



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS**

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

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

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

**TECNÓLOGA EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES**

**TEMA: MANTENIMIENTO E IMPLEMENTACIÓN DE LOS EQUIPOS DE LIMPIEZA Y CALIBRACIÓN PARA LAS BUJÍAS DEL MOTOR RECÍPROCO TELEDYNE CONTINENTAL UBICADO EN EL LABORATORIO DE MOTORES JET EN LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS -ESPE**

**AUTORA: PLASENCIA ALVAREZ MARÍA ADELAIDA**

**DIRECTOR: TLGO. PROAÑO ALEJANDRO**

**LATACUNGA**

**2015**

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE****UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS****CERTIFICACIÓN**

Tlgo. Alejandro Proaño

**CERTIFICA**

Que el trabajo titulado “Mantenimiento e implementación de los equipos de limpieza y calibración para las bujías del motor recíproco Teledyne Continental ubicado en el laboratorio de motores jet en la Unidad de Gestión de Tecnologías -ESPE” Realizado por MARÍA ADELAIDA PLASENCIA ALVAREZ con C.C. 0502508971 fue revisado y guiado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE en el reglamento de estudiantes de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE.

El mencionado trabajo consta de un documento empastado y un disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de acrobat (PDF).

Autoriza a María Adelaida Plasencia Alvarez que lo entregue a la Ing. Lucía Guerrero Rodríguez en calidad de Directora de la Carrera de Mecánica Aeronáutica.

Latacunga, Mayo 2015

---

Tlgo. Alejandro Proaño  
DIRECTOR

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE****UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS****DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD****MARÍA ADELAIDA PLASENCIA ALVAREZ****DECLARO QUE:**

El proyecto de grado denominado “MANTENIMIENTO E IMPLEMENTACIÓN DE LOS EQUIPOS DE LIMPIEZA Y CALIBRACIÓN PARA LAS BUJÍAS DEL MOTOR RECÍPROCO TELEDYNE CONTINENTAL UBICADO EN EL LABORATORIO DE MOTORES JET EN LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS -ESPE”, fue desarrollado sobre la base de una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme a las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico de este proyecto de grado en mención.

Latacunga, Mayo 2015

---

María Adelaida Plasencia Alvarez

C.C. 0502508971

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE****UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS****AUTORIZACIÓN**

Yo María Adelaida Plasencia Alvarez

Autorizo a la Unidad de Gestión de Tecnologías la publicación, en la biblioteca virtual de la institución el trabajo “Mantenimiento e implementación de los equipos de limpieza y calibración para las bujías del motor recíproco Teledyne Continental ubicado en el laboratorio de motores jet en la Unidad de Gestión de Tecnologías -ESPE” cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y criterio.

Latacunga, Mayo 2015

---

María Adelaida Plasencia Alvarez  
C.C. 0502508971

## **DEDICATORIA**

A todos los estudiantes y profesores de la Universidad de las Fuerzas Armadas-Espe para que encuentren en el presente trabajo un apoyo teórico-práctico que les permita alimentar sus conocimientos y seguir inmiscuyéndose en el campo Aeronáutico.

María Adelaida Plasencia Alvarez

## AGRADECIMIENTO

Dejo constancia de mi imperecedera gratitud, en primer lugar a Dios y mi Virgencita por bendecirme en este precioso camino de la vida. A mis padres por el apoyo incondicional sobre mis triunfos y derrotas. A mis abuelitos por su cariño, perseverancia y respaldo. A mis hermanas por su alegría y confianza.

A todos mis queridos profesores de la Unidad de Gestión de Tecnologías-ESPE que día a día fortalecieron mi espíritu y me capacitaron para un futuro, brindándome su valiosa amistad y conocimientos. A mi querido Instituto que en sus Aulas recibí los más gratos recuerdos que siempre los llevare presentes, memorias de esta hermosa travesía por la vida de una carrera que recién comienza. A mí estimado Tutor Tglo. Alejandro Proaño que con su paciencia, comprensión y colaboración permitió la realización de este trabajo de graduación.

A mis amigos con los cuales compartí momentos de la vida que nunca olvidaré y una amistad que va en contra del tiempo. A todas las personas que me ayudaron desinteresadamente para la elaboración de mi trabajo y que me dieron la oportunidad de que yo pueda lograr mi más anhelado sueño.

