menú deseado. Las diferentes opciones dentro de un menú se pueden revisar simplemente presionando los botones +/- (JETCAT, 1998)

#### 2.4.4.3 Sistema de Combustible

Este compuesto de una bomba, cañerías, depósitos cuyas conexiones y control esta administrado por el ECU, antes de su operación es necesario utilizar keroseno o JP-1 o JET A1 mezclado con 5% de aceite sintético, (JETCAT, 1998) el esquema de conexiones es realizado de acuerdo con la siguiente forma.



**Figura 29 Conexiones del Sistema de Combustible del motor JETCAT**  
Fuente: (JETCAT, 1998)

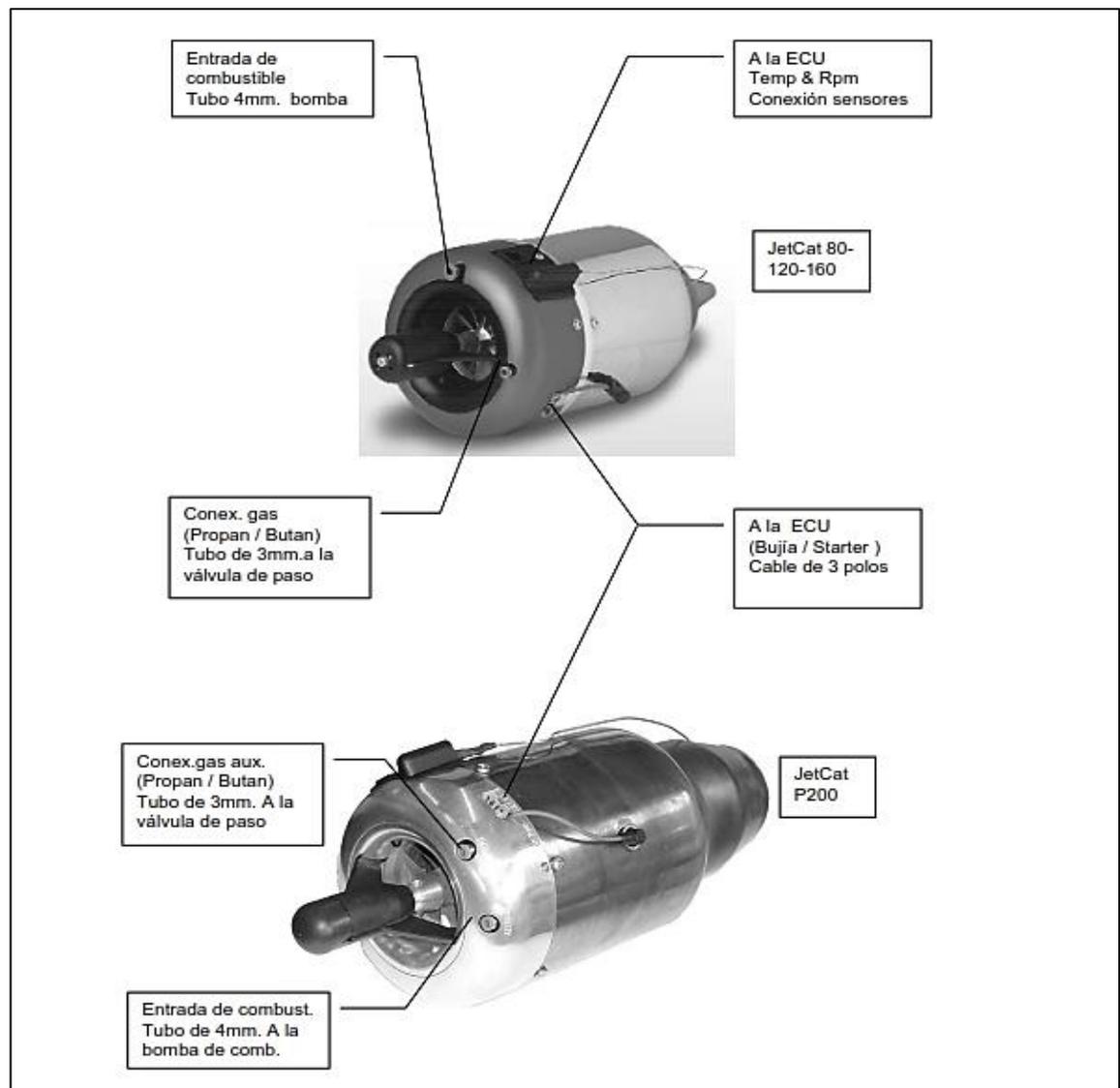


**Figura 30 Conexiones del Sistema de Combustible del motor JETCAT**  
Fuente: (JETCAT, 1998)

#### 2.4.4.4 Sistema Eléctrico del motor

La energía eléctrica para todos los componentes de la turbina (starter, bujía, ECU, bomba de combustible, válvulas, etc.) es proporcionada por la batería recargable de 6 elementos que se conecta a la ECU. Automáticamente al conectar el receptor se suministra energía eléctrica a todos los componentes de la turbina. Por cada vuelo (10 minutos de vuelo, incluido arranque y parada) se consumen entre 300 y 400 mAh. La batería de 1.250 mAh Ni-Cad debe ser recargada por tanto y como mucho cada tres vuelos. (JETCAT, 1998)

### 2.4.4.5 Conexiones de la Turbina



**Figura 31 Conexiones de la Turbina JETCAT**

Fuente: (JETCAT, 1998)

### 2.4.4.6 Mantenimiento

Ocasionalmente, el embrague de la unidad de arranque puede deslizarse o no sujetarse adecuadamente, como resultado del polvo y el sedimento de aceite en la tuerca del compresor. El empaque y la tuerca del compresor deben limpiarse periódicamente, con un cotonete o pincel y disolvente. Cuando la turbina no está en funcionamiento, se puede probar el arranque presionando el botón de "IGNITION" en la GSU. Revise el filtro de combustible cada diez (10) vuelos. Cada JETCAT P80 tiene un intervalo de mantenimiento

prescrito. Después de aproximadamente 25 horas, el motor debe devolverse a CAT (junto con la ECU y la bomba de combustible) para el servicio. El tiempo total de funcionamiento de la turbina se puede acceder y monitorear a través del menú “STATISTIC”. (JETCAT, 1998)

### 2.3.4.7 Manual de Caza fallas del motor

Tabla 5

#### Troubleshooting

Problema	Origen	Solución
La turbina no se enciende	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escape del gas.</li> <li>• El depósito de gas está vacío o la presión es muy baja. (Ej.: cuando la temperatura exterior es muy baja).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Revisar instalación y conexiones.</b></li> <li>• <b>Llenar el depósito del gas.</b></li> <li>• <b>Aumentar la tensión de la bujía. (Incandescencia al rojo vivo).</b></li> <li>• <b>Revisar la bujía. Cambiarla en su caso. El filamento de la bujía debe de estar 4 mm. afuera, por lo menos.</b></li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incandescencia de la bujía débil.</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bujía defectuosa o rosca no suficientemente afuera.</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Turbina demasiado caliente. El procedimiento de refrigeración no ha concluido. (→ LED verde parpadea)</li> </ul>	
No se inicia el proceso de arranque.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bateria no conectada, débil o descargada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Esperar hasta que el procedimiento de refrigeración ha concluido (el led verde ya no parpadea)</b></li> <li>• <b>Conectar / cargar la batería.</b></li> <li>• <b>Comprobar / cambiar la bujía.</b></li> <li>• <b>Conectar / revisar el cable.</b></li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bujía defectuosa (→ LED rojo parpadea).</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El cable de 3 polos no está conectado a la turbina.</li> </ul>	

<b>Jet-tronic no reacciona a los mandos de la emisora.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La emisora no ha sido programada correctamente o bien ha sido la emisora después de programada manipulada y desprogramada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Programar de nuevo la emisora o bien comprobar las funciones de los menús de RC.</b></li> </ul>
<b>La turbina se enciende, pero el proceso de puesta en marcha se interrumpe.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hay aire en las tuberías de combustible.</li> <li>• Bomba atascada. No gira.</li> <li>• Depósito del gas vacío.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Purgar el sistema de combustible (→Manual Mode)</b></li> <li>• <b>Una vez el LED rojo "Pump running" se enciende debe de girar la bomba. Si es necesario chequear la bomba (→Test Menú)</b></li> </ul>
<b>El motor de arranque no se acopla (→Ruido agudo permanente) correctamente o resbala</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aceite o suciedad sobre el embrague.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Limpiar con un pincel y líquido desengrasante el mecanismo de acople (Se puede usar acetona o nitrodisolvente)</b></li> </ul>
<b>La turbina arranca se acelera y permanece al ralentí. No reacciona al mando del gas, El LED verde está apagado.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El mando del gas no se ha llevado aún a la posición de ralentí.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Llevar la palanca del gas a la posición de ralentí y esperar a que se encienda el LED verde "OK ", lo que indica que el mando de potencia ha sido transferido al piloto.</b></li> </ul>
<b>El sensor de temperatura indica valores erróneos.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antena de la emisora demasiado próxima al aeromodelo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Alejar la antena del aeromodelo.</b></li> </ul>

**La turbina se para a causa del “WatchDog Fail”.**

- Cargas estáticas provocaron un reinicio de la ECU.

- No sujete la ECU directamente sobre el fuselaje de resinas de poliéster sino montado sobre un lecho de goma-espuma en un soporte de contrachapado. Si el fallo ocurriera en el momento de levantar las ruedas del suelo o durante el rodaje deberá rociar las gomas de las ruedas con spray antiestático. Chequee si las gomas de las ruedas rozan con las patas del tren (Goma→Aluminio).

**La turbina muestra en el GSU Reset Press Key P120**

- Motor ha cumplido el tiempo de vida útil

- Llenar la hoja de envío para el fabricante para llevar el motor a Overhaul

**La ECU no reacciona al mando del gas.**

- Modificación del programa de la emisora.

- Chequear la programación de la emisora. Volver a programar si es necesario.

Elaborado por: JETCAT Company  
Fuente: (JETCAT, 1998)

#### **2.4.5 Aplicaciones del motor JETCAT**

Hoy en día, estas turbinas no solo se usan en modelos de vuelo, sino que también se usan para satisfacer los requisitos de la industria. en drones o en uso estacionario en universidades o colegios, (CAT, 2019) los casos más conocidos de aplicación de estos motores son en la construcción de mochilas propulsoras JETCAT, y la fabricación de prototipos de aeronaves para estudios de fenómenos aeronáuticos.

### 2.4.5.1 Mochila Propulsora con motores JETCAT

Este sistema fue creado por el señor capitán de aviación Yves Rossy, quien desarrolló y construyó un sistema de traje de alas que comprende una mochila equipada con alas de fibra de carbono semirrígidas tipo avión, con una envergadura de 2,4 metros (7,9 pies), propulsada por cuatro motores JETCAT P400, por este hecho ha sido conocido Rossy como la primera persona en utilizar una mochila propulsora.



**Figura 32 Mochila propulsora compuesta con motores JETCAT**

Fuente: (Nurse Technology, 2012)

### 2.4.5.2 Lockheed Martin X-56

El Lockheed Martin X-56 es un vehículo aéreo no tripulado modular diseñado para explorar tecnologías de vuelo de Alta Altura y Larga Resistencia (HALE) para su uso en futuras aeronaves de reconocimiento no tripuladas de tipo militar, fue diseñado por los Programas de Desarrollo Avanzado de Lockheed Martin, conocido como Skunk Works, el avión está destinado a investigar las tecnologías de supresión de flutter y alivio de ráfagas, esta aeronave posee una envergadura de 27,5 pies (8.4 m) y esta propulsada con dos motores JETCAT versión P400 ( Lockheed Martin , 2019)



**Figura 33 Aeronave Lockheed Martin X-56**

Fuente: ( Lockheed Martin , 2019)

## 2.5 Innovación Tecnológica

De acuerdo con las tendencias tecnológicas actuales los componentes que se añadirán para un mejor funcionamiento, rendimiento y control del motor JETCAT son los siguientes

- JETCAT Mini GSU
- ECU V 10.0
- XICOY Flight Control PLUS

### 2.4.1 JETCAT Mini GSU

El JETCAT Mini GSU es una unidad de soporte en tierra (GSU) en miniatura opcional. Incluye una pantalla LCD retroiluminada alfanumérica de 2x16 caracteres y 10 teclas de control. (Jetcat USA, 2010)



**Figura 34 JETCAT Mini GSU**

Fuente: (Jetcat USA, 2010)

En cuanto a su función, se puede utilizar como un reemplazo del 100% de una GSU Jettronic. Su pequeño factor de forma y peso lo hace ideal para una instalación permanente en el modelo. La conexión a la ECU hasta la versión 6.0 se realiza a través de un conector plano ajustable de 8 pines directamente a la interfaz de I/O de LED. La conexión a la ECU desde la versión 10.0 se realiza a través de una placa plana de 6 pines directamente a la ECU o la interfaz LED-I / O. u de 8 pines para la interfaz de I/O JETCAT con opción de carga. (Jetcat USA, 2010)

### 2.4.2 ECU V 10.0

Es una de las grandes innovaciones que ha realizado la empresa JETCAT, ya que permite recolectar de una mejor manera todos los datos de funcionamiento del motor y a su vez de diferentes componentes que deseemos añadir tal como GPS, entre otros elementos, dentro de las nuevas características que tiene este ECU son las siguientes.



**Figura 35 JETCAT ECU V 10.0**

**Fuente:** (Jetcat USA, 2010)

- Información integrada de la función Fail-save con indicación del motivo del fallo y su duración. Esto permite después de la toma hacer una evaluación de la calidad de recepción.
- Programación del comportamiento Fail-save.
- Se pueden programar los tiempos de duración Fail-save, así como las revoluciones de la turbina.
- Mando de la turbina con uno o dos canales.

- Función para puesta en marcha de forma paralela varias turbinas. (Ej.: Para aeromodelos equipados con dos o más turbinas).
- Activación de la función opcional de vaciado de depósito de gas, después de la puesta en marcha de la turbina (Ya no hay gas a bordo después del despegue).
- Activación de indicaciones de aviso a través del sistema de humos. Nos indicaría baja tensión de la batería, corto de combustible o Fail-save.
- Sistema de posición global (GPS) Conexión PC en receptor JETCAT GPS. Medición / indicación exacta de: Ej.: Velocidad máxima, distancia recorrida, altitud máxima alcanzada, radio máximo de vuelo, fuerza (medida en G's) a que ha sido sometido el modelo, etc.
- Función ampliada de chequeo y diagnóstico para la bomba de combustible, válvulas y sensores.
- Menús de Información y Min/Max ampliados y mejorados.
- Arranque directo y manejo de la turbina directamente desde la GSU, sin necesidad de usar la emisora.
- Reconocimiento de fallos de los sensores. Con esta nueva modalidad la turbina no se pararía de forma rigurosa, sino que activaría un sistema de funcionamiento de emergencia, lo que permite el aterrizaje con seguridad del modelo. Después del aterrizaje una nueva puesta en marcha de la turbina solo sería posible después de la reparación del fallo. (Jetcat USA, 2010)

### **2.4.3 XICOY Flight Control PLUS**

La computadora de vuelo XICOY PLUS es un dispositivo diseñado para recopilar, mostrar, grabar, transmitir, combinar y controlar todos los datos típicos necesarios en un motor JETCAT o en una aeronave a reacción, mismo que presenta las siguientes características. (XICOY, 2015)



**Figura 36 XICOY Flight Control PLUS V1**

Fuente: (XICOY, 2015)

- Pantalla táctil a color de 2.4 ", alta calidad, legible a la luz del sol.
- Conexión a XICOY FADEC para recopilar los datos del motor y mostrarlos en forma gráfica.
- Módulo GPS (opcional) para recopilar las coordenadas, velocidad de avance, fecha, hora y altitud.
- Sensor de presión de la velocidad del aire para medir la velocidad del aire utilizando un medidor de tubo pitot.
- Acelerómetro de 3 ejes para medir la carga G
- Barómetro / altímetro / termómetro. Mide la altitud barométrica y la densidad del aire para calcular el rendimiento del motor.
- Salida de telemetría para enviar toda la información a través del enlace de telemetría de la radio. Actualmente es compatible con Jeti, HoTT, Futaba, JR, Spektrum y Multiplex.
- Tarjeta de memoria SD para almacenar todas las medidas desde sensores, datos GPS, voltaje de batería, datos del motor. Se suministra con una tarjeta con capacidad para 2.000 horas de grabación, un conjunto de datos cada 0,5 segundos. Datos analizables por el software informático suministrado y exportables a Excel y Google Earth.
- Software actualizable a través de la tarjeta SD.
- Salida para 2 LED de alta potencia, para mostrar visualmente la velocidad del aire durante el aterrizaje. (XICOY, 2015)

## **2.6 Equipos de Protección Personal (EPP)**

Los equipos de protección personal son elementos de uso personal destinados a dar protección al técnico cuando haya posibilidades de riesgo en las áreas de mantenimiento y operación del motor JETCAT, donde pueden afectar la integridad del ser humano, los equipos de seguridad fueron utilizados los siguientes

- Orejeras
- Gafas
- Guantes
- Overol
- Zapatos de punta de acero

## CAPÍTULO III

### DESARROLLO DEL TEMA

#### 3.1 Preliminares

En este capítulo se detalla a continuación el procedimiento realizado en el motor JETCAT P80SE que incluyen las pruebas de funcionamiento, la rehabilitación de este motor y del banco de pruebas, adicionalmente el proceso de implementación de los dispositivos acorde a la tendencia tecnológica actual, gracias a los conocimientos adquiridos durante todo el ciclo académico cursado, y mediante la tutoría del señor tecnólogo Jonathan Valencia. Este trabajo de titulación consiste en rehabilitar el motor JETCAT P80SE, mediante la adaptación de medidores de control de vuelo (ECU) y Flight Control para los estudiantes y docentes que conforman la carrera de mecánica aeronáutica de la Unidad de Gestión de Tecnologías - ESPE Latacunga.

#### 3.2 Herramientas

- Llaves mixtas en pulgada
- Prensas en C
- Multímetro
- Playo
- Pinzas
- Alicates
- Martillo de goma
- Soldadora
- Laptop con programa JETCAT
- Cable de teléfono
- Adaptador RS232 a USB
- Compresor
- Pintura
- Pistola
- Mangueras para compresor

- Cañerías para keroseno
- Keroseno
- Aceite para motor a turbina JETCAT
- Franela
- Lijas de metal de tipo 80 y 120
- Electrodo E6011
- Pulidora

### 3.3 Situación Actual del Motor JETCAT

El motor fue utilizado en un proyecto de titulación en la construcción de un avión Cheetah propulsado por el motor JETCAT en el año 2015, dicho proyecto quedo desatendido por la complejidad de su operación por parte de los estudiantes y docentes de la carrera de mecánica aeronáutica. El motor fue utilizado en un proyecto de titulación en la construcción de un avión Cheetah propulsado por el motor JETCAT en el año 2015, dicho proyecto fue desatendido por la complejidad de su operación por parte de los estudiantes y docentes de la carrera de mecánica aeronáutica.



**Figura 37 Avión Cheetah montado con el Motor JETCAT**

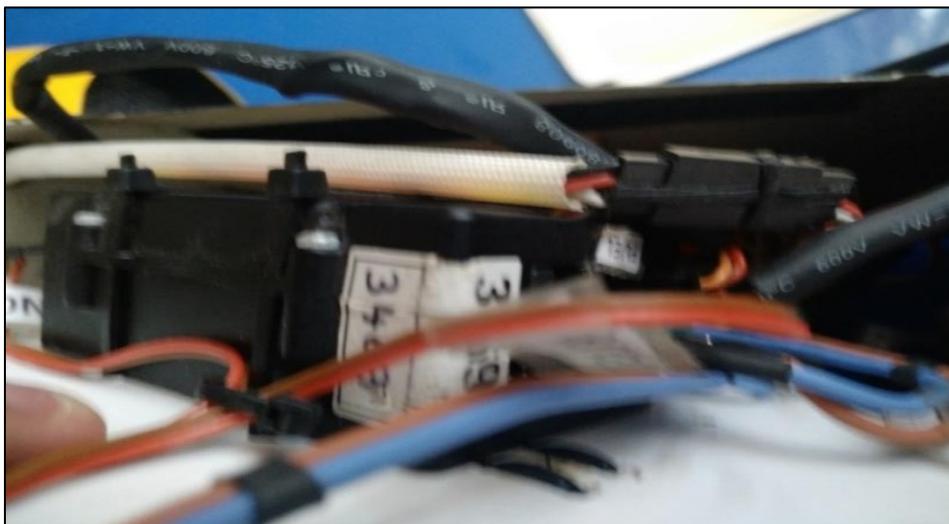
### 3.3.1 Inspección visual del Motor JETCAT

Una vez la aeronave trasladada al área de trabajo para el respectivo desmontaje del motor se pudo observar las condiciones en las cuales se encontraba el mismo, al realizar la inspección visual externa del motor se encontraron las siguientes discrepancias:

- Daños críticos en el cableado del sistema eléctrico
- Conexiones flojas de las cañerías del sistema de combustible
- Error en la ubicación del ECU, receptor
- El motor no cuenta con suministro eléctrico (batería)



**Figura 38 Inspección visual externa JETCAT**



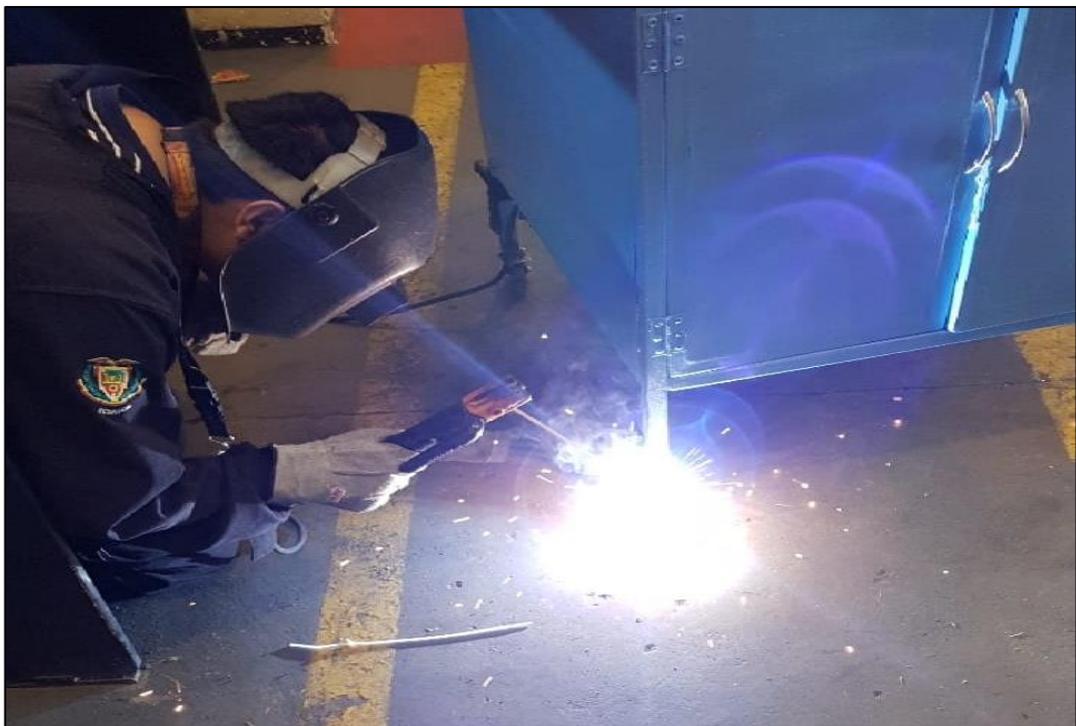
**Figura 39 Cableado en mal estado del sistema eléctrico del motor JETCAT**

### **3.4 Rehabilitación del banco de pruebas del Motor JETCAT**

La rehabilitación del banco consistió en la modificación del banco de pruebas y el cambio de color del antes mencionado, esto permitirá la fácil manipulación y traslado del banco y de acuerdo con la normalización sobre seguridad industrial fue necesario el cambio de color azul, a amarillo ya que por los estándares antes descritos este color alerta a las personas de que se está operando con el motor.

#### **3.4.1 Anclaje de Ruedas a la Estructura mediante soldadura STAW**

Para el anclaje de las ruedas tipo Garrucha, se observaron los diferentes tipos que existían en el mercado, donde el más favorable fue el Neumático Garrucha Serie 19 (VER ANEXO A), el método que se utilizó fue la soldadura manual STAW, utilizando electrodos E6011, de acuerdo con las hojas de seguridad (VER ANEXO B Y C)



**Figura 40 Anclaje de ruedas al banco de pruebas**



**Figura 41 Anclaje de ruedas al banco de pruebas**

### **3.4.2 Lijado y Pintado de Estructura**

Al banco de pruebas se aplicó una pintura reflectiva de color amarillo ya que de acuerdo con las normas internacionales este color indica precaución, al momento de operar con motores



**Figura 42 Lijado de la Estructura**



**Figura 43 Pintado de la Estructura y su acabado final**

### **3.5 Desmontaje del Motor JETCAT del avión de R/C CHEETAH**

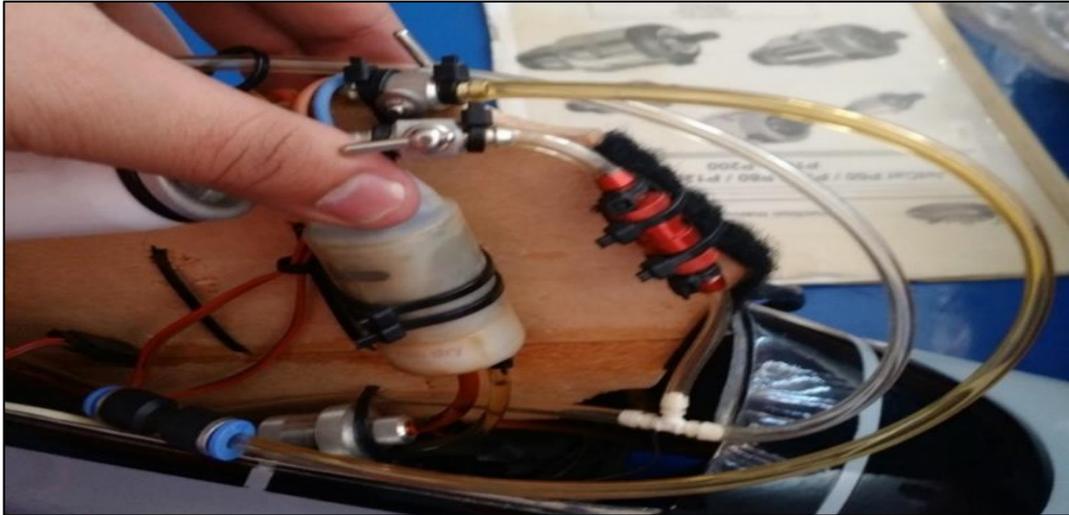
Una vez observada dichas discrepancias, se procedió con el desmontaje del motor JETCAT que se encontraba ubicado en la aeronave de aeromodelismo CHEETAH, utilizando las herramientas correspondientes (llave mixta 7/16, pinza, destornillador) se actuó mediante los siguientes pasos:

- Desconexión de todo el sistema eléctrico del avión CHEETAH



**Figura 44 Desconexión del cableado eléctrico del motor JETCAT**

- Desconexión de las cañerías del sistema de combustible teniendo en cuenta que las válvulas se encuentren en posición OFF (apagado) mediante el uso de pinza y llave mixta de  $\frac{1}{4}$  de pulgada



**Figura 45 Desconexión y cierre de la válvula del Sistema de Combustible**

- Desconexión de las cañerías y del tanque del sistema auxiliar de gas butano utilizando una llave mixta de  $\frac{1}{4}$  de pulgada, un diagonal lo que permite acceder a las cañerías antes mencionadas.



**Figura 46 Desconexión del tanque de propano del Sistema Auxiliar**

- Desconexión del ECU del motor JETCAT, cabe recalcar que la ubicación de este era la incorrecta de acuerdo con las indicaciones de advertencia dadas por parte del fabricante.



**Figura 47 Desconexión del ECU del motor JETCAT**

- Desmontaje del motor de la aeronave CHEETAH utilizando dos llaves mixtas número 6 para el desajuste de los 4 pernos con sus tuercas respectivas.
- Desajuste del anillo de seguridad del motor JETCAT, utilizando un destornillador estrella.



**Figura 48 Desmontaje del motor JETCAT del avión a R/C Cheetah**

### 3.6 Rehabilitación de los sistemas del Motor JETCAT

#### 3.6.1 Montaje provisional del motor JETCAT al Banco de Pruebas

Antes de iniciar con las reparaciones de las discrepancias encontradas es necesario ubicar el motor en un soporte para evitar golpes o daños (VER ANEXO E), para el montaje se prosiguió con los siguientes pasos:

- Ajustar el anillo de seguridad del motor JETCAT, con un destornillador estrella observando que las holguras estén correctamente.
- Montar el motor en el banco de pruebas utilizando dos llaves mixtas número 6 para el ajuste de los 4 pernos con sus tuercas respectivas.

