

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

**DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN MOTOR PROTOTIPO
TURBO JET DE CONSTRUCCIÓN ARTESANAL CON FINES DIDÁCTICOS,
PARA LA SECCIÓN ACADÉMICA DE LA UAP – IVD**

ELABORADO POR:

RAMIRO PAUL CAMPAÑA REYES

**TRABAJO DE GRADUACIÓN COMO REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE:**

TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA

2009

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. CAMPAÑA REYES RAMIRO PAUL, como requerimiento parcial para la obtención del título de TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA.

**Ing. Dag Bassantes
DIRECTOR**

Latacunga, Noviembre del 2009.

AGRADECIMIENTO

Mi sincero agradecimiento a quienes conforman el **INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**, por haber sido pilares de apoyo para adquirir conocimientos y de esta manera permitiéndome obtener mi título profesional, al Sr. Ing. Dag Bassantes que con su ayuda desinteresada, su asesoría y su apoyo ha permitido que se culmine con éxito este proyecto, a la vez a la **UNIDAD AEROPOLICIAL DEL IV DISTRITO DE LA POLICÍA NACIONAL** por abrirme las puertas y brindarme su apoyo.

PAUL

DEDICATORIA

A DIOS, a la VIRGEN y al DIVINO NIÑO JESUS, quienes a pesar de las adversidades que he tenido que pasar siempre han estado a mi lado.

A mis padres, RAMIRO y FLOR por su abnegado sacrificio en brindarnos la mejor educación, por su apoyo para que como un visionario mis sueños se vayan convirtiendo en realidad.

A mis hermanos, PATY y SANTIAGO por haberme apoyado en los momentos más difíciles de mi vida.

En especial a mi hijo ALEXANDER, quien ha sido fuente de inspiración para continuar superándome y de esta manera apoyarle como mis padres lo hicieron con sus hijos.

PAUL

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO	PÁGINA
Resumen	1
Español e Ingles.	
CAPÍTULO I	
1. EL PROBLEMA	
1.1 Planteamiento del problema	2
1.2 Formulación del problema	4
1.3 Justificación e Importancia	4
1.4 Objetivos	
1.4.1 General	5
1.4.2 Específicos	5
1.5 Alcance	5
 CAPÍTULO II	
2. PLAN METODOLÓGICO	
2.1 Tipos de Investigación	6
2.2 Niveles de la investigación	6
2.3 Población y muestra	7
2.4 Métodos y técnicas de investigación	7
2.4.1 Métodos	7
2.4.1.1 Análisis	7
2.4.1.2 Síntesis	7
2.4.1.3 Deducción	7
2.4.2 Técnicas	8
2.4.2.1 La Observación	8
2.4.2.2 La encuesta	8
2.4.2.3 La Entrevista	8
2.5 Recolección de la Información.....	8
2.6 Procesamiento de la Información	9
2.7 Análisis e interpretación de los Resultados.....	9
2.8 Conclusiones y Recomendaciones	9

CAPÍTULO III

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes de la investigación	10
3.2 Fundamentación Teórica	10
3.2.1 Motor a reacción	10
3.2.2 Componentes	11
3.2.3 Turbina de gas casera	12

CAPÍTULO IV

4. EJECUCIÓN DEL PLAN METODOLÓGICO

4.1 Modalidad Básica de la Investigación	13
4.2 Tipos de Investigación	13
4.3 Niveles de Investigación	14
4.4 Población y Muestra	14
4.5 Personal Administrativo y Técnico	15
4.6 Métodos y Técnicas de Investigación	15
4.6.1 Métodos	15
4.6.1.1 Análisis	15
4.6.2 Técnicas	15
4.6.2.1 La Observación	15
4.6.2.2 La Encuesta	16
4.6.2.3 La Entrevista	16
4.7 Recolección de la Información.....	16
4.8 Procesamiento de la Información.....	17
4.9 Análisis e Interpretación de los resultados	18
4.9.1 Análisis de los resultados de la encuesta	18
4.9.2 Análisis de la Entrevista	22
4.9.3 Análisis de los resultados de la observación.....	24

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones	25
5.2 Recomendaciones	26
5.3 Denuncia del Tema.....	26

CAPÍTULO VI

6. FACTIBILIDAD

6.1 Factibilidad Técnica	27
6.2 Factibilidad Legal	27
6.3 Factibilidad de Apoyo	28
6.3.1 Apoyo.....	28
6.3.2 Recursos	28
6.3.3 Legal	28
6.3.4 Apoyo	28
6.4 Cronograma de Actividades	29
6.5 Presupuesto	30

CAPÍTULO VII

7. DESARROLLO DE LA FACTIBILIDAD

7.1 Antecedentes	31
7.2 Justificación	31
7.3 Objetivos	31
7.3.1 General	31
7.3.2 Específicos	31
7.4 Alcance	32
7.5 Marco Teórico	32
7.5.1 Turbina a gas	32
7.5.2 Soldadura	34
7.5.2.1 Soldadura por arco eléctrico	34
7.5.3 Selección del material	35
7.5.4 Soporte	35
7.5.5 Ruedas	35
7.5.6 Encendido	36
7.5.7 Combustibles	36
7.6 Planteamiento de alternativas	37
7.6.1 Planteamiento	37
7.6.2 Análisis de alternativas	38
7.6.2.1 Análisis de la factibilidad	38

7.6.2.2 Matriz de selección	41
7.6.3 Selección de mejor alternativa	41
7.7 Construcción	42
7.7.1 Descripción	42
7.7.2 Diagrama de descripción del banco didáctico	44
7.7.3 Diseño Básico	45
7.7.3.1 Cálculos	45
7.7.4 Construcción	47
7.7.4.1 Máquinas y herramientas usadas	47
7.7.5 Diagramas y tablas de proceso	49
7.7.5.1 Estructura	50
7.7.5.2 Mecanismo	52
7.7.5.3 Encendido – sistema eléctrico	54
7.7.5.4 Alimentación de gas	55
7.7.6 Ensamblaje de la máquina	56
7.7.6.1 Diagrama ensamblaje total	57
7.8 Pruebas y manuales	59
7.9 Estudio Económico	66
7.10 Conclusiones y recomendaciones	67
Glosario de términos y abreviaturas.....	68
Bibliografía.....	69

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA		PÁGINA
CAPÍTULO IV		
4.1 Población y muestra	.....	15
4.2 Resultados pregunta 1	.....	18
4.3 Resultados pregunta 2	.....	19
4.4 Resultados pregunta 3	.....	20
4.5 Resultados pregunta 4	.....	21

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
CAPÍTULO VI	
6.1 Actividades	29
6.2 Gastos Primarios	30
6.2 Gastos Secundarios	30
6.3 Costo Final	30
CAPÍTULO VII	
7.1 Planteamiento de alternativas	37
7.2 Evaluación Cualitativa – Cuantitativa	39
7.3 Evaluación Cualitativa – Cuantitativa cantidad de componentes.	39
7.4 Evaluación Cualitativa – Cuantitativa complejidad operación.....	40
7.5 Evaluación Cualitativa – Cuantitativa del costo	40
7.6 Matriz de selección	41
7.7 Máquinas usadas en la construcción	47
7.8 Herramientas usadas en la construcción	48
7.9 Materiales usados en la construcción	48
7.10 Codificación diagrama de procesos	49
7.11 Proceso de construcción de la estructura	51
7.12 Proceso de construcción del mecanismo	53
7.13 Diagrama sistema eléctrico	54
7.14 Diagrama sistema de alimentación de gas	55
7.15 Diagrama ensamblaje estructura y elementos	58
7.16 Cuadro gastos primarios	66
7.17 Cuadro gastos secundarios	66
7.18 Cuadro costo final	66

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
CAPÍTULO IV	
4.1 Representación de los resultados pregunta 1	18
4.2 Representación de los resultados pregunta 2.....	19
4.3 Representación de los resultados pregunta 1.....	20
4.4 Representación de los resultados pregunta 1.....	21
CAPÍTULO VII	
7.1 Gráfico funcionamiento turbina de gas simple	33
7.2 Soldadura por arco eléctrico	34
7.3 Esquema de los principales componentes (motor)	42
7.4 Banco didáctico construido (motor)	58

ÍNDICE DE FÓRMULAS

FÓRMULA	PÁGINA
7.1 Rendimiento Térmico	46

ANEXOS

ANEXO A

FICHA DE OBSERVACIÓN SECCIÓN ACADÉMICA DE LA UAP-IVD.

ANEXO B

ESQUEMA DEL FUNCIONAMIENTO DE UN COMPRESOR CENTRÍFUGO

ANEXO C

ESQUEMA DE UNA TURBINA DE GAS SIMPLE.

ANEXO D

FORMATO ENCUESTA

ANEXO E

FORMATO ENTREVISTA

ANEXO F

DOCUMENTO DE AUSPICIO

ANEXO G

FACTIBILIDAD LEGAL Memorandum No. 2008-111-UAP-SEGU-1

ANEXO H

FOTOGRAFÍAS DEL AULA UTILIZADA COMO BODEGA

ANEXO I

CERTIFICADO CFI-48C INSTRUCTORES TRAIN AIR

ANEXO J

TABLA DE PROPIEDADES DE LOS GASES A PRESIÓN CERO

FUNDAMENTOS TERMODINÁMICA

GORDON J. VAN WYLEN

RICHARD E. SONNTAG

ANEXO K

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN.

ANEXO L

INFORMACIÓN PARA LA SELECCIÓN DE LAS RUEDAS.

ANEXO M

DIAGRAMA DE PROCESOS ISENTRÓPICOS

ANEXO N

PLANOS.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, surge de la necesidad que tiene la sección académica de la UAP – IVD, el cual es un banco de carácter didáctico con el fin de convertirse en un punto de partida para implementación de esta sección académica.

Previa la investigación de campo que fue realizada determinándose la necesidad de capacitar al personal de aerotécnicos de la UAP – IV e implementar material didáctico para la sección académica, y además encontrándonos próximos a ampliar el parque aeronáutico del Servicio Aeropolicial, y al no contar con ningún tipo de material didáctico para la capacitación, la mejor alternativa es prepararnos para capacitar a nuestros aerotécnicos que serán designados a prestar sus servicios en cada una de las diferentes bases en todo nuestro país, se ha seleccionado como alternativa el diseño, construcción e implementación de un motor prototipo turbo jet de construcción artesanal con fines didácticos, para la sección académica de la UAP – IVD.

El motor prototipo consta de las siguientes partes y elementos como son:

- Estructura del motor de acero inoxidable. (Tubo de escape de automóvil).
- Ruedas libres sensibles al movimiento
- Tanque de GLP mezcla butano y propano
- Circuito de encendido de cocinas eléctricas
- Batería de 9 voltios
- Lámina de magnesio
- Compresor de aluminio.
- Aletas álabes de una licuadora

Concluida la construcción del motor prototipo se procedió a realizar las respectivas pruebas de funcionamiento, las cuales arrojaron pruebas favorables de funcionamiento básico y de fácil montaje y desmontaje.

SUMMARY

The present work of investigation, arises of the need that has the academic section of the UAP – IVD, which is a bank of didactic character with the end to convert in a point of split for implementation of this academic section.

Previous the investigation of field that was realized determining the need of teach to the personnel of mechanics of the UAP – IV and implement didactic material for the academic section, and besides finding us next to broaden the aeronautical park of the UAP-IVD, and to the not having any type of didactic material for the teaching the best alternative is to prepare us for teach to our mechanics that will be designated to loan his services is each one of the different bases in all our country, has selected like alternative the design, building and implementation of an engine prototype turbo jet of building homemade with didactic ends, for the academic section of the UAP – IVD.

The engine prototype for his feature of the following parts and elements as they are:

- Structure of the engine of stainless steel
- Sensitive free wheels to the movement
- Tank of GLP mix BUTANO And PROPANO
- Circuit of lit of electrical kitchens
- 9 volts battery
- Plate of magnesio
- Aluminium Compresor
- Blades

Concluded the building of the engine prototype proceeded to realize the respective proofs of operation, which launched positive proofs of basic operation and of easy instalation and remove parts.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema.

Los sistemas de asistencia de socorro terrestre, aéreo y marítimo tienden a ser más versátiles y seguros, de tal manera que puedan ser utilizados en situaciones adversas que requieran una rápida e inmediata asistencia logística como es la evacuación de personas siniestradas.

Los motores empleados en estos vehículos son de gran importancia, y de diversos tipos; entre ellos se encuentran motores recíprocos y turbinas de reacción.

Para proceder a un correcto mantenimiento de los motores es necesario conocer su principio de funcionamiento y operación, por lo que, las casas fabricantes, talleres de mantenimiento e instituciones de formación de técnicos en mantenimiento de motores poseen maquetas didácticas a escala y/o motores reales seccionados para la capacitación del personal técnico en esta área, localizados en sus laboratorios y/o talleres de mantenimiento.

La Policía Nacional tiene por principio fundamental el vigilar y salvaguardar el orden público y la seguridad del pueblo ecuatoriano, para lo cual cuenta con distintos servicios entre ellos el Grupo de Operaciones (GOE), Grupo de Intervención y Rescate (GIR), y la Unidad Aeropolicial (UAP) que opera principalmente en el Primer distrito policial (Provincia de Pichincha) y Cuarto distrito policial (Provincia del Guayas), realizando operaciones de patrullaje y aeroevacuación.

El parque aeronáutico de la UAP, está conformado por los helicópteros: un BELL 206 L3 turbina, un LECOURIEL turbina, un ROBINSON R 44 motor recíproco, un BELL 206 LONG RANGER L4 (fuera de servicio) turbina y una avioneta CESSNA 172Q motor recíproco.

Las aeronaves en mención reciben mantenimiento en los talleres de las unidades respectivas que se encuentran ubicadas en las instalaciones de la UAP, en los diferentes aeropuertos. El grupo de aerotécnicos lo conforman personal policial y civil especializado en mantenimiento aeronáutico.

La sección académica de la UAP-IVD se encarga de la capacitación del personal para ello posee los manuales de mantenimiento de cada una de las aeronaves antes mencionadas, sin embargo no posee material y equipamiento didáctico que facilite la comprensión y aprendizaje del funcionamiento y operación de los sistemas de las aeronaves y sus respectivos motores. Esta falta de material y equipamiento didáctico se torna en un limitante para el desarrollo de las operaciones de mantenimiento por parte del personal de aerotécnicos.

La tendencia en aeronáutica actual es: la operatividad de motores de a reacción en todo tipo de aeronave; en tal virtud, los aerotécnicos especializados en motores deben adquirir y desarrollar conocimientos y destrezas sobre los elementos constitutivos y principio de funcionamiento de este tipo de motores, de los cuales, la sección académica de la UAP-IVD, no posee material y equipamiento didáctico necesario.

Al no existir material y equipamiento didáctico para la capacitación de los aerotécnicos de la UAP-IVD, la sección académica no cumple de manera efectiva y eficaz con los objetivos de su razón de ser; así también, el personal técnico no se actualiza y capacita en este tipo de motores.

La sección académica al no contar con infraestructura didáctica y material de apoyo académico, no podrá capacitar de manera oportuna, pertinente y coherente a los técnicos en mantenimiento aeronáutico a fin de que se encuentren acorde con las actualizaciones y nuevas adquisiciones de su parque aeronáutico; lo que provocaría un desfase técnico generacional operativo, por lo cual la UAP - IVD, tendría que contratar el servicio de mantenimiento de empresas externas para mantener la operatividad y buen funcionamiento de sus aeronaves.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Que tipo de material, equipamiento didáctico, maquetas (bancos didácticos), CBT cursos básicos de entrenamiento, manuales multimedia, se debe considerar para el mejoramiento de la capacitación que brinda la sección académica de la UAP-IVD a sus aerotécnicos en el área de motores a reacción?

1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

La capacitación continua y permanente de los aerotécnicos de la UAP-IVD, es de vital importancia debido a que la misma se proyecta en un futuro mediano incorporar a su parque aeronáutico, aeronaves cuyos motores son de reacción. De ahí, la importancia de que la sección académica adquiera y/o desarrolle material y equipamiento didáctico sobre los diferentes tipos de sistemas y fundamentalmente de motores a reacción.