A todos muchas gracias por confiar en mí.

María Adelaida Plasencia Alvarez

## ÍNDICE GENERAL

### Contenido

CERTIFICACIÓN .....	iii
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD .....	iv
AUTORIZACIÓN .....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
RESUMEN .....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
CAPÍTULO I.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	1
<b>1.1 Antecedentes</b> .....	1
<b>1.2 Planteamiento del problema</b> .....	1
<b>1.3 Justificación</b> .....	2
<b>1.4 Objetivos</b> .....	3
<b>1.4.1 Objetivo general</b> .....	3
<b>1.4.2 Objetivos específicos</b> .....	3
<b>1.5 Alcance</b> .....	3
CAPÍTULO II.....	4
MARCO TEÓRICO .....	4
<b>2.1 Mantenimiento aeronáutico</b> .....	4

2.1.1	Definiciones básicas acerca de mantenimiento .....	4
2.1.2	Administración del Mantenimiento .....	5
2.1.3	Clases de Mantenimiento aeronáutico .....	6
2.2	Motor Recíproco.....	8
2.2.1	Definición .....	8
2.2.2	Clasificación de los motores .....	8
2.3	Sistema de encendido.....	9
2.4	La Bujía de encendido.....	10
2.4.1	Definición y funciones .....	10
2.4.2	Bujías con aisladores de cerámica, porcelana y mica .....	11
2.4.3	Constitución de la bujía .....	12
2.4.4	Bujías frías, calientes y normales .....	12
2.4.5	Diagnóstico .....	14
2.5	Tipos de herramientas utilizadas en el mantenimiento de bujías.....	19
2.5.1	Plug cleaner .....	19
2.5.2	Champion Spark Plug Service Unit .....	19
2.5.3	Calibrador de Láminas (Spark Plug gap gauge or Lainas).....	20
2.5.4	Ajustador luz bujías (Spark Plug Gapper) .....	20
2.5.5	Bandeja porta bujías (Spark Plug Tray) .....	20
2.5.6	Sonda retractable para luz de bujías (Spark Plug Gap Gauge).....	21
2.5.7	Tubo saca-bujías .....	21
2.5.8	Cleaning Picks.....	22
2.5.9	Permatex 80071 .....	22
2.5.10	Llave de boca 7/8 .....	23
2.5.11	Spark Plug Gaskets.....	23
2.5.12	Bahco .....	23



<b>2.6 Información de la máquina Limpiadora y Probadora de bujías</b> .....	24
<b>CAPÍTULO III</b> .....	26
<b>DESARROLLO DEL TEMA</b> .....	26
<b>3.1 Situación actual del equipo</b> .....	26
<b>3.2 Requerimientos mínimos</b> .....	26
<b>3.3 Diagramas de la Máquina Limpiadora y Probadora de bujías</b> .....	27
<b>3.4 Implementación de la Máquina Limpiadora y Probadora de bujías y herramientas de calibración.</b> .....	27
<b>3.6 Descripción de procedimientos</b> .....	29
<b>3.7 Manuales para el correcto uso de los equipos de limpieza y comprobación</b> .....	37
<b>3.7.1 Manual de operación</b> .....	37
<b>3.7.2 Manual de Mantenimiento de las bujías</b> .....	38
<b>3.7.3 Manual de Mantenimiento de la Máquina Limpiadora y Probadora de bujías</b> .....	40
<b>3.7.4 Manual de Seguridad</b> .....	42
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	44
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	44
<b>4.1 Conclusiones</b> .....	44
<b>4.2 Recomendaciones</b> .....	44
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	45
<b>REFERENCIAS LYNKOGRAFICAS</b> .....	48
<b>ANEXOS</b> .....	49

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Tipos de motor.....	8
Figura 2 Partes de la Bujía .....	13
Figura 3 Estados de las bujías.....	15
Figura 4 Estados de la bujía .....	18
Figura 5 Plug Cleaner.....	19
Figura 6 Champion Spark Plug Service Unit.....	19
Figura 7 Calibrador de Láminas (Spark Plug Gap Gauge Or Lainas).....	20
Figura 8 Ajustador luz bujías (Spark Plug Gapper) .....	20
Figura 9 Bandeja portabujías (Spark Plug Tray) .....	21
Figura 10 Sonda retractable para luz de bujías (Spark Plug Gap Gauge).....	21
Figura 11 Tubo saca-bujías .....	21
Figura 12 Cleaning Picks.....	22
Figura 13 Permatex 80071 .....	22
Figura 14 Llave de Boca $\frac{3}{4}$ .....	23
Figura 15 Spark Plug Gaskets .....	23
Figura 16 Bahco .....	24
Figura 17 Máquina Limpiadora y Probadora de bujías.....	25
Figura 18 Esquema sistema neumático .....	27
Figura 19 Esquema sistema eléctrico .....	27
Figura 20 Controlar y calibrar el espacio de la abertura entre los electrodos ...	31