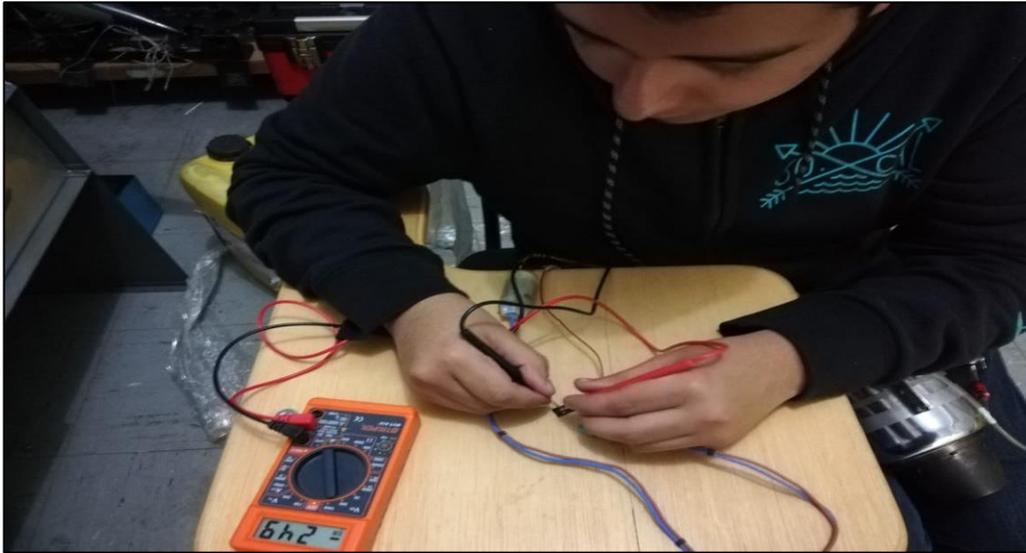


**Figura 49 Montaje provisional del motor al banco de pruebas**

#### 3.6.2 Revisión y restitución Sistema Eléctrico del Motor JETCAT

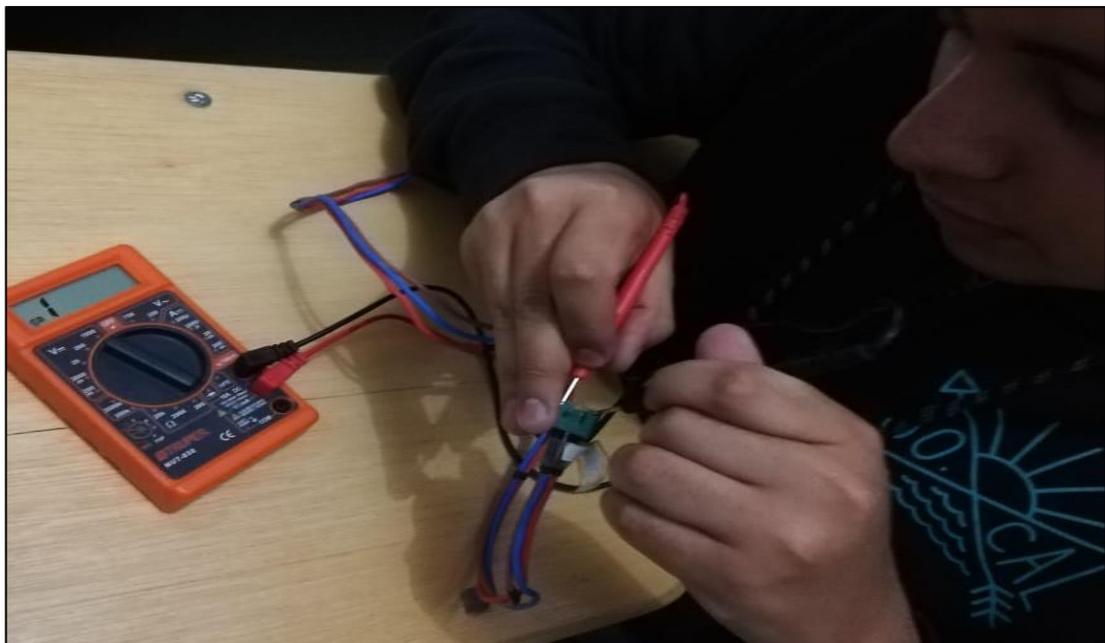
La situación del cableado del sistema eléctrico se encontraba en críticas condiciones, por consiguiente, fue necesario el reemplazo y rearmado de los cables de conexión de la batería y la revisión de continuidad de acuerdo con lo establecido en el MM, para lo cual se siguió los pasos que se describe a continuación:

- Chequeo de continuidad a la conexión de la bomba y la válvula



**Figura 50 Chequeo de continuidad a la válvula y cableado del sistema de combustible**

- Revisión de continuidad a los cables del sistema de ignición (BUJIA-ECU), al realizar continuidad fue necesario limpiar los terminales ya que se encontraban con impurezas.



**Figura 51 Revisión de continuidad al cableado del sistema de ignición**

- Verificación de continuidad a los cables de alimentación eléctrica, al realizarlo se tuvo valores en los cuales el componente no era

aceptable, por lo tanto, fue necesario el reemplazo del conector de acuerdo con el IPC, del manual del fabricante (VER ANEXO E).



**Figura 52 Verificación de continuidad a los cables de alimentación eléctrica**

### 3.6.2.1 Reemplazo conector del cable de alimentación eléctrica del motor JETCAT (XT60)

Una vez realizado la verificación de continuidad y acorde con las discrepancias encontradas en la inspección, se procedió con el reemplazo del conector XT60, ya verificado los datos técnicos del fabricante y el número de parte de acuerdo con el IPC (VER ANEXO D Y E), realizando los siguientes pasos:

- Observar el número de parte y la ficha técnica del mismo (VER ANEXO D)



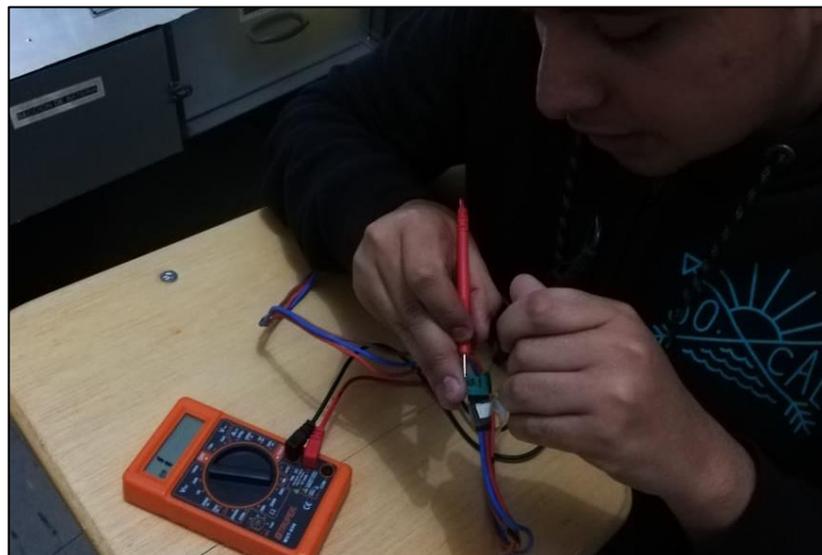
**Figura 53 Conector XT60 nuevo con su P/N**

- Reemplazar el conector XT60, utilizando un diagonal para cortar la unión del cable con el terminal, una vez hecho eso se procede al reemplazo de este empleando un soldador.



**Figura 54 Reemplazo del conector XT60**

- Una vez realizada continuidad al conector se observó que esta se encontraba dentro del parámetro de funcionamiento como establece los rangos de voltaje de la ficha técnica (VER ANEXO D)



**Figura 55 Revisión de continuidad total al cable de alimentación**

### 3.6.2.2 Suministro de Energía del Sistema Eléctrico al motor

Al momento de ejecutar la inspección, se evidencio que el sistema eléctrico no contaba con una fuente de alimentación por lo cual, fue necesario adquirir una nueva, de acuerdo con el IPC del fabricante, donde las recomendaciones para la adquisición de esta son las siguientes:

- **Tipo de batería:** LIPO 2s
- **Voltaje de Salida:** Min 7,4 v (Recomendable); Max 12 v
- **Capacidad de Almacenamiento:** 1200 mAh (mínimo)

Cumplidas estas características, se adquirió una batería LIPO 2s de 7,4 v, con una capacidad de almacenamiento de 1500 mAh, por consiguiente, se procedió a la carga y utilización de esta mediante el siguiente procedimiento:

- Descargar la batería LIPO, utilizando un cargador de baterías de esta misma categoría, al momento de realizar esta actividad es necesario colocar el voltaje correspondiente y el amperaje a lo cual trabaja, debido a que un amperaje mayor puede provocar un daño irreversible a las celdas de la batería.



**Figura 56 Proceso de descarga batería LIPO**

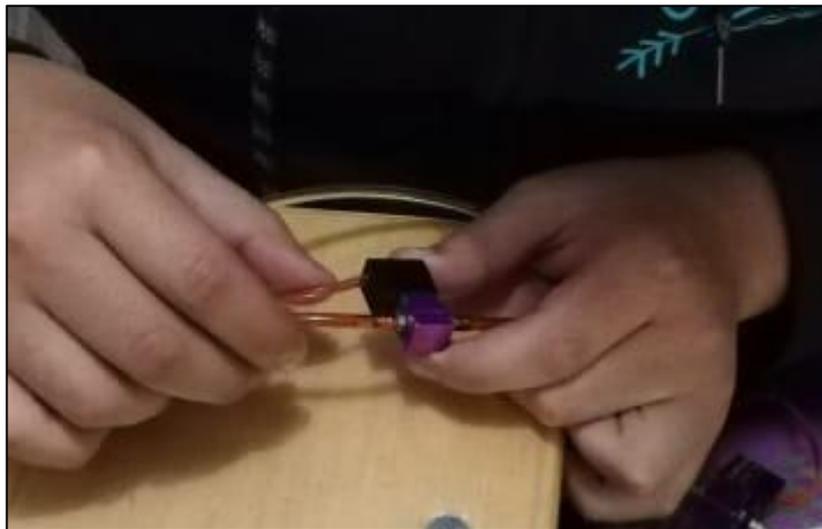
- Una vez descargada la fuente de alimentación, sirviéndose nuevamente del cargador de baterías LIPO, se procede a cargar las celdas configurando los valores de carga de acuerdo con el voltaje (7,4 v) y a la capacidad de carga (1500 mAh) de dicha fuente, así como en

el procedimiento de descarga, nunca exceder el amperaje de la capacidad de carga ya que puede causar un daño irreversible a la misma.

### **3.6.3 Revisión y Calibración del Sistema de Combustible del Motor JETCAT**

Finalizada la revisión del sistema eléctrico, se procede a la revisión y calibración del sistema de combustible, de acuerdo con las descripciones del MM, donde se debe realizar el siguiente procedimiento.

- Inspeccionar las líneas y la válvula de combustible en presencia de fugas, en caso de existir una, realizar el ajuste oportuno.
- Revisar las líneas y la válvula de combustible en presencia de fugas, si existe dicho problema, realizar el respectivo ajuste en los elementos antes mencionados.



**Figura 57 Revisión de la válvula de control de combustible**

- Revisar la bomba de combustible y observar que los conductos se encuentren ajustados y que no exista ninguna fuga, en caso de encontrar alguna discrepancia, ajustar las cañerías, cabe destacar que el flujo es regulado mediante el programa JETTRONIC.



**Figura 58 Revisión de la bomba de combustible**

- Revisar que la válvula de corte de combustible se encuentre en posición cerrada, ya que una apertura de esta puede causar una intromisión de aire en el sistema, generando un mal arranque del motor al momento del encendido.



**Figura 59 Revisión de la valvula shut off de combustible**

- Observar que el esquema de conexión entre las cañerías del sistema de combustible y el motor estén de acuerdo con el MM (VER ANEXO E); en este caso se evidencio que un conector se encontraba roto, por esta razón se procedió al reemplazo y verificación del esquema de conexión.



**Figura 60 Conexión de conector a la bomba de combustible**

### **3.6.4 Revisión y Calibración Sistema Auxiliar (Gas Propano) del Motor JETCAT**

Para realizar la revisión del sistema auxiliar, fue necesario seguir los pasos acordes al MM, en donde se estipulaba lo siguiente:

- Revisar la válvula de control de gas en presencia de fugas, en caso de existir una, realizar el debido ajuste, utilizando una pinza y una amarra cables.



**Figura 61 Revisión de la valvula de control de gas**

- Revisar el tanque de gas propano considerando que la válvula se encuentre en posición cerrada, a su vez observar el esquema de conexión de las cañerías del sistema auxiliar de gas propano.



**Figura 62 Revisión Sistema Auxiliar motor JETCAT**

### 3.6.5 Revisión y Adaptación del ECU del Motor JETCAT

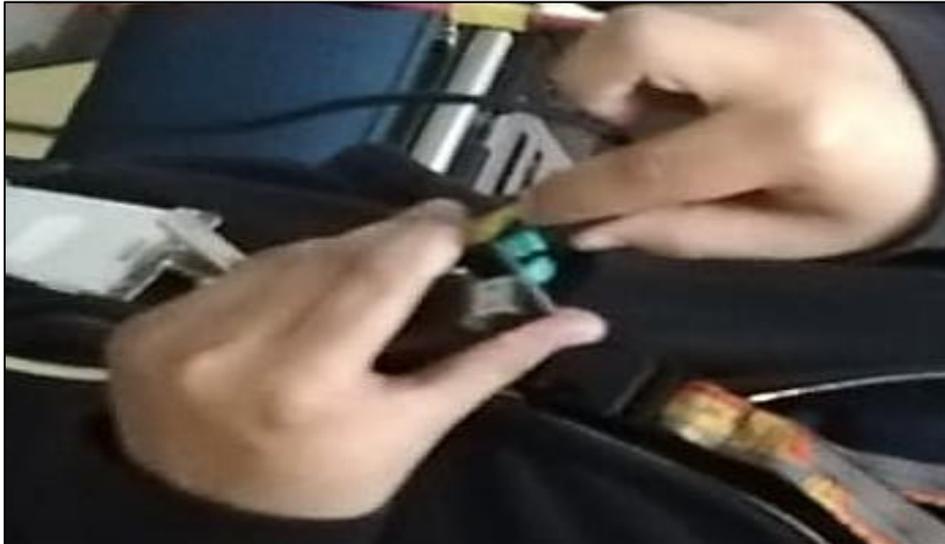
De acuerdo con la información técnica e instalación del ECU con el motor es necesario realizar los siguientes pasos.

- Observar que los terminales del ECU no tengan ninguna obstrucción o suciedad.



**Figura 63 Revisión de los terminales del ECU V 10.0**

- Realizar las conexiones respectivas de acuerdo con el diagrama de conexiones (VER ANEXO E)
- Conectar los cables de las válvulas de Combustible y del sistema auxiliar (propano) al ECU



**Figura 64 Conexión de los terminales de propano y combustible del ECU V 10.0**

- Conectar los cables de la bujía y la bomba de combustible a la unidad de control



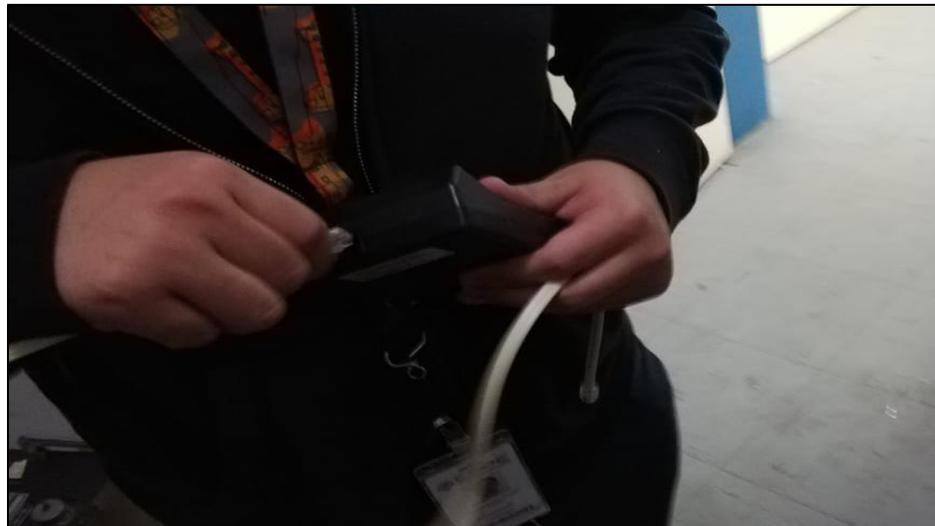
**Figura 65 Conexión de los terminales de bujía y bomba combustible del ECU V 10.0**

- Conectar el cable de datos desde la turbina hacia el ECU, a continuación, se conecta el cable de salida del ECU, al Panel de I/O.



**Figura 66 Conexión del cable de datos al Panel I/O**

- Conectar el cable de datos del panel I/O al GSU.



**Figura 67 Conexión del cable de datos al GSU**

### **3.6.5.1 Configuración del ECU**

Para el correcto uso del ECU, es necesario la configuración, mediante un software llamado JETTRONIC, para ello se requiere ejecutar los siguientes pasos.

- Conectar la fuente de alimentación al ECU, antes de conectar es necesario que la batería LIPO se encuentre en perfectas condiciones.



**Figura 68 Chequeo del voltaje de la batería LIPO**

- Conectar la salida del cable del GSU al adaptador RS232, y este a la computadora, para empezar la configuración del ECU



**Figura 69 Conexión del adaptador RS232 a la computadora**

- En la computadora en el programa JETTRONIC, en el apartado Show ECU settings, configuramos de acuerdo con los siguientes valores, recordando que con estos se obtendrá un registro del estado del ECU (VER ANEXO G)
  - **Maximum RPM:** 35000
  - **Minimum RPM:** 117000

### 3.6.6 Pantalla XICOY del Motor JETCAT

Para la configuración de la pantalla XICOY, es necesario utilizar el software Flight Computer Viewer donde se obtendrán los datos de

funcionamiento del motor JETCAT y los registros de operaciones, aquí se obtendrán las siguientes indicaciones.

- EGT
- N1
- N2
- EPR
- Fuel Flow

Para la respectiva conexión es obligatorio guiarse del manual (VER ANEXO F)

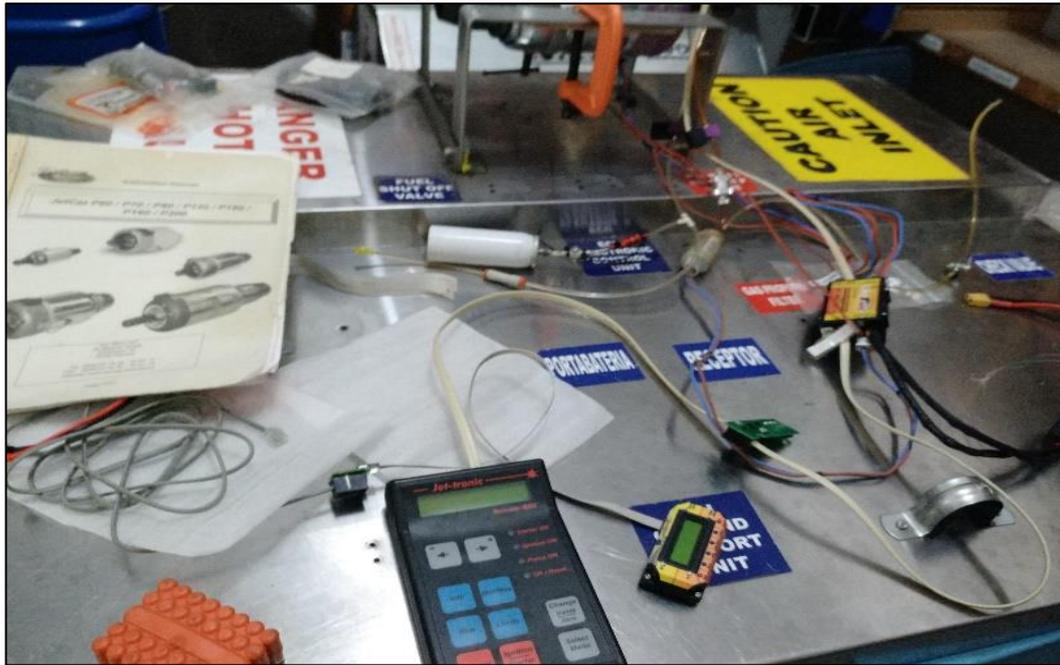


Figura 70 Explicación de los elementos del programa XICOY

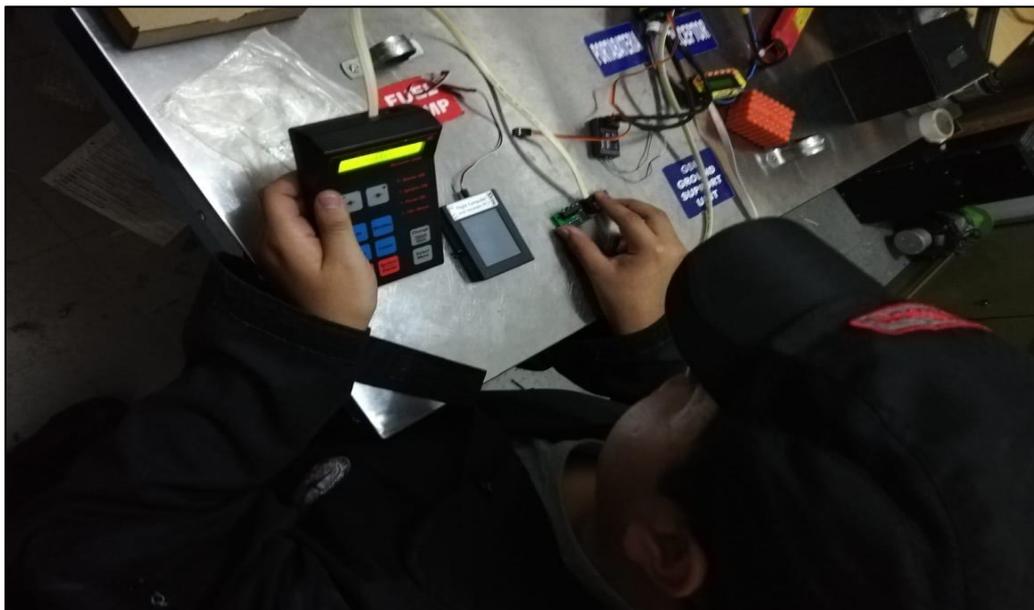
### 3.7 Montaje Final de todos los componentes

#### 3.7.1 Comprobación de los sistemas adaptados al Motor JETCAT

Resueltas las discrepancias, se realizó la puesta de funcionamiento a los componentes donde se observó que los diferentes sistemas se encontraban en correcto funcionamiento, pero se observó que el motor cumplía con las 25 horas de vuelo.



**Figura 71 Montaje Provisional de todos los sistemas del motor JETCAT**

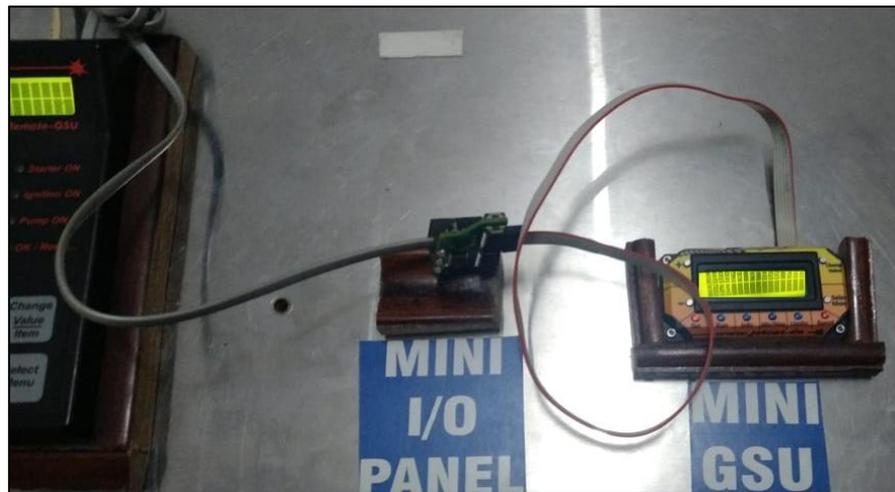


**Figura 72 GSU y Xicoy FCU en Operación**

Realizado las configuraciones y reparaciones a los sistemas se procedió a realizar la comprobación de cada uno de los elementos adaptados al banco de pruebas una vez realizada la configuración del banco de pruebas.

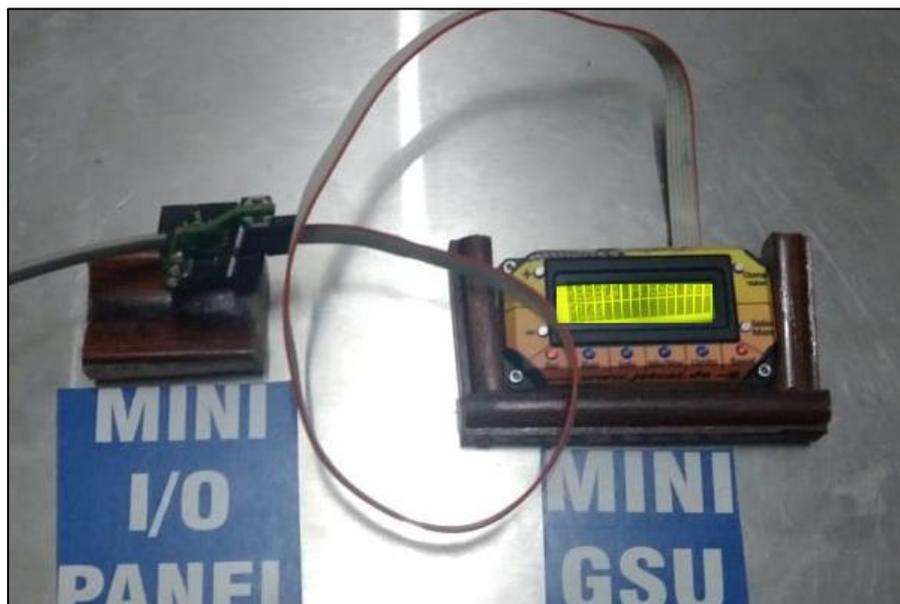
### 3.7.1.1 Comprobación de Mini GSU

Una vez armado el banco de pruebas se procedió a realizar la prueba del Mini GSU, logrando romper por unos segundos el sistema bypass, cabe recalcar que se realizó esta operación ya que el motor se encuentra en 25 horas lo que para evitar el daño de algunos componentes bloquea el funcionamiento de componentes adicionales como el Mini GSU



**Figura 73 Comprobación Mini GSU**

Al igual que el GSU normal por el corto tiempo se evidencio el mismo error Reset Key Press P120, donde el manual indica que se debe retornar el motor al fabricante



**Figura 74 Error Evidenciado Mini GSU**

### 3.7.1.2 Comprobación de la Pantalla Xicoy Flight Control Plus

Colocando una fuente adicional 5 voltios DC, se realizó la comprobación de la pantalla de control de vuelo en donde se reviso que indicaba la información del dispositivo, la versión del software, la configuración y programación fue realizada de acuerdo con la información técnica del manual

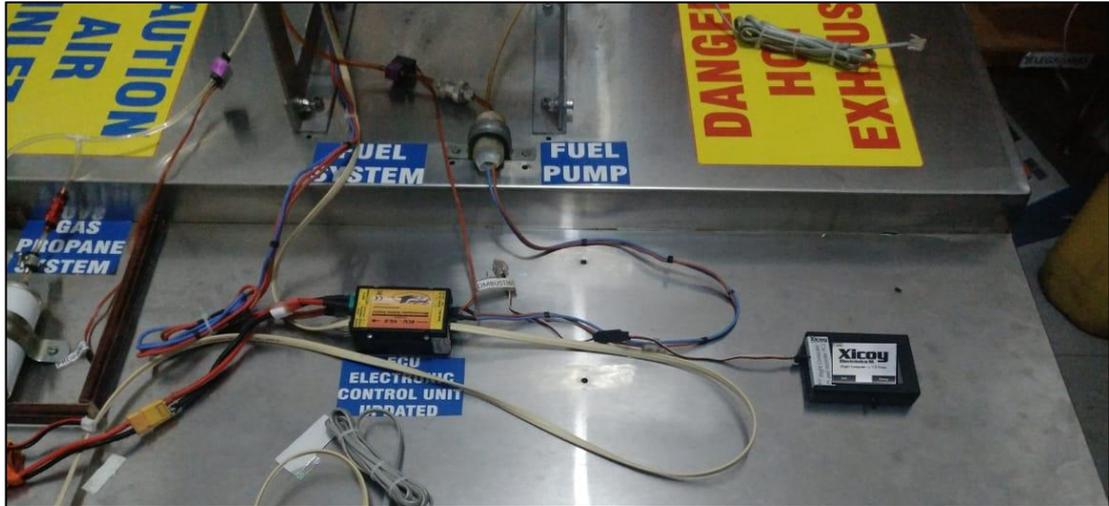


Figura 75 Pantalla XICOY en funcionamiento

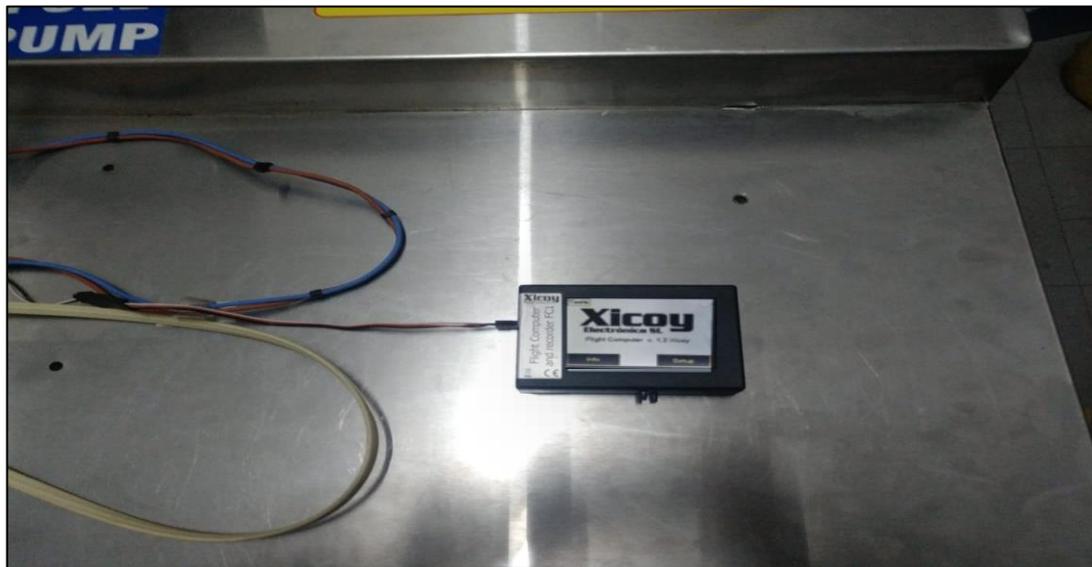


Figura 76 Vista Pantalla XICOY

### 3.7.2 Colocación de Señalética de Seguridad en la estructura

Una vez rehabilitado el banco y con las respectivas discrepancias corregidas se procedió, a colocar las señales de identificación de los

diferentes componentes que dispone el banco lo que permitirá que el proyecto esté listo