Las maquetas didácticas y material de apoyo académico facilitan a los instructores la capacitación del personal de aerotécnicos, sobre el principio de funcionamiento y operatividad de los distintos sistemas, elementos y equipos que conforman las aeronaves.

Por los elevados costos que representa el adquirir una turbina seccionada con fines didácticos, así también, una turbina operativa a escala; es difícil para la sección académica de la UAP – IVD, actualizar los programas académicos de capacitación de su personal.

Por lo antes mencionado la innovación de una turbina didáctica de construcción artesanal con las características operativas fundamentales permitirá la mejor comprensión del principio de funcionamiento de este tipo de motores por parte de los aerotécnicos, lo cual justifica la construcción de la turbina en mención, que será de gran utilidad para la capacitación del personal de mantenimiento de la UAP-IVD.

1.4 OBJETIVOS DEL PROBLEMA

1.4.1 General

Determinar el equipamiento, infraestructura, recurso humano y material técnico didáctico que permita mejorar la capacitación que brinda la sección académica de la UAP – IVD, a sus aerotécnicos en el área de motores a reacción.

1.4.2 Específicos

- Recopilar información referente al material y equipamiento didáctico necesario para el normal desenvolvimiento de la sección académica de la UAP-IVD.
- Analizar la situación actual, referente a material y equipamiento didáctico de la sección académica de la Unidad.
- Proponer alternativas que permitan el mejoramiento y la optimización de la sección académica de la UAP-IVD.

1.5 ALCANCE

El presente trabajo de investigación va encaminado a facilitar y mejorar el proceso de capacitación que brinda la sección académica de la UAP – IVD a sus aerotécnicos, implementando de esta manera el aula de la UAP - IVD.

CAPÍTULO II

PLAN METODOLÓGICO

Con el fin de alcanzar los objetivos planteados en el presente trabajo de investigación, es de importancia contar con un plan metodológico, mismo que servirá como punto de partido para la ejecución de la presente investigación.

La investigación de campo se refiere al conocimiento requerido en la capacitación del personal de aerotécnicos de esta Unidad y en las operaciones de mantenimiento, misma que se realizará al interior del aula y taller de dicha unidad, a fin de determinar la metodología en el proceso de enseñanza – aprendizaje e inter- aprendizaje.

La investigación documental - bibliográfica, describirá el estudio teórico de las partes constitutivas y principio de funcionamiento de los motores de reacción.

2.1 Tipos de Investigación

La investigación de campo fundamentalmente será no experimental porque se limitará a la observación de la existencia de material y equipos didácticos sobre motores de reacción en la sección académica de la UAP-IVD. Además para respaldarla se realizará una ficha de observación.

Durante el desarrollo de la factibilidad y su aplicación, la investigación se tornará experimental porque construiremos nuestro banco didáctico y realizaremos las respectivas pruebas de operación, funcionamiento y aplicación.

2.2 Niveles de la Investigación

La investigación será descriptiva en razón a que detallará el proceso secuencial de capacitación por parte de la sección académica. Así también, se tornará explicativa ya que dará a conocer los implementos didácticos que debe utilizar la sección académica para el proceso de capacitación.

La investigación será exploratoria porqué se la desarrollará en el aula de clases y taller de capacitación de la UAP-IVD.

2.3 Población y Muestra.

Previo a un análisis realizado por el grupo investigador se determinará cual será nuestra población y muestra objeto de la presente investigación. Cabe indicar que la población y muestra se tomará del personal técnico y administrativo de la UAP – IVD.

2.4 MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

2.4.1 Métodos

2.4.1.1 Análisis

Se realizará el análisis de los procesos de capacitación empleados por la sección académica de la UAP - IVD, mismo que determinará las condiciones técnico – pedagógicas en cuanto a material y equipamiento didáctico utilizado en estos procesos, de conformidad con lo establecido en las RDAG.

2.4.1.2 Síntesis

Establecer las condiciones en las cuales se desarrolla el proceso de interaprendizaje.

2.4.1.3 Deducción

Se deducirá la necesidad contar con material y equipamiento didáctico pertinente y coherente con el proceso de capacitación.

2.4.2 Técnicas

2.4.2.1 La observación

Se realizará una observación minuciosa en el lugar de nuestro interés en este caso la sección académica de la UAP-IVD, la misma que será respaldada por una ficha de observación.

2.4.2.2 La encuesta

Se utilizará este instrumento de investigación una vez determinada nuestra población y muestra a investigar, con el fin de determinar que resultados nos arroja la misma.

2.4.2.3 La entrevista

Se realizará una entrevista al asesor técnico – pedagógico de mantenimiento de la UAP, el mismo que tiene un conocimiento amplio acerca del campo aeronáutico, especialmente en lo que hace referencia a motores turbo jet.

2.5 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Para la recolección de datos informativos se utilizará una fuente primaria, es decir de primera mano con la ayuda de las técnicas e instrumentos de investigación científica.

En cuanto al campo documental - bibliográfico, se consultará bibliografía y documentos referentes al tema investigado y paginas web en Internet.

La observación en el aula y taller de capacitación se constituirá en una herramienta fundamental para obtener una clara perspectiva la falta de material y equipamiento didáctico.

El responsable de la investigación, realizará la encuesta al personal técnico en mantenimiento aeronáutico de la UAP – IVD. En la encuesta se aplicarán preguntas dicotómicas y tricotómicas.

La entrevista será ejecutada al asesor técnico – pedagógico de mantenimiento de la UAP – IVD, Señor Fausto Peñafiel Arias.

2.6 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.

Con los resultados obtenidos en la observación, encuesta, así como en la entrevista se procederá a:

- Codificar y tabular
- Representación gráfica
- Análisis de resultados
- Interpretación; y
- Se llega a conclusiones y recomendaciones

2.7 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.

Una vez usadas todas las técnicas de investigación científica, y realizado el procesamiento de la información se procederá a realizar el análisis e interpretación de los resultados.

2.8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Teniendo en cuenta los objetivos de la investigación se establecerán las conclusiones y recomendaciones necesarias para respaldar el desarrollo del presente trabajo de investigación.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Durante la investigación de campo, en las secciones académica y de mantenimiento de la UAP-IV Distrito, se determinó que no cuentan con material y equipamiento didáctico adecuado para la capacitación del personal en forma efectiva y eficaz. Al navegar en las páginas de Internet referentes a motores de reacción se accedió a información sobre la construcción y operación de turbinas caseras.

Durante la investigación documental – bibliográfica se obtuvo los elementos constitutivos y principio de funcionamiento de los motores de reacción.

Además cabe indicar que este tipo de trabajo de investigación y construcción de un motor prototipo no ha sido realizado en el país y que sería de vital importancia como punto de partida para la investigación de los mismos en el área aeroespacial ecuatoriana.

3.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

3.2.1 “Motor a reacción

El grupo de turborreactores son los motores empleados habitualmente en [aviones comerciales](#), [aviones privados](#) de largo alcance y [helicópteros](#) debido a su gran entrega de potencia. Su funcionamiento es relativamente más simple que el de los motores recíprocos, sin embargo las técnicas de fabricación, componentes y materiales son mucho más complejos ya que están expuestos a elevadas temperaturas y condiciones de operación muy diferentes en cuanto a altitud, rendimiento, y velocidad interna de los mecanismos.

El núcleo de estos motores es una [turbina de gas](#) que, mediante la expansión de gases por combustión, produce un chorro de gas que propulsa la

aeronave directamente o mueve otros mecanismos que generan el empuje propulsor.

Los turborreactores generalmente se dividen en zonas de componentes principales que van a lo largo del motor, desde la entrada hasta la salida del aire: en la zona de admisión se aloja por lo general una entrada o colector con un compresor de baja compresión y un compresor de alta compresión, en la zona de combustión es donde se inyecta el combustible y se quema en la cámara de combustión mezclado con el aire comprimido de la entrada; esto resulta en una alta entrega de flujo de gases que acciona finalmente una turbina (el "corazón" del motor). Por último en la salida se halla la tobera de escape que es la que dirige el flujo de gases producido por la combustión". (Ver anexo B).

3.2.2 Componentes

Diagrama de funcionamiento del turbo jet. Sistema de baja presión en verde. Sistema de alta presión en púrpura (ver anexo B).

Compresores:

El flujo de aire secundario pasa a través de diversas etapas de compresores que giran en el mismo sentido. Comúnmente existen compresores de alta y de baja presión en distintos ejes. A través de estos compresores se consigue un aumento significativo de la presión y la temperatura del aire.

Cámara de combustión:

Una vez realizada la etapa de compresión, el aire sale con una presión treinta veces superior de la que tenía en la entrada y a una temperatura próxima a los 600 °C.

Se hace pasar este aire a la cámara de combustión, donde se mezcla con el combustible y se combustiona la mezcla.

¹ Motores de reacción, Cuesta A. Martín, 2001, novena edición.

Turbinas:

El aire caliente que sale de la cámara, pasa a través de los álabes de varias turbinas, haciendo girar diversos ejes.

Escape:

Una vez el aire caliente ha pasado a través de las turbinas, es expulsado a través del escape en la parte posterior del motor. Las estrechas paredes de este escape fuerzan al aire a acelerarse. El peso del aire, combinado con esta aceleración produce parte del empuje total del motor.

3.2.3 TURBINA DE GAS CASERA (ARTESANAL).

Una Turbina de Gas (ver anexo C), es una [turbomáquina](#) motora, cuyo [fluido](#) de trabajo es un [gas](#). Como la compresibilidad de los gases no puede ser despreciada, las turbinas a gas son turbomáquinas térmicas. Comúnmente se habla de las turbinas a gas por separado de las turbinas ya que, aunque funcionan con sustancias en estado gaseoso, sus características de diseño son diferentes, y, cuando en estos términos se habla de gases, no se espera un posible cambio de fase, en cambio cuando se habla de vapores sí. Las turbinas de gas son usadas en los [ciclos de potencia](#) como el [ciclo Brayton](#).

CAPÍTULO IV

EJECUCIÓN DEL PLAN METODOLÓGICO

4.1 Modalidad básica de la investigación.

Debido a la importancia que reviste la presente investigación, misma que permitirá implementar material y equipamiento didáctico para la capacitación de los aerotécnicos de la UAP-IVD por parte de la sección académica, el responsable de la investigación realizó la presente investigación con el apoyo de los miembros de la UAP-IVD, debido a que interrelaciona la información a través de la interpretación tanto cuantitativa como cualitativa en razón a que es importante optimizar la capacitación del personal técnico de la UAP-IVD en referencia a los motores de reacción.

La investigación de campo refiere al conocimiento requerido en la capacitación del personal de aerotécnicos de esta Unidad y en las operaciones de mantenimiento, cabe indicar que esta investigación se la realizó al interior del aula y taller de dicha Unidad, a fin de determinar la metodología en el proceso de enseñanza – aprendizaje e interaprendizaje, donde se hace necesario contar con material didáctico para el desarrollo del mismo.

La investigación documental – bibliográfica permitió utilizar el texto del autor Cuesta A. Martín, Motores de Reacción; de donde se obtuvieron los componentes de una turbina simple y también la página web <http://www.youtube.com> (home made turbine), la misma describe el estudio teórico de las partes constitutivas y principio de funcionamiento de los motores de reacción y su mantenimiento.

4.2 Tipos de Investigación

La investigación de campo fundamentalmente es no experimental porque se limitó a la observación de la existencia de material y equipos didácticos sobre

motores de reacción en la sección académica de la UAP-IVD, a su vez se registró la información por medio de una ficha de observación. (Ver anexo A).

4.3 Niveles de la Investigación

La investigación fué exploratoria porqué detalla las visitas que se han realizado al aula y taller de capacitación de la UAP-IVD, mediante la utilización de una ficha de observación. (Ver anexo A), (Ver anexo H).

La investigación fué descriptiva en razón a que describe el proceso secuencial de capacitación por parte de la sección académica: en primer lugar realizando un llamamiento al personal que tenga conocimientos o afinidad con mecánica, electricidad y electrónica, luego son sometidos a pruebas medicas, psicológicas y académicas, a este personal que aprobó se les realizó una entrevista con el fín de conocer cuáles son sus intereses, para posteriormente dar inicio a su capacitación como aerotécnicos de la UAP-IVD.

4.4 Población y Muestra.

En base a la delimitación espacial el campo a investigar es el aula y taller de la sección académica de la UAP – IVD, ubicada en la ciudad de Guayaquil.

Para determinar que el conocimiento de requerimientos de capacitación de los aerotécnicos de la UAP – IVD, se considera como población a los técnicos en mantenimiento aeronáutico que laboran en la UAP – IVD.

La población a ser investigada la constituyen 22 personas clasificadas de la siguiente manera:

4.5 Personal administrativo y técnico.

Tabla No. 4.1 Población y muestra.

Comandante	1
Sub-Comandante	1
Pilotos	6
Asesor Técnico de Mantenimiento	1
Aerotécnicos	13
TOTAL:	22

Fuente: Unidad Aeropolicial del IV Distrito (UAP-IVD).

Elaborado por: Cbos. De Policía Paul Campaña Reyes.

En razón a que la población es muy pequeña se consideró a toda la población como la muestra total a ser investigada.

4.6 MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

4.6.1 Métodos

4.6.1.1 Análisis

El análisis de los procesos de capacitación empleados por la sección académica de la UAP - IVD, determinó las condiciones técnico – pedagógicas como: infraestructura aula de clases (Ver anexo H), docentes (Ver anexo I), en cuanto a material y equipamiento didáctico utilizado en estos procesos, de conformidad con lo establecido en las RDAG.

4.6.2 Técnicas

4.6.2.1 La observación

Se realizó una observación de campo la cual permitió conocer la implementación de material y equipamiento didáctico que posee la sección, para lo cual se hizo uso de una ficha de observación (Ver anexo A), (Ver anexo H).

4.6.2.2 La encuesta

Mediante este instrumento con la aplicación de preguntas dicotómicas y tricotómicas se obtuvo información clara de las alternativas para la selección de material didáctico apropiado para la optimización y mejoramiento de la sección académica. Como se verá en el análisis e interpretación de la encuesta. (Ver anexo D).

4.6.2.3 La entrevista

Se realizó una entrevista al asesor técnico – pedagógico de mantenimiento de la UAP, esto permitió obtener información sobre los materiales y equipamientos pedagógicos que se utilizan en el proceso de capacitación, como se verá a continuación en el análisis e interpretación de los resultados de la entrevista con el presente formato (Ver anexo E).

4.7 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Para la recolección de datos informativos se utilizó una fuente primaria, es decir de primera mano con la ayuda de las técnicas e instrumentos señalados en los párrafos anteriores, mismos que se aplicaron a personas que están vinculadas al ámbito de mantenimiento aeronáutico en el taller de la UAP–IVD, poniendo énfasis a los requerimientos a satisfacer. Para validez y confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos se solicitó antes de su aplicación el criterio juicioso de expertos en el campo de capacitación de personal de mantenimiento aeronáutico, esto permitió desarrollar instrumentos de recolección de datos confiables y veraces.

En cuanto al campo documental - bibliográfico, se consultó bibliografía y documentos referentes al tema investigado y paginas web en Internet.

La observación en el aula y taller de capacitación se constituyeron en una herramienta fundamental para obtener una clara perspectiva de los materiales y

equipamientos didácticos que se aplican al proceso de capacitación sobre motores a reacción.

El grupo investigador, realizó la encuesta al personal técnico en mantenimiento aeronáutico de la UAP – IVD. En la encuesta se aplicaron preguntas dicotómicas y tricotómicas, en razón a que permiten indagar sobre temas específicos sin dejar abierta la posibilidad de divagaciones y/o conjeturas superficiales que no permitan una clara tabulación para la interpretación de los resultados.