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Resumen descripción de procedimientos.....	32
Tabla 2: Manual de Operación.....	37
Tabla 3: Manual de Mantenimiento de las bujías .....	38
Tabla 4: Manual de Seguridad.....	42

## RESUMEN

El trabajo de graduación “Mantenimiento e implementación de los equipos de limpieza y calibración para las bujías del motor recíproco Teledyne Continental ubicado en el laboratorio de motores Jet en la Unidad de Gestión de Tecnologías -ESPE” cuyo objetivo principal fue implementar los equipos de limpieza y calibración para las bujías y objetivos secundarios consistieron en recopilar información bibliográfica sobre la operación y mantenimiento de las bujías del motor recíproco. Adquirir y probar los equipos de limpieza, comprobación y calibración de las Bujías. Elaborar los manuales de operación, mantenimiento y seguridad; se realizó porque surgió la necesidad de poner a disposición de los docentes y estudiantes de la institución los equipos de limpieza y calibración que servirá como ayuda didáctica (teórico/pragmática) para que los estudiantes al momento de realizar sus prácticas sepan cómo hacer un correcto mantenimiento a las bujías, además de entrenar el criterio profesional del técnico de mantenimiento aeronáutico quien a simple vista puede determinar que otro componente está fallando en el motor o que puede estar ocasionando el actual estado de la bujía para así poder actuar directo con el problema. Una vez dado el resultado y analizado el estado de la bujía se constata la optimización del tiempo ya que utilizar los equipos adecuados ayudan a tener un diagnóstico preciso y rápido del componente. Reduciendo gastos al reutilizar la bujía dándole un proceso mantenimiento minucioso y evitando cambiar la bujía por una nueva. Además de garantizar el estado de la bujía y su tiempo de operatividad en el motor.

Descriptores:

**BUJÍAS, LIMPIEZA, MANTENIMIENTO, CALIBRACIÓN, COMPROBACIÓN, MOTOR RECÍPROCO**

## **ABSTRACT**

The main objective of graduation work "Maintenance and Implementation of Cleaning and Calibration Equipment for Spark Plugs of Teledyne Continental Reciprocating Engine at the Jet Engine Lab of Unidad de Gestión de Tecnologías -ESPE" was to implement the cleaning and calibration equipment for spark plugs and other objects, the bibliographic information on the operation and maintenance of reciprocating engine spark plugs was compiled; the cleaning equipment was acquired and tested; spark plugs testing and calibration; the maintenance, safety and operating manuals were developed; this project was performed due to the need to make available for teachers and students of the institution; calibration and cleaning equipment that will be used as teaching aid (theoretical / pragmatic ) so students when making their practices may know how to do correct maintenance to the spark plugs, in addition to training the aircraft maintenance technician judgment who may determine what another component is failing at the engine or may be causing the current spark plug condition in order to act immediately with the problem. Once given the result and analyzed the spark plug condition, it shows the time optimization since using the proper equipment help to have a quick and accurate diagnosis of the component, reducing costs by reusing the plug giving a detailed maintenance procedure and avoiding replace the plug with a new one. In addition to ensuring the spark plug condition and uptime in the engine.

### **KEYWORDS:**

- ✓ **SPARK PLUGS**
- ✓ **CLEANING**
- ✓ **MAINTENANCE**
- ✓ **TESTING**
- ✓ **RECIPROCATING ENGINE**

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1 Antecedentes**

El taller de Motores Jet de la Unidad de Gestión de Tecnologías (UGT-ESPE) cuenta con motores recíprocos didácticos, implementos, herramientas y manuales los cuales sirven como ayuda para impartir los conocimientos a los estudiantes de la Carrera de Mecánica Aeronáutica Mención Motores.