**Figura 77 Colocación de Señalética en el Banco de Pruebas**



**Figura 78 Montaje final de los componentes en el Banco de Pruebas**



**Figura 79 Vista Frontal Banco de Pruebas con los componentes**



**Figura 80 Prueba de los Sistemas del Motor JETCAT**

Una vez realizada las pruebas se evidencio que el GSU, marcaba un Reset P120, lo que indica que el motor debe ser enviado a un overhaul por encontrarse a un funcionamiento mayor de 25 horas

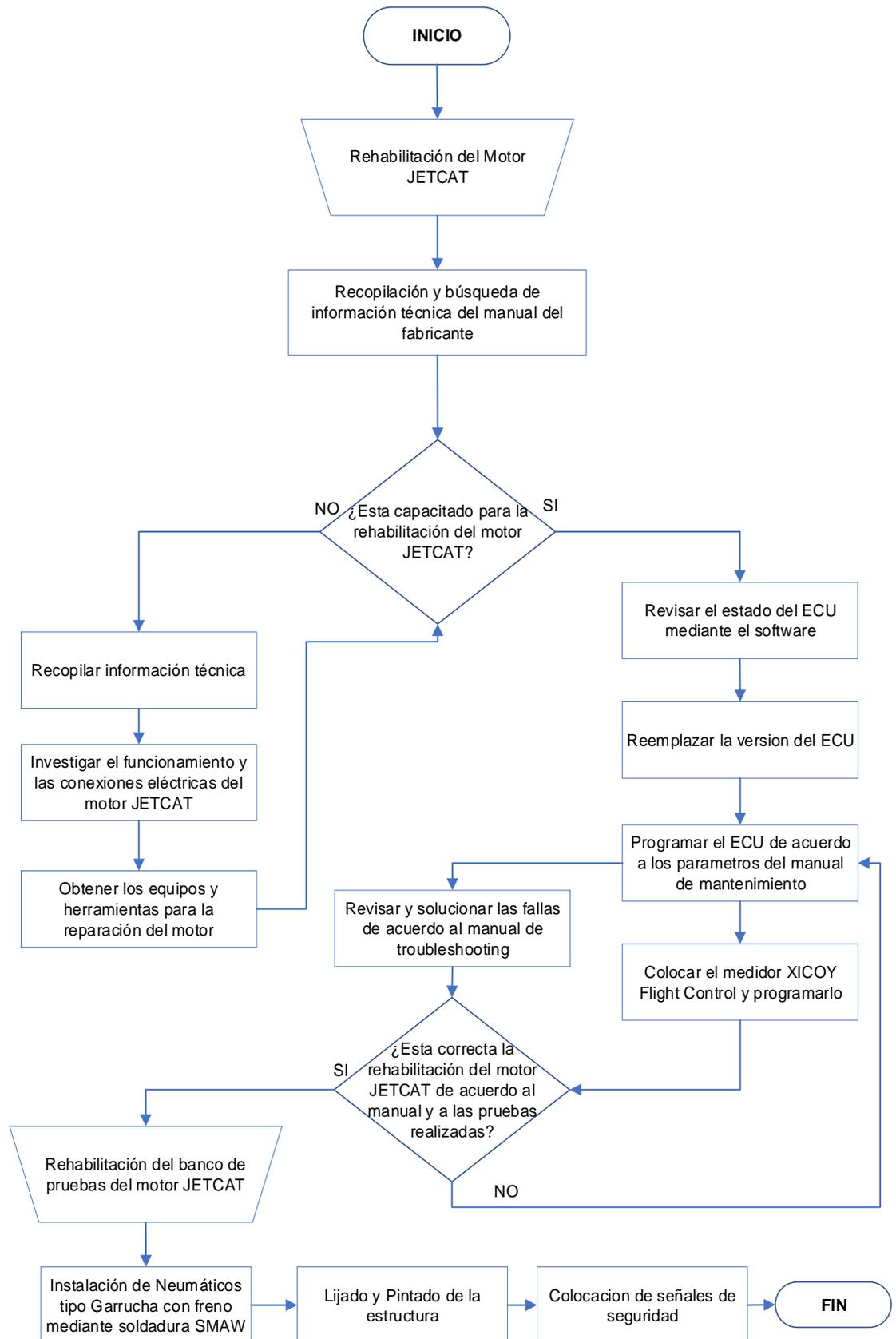


**Figura 81 Error evidenciado en el GSU**

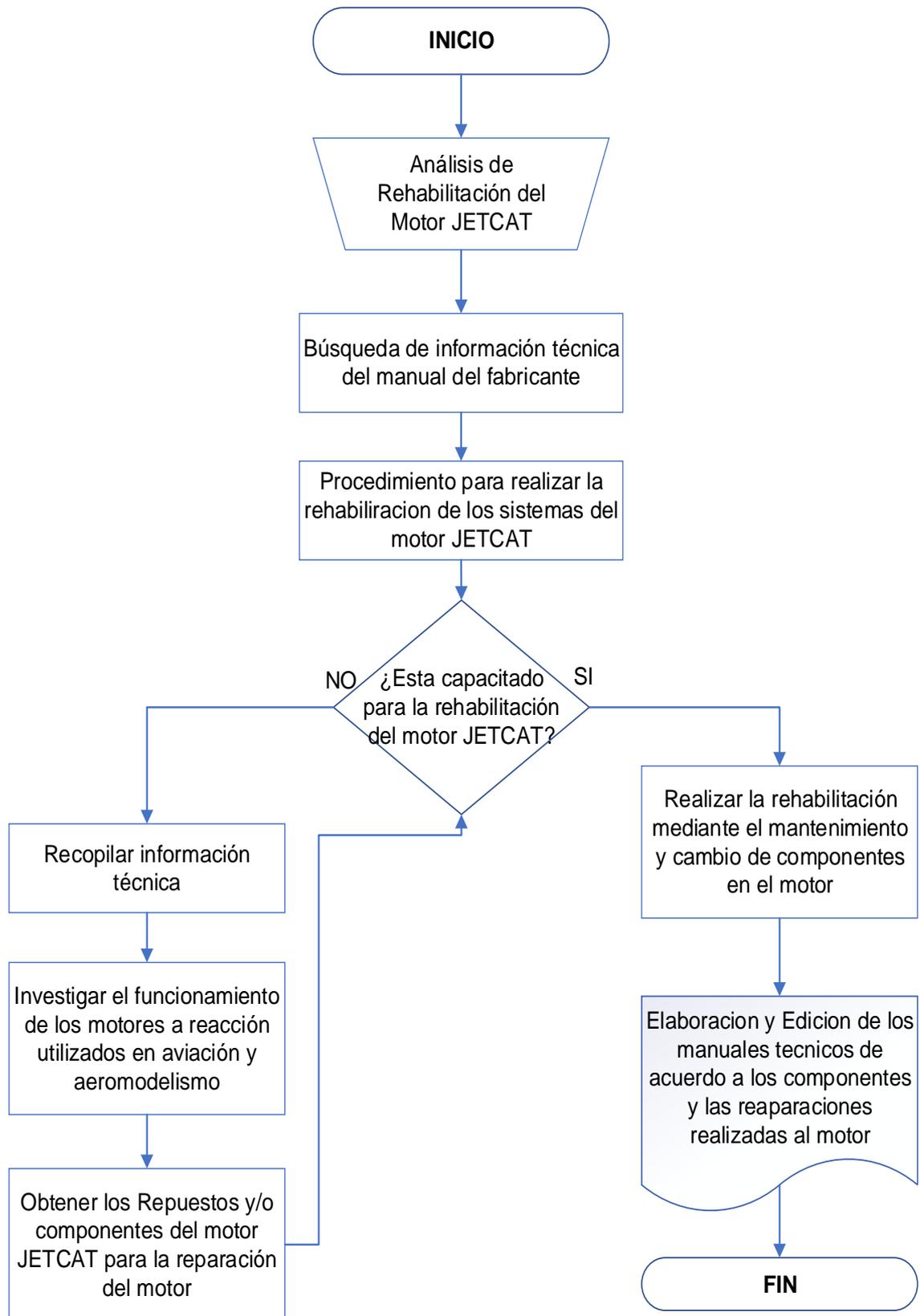
### **3.8 Simbología en el diagrama de flujo**

En el siguiente esquema grafico se representa gráficamente cada una de las labores y pasos realizadas durante el desarrollo del trabajo de titulación, figuras muestran la secuencia de los pasos y las relaciones entre ellos.

### 3.8.1 Diagrama de flujo de análisis de la rehabilitación del motor JETCAT



### 3.8.2 Diagrama de flujo de análisis del tema del trabajo de titulación



### 3.9 Presupuesto

El presupuesto presentado en el anteproyecto es una estimación realizada con valores promedio, una vez al ejecutarse el trabajo técnico-práctico de la tesis se han alcanzado los valores reales de los gastos realizados.

#### 3.9.1 Análisis de Costos

Para la rehabilitación del banco de pruebas y del motor JETCAT, se detallan a continuación los costos primarios y secundarios.

##### Costos Primarios

- Materiales
- Herramientas
- Repuestos

##### Costos Secundarios

- Movilizaciones
- Elaboración de textos
- Trámites de Graduación

#### 3.9.1.1 Costos Primarios

**Tabla 6**

**Total de Costos Primarios**

DESCRIPCION	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
JETCAT ECU V10.0	1	\$ 539.99	\$ 539.99
XICOY Flight Computer PLUS JETCAT	1	\$ 350.20	\$ 350.20
JETCAT Mini GSU	1	\$ 280.75	\$ 280.75
JETCAT Turbine Oil 1 US Qt	1	\$ 41.95	\$ 41.95
JETCAT Mini LED I/O Board	1	\$ 81.99	\$ 81.99
Cable RS232 to USB	1	\$ 55.30	\$ 55.30
Neumático Tipo Garrucha	4	\$ 15.50	\$ 62.00
Conector Hembra XT60	2	\$ 12.00	\$ 24.00
Cable AWG 22	2 m	\$ 4.75	\$ 9.50
Batería LIPO 7.4V 2500 MAh	1	\$ 35.83	\$ 35.83

Rollo Estaño 0.4 mm diámetro	1	\$ 4.48	\$ 4.48
Lijas de Metal P80	2	\$ 0.55	\$ 1.10
Conos de Seguridad	4	\$ 11.18	\$ 44.72
Litro de Pintura reflectiva color amarilla Pintuco	2	\$ 5.26	\$ 10.52
Disco de Pulida para metal	1	\$ 17.92	\$ 17.92
Diluyente por Galón	1	\$ 14.90	\$ 14.90
Disco de Cepillado	1	\$ 8.20	\$ 8.20
Electrodos E6011 Indura	1 lb	\$ 5.60	\$ 5.60
Señalética Banco de Pruebas	8	\$ 3.75	\$ 30.00
Cinta de Embalaje	1	\$ 1.68	\$ 1.68
Brocas 1/8, 1/4, 1/2	3	\$ 1.96	\$ 5.88
		<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 1626.51</b>
Impresión de Manual	1	\$ 5.75	\$ 5.75
		<b>VALOR TOTAL</b>	<b>\$ 1632.26</b>

Tabla 6. Los valores antes mencionados presentan sumados los impuestos al valor agregado en Ecuador (12%) y Estados Unidos (8%), donde se compró los elementos para el trabajo de titulación, la moneda que se maneja es el Dólar americano (\$)

Elaborado por: Jhoab Chacón Solórzano

### 3.9.1.2 Costos Secundarios

**Tabla 7**

#### **Total de Costos Secundarios**

<b>N</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
1	Costo de Envío (USA)	-	\$ 45.90	\$ 45.90
2	Costo de Envío (MIA-UIO) y Desaduanización	-	\$ 221,35	\$ 221,35
3	Transporte	-	\$ 85.00	\$ 85.00
4	Resma de Papel Bond A4	1	\$ 5.00	\$ 5.00
5	Impresiones (Revisiones Escrito)	25	\$ 0.20	\$ 5.00
6	Anillados	2	\$ 2.00	\$ 4.00
7	Empastados	3	\$ 7.00	\$ 21.00
8	Gastos Imprevistos			\$ 55.00
			<b>VALOR TOTAL</b>	<b>\$ 476.90</b>

Tabla 7. Los valores antes mencionados presentan sumados los impuestos al valor agregado en Ecuador (12%) y Estados Unidos (8%), donde se compró los elementos para el trabajo de titulación, la moneda que se maneja es el Dólar americano (\$)

Elaborado por: Jhoab Chacón Solórzano

### 3.9.2 Costo Total del Proyecto de Titulación

ITEM	DESCRIPCIÓN	VALOR TOTAL (USD)
1	Valor Total Costo Primario	\$ 1632.26
2	Valor Total Costo Secundario	\$ 476.90
	TOTAL	\$ 2109.16

Elaborado por: Jhoab Chacón Solórzano

## CAPÍTULO IV

### 4.1 Conclusiones

- Con los conocimientos adquiridos durante toda la malla curricular de la carrera de mecánica aeronáutica de la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, se realizó la rehabilitación de los diferentes sistemas del motor JETCAT.
- Mediante el uso de herramientas tecnológicas se consiguió realizar la configuración del ECU, de acuerdo con las modificaciones realizadas al motor.
- Una vez realizado las configuraciones y testeos, se comprobó que el motor se encontraba en los rangos para overhaul de acuerdo con el Manual de Mantenimiento del fabricante.

### 4.2 Recomendaciones

- Al trabajar con un motor, se debe obligatoriamente utilizar equipos de protección personal lo cual evitara alguna lesión a la persona que esté operando.
- Antes de realizar el encendido del sistema eléctrico, se debe revisar las conexiones de acuerdo con el manual de operación del fabricante, para evitar daños críticos al motor
- Es sumamente importante haber leído el manual de mantenimiento, lo permitirá operar y mantenerlo en condiciones seguras, evitando así daños al motor u a la persona con la que esté trabajando.

## GLOSARIO

**Aeromodelismo:** Es la réplica a escala, de una aeronave de ala fija o rotativa existente u imaginario que se clasifican de acuerdo con su uso.

**Bujía:** Dispositivo de un motor de combustión, donde se produce la chispa eléctrica que inflama la mezcla explosiva comprimida; contiene dos hilos separados entre los que la corriente de alto voltaje produce un arco voltaico que genera la chispa que enciende el combustible dentro del cilindro.

**Calibración:** Es el acto de medir y ajustar un valor a un parámetro determinado por un ente regulador o de acuerdo con la información técnica.

**Cámara de Combustión de tipo anular:** Es un cesto continuo formado por dos paredes: exterior e interior. Las dos paredes forman el forro de combustión y están rodeadas por la carcasa o cárter exterior, que es la envoltura de la cámara. No existen tubos individuales en la cámara de combustión anular; mejor todo el volumen interno del cesto, entre las paredes del forro, es zona de combustión y es una solución con máximo aprovechamiento de volumen.

**Cañería:** Es un conducto que cumple la función de transportar fluidos, se puede elaborar de materiales muy diversos siendo estas cañerías flexibles o cañerías rígidas.

**Compresor Centrifugo de tipo radial:** Es un compresor dinámico, donde el aire aspirado entra directamente en la zona central del rotor, guiado por la campana de aspiración. El rotor, girando a gran velocidad, lanza el aire sobre un difusor situado a su espalda, donde la energía cinética imprimida a las moléculas del aire se transforma en presión estática.

**Empaque:** Parte de repuesto cuya función, es impedir el desgaste de un componente o el rozamiento que tiene.

**Jettronic:** Programa perteneciente al motor JETCAT y sus diferentes variaciones donde se realiza la configuración de la turbina y de los microcontroladores de estos.

**Keroseno:** Líquido inflamable, compuesto de hidrocarburos, que se obtiene por destilación del petróleo después de la fracción de la gasolina y antes de la del gasóleo; se emplea principalmente como combustible en el movimiento de turbinas y en los motores de aviones reactores.

**Propano (gas):** Gas incoloro e inodoro que se extrae del petróleo en bruto y se emplea como combustible industrial o doméstico.

**Soldadura:** Es la unión de dos elementos metálicos a través de la fusión, mediante un elemento sólido o gaseoso

**Shut Off:** Dispositivo utilizado para el cierre u apagado manual o automático de cualquier componente o dispositivo

**Válvula:** Dispositivo mecánico que abre y cierra el paso de un fluido por un conducto regulando el flujo necesario para cualquier uso.

## ABREVIATURAS

**CNC:** Control Numérico Computarizado.

**ECU:** Engine Control Unit (Unidad de Control del Motor)

**FC:** Flight Control (Control de Vuelo)

**FAI:** Federación Aeronáutica Internacional

**FAA:** Federal Aviation Administration (Administración Federal de Aviación)

**GSU:** Ground Support Unit (Unidad de Soporte en Tierra)

**GPS:** Global Positioning System (Unidad de Posicionamiento Global)

**HALE:** High Altitude Long Endurance (Vuelos de Alta Altura y Larga Resistencia)

**HP:** Horse Power (Caballos de Fuerza)

**ISO:** International Organization for Standardization (Organización Internacional de Normalización)

**IPC:** Illustrated Parts Catalog (Catalogo Ilustrado de Partes)

**MM:** Maintenance Manual (Manual de Mantenimiento)

**MSDS:** Hojas de Datos de Seguridad de Materiales

**Qt:** Quarter (Cuarto medida)

**RPM:** Revoluciones Por Minuto

**R/C:** Radio Control

## BIBLIOGRAFÍA

- Lockheed Martin . (2019). *Lockheed Martin Corporation*. Obtenido de <https://www.lockheedmartin.com/en-us/products/X-56A.html>
- Aeromodelismo Ilustrado. (2014). Aeromodelismo Reseña Historica. *AEROMODELISMO ILUSTRADO*, 9-11.
- Amazon S3. (s.f). *Amazon S3*. Obtenido de <http://static.rcgroups.net/forums/attachments/2/4/3/3/4/7/a2897234-163-Combustion%20chamber%204.jpg?d=1259256065>
- Ballarini, P. (2000). *Aérostories*. Obtenido de <http://aerostories.free.fr/precursers/penaud/page2.html>
- Carpenter, P. (2002). *RC Airplane World*. Obtenido de <https://www.rc-airplane-world.com/model-jet-engine.html>
- CAT. (2019). *JetCat Lieferprogramm*. Ballrechten-Dottingen: JETCAT.
- Cortina, J. (15 de Junio de 2007). *Miliamperios*. Obtenido de <https://www.miliamperios.com/foro/pequeno-helicoptero-con-motor-agoma-76214>
- DRAE. (2016). *Diccionario del español juridico*. Obtenido de <https://dej.rae.es/lema/aeromodelo>
- Elias, J. (26 de Agosto de 2008). *Desarrollo y Defensa*. Obtenido de <https://desarrolloydefensa.blogspot.com/2008/08/qu-es-un-turbofan.html>
- FADA. (s.f). *Federación Aragonesa de los Deportes Aéreos*. Obtenido de <http://www.fada.aero/aeromodelismo.htm>
- FAI. (2017). *Fédération Aéronautique Internationale*. Obtenido de <https://www.fai.org/commission/ciam>
- FAI. (s.f). *XTModel*. Obtenido de <http://www.xtmodel.com.cn>
- JETCAT. (1998). *Operating Manual JETCAT P80*. Staufen: JETCAT.
- JETCAT Americas. (2017). History and Vision. *Featured Products of JETCAT*, 2.
- Jetcat USA. (15 de October de 2010). *JetCat Turbines with V10 ECU*. Paso Robles: Jetcat. Obtenido de <http://images.rcuniverse.com/forum/upfiles/250335/Om31966.pdf>

- Museo Nazionale Scienza e Tecnologia Leonardo Da Vinci. (2019). *The History of the Helicopter from precursors to Industrialization*. Obtenido de [http://www.museoscienza.org/english/departments/air\\_transport\\_helicopter.asp](http://www.museoscienza.org/english/departments/air_transport_helicopter.asp)
- Naughton, R. (18 de June de 2002). *the PIONERS*. Obtenido de Aviation and Aeromodelling: <http://www.ctie.monash.edu.au/hargrave/tatin.html>
- Nurse Technology. (2012). *Nurse Technology*. Obtenido de <http://indonesian-nurses.blogspot.com/2012/06/yves-jet-man-rossy.html>
- Oñate, A. (2000). *Conocimientos del Avion*. Madrid: Paraninfo.
- Pinterest. (s.f). *Pinterest*. Obtenido de <https://www.pinterest.com/drewblairhho/micro-turbines/>
- Sports Turbine. (2011). *Sports Turbine*. Obtenido de <https://www.sportsturbine.com/acatalog/Support.html>
- XICOY. (2015). *Operation Manual XICOY Flight Computer PLUS*. Barcelona: Xicoy Electronica SL.

# ANEXOS

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

**ANEXO A:** "Datos Técnicos del Neumático Garrucha Serie 19 Inoxidable"

**ANEXO B:** "Datos Técnicos del Electrodo 6011 Marca Indura"

**ANEXO C:** "Hojas de Datos de Seguridad para Electroodos AWG 6011"

**ANEXO D:** "Datos Técnicos del Conector XT60"

**ANEXO E:** "Manual de instrucciones actualizado JETCAT P80SE"

**ANEXO F:** "Datos obtenidos de la configuración del ECU"

**ANEXO G:** "Manual de instrucciones XICOY FLIGHT COMPUTER"

**ANEXO H:** "Manual de instrucciones Banco de Pruebas"

## ANEXO A

### DATOS TÉCNICOS DEL NEUMÁTICO GARRUCHA SERIE 19 INOXIDABLE

#### Información Técnica

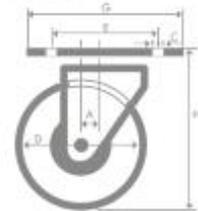


#### Garrucha SERIE 19 INOXIDABLE



- *Garruchas ensambladas con soporte en acero inoxidable*
- *Rueda de poliuretano blando silenciosa*
- *Rueda disponible en color negro o plomo*
- *Ideal para equipos móviles y de alimentos.*

#### Características



**Freno de bloqueo total en la marcha por inercia**  
Bloqueo de la cabeza de horquilla y de la rueda



**Placa**  
Para atornillar en construcciones metálicas o de madera



**Rodamiento de bolas**  
Cumple los más estándares de capacidad de carga y resistencia a la rodadura. Especialmente adecuado para ruedas para cargas pesadas

# Datos Tecnicos

 50 - 70 kg

											
mm	mm	kg	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm

## Banda

Goma gris

## Núcleo de la rueda

Plástico

## Rodamiento

Rodamiento de bolas



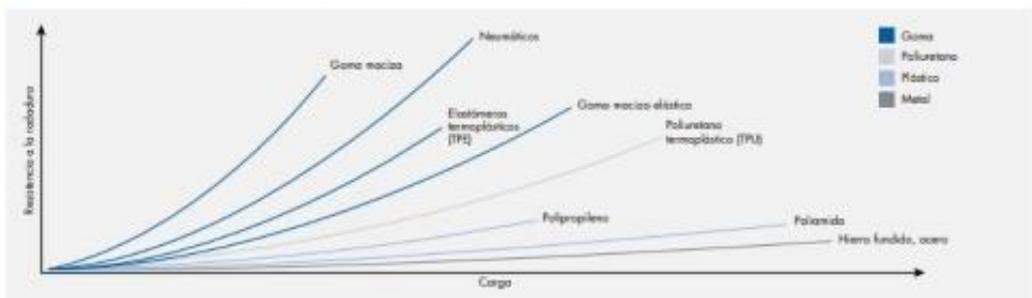
50	20	50	73	54x54	43x43/34x34	6.3	26	A310.ABS.050	A310.ABS.050	A320.ABS.050
75	25	60	100	80x80	48x48/38x38	6.3	38	A300.ABS.075	A310.ABS.075	A320.ABS.075
100	24	70	124	80x80	47x47/37x37	6.3	39	A300.ABS.100	A310.ABS.100	A320.ABS.100

Tamaño de la placa	altura	tamaño de montaje	peralte montaje de ruedas	altura de fijación	altura ajustable	
mm	mm	mm	mm	mm	mm	
135x110	105x75/80	10	100	141 +/- 2	117-144	T220.100
135x110	105x75/80	10	125	163 +/- 2	137-168	T220.125
135x110	105x75/80	10	150	180 +/- 2	155-195	T220.150
135x110	105x75/80	10	200	240 +/- 2	205-245	T220.200

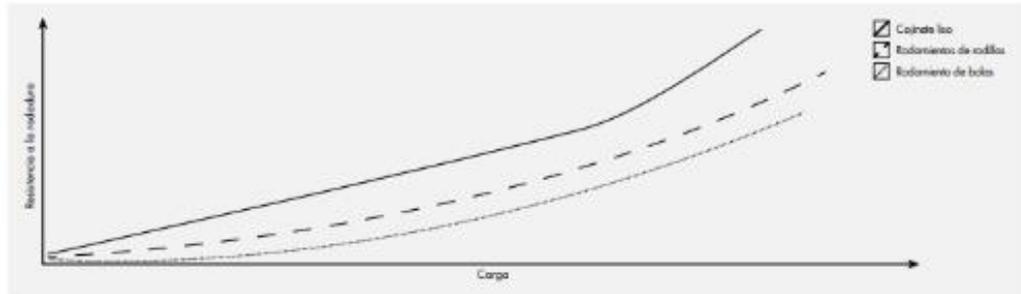


Freno de suelo

## Resistencia de arranque y a la rodadura en diferentes revestimientos de ruedas



### Resistencia de arranque y a la rodadura en diferentes tipos de rodamientos



### Local conditions

Productos químicos	Material				
	Concreción	Graso	Poliamida	Poluretano	Polipropileno
Machucos			++		++
Naftaleno		=	++	=	++3)
Nitrato de amonio		+		++	++
Nitrato de plomo		+		++	++
Nitrato de plomo		++		++	++
Nitrato de sodio, acuoso	10 %	++	++	++	++
Orina		++	++		
Orina		=	+	++	
Pantefeo		=	++	=	
Peróxido		=	++	++	
Petrolato				=	
Propeno		=	++	++	
Resorcina de amonio			++		
Resorcina de zinc	10 %				
Sol de deshielo (soluciones)			++		
Sales de amonio			++		++
Sales de bario		++	+	++	++
Sales de calcio				+	++
Sales de sodio, acuoso	20 %		+		
Sales de sodio, acuoso	10 %		=	++	
Sales de magnesio, acuoso	10 %		++	++	++

Productos químicos	Material				
	Concreción	Graso	Poliamida	Poluretano	Polipropileno
Sales de manganeso	10 %		+		
Sales de níquel, acuoso	10 %		+		++
Sulfato sódico, acuoso	10 %	++	++		+
Sulfato de sodio, acuoso	10 %	++	++		++
Sesos cianúrico					=
Sesos cianúrico	50 %	++	+		++
Sulfato de amonio		+		++	++
Sulfato de calcio		+	+	++	++
Sulfato de níquel, acuoso	10 %	+	+	++	++
Sulfato de potasio		++		++	++
Sulfato de sodio, acuoso	10 %	++	++	++	++
Sulfato ferroso					++
Sulfato de sodio, acuoso	10 %	+	++	+	
Tetróxido de carbono			++	++	
Tierra, tierra blanca		++	++	++	
Tierra de yodo		++			++
Tiosulfato de sodio	10 %	++	++	+	++
Tolueno		=	++		=
Tricloroetileno			+		=
Ureolita			++		++2)
Urea		=	++		=

++ resistente + limitadamente resistente = inestable 1) máx. 20 °C 2) máx. 60 °C 3) cristalino Estos datos no son legalmente vinculantes.

QUITO  
ECUADOR

Anasayas E2-35 y Bartolomé Sánchez / Telfs: 248 5888 - 248 4020 - 248 5811  
 Cel. 099 967 6051 / e-mail: ventasquito@ruedasygarruchas.com

QUITO SUR  
ECUADOR

Av. Alonso de Ángulo OE2-726 y Av. Jipijapa. / Telf.: 266 1478

GUAYAQUIL  
ECUADOR

Luque 707 entre García Avilés y Rumichaca / Telfs.: (04) 253 2653 - (04) 604 3611  
 Cel.: 099 967 5780 / e-mail: ventasguayaquil@ruedasygarruchas.com

## ANEXO B

### DATOS TÉCNICOS DEL ELECTRODO 6011 MARCA INDURA



# Soldadura INDURA

## ELECTRODOS PARA ACEROS AL CARBONO

**INDURA 6011 - AWS E-6011**

**Descripción:**  
El electrodo 6011 posee un revestimiento de tipo celulósico diseñado para ser usado con corriente alterna, pero también se le puede usar con corriente continua, electrodo positivo. La rápida solidificación del metal depositado facilita la soldadura en posición vertical y sobrecabeza. El arco puede ser dirigido fácilmente en cualquier posición, permitiendo altas velocidades de deposición (soldadura).