La entrevista fue ejecutada con el Asesor Técnico – Pedagógico de Mantenimiento de la UAP – ID, Señor Fausto Peñafiel Arias. La guía de entrevista consta de cuatro preguntas abiertas que tienen el propósito de indagar sobre los materiales y equipamientos didácticos utilizados en la capacitación.

4.8 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.

Con los resultados obtenidos en la observación, la encuesta, así como en la entrevista se procedió a:

- Codificar y tabular
- Representación gráfica
- Análisis de resultados
- Interpretación; y
- Se llega a conclusiones y recomendaciones

4.9 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.

Teniendo en cuenta los objetivos que en la presente investigación se han propuesto, así como las fundamentaciones presentadas en el Marco Teórico, se realizó encuestas a los técnicos de la UAP – IVD, así como la entrevista al señor asesor técnico – pedagógico de mantenimiento de la UAP-IVD, cuyas respuestas se presentan a continuación conjuntamente con su respectivo análisis.

4.9.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA ENCUESTA AL PERSONAL DE MANTENIMIENTO AERONÁUTICO DE LA UAP – IVD.

1.- ¿Considera que su conocimiento en motores de combustión interna tipo turbo jet es: ?

TABLA No. 4.2

PREGUNTA No. 1		
¿Considera que su conocimiento en motores de combustión interna tipo turbo jet es:?		
RESPUESTAS	RESULTADOS	
	FRECUENCIA	PORCENTAJE
MINIMO	16	64
MEDIO	8	32
AVANZADO	1	4
TOTAL	25	100

FUENTE: Encuesta al personal de aerotécnicos de la UAP - IVD.
 ELABORADO POR: Cbos. De Policía Paul Campaña Reyes.

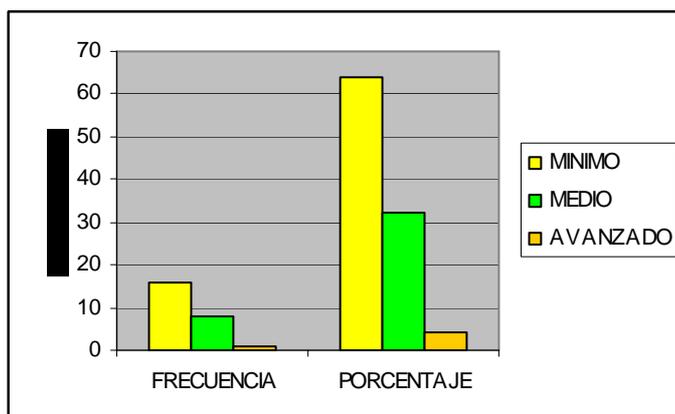


Figura No. 4.1

Análisis: El análisis porcentual en este gráfico indica que la mayor parte de los miembros de esta unidad tienen un conocimiento mínimo del funcionamiento de los motores de combustión interna tipo turbo jet.

Interpretación: De manera general el grado de conocimiento del funcionamiento de estos motores es mínimo y las operaciones de mantenimiento prácticamente se las realiza de manera empírica.

2.- ¿Considera que es necesario que se realice un programa de capacitación en este tipo de motores al personal de aerotécnicos de esta unidad:?

TABLA No. 4.3

PREGUNTA No. 2		
¿Considera que es necesario que se realice un programa de capacitación en este tipo de motores al personal de aerotécnicos de esta unidad:?		
RESPUESTAS	RESULTADOS	
	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	25	100
NO	0	0
TOTAL	25	100

FUENTE: Encuesta al personal de aerotécnicos de la UAP - IVD.
ELABORACION: Cbos. De Policía Paul Campaña Reyes.

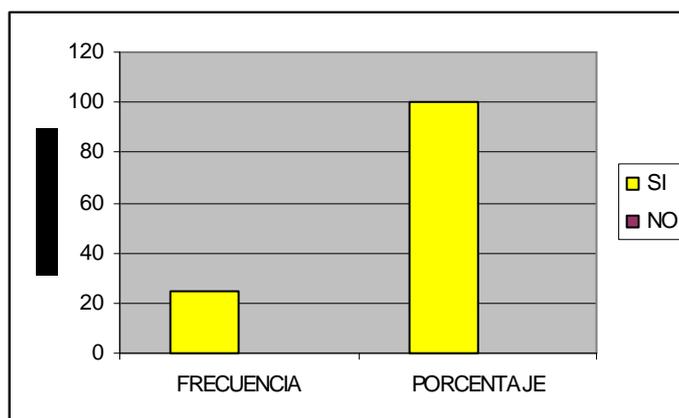


Figura No. 4.2

Análisis: Todos los miembros que conforman esta unidad consideran que es necesario implementar un sistema de capacitación.

Interpretación: Que la razón por la que las operaciones de mantenimiento se ven limitadas es debido a que no existe un sistema de capacitación adecuado para el personal de aerotécnicos.

3.- ¿Cuál de estas tres opciones considera que sería la vía mas favorable para realizar este tipo de capacitación:?

TABLA No. 4.4

PREGUNTA No. 3		
¿Cuál de estas tres opciones considera que sería la vía mas favorable para realizar este tipo de capacitación?		
RESPUESTAS	RESULTADOS	
	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SOFTWARE INTERACTIVO	3	12
MANUAL ESCRITO	4	16
MOTOR PROTOTIPO	18	72
TOTAL	25	100

FUENTE: Encuesta al personal de aerotécnicos de la UAP - IVD.
ELABORACION: Cbos. De Policía Paul Campaña Reyes.

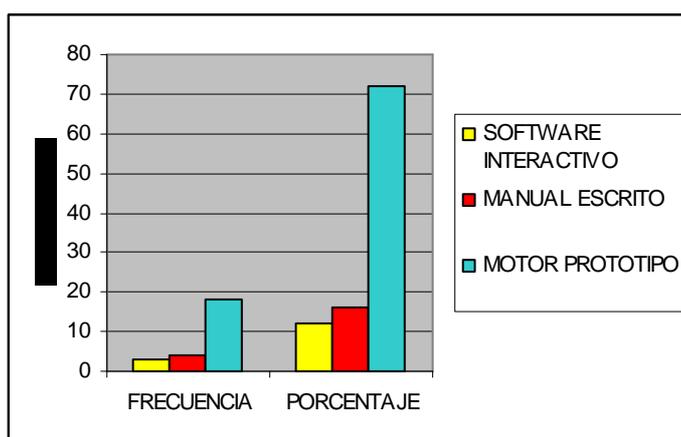


Figura No. 4.3

Análisis: La mayoría de los miembros de esta unidad consideran que la construcción de un tipo de material didáctico de carácter físico y tangible sería de gran ayuda en el proceso de enseñanza – aprendizaje.

Interpretación: El grado de interés que muestra la gran parte de los miembros de esta unidad en la construcción de este prototipo se debe a que no cuenta con ningún tipo de material didáctico para la capacitación de sus aerotécnicos.

4.- ¿Cree que al realizarse este tipo de capacitación al personal de aerotécnicos, se optimicen las operaciones de mantenimiento de esta unidad?.

TABLA No. 4.5

PREGUNTA No. 4		
¿Cree que al realizarse este tipo de capacitación al personal de aerotécnicos, se optimicen las operaciones de mantenimiento de esta unidad?		
RESPUESTAS	RESULTADOS	
	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	23	92
NO	2	8
TOTAL	25	100
FUENTE: Encuesta al personal de aerotécnicos de la UAP - IVD.		
ELABORADO POR: Cbos. De Policía Paul Campaña Reyes.		

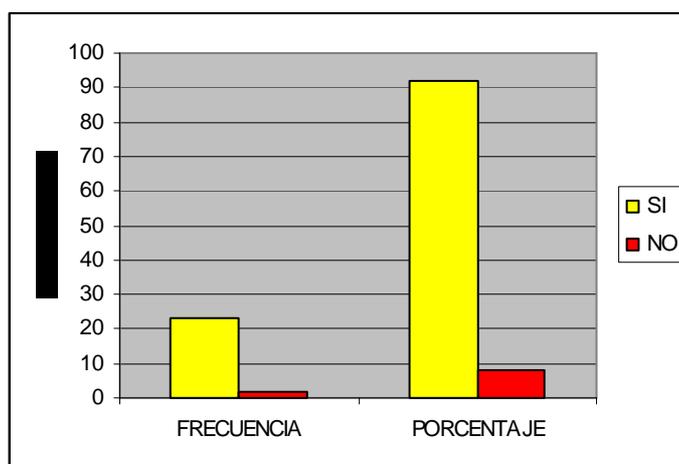


Figura No. 4.4

Análisis: De acuerdo al cuadro los miembros de esta unidad consideran que las operaciones de mantenimiento se verán optimizadas después de este proceso de capacitación.

Interpretación: Si el personal se encuentra bien capacitado será capaz de rendir a su más alto nivel en el ámbito laboral porque cuan más capacitado es un empleado es más productivo.

4.9.2 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA ENTREVISTA

NOMBRE: SR. E.C. FAUSTO PEÑAFIEL ARIAS.

CARGO QUE OCUPA: SUPERVISOR Y ASESOR TÉCNICO DE MANTENIMIENTO AERONÁUTICO DE LA UAP – IVD.

FORMACIÓN ACADÉMICA: AEROTÉCNICO FUERZA AEREA ECUATORIANA (SERVICIO PASIVO).

CUESTIONARIO:

1.- ¿Usted considera que el proceso de enseñanza – aprendizaje, se lo puede ejecutar únicamente con textos escritos?

Contar con los textos y material didáctico físico tangible es la mejor manera para poder ejecutar el proceso de enseñanza – aprendizaje.

Análisis: El Señor Fausto Peñafiel manifiesta que además de contar con los textos escritos además de los manuales de mantenimiento es importante contar con material didáctico físico tangible.

Interpretación: En el taller se cumplen diversos tipos de trabajos durante las operaciones de mantenimiento y es de suma importancia contar con aerotécnicos preparados y bien capacitados, sin embargo al momento el proceso de

enseñanza – aprendizaje se encuentra limitado al no contar con material didáctico necesario para el desarrollo del mismo.

2.- ¿Usted como facilitador (docente) de la cátedra en el proceso de enseñanza – aprendizaje, considera que es necesario implementar material didáctico para la optimización del mismo?

Si, es importante y necesario contar con material didáctico, debido a que al momento en la sección académica de esta unidad, no contamos con ningún tipo de material didáctico o ayuda visual.

Análisis: El Señor Fausto Peñafiel, que como facilitador (docente) de la cátedra manifiesta que el sistema de capacitación, se ve seriamente minimizado debido a no contar con material didáctico o ayuda visual para el desarrollo del mismo.

Interpretación: El no contar con material didáctico y ayudas visuales para la capacitación del personal de aerotécnicos de esta unidad, limita completamente las operaciones de mantenimiento de las mismas.

3.-¿Considera que el invertir tiempo y dinero en investigación ayudará a optimizar el proceso de enseñanza – aprendizaje en esta Unidad.

No hay límite; la mejor inversión que se puede realizar es la capacitación, porque al contar con personal profesional preparado, las operaciones de mantenimiento serán realizadas con calidad.

Análisis: El Señor Fausto Peñafiel manifiesta que el contar con personal capacitado en el área de mantenimiento facilitará y mejorará la calidad de las operaciones de mantenimiento de la UAP-IVD.

Interpretación: El invertir tiempo y dinero para la investigación a parte de ser importante para el desarrollo de la unidad es importante para el desarrollo de nuestro país por ser este el punto de partida para la implementación de este tipo de material didáctico.

4.- ¿Considera conveniente que se realice el “Diseño, construcción e implementación de un motor prototipo turbo reactor de construcción artesanal con fines didácticos, para la sección académica de la UAP – IVD”, para de esta manera constituirse en material didáctico importante para el desarrollo del proceso de enseñanza – aprendizaje en esta Unidad.

Por supuesto, al contar con este tipo de material didáctico, sería el punto de partida para la optimización y mejoramiento de la sección académica de esta unidad; y de esta manera las operaciones de mantenimiento se las realizarían de una manera profesional y con calidad.

Análisis: El Señor Fausto Peñafiel manifiesta que sería de una gran ayuda contar con este tipo de material didáctico a fin de que el sistema de capacitación mejore y por ende las operaciones de mantenimiento de esta unidad.

Interpretación: La elaboración de este tipo de material didáctico sería de gran ayuda como un banco didáctico que nos indique claramente el funcionamiento de los motores de combustión interna tipo turbo - jet.

4.9.3 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA OBSERVACIÓN

El análisis de la ficha de observación arrojo los siguientes resultados:

El estudio de la situación actual, una vez realizada la investigación exploratoria se concluye que la UAP-IVD, cuenta con un aula que se encuentra utilizada como bodega. Ver anexo H.

El análisis de la situación actual del recurso humano con el que cuenta la UAP-IVD, existen dos señores clases que se encuentran certificados por la OACI (Organización de Aviación Civil Internacional), para desempeñarse como instructores TRAIN AIR y que tienen el conocimiento técnico necesario para impartir sus conocimientos en este tipo de motores. Ver anexo I.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- El estudio de la situación actual del material y equipamiento didáctico que posee la sección académica de la UAP-IVD, lleva a la conclusión de que esta sección no dispone de material y equipamiento didáctico pertinente y coherente para la capacitación en motores de propulsión a sus aerotécnicos.
- Además del estudio de la situación actual, una vez realizada la investigación exploratoria se concluye que la UAP-IVD, cuenta con un aula que se encuentra utilizada como bodega. Ver anexo H.
- En el análisis de la situación actual del recurso humano con el que cuenta la UAP-IVD, existen dos señores clases que se encuentran certificados por la OACI (Organización de Aviación Civil Internacional), para desempeñarse como instructores TRAIN AIR y que tienen el conocimiento técnico necesario para impartir sus conocimientos en este tipo de motores. Ver anexo I.
- La información recopilada sobre motores de reacción de construcción artesanal permite considerar firmemente la posibilidad viable de diseñar, construir e implementar un motor de reacción con fines didácticos para la UAP-IVD.
- Los resultados de la investigación encaminan al equipo investigador a proponer la construcción de un motor prototipo turbo jet sumamente sencillo y de fácil operación.

5.2 RECOMENDACIONES

- El responsable de la investigación recomienda realizar el diseño, construcción e implementación de un motor de combustión interna tipo turbo jet prototipo sencillo, de fácil operación y con un sistema de combustión económico, con fines didácticos.
- Además el análisis de los resultados arrojó bastante aceptación para la elaboración de manuales de tipo multimedia ilustrados, los mismos que contengan información para la capacitación en este tipo de motores, en tal virtud se recomienda para el desarrollo de otro proyecto de tesis, para algún señor estudiante del ITSA o de algún miembro de la UAP-IVD, que tenga afinidad con el área informática.

5.3 DENUNCIA DEL TEMA

“Diseño, construcción e implementación de un motor prototipo turbo jet de construcción artesanal con fines didácticos, para la sección académica de la UAP - IVD”.

CAPÍTULO VI

FACTIBILIDAD

6.1 FACTIBILIDAD TÉCNICA

Del presente trabajo de investigación, se obtuvo como resultado la necesidad a satisfacer de la construcción de un motor prototipo turbo jet, de fácil operación, con fines didácticos.

Al tratarse de la construcción artesanal de un motor prototipo, en el cual los materiales deben satisfacer requerimientos no extremos de resistencia térmica y empuje mecánico, son de fácil adquisición en el mercado local por lo tanto es factible su construcción.

6.2 FACTIBILIDAD LEGAL

Memorándum No. 2008-111-UAP-SEGU-1, el mismo que textualmente dice:

“Guayaquil, 28 de julio del 2008

Señor Cbos. de Policía

RAMIRO PAUL CAMPAÑA REYES

AEROTÉCNICO DE LA UAP IVD.

Presente.-

Con relación al oficio No. 2008-437-UAP-SEGU, de fecha 25 de julio del 2008, por disposición del suscrito, y una vez enterado del contenido del mismo, sírvase desarrollar todas las actividades pertinentes con el fin de que esta recaigan en beneficio de la **OPTIMIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA SECCIÓN ACADÉMICA** de la Unidad Aeropolicial del IV Distrito, para lo cual recibirá todo el apoyo con el fin de conseguir el objetivo propuesto.