Los materiales utilizados en la fabricación de los componentes del motor Teledyne Continental son compactos y a la vez ligeros, por lo que encarece su producción es por ello que desde hace tiempo atrás los técnicos tienen que a diario mantener estos en óptimas condiciones pero cada proceso de mantenimiento con el pasar del tiempo se vuelven anacrónicos, rústicos y ciertos equipos como los utilizados para el mantenimiento de las bujías pierden efectividad por lo cual provocan el deterioro prematuro de las bujías del motor continental. Por ejemplo, el taller cuenta con herramientas para calibración de bujías y no en si para su calibración y adecuada limpieza.

En la actualidad, para realizar el mantenimiento preventivo y correctivo tanto en el motor como en sus componentes, como un medio de conservación y preservación que garantice la óptima aeronavegabilidad; existen herramientas indispensables y eficaces, actualizadas. Herramientas que permiten acceso y manipulación rápida y fácil, que no precisa de conocimientos especiales, por sobre todo que están accesibles a cualquier estudiante.

#### **1.2 Planteamiento del problema**

El Laboratorio de Motores Jet de la Unidad de Gestión de Tecnologías - ESPE tiene diversos motores aeronáuticos tanto recíprocos como reactores que

se utilizan para la instrucción práctica de la Carrera de Mecánica Aeronáutica Mención Motores.

No obstante, carecen de implementos para que los estudiantes efectúen un correcto mantenimiento, ya que con el tiempo los procedimientos, máquinas y métodos para realizar el mantenimiento a los diferentes componentes de motores recíprocos se actualizan e innovan de acuerdo a las necesidades y a los problemas que se presentan al realizar el respectivo manejo y mantenimiento a sus componentes.

En síntesis, los equipos de limpieza y calibración para las bujías del motor recíproco Teledyne continental, y los manuales de operación, mantenimiento y seguridad, que sirvan como guía para estudiantes y docentes, son insuficientes en el Laboratorio de Motores Jet de la Unidad de Gestión de Tecnologías-ESPE carece de.

### **1.3 Justificación**

El motor Teledyne Continental es un motor de cuatro cilindros relativamente pequeño, liviano y económico, refrigerados por aire son los motores más comúnmente usados en pequeñas aeronaves de aviación general por ello surge la necesidad de poner a disposición de los docentes y estudiantes de la institución los equipos de limpieza y calibración para las bujías del motor recíproco Teledyne Continental ubicado en el laboratorio de motores Jet en la Unidad de Gestión de Tecnologías-ESPE ya que servirá como ayuda didáctica (teórico/pragmática) para que los estudiantes al momento de realizar sus prácticas sepan cómo hacer un correcto mantenimiento a las bujías del motor recíproco Teledyne Continental y cómo manejar las herramientas y equipos que se utilizan actualmente para preservar en perfectas condiciones los componentes de cada motor y a su vez con esto se podrá lograr que las próximas promociones de tecnólogos vayan ambientándose y adquiriendo nuevos conocimientos y habilidades en la utilización de herramientas, equipos y procesos nuevos que se están utilizando en los distintos mantenimientos de

motores recíprocos en todas los centros de mantenimiento de aviación menor evitando así posibles problemas y equivocaciones para así brindar la oportunidad de lograr con estas prácticas de mantenimiento un mejor desenvolvimiento tanto de los docentes y de los estudiantes.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

Implementar los equipos de limpieza y calibración para las bujías del motor recíproco Teledyne Continental ubicado en el laboratorio de motores Jet en la Unidad de Gestión de Tecnologías-ESPE

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- 1 Recopilar información bibliográfica sobre la operación y mantenimiento de las bujías del motor recíproco Teledyne Continental.
- 2 Adquirir y probar los equipos de calibración, limpieza y comprobación de las Bujías del Motor Reciproco Teledyne Continental.
- 3 Elaborar los manuales de operación, mantenimiento y seguridad para el Mantenimiento de las Bujías del Motor Reciproco Teledyne Continental los mismos que servirán como guía para estudiantes y docentes.

## **1.5 Alcance**

La implementación de los equipos de limpieza y calibración para las bujías del motor recíproco Teledyne Continental, además de facilitar su correcto mantenimiento, va dirigido a docentes y estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica, como herramienta práctica de enseñanza-aprendizaje. Además de esta investigación se desprenden los Manuales de Operación, Mantenimiento y Seguridad.