**Características:**

- Electrodo para soldar aceros dulce o al carbono.
- Toda posición
- Corriente continua, electrodo positivo (CCEP)
- Corriente alterna (CA)
- Revestimiento canela (celulósico potásico)
- Punto azul

**Usos:**  
Este electrodo es apto para ser utilizado en todas las aplicaciones de soldadura en acero al carbono.

**Aplicaciones Típicas:**

- Cordón de raíz en cañería
- Cañerías de oleoductos
- Reparaciones generales
- Estructuras metálicas
- Planchas galvanizadas
- Embarcaciones
- Estanques
- Obras de Construcción

**Almacenamiento:**  
Temperatura ambiente

**Mantenimiento:**  
No Recomendado

**Reacondicionamiento:**  
No Recomendado




COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL METAL DEPOSITADO	
C	0,11%
Mn	0,41%
Si	0,23%
P	0,010%
S	0,017%

CARACTERÍSTICAS TÍPICAS DEL METAL DEPOSITADO	
Límite de Fluencia	424 Mpa
Resistencia a la Tracción	495 Mpa
Agrietamiento en 50 mm	27%
Energía Absorbida	34 J a -30°C

AMPERAJES RECOMENDADOS										
Cod. SAP	Ref. AWS	Ref. Prov.	Diam. Electrodo		Long. Electrodo		Amperaje		Electrodo x kg aproximado	Kg/Caja
			pulg	mm	pulg	mm	min	max		
2000093	E 6011	E 6011	3/32	2,4	12	300	50	90	74	25
2000094	E 6011	E 6011	1/8	3,2	14	350	80	120	34	25
2000095	E 6011	E 6011	5/32	4	14	350	110	160	24	25
2000096	E 6011	E 6011	3/16	4,8	14	350	160	220	17	25
1030482	E 6011	E 6011	1/8	3,2	14	350	80	120	34	20
1030483	E 6011	E 6011	5/32	4	14	350	110	160	24	20
2000459	E 6011	E 6011 (1Kg)	1/8	3,2	14	350	80	120		25

sertec@cryogas.com.co · ceti@cryogas.com.co · Cryolinea 01 8000 514 300




## ANEXO C

### HOJAS DE DATOS DE SEGURIDAD PARA ELECTRODOS AWG 6011

Versión: 17

Fecha de aprobación: 18-01-2010



# Hoja de Datos de Seguridad para Materiales de Soldadura y Productos Relacionados SDS No. CE001 Electrodo cubiertos de acero de carbono

Rev 17 – 18/01/10

1.	IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO Y LA COMPAÑÍA .....	1
2.	IDENTIFICACIÓN DE AMENAZAS .....	2
3.	COMPOSICIÓN/INFORMACIÓN SOBRE INGREDIENTES .....	3
4.	MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS .....	4
5.	MEDIDAS PARA CONTROL DE INCENDIOS .....	4
6.	MEDIDAS DE LIBERACIÓN ACCIDENTAL .....	4
7.	MANEJO Y ALMACENAMIENTO .....	4
8.	CONTROLES DE EXPOSICIÓN/PROTECCIÓN PERSONAL .....	5
9.	PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS .....	7
10.	ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD .....	8
11.	INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA .....	8
12.	INFORMACIÓN ECOLÓGICA .....	9
13.	CONSIDERACIONES PARA DISPOSICIÓN .....	9
14.	INFORMACIÓN DE TRANSPORTE .....	9
15.	INFORMACIÓN REGULATORIA .....	9
16.	OTRA INFORMACIÓN .....	10

## 1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO Y LA COMPAÑÍA

Nombre del producto: ELECTRODOS CUBIERTOS DE ACERO DE CARBONO PARA SOLDADURA

Marcas de producto: AGA, LINDE

Especificación del producto: AWS SFA 5.1

Clasificación del producto: E6010, 6011, 6012, 6013, 6016, 6018, 7016, 7018, 7024, 7028

Uso recomendado: Soldadura de arco cubierta de aceros de carbón limpios

Productor y Comercializador:

LINDE ECUADOR S.A.

Quito, Av. De los Shyris 344 y Eloy Alfaro Edif. Parque Central Piso 8 Tlf.: (593-2) 3998900

Guayaquil, Km. 11 1/2 Vía Daule Tlf. : (593-4) 3703400

1800LINDEGAS 1800 546334

[www.linde.com.ec](http://www.linde.com.ec)

## 2. IDENTIFICACIÓN DE AMENAZAS

No hay amenazas reconocidas directamente asociadas con este consumible de soldadura en su estado sin uso antes de la soldadura. Estos productos han sido evaluados bajo el Artículo 9, párrafos 3, 4 y 5 del EC1272/2008 y son considerados como mezclas estables en el estado físico en el cual se ubican en el mercado.

Los consumibles empacados pueden ser pesados, y deben manejarse y almacenarse con cuidado. SIGA LAS NORMAS DE MANEJO MANUAL.

Se puede producir polvo de bajo nivel durante el manejo. NO RESPIRAR EL POLVO.

amenazas adicionales. Tales como:

Versión: 17

Fecha de aprobación: 18-01-2010



- Choque eléctrico del equipo de soldadura o el electrodo. Esto puede ser fatal.
- Soplido de metal caliente o calor, lo cual puede causar quemaduras en las manos o el cuerpo, y puede ocasionar incendios si entra en contacto con materiales combustibles.
- Radiación UV, IR y de luz del arco, lo cual puede ocasionar "ojo de arco" y posible daño a los ojos si no están protegidos. UTILICE EL EQUIPO DE PROTECCIÓN ADECUADO.
- Vapores producidos por los consumibles de soldadura, el material a soldar y la radiación del arco. Estos consisten de:
  - Vapores particulados tales como óxidos de metal, fluores y silicatos de los materiales de soldadura. (Los detalles de los constituyentes de los vapores aparecen en la lección 8 de este documento).
  - Vapores gaseosos tales como óxidos de ozono y nitrógeno de la acción de la radiación del arco en la atmósfera, y monóxido y dióxido de carbono de la oxidación de algunos de los constituyentes de flujo durante la soldadura.
    - Sospechoso de ocasionar cancer (H351/Carc2) / EC 1272/2008 (Carc.Cat3;R40/Directiva 67/548 EC)
    - Perjudicial si es inhalado (H332/ Toxicidad aguda. 4) / EC 1272/2008 (Xn;R20/ Directive 67/548 EC)
    - Perjudicial si es ingerido (H302/ Toxicidad aguda. 40/ EC1272/2008, (Xn;R22/Directiva 67/548 EC)

LA INHALACIÓN A CORTO PLAZO DE ESTOS VAPORES Y GASES PUEDEN OCASIONAR IRRITACIÓN EN LA NARIZ, GARGANTA Y OJOS.

LA SOBRE EXPOSICIÓN A LARGO PLAZO O LA INHALACIÓN DE ALTOS NIVELES DE VAPORES PUEDEN RESULTAR EN EFECTOS DAÑINOS PARA EL SISTEMA RESPIRATORIO, EL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL Y LOS PULMONES.

SE DEBE EMPLEAR EXTRACCIÓN LOCAL Y/O VENTILACIÓN PARA ASEGURAR QUE TODOS LOS MATERIALES PELIGROSOS EN EL VAPOR SEAN MANTENIDOS POR DEBAJO DE LOS NIVELES DE EXPOSICIÓN EN LOS LUGARES INDIVIDUALES DE TRABAJO EN LAS ZONAS DE RESPIRACIÓN DE LOS SOLDADORES Y DEMÁS EMPLEADOS.

La recolección de vapores en los sistemas de extracción pueden consistir de componentes de metales pesados y deben disponerse (o reciclarse) de acuerdo con las normas locales. Si es aplicable.

NOTA; Si la soldadura se hace sobre materiales plateados o cubiertos tales como acero galvanizado, se puede producir vapor excesivo el cual contiene componentes peligrosos adicionales, y puede resultar en fiebre de vapor de metal y otros efectos contra la salud.

### 3. COMPOSICIÓN/INFORMACIÓN SOBRE INGREDIENTES

Estos electrodos consisten de una coraza interior de acero con un recubrimiento de flujo y son considerados como mezcla según EC 1272/2008. La coraza interior es una vara de acero sólido sin cubierta. Los recubrimientos de flujo varían dependiendo en el tipo de electrodo, y contienen cantidades variadas de polvos de metal, polvos ferro-aleaciones, óxidos inorgánicos, carbonatos y fluores, compuestos celulósicos y otros materiales silíceos mezclados con aglutinadores de sílice líquido.

Los detalles específicos de la composición del cable interno y los flujos de cubierta para los tipos de electrodos cubiertos por esta hoja de datos aparecen a continuación.

TABLA 1: DATOS DE COMPOSICIÓN DEL CABLE INTERNO (WT %)

Acero interno medio	Fe CAS# 7439-89-6	Mn CAS# 7439-96-5	Cr CAS# 7440-47-3	Ni CAS# 7440-02-0	Cu CAS# 7440-50-6	Si CAS# 7440-21-3
Típico	95-99	<0,6	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2

Versión: 17

Fecha de aprobación: 18-01-2010



**TABLA 2: DATOS DE COMPOSICIÓN DEL RECUBRIMIENTO (WT%)**

Cubierta de flujo	Celulosa alfa E0010, 0011	Rutile E0012, 0013	Hidrogeno basico bajo E7016, 7018	Polvo de hierro rutile E7024	Polvo de hierro basico E7026	Cas No.	Clasificación de amenaza 67/545/EC	Clasificación de amenaza 1272/2008
Caliza y/o carbonato de calcio	-	<10	20-30	<10	10-20	1317-65-3		
Magnesita								
(total de polvo inhalable)	5-10	<5	-	-	-	546-93-0		
(polvo respirable)								
Celulosa								
(total de polvo inhalable)	25-60	<15	-	-	-	9004-34-6		
(polvo respirable)								
Óxidos de hierro (como Fe)	<10	<10	<10	<10		1309-37-6		
Fluores Inorgánicos (como F)	-	<10	10-30	<10	5-15	16964-48-8		
Polvo de hierro	-	<10	10-35	10-60	10-60	7439-69-6		
Manganeso y sus compuestos inorgánicos (como Mn)	5-15	5-15	<15	<15	<10	7439-96-5 y otros		
Rutile/Dióxido de titanio								
(total de polvo inhalable)	10-35	15-60	<10	10-30	<10	13463-67-7		
(polvo respirable)								
Silicón y aleaciones de silicón, (como Si)	-	-	<5	<5	<5	7440-21-3		
Aglutinadores de sílice	<5	<5	<5	<5	<5	1344-09-8	C;R34 Xi;R37	H314 H335
Mica	<5	<20	<5	<5	<5	12001-26-2		
(total de polvo inhalable)								
(polvo respirable)								
Cuarzo/Silice							T;R45	H350
Cristalino respirable	<10	<15	5-60	<10	<5	14808-60-7		
Caolina (polvo respirable)	-	<20	-	<5	<5	1332-56-7		
Otros sílices minerales	5-30	5-30	5-10	5-30	5-10	1332-56-7	T;R45	H350
Otros								

#### 4. MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

No se requieren medidas de primeros auxilios para los consumibles de electrodos sin utilizar.

Durante la soldadura:

Versión: 17

Fecha de aprobación: 18-01-2010



#### **Inhalación**

Se es inhalado, remover el paciente a un lugar con aire fresco y mantenerlo en descanso en una posición cómoda para respirar. Si hay exposición o preocupación, llamar al médico.

#### **Para quemaduras por contacto con la piel**

Sumergir el área afectada en agua fría hasta cesar la sensación de quemadura y referir para atención médica inmediata.

#### **Para efectos en los ojos tales como el arco del ojo y polvos**

Irigar el ojo con agua estéril, cubrir con solución húmeda y referir para atención médica inmediata si la irritación persiste.

#### **Ingestión**

La ingestión se considera como imposible debido a la forma del producto. Sin embargo, si es tragada no inducir al vomito. Busque atención médica. Advertencia para el médico: tratar sintómicamente. Lavar la boca.

#### **Choque eléctrico**

Si es necesario, resucitar y buscar atención médica inmediata.

### **5. MEDIDAS PARA CONTROL DE INCENDIOS**

No se requieren medidas especiales para estos consumibles de soldadura antes de comenzar la soldadura. Durante la soldadura:

La soldadura no debe hacerse en presencia de materiales inflamables, vapores, tanques, cisternas y tuberías y otros contenedores los cuales hayan tenido sustancias inflamables a menos que estos hayan sido revisados y certificados como seguros.

### **6. MEDIDAS DE LIBERACIÓN ACCIDENTAL**

No hay acciones específicas para esto consumibles de soldadura antes de su uso. Ver las secciones 12 y 13 para consideraciones ecológicas.

Soldar cerca a disolventes halogenados almacenados o utilizados puede producir gases tóxicos e irritantes. Prohibase la soldadura en áreas donde se utilizan estos disolventes.

### **7. MANEJO Y ALMACENAMIENTO (POR SEGURIDAD)**

Los electrodos de soldadura son materiales densos y pueden ocasionar amenazas de manejo cuando varios paquetes de electrodos sean levantados o manejados de manera incorrecta o con malas posturas de carga. Se deben utilizar guantes.

Lavarse bien luego de manipularlos.

Las buenas practicas para el manejo y almacenamiento deben adoptarse para prevenir lesiones físicas.

### **8. CONTROLES DE EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN PERSONAL**

#### **Prevención de exposición**

Los soldadores no deben tocar partes eléctricas vivas, y deben aislarse del trabajo y el suelo. En todo momento se deben observar las recomendaciones del fabricante para el uso de maquinas de soldadura eléctrica.

Los soldadores y sus compañeros de trabajo deben ser educados acerca de las amenazas contra la salud asociadas con los vapores de soldadura, y entrenados para mantener sus cabezas fuera del hilo de vapores. No inhalar el polvo o vapor.

Versión: 17

Fecha de aprobación: 18-01-2010



Durante la soldadura, los vapores y gases serán producidos y emitidos por el proceso de soldadura. El contenido de los vapores depende del tipo de electrodo, el gas cobertor, los materiales base que están siendo soldados y las cubiertas de las superficies. La cantidad y concentración de vapor generado también depende de factores tales como la corriente, el voltaje, las prácticas de soldadura y el número de soldadores en cierta área. Sigán las prácticas de soldadura recomendadas para minimizar la producción de vapores. No comer, beber o fumar mientras se utiliza este producto.

Para los electrodos de acero de carbón cubiertos, los principales constituyentes de los vapores serán hierro, manganeso, sodio, potasio y óxidos de calcio, fluoruros y silices, la mayoría en forma de óxidos complejos y otros compuestos. También habrán menores cantidades de otros óxidos y silicatos de metal complejos.

El ozono gaseoso y los óxidos de nitrógeno también se forman por la radiación del arco, y el monóxido de carbono y el dióxido de carbono también pueden estar presentes debido a disociación de algunos constituyentes del flujo.

A continuación aparecen los datos de composición típica de vapores para la mayoría de electrodos de acero de carbón, y los límites de exposición individuales (donde se especifican) también aparecen a continuación.

La exposición al vapor deber ser controlado por debajo del límite de exposición reconocido para cada constituyente individual.

TABLA 3: DATOS DE COMPOSICIÓN DEL VAPOR (WT%)

Tipo de electrodo	%Fe	%Mn	%Si	%Mg	%Ti	%Cu	%Na	%K	%Ca	%F
acero-C, celulósico E6010, E6011	45.32	4.79	7.63	<0.1	0.09	<0.2	13.35	4.43	<1	0-1
Acero-C, rutilo E6012, E6013	45-54	5-8	7-11	<0.3	0.6- 3.2	<0.1	1-4	2-5	0-1	<0-1
Acero-C básico E 6015	22.15	6.23	4.43	2.99	<.1	<.1	13.75	8.05	14.64	8.76
Acero-C básico E 6018	17.53	7.21	4.60	4.11	1.37	<.1	7.25	19.76	10.20	13.35
Acero-C básico E7018,	18.59	6.69	3.85	0.51	<.1	<0.1	13.35	4.43	19.32	14.68
Acero-C, básico E7018	20.07	8.41	4.65	0.41	1.17	<0.1	8.49	12.91	15.35	11.96
Acero-C, polvo de hierro Rutilo E 7024	25-55	4-15	1-15	0.1	1.1	0.1	5-10	1-5	5-10	0-2
Acero-C, polvo de hierro Básico E 7025	10-30	5-10	4-8	<1	0.1	0.1	5-10	10-20	0-5	5-25

TABLA 4: COMPONENTES DE VAPOR CON AMENAZA<sup>1</sup>

Componente de vapor de soldadura	CAS No.	WEL <sup>1</sup> 8hr TWA	STEL <sup>2</sup> 15min TWA	Clasificación de amenaza 67/548/EC	Clasificación de amenaza (GHS) 1272/2008
----------------------------------	---------	--------------------------------	-----------------------------------	--	---

Versión: 17

Fecha de aprobación: 18-01-2010



Vapor de óxido de hierro (como Fe)	1309-37-1	5	10		
				R20/R22	H332/H302
Manganeso y sus compuestos inorgánicos (como Mn)	7439-96-5	0,5			Toxicidad aguda <sup>4</sup> H351
Sílice, amorfa					
(total de polvo inhalable)		6			
(polvo respirable)		2,4			
Óxido de magnesio (como Mg)					
(total de polvo inhalable)	1309-48-4	10			
(vapor y polvo respirable)		4	10		
Dióxido de titanio					
(total de polvo inhalable)	13463-67-7	10			
(polvo respirable)		4			
Óxido de calcio	1305-75-6	2			
Silicato de calcio					
(total de polvo inhalable)	1344-95-2	10			
(polvo respirable)		4			
Fluoruro, inorgánico (como F)	16984-48-8	2,5			
Dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	10102-44-0	0,5ppm <sup>2</sup>	0,93ppm <sup>2</sup>		
Ozono (O <sub>3</sub> )	10028-15-6	0,2 ppm <sup>2</sup>			
Monóxido de nitrógeno (NO)	10102-43-9	0,5ppm <sup>2</sup>	0,63ppm <sup>2</sup>		

<sup>1</sup>Unidades en mgm<sup>3</sup> excepto donde se estipule

<sup>2</sup>WEL Límites de exposición en el lugar de trabajo

<sup>3</sup>Como lo recomienda la Comisión MAK basándose en experiencia científica y no lo establece la ley

<sup>4</sup>Como lo recomienda EH 40 (2007) en el RU

Los análisis de vapores para electrodos de acero de carbón cubiertas en esta hoja de datos, al utilizarse para soldar, aceros de carbón sin cubierta y limpios, indican que los niveles de vapor de los otros constituyentes generalmente será inferior a sus respectivos límites de exposición.

Una excepción es el manganeso, debido a que tiene bajos niveles de exposición y pueden requerir controles adicionales para este límite. Obtener instrucciones especiales antes de su uso. No manipular o soldar sin haber leído y entendido todas las precauciones de seguridad.

LOS NIVELES DE VAPORES MENCIONADOS ANTERIORMENTE FUERON GENERADOS BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO AL SOLDAR ACERO DE CARBÓN LIMPIO BAJO LOS PARAMETROS DE SOLDADURA RECOMENDADOS POR EL FABRICANTE Y SON INDICATIVOS DE LOS NIVELES DE VAPORES RAZONABLEMENTE ESPERADOS. LOS NIVELES DE VAPORES PUEDEN VARIAR EN LA PRÁCTICA, DEPENDIENDO DE LOS PARAMETROS DE SOLDADURA Y OTRAS CONDICIONES, Y PUEDEN SER MAYORES O INFERIORES A LOS ANTERIORMENTE MENCIONADOS.

PUEDEN RESULTAR VAPOR ADICIONAL CUANDO ESTOS ELECTRODOS SE USEN PARA SOLDAR MATERIALES BASE CONTAMINADOS, CUBIERTOS O ACEROS PLATEADOS, OTROS METALES Y ALEACIONES, O CUANDO SE EMPLEAN CONDICIONES DE SOLDADURA INAPROPIADAS.

LA ÚNICA MANERA ACERTADA PARA DETERMINAR LA COMPOSICIÓN Y CANTIDAD DE VAPORES Y GASES A LOS CUALES LOS TRABAJADORES ESTÁN EXPUESTOS ES TOMANDO

Versión: 17

Fecha de aprobación: 18-01-2010



MUESTRAS DE AIRE DEL INTERIOR DEL CASCO DEL SOLDADOR, SI SE USA, O EN LAS ÁREAS DE RESPIRACIÓN DEL TRABAJADOR.

SE DEBEN EFECTUAR MEDIDAS DE VAPORES INDIVIDUALES EN ESTOS CASOS UTILIZANDO ESTÁNDARES DE MUESTREO Y ANÁLISIS RECONOCIDOS. BASÁNDOSE EN LOS RESULTADOS DE ESTAS MEDICIONES, SE PUEDEN REQUERIR CONTROLES DE VAPOR ADICIONALES PARA ASEGURAR QUE TODOS LOS CONSTITUYENTES DEL VAPOR SEAN CONTROLADOS POR DEBAJO DE SUS LÍMITES DE EXPOSICIÓN.

LA ÚNICA MANERA ACERTADA PARA DETERMINAR LA COMPOSICIÓN Y CANTIDAD DE VAPORES Y GASES A LOS CUALES LOS TRABAJADORES ESTÁN EXPUESTOS ES TOMANDO MUESTRAS DE AIRE DEL INTERIOR DEL CASCO DEL SOLDADOR, SI SE USA, O EN LAS ÁREAS DE RESPIRACIÓN DEL TRABAJADOR.

Se deben efectuar medidas de vapores individuales en estos casos utilizando estándares de muestreo y análisis reconocidos. Basándose en los resultados de estas mediciones, se pueden requerir controles de vapor adicionales para asegurar que todos los constituyentes del vapor sean controlados por debajo de sus límites de exposición.

#### **Controles**

La buena ventilación general, y/o extracción local de vapores en el arco deben utilizarse para controlar los vapores y gases producidos durante la soldadura para mantener los límites de exposición individual reconocidos al medirse en el área de respiración del soldador y los demás trabajadores. Adicionalmente la ventilación y extracción también debe ser suficiente para asegurar que los niveles totales de vapor particulados sean reducidos al medirse en la zona de respiración. Úsese solamente en áreas bien ventiladas. No respire el polvo, vapor o gas. Busque atención médica si se siente mal.

En espacios confinados donde la ventilación no es adecuada, se debe utilizar un sistema de respiración. Se deben observar todas las precauciones para trabajar en espacios confinados.

Cuando los niveles de vapores superan los límites de exposición reconocidos, use protección respiratoria en forma de un respirador Clase P2 (vapor metal).

#### **Protección personal**

Los soldadores y otros trabajadores que estén cerca deben utilizar guantes de protección, ropa de protección, protección visual y para la cara apropiada para soldadura de arco como lo especifiquen las normas locales.

#### **Protección para el cuerpo y piel**

Se debe utilizar la vestimenta apropiada que no sea reflectiva y resistente al fuego, overoles, delantal de cuero, casco de soldadura, botas y guantes de cuero.

#### **Protección para las manos**

Los soldadores deben utilizar la protección para las manos apropiada como lo son los guantes de soldadura o herramientas de un estándar apropiado. El ayudante también debe utilizar la protección para las manos apropiada contra metal caliente, chispas y salpique.

#### **Protección visual**

Los soldadores deben utilizar un casco de soldadura con el filtro óptico de soldadura apropiado para la operación. Las debidas mallas y gafas de soldadura se deben proveer (ej. ANSI Z87.1/ AWS F2.2), y deben ser utilizadas por otros trabajando en la misma área.

## **9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS**

**Estado físico:** Sólido

**Color:** Generalmente gris, pero pueden haber otros colores

**Forma:** Cable metálico con cubierta de flujo

**Olor:** Sin olor

Versión: 17

Fecha de aprobación: 18-01-2010



**PH:** No disponible

**Presión del vapor:** Sin relevancia

**Densidad del vapor:** Sin relevancia

**Punto / rango de ebullición:** Sin relevancia

**Punto de derretimiento:** ~1500°C

**Soluble en agua:** Insoluble

**Densidad:** No disponible

**Punto de explosión/ignición:** No inflamable. No existe amenaza de incendio o explosión

## 10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

No hay amenazas de estabilidad o reactividad de los cables y varas de soldadura como se suministran.

Durante la soldadura se produce amenaza de productos en descomposición tales como vapores y gases (ver la sección 8) de óxido de metal.

## 11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

El inhalar vapores de soldadura puede ser perjudicial para la salud. Los vapores de soldadura contienen varias partículas y gases producidas por el proceso de soldadura. La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer ha clasificado los vapores de soldadura como posiblemente carcinogénicos para los humanos.

Los vapores de soldadura pueden irritar la nariz, garganta y ojos y pueden agravar problemas respiratorias preexistentes tales como asma, enfisema, o bronquitis crónica. La exposición a concentraciones excesivas de vapores de soldadura también puede ocasionar fiebre de vapor de metal, mareo, náusea, irritación de la piel, o limitación de la función pulmonar y posiblemente daños neurológicos. Los potenciales efectos a la salud de los vapores de soldadura dependen del consumible, material base, cubiertas de superficie, contaminación del aire, proceso de soldadura, ventilación y uso, si es necesario, de equipo de respiración y ventilación. Consulte los siguientes datos de toxicidad específica para evaluar el riesgo a la salud al utilizar un proceso de soldadura en particular. Ver también la siguiente información adicional sobre los potenciales efectos a la salud de componentes de vapor específicos.

La piel desprotegida expuesta a la radiación UV e IR del arco de soldadura puede quemar o enrojecer, y la radiación UV es potencialmente un carcinógeno. La radiación UV puede afectar los ojos desprotegidos al producir un condición aguda conocida como "ojo de arco".

Los efectos específicos relevantes a la mayoría de constituyentes de vapor particulados y gaseoso producidos al soldar con estos cables y varas incluye:

### Hierro

El componente principal del vapor generado por la soldadura de acero de carbón es el óxido de hierro. El óxido de hierro es considerado generalmente como solo un material fastidioso, pero las partículas del vapor se pueden acumular en los pulmones y generar una neumoconiosis benigna llamada siderosis.

### Manganeso

Los vapores de soldadura también contienen compuestos de manganeso. La exposición sostenida a manganeso o compuestos de manganeso sobre los límites aplicables pueden causar manganismo, una forma irreversible de daño cerebral. Los síntomas del manganismo pueden incluir temblor, limitación para hablar, movimiento limitado, paso espástico, letargia, debilidad muscular y disturbios psicológicos. Las personas que consideren que han sido sobreexpuestas a compuestos de manganeso deben consultar al médico.

La exposición crónica al manganeso a niveles inferiores a los requeridos para producir manganismo pueden generar una limitada función reproductiva para los hombres. Ha sido reportado que la

Versión: 17

Fecha de aprobación: 18-01-2010



exposición crónica al manganeso a niveles inferiores a los requeridos para producir manganismo pueden generar deficiencias cognitivas y de comportamiento neuronal. Los síntomas respiratorios pueden resultar de exposición aguda a altas concentraciones o exposición crónica de bajo nivel.

#### **Fluoruros**

La mayor fuente de fluoruros es la cubierta de flujo en algunos electrodos de soldadura, tales como los tipos básicos (E7016, 7018, 7028), y esto produce vapor particulado de fluoruros principalmente. Las grandes concentraciones de fluoruros son irritantes del tracto respiratorio y si se absorben por inhalación crónica pueden dañar los pulmones y generar una enfermedad ósea conocida como fluorosis.

#### **Silice**

El Silice se encuentra en vapores de soldadura producidos por electrodos de aleaciones de cobre, y es producido principalmente como silice amorfo. La inhalación de esta forma de silice en altas concentraciones puede ocasionar inflamación pulmonar pero no ha sido asociado con cualquier grado significativo de neumoconiosis pulmonar la cual se asocia con las formas cristalinas de silice.

#### **Arena de rutilo**

Principalmente presente como dióxido de titanio, el cual es un irritante del tracto respiratorio y calcificado como posible carcinogénico para humanos.

#### **Ozono y óxidos de nitrógeno**

Estos gases se forman debido a las interacciones del arco con el aire circundante. El ozono, dióxido de nitrógeno y óxido nítrico pueden irritar los ojos, y el tracto respiratorio incluyendo los pulmones. También pueden producir efectos en los pulmones a largo plazo tales como disminución de la función pulmonar, posible bronquitis crónica y (para dióxido de nitrógeno) enfisema. De particular preocupación con estos gases es la exposición aguda a altos niveles (ej. Debido a acumulación o en espacios confinados) puede resultar en severos efectos en los pulmones tales como edema pulmonar retrasado. El ozono puede ser genotóxico y/o carcinogénico. El óxido nítrico se usa como un anestésico, y claramente afecta el sistema nervioso central, y también puede afectar el sistema nervioso periférico. El óxido nítrico y nítrico puede tener efectos adversos en la sangre.

#### **Monóxido de carbono y dióxido de carbono**

Estos gases son principalmente formados por la descomposición de algunos componentes de electrodos o de la oxidación de cualquier carbón en los cables y varas, o del gas cobertor.

El monóxido de carbono (CO) es un asfixiante químico que se une a la hemoglobina sanguínea, reduciendo la capacidad de transporte de oxígeno de la sangre. La alta exposición puede causar fatiga, debilidad, mareo, pérdida de consciencia y eventualmente, aun la muerte. En niveles inferiores, la exposición al monóxido de carbono puede llevar a toxicidad en los sistemas respiratorio, cardiovascular y nervioso central.

El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) es principalmente un asfixiante simple. A bajos niveles de exposición, el pulso y ritmo cardiaco pueden aumentar, seguidos de efectos respiratorios y del corazón en concentraciones mayores, y finalmente la pérdida de consciencia y la muerte.

## **12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA**

El proceso de soldadura produce vapores y gases particulados los cuales pueden causar efectos adversos a largo plazo en el ambiente si se liberan directamente a la atmósfera. Los vapores de soldadura de procesos de arco que utilizan los cables y varas cubiertas por esta hoja de datos pueden producir gas de dióxido de carbono, el cual es peligroso para la capa de ozono. El vapor recolectado de la operación de soldadura no debe dejarse filtrar a aguas terrestres o recogerse en el suelo.