Atentamente;

DIOS, PATRIA Y LIBERTAD

JORGE ALEJANDRO BORJA NEACATO

Capitán de Policía Piloto.

JEFE DE PERSONAL UNIDAD AEROPOLICIAL DEL IVD.” Ver anexo G.

6.3 FACTIBILIDAD DE APOYO

6.3.1 Apoyo

Se tomará en cuenta equipos de taller, tales como taladro de pedestal, esmeril, etc; los mismos que serán de gran ayuda para que el trabajo investigativo sea realizado de la mejor manera posible y sin ningún problema en el Taller de la UAP-IVD.

6.3.2 Recursos

N.-	ITEM	NOMBRE
1	ALUMNO	Cbos. De Policía Paul Campaña R.
2	DIRECTOR DEL PROYECTO	Ing. Dag Bassantes

Fuente: Consejo de carreras

Elaborado por: Cbos. De Policía Paul Campaña R.

6.3.3 Legal

- Memorándum No. 2008-111-UAP-SEGU-1

6.3.4 Apoyo

- Material de escritorio
- Computadora
- Videos y Casetes
- Gastos de movilización
- Telefonía celular

6.4 Cronograma Cuadro 6.1 Cronograma de actividades

Actividades	ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Entrega de tema del trabajo investigativo				*																								
Aprobación del tema del trabajo investigativo				*	*																							
Recopilación de datos						*	*																					
Elaboración de trabajo investigativo								*	*	*	*	*	*	*	*	*	*											
Presentación del trabajo investigativo																		*										
Aprobación del trabajo investigativo																			*									
Diseño de la máquina (calculos elementales)																			*	*								
Construcción del prototipo																				*	*	*						
Desarrollo del proyecto																			*	*	*							
Informe de avance 100%																					*							
Pre defensa del proyecto																								*				
Entrega de ejemplares																								*				
Designación tribunal																									*			
Entrega de original calificado x tribunal																									*			
Defensa oral del proyecto																										*	*	
Entrega de ejemplares empastados																												*

Paúl Campaña Reyes
RESPONSABLE DE LA INVESTIGACIÓN

Ing. Dag Bassantes
DIRECTOR DEL TRABAJO DE INVEST.

6.5 PRESUPUESTO

GASTOS PRIMARIOS

6.6.1 Cuadro de Gastos Primarios

MATERIALES

N.-	ITEM	MATERIAL/CARACTERISTICA	CANTIDAD	UNIDAD	V/ UNITARIO \$	SUB/ TOTAL \$
1	Acero Inoxidable	Lámina 2 mm	1/2	m	180	180
2	cojinetes	Diámetro externo 5/32	2	unidad	2	4
3	Varilla	Acero sae 120 30 cm/5/32 diámetro	1	unidad	130	130
4	Bushing / bosines	diámetro interno 5/32	2	unidad	20	40
5	Ruedas giratorias	1 pulgada	4	unidad	10	40
6	Bombona de GLP	Pequeña de Supervivencia	1	unidad	60	60
7	Cañería de GLP	2 mts.	1	unidad	10	10
8	Válvula shut off	Para presión de aire	1	m	40	40
9	Manómetro	Presión de aire	1	m	80	80
10	Ferretería menor	Pernos, tuercas, tornillos, etc	1	unidad	30	30

TOTAL	\$614
--------------	--------------

6.2 Cuadro de Gastos Secundarios

GASTOS SECUNDARIOS

N.-	ITEM	CANTIDAD	UNIDAD	V/ UNITARIO \$	SUB/ TOTAL \$
1	Mecanizado-herramientas	--	--	40	40
2	Mano de obra	--	--	20	20
3	Hojas de papel bond	1	resma	--	5
4	Copias	150	unidad	0.03	5
5	Internet	20	horas	1	10
6	Transporte	--	--	--	10
7	Varios	--	--	--	10

TOTAL	\$100
--------------	--------------

6.3 Cuadro de Costo Final

COSTO FINAL

	TOTAL \$
GASTOS PRIMARIOS	614
GASTOS SECUNDARIOS	100

TOTAL	\$714
--------------	--------------

El proyecto será auspiciado y financiado por la UAP-IVD

CAPÍTULO VII

DESARROLLO DE LA FACTIBILIDAD

7.1 ANTECEDENTES

La Unidad Aeropolicial en su sección académica no cuenta con ningún tipo de material didáctico para la capacitación del personal de aerotécnicos, por tal razón la capacitación que se realiza al personal de aerotécnicos es limitada únicamente a textos escritos y no ilustrados sin que se puedan observar componentes ni funcionamiento.

7.2 JUSTIFICACIÓN

Por lo mencionado en los antecedentes es necesario el diseño, construcción e implementación de un motor prototipo turbo jet de construcción artesanal con fines didácticos, para la sección académica de la UAP – IVD, con el fin de convertirse en material didáctico indispensable para la capacitación del personal de aerotécnicos y de esta manera optimizar las operaciones de mantenimiento.

7.3 OBJETIVOS

7.3.1 General

Diseñar, construir e implementar un motor prototipo turbo jet de construcción artesanal con fines didácticos, para la sección académica de la UAP – IVD.

7.3.2 Específicos

- Analizar los requerimientos operacionales, físicos y técnicos que debe satisfacer el motor prototipo.

- Plantear alternativas de material didáctico y realizar el estudio, análisis y selección de la mejor alternativa para la construcción del motor prototipo.
- Elaborar un diseño básico de la estructura y componentes del motor prototipo.
- Construir la alternativa seleccionada que permita obtener material didáctico que cumpla con las necesidades requeridas, de fácil operación y fácil montaje y desmontaje, además de su bajo costo.
- Efectuar pruebas de funcionamiento y operación.

7.4 ALCANCE

La construcción de este motor prototipo tiene por alcance satisfacer, los requerimientos técnicos, ilustrativos y operacionales, para la optimización de la sección académica de la UAP – IVD, este trabajo beneficia al personal de aerotécnicos de la UAP – IVD. A su vez se constituye en un referente de estudio, diseño y construcción de material didáctico de fácil construcción, montaje, desmontaje y mantenimiento, para el personal de alumnos del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA) y terceras personas que lo utilicen como referencia, el mismo que formará parte de los activos fijos de la sección académica y se encontrará ubicado en el aula de clases de la UAP-IVD.

7.5 MARCO TEÓRICO

7.5.1 Turbina de gas

Una turbina de gas simple está compuesta de tres secciones principales: un compresor, un quemador y una turbina de potencia. Las turbinas de gas operan en base en el principio del ciclo Brayton, en donde aire comprimido es mezclado con combustible y quemado bajo condiciones de presión constante. El gas caliente producido por la combustión se le permite expandirse a través de la turbina y hacerla girar para llevar a cabo trabajo.

El ciclo de Brayton de aire normal, es el ciclo ideal de una turbina de gas simple. El ciclo abierto de una turbina de gas simple, que utiliza un proceso de combustión interna se puede observar en la gráfica siguiente.

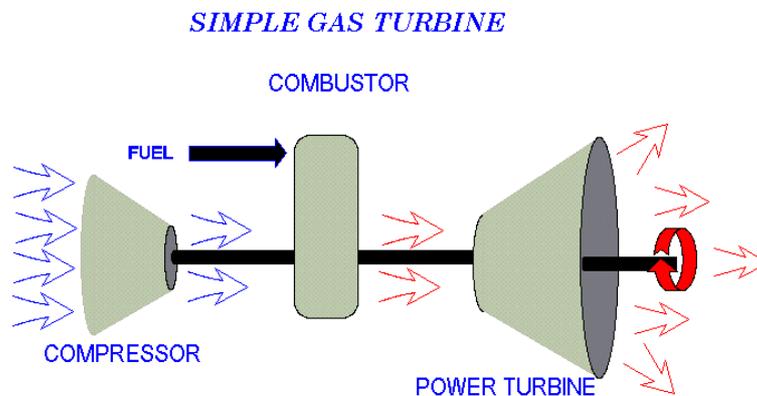


Figura 7.1 Turbina de gas simple – Esquema básico

Fuente: Wikipedia, Enciclopedia libre.

Elaborado por: Cbos. De Policía Paúl Campaña Reyes

7.5.2 Soldadura

La soldadura es un **proceso de fabricación** en donde se realiza la unión de dos materiales, generalmente metales o termoplásticos, usualmente logrado a través de la **fusión**, en la cual las piezas son soldadas **derritiendo** ambas y agregando un material de relleno derretido.

7.5.2.1 Soldadura por arco eléctrico.

Los procedimientos de soldadura por arco son los más utilizados, sobre todo para soldar acero, y requieren el uso de corriente eléctrica. Esta corriente se utiliza para crear un arco eléctrico entre uno o varios electrodos aplicados a la pieza, lo que genera el calor suficiente para fundir el metal y crear la unión.

En algunos casos se utilizan electrodos fusibles, que son los metales de aportación, en forma de varillas recubiertas de fundente o desnudas; en otros casos se utiliza un electrodo refractario de wolframio y el metal de aportación se añade aparte. Los procedimientos más importantes de soldadura por arco son con electrodo recubierto, con protección gaseosa y con fundente en polvo.



Figura 7.2 Soldadura por arco eléctrico

Fuente: Wikipedia, Enciclopedia libre.

Elaborado por: Cbos. De Policía Paúl Campaña Reyes

7.5.3 Selección del material para la estructura.

Debemos tener en cuenta la exposición a temperaturas aproximadas a 100 °C, antes de realizar la selección de nuestro material, para lo cual planteamos dos posibilidades.

- Aluminio.
- Acero Inoxidable.

Para este tipo de trabajo con exposición al calor el acero inoxidable es el más adecuado debido a que soporta las temperaturas emitidas cuando se produce el escape de los gases de los motores, en cambio el aluminio soporta las temperaturas anteriormente mencionadas pero sufre deformaciones.

7.5.4 Soporte

Para la construcción del soporte se seleccionó como material la madera, debido a su fácil adquisición que esta al alcance en el mercado.

Este soporte va a ser aquel que va a soportar el peso de nuestro banco didáctico.

7.5.5 Ruedas

Para la selección de las ruedas tomaremos en cuenta aquellas que sean sensibles a cualquier tipo de movimiento y que a su vez soporten cargas menores a 3 kg.; que son las utilizadas en mueblerías y en cargas livianas. (Ver anexo L).

Ruedas con eje

Son aquellas que para su rotación es necesario un eje y su movimiento de empuje debe realizárselo en una sola dirección, pero puede usarse con doble sentido.

Ruedas Giratorias

En cambio este tipo de ruedas son más sensibles a movimientos de empuje en cualquier dirección debido a que no tienen un eje fijo sino más bien giran en todas las direcciones ejerciendo momento en cualquier parte del soporte.

7.5.6 Encendido

La tecnología contemporánea nos permite tener una serie de alternativas para realizar cualquier tipo de trabajo.

Es así que en la actualidad al encender una cocina no es necesario el uso de los cerillos, que además de ser molestos se constituían en un peligro.

Este sistema de encendido consta de una bobina y de una pequeña bujía que genera la chispa de encendido.

7.5.7 COMBUSTIBLES

Mezcla de gas propano – butano

Este tipo de gas es utilizado para lámparas en el campo donde no existe energía eléctrica y también en las pequeñas cocinas usadas por los montañistas en sus excursiones, su combustión es muy similar a la del gas metano, es decir al combustionarse genera dióxido de Carbono CO₂.

JP1 – Aircraft Fuel

Este tipo de combustible es sumamente eficaz, pero para realizar su combustión de una manera adecuada requiere de una serie de componentes como son inyectores, bombas y filtros debido a su densidad.

El proceso en el sistema de combustión de una turbina inicia con el flujo de aire que ingresa a través del compresor, para luego mediante la ayuda de un difusor ser enviado dentro de la cámara de combustión donde se mezcla con el

combustible que se encuentra pulverizado; esta mezcla es encendida mediante la ayuda de una bujía (igniter), la misma que al ser combustionada pasa a través de los alabes de la turbina haciéndola girar y de esta manera generando el trabajo, estos gases son expulsados a través de una tobera a la atmósfera. (Ver anexo B).

7.6 Sistemas de Combustión (Selección).

Al presentar algunas alternativas factibles para la construcción de nuestro banco didáctico se escoge los siguientes sistemas de combustión:

- Mezcla gas propano – butano o gas metano puro, con un manómetro adecuadamente instalado para conocer su presión en PSI.
- JP1 – AIRCRAFT FUEL implementar un sistema para combustionar a este; con inyectores, bombas y filtros.

7.6.1 Planteamiento

De acuerdo a las características técnicas de los sistemas de combustión para nuestro banco didáctico considerados como alternativas, se enuncian ventajas y desventajas con la finalidad de precisar parámetros, que faciliten el análisis de mejor elección.

Cuadro 7.1 Planteamiento de alternativas

ALTERNATIVAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
COMBUSTIÓN MEZCLA GAS BUTANO – PROPANO O METANO PURO	Pocos componentes	
	Fácil operación	
	Bajo Costo	

Fuente: Unidad Aeropolicial IVD.

Elaborado por: Cbos. Paúl Campaña Reyes.

ALTERNATIVAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
--------------	----------	-------------

COMBUSTIÓN AIRCRAFT FUEL	JP1		Muchos componentes
			Compleja operación
			Alto Costo

Fuente: Unidad Aeropolicial IVD.

Elaborado por: Cbos. Paúl Campaña Reyes.

7.6.2 Análisis de alternativas (estudio técnico).

Con la finalidad de seleccionar el sistema de combustión adecuado para nuestro banco didáctico de acuerdo al cuadro de ventajas y desventajas se considera y analiza varios puntos como:

Cantidad de componentes, complejidad de operación y Costo.

7. 6.2.1 Análisis de factibilidad

Después de haber determinado los parámetros más afines en la construcción de nuestro banco didáctico y su sistema de combustión, se realiza un análisis de factibilidad de cada uno de ellos, determinando bajo los parámetros anteriormente mencionados para obtener la mejor opción, la misma que satisfaga las finalidades del proyecto.

La evaluación se realizará bajo parámetros de forma cualitativa y cuantitativa, bajo los siguientes parámetros, mala, buena, muy buena y sobresaliente, con la finalidad de cuantificar mediante el siguiente puntaje 7,8,9,10 respectivamente a fin de poder determinar la mejor opción sobre la matriz de la selección.

Cuadro 7.2 Evaluación Cualitativa – Cuantitativa.

CUALITATIVA		CUANTITATIVA
SOBRESALIENTE	S	10
MUY BUENA	MB	9
BUENA	B	8
MALA	M	7

Fuente: Unidad Aeropolicial IVD.

Elaborado por: Cbos. Paúl Campaña Reyes.

Cantidad de componentes

Se fundamenta en la cantidad de elementos que conforman el sistema de combustión seleccionado en este caso el que menos componentes contemple.

Cuadro 7.3 Evaluación Cualitativa y cuantitativa de cantidad de componentes.

TIPO DE SISTEMA DE COMBUSTIÓN	EVALUACIÓN	
JP1-AIRCRAFT FUEL	MB	9
MIX BUT-PROP O METANO	S	10

Fuente: Unidad Aeropolicial IVD.

Elaborado por: Cbos. Paúl Campaña Reyes.

Complejidad de Operación

Hace referencia a la manera de operar y controlar el sistema de combustión de nuestro banco didáctico. En donde el un sistema utiliza la presión propia de los gases y se verifica con la ayuda de un manómetro y el otro requiere de una bomba reforzadora además de inyectores y filtros entre otros.

Cuadro 7.4 Evaluación cualitativa y cuantitativa de la operación.

TIPO DE SISTEMA DE COMBUSTIÓN	EVALUACIÓN	
JP1-AIRCRAFT FUEL	MB	9
MIX BUT-PROP O METANO	S	10

Fuente: Unidad Aeropolicial IVD.