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Mantenimiento aeronáutico

##### 2.1.1 Definiciones básicas acerca de mantenimiento

Es importante diferenciar entre Mantenimiento y Mantenibilidad, El Mantenimiento se define por González<sup>1</sup> (2003:2) como la realización de las operaciones que, de acuerdo con el estándar aprobado por el fabricante o por la Autoridad competente, son declaradas de obligado cumplimiento. En tanto para Patton<sup>2</sup> (1988), es la disciplina cuya finalidad consiste en mantener las máquinas y el equipo en un estado de operación, lo que incluye servicio, pruebas, inspecciones, ajustes, reemplazo, reinstalación, calibración, reparación y reconstrucción. Se basa en el desarrollo de conceptos, criterios y técnicas requeridas para el mantenimiento, proporcionando una guía de políticas o criterios para toma de decisiones en la administración y aplicación de programas de mantenimiento.

Mantenibilidad se refiere a las propiedades de diseño, análisis, predicción y demostración, que determinan la efectividad con la que un equipo puede ser mantenido o restaurado para estar en condiciones de uso u operación. Es también conocida como la capacidad para restaurar efectivamente un producto.<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup>González, Miguel (2003). AERONAVEGABILIDAD Y MANTENIMIENTO DE LA AERONAVEGABILIDAD. Reflexiones sobre Normas EASA (JAR OPS 1) y Atribuciones de la Ingeniería Técnica Aeronáutica. Publicaciones del COITAE (carpeta Itavia) extraído de <http://www.aeronauticos.org>. España. Página 2

<sup>2</sup> Patton, Joseph (1988). MAINTAINABILITY AND MAINTENANCE MANAGEMENT 2ª edición. Instrument Society of America. USA

<sup>3</sup> IBÍD. Patton (1988)

El mantenimiento puede ser aplicado de 3 formas: Correctivo, Preventivo y Predictivo. Algunas fuentes manejan otras alternativas de mantenimiento pero los mencionados, forman las raíces de los diferentes tipos de mantenimiento manejados. Patton (1988) define las más comunes, así:

- Mantenimiento Correctivo, realizado sin un plan de actividades, ni actividades de reparación. Es resultado de la falla o deficiencias.
- Mantenimiento No Programado, es de emergencia con actividad correctiva, para restaurar un sistema o elemento dejándolo en condiciones de operación.
- Mantenimiento en Condiciones, inspecciones de las características que cuentan con un alto riesgo de falla, además de aplicación del mantenimiento preventivo después de la alerta de riesgo pero antes de la falla total.
- Mantenimiento Preventivo, actividades con la finalidad de mantener un elemento en una condición específica de operación, por medio de una inspección sistemática, detección y prevención de la falla inminente.
- Mantenimiento Programado, acciones previamente planeadas para mantener un elemento en una condición específica de operación.
- Mantenimiento Predictivo, monitorea una máquina, además de la experiencia empírica, se obtienen gráficas de comportamiento para realizar la planeación de mantenimiento. Se realiza una predicción del comportamiento en base al monitoreo del comportamiento y características de un sistema y se realizan cambios o plantea actividades antes de llegar a un punto crítico.<sup>4</sup>

### **2.1.2 Administración del Mantenimiento**

Lo primero es realizar un Manual de Mantenimiento, el cual es un documento que puede servir a diferentes propósitos de acuerdo a los requerimientos del momento<sup>5</sup>. Este requiere una gran cantidad de trabajo

---

<sup>4</sup>Newbrough, E. (1986). ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO. 7ª impresión. Editorial Diana. México

<sup>5</sup>File, William (1991). COST EFFECTIVE MAINTENANCE, Butterworth-Heinemann

documental y al momento de iniciar la actividad es necesario tenerlo a mano junto con el Manual de Operación y el Manual de Seguridad.<sup>6</sup>

Los datos a revisar, y que se sugiere estén contenidos en el Manual de Mantenimiento son los siguientes:

- Instalación ¿Quién instalará y controlará, los equipos?
- Frecuencia del Mantenimiento ¿Que tan seguido será requerido el mantenimiento?
- Herramientas y Equipos ¿Qué elementos especiales son requeridos y de donde pueden ser obtenidos?
- Documentación del Mantenimiento ¿Qué documentación es necesaria?
- Partes y Materiales ¿Qué es necesario tener para mantener un abasto que garantice las acciones deseadas?
- Configuración del Control. - ¿Será necesario realizar algún cambio de equipos, el abasto de partes o la documentación? ¿De qué forma se podrán documentar e identificar los cambios?<sup>7</sup>