Versión: 17

Fecha de aprobación: 18-01-2010



### 13. CONSIDERACIONES PARA DISPOSICIÓN

Los desechos de empaque y de cables y varas deben disponerse como desperdicio general o reciclado. El vapor recogido de las unidades de extracción debe disponerse según las normas locales ( Directiva 2006/12/EC o la referencia local). Recoger todos los derrames.

### 14. INFORMACIÓN PARA TRANSPORTE

No hay requerimientos especiales para transportar estos productos.

El transporte y manejo de este producto está sujeto a las disposiciones y requerimientos establecidos en el NTE INEN 2266 2.010 Transporte, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos. Requisitos.

Puede requerirse información adicional para materiales de exportación.

### 15. INFORMACIÓN REGULATORIA

Información de etiqueta: **PRECAUCIÓN:** no remover o quitar esta etiqueta. Protéjase usted y a los demás. Lea y entienda esta información. El choque eléctrico puede causar la muerte. Mantenga su cabeza fuera del vapor. Los rayos y el vapor del arco pueden afectar a otros en su lugar de trabajo. Cumpla con las practicas y procedimientos de seguridad de su empleador; proteja a los demás.

No hay amenazas en relación a electrodos en su forma de entrega:

Amenazas relacionadas con el vapor: para EC 1272/2008:

H351, H 332, H302, H413

Amenazas para 1999/45/EC: R40, R 20, R22

Hoja de datos de seguridad disponible tras solicitud a [www.linde.com](http://www.linde.com).

Información LOCAL requerida. Referencia a documentos regulatorios locales relevantes, notas de instrucción, estándares y especificaciones sobre salud y seguridad en soldadura.

RU: H&SE documento EH 40 "Límites de Exposición Ocupacional" documentos EH 54/55 "Evaluación y control de procesos de soldadura", HSE Circular 668/29.

USA: OSHA documento 29CRT 1910 "Estándares de seguridad y salud" Estándar Americano Z49.1 (2005) "Seguridad en soldadura y corte".

Directiva 2006/12/EC "Desperdicio".

AUS: NOHSC documento 1003 "Estándares de exposición para contaminantes atmosféricos en el ambiente ocupacional".

### 16. OTRA INFORMACIÓN

El cliente debe proveer esta Hoja de Datos de Seguridad a cualquier persona involucrada en el uso de materiales o su distribución. El Grupo Linde requiere a los usuarios (o distribuidores) de este producto leer cuidadosamente esta Hoja de Datos de Seguridad antes de usar los materiales.

Requiere información LOCAL. Referencia a otras publicaciones relevantes.

Estándar Británico BS EN 169:1992 "Requisitos de filtros para protección visual personal para soldadura de arco".

Frases H para vapor para EC 1272/2008:

H351 – Sospechoso de causar cáncer

H332- Perjudicial si es inhalado / toxicidad aguda 4

H302- Perjudicial si es ingerido / toxicidad aguda 4

H413- Puede causar efectos perjudiciales a largo plazo para la vida acuática / crónico acuático 4

Frases P para EC1272/2008: P261, P271, P280, P283, P284

Versión: 17

Fecha de aprobación: 18-01-2010



**Frases R para Dir 1999/45/EC: R 20/R22/R40/R53**

La información en esta Hoja de Datos de Seguridad solo se relaciona a materiales específicos designados y puede no ser válido para dicho material utilizado en combinación con cualquier otro material o en cualquier proceso.

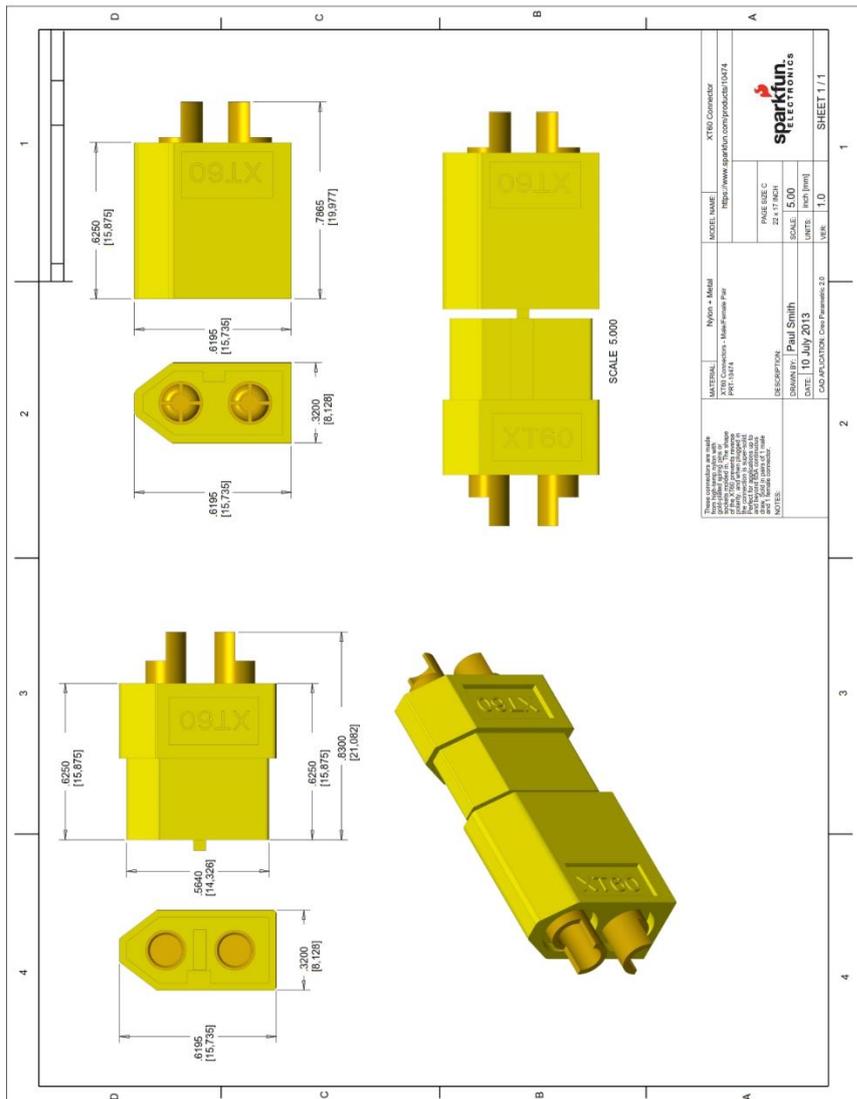
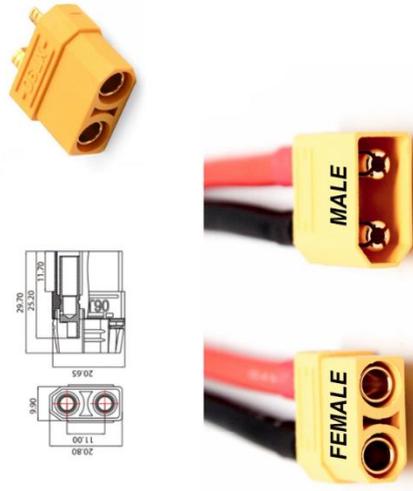
La información se da en buena fe y se basa en la más reciente información disponible para el Grupo Linde y es, para el conocimiento y consideración del Grupo Linde, acertada y confiable en el momento de su preparación. Sin embargo, ninguna representación o garantía se hace sobre la veracidad, confiabilidad y complejidad de la información, y El Grupo Linde no asume ninguna responsabilidad y negará cualquier responsabilidad incurrida al utilizar esta información.

El producto es suministrado con la condición de que el usuario acepta la responsabilidad de satisfacerse a sí mismo con respecto a la aptitud y complejidad de dicha información para su propio uso particular. No se deben asumir libertades de derechos.

# ANEXO D

## DATOS TÉCNICOS DEL CONECTOR XT60

**XT90 WITH HOUSING - FEMALE CONNECTOR**



**ANEXO E**  
**MANUAL DE INSTRUCCIONES ACTUALIZADO JETCAT P80SE**



**Instruction manual**

---

***JetCat P80SE***



Ing. Büro CAT  
M.Zipperer GmbH  
Etzenbach 16  
79129 Staufen  
  
Tel.: 07636-78030  
Fax: 07636-7208  
Internet: [www.cat-ing.de](http://www.cat-ing.de)

## Table of contents

	Page
Introduction.....	3
Safety Precautions .....	4
The Checklist.....	5
Before Running the Turbine.....	5
After Stopping the Turbine .....	5
Electrical connection diagramm (1/2).....	6
Electrical connection diagramm (2/2).....	7
Power Supply.....	8
Charging the Battery .....	8
Glow Plug.....	8
Fuel / Fuel Care .....	9
Fuel System .....	9
Hopper Tank .....	9
Fuel System Connection Diagram A.....	10
Fuel System Connection Diagram B.....	11
Fuel System Connection Diagram C (with Hoppertank).....	12
Fuelpump adjustment .....	13
Starting Gas Diagram .....	14
Filling the Starting Gas Tank: .....	15
Mounting the Turbine .....	16
Suggested turbine installation.....	16
Connections at the Turbine.....	17
The LED I/O Board.....	18
Aligning the ECU to your R/C System.....	19
Manual Mode.....	22
Turbine Starting / Running.....	23
Turbine Stopping / Cool Down.....	24
Manual Off.....	24
Auto Off.....	24
Automatic Cooling Process .....	24
Battery / Fuel Warning Function .....	25
Turbine Running States.....	25
Explanation of the Turbine States.....	25
Explanation for Turbine Shut Down.....	28
Ground Support Unit (GSU).....	29
GSU Control Panel Descriptions .....	29
GSU Switch Descriptions .....	30
GSU LED Descriptions .....	30
Menu Structure .....	31
Menu Selections .....	31
Selecting a Menu .....	31
Change Values / Items .....	31
The RUN Menu.....	32
The Min/Max Menu.....	32
The R/C Check Menu.....	32
The INFO Menu.....	33
The Statistic-Menu .....	34
The LIMITs Menu.....	34
Smoker valve.....	36
Connection diagram smokesystem .....	37
Troubleshooting.....	38
Maintenance.....	39
Parts List .....	40
Optional Accessories.....	40
<i>Airspeed Sensor</i> .....	41

## Introduction

Welcome to the Jet Age of model aircraft! **CAT** is pleased to sell, support and service the **JetCAT engine** turbine engine and greatly appreciates your purchase. We hope the **JetCAT engine** brings you many days of pleasurable flying.

Obviously, model turbine aviation - despite all the apparent fun involved - is serious business. The **JetCAT engine** has undergone extensive testing and redesign, in order to ensure it is a safe and reliable model engine; however, it is **not** a recommended power source for the average model builder. It requires a good background in model flying and a working understanding of the principles of turbine engines, along with a disciplined commitment to correct and safe operation, in accordance with these instructions.

To begin, read this manual thoroughly. Develop an overall impression of the engine and its operating procedures, measuring equipment and accessories. Study the material step-by-step and ascertain how to install, operate and maintain your turbine engine. If you are unsure about anything, re-read it again.

**DO NOT OPERATE THE *JetCAT engine* BEFORE YOU HAVE READ THE MANUAL AND FULLY UNDERSTAND EVERY PROCEDURAL DETAIL**

Should you still have doubts or questions, do not hesitate to contact **CAT** for further assistance.

Once you are accustomed to handling the **JetCAT engine**, you will observe that it is a very reliable engine. Some experienced operators have expressed their belief that it handles better than many piston engines. However, always remember this is a **REAL JET ENGINE**, requiring knowledge, discipline and maintenance.

In order to learn more about the development of the model turbine engine and understand its function, we highly recommend reading ***Gas Turbine Engines for Model Aircraft*** by Kurt Schreckling and ***Model Jet Engines*** by Thomas Kamps. These books are available through:

Traplet Publications

Traplet House

Severn Drive

Upton upon Severn, Worcestershire

United Kingdom WR8 0JL

ISBN 0 9510589 1 6

ISBN 0 9510589 9 1

## Safety Precautions

If other persons or animals are present while operating the **JetCAT engine**, **ALWAYS ENFORCE THE PROPER MINIMUM SAFE DISTANCES FROM THE TURBINE!**

The recommended minimum safe distances are:

<b>In front of the turbine</b>	<b>= 15 feet</b>
<b>On the side of the turbine</b>	<b>= 25 feet</b>
<b>Behind the turbine</b>	<b>= 15 feet</b>

In case of a mishap, fire extinguishers should be on hand at all times. **CAT** recommends the CO<sub>2</sub> variety. Powdered extinguishers will contaminate the precision components, upsetting the integrity of the turbine.

To avoid hearing damage, always use hearing protection when you are near a running turbine engine!

When the turbine is running, never place your hands closer than six inches into the area of the intake. An **extreme** suction - which can grasp a hand, fingers or other objects in a flash - prevails in this area. Be aware of this source of danger, always!

Prevent foreign materials from entering the intake or exhaust when working with the turbine. Before operation, make sure there are no loose parts or debris near the turbine. Objects being sucked in can cause severe damage.

Always exercise caution around the hot parts of the turbine, to avoid burns. The outer case at the turbine stage and nozzle reaches 450-500° (Celsius), while the exhaust gas may exceed 720 ° C.

Assure that the fuel is mixed with approximately 5% synthetic oil. Use only synthetic turbine oils available at local airport fuel suppliers or from **CAT**.

Never run the turbine in a closed room, or an area near any kind of flammable matter. Do not fly turbine-powered aircraft near flammable materials, nor in forested tracts or areas experiencing drought or dryness. Obey all forest fire regulations and warnings by refraining from operating the **JetCAT engine** in restricted fire zones. Never operate model turbine jet aircraft in or around residential or heavily populated areas.

After running the turbine, briefly point the nose upward to assure that there is no fuel left in the engine.

Installation of unauthorized parts from another manufacturing source may also result in engine failure. Do not introduce engine or electronic components other than those delivered by **CAT**, unless you are willing to risk destroying your turbine! **CAT**' parts are designed and engineered specifically for the **JetCAT engine**. Accept no substitutes, unless you are prepared to sacrifice your aircraft.

**Warning:**

A flying model with a turbine can reach higher flight speeds than ducted fan-powered models, because the turbine's thrust degrades less with higher flight speeds. With attainable flight speeds of over 250 MPH, you can quickly run out if flying room. There is also a danger of developing control surface flutter or mechanical overload, causing the model to fail in flight. When piloting a turbine powered aircraft, one must properly control the throttle. Full power should be used for takeoff or vertical maneuvers and a reduced setting for level or descending flight. To restrict the maximum flight speed, an optional airspeed sensor is available.

**The Checklist*****Before Running the Turbine***

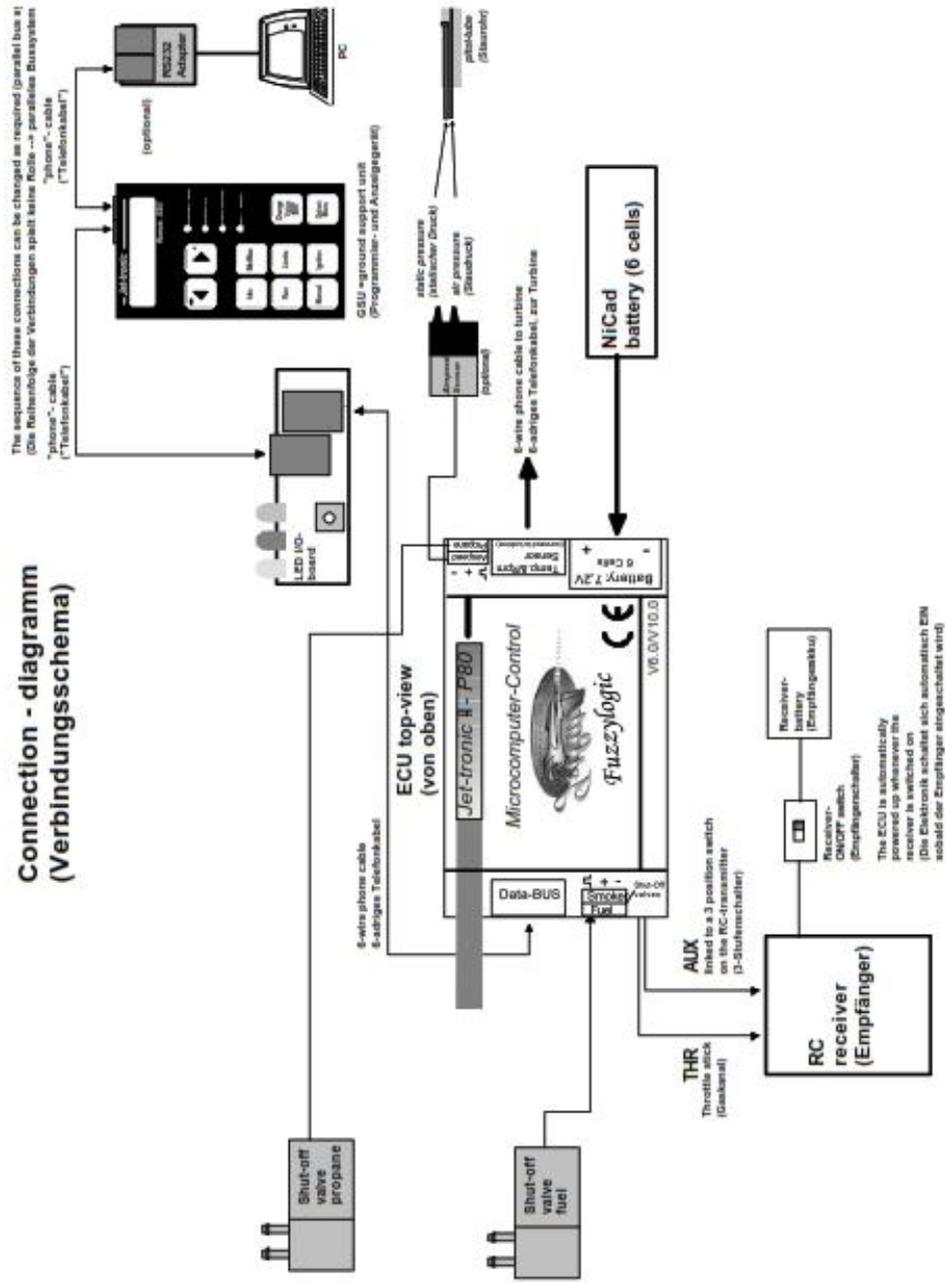
- ?? Charge ECU Battery
- ?? Prepare fire extinguisher
- ?? Check fuel lines and filter. Make sure they are clean with no restrictions
- ?? Check that the fuel tank vent is unobstructed
- ?? Mix 5 % oil in fuel (i.e.: 1 quart per 5 gallons of kerosene)
- ?? Fill fuel tank(s). Make sure the main and header tanks are full
- ?? Be certain the starting gas release valve is closed, before filling the starting gas tank
- ?? Turn on receiver switch
- ?? Place the model with nose into the wind
- ?? Activate brakes and start turbine

***After Stopping the Turbine***

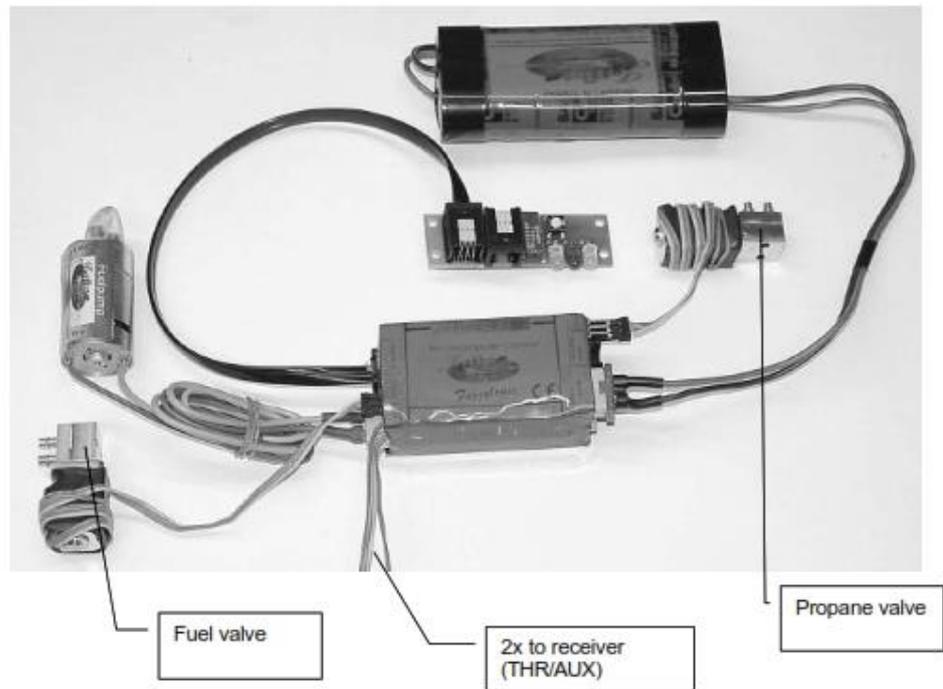
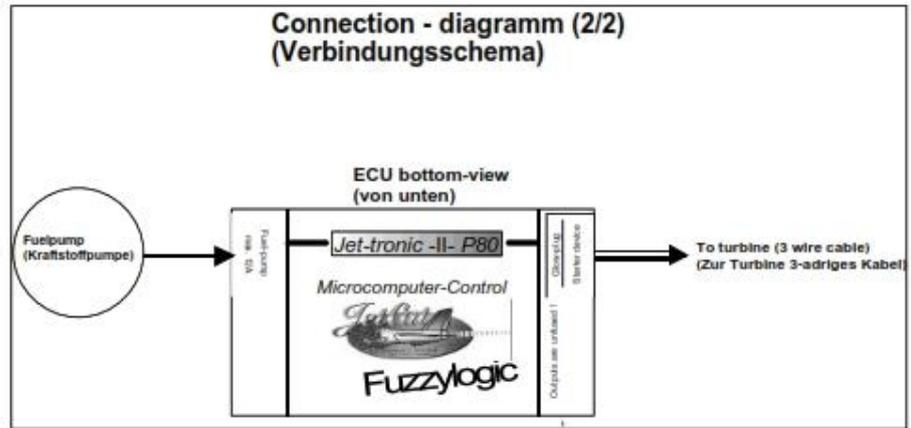
- ?? Turn model into the wind. Activate brakes and stop turbine
- ?? After the cooling process (approximately two minutes), turn off receiver switch
- ?? After each flying session, open starting gas release valve, to empty the tank, before storing the model. This should be executed in a safe area

# Electrical connection diagram (1/2)

## Connection - diagramm (Verbindungsschema)

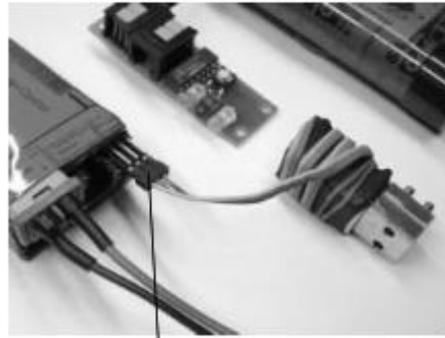


## Electrical connection diagramm (2/2)





Fuelvalve to be connected on lower output



Propane valve (below AirSpeed input)

### **Power Supply**

Power for all electrical components of the turbine (starter / glow plug / ECU / fuel pump / fuel and gas valves) are supplied by the six-cell, 1250 mah ECU battery. The amount of battery capacity used per flight is approximately 300-400 mah. This includes starting and cool down. The ECU NiCad battery **must** be recharged after three (3) flights! **CAT** recommends recharging after every flight, making it a routine that is not overlooked. The battery should be cycled periodically, to prevent NiCad memory problems that lower the battery's capacity.

### **Charging the Battery**

Do not charge the battery, with a quick charger using negative discharge pulses, when connected to the ECU. This will destroy the electronics of the ECU. The only recommended method is to disconnect the battery from the ECU and charge it directly. If you are absolutely sure that this is not the case with your charger, the battery can be charged using an Y cable.

### **Glow Plug**

A modified, conventional (hot range, non-idle bar) glow plug (Rossi #3) is appropriate. The glow plug is installed on the turbine without a washer. Do not over-tighten or you may damage the threaded bushing. Light torque is fine; there is no vibration to loosen it. The glow plug is modified, so that two turns of the element extend beyond the bottom of the plug. With a pin, pull out two turns of the element. Make sure the plug glows brightly red. The limits menu features an adjustment for glow plug voltage, if needed. This adjustment is described later.

## **Fuel / Fuel Care**

The **JetCAT** can use deodorized kerosene, 1-K kerosene or Jet-A1 for fuel. Fuel must be mixed with 5% synthetic turbine oil.

**Example formula:** 1 quart of oil in 5 gallons of fuel.

Oil brands like Aeroshell 500 or Exxon 2380 are suitable.

## **Fuel System**

The input and output fuel tubing must be connected to the electronic shut-off valve as per the drawing. The fuel in is towards the heat shrink tubing covered coil. The fuel out is towards the edge of the valve. **It will not shut off if connected incorrectly!**

If a header tank is used, the clunk is placed in the main tank. Otherwise, place the clunk in the last tank before the fuel valve. **Do not use a felt clunk.**

When installing the fuel lines on components with nipples, slightly warm the tubing before connecting. This will soften the tube, making it easier to install. When installing tubing on a metal tube, secure the tubing by placing a tie-wrap around the connection. To remove tubing from nipples, you must cut the tubing off. Be careful not to damage the nipple when cutting off tubing. To insert tubing into Festo quick release fittings, use firm pressure until you feel the tube snap in. To release, press in on the front ring, while pulling the tubing out.

**ALWAYS** use a gasoline-compatible stopper. Silicon stoppers swell and leak.

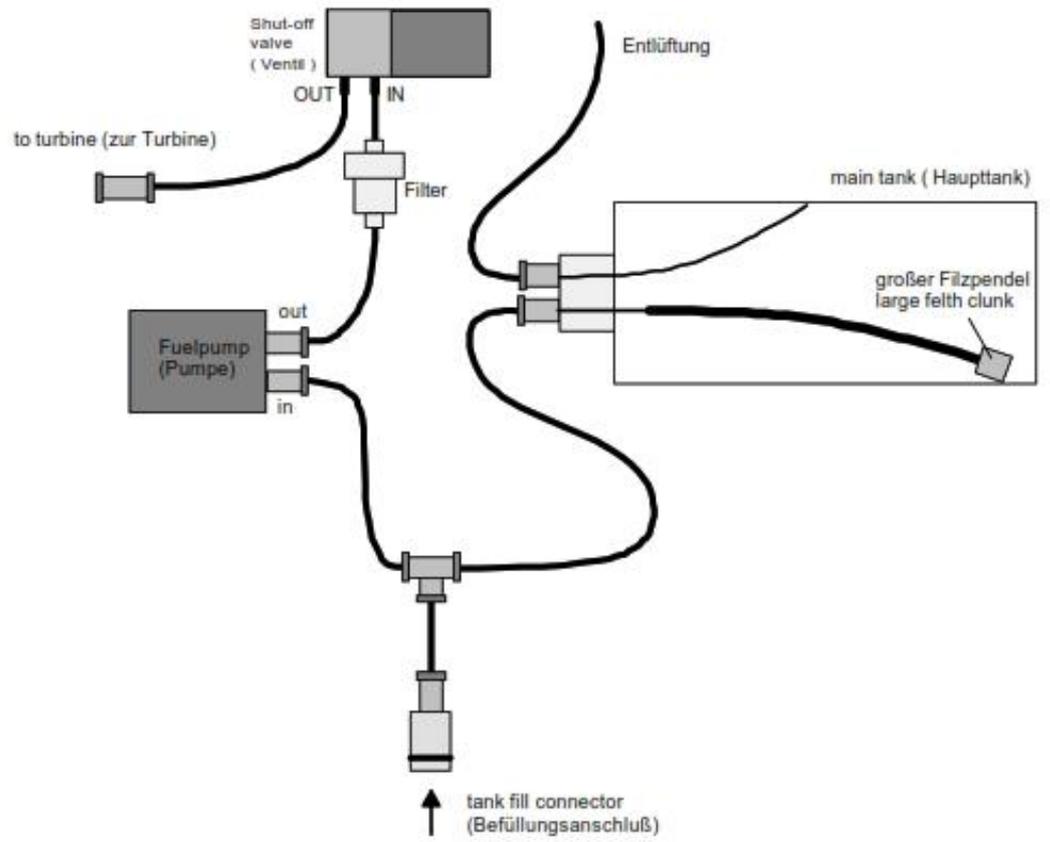
Check your fuel filters every ten (10) flights. You may be surprised how rapidly they can clog up! The filter is installed with the **O-ring located toward the fuel shut-off valve.**

When running the engine at full power, check the fuel line from the pump to the engine. If there is a large quantity of air bubbles flowing with the fuel, there is probably a restriction in the fuel system or an air leak in a fitting.