Elaborado por: Cbos. Paúl Campaña Reyes.

Costo

Hace referencia al valor de cada uno de los componentes del sistema de alimentación de combustible que va a ser empleado en esté caso el más cómodo.

Cuadro 7.5 Evaluación cualitativa y cuantitativa del costo

TIPO DE SISTEMA DE COMBUSTIÓN	EVALUACIÓN	
JP1-AIRCRAFT FUEL	B	8
MIX BUT-PROP O METANO	MB	9

Fuente: Unidad Aeropolicial IVD.

Elaborado por: Cbos. Paúl Campaña Reyes.

7.6.2.2 Matriz de selección

La matriz de selección es un cuadro en el cual se puede dar un resultado acerca de las dos alternativas planteadas para la construcción de nuestro banco didáctico.

Cuadro 7.6 Matriz de Selección

SISTEMAS DE COMBUSTIÓN

PARÁMETROS	FACTOR DE PONDERACIÓN	JP1 AIRCRAFT FUEL			MIX BUT - PROP O METANO PURO		
		CUALIT.	CUANT.	P x CT	CUALIT.	CUANT.	P x CT
CANTIDAD DE COMPONENTES	0.4	MB	9	3.6	S	10	4
OPERACIÓN	0.4	MB	9	3.6	S	10	4
COSTO	0.2	B	8	1.6	MB	9	1.8
TOTAL	1			8.8			9.8

Fuente: Unidad Aeropolicial IVD.

Elaborado por: Cbos. Paúl Campaña Reyes.

7.6.3 Selección de la mejor alternativa

En base a los resultados obtenidos de la matriz de selección, se determina que la mejor alternativa para el sistema de combustión de nuestro banco didáctico es median la mezcla de GAS PROPANO – BUTANO o METANO PURO.

7.7 Construcción

7.7.1 Descripción

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Longitud estructura base	30 cm
Ancho de la base	48 cm
Diámetro	11 cm
Altura	15 cm
Peso	3.6 Kg.
No. ruedas	4 giratorias.

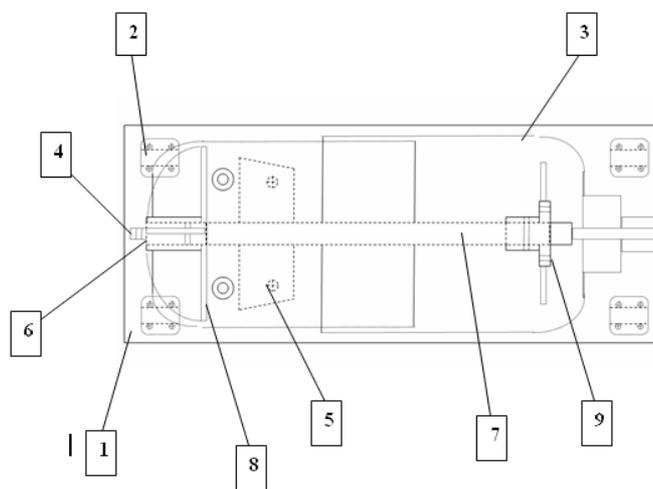


Figura No. 7.3 Componentes básicos banco didáctico.

Fuente: Unidad Aeropolicial IVD.

Elaborado por: Cbos. Paúl Campaña Reyes.

Partes constitutivas del nuestro banco didáctico.

Estructura

- Coche de madera (1)
- Ruedas Giratorias (2)
- Estructura de tubo de escape (3)
- Pasadores 3/32" (4)
- Pernos 10 mm (5)

- Pistas 6 mm (6)

Mecanismo

- Eje (7)
- Compresor Centrífugo (8)
- Turbina (9)

Encendido

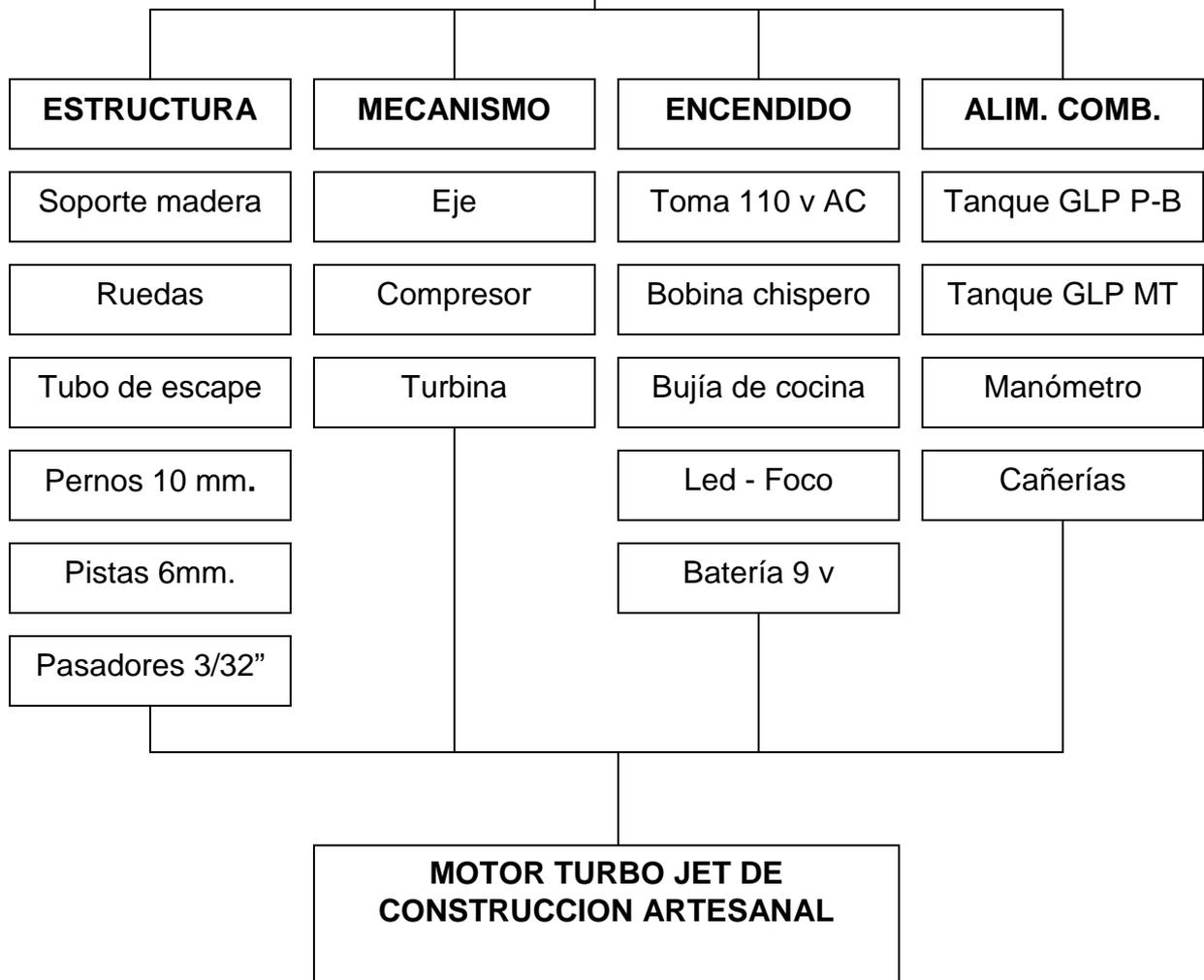
- Bobina de cocina
- Bujía de encendido de una cocina
- Alambre de alta temperatura
- Led - Foco
- Batería 9 v.
- Toma eléctrica 110 v.

Alimentación Combustible

- Reservorio tanque de mezcla gas butano – propano.
- Reservorio tanque gas metano.
- Manómetro
- Cañerías presión media

7.7.2 Diagrama de descripción del banco didáctico. (motor prototipo).

22

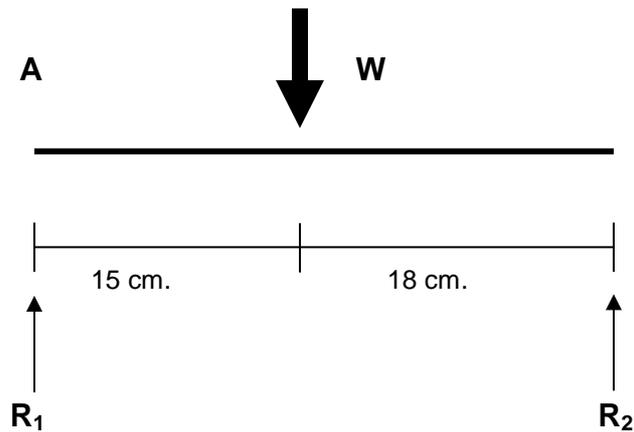


7.7.3 Diseño Básico

7.7.3.1 Cálculos

Peso que soportan las llantas por simetría

$W = 3.6 \text{ Kg}$. Peso de la estructura del banco didáctico armado.



$$\sum F_y = 0$$

$$R_1 + R_2 = \frac{W}{2}$$

$$R_1 = \frac{W}{2} - R_2$$

$$R_1 = 1.8 - 0.818$$

$$R_1 = 0.982 \text{ Kg}$$

$$\sum M_A = 0$$

$$W / 2 \cdot 15 \text{ cm} = R_2 \cdot 33 \text{ cm}$$

$$R_2 = \frac{W / 2 \cdot 15 \text{ cm}}{33 \text{ cm}}$$

$$R_2 = \frac{1.8 \text{ Kg} \cdot 15 \text{ cm}}{33 \text{ cm}} = 0.818 \text{ Kg}$$

Cálculo de rendimiento de la máquina

El rendimiento térmico.- indica el calor procedente de la combustión que se transforma en trabajo, se puede expresar como una proporción adimensional.

Al momento que se combustiona cualquier tipo de combustible se convierte en dióxido de carbono, por esta razón usamos **k** del dióxido de carbono CO₂. (Ver anexo J).

k es la constante que se usa en procesos isentrópicos de los gases ideales.

Proceso isentrópico indica que no existe variación en la entropía y puede ser observado en un diagrama T – s (Temperatura entropía). (Ver anexo M).

En este caso:	1.285
Presión Atmosférica (P1)	14.7 PSI.
Presión 2 (P2)	20 PSI, se toma con el manómetro, retirando una toma de alimentación de gas.

$$\eta_{term.} = 1 - \frac{1}{(p_2 / P_1)^{(k-1)/k}} \quad \text{7.1 Fórmula Rendimiento térmico.}$$

$$\eta_{term.} = 1 - \frac{1}{(20/14.7)^{(1.285-1)/1.285}}$$

$$\eta_{term.} = 0.066006434$$

7.7.4 CONSTRUCCIÓN

7.7.4.1 Máquinas y herramientas usadas en la construcción

Al determinar y seleccionar el material y los elementos necesarios para la construcción de nuestro banco didáctico, se procede a la construcción.

Para la construcción de nuestro banco didáctico se utilizan máquinas (M), herramientas (H), materiales (mt) y accesorios (A), que a continuación se detallan.

Cuadro 7.7 Máquinas utilizadas en la construcción

CÓDIGO	MÁQUINA	CARACTERÍSTICAS
1	Taladro Neumático	11 SCFI SNAPON
2	Sierra Eléctrica	DELTA 22/440V , 1145 RPM
3	Soldadora	LINCON 225 AMPERIOS 6 Hz
4	Amoladora	BOSH 7 inch 2100W , 8500RPM EJE M14
5	Esmeril	FECO 120V 6 Hz
6	Entenalla	CAPACIDAD 5 plg
7	Taladro de Pedestal	5/8 inch MOTOR 3/4 HP 12 velocidades truper
8	Torno	Velocidad de 45-2100 rpm T360 T14 inch
9	Compresor	PUMA 120 V 60 HZ

Fuente: Unidad Aeropolicia IVD.

Elaborado por: Cbos. Paúl Campaña Reyes.

Cuadro 7.8 Herramientas utilizadas en la construcción.

C Ó D I G O	C A R A C T E R Í S T I C A S
1	Flexómetro
2	Escuadra
3	Marcador de Acetato
4	Arco de Sierra
5	Limas
6	Llaves de corona

Fuente: Unidad Aeropolicial IVD.

Elaborado por: Cbos. Paúl Campaña Reyes.

Cuadro 7.9 Materiales utilizados en la construcción.

C Ó D I G O	C A R A C T E R Í S T I C A S
1	Disco de corte
2	Broca
3	Disco de desbaste
4	Hojas de sierra
5	Lija
6	Cepillo de hierro

Fuente: Unidad Aeropolicial IVD.

Elaborado por: Cbos. Paúl Campaña Reyes.

7.7.5 Diagramas y tablas de proceso

DIAGRAMA DE PROCESOS

La siguiente simbología para los diagramas representa a los diferentes procesos en los sistemas de nuestro banco didáctico.

Cuadro 7.10 Codificación diagrama de procesos

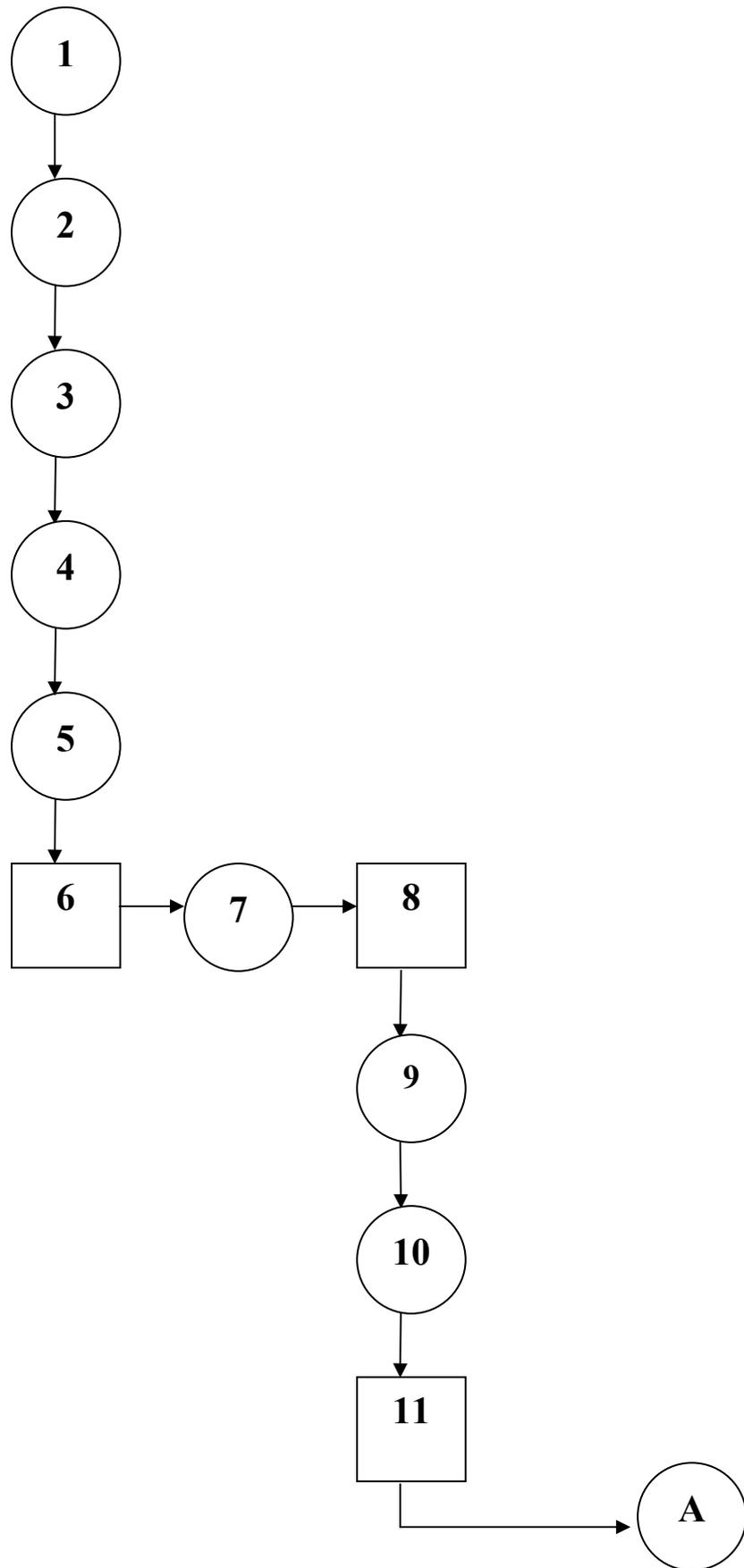
NUMERO	FIGURA	ACTIVIDAD
1		Operación
2		Inspección o comprobación
3		Ensamble

Fuente: Unidad Aeropolicial IVD.