### **2.1.3 Clases de Mantenimiento aeronáutico**

- Mantenimiento en línea, El objetivo del mantenimiento en línea consiste en desmontaje, instalación y ajuste de los componentes del motor (incluyendo desgastes de piezas), según se lee en BRPROTAX GMBH & Co. KG<sup>8</sup> (2007:15). Puede ser No Programado, cuando se procede tan pronto se constata alguna avería, o Programado, cuando se ejecuta siguiendo un programa de revisión y recambio de partes normado y concreto. Tiene como finalidad mantener el certificado de aeronavegabilidad de los aviones y restaurar el nivel especificado de fiabilidad.

---

<sup>6</sup> Ibid File (1991)

<sup>7</sup> Ibid File (1991)

<sup>8</sup> BRPROTAX GMBH&Co. KG (2007). Manual de mantenimiento (mantenimiento en línea) para los motores Rotax tipo 912 (series) Austria. Página 15

- Mantenimiento menor, de acuerdo a Ontiveros<sup>9</sup> (2010), está integrado por:
  1. Chequeo A, incluye una inspección general de sistemas, componentes y estructura, del interior y exterior, para verificar su integridad.
  2. Chequeo B, de mayor intensidad, comprueba la seguridad de sistemas, componentes y estructura, junto con el servicio del avión y la corrección de los elementos que lo precisen.
  3. Chequeo C, es una inspección completa y extensa, por áreas, de todas las zonas interiores y exteriores del avión, incluyendo los sistemas, las instalaciones y la estructura visible.
  
- Mantenimiento mayor, según Ontiveros<sup>10</sup> (2010) en el capítulo III en su libro Descubrí el viaje en avión, es el Programa de Inspección Estructural (“gran parada”), es la revisión más profunda, completa y minuciosa por la que tienen que pasar todos los aviones. Debe cumplir con las exigencias requeridas para la confirmación del buen estado técnico y operativo de los aviones, lo que garantiza en gran medida la seguridad del vuelo. La tarea está planificada y se ajusta a estrictas normas y procedimientos, e incluye la sustitución de innumerable cantidad de piezas de todos los sistemas del avión, independiente del buen estado en que se encuentren. Los repuestos empleados deben ser piezas nuevas y originales, acorde a las regulaciones internacionales. Todas las empresas deben seguir y cumplir con estos planes de mantenimiento, indistintamente del buen estado de la flota de sus aparatos. Al final del proceso, el avión sale del hangar con cero horas de vuelo, es decir, como recién salido de fábrica.

---

<sup>9</sup> Ontiveros, Jorge (2010) capítulo “Descubrir el viaje en avión”. AENA Publicaciones. España

<sup>10</sup> Ontiveros, Jorge (2010) capítulo “Descubrir el viaje en avión”. AENA Publicaciones. España

## 2.2 Motor Recíproco

### 2.2.1 Definición

El motor es el mecanismo que transforma la energía química presente en el combustible en energía mecánica. La energía mecánica se manifiesta en la rotación de un eje de la máquina, al que es posible unir el mecanismo que se quiere mover.

El motor alternativo de aviación está formado por una serie de cilindros donde se comprime el aire, se mezcla éste con la gasolina y se inflama. La mezcla está previamente preparada en un dispositivo llamado carburador o en un sistema de inyección. La combustión de la mezcla produce el incremento de la presión del gas en el interior de los cilindros. El movimiento lineal del émbolo, ascendente y descendente en el cilindro, se transforma en circular mediante un sistema articulado, que hace girar el eje del motor.