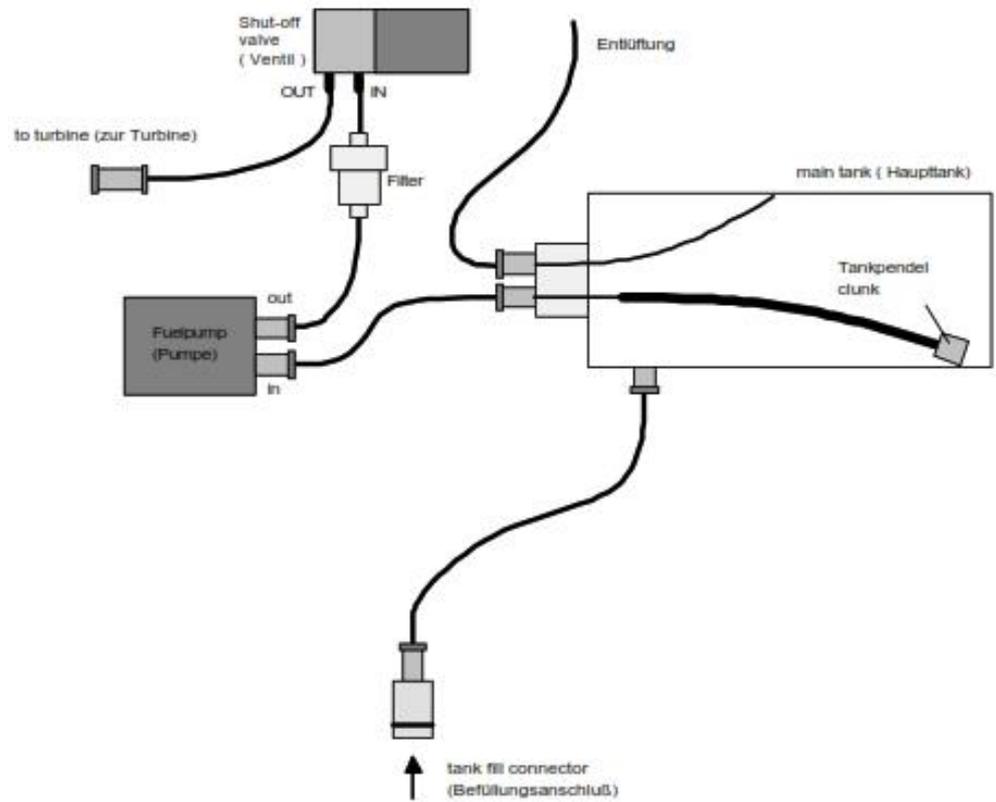
## **Hopper Tank**

A hopper tank is recommended, between the main fuel tank and the engine. Using a hopper tank lessens the possibility of air bubbles in the fuel system, thus reducing the risk of a flameout. The hopper tank should accommodate approximately four (4) ounces and the fuel pickup should be a brass tube, positioned in the center of the tank. Do not use a clunk.

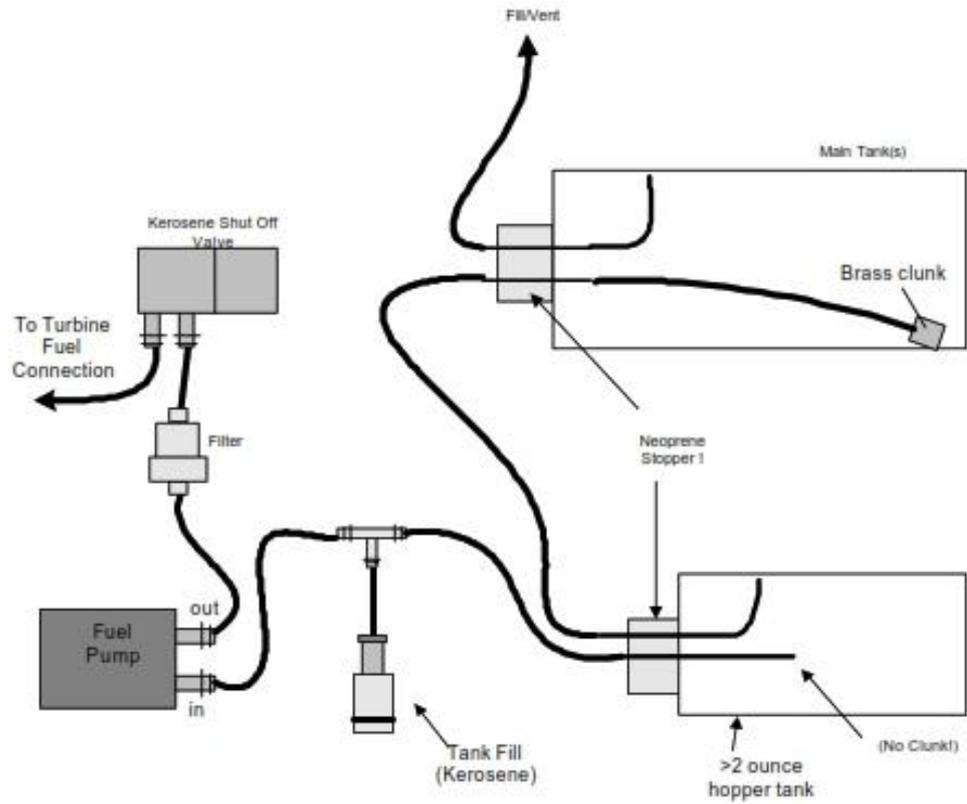
**Fuel System Connection Diagram A**



### Fuel System Connection Diagram B



**Fuel System Connection Diagram C (with Hoppertank)**



Note: All tubing 4mm

## **Fuel pump adjustment**

After the turbine has ignited on propane, the turbine is further accelerated by the starter motor. At approx. 5000 1/min the fuel pump is automatically started at minimum power by the ECU. Beginning from this first pump start voltage, the fuel flow is then slowly increased by increasing the pump voltage.

The initial pump voltage with which the pump is supplied immediately after ignition has been factory adjusted. After exchange of the fuel pump or after several turbine runs (pump has "runned in" < pump is turning more easy < pump is delivering too much fuel at startup < long flames behind the turbine exhaust) it might be necessary to readjust the pump start voltage.

For adjustment of the pump start voltage, the ECU incorporates a special adjustment function which can be accessed as follows:

1. Interrupt fuel supply to the turbine. If the fuel supply to the turbine is not disconnected/interrupted the turbine can be "filled" with fuel during the following adjustment procedure !!! < Danger of a "Hot Start"
2. Switch off ECU and plug in GSU (RC transmitter is not being used)
3. Press and hold the key „Change Value/Item“ on the GSU and switch on the ECU
4. Release the „Change Value/Item“ when the display of the GSU shows the following:

```
Pump start volt.  
Uaccelr1:
```

The pump start voltage can now be tested by pressing the „RUN“ button.  
To increase the pump start voltage by one increment press the "Min/Max" button.  
To decrease the pump start voltage by one increment press the "Info" button.

The pump start voltage should now be adjusted in such a manner, that the pump just securely starts to turn, and that the fuel is delivered in a thin fuel stream (a little bit more than just dropping out of the tubing). To test this, press the "Run" button several times to check that the pump starts securely running on different pump rotor positions.

Normal values for the pump start voltage are between 0.1 and 0,25V (default: 0,2Volt)

### **Important:**

At the end of the adjustment procedure press the "Manual" button to store the new setting and resume to normal operation.

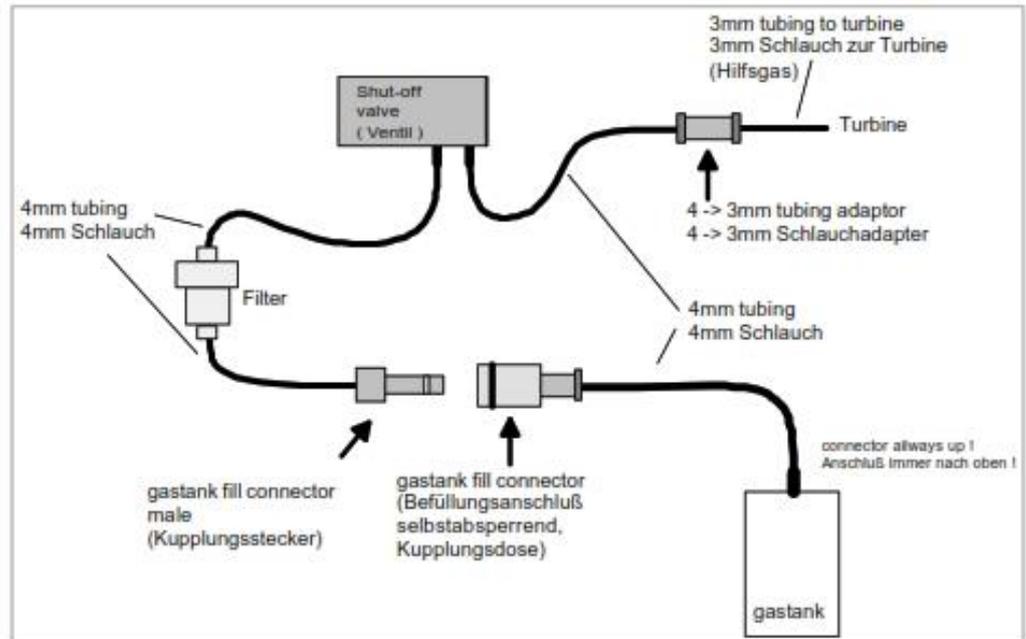
Pump start voltage is adjusted too low:

If the pump start voltage is adjusted too low it can happen, that the pump is not starting to turn because of a too low supply voltage ( < the red "pump running LED is illuminated but the pump is not turning). This can result in that the turbine after ignition on propane runs a unusual long time on propane not picking up RPM as no fuel is delivered. If this time is too long (>10sec.) the ECU will terminate the start and show the Error message „AccTimOut“ or „Acc. Slow“ (=acceleration too slow).

Pump start voltage is adjusted too high:

If the pump start voltage is adjusted too high the turbine is supplied with too much fuel at start up which then can result in heavy flames behind the turbine at start up ( < turbine RPM too low compared to fuel supplied)

## Starting Gas Diagram



### Important:

The input and output starting gas tubing must be connected to the electronic shut-off valve as per the drawing. The gas in is towards the heat shrink tubing covered coil. The gas out is towards the edge of the valve. **It will not shut off if connected incorrectly!**

The starting gas tank can be mounted vertically or horizontally. Whether the tank is mounted upright or on its side, the offset nipple must always be towards the top. This will limit the amount of liquid propane entering the turbine during startup. After every flying session, open the release valve to empty the tank, before storing the model. Perform this procedure in a safe area.

The propane filter is installed just before the starting gas valve.

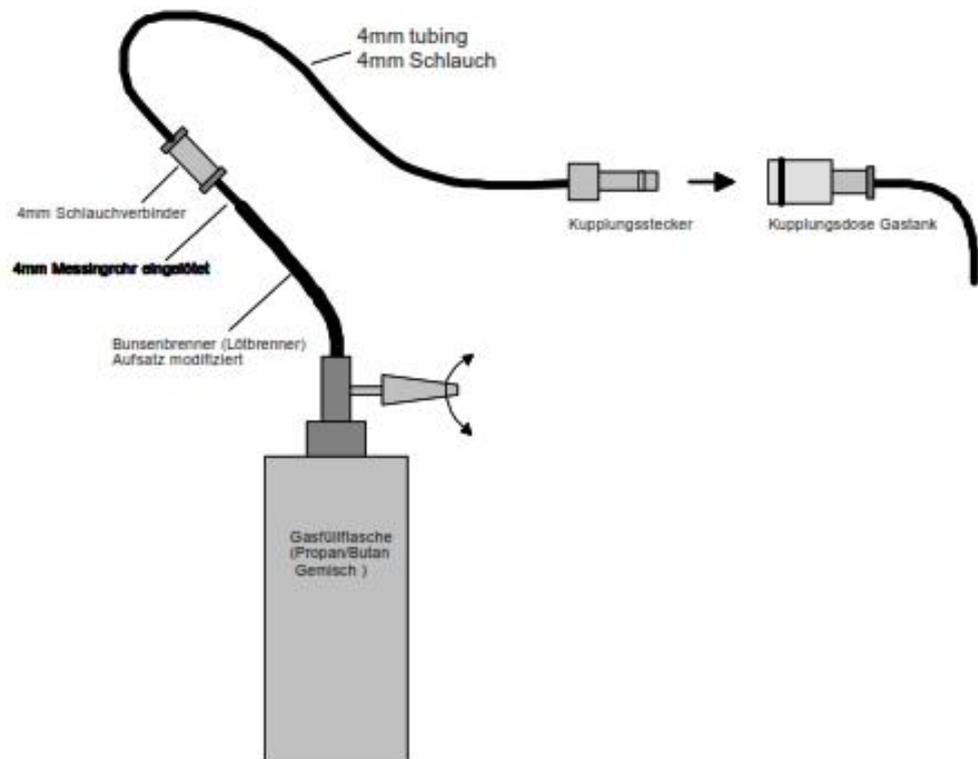
If you are using the engine in a bypass, and it produces a bang when the starting gas ignites, or if it is too rich and not igniting immediately, you must limit the amount of starting gas flowing to the turbine. This is accomplished by changing the **Gas Flow** percentage to a lower value in the **Limits** menu. Start by lowering it in 10% increments until it smoothly ignites. This should be adjusted with a full tank of gas each time. Watch the exhaust gas temperature each time you make an adjustment. The turbine will over heat if the amount of starting gas is too low. When a good adjustment is achieved, it should work unless there is a broad change in outside temperature.

### Filling the Starting Gas Tank:

Only use a propane/butane mix for starting gas. **CAT** recommends **Coleman POWERMAX** fuel (or a mix of propane butane 60/40%). **POWERMAX** is available at sporting goods stores or from **CAT**. Use the 10.6-ounce size.

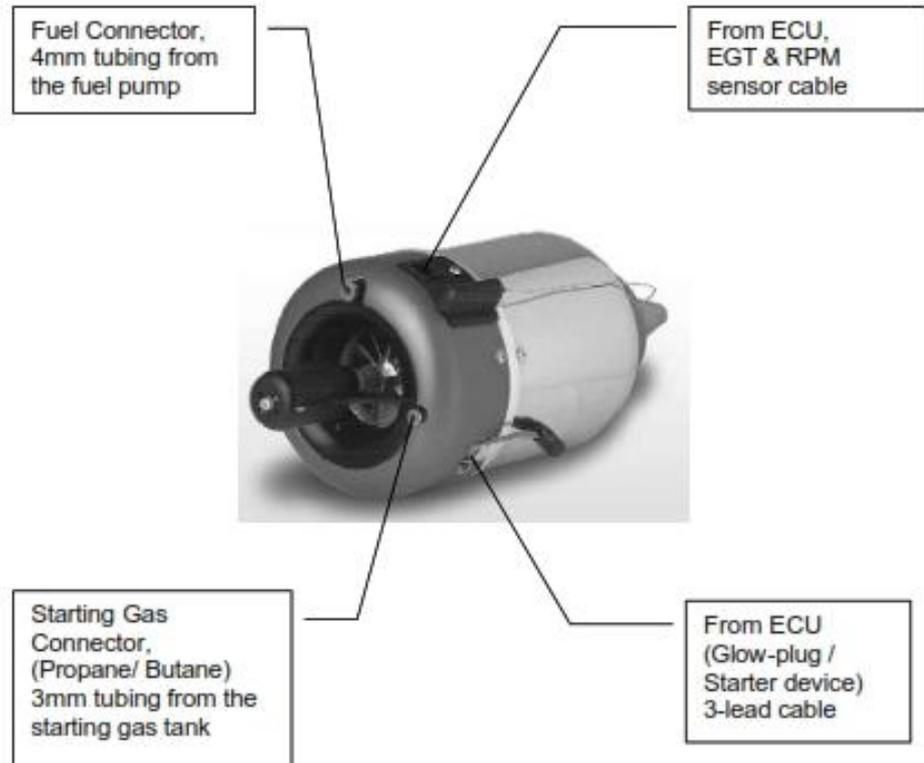
**Do not use 100% propane** from torch refill bottles. The pressure is too high and will cause the tubing to rupture.

To fill the tank, connect the fill connector of the gas refill bottle to the selfshutting connector starting gas tank in the model. Put the **POWERMAX** fuel can upside down, then open the valve at the refill bottle (≠ liquid gas is flowing into the starting gas tank) Verify that the fluid is flowing into the tubing. Continue filling, until the fluid slows or stops. Just before the liquid stops flowing put the refill bottle back to the upright position. Although several starts are attainable with a full tank, **CAT** recommends refilling before every flight, establishing a routine that is not overlooked.





## Connections at the Turbine



## The LED I/O Board

The LED I/O (Input/Output) board is a connection point for the data bus and a display for the current status of the ECU. The board should be mounted with the LED's visible and the data bus connector accessible for GSU plug-ins. The connector facing opposite of the LED's is attached to the ECU. The LED I/O board also features a pushbutton switch function - to learn your R/C system (when powered up), or for entering the MANUAL mode (when power is already on). These procedures are described later.

### Illustration 1:

Explanation of the Lights on the LED I/O board. These LED indicators are identical to the **GSU** LED's (excluding the red "ignition on").

Color	Name	LED On	LED Blinks
Yellow	<b>Standby</b>	Starter Motor engaged	Manual Mode is active
Red	<b>Pump Running</b>	Fuel pump is on	Glow Plug is defective
Green	<b>OK / Reset...</b>	Turbine running: throttle control active	1. If the turbine is running, the EGT is exceeding the maximum temperature. 2. If the turbine is off, <b>SlowDown</b> mode active

### Special function:

If the yellow **Standby/Manual** and green **OK** LED's blink simultaneously, the battery is low and must be recharged.

## Aligning the ECU to your R/C System

Before the Jet-Tronic ECU can be used for the first time, throttle stick and auxiliary control positions must first be programmed.

To accomplish this, complete the following steps:

1. Connect the two ECU servo cables to the receiver. The "THR" cable connects to the throttle channel and the "AUX" cable must be connected to a channel capable of three (3) positions. Make certain that all other connections are made in accordance with the **Electrical Connection Diagram**.
2. Inspect the transmitter programming, to ensure that dual rates and exponential functions are disabled, travel is set at 100% and sub trim is set at zero for both channels.
3. While pressing the "Select Menu" button on the GSU, switch on the receiver.

### *Helpful hint:*

Instead of the **Select Menu** button on the GSU, the small switch on the LED I/O board may be pressed instead. This button can also be used to advance through the "learn R/C" sequence (described below). This feature is useful when the GSU is not available. Keep in mind that the LED's on the I/O board are the same as the GSU for "Standby/Manual", "Pump running" and "OK".

Release **Select Menu** only after the three LED's display the following blink sequence:

<b>LED</b>	<b>Blink Sequence</b>
Standby/Man. Yellow	↙ ↙ ↙ ↙ ↙ ↙
Pump running Red	↙↙ ↙↙ ↙↙ ↙↙ ↙↙ ↙↙
OK	Green ↙ ↙ ↙ ↙ ↙ ↙ ....

The GSU display will simultaneously read:

Release key to:  
- learn RC -

4. This procedure enables a system mode, whereby the stick positions can be learned by the ECU. When **Select Menu** is released, only the green **OK** LED should illuminate.

The GSU display will read:

Set Throttle  
to minimum:

↙ Alternate "Off" position

5. Now the ECU can memorize the positions of the throttle and AUX channels. First, place the throttle stick and throttle trim to low. Next, press **Select Menu** or the LED I/O board switch, again. This will store the R/C system's pulse width for immediate shutdown of the turbine. The green **OK** LED will turn off and the red **Pump running** LED will illuminate. This indicates that the shutdown data has been set correctly.

The GSU display will read:

Throttle Trim  
to maximum:

⚡ Throttle channel "Idle" position

6. Advance the throttle trim lever to maximum. Press **Select Menu** or the LED I/O board switch again, to store the R/C system's pulse width for the turbine idle position. The red **Pump running** LED will turn off and the yellow **Standby/Manual** LED will illuminate. This indicates that the turbine idle data has been set correctly.

The GSU display will read:

Set Throttle  
to maximum:

⚡ Throttle channel "Full Power" position

7. Advance the throttle stick to maximum. Press **Select Menu** or the LED I/O board switch again, to store the R/C system's pulse width for the turbine full power position. The yellow **Standby/Manual** LED will turn off and the green **OK** LED will illuminate again, indicating that the turbine full power data has been set correctly. This completes the learn mode for throttle and initiates the learn mode for the three-position AUX channel.

The GSU display will now read:

Set AuxChan.  
to MINIMUM:

⚡ AUX channel minimum "Off" position.

8. Move the AUX channel to the minimum position for **Off** and press **Select Menu** or the LED I/O board switch again, to store the R/C system's pulse width for immediate shutdown of the turbine. The green **OK** LED will turn off and the red **Pump running** LED will illuminate. This indicates that turbine shutdown data has been set correctly.

The GSU display will read:

Set AuxChan.  
to CENTER:

⚡ AUX channel middle "Start/Standby" position

9. Set the AUX channel to the middle position for **Start/Standby** and press **Select Menu** or the LED I/O board switch again, to store the R/C system's pulse width for the turbine to start and run. The red **Pump running** LED will turn off and the yellow **Standby/Manual** LED will illuminate. This indicates that the turbine start/standby data has been set correctly.

The GSU display will read:

Set AuxChan.  
to MAXIMUM:

⚡ AUX channel maximum "Auto-Off" position

10. Place the AUX channel on the maximum position for **Auto-Off** and press **Select Menu** or the LED I/O board switch, to store the R/C system's pulse width for a normal shut-off of the engine. The yellow **Standby/Manual** LED will turn off and the ECU will now permanently store the data. This indicates that the "learn R/C" procedure is completed and the ECU now retains the pre-set stick position values. Repeating this procedure is only necessary when the R/C system is changed or adjusted.

## Manual Mode

During normal ECU function, the operator has no direct control of the fuel pump or fuel shutoff valve. To prime the fuel pump and fuel lines (or for fuel pump test purposes), it is necessary to open the fuel shutoff valve and run the fuel pump manually. For this purpose, the ECU has a special feature that opens the fuel valve and acts as a speed control for running the pump.

### **Extremely Important:**

Manual mode allows the fuel pump to operate without the turbine running. However, if the fuel feed line is not removed from the turbine during this procedure, it will become flooded with fuel. When this occurs, the next turbine start can become highly combustible!

**Before activating the manual mode, ALWAYS remove the fuel feed line connected to the turbine.**

To activate manual mode, the AUX switch must be **Off** and the throttle stick and trim to their minimum positions. All LED's will be off. Manual mode can now be activated by pressing the GSU **MANUAL** button or by pressing the small switch on the LED I/O board. When manual mode is active, the yellow **Standby/Manual** LED will blink and the fuel shutoff valve opens. Move the AUX switch to the **Start/Standby** (middle) position, and the throttle stick can then actively control the fuel pump. Returning the throttle stick to its idle position will stop the fuel pump.

In manual mode, by placing the AUX switch in the **Auto-Off** position, the throttle stick will work as an on/off switch for the fuel pump. When the throttle stick is advanced from idle, the fuel pump will run at a steady pre-programmed speed – the minimum setting that will reliably run the pump. If the throttle stick is returned to idle, the pump will shut off. During startup, this speed is used to establish initial voltage for the fuel pump.

Manual mode may be disengaged by two separate methods:

- ?? Press the **MANUAL** button on the GSU or the LED I/O board switch, a second time.
- ?? By repositioning the AUX switch back to its **Off** setting.

The yellow **Standby/Manual** LED will stop blinking!

## Turbine Starting / Running

1. Prepare to start by completing the startup checklist (previously described on **page 5**).
2. Briefly hold the model upward, to ensure there is no residual fuel in the turbine.
3. Set the AUX switch to the **Off** position. All LED's will be off.
4. Move the throttle trim lever to idle (maximum) position.
5. Set the AUX switch to the **Start/Standby** (middle) position.
6. If the throttle stick is not at the idle position, the LED's will blink in a continuous sequence of yellow to red to green. Bring the throttle stick to the idle position, changing the LED blink sequence to green to red to yellow, continuously. The turbine is now ready to start!
7. Advance the throttle stick to its maximum setting and the turbine will start.
8. Once the turbine begins to accelerate, the throttle stick can be returned to idle position. As soon as the turbine stabilizes at idle speed, the green **OK** LED will illuminate, indicating that thrust control is now handed over to the pilot. The throttle stick must be in the idle position, for the green **OK** LED to illuminate.

When the throttle stick is set to the maximum position (Step 7 above), the ECU will begin a fully automatic starting sequence. This starting sequence can be immediately disengaged, by moving the AUX switch to the **Off** position.

After the start process is initiated, the following occurs:

1. The starting motor spins the turbine rotor up to approximately 2,500-3,500 RPM -then the starting motor is stopped.
2. Next, the glow plug is switched on and the starting gas valve opened.
3. The speed of the turbine begins to fall slowly, while ignition normally occurs during this period. Should ignition not occur, the starter will automatically make more attempts. If the turbine does not ignite, during a 30-second period of attempts, the process is aborted and the green **OK** LED will blink.
4. As soon as ignition occurs, the yellow **Standby/Manual** LED will illuminate and the starting motor is re-engaged to accelerate the turbine. At approximately 5000 RPM, the fuel pump switches on and the red **Pump running** LED illuminates.
5. Turbine speed will progressively increase until achieving stable speed. When the turbine speed surpasses the idle RPM value, the starter motor disengages and the yellow **Standby/Manual** LED goes out.
6. As the turbine approaches approximately 55,000 RPM, it will briefly stabilize, before automatically decelerating to idle RPM.
7. When the turbine attains idle speed and the throttle stick is placed at idle position, the green **OK** LED will illuminate, indicating that thrust control is now handed over to the pilot.

## Turbine Stopping / Cool Down

To shut off the turbine, there are two methods:

### Manual Off

#### ***Turbine immediately turns off!***

At anytime, the turbine can immediately be switched off manually by:

?? setting the three-position AUX switch to **Off**

OR

?? bringing the throttle stick to idle position, while bringing the throttle trim to its minimum position

### Auto Off

#### ***Turbine automatically turns off!***

This is the normal way of shutting down the turbine:

When the three-position AUX switch is moved to the **Auto-Off** position, the following happens:

The turbine automatically stabilizes at around 55,000 RPM, for approximately six (6) seconds, before shutting down. This allows the turbine to run at an optimal temperature, drawing in a large quantity of cool air through the turbine, as it shuts off. This automatic off function can be discontinued at any time, by returning the AUX switch back to the **Start/Standby** position, before the turbine shuts down.

### ***Automatic Cooling Process***

After the turbine spins down from **Auto Off** or **Manual Off**, the starter motor will periodically spin the turbine rotor, if the **Exhaust Gas Temperature** is above 100° C. This happens at regular intervals, for about one minute or longer.

#### **Extremely Important:**

In unsafe situations (e.g.: a model fire), the automatic cooling process may contribute dangerous, additional oxygen. To immediately discontinue the cooling process, bring the throttle stick to idle, throttle trim to the minimum position and the AUX switch to **Off**.

## Battery / Fuel Warning Function

The ECU has an optional function for low battery and fuel warning. This function is activated by the following conditions:

1. ECU battery is dangerously low (less than 1.1V/cell).
2. Calculated remaining fuel in tank is below a pre-programmed limit.

When the corresponding warning functions have been enabled in the Limits menu (see page 34), the following occurs:

If the throttle stick is set above 50% thrust, the turbine will idle for five (5) seconds, then return to the actual throttle stick position power for ten (10) seconds. Thereafter, the sequence is repeated.

This warning function can be interrupted for a 25-second period, by briefly bringing the throttle stick to idle and then back to the previous position. As long as the stick is below the 50% throttle level, the warning function will be interrupted. When the throttle stick is set above the 50% level, it returns to the warning function sequence.

## Turbine Running States

The **JetCAT engine** progresses through several operating states, from ignition to the cool down process. The transitions of these states are automatically controlled by the ECU and by user commands. The current value is always displayed on the GSU, under the **STATE** selection in the **RUN** menu.

### *Explanation of the Turbine States*

Table 1

Value	Explanation
<b>-OFF-</b>	AUX switch in the <b>Off</b> position and/or the throttle trim in the <b>Off</b> position. All LEDs are off. Turbine is off (preventing starting).
<b>Stby/START</b>	AUX switch positioned to the <b>Start/Standby</b> position, throttle trim at maximum and throttle stick at idle. The LED chase sequence is started from green to red to yellow, continuously. When throttle stick is advanced to the maximum position, the starter motor engages to spin the rotor. When RPM reaches a pre-programmed value, the starter motor's voltage is removed and the turbine is ready to <b>ignite</b> .

<b>Ignite...</b>	<p>Glow plug is switched on and the starting gas valve is opened. The GSU's red <b>Ignition</b> LED is illuminated when the glow plug switches on.</p> <p>The ECU now pauses until ignition occurs and will remain in this condition until at least one of the following criteria is met:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>?? The measured EGT exceeds a pre-programmed value</li> <li>?? The measured EGT rises faster than a pre-programmed time</li> </ul> <p>If one of these conditions exists, turbine proceeds to the next operant condition (<b>AccelrDly</b>).</p> <p>If the <b>turbine</b> doesn't ignite after several attempts (within the pre-programmed time), the ignition state is discontinued and the turbine will shift to the <b>SlowDown</b> state.</p>
<b>AccelrDly</b>	<p>Voltage for the starter motor is re-engaged. Fuel valve opens and the fuel pump will run at a steady minimum voltage (a level where the pump just begins to operate), for approximately two (2) seconds. During this state, the turbine operating system purges air from the pump and fuel lines, while warming the combustion chamber in preparation for acceleration. Glow plug turns off.</p> <p>The red <b>Pump running</b> LED turns on and will stay illuminated as long as the pump operates.</p>
<b>Acceler.</b>	<p>In this condition, the fuel pump and starter motor voltages ramp up to accelerate the turbine to idle. The yellow <b>Standby/Manual</b> LED will illuminate during this period. Starting gas is shut off.</p> <p>Under normal circumstances, the turbine will ascend to idle RPM. The starter motor then disengages and the yellow <b>Standby/Manual</b> LED turns off. Here, the turbine progresses to the next state (<b>Stabilize</b>).</p> <p>During the following error conditions, the acceleration is discontinued and a jump to the <b>SlowDown</b> state occurs:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>?? Turbine does not reach idle RPM after a pre-programmed period of time</li> <li>?? The change in turbine speed is less than a pre-programmed amount, during a 0.1 second interval</li> </ul>
<b>Stabilize</b>	<p>Turbine successfully accelerates to the idle RPM, then automatically increases speed to about 55,000 RPM. When this speed is maintained consistently for at least one second, the turbine will proceed to the next state (<b>LearnLO</b>).</p>
<b>LearnLO</b>	<p>In this state, the turbine automatically decreases RPM to the idle speed. As soon as idle speed is attained, with the throttle stick in the idle position, the turbine will proceed to the next state (<b>RUN (reg.)</b>).</p>

<b>RUN (reg.)</b>	<p>Turbine in the normal running state; the throttle stick will regulate turbine thrust.</p> <p>During this operant condition, the green <b>OK</b> LED will illuminate, indicating that pilot has control.</p> <p><b>RUN (reg.)</b> continues, until the turbine is switched off.</p>
<b>AutoOff</b>	<p>The AUX switch placed in the <b>AutoOff</b> position.</p> <p>Turbine automatically adjusts to 55,000 RPM and remains at that RPM for approximately six (6) seconds, before transition to the next state (<b>SlowDown</b>).</p>
<b>SlowDown</b>	<p>During this state, the fuel shut-off valve is closed and the fuel pump is stopped.</p> <p>The green <b>OK</b> LED blinks, indicating <b>SlowDown</b></p> <p>This condition will continue, until all of the following parameters are met:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>?? Turbine speed less than 800 RPM</li> <li>?? EGT is less than 100 degrees C.</li> <li>?? The AUX switch is moved to the <b>Off</b> position and throttle trim is moved to the minimum position</li> </ul> <p>Once these conditions are met, turbine proceeds to <b>Off</b>.</p>
<b>Manual</b>	<p>ECU in manual mode, with yellow <b>Standby/Manual</b> LED blinking.</p> <p>The fuel valve is opened and the throttle stick controls the fuel pump. (See page 22 for details).</p>
<b>SpeedCtrl</b>	<p>Speed Control mode – only active when the air speed sensor is connected.</p> <p>Regulates model flight speed.</p>

### **Explanation for Turbine Shut Down**

In the run menu, state selection, are the following explanations for the last shut down condition of the turbine.