Elaborado por: Cbos. Paúl Campaña Reyes.

7.7.5.1 Diagrama de procesos de construcción de la estructura





Cuadro 7.11 Descripción de proceso de construcción de la estructura

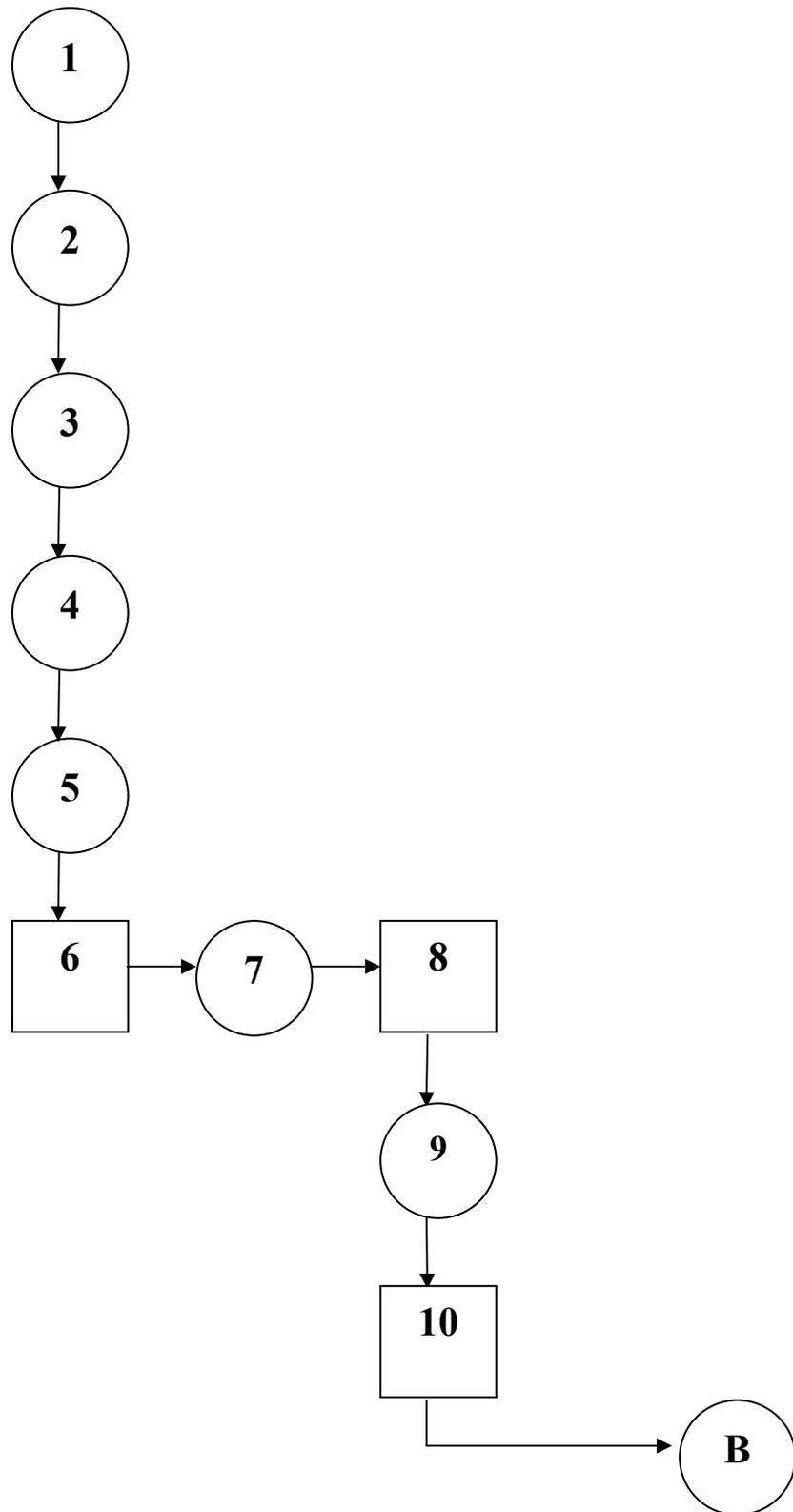
ACTIVIDADES	DESCRIPCION	MAQUINAS	HERRAMIENTAS	MATERIALES
1	Medición del material		1 - 2	
2	Rayado y trazado		2 - 3	
3	Corte del tubo de Escape	2		
4	Corte de platina	2	4	1 - 4
5	Limado de asperezas	5	5	
6	Comprobación de medidas		1-2	
7	Suelda del material	3		
8	Inspección visual de suelda			6
9	Pulido de soldaduras	5	5	6
10	Lijado			5
11	Inspección final de la estructura		1 - 2	

Fuente: Unidad Aeropolicial IVD.

Elaborado por: Cbos. Paúl Campaña Reyes.

7.7.5.2 Diagrama de procesos del mecanismo





Cuadro 7.12 Descripción de proceso de construcción del mecanismo

ACTIVIDADES	DESCRIPCION	MAQUINAS	HERRAMIENTAS	MATERIALES
1	Medición del material		1 - 2	
2	Rayado y trazado		2 - 3	
3	Corte de la platina de aluminio	2		
4	Perforación de platina	7		2
5	Suelda del material	3		
6	Inspección visual de suelda		1 - 2	
7	Trabajo de desbaste en eje	8		
8	Comprobacion de medidas		1 - 2	
9	Lijado			5
10	Inspección final del mecanismo		1 - 2	

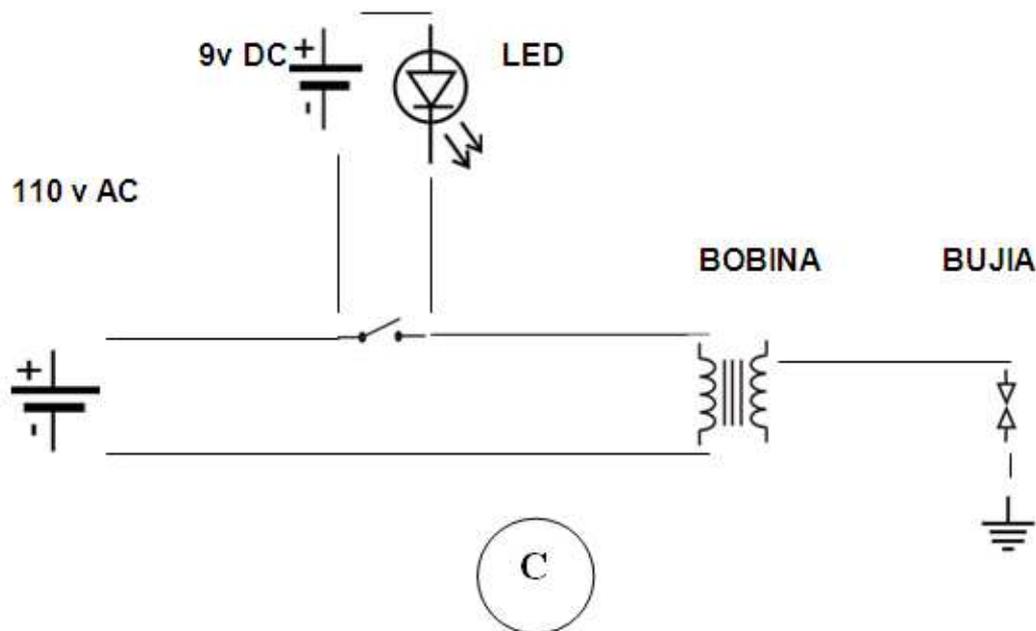
Fuente: Unidad Aeropolicial IVD.

Elaborado por: Cbos. Paúl Campaña Reyes.

7.7.5.3 Diagrama del sistema de encendido. (Eléctrico)

Este sistema de encendido consta de las siguientes partes: bobina y una bujía. Es similar al sistema de encendido de una cocina.

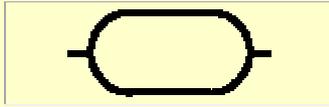
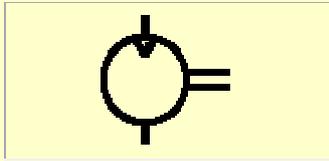
Cuadro 7.13 Diagrama sistema eléctrico.



7.7.5.4 Diagrama del sistema de alimentación de gas mezcla propano – butano o metano puro.

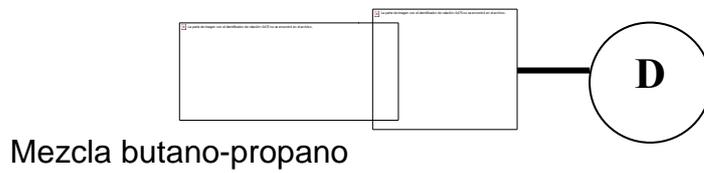
Cuadro 7.14 Diagrama sistema de alimentación.

SIMBOLOGÍA

	Manómetro.
	Tanque.
	Compresor.

Fuente: Unidad Aeronáutica IVD.

Elaborado por: Cbos. Paúl Campaña Reyes.

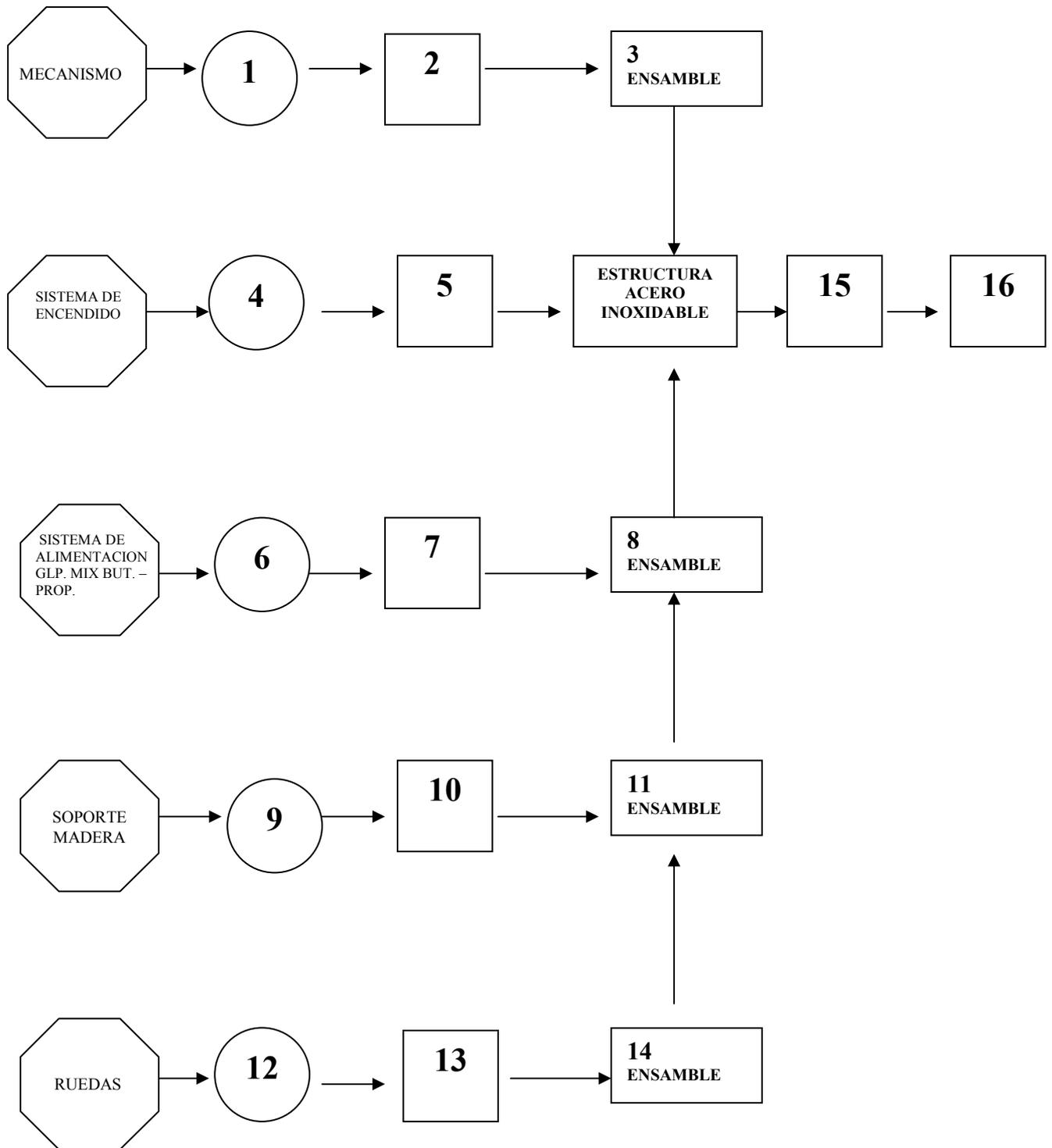


7.7.6 ENSAMBLAJE DE LA MÁQUINA

Una vez finalizada la construcción de la estructura metálica, al igual que cada uno de los componentes de nuestro banco didáctico, como son: mecanismo, sistema de encendido, sistema de alimentación de gas, soporte de madera y ruedas, se procede al ensamblaje de sus elementos y partes.

Teniendo en cuenta que existen partes móviles mismas que deberán ser lubricadas e inspeccionadas antes del ensamble, para evitar el desgaste y la corrosión de este modo asegurar el buen estado del equipo.

7.7.6.1 Diagrama de ensamblaje de la estructura y elementos de nuestro banco didáctico.



Cuadro 7.15 Diagrama de ensamblaje de la estructura y elementos constitutivos de nuestro banco didáctico.

ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN	MAQUINAS	HERRAMIENTAS	MATERIALES
1	Lubricación del mecanismo			
2	Inspección del mecanismo		1 - 2	
3	Ensamble del mecanismo		6	
4	Aislar sistema de encendido			
5	Inspección del sistema de encendido		1 - 2	
6	Ensamble del sistema de encendido		6	
7	Hermetizar sistema de alimentación GLP			
8	Inspección del sistema de alimentación GLP		1 - 2	
9	Ensamble del sistema de alimentación GLP		6	
10	Pintar soporte de madera			
11	Inspección del soporte de madera		1 - 2	
12	Ensamble del soporte de madera		6	
13	Engrasado de las ruedas			
14	Inspección de las ruedas		1 - 2	
15	Ensamble de las ruedas		6	
16	Inpección final de la máquina		1 - 2	

Fuente: Unidad Aeropolicial IVD.

Elaborado por: Cbos. Paúl Campaña Reyes.



Figura No. 7.4 Banco didáctico motor prototipo.

Fuente: Unidad Aeropolicial IVD.

Elaborado por: Cbos. Paúl Campaña Reyes.

7.8 Pruebas, Manuales de Operación y Mantenimiento.

Descripción General

A continuación se detallan las pruebas que se han realizado con nuestro banco didáctico, proporcionando al operador un manual de operación que es de gran ayuda, evitando de esta manera posibles accidentes y tener conocimientos para la maniobra del equipo.

Un manual de mantenimiento sirve para preservar y extender la vida útil de nuestro banco didáctico.

REFERENCIA

7.8.1 PRUEBAS DE APLICACIÓN.

7.8.2 MANUAL DE OPERACIÓN.

7.8.3 MANUAL DE MANTENIMIENTO.

7.8.4 HOJA DE REGISTRO.

ITSA 	ANÁLISIS DE RESULTADOS		Pág. :
	PRUEBAS DE APLICACIÓN		
	Elaborado por: Paúl Campaña Reyes		Cuadro N.-
	Aprobado por: Ing. Bassantes		Revisión Nº. : 1
			Fecha :

1. OBJETIVO

Documentar las pruebas de aplicación realizadas, motor prototipo turbo jet de fabricación artesanal.