### 2.2.2 Clasificación de los motores

Atendiendo a su construcción y disposición de cilindros se clasifican en Motores de cilindros en línea; Motores de cilindros horizontales y opuestos; Motores en estrella o radiales y Motores de cilindros en “V”

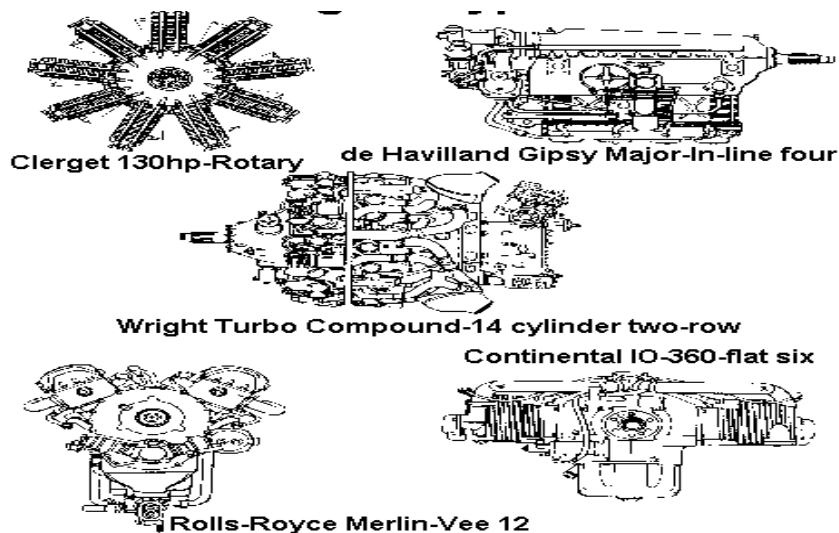


Figura 1 Tipos de motor  
Fuente: Bautista Rodrigo (2013)

### 2.3 Sistema de encendido

El tomo I de la Enciclopedia de Castro<sup>11</sup> et al. (1981) explica que el motor de pistón transforma la energía contenida en el combustible en energía mecánica, gracias a la explosión violenta de la mezcla de aire-combustible en los cilindros. Esta explosión, se produce por la chispa que salta en las bujías en el momento adecuado (ciclo de explosión). En el sitio web de Muñoz<sup>12</sup>, (s/f) [www.manualvuelo.com](http://www.manualvuelo.com) se menciona que la función del sistema de encendido es generar la energía que hace saltar esa chispa.

En la mayoría de los motores de los aviones se utiliza el sistema de encendido por magnetos, debido a que, este sistema es autónomo, es decir no depende de ninguna fuente externa de energía, tal como el sistema eléctrico (batería, generador...). Esta autonomía posibilita que aunque el sistema eléctrico del avión sufra alguna avería en vuelo, el motor funcione con normalidad pues las magnetos continúan proveyendo la energía necesaria para la ignición.

Las magnetos generan una chispa más caliente a mayores velocidades del motor que la generada por el sistema de batería y bobina de los automóviles.

El sistema de encendido de los motores aeronáuticos se compone de magnetos, bujías, y los cables de conexión entre estos elementos. De forma simplificada el funcionamiento del sistema es como sigue: las magnetos generan una corriente eléctrica, la cual es encaminada a las bujías adecuadas a través de los cables de conexión. Como es comprensible, el conjunto funciona de forma sincronizada con los movimientos del cigüeñal para hacer saltar la

---

<sup>11</sup> Castro, Miguel; Coll, Antonio; Estévez, Segundo; Rodríguez, Jaime; Vidal, Ricardo; Villalta, Juan (1981) ENCICLOPEDIA CEAC DEL MOTOR Y AUTOMOVIL (8 TOMOS) EDITORIAL CEAC, EDITORIAL

<sup>12</sup> Muñoz, Miguel (s/f) Manual de vuelo <http://www.manualvuelo.com>

chispa en el cilindro correspondiente (el que está en la fase de combustión) y en el momento adecuado.

## **2.4 La Bujía de encendido**

El Manual de Nichimar<sup>13</sup> considera a las bujías como la “ventana” del motor (su única mirada hacia la cámara de combustión), y puede ser usado como una herramienta de diagnóstico invaluable. Como el termómetro de un paciente, la bujía muestra los síntomas y las condiciones del desempeño del motor. El técnico experimentado puede analizar los síntomas, para rastrear la causa de los problemas.

### **2.4.1 Definición y funciones**

Lux<sup>14</sup> (2010:44) las define como las encargadas de producir un salto de corriente para que se encienda la chispa y así incendiar la mezcla, puede haber una o dos bujías por cilindro, en la aviación su corriente es alimentada desde un magneto que la transporta a través de un arnés que puede subir su voltaje.