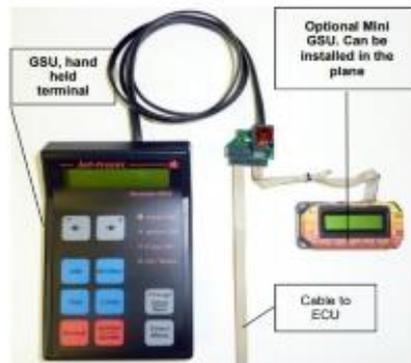
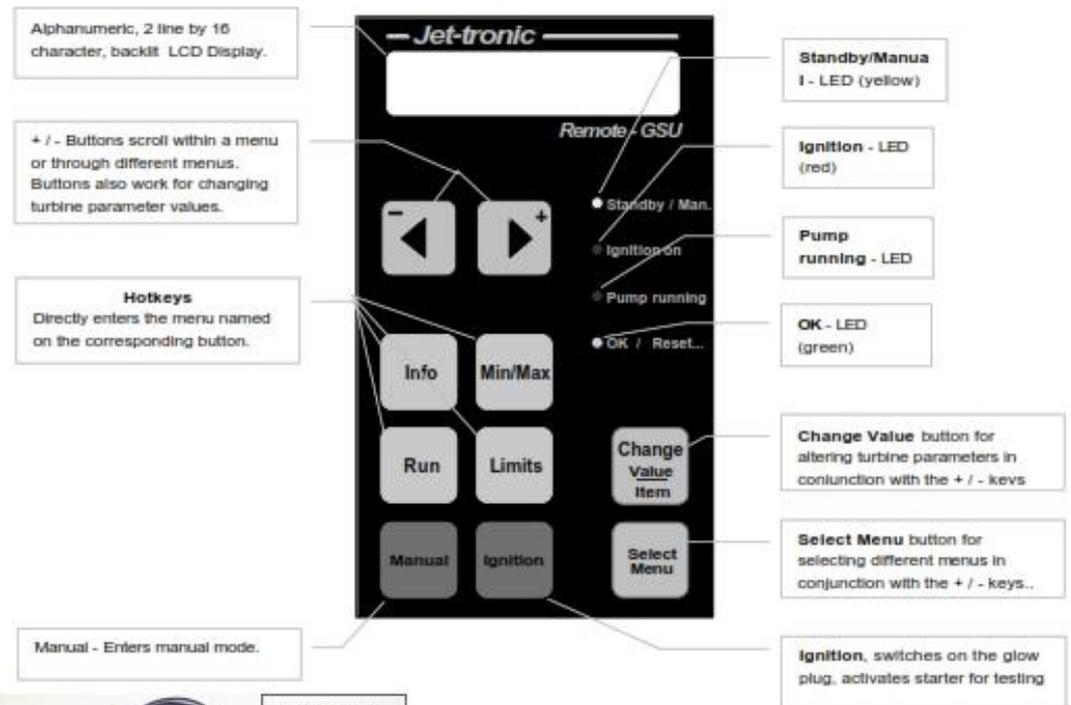
<b>Value</b>	<b>Explanation</b>
<b>Manual</b>	AUX switched to <b>Off</b> position or throttle stick and throttle trim moved to the minimum position.
<b>OverTemp</b>	Turbine running over temperature.
<b>IgnTimOut</b>	Turbine did not ignite within programmed time interval.
<b>AccTimOut</b>	Turbine achieved ignition, but did not accelerate within programmed time interval.
<b>Acc. Slow</b>	Turbine achieved ignition, but acceleration was less than the programmed value, during startup.
<b>Over-RPM</b>	Turbine exceeded the maximum RPM, by 5%.
<b>Low-RPM</b>	Turbine running under the minimum RPM, by 10%. Usually triggered by a flame out.
<b>BattryLow</b>	Battery pack dead. Cell voltage is < 1.0V.
<b>HiTempOff</b>	EGT exceeded the maximum range (~950 °C).
<b>Auto-Off</b>	Turbine shut down via the <b>AutoOff</b> sequence, using the AUX channel.
<b>LowTemp</b>	EGT dropped below the minimum value. A dislodged EGT sensor can trigger this shut down.
<b>GlowPlug!</b>	Defective glow plug.

## Ground Support Unit (GSU)

The GSU serves as a terminal for displaying and programming turbine parameters. It may be connected or disconnected at any time. The real time nature of the ECU allows the operator to adjust the turbine's parameters, even when the turbine is running.



### GSU Control Panel Descriptions



### Interconnections

- Connect the fuel pump cable to either connector on the fuel pump and the ECU.
- Connect the Power/Data cable to the turbine and ECU.
- Connect the Flat cable to the LED I/O board and ECU.
- Connect a fully charged battery to the ECU. To charge the battery, refer to the **Power** section of this manual.

### GSU Switch Descriptions

<b>Button</b>	<b>Meaning</b>
<b>Info</b>	Directly displays the <b>Info</b> menu (Hotkey).
<b>Run</b>	Directly displays the <b>Run</b> menu (Hotkey).
<b>Limits</b>	Directly displays the <b>Limits</b> menu (Hotkey).
<b>Min/Max</b>	Directly displays the <b>Min/Max</b> menu (Hotkey).
<b>Select Menu</b>	When the <b>Select Menu</b> button is pressed and held, the <b>+ / -</b> buttons are used to select another menu. When a desired menu is reached, release the <b>Select Menu</b> button, and your selection becomes the currently displayed menu.
<b>Change Value/Item</b>	When the <b>Change Value/Item</b> button is pressed and held, the <b>+ / -</b> buttons are used to change the indicated value. If the value is admissible to change, a small arrow appears in the display before the value. If the indicated value cannot be changed (e.g.: current RPM or temperature), the display will indicate that the "Value/Item cannot be changed".

### GSU LED Descriptions

<b>Color</b>	<b>Name</b>	<b>LED On</b>	<b>LED Blinks</b>
Yellow	<b>Standby/Man.</b>	Starter Motor engaged	Manual Mode is active
Red	<b>Ignition On</b>	Glow Plug is on	---
Red	<b>Pump Running</b>	Fuel pump is on	Glow Plug is defective
Green	<b>OK / Reset...</b>	Turbine running: throttle control active	1. If the turbine is running, the EGT is exceeding the maximum temperature. 2. If the turbine is off, <b>SlowDown</b> mode active

#### Special function:

If the yellow **Standby/Manual** and green **OK** LED's blink simultaneously, the battery is low and must be recharged.

## Menu Structure

All similar data and running parameters are grouped in separate menus. Menus can be displayed and their values modified (where accessible), by using the GSU.

### *Menu Selections*

- ?? Run menu
- ?? MIN/MAX menu
- ?? RC-Check menu
- ?? Info menu
- ?? STATISTICS menu
- ?? Limits menu

### **Selecting a Menu**

The corresponding buttons (hot keys) can directly select the "Run", "Info", "MIN/MAX", or "Limits" menus. An alternate method is to press and hold the **Select Menu** button and use the **+ / -** buttons for selecting. **Note:** this method is the only access to all menus.

### **Change Values / Items**

In order to change an indicated value, press and hold the **Change Value/Item** button while using the **+ / -** buttons to alter its value. An arrow ( ? ) will appear in front of the value, if it can be changed.

### ***The RUN Menu***

As soon as the ECU is switched on, the **Run** menu is displayed.

In the lower display line, the actual turbine RPM is indicated.

In the upper display line, the following selections can be monitored. Use the + / - buttons alone for selecting the different parameters.

<b>Value</b>	<b>Explanation</b>
<b>Temp.</b>	Current EGT (Exhaust Gas Temperature). The units, °C or °F can be selected in the LIMITs menu.
<b>OffCnd</b> <b>SetRpm</b>	Last Off command (reason for shut down). See table on page 28.
<b>State</b>	Current turbine state.
<b>U-Pump</b>	Current pump voltage.

### ***The Min/Max Menu***

The Min/Max menu is used primarily for diagnostics purposes. All of the following variables may be sampled manually by pressing the **Change Value/Item** button on the GSU.

<b>Value</b>	<b>Explanation</b>
<b>Upump-Max</b> <b>Upump-Min</b>	Maximum pump voltage. Minimum pump voltage.
<b>MaxTemp</b> <b>MinTemp</b>	Maximum EGT. Minimum EGT.
<b>MaxRpm</b> <b>MinRpm</b>	Maximum turbine RPM. Minimum turbine RPM.

### ***The R/C Check Menu***

All parameters in this menu are for informational purposes only and will vary in accordance with R/C input.

<b>Value</b>	<b>Explanation</b>
<b>Throttle%</b> <b>StickPulse</b>	Position of the throttle stick (by percentage, 0-100%). Position units of the throttle stick.
<b>AuxInp%</b> <b>AuxPulse</b>	Position of the 3-position AUX channel (by percentage, 0-100%). Position units of the AUX channel.
<b>Aux.Position</b>	Position of the AUX channel control (0= <b>Off</b> ; 1= <b>Start/Standby</b> ; 2= <b>AutoOff</b> ).

### The INFO Menu

Info menu displays the following information:

Value	Explanation
<b>Rest Fuel</b>	Remaining fuel in tank. Tank size can be entered using the <b>LIMITs</b> menu. Value is reset every time the ECU is switched on (or can be reset manually by pressing the <b>Change Value/Item</b> button on the GSU).
<b>Fuel Flow ml/min</b>	Actual fuel consumption in ml/min.
<b>BattCnd</b>	<p>The condition of the battery is indicated in the upper line:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>--OK--</b></li> <li>2. <b>!WEAK!</b></li> <li>3. <b>--EMPTY--</b></li> </ol> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. If the battery voltage is 1.1V/Cell or higher "<b>--OK--</b>" will be displayed.</li> <li>2. If the battery voltage drops under 1.1V/Cell, the display will read "<b>!WEAK!</b>". Red <b>Standby/Manual</b> and green <b>OK</b> LED's will blink simultaneously (at a rate of twice per second). Starting the turbine is not possible, until the battery is recharged. If the turbine is already running and the battery warning function is enabled, the warning function will be activated.</li> <li>3. If the battery voltage drops under 1.0V/Cell "<b>--EMPTY--</b>" is displayed. Starting the turbine is not possible until the battery is recharged. If the turbine is running, it will be immediately shut off, to avoid a malfunction of the ECU.</li> </ol>
<b>Ubattery</b>	Current voltage of the battery. Displayed on bottom line.
<b>Last Run Time</b>	Last turbine run time.
<b>Last Fuel Count</b>	Quantity of fuel consumed, during the last turbine run.
<b>Last-Off PmpVolt</b>	Volts applied to the pump when it was switched off.
<b>Last Off RPM</b>	RPM of the turbine, when it was switched off.
<b>Last Off TEMP</b>	Temperature of the turbine, when it was switched off.
<b>Last Off Cond</b>	Last stored Off condition.

### **The Statistic-Menu**

Menu parameters are for informational purposes only and cannot be changed.

<b>Value</b>	<b>Explanation</b>
<b>Totl Run-Time</b>	Total turbine running time (excluding startups).
<b>Runs-OK</b>	Number of successful turbine runs, without errors.
<b>Runs aborted</b>	Number of turbine shut downs, caused by the ECU's safety system.
<b>Ignitions OK</b>	Number of successful ignitions.
<b>Ignitions failed</b>	Number of failed ignitions.
<b>Starts failed</b>	Number of failed starts.

### **The LIMITs Menu**

The LIMITs menu allows the operator to adjust the following parameters of the turbine, within the allowable values, according to the performance requirements of a particular model.

<b>Value</b>	<b>Explanation</b>
<b>Minimum RPM</b>	Turbine idle speed Default = 35000
<b>Maximum RPM</b>	Turbine maximum speed Default = 117000
<b>LowBat Warning</b>	Battery warning function, Enabled/Disabled Default = Enabled (ON)
<b>Fueltank size</b>	Actual capacity of the fuel tank in ml Default = 1500 ml
<b>LowFuel Limit</b>	Remaining fuel in the tank when the fuel warning function activates Default = 250 ml
<b>Fuel checking</b>	Fuel warning function, Enabled/Disabled Default = Disabled (OFF)
<b>GlowPlug Power</b>	Glow plug voltage, The glow plug will glow with the selected voltage when the <b>Change Value/Item</b> button is pressed. Default = 2.1V
<b>Gas Flow</b>	Sets the amount of starting gas that will flow when the turbine is started. The range is from 10 to 100% adjustable in 10% increments. Default = 100%
<b>MinRPM SpdCtrl</b>	Turbine RPM low Limit value in cruise control mode. In airspeed control mode, the turbine RPM will not be set below this limit value. This allows a faster reaction time of the airspeed control loop, if this value is set higher than the idle RPM (@ 50000-60000 RPMs are reasonable values)

LIMITs Menu, continued

<b>AUX Channel Function</b>	<b>Remark</b>	<b>AUX-teaching carried out</b>	<b>Airspeed Control</b>
NOT USED	AUX has no function at all	No	Limiter function remains active
ON, TrbCtrl ON	AUX switch controls: - Turbine (OFF/RUN/AutoOff) - Airspeed control - Smoker valve (if enabled)	Yes	Normal function
ON, TrbCtrl OFF	AUX switch only controls: - Airspeed control - Smoker valve (if enabled)	Yes	Normal function

<b>Smoker Ctrl</b>	<b>Remark</b>	<b>Function</b>	<b>Test Function</b>
DISABLED	Smoker Valve not used, always closed		---
Open if AuxSw=0	Smoker Valve is opened if: (Turbine is running or Mode is in manual) and AUX_Position = 0	Valve opens if AUX is set to the OFF position  AUX-Channel Option must be set to Enabled	The function of smoker valve can be tested (toggle AUX Switch on RC transmitter) if the Manual mode is activated and the Manual button is kept pressed upon activation
Open if AuxSw=2	Smoker Valve is opened if: (Turbine is running or Mode is in manual) and AUX_Position = 2	Valve opens is AUX is set to Auto-Off position  AUX-Channel Option must be set to Enabled	The function of smoker valve can be tested (toggle AUX Switch on RC transmitter) if the Manual mode is activated and the Manual button is kept pressed upon activation

### Smoker valve

The ECU can directly control a smoker valve for injection of smoke fluid (e.g. diesel oil) in the exhaust blast.

The smoker valve is of the same type as used for the fuel shut off .(Order No.:61106-00).

The function of the smoker valve can be defined in the "Limits menu"  
(Parameter: „SmokerValve Ctrl")

The possible option for the parameter „SmokerValve Ctrl" are:

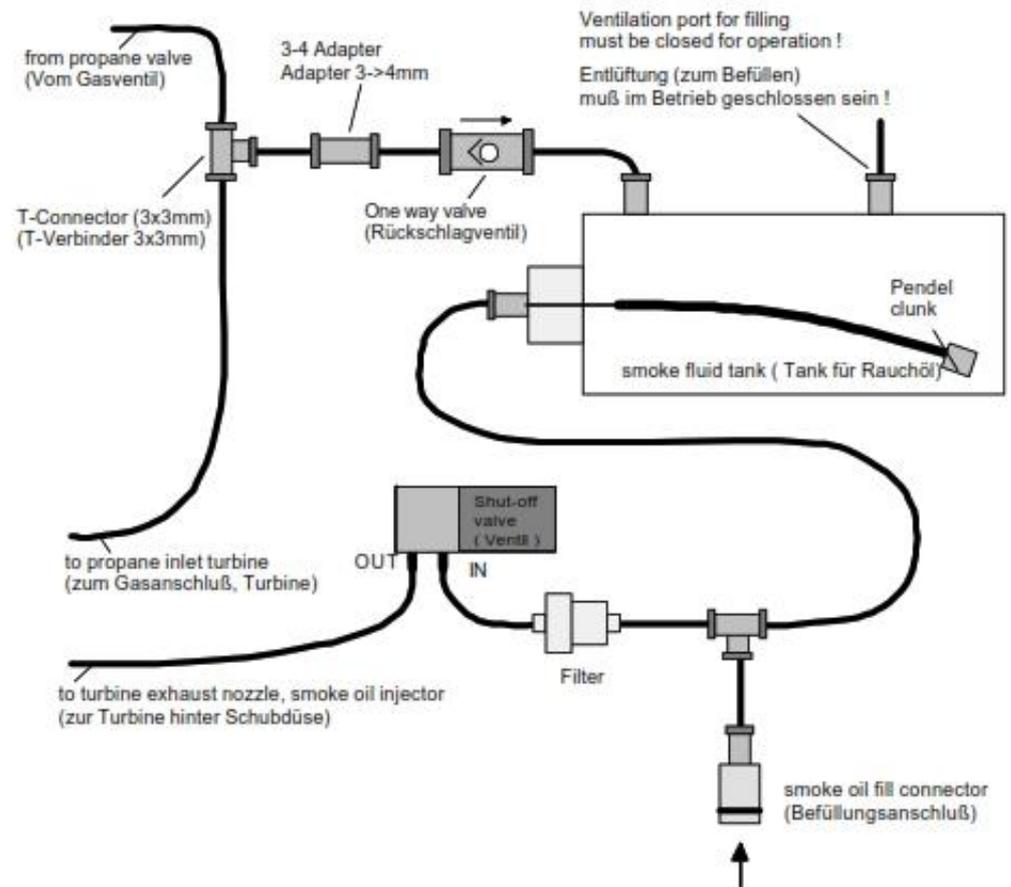
<b>Option</b>	<b>Description</b>
DISABLED	The smoker valve is not used, $\neq$ valve is always closed !
Open if AuxSw=0 (*)	Smoker-valve is opened if the AUX-Switch (3-Pos. switch) is brought into the <b>lower</b> position ("OFF"-Position) <u>and</u> the turbine is running.  To be able to use this function it is necessary, that the AUX-channel is activated, this is the parameter „AUX-channel func" (see below) must not be adjusted to „NOT USED".
Open if AuxSw=2 (*)	Smoker-valve is opened if the AUX-Switch (3-Pos. switch) is brought into the <b>upper</b> position ("AUTO-OFF"-Position) <u>and</u> the turbine is running.  To be able to use this function it is necessary, that the AUX-channel is activated, this is the parameter „AUX-channel func" (see below) must not be adjusted to „NOT USED".

(\*) The function of the smoker valve can be tested at stand still of the turbine as follows:

Set the Throttle stick to idle and Throttle trim to OFF (otherwise you risk that the fuel pump is started in the next step) for additional safety disconnect the fuel feed to the turbine.

Then press and hold the "Manual" button on the GSU ( $\neq$  yellow LED is now flashing).  
With the AUX switch on the RC-transmitter the smoker valve can now be controlled as defined above.

### Connection diagram smokesystem



## Troubleshooting

Most frequent errors. Cause and remedy:

Problem	Cause	Remedy
<b>Turbine doesn't ignite</b>	Starting gas system has a leak or bad connection.  Starting gas pressure is low. May be caused by insufficient quantity of gas or low outside temperatures.  Glow plug is not glowing bright enough.  Glow plug defective or glow plug element not sufficiently extracted.	Check starting gas system for leaks and poor connections.  Fill starting gas tank; fly in warmer conditions (e.g. Southern California)  Adjust glow plug voltage. Glow plug must be bright red!  Replace defective glow plug. Glow plug element must be extracted by at least 1/8 inch (two coils)! See page 8.
<b>Starting process fails</b>	Turbine is still too warm; Cool Down not yet completed.  Low battery or faulty connection.  Glow plug defective (red <b>Pump running</b> LED blinks).  Three-conductor cable for starter motor and glow plug disconnected.	Wait until <b>SlowDown</b> sequence is finished. The green OK LED will stop blinking.  Charge battery. Check ECU's battery connection.  Replace defective glow plug.  Check cable. Check for proper connection from ECU to the turbine.
<b>ECU doesn't follow full commands from the throttle stick</b>	Programming alteration in R/C transmitter	Check alignment with RC-Check menu. Re-align ECU to the R/C system. See page 19.

<b>Turbine ignites, but the start process is discontinued.</b>	Air in fuel feed lines.  Fuel pump not running.  Starting gas tank nearly empty.	Air leaks in fuel system. Examine all Festo fittings, nipples, clunk, filter, etc. Check for fuel filter clogs.  Test the pump in manual mode (as soon as the red <b>Pump running</b> LED illuminates, the fuel pump must run!). See page 22.  Fill starting gas tank.
<b>Starter unit slips, makes noise.</b>	Dust and oil sediment on the compressor nut and O-ring.	Clean O-ring and compressor nut periodically, with cotton swab and solvent.
<b>GSU shows Reset: press key P120</b>	Engine has 25 hours of flight	Return to CAT for the proper engine overhaul.
<b>EGT giving erratic temperature readings.</b>	Transmitter antenna too close to the model.	Keep the antenna away from the model. It may cause false readings.

## Maintenance

Occasionally, the starting unit clutch may slip or not grip properly, the result of dust and oil sediment on the compressor nut. The O-ring and compressor nut should be cleaned periodically, with a cotton swab and solvent. When the turbine is not running, the starter may be tested by pressing the **IGNITION** button on the GSU.

Check your fuel filters every ten (10) flights.

Each **JetCAT** has a prescribed maintenance interval. After approximately 25 hours, the engine should be returned to **CAT** (along with the ECU and fuel pump), for service. The total running time of the turbine can be accessed and monitored through the **STATISTIC** menu.

## ***Airspeed Sensor***



The optional *Airspeed Sensor* consists of a pitot tube and a precision, differential pressure sensor. By sampling the ambient air temperature, the current flight speed of the model is calculated by the ECU, from the measured difference in static versus dynamic pressure.

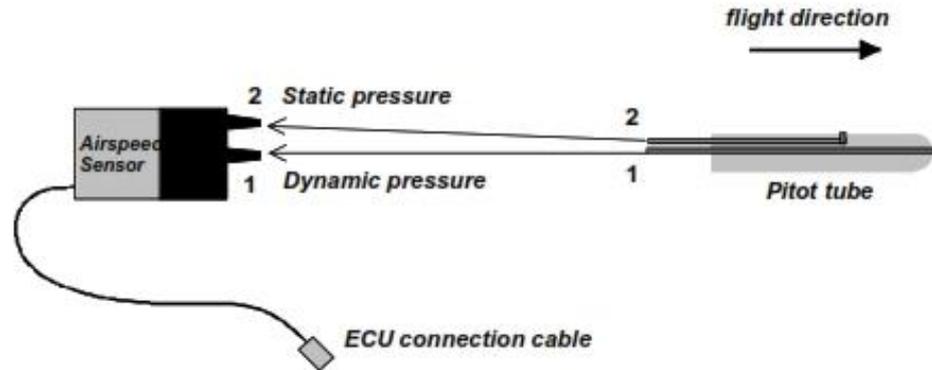
When the ECU is used without the *Airspeed Sensor*, it is set in **thrust control** (normal) mode. In this mode, the throttle stick directly alters turbine thrust.

When the *Airspeed Sensor* is plugged into the ECU, it automatically establishes **speed control** mode. In **speed control** mode, the turbine thrust is automatically controlled – to keep the model at a predetermined speed and/or to limit the model's maximum speed.

**Speed control** mode features several functions:

- ?? measurement and storage of maximum and average flight speeds
- ?? automatic restriction of maximum flight speed
- ?? maintenance of current flight speed (fixed "**Cruise Control**")
- ?? regulation of flight speed, analogous to throttle stick position (adjustable "**Cruise Control**")

Connection diagram for the Airspeed Sensor:



Connect the air lines from the pitot tube to the airspeed sensor, using the 1/16<sup>th</sup> inch ID vinyl tubing provided.

- 1 = Dynamic pressure input
- 2 = Static pressure input

**Note:** Tubing length and/or cross sectional area has no influence on measurement precision

Connect the *Airspeed Sensor* cable to the appropriate socket, where indicated on the ECU (see: engine diagram in the Operation Manual). The orange wire is aligned to the pulse symbol. Once the *Airspeed Sensor* is connected, the ECU controls additional functions:

- ?? under the **Run** menu, measurement of current air speed ("**Airspeed**") and desired flight speed ("**SetSpeed**"), can be displayed
- ?? under the **Min/Max** menu, the measured maximum speed ("**MaxAirSpd**") and the average flight speed ("**AvgAirSpd**"), can be displayed
- ?? under the **Limits** menu, speed limits and the parameters of speed regulation can be predetermined

**Limits** menu parameters assigned to the *Airspeed Sensor*:

Parameter	Explanation
MAX LIMITAIRSPD	Maximum allowed flight speed of the model, in km/h. If this speed is achieved, turbine thrust is automatically reduced – to keep the model from exceeding the maximum limit. This safety option is always active, despite the position of the <b>AUX</b> switch.
Max.AirSpeed	Maximum flight speed value, in km/h, for the <b>Cruise Control</b> mode. This value corresponds to the speed at the maximum throttle stick position.
Min.AirSpeed	Minimum flight speed value, in km/h, for the <b>Cruise Control</b> mode. This value corresponds to the speed at the minimum throttle stick position.
SpeedRegVal-I	Regulator speed, which sets the reaction time of the PID servo loop – much like a sensitivity control in a gyroscope system. <b>Default value = 2</b> Increase this value, to increase reaction sensitivity.
SpeedRegVal-P	Regulator coefficient (proportional) <b>Default &gt; 500</b> Under normal circumstances, does not require alteration.
SpeedRegVal-D	Regulator coefficient (differential)

	<b>Default = 0</b> Under normal circumstances, does not require alteration.
SPDCTRL SW0 ACT	With the <i>Airspeed Sensor</i> connected to the ECU – by moving the <b>AUX</b> switch to the <b>Off (SW0)</b> position, while maintaining a model air speed > 40km/h, the following options are available: <b>Hold-Speed</b> = momentarily sustains the current flight speed <b>DISABLED/NONE</b> = no function, <b>thrust control</b> remains active <b>Turbine OFF</b> = turbine will immediately shut off <b>LrnSpeed Lo/Hi</b> = learn minimum or maximum flight speeds <b>Lrn Speed Lo</b> = learn minimum flight speed <b>Lrn Speed Hi</b> = learn maximum flight speed
SPDCTRL SW2 ACT	With the <i>Airspeed Sensor</i> connected to the ECU – by moving the <b>AUX</b> switch to the <b>AutoOff (SW2)</b> position, while maintaining a model air speed > 40km/h, the following options are available: <b>Hold-Speed</b> = momentarily sustains the current flight speed <b>DISABLED/NONE</b> = no function, <b>thrust control</b> remains active <b>LIN-Speed Ctrl</b> = linear <b>Cruise Control</b> <b>3-StepSpdCtrl</b> = three speed <b>Cruise Control</b>

Explanation of the speed regulator options:

If the *Airspeed Sensor* is **NOT** connected – the standard functions of the **AUX** switch are assigned as follows:

Standard assignments of the **AUX** switch:

- ?? **Position SW0** = **Off**, turns the turbine off, immediately
- ?? **Position SW1** = **Start/Standby**, normal **thrust control**
- ?? **Position SW2** = **AutoOff**, normal shutdown method

With the *Airspeed Sensor* connected to the ECU, the **AUX** switch positions **SW0** and **SW2** include the expanded functions that are covered in the above parameters table. These expanded assignments are only valid when the model is airborne (with a flight speed > 40 km/h), otherwise the standard functions remain active.

As long as the **AUX** switch is maintained in the center position, the ECU continues functioning in **thrust control** mode and turbine thrust can only be determined by the throttle stick position.

Available options:

<b>Option</b>	<b>Description</b>
Hold-Speed	Maintains the current flight speed. Flight speed is measured at the time the <b>AUX</b> switch is placed in the <b>SW0</b> position. This action establishes the ECU in <b>speed control</b> mode (i.e.: the model maintains the flight speed measured at the time the mode is activated, despite the throttle stick position). This mode remains active until the <b>AUX</b> switch is returned to the <b>SW1</b> position.  <b>WARNING:</b> When the <b>AUX</b> switch is set in the <b>SW0</b> position, the model must be flying faster than 40 km/h, otherwise the turbine will shut off.
DISABLED/NONE	No function. <b>Thrust control</b> mode remains active.
Turbine OFF	Immediately shuts down turbine. Normal <b>thrust control</b> mode remains active.
LmSpeed Lo/Hi	Learns the current flight speed. If the throttle stick is set at less than half throttle and the <b>AUX</b> switch is momentarily placed in the <b>SW0</b> position, the current flight speed is assigned and recorded as the Min.AirSpeed parameter. If the throttle stick is set at greater than half throttle and the <b>AUX</b> switch is momentarily placed in the <b>SW0</b> position, the current flight speed is assigned and recorded as the Max.AirSpeed parameter. By momentarily activating the <b>AUX</b> switch, this option makes it possible to store a particular slow or fast model speed, while in flight. These values then become the parameters for the <b>Cruise Control</b> mode, plus the operator can also display the values in the <b>limits</b> menu, after landing.  <b>WARNING:</b> When the <b>AUX</b> switch is set in the <b>SW0</b> position, the model must be flying faster than 40 km/h, otherwise the turbine will shut off.