2. ALCANCE

Comprobar el normal funcionamiento del motor prototipo turbo jet de fabricación artesanal. (_____).

3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

CUESTA A. Martín, motores de reacción, novena edición 2001.

4. PRUEBAS REALIZADAS

A fin de estimar la correcta operación y funcionamiento del motor prototipo turbo jet de fabricación artesanal., se efectuó varias pruebas de aplicación como arranque en este caso neumático con la ayuda de un compresor, pruebas de encendido, generación de chispa y combustión del material (GLP) mezcla butano - propano.

5. ARRANQUE NEUMÁTICO

PRUEBA (a)

Presión compresor	100 PSI.
Compresor centrífugo	Operativo. Manómetro (20 PSI)
Número de pruebas	2

PRUEBA (b)

Encendido de la bujía Operativo arco voltaico.

Numero de pruebas 2

PRUEBA (c)

Combustión GLP Generación de flama
CO₂ después de combustionarse

Número de pruebas 2

6. CONCLUSIÓN

Una vez finalizado las pruebas de aplicación se pudo definir que motor prototipo turbo jet de fabricación artesanal, responde a los requerimientos con fines didácticos de observación, para el cual fue construido.

Firma del técnico: _____

ITSA 	MANUALES		Pág. :
	MANUAL DE OPERACIÓN		
	Elaborado por: Paúl Campaña Reyes		Revisión Nº. : 1
	Aprobado por: Ing. Bastantes	Fecha :	Fecha :

1. OBJETIVO

Documentar los procedimientos de operación del motor prototipo turbo jet de fabricación artesanal.

2. ALCANCE

Dar a conocer al operador los pasos que debe seguir para manejar el equipo.

3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

<http://www.edicionsupc.es/ftppublic/pdfmostra/EM04001M.pdf>. Turbinas de Gas.

4. NOMBRE DEL EQUIPO: MOTOR PROTOTIPO TURBO JET DE FABRICACIÓN ARTESANAL.

5. NORMAS DE FUNCIONAMIENTO

ANTES DEL FUNCIONAMIENTO

5.1 Preparar el motor prototipo.

5.2 Tener siempre a la mano un extintor de incendios (primordial).

DURANTE EL FUNCIONAMIENTO

5.3 No tocar la estructura del motor prototipo mientras se va a operar.

5.4 Abrir lentamente la válvula del material a combustionarse GLP mix butano - propano.

5.5 Dirigir el flujo del aire del compresor de tal manera que el compresor centrífugo del prototipo gire en el sentido de las manecillas del reloj.

5.6 Retirar el flujo de aire del compresor

5.7 Activar el interruptor de encendido

5.8 Dirigir nuevamente el flujo de aire del compresor de tal manera que el compresor centrífugo gire en sentido contrario a las manecillas del reloj.

DESPUÉS DEL FUNCIONAMIENTO

5.9 Cerrar la válvula de distribución de gas.

5.10 Retirar el flujo de aire del compresor.

6. PRECAUCIONES

6.1 Operar siempre con el manual.

6.2 Lubricar las pistas del eje.

6.3 Operar en lugares con ventilación.

6.4 De preferencia en lugares abiertos y con circulación de aire.

Firma del técnico: _____

ITSA 	MANUALES		Pág. :
	MANUAL DE MANTENIMIENTO		
	Elaborado por: Paúl Campaña Reyes		Revisión Nº. : 1
	Aprobado por: Ing. Bassantes		Fecha :

1. OBJETIVO

Documentar los procedimientos para el mantenimiento óptimo del motor prototipo turbo jet de fabricación artesanal.

2. ALCANCE

Brindar referencias para realizar el correcto mantenimiento del motor prototipo turbo jet de fabricación artesanal.

3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Manual General de mantenimiento

4. DEFINICIONES

Se debe realizar una limpieza continua del banco didáctico con el fin de evitar FOD el mismo que evitará el normal funcionamiento de la máquina, y puede convertirse en puntos calientes durante la combustión del material.

5. PROCEDIMIENTO

Los siguientes mantenimientos deben ser realizados por el técnico.

5.1 Lubricar continuamente el mecanismo con el fin de evitar la corrosión.

5.2 Verificar estado de los puntos de suelda, tomar en cuenta que se trata de acero inoxidable.

5.3 Pintar la estructura del soporte para evitar su deterioro.

Firma del técnico: _____

7.9 Estudio Económico

7.9.1 PRESUPUESTO

Para la construcción del motor prototipo turbo jet de fabricación artesanal, se utilizó varios materiales, máquinas y herramientas que fueron escogidas de la mejor forma para minimizar costos de construcción.

GASTOS PRIMARIOS

7.16 Cuadro de Gastos Primarios

MATERIALES

N.-	ITEM	MATERIAL/CARACTERISTICA	CANTIDAD	UNIDAD	V/ UNITARIO \$	SUB/ TOTAL \$
1	Acero inoxidable	Lámina 2 mm	1/2	m	180	100
2	Pistas	Diámetro interno 5/32	2	unidad	2	10
3	Varilla	acero sae 120 30 cm/5/32 diámetro	1	unidad	130	50
4	Bushing / bosines	Diámetro interno 5/32	2	unidad	20	40
5	Ruedas	1 Pulgada	4	unidad	10	10
6	Bombona de GLP	Pequeña Supervivencia	1	unidad	60	60
7	Cañería de GLP	2 mts.	1	unidad	10	10
8	Válvula shut off	Para presión de aire	1	m	40	40
9	Manómetro	Presión de aire	1	m	80	80
10	Ferretería menor	Pernos, tuercas, tornillos, etc	1	unidad	30	30

TOTAL \$	430
----------	-----

7.17 Cuadro de Gastos Secundarios

GASTOS SECUNDARIOS

N.-	ITEM	CANTIDAD	UNIDAD	V/ UNITARIO \$	SUB/ TOTAL \$
1	Mecanizado-herramientas	--	--	200	100
2	Mano de obra	--	--	200	100
3	Hojas de papel bond	1	resma	--	4
4	Copias	150	unidad	0.03	5
5	Internet	20	horas	1	20
6	Transporte	--	--	--	10
7	Varios	--	--	--	100

TOTAL	\$339
-------	-------

7.18 Cuadro de Costo Final

COSTO FINAL

	TOTAL \$
GASTOS PRIMARIOS	430
GASTOS SECUNDARIOS	339

TOTAL	\$769
-------	-------

7.10 Conclusiones y Recomendaciones

CONCLUSIONES

- El motor prototipo turbo jet de fabricación artesanal cumple con los requerimientos a satisfacer como son fácil operación, mantenimiento, bajo costo y muy ilustrativo como material didáctico.
- En base a las pruebas operacionales realizadas se concluye que el motor prototipo turbo jet de fabricación artesanal se encuentra en condiciones estándar de operación y puede ser utilizado como material didáctico para capacitación ya que es muy ilustrativo por su facilidad de montaje y desmontaje.

RECOMENDACIONES

- Es necesario tomar en cuenta los manuales que han sido elaborados para una correcta utilización del motor prototipo turbo jet de fabricación artesanal, con el fin de que la vida del equipo sea mayor.
- Se debe seguir cada uno los de los pasos para el normal funcionamiento de este banco didáctico y recordar que es de primordial importancia el operar siempre con un extintor de incendios a la mano.
- Con el fin de facilitar la operación del banco didáctico hacerlo entre dos operarios.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Distrito policial.- zona conformada por un número determinado de provincias con jurisdicción propia.

Motor a reacción.- motor de combustión interna que debido al escape de gases provoca propulsión y empuje.

Compresor centrífugo.- dispositivo que al girar comprime el aire y lo dispersa en forma radial es decir desde el centro hacia afuera.

Turborreactor.- es un tipo de turbina de gas, que a diferencia de los motores de ciclo alternativo, que tienen un funcionamiento discontinuo (explosiones), tiene un funcionamiento continuo, consta de las mismas fases de un motor alternativo: admisión, compresión, expansión y escape.

Train Air.- Instrucción recibida en DGAC, Dirección General de Aviación Civil, mediante la cual se certifica al personal para ejercer como instructores internacionales.

Prototipo.- es un ejemplar original o primer molde, en que se fabrica una figura u otra cosa; también se puede referir a cualquier tipo de máquina en pruebas o ensayos.

ABREVIATURAS

UAP – IVD	Unidad Aeropolicial del IV Distrito.
GLP	Gas Licuado de Petróleo.
DGAC	Dirección General de Aviación Civil.
RDAC	Regulaciones Aeronáuticas de la Dirección de Aviación Civil.
MM	Manual de Mantenimiento.
CBT	Curso Básico de Entrenamiento.
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional.

BIBLIOGRAFÍA

- Cuesta A. Martín, 2001, Motores de Reacción, novena edición.
- <http://www.youtube.com> (home made turbine).
- Wikipedia Enciclopedia Libre. Turbinas de gas.
- Enciclopedia Multimedia Encarta, 2007, Motores de combustión interna tipo turbo jet.
- <http://www.edicionsupc.es/ftppublic/pdfmostra/EM04001M.pdf>. Turbinas de Gas.
- Gordon J. Van Wylen – Richard E. Sonntag, Fundamentos de TERMODINÁMICA, Mexico, España, Venezuela, Argentina, Colombia, Puerto Rico; Editorial Limusa.

ANEXOS

ANEXO A



UNIDAD AEROPOLICIAL IV DISTRITO FICHA DE OBSERVACION.

LUGAR: SECCION ACADEMICA DE LA UAP-IVD.

OBJETIVOS DE LA OBSERVACION:

La presente observación tiene como objetivo primordial el mostrar la carencia de material didáctico físico tangible, para la capacitación de los aerotécnicos de dicha unidad.

EXISTEN MANUALES DE MANTENIMIENTO DE CADA UNA DE LAS AERONAVES **SI**

POSEEN MATERIAL O EQUIPAMIENTO DIDACTICO

NO

EXISTE INFRAESTRUCTURA FISICA AULAS PARA LA CAPACITACION

SI

Conclusión de la Observación:

Que la sección académica de la UAP-IVD, cuenta con infraestructura y con manuales de mantenimiento de cada una de las aeronaves que posee, pero no cuenta con manual y equipamiento didáctico para la capacitación.

ANEXO B

ESQUEMA DE COMBUSTIÓN DE LOS GASES EN UN MOTOR TURBO JET

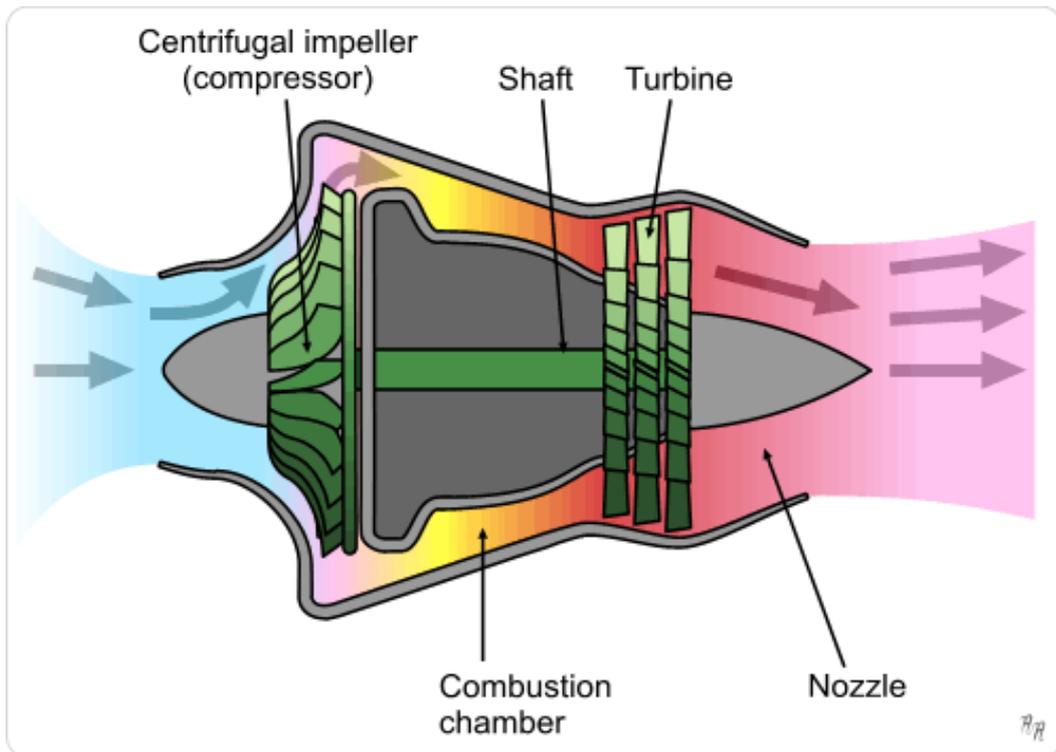
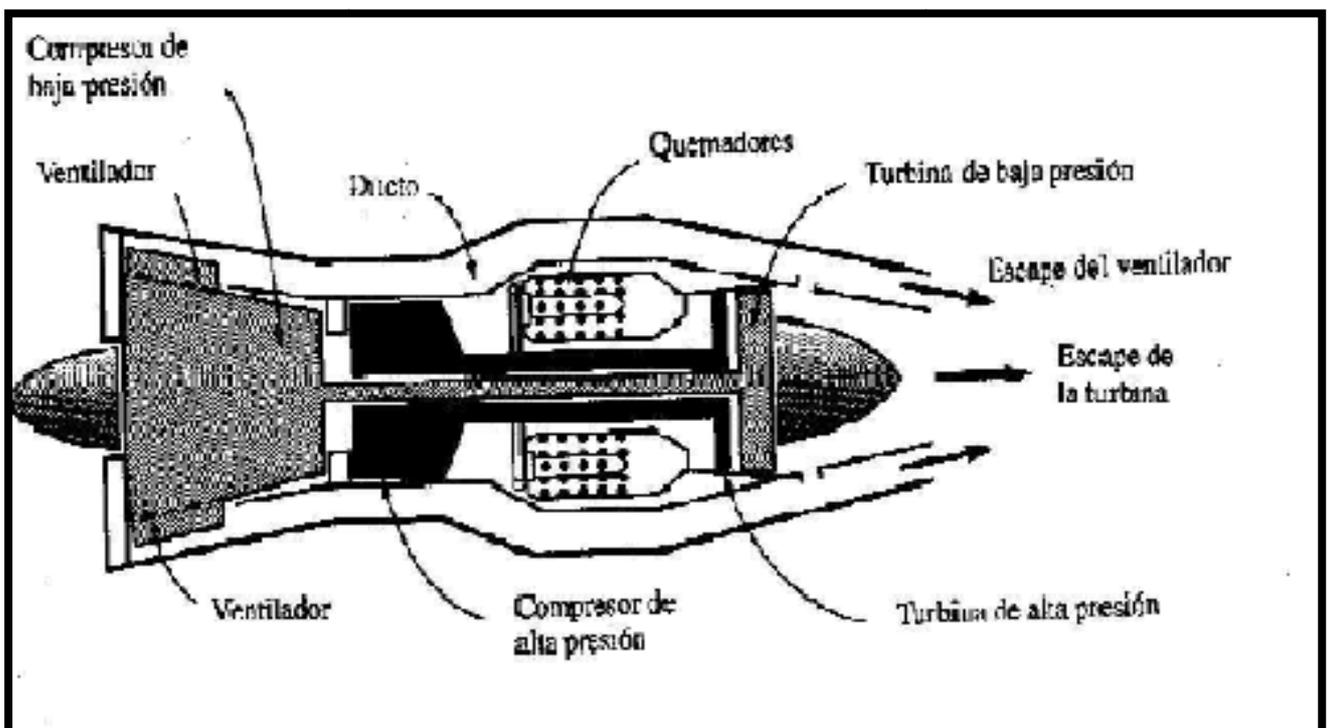


Fig. FLUJO DE GASES COMBUSTIONADOS EN UN MOTOR TURBO JET

FUENTE: Enciclopedia Multimedia Encarta, Motores de combustión interna tipo turbo jet.