Lrn Speed Lo	<p>Learns the slow flight speed.</p> <p>If the <b>AUX</b> switch is momentarily placed in the <b>SW0</b> position, the current flight speed is assigned and recorded as the Min.AirSpeed parameter.</p> <p><b>WARNING:</b> When the <b>AUX</b> switch is set in the <b>SW0</b> position, the model must be flying faster than 40 km/h, otherwise the turbine will shut off.</p>
Lrn Speed Hi	<p>Learn the fast flight speed.</p> <p>If the <b>AUX</b> switch is momentarily placed in the <b>SW0</b> position, the current flight speed is assigned and recorded as the Max.AirSpeed parameter.</p> <p><b>WARNING:</b> When the <b>AUX</b> switch is set in the <b>SW0</b> position, the model must be flying faster than 40 km/h, otherwise the turbine will shut off.</p>
LIN-Speed Ctrl	<p><b>Cruise Control</b> mode, with linear speed regulation to the throttle stick position.</p> <p>Flight speed is controlled between the values of the "Min AirSpeed" (throttle stick in the minimum position) and "Max AirSpeed" (throttle stick in the maximum position).</p>
3-StepSpdCtrl	<p><b>Cruise Control</b> mode, featuring three different speeds.</p> <p>Flight speed can be set to three predetermined speeds, between the values of "Min AirSpeed" (throttle stick in the minimum position) and "Max AirSpeed" (throttle stick in the maximum position).</p> <p>Speed 1: "Min AirSpeed" <math>\leq</math> throttle stick in the minimum to 1/3<sup>rd</sup> position  Speed 2: ("Min AirSpeed" + "Max AirSpeed") / 2 <math>\leq</math> throttle stick in the 1/3<sup>rd</sup> to 2/3<sup>rd</sup> position  Speed 3: "Max AirSpeed" <math>\leq</math> throttle stick in the 2/3<sup>rd</sup> to maximum position</p>

**Reminder:**

The turbine can be immediately switched off, any time the throttle stick and the throttle trim are brought to their minimum positions.

If **Hold-Speed** or **Cruise Control** modes are activated, while the model is flying over 40 km/h -- and should the model then slow down, to a speed less than 40 km/h -- **Hold-Speed** or **Cruise Control** will remain active. The turbine will NOT shut off, unless the **AUX** switch is moved back to the **SW1** position and then returned to **Hold-Speed** or **Cruise Control** position.

**WARNING:**

Make sure the *Airspeed Sensor* is working, before using features that require a minimum flight speed to operate. If the system is not operating properly, you may inadvertently shut off your engine, in flight. To verify that the *Airspeed Sensor* is functioning, apply a little air pressure and note the change in "**Airspeed**" on the **run** menu display.

### Two examples:

#### Example 1 – Hold-Speed function

**SpdCtrl SW0 Act** assigned to "Hold-Speed" and **AUX** switch set in the **SW0** position:

- a) Flight speed is measured and stored, when the **AUX** switch is moved to the **SW0** position. Thrust is then regulated automatically, to maintain this memorized speed, despite the throttle stick position. This regulator function is turned off immediately, by returning the **AUX** switch to the **SW1** position (normal **thrust control**).
- b) If this function is activated while flight speed < 40 km/h, turbine will shut off, immediately (normal **Off** function).

#### Example 2 – Linear speed regulation

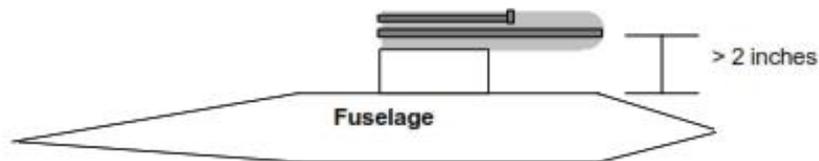
**SpdCtrl SW2 Act** assigned to "Lin-SpeedCtrl" and **AUX** switch set in the **SW2** position:

**Cruise Control** mode becomes active, featuring linear speed regulation to the throttle stick position.

- a) The minimum throttle stick position corresponds to the parameter "Min AirSpeed" and the maximum throttle stick position corresponds to the parameter "Max AirSpeed".
- b) If flight speed < 40 km/h when this function is activated, the turbine will shut off (normal **AutoOff** function).

### Airspeed Sensor Mounting:

Experiments indicate that the *Airspeed Sensor* is more accurate when the pitot tube is side-mounted on the widest part of the fuselage. In this configuration, the pitot tube should stand off from the fuselage, by at least two (2) inches. Because each model installation is different, JetCAT will have additional mounting information for review, as auxiliary data becomes available.



### Hold Speed and Cruise Control limitations:

Under normal circumstances, the *Airspeed Sensor* is primarily used for limiting the maximum flight speed and/or recording the maximum and average speeds of the model. Nonetheless, **Hold Speed** and **Cruise Control** modes are clever additions. These modes require evaluating and adjusting the PID parameters in the **limits** menu, while flying the model with a different technique. The slower reaction time of the throttle response necessitates executing smoother patterns, with limited pitch changes. Experimenting will identify how the turbine will react and help ascertain how to compensate for its limitations.

## ANEXO F

### DATOS OBTENIDOS DE LA CONFIGURACIÓN DEL ECU

----- INFO Menu -----

Rest Fuel :  
Fuelflow ml/min : 5000/L  
BattCnd : -- OK --  
LAST RunTime :  
LAST FuelCount :  
LAST-OFF PmpVolt :  
LAST-OFF RPM :  
LAST-OFF TEMP :  
LAST-OffCond : -----  
Last MaxTemp :  
Last MinTemp :  
Last AvgTemp :  
Last MaxR AvgTmp :  
Last StartTemp :  
Last MaxRPM :  
Last MinRPM :  
Last AvgRPM :  
Last MaxPump :  
Last MinPump :  
Last AvgPump :  
Last FailSafeCnt :  
Last FailSafeTim :  
Last MaxAirSpd :

Last AvgAirSpd :

Last Distance :

Last MaxProp :

Last MinProp :

----- MIN/MAX Menu -----

MaxPump :

MaxTemp :

AvgPump :

MaxRpm :

AvgRpm :

MaxProp :

MaxAirSpd :

Flight Distance :

----- STATISTICS Menu -----

Total Run-Time : 25 HOURS

Runs OK : 55

Runs aborted : 6

Ignitions OK : 23

Ignitions FAILED : 22

Starts FAILED : 2

Total fuel count :

LoBatt Cut-Outs : 6

----- LIMITS Menu -----

Minimum RPM : 35000  
Maximum RPM : 117000  
MaxRPM0 :  
MaxRPM1 :  
MaxRPM2 :  
ShaftHiR0 :  
ShaftHiR1 :  
ShaftHiR2 :  
LowIdle RPM :  
Ignition-Mode : PROPANE  
Battery Type : NiCd  
LowBatt. Warning : DISABLED  
Fueltank size :  
LowFuel Limit :  
LowFuel Warning : DISABLED  
GlowPlug Power :  
Gas flow % :  
AUX-channel func : NOT USED  
FailSafe delay :  
FailSafeTimeOut :  
FailSafeRPM :  
Drain Gastank : DISABLED  
SpoolUp Time :  
AUX-ch SmokeCtrl : Open if AuxSw=0  
Smoker WarnFunct : DISABLED

IdleThrResponse : Fast  
FullThrResponse : Fast  
GPS-Receiver : DISABLED  
AirSpeed units : km/h  
ThrStick Curve :  
StartUp Mode : IMMEDIATE  
SpdCtrl SW0 Act. : DISABLED/NONE  
SpdCtrl SW2 Act. : DISABLED/NONE  
MAX LimitAirSpd :  
Max.AirSpeed :  
Min.AirSpeed :  
SpeedRegVal-I :  
SpeedRegVal-P :  
SpeedRegVal-D :  
MinRPM SpdCtrl :  
  
Fuelflow ml/min :  
BattCnd : -- OK --  
LAST RunTime :  
LAST FuelCount :  
LAST-OFF PmpVolt :  
LAST-OFF RPM :  
LAST-OFF TEMP :  
LAST-OffCond : -----  
Last MaxTemp :  
Last MinTemp :

Last AvgTemp :  
Last MaxR AvgTmp :  
Last StartTemp :  
Last MaxRPM :  
Last MinRPM :  
Last AvgRPM :  
Last MaxPump :  
Last MinPump :  
Last AvgPump :  
Last FailSafeCnt :  
Last FailSafeTim :  
Last MaxAirSpd :  
Last AvgAirSpd :  
Last Distance :  
Last MaxProp :  
Last MinProp :

----- MIN/MAX Menu -----

MaxPump :  
MaxTemp :  
AvgPump :  
MaxRpm :  
AvgRpm :  
MaxProp :  
MaxAirSpd :

Flight Distance :

----- STATISTICS Menu -----

Total Run-Time : 25.5 H

Runs OK : 55

Runs aborted : 6

Ignitions OK : 23

Ignitions FAILED : 22

Starts FAILED : 6

Total fuel count :

LoBatt Cut-Outs :

----- LIMITS Menu -----

Minimum RPM : 35000

Maximum RPM : 117000

MaxRPM0 :

MaxRPM1 :

MaxRPM2 :

ShaftHiR0 :

ShaftHiR1 :

ShaftHiR2 :

LowIdle RPM :

Ignition-Mode : MANUAL

Battery Type : NiCd

LowBatt. Warning : DISABLED  
Fueltank size :  
LowFuel Limit :  
LowFuel Warning : DISABLED  
GlowPlug Power : OK  
Gas flow % :  
AUX-channel func : NOT USED  
FailSafe delay :  
FailSafeTimeOut :  
FailSafeRPM :  
Drain Gastank : DISABLED  
SpoolUp Time :  
AUX-ch SmokeCtrl : Open if AuxSw=0  
Smoker WarnFunct : DISABLED  
IdleThrResponse : Fast  
FullThrResponse : Fast  
GPS-Receiver : DISABLED  
AirSpeed units : km/h  
ThrStick Curve :  
StartUp Mode : IMMEDIATE  
SpdCtrl SW0 Act. : DISABLED/NONE  
SpdCtrl SW2 Act. : DISABLED/NONE  
MAX LimitAirSpd :  
Max.AirSpeed :  
Min.AirSpeed :  
SpeedRegVal-I :

SpeedRegVal-P :

SpeedRegVal-D :

MinRPM SpdCtrl :

**ANEXO G**  
**MANUAL DE INSTRUCCIONES XICOY FLIGHT COMPUTER**



**Flight Computer 1.0**

**Users Guide**



Plaça Pere Llauger I Prim, nau 18 (08360) Canet de Mar, Barcelona, Catalonia, Spain  
E-mail: [sales@xicoy.com](mailto:sales@xicoy.com). Fax: +34 933 969 743 web: [www.xicoy.com](http://www.xicoy.com)  
Xicoy WEEE register number: E5004749 & DE 36558999

© Copyright 2015, Xicoy Electronica SL. All Rights Reserved  
Manual contents & design: Gaspar Espiell. V1.0

## Welcome!

Congratulations on the purchase of your Flight Computer. Xicoy are dedicated to the design and production of electronic controllers to the highest standards of quality and reliability to bring you the customer the very latest next generation designs.

## Features

The Xicoy Flight Computer is a device designed to collect, display, record, transmit, merge and control all the typical data necessary on a modern jet aircraft.

Current features:

- 2.4" full color touchscreen display, high quality, sunlight readable.
- Connection to the Xicoy Fadec to collect the engine data and display in graphical form
- GPS module (option) to collect the coordinates, ground speed, date, time and altitude.
- Airspeed pressure sensor (PLUS option) to measure the airspeed using a pitot tube.
- 3 axis accelerometer to measure the G load in all 3 axis.
- Barometer/altimeter/thermometer. Measures barometric altitude and air density to calculate the engine performance.
- Telemetry output to send the entire data trough the telemetry link of the radio. Currently supported Jeti, HoTT, Futaba, JR, Spektrum and Multiplex.
- uSD memory card to store all measures from sensors, GPS data, battery voltage, engine data. Supplied with a card capable of 2.000 hours of recording, one set of data each 0,5 seconds. Data analyzable by the supplied computer software and exportable to Excel and Google Earth.
- Software updatable trough the uSD card.
- Output for 2 high power LED, to visually show the airspeed during landing.
- Compatibility with Jetcat turbines (JetCat version).

### Planned future additions

- Twin engine connection, data of the 2 engines displayed in same screen and stored in uSD card.
- Twin engine control. Sequential starting, synchronization and automatic management of engine flame out.

**Please note:** The future additions are planned, but Xicoy Electronica cannot guarantee if or when these new features will be available, please contact us for details.

## Available models and accessories

The Xicoy Flight computer is currently offered in 3 models, PLUS, BASIC and JETCat. The difference is in that the basic model doesn't have the Pitot pressure input to measure the

airspeed; hence airspeed related functions are disabled. The JETCat version is compatible only with JETCat engines.

It is not possible to upgrade a BASIC unit to a PLUS unit after manufacture.

Currently the available accessories are:

- GPS module
- LED indicators.
- Pitot probe. (Only for PLUS version).

## Electric connections



Picture 1

All the connections are placed on the left side of the box and functions labeled. (Picture 1)

From Left to Right:

*Throttle Out1, Out2, In:* Twin engine operation. Not used on current release.

*Telemetry Out:* Data output to receiver.

*GPS:* Connection to GPS Module

*Eng1:* Connection to ECU. Xicoy ecus with servo lead data terminal currently supported.

*Eng2:* Connection to second engine. Not supported in

current release.

*LED:* Output to 2 external LED lights.

*Port1...6:* Not used. Inputs/Outputs for future expansion (sequencer, etc)

If telemetry is used, the unit will be powered from the telemetry lead from the RX.

If telemetry is not used, then the unit can be powered directly from the ecu, if the ecu is of latest version (year 2012 or newer), but the ecu will power only the flight computer. If external modules like GPS are installed, it is necessary to provide external power. Connect the patch cable provided from the "throttle In" socket to any unused socket on the receiver or PowerBox-like system. Signal present on this output is not important, only power will be used 9 Volt maximum.

**Warning:** All sockets, except the Engine 1 and 2, are connected in parallel. In an installation that uses different voltages, a cross connection can occur through the device. For example, if the RX is powered at 5.0V by an independent source but any other input is connected to a different higher voltage, then the RX will be powered to this higher voltage through the telemetry lead. In this case, it is necessary to cut the red wire on the telemetry lead to avoid feeding the RX through this lead.

### Air pressure input: (PLUS model only)

Connect the lines from the Pitot tube on the nipples on the bottom of the box. Top nipple is the static input (white) and bottom is the dynamic pressure input (red).



Picture 2

### Memory card

The slot for the memory card is located in bottom/right side (Picture 2). Card should be of microSD type (Picture 3), maximum capacity 16Gb. Formatted in FAT or FAT32, other formats are not accepted. Typically the recording function uses 1MB/hour, so a 1 GB card can store 1.000 hours.



Picture 3

### Operation

At power-up the main screen will be displayed (Picture 4). There are currently 3 buttons.

- Info. Access to information / measures menus.
- Setup. Access to setup screens
- Tools: Special menus for advanced functions, like software upgrade and settings backup.



Picture 4

### Info screens

After touching the Info button (Picture 5), a list of the different measures will be offered.

The list displayed on your particular unit can be different depending on the options installed and software version.



Picture 5

### Air Data



Picture 6

This screen (Picture 6) displays the current ambient conditions. Temperature and pressure are measured by the internal sensors. Altitude, air density and engine performance are calculated from this data. Jet engines provide the nominal thrust at 15°C and sea level conditions. The expected engine power at the current ambient conditions is automatically calculated and displayed.

### GPS

If the GPS module (Picture 7) is connected, this screen displays the data in real time.

GPS module should be installed in the model with the antenna on top (as per picture) and without any metallic or carbon fiber cover.



Picture 7



Picture 8

The GPS module (**Picture 8**) has two LED lights. Green blinks while it is looking for satellite data, and the blue blinks when the module has acquired the position and is fully functional.

### G-Meter

On the left side (**Picture 9**) the current measure of all 3 axis are displayed, and the gauge will record the maximum achieved since power-up, so the maximum airframe stress can be check after landing.



Picture 9

### Airspeed *(Plus model only)*

Airspeed measured by Pitot tube is displayed, as well as maximum airspeed achieved since power up in km/h, mph and knots. The maximum is set automatically to zero at power-up, and can be set to zero manually by touching the Reset button (**Picture 10**).



Picture 10

### Engine data terminal

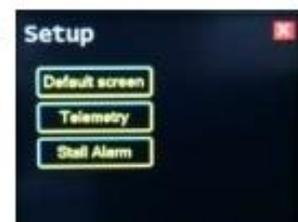
The half bottom of the screen (**Picture 11**) displays same data similar to the normal data terminal, including the buttons. The upper half of the screen displays the data in real time in graphical form. RPM, EGT, Pump power and fuel gauges.



Picture 11

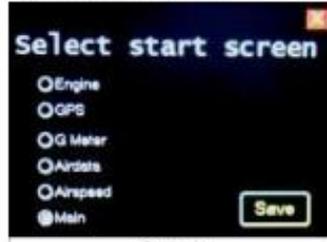
### SETUP screens

Touching the SETUP button (**Picture 12**) on main screen, the different adjustment options will be displayed.



Picture 12

### Default /start screen



Picture 13

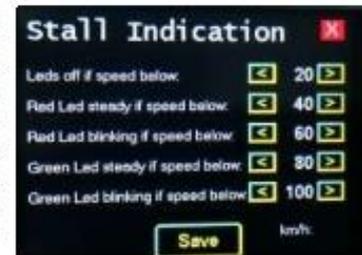
This screen (Picture 13) allows selection of the main screen at power-up. There is a delay of few seconds after power-up before changing to selected screen.

### Stall Alarm (Only available if Pitot or GPS installed)

The Airspeed information when is transmitted by telemetry, some radios allow to set voice alarms to indicate the airspeed, especially during landing. For those radios without telemetry, or in slow telemetry systems, an optical aid can be controlled by the Flight Computer. Through the LED connector the system can power two high power LEDs (250mA maximum) to be installed in the airframe. The leds will light accordingly to airspeed per the settings entered in this screen. Pilot can get the information of the speed quickly and without taking the focus away from the plane.

Speed information is taken from Pitot tube in "Plus" models.

In "Basic" models, the GPS module should be installed to enable this function.



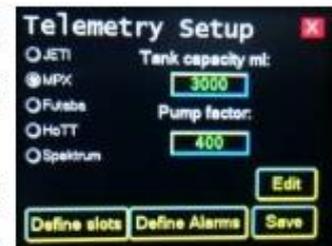
Picture 14

**Warning:** The speed measured by the GPS module is related to ground, it does not account for the wind. Alarms could be unreliable in windy conditions using GPS data.

### Telemetry output

All the information from the engine and different sensors is sent to the receiver through the "Tele Out" port when used together in Jeti, Multiplex, HoTT and Futaba radios. Spektrum radios will be supported using the central white connector.

Main telemetry setup allows selection of the radio brand (Picture 15) and to enter the tank capacity and pump factor (please check the manual of the Xicoy telemetry adapter for detailed description).



Picture 15

To change any setting, first touch the "Edit" button to enable the fields to be modified. Once information is entered, click the "Save" button to store the settings in permanent memory.

Transmitted data to the TX may vary depending of the radio brand. Jeti allow all data (engine data, G load, Airspeed, altitude, GPS coordinates, GPS speed, height), but other radios don't support some of the measures or are displayed using wrong units (amperes in place of G load, for example).

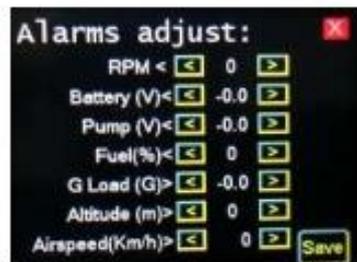
**Slots assignment** (MPX and Futaba radios only).

This screen (Picture 16) allows assignment of the telemetry slot on MPX and Futaba radios so the measures can be transmitted.



Picture 16

**Alarms adjust** (Picture 17) (On radios that allow alarms through telemetry)



Picture 17

Remote alarms can be set on this screen for the radio systems which need that alarms be programmed in receiver side.

**Data recording**

If there is a memory card inserted, the Flight computer will record all the measured data once each 0,5s on the card.

Data recorded in text form can be read using any text editor like Notepad, imported to Excel, or viewed in 3D on Google Earth using the free FlightViewer software supplied by Xicoy.

A new file is created at each power-up. Files are numbered and if the system has the GPS module installed and it is receiving data, the date and time of the file will be the current one.

An example of a file is:

**Xicoy Flight Computer Ver. 0.3**

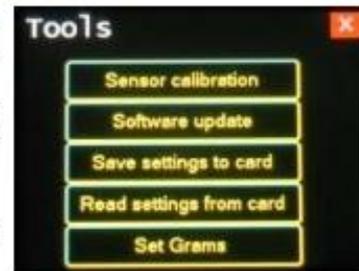
```
Date: Time, Cycle, RPM, EGT, Pump, Throttle, EcoBat, RxBat, Fuel, ServoAlt, G, Airspeed, Longitude, Latitude, GPS Speed, GPS Height
06/08/15, 15:50:17, 2, 31900, 576, 21, 50, 8.1, 3.9, 100%, 64.36, 0.9, 113, 004P55.2480E, 44P10.8052N, 4, 97.7
06/08/15, 15:50:18, 2, 31900, 576, 21, 50, 8.1, 3.9, 100%, 64.27, 0.7, 113, 004P55.2473E, 44P10.8051N, 3, 97.8
06/08/15, 15:50:18, 2, 32000, 580, 21, 50, 8.1, 3.9, 100%, 64.20, 0.4, 113, 004P55.2470E, 44P10.8050N, 3, 97.8
06/08/15, 15:50:19, 2, 32000, 580, 21, 50, 8.1, 3.9, 100%, 64.21, 0.5, 113, 004P55.2468E, 44P10.8049N, 4, 97.9
06/08/15, 15:50:19, 2, 32000, 580, 21, 50, 8.1, 3.9, 100%, 64.18, 0.9, 113, 004P55.2460E, 44P10.8048N, 4, 97.8
06/08/15, 15:50:20, 2, 32000, 584, 21, 50, 8.1, 3.9, 100%, 64.24, 0.9, 113, 004P55.2458E, 44P10.8046N, 5, 97.7
```



**SAVE SETTINGS TO CARD:** Writes the contents of the settings (alarms, tank capacity, etc) to the memory card.

**READ SETTINGS FROM CARD:** Read a previously recorded file on the card and write to the memory of the unit. (Picture 20)

**CAUTION:** All settings on the memory will be replaced by the contents of the file.



Picture 20

## SOFTWARE UPDATE

### Procedure:

- 1) Use the supplied memory card, or a microSD memory card formatted in FAT16 or FAT32. At time of writing unit was tested with cards from 1 to 8Gb. ExtFAT (32 GB and over) not supported.
- 2) Unzip the provided file. Copy the FC1.bin file on the uSD card. Do not rename the file.
- 3) Insert the card on the unit.
- 4) Assure you have a healthy battery connected.
- 5) Touch on TOOLS button, Software Update, Update button.
- 6) **WAIT!** The procedure takes about 1 minute. Do not shutdown the unit while updating, the software can become corrupted and the unit damaged.
- 7) Once you again see the normal screen with Xicoy logo, check that it display the new version number.

## Disposal

Electrical equipment marked with the cancelled waste bin symbol must not be discarded in the standard household waste; instead it must be taken to a suitable specialist disposal system.

In the countries of the EU (European Union) electrical equipment must not be discarded via the normal domestic refuse system (WEEE - Waste of Electrical and Electronic Equipment, directive 2002/96/EG). You can take unwanted equipment to your nearest local authority waste collection point or recycling centre. There the equipment will be disposed of correctly and at no cost to you.

By returning your unwanted equipment you can make an important contribution to the protection of the environment.

## ANEXO H

### MANUAL DE INSTRUCCIONES DEL BANCO DE PRUEBAS

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN</b>	<b>PAG:</b> 1 de 3
	<b>MANUAL DE FUNCIONAMIENTO DEL BANCO DE PRUEBAS DEL MOTOR JETCAT P80SE</b>	<b>CÓDIGO:</b>
	<b>ELABORADO POR:</b> Sr. Jhoab Chacon Solorzano	<b>REVISIÓN:</b> 001
	<b>APROBADO POR:</b> Tlgo. Johnatan Valencia Fuel	<b>FECHA:</b> 21/06/2019

#### 1. OBJETIVO

Documentar los procedimientos de uso del banco de pruebas del motor JETCAT P80SE.

#### 2. ALCANCE

Instruir a los usuarios los pasos que debe seguir para utilizar el respectivo banco de pruebas.

#### 3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Alto 0.852 m
- Longitudes 1 m
- Peso máximo 45.5 kg – 100 lb

#### 4. ANTES DEL USO

- Cargue la batería para la ECU (Unidad de control electrónica)



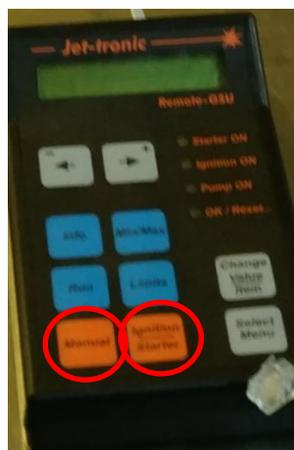
- Preparar extintor en caso de necesitarlo
- Revise las líneas de combustible y el filtro. Asegúrese de que estén sin restricciones



- Mezcla del aceite del 5% en el combustible (es decir: ¼ de galón de aceite por 5 galones de JP1)
- Asegúrese que se encuentre lleno el depósito de combustible caso contrario proceda a llenarlo
- Asegúrese de que la válvula del gas propano se encuentre cerrada antes de encender
- Asegúrese que en el tanque de combustible no existan impurezas es recomendable realizar un chequeo y una prueba de remolino en el mismo.
- Coloque la batería
- Coloque la toma de admisión a favor del viento

## 5. DURANTE LA OPERACION

- Coloque los frenos de las ruedas antes de proceder al encendido del motor
- Para el encendido del motor debe pulsar los siguientes botones simultáneamente (MANUAL IGNITION/STARTER).



- Una vez que el motor haya arrancado se debe verificar en el GSU que las revoluciones alcancen las 55.000 a 60.000rpm.
- En caso de que no alcance este rango se procede al corte de combustible y
- de gas propano.
- Si ha alcanzado este rango se debe observar que el motor comience a disminuir las revoluciones hasta alcanzar un rango entre las 32000 a 34000 rpm se dice que está estable el motor y se podrá utilizar.
- Para poder observar los distintos parámetros que nos ofrece el motor debemos pulsar el botón (INFO).
- Tome una distancia de por lo menos 15ft (4.57m) delante de la turbina.
- Tome una distancia de por lo menos 25ft (7.62m) a un extremo de la turbina.
- Tome una distancia de por lo menos 15ft (4.57m) detrás de la tobera de escape.
- No coloque ningún objeto detrás de la tobera de escape



## **6. DESPUES DE LA OPERACION**

- Para apagar el motor se debe cerrar la válvula de paso del gas propano para evitar un reencendido.
- Cierre la válvula de paso del combustible para que las cámaras de combustión no se llenen.
- Después de que el proceso de enfriamiento (aproximadamente dos minutos), apagar el interruptor del receptor.

- Después de cada sesión de vuelo, abra la válvula de liberación de gas, para vaciar el tanque, antes de almacenar el modelo. Este debe ser ejecutado en una zona segura.

## HOJA DE VIDA

### DATOS PERSONALES.

**NOMBRE:** Jhoab Chacon Solorzano

**FECHA DE NACIMIENTO:** 01 de Noviembre de 1997

**ESTADO CIVIL:** Soltero

**NACIONALIDAD:** Ecuatoriana

**CÉDULA DE CIUDADANIA:** 172373098-0

**TELÉFONO:** 022416607 – +593988096250

**CORREO ELECTRÓNICO:** jhoab1ec@gmail.com

**DIRECCIÓN:** De la Canela N45-79 y Av. Amazonas - Quito



### ESTUDIOS REALIZADOS

**PRIMARIA:** Centro Escolar Experimental San Francisco de Quito

**SECUNDARIA:** Colegio Técnico Experimental de Aviación Civil “COTAC”

**SUPERIOR:** Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE

### TÍTULOS OBTENIDOS

Bachillerato en Ciencias Generales

Suficiencia en Idioma Ingles

Certificado “Familiarización Kodiak 100”

Tecnología en Mecánica Aeronáutica – Mención Motores

### EXPERIENCIA LABORAL

**EMPRESA:** Prácticas Profesionales Servicio Aeropolicial Quito (160 horas)

**EMPRESA:** Prácticas Profesionales Unidad Aeropolicial Manabí (160 horas)

**EMPRESA:** Prácticas Profesionales LAN Aerofumigación S.A (200 horas)

**EMPRESA:** Prácticas Profesionales DIAF - CEMA (200 horas)

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE  
UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN SE  
RESPONSABILIZA EL AUTOR

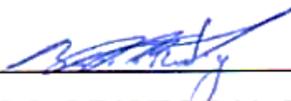


---

SR. JHOAB CHACON SOLORZANO

C.C: 172373098-0

DIRECTOR DE CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA



---

ING. RODRIGO CRISTOBAL BAUTISTA ZURITA

C.C: 172024099-1

Latacunga, Julio del 2019