ANEXO C
TURBINA DE GAS



Componentes de una turbina de gas.

Fuente: <http://www.edicionsupc.es/ftppublic/pdfmostra/EM04001M.pdf>.

Turbinas de Gas.



ANEXO D

UNIDAD AEROPOLICIAL – IV DISTRITO.

Con el fin de determinar la necesidad de realizar un programa de capacitación al personal de aerotécnicos de esta Unidad. Se ha previsto la elaboración de la presente encuesta.

Lea detenidamente el texto de las preguntas y marque con una X la respuesta que considere. Hágalo con la mayor sinceridad y responsabilidad del caso.

1.- ¿Considera que su conocimiento en motores de combustión interna tipo turbo jet es:

MINIMO

MEDIO

AVANZADO

2.- ¿Considera que es necesario que se realice un programa de capacitación en este tipo de motores al personal de aerotécnicos de esta unidad:

SI

NO

3.- ¿Cuál de estas tres opciones considera que sería la vía más favorable para realizar este tipo de capacitación:

DISEÑO DE UN SOFTWARE INTERACTIVO

ELABORACIÓN DE UN MANUAL ESCRITO

CONSTRUCCIÓN DE UN MOTOR PROTOTIPO DE TIPO CASERO – TURBO FAN.

4.- ¿Cree que al realizarse este tipo de capacitación al personal de aerotécnicos, se optimicen las operaciones de mantenimiento de esta unidad.

SI

NO

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN.

ANEXO F

ANEXO G

FOTOGRAFÍAS DEL AULA USADA COMO BODEGA



ANEXO H

FOTOGRAFÍAS PROCESO CONSTRUCCIÓN



ANEXO I

**NÓMINA DEL PERSONAL CERTIFICADO COMO INSTRUCTORES TRAIN AIR
POR LA DIRECCIÓN DE AVIACIÓN CIVIL.**

CBOS. RAMIRO PAUL CAMPAÑA REYES

CBOS. DARWIN LOPEZ

MIEMBROS DE LA UNIDAD AEROPOLICIAL DEL IVD.

ANEXO J

ANEXO K

ANEXO L

Carga Liviana



▲ Serie 13

- **Características:** Soporte de acero estampado galvanizado. Rueda de polipropileno blanca. El soporte es de una o doble pista de esferas.
- **Usos:** Para muebles livianos, mesas auxiliares, todo tipo de elemento de transporte de carga liviana y de industria de alimentos. Soporta cargas menores a 3 Kg.
- **Opciones:** Disponibles giratorias con tornillo roscado.



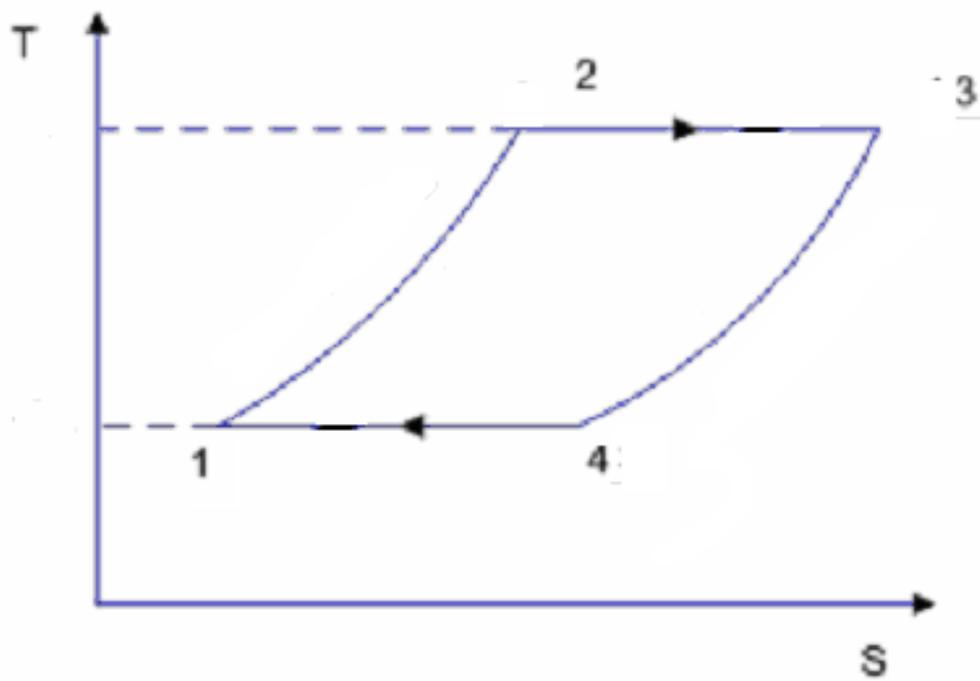
IMSA QUITO

Av. 10 de Agosto N 52-150 y Capitán Ramón Borja.

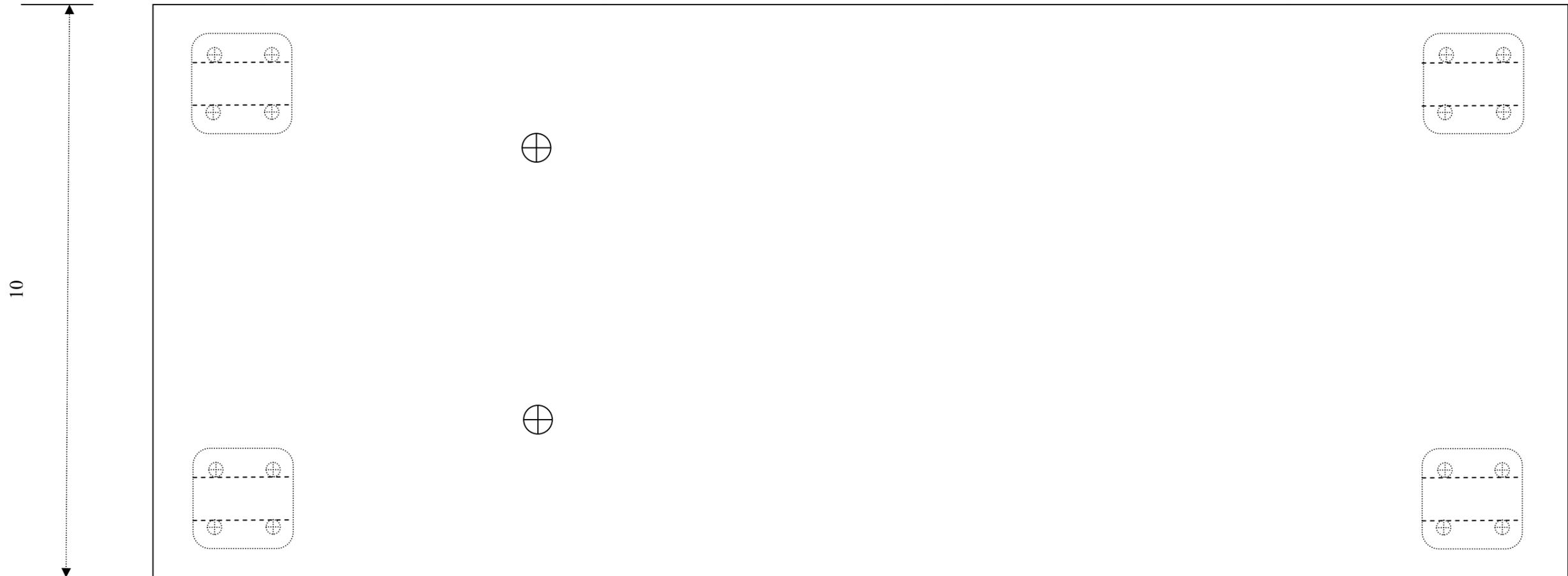
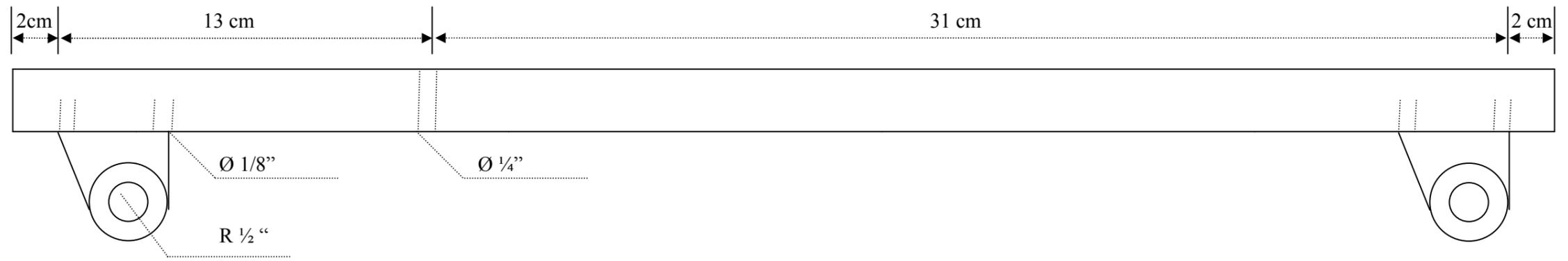
ANEXO M

ANEXO N

DIAGRAMA PROCESOS ISENTROPICOS



PLANOS



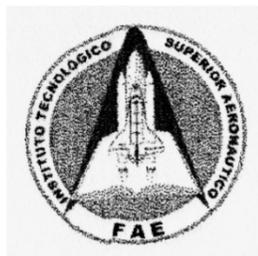
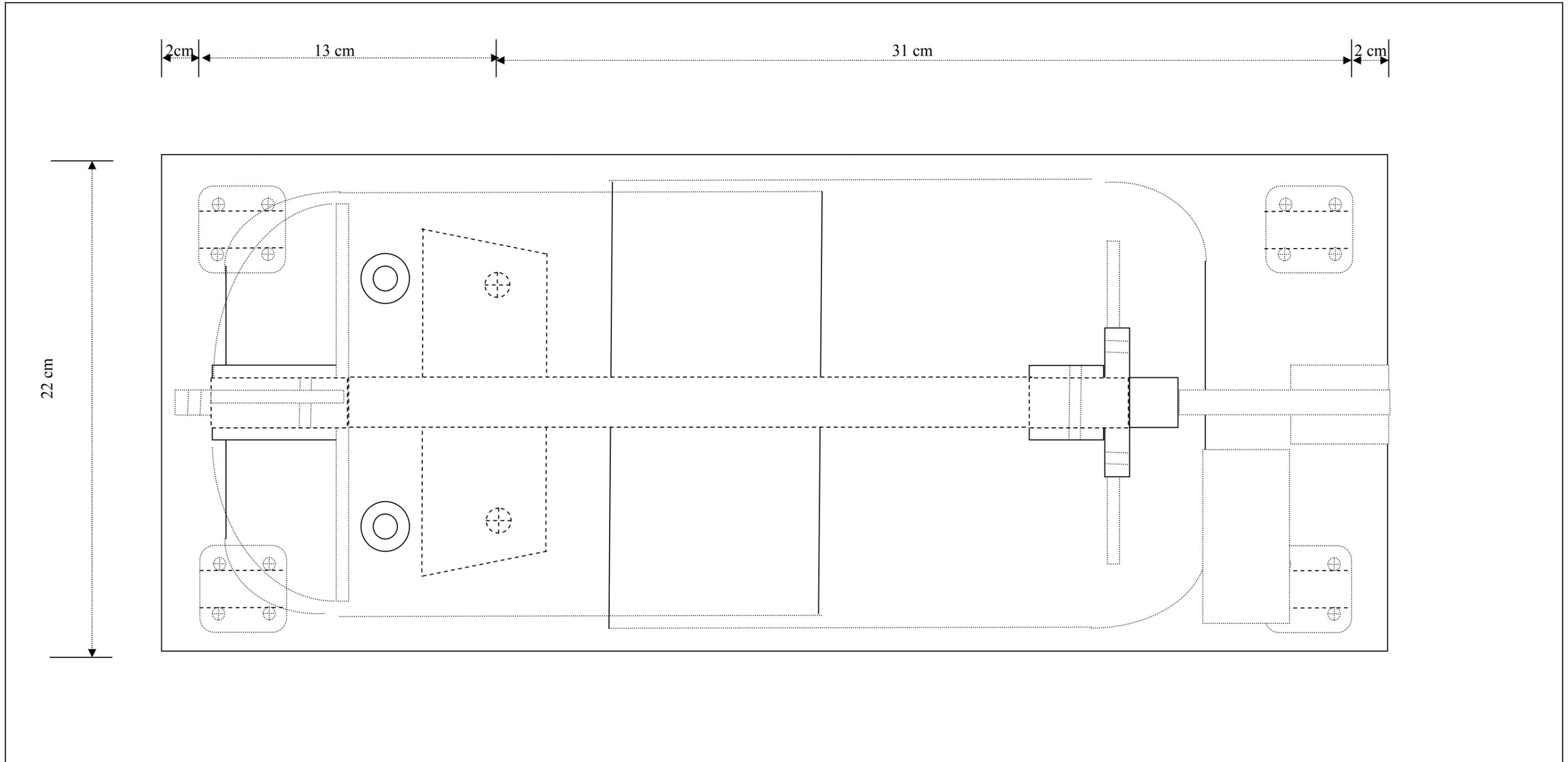
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

ITEM	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MOTOR PROTOTIPO TURBO JET DE FABRICACION ARTESANAL	Lámina 1
Diseñado	11-04-09	PAUL CAMPAÑA REYES			
Dibujado	11-04-09	PAUL CAMPAÑA REYES		Código: A	Escala 1:1cm
Revisado	11-04-09	ING. DAG BASSANTES			
Aprobado	11-04-09	ING. DAG BASSANTES		Material: MADERA	
Sustituye a:					



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

ITEM	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MOTOR PROTOTIPO TURBO JET DE FABRICACION ARTESANAL	Lámina 1
Diseñado	11-04-09	PAUL CAMPAÑA REYES		Código: B	Escala 1:1mm
Dibujado	11-04-09	PAUL CAMPAÑA REYES			
Revisado	11-04-09	ING. DAG BASSANTES		Material: ACERO	
Aprobado	11-04-09	ING. DAG BASSANTES			
Sustituye a:					



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

ITEM	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MOTOR PROTOTIPO TURBO JET DE FABRICACION ARTESANAL	Lámina 1
Diseñado	11-04-09	PAUL CAMPAÑA REYES		Código: TUBO DE ESCAPE	Escala 1:1cm
Dibujado	11-04-09	PAUL CAMPAÑA REYES			
Revisado	11-04-09	ING. DAG BASSANTES		Material: ACERO INOXIDABLE	
Aprobado	11-04-09	ING. DAG BASSANTES			
Sustituye a:					

HOJA DE VIDA



DATOS PERSONALES

Apellidos: CAMPAÑA REYES

Nombres: RAMIRO PAUL

Fecha de nacimiento: 07 de marzo de 1978

Lugar de nacimiento: Pichincha - Quito

Estado civil: Casado

ESTUDIOS REALIZADOS

Primaria:

Escuela Particular Mixta "Pensionado Tarqui".

Secundaria:

Colegio Paulo VI – Padres Josefinos.

Superior:

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO (ITSA).

CURSO DE INSTRUCTORES INTERNACIONALES CFI – 48C TRAIN AIR
OACI–INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO DE AVIACIÓN CIVIL-ISTAC.

TÍTULOS OBTENIDOS

Bachiller en Ciencias especialización: Físico – Matemático.

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

ELABORADO POR:

RAMIRO PAUL CAMPAÑA REYES

DIRECTOR DE CARRERA MECÁNICA AERONÁUTICA

ING. GUILLERMO TRUJILLO

Latacunga, Noviembre del 2009.