La bujía tiene 2 funciones primarias:

- Quemar la mezcla aire/combustible
- Disipar la temperatura dentro de la cámara de combustión hacia el sistema de enfriamiento del motor (Rango Térmico)

Las bujías transmiten energía eléctrica que convierten al combustible en un sistema de energía. Una cantidad suficiente de voltaje se debe de proveer al sistema de ignición para que pueda generar la chispa a través de la calibración de la bujía. La temperatura de la punta de encendido de la bujía debe de encontrarse lo suficientemente baja como para prevenir la pre-ignición, pero lo suficientemente alta como para prevenir la carbonización.

---

<sup>13</sup>Nichimar de Comercio Ltda. (Yamaha Nichimar) Chile traducción al español del Manual Técnico Bujías de la compañía japonesa YAMAHA MOTOR CO.,LTD [http://www.nichimar.cl/quienes\\_somos.php](http://www.nichimar.cl/quienes_somos.php)

<sup>14</sup> Lux, Miguel (2010). mantenimiento predictivo para motores alternativos de aeronaves basado en el análisis de aceite usado. Guatemala. Trabajo de graduación para la obtención del título de ingeniero mecánico Universidad de San Carlos de Guatemala

Es importante recordar que las bujías no crean calor, sólo pueden remover temperatura. La bujía trabaja como un intercambiador de calor sacando energía térmica de la cámara de combustión, y transfiriendo el calor fuera de la cámara de combustión hacia el sistema de enfriamiento del motor. El rango térmico está definido como la habilidad de una bujía para disipar el calor.

La tasa de transferencia de calor se determina por:

- La profundidad del aislador.
- Volumen de gas alrededor
- La construcción/materiales del electrodo central y el aislador de porcelana.

El rango térmico de una bujía no tiene relación con el voltaje actual que se transfiere a través de la misma. El rango térmico es una medida de la habilidad de la bujía para disipar el calor en la cámara de combustión. La medida del rango térmico se determina por diversos factores; el largo del aislador central de cerámica y su habilidad para absorber y transferir el calor de combustión, el material del aislador y el material del electrodo central.

- El rango térmico se expresa mediante un número.
- Un número más bajo representa una Bujía de tipo caliente.
- Un número más alto representa una Bujía de tipo frío.
- El rango térmico es muy importante ya que una selección inadecuada de éste repercutiría en daños para el motor.

#### **2.4.2 Bujías con aisladores de cerámica, porcelana y mica**

Existen tres tipos de bujías: las cerámicas, con aisladores: de porcelana, las que poseen aisladores de mica y las con aisladores cerámicos perfeccionados.



Las bujías de porcelana fueron las de más difusión en todo tipo de motores y es la más usual en motores de automóviles y aeronaves muy pequeñas. En cambio las bujías con aisladores de mica que alguna vez tuvieron amplia utilización en aeronáutica se reemplazaron por las de los tipos cerámico perfeccionados.

### **2.4.3 Constitución de la bujía**

La bujía de porcelana usa un aislador del tipo de barro cocido, en el cual se han utilizado depósitos de barro de diversos tipos con el agregado de rocas minerales. Todos estos elementos se muelen y trituran en una forma muy cuidadosa, se mezclan y se cuecen a elevada temperatura, tomando esto un estado vítreo. En el interior de la bujía hay un alambre de aleación (espiga), el que está conectado al electrodo central o lo conforma el mismo y por el otro lado está conectado al terminal el conjunto formado por la espiga, el terminal y el electrodo central todo esto rodeado de la cerámica cocida se denomina cuerpo.

Para la fijación de la bujía al cilindro se utiliza una pieza metálica denominada casco de la bujía. A efectos de unir ambos elementos se utiliza una tuerca de empaquetadura y dos juntas de cobre que impedirá la más mínima fuga de gases al exterior. El electrodo lateral se suelda normalmente al casco.

### **2.4.4 Bujías frías, calientes y normales**

En determinados casos se habla de bujías calientes, frías o normales. Esta denominación está determinada por la longitud del aislador expuesto a la llama durante la combustión. La mayor longitud del aislador, como la disipación de calor de este elemento se realiza en forma mucho más lenta que en los metales y por tener que recorrer la energía calórica mayor trayecto, determina la construcción de bujías calientes. Por el contrario, a menor longitud de la aislación expuesta a la llama se obtienen bujías frías por su mayor velocidad de disipación. La longitud intermedia brinda la obtención de bujías normales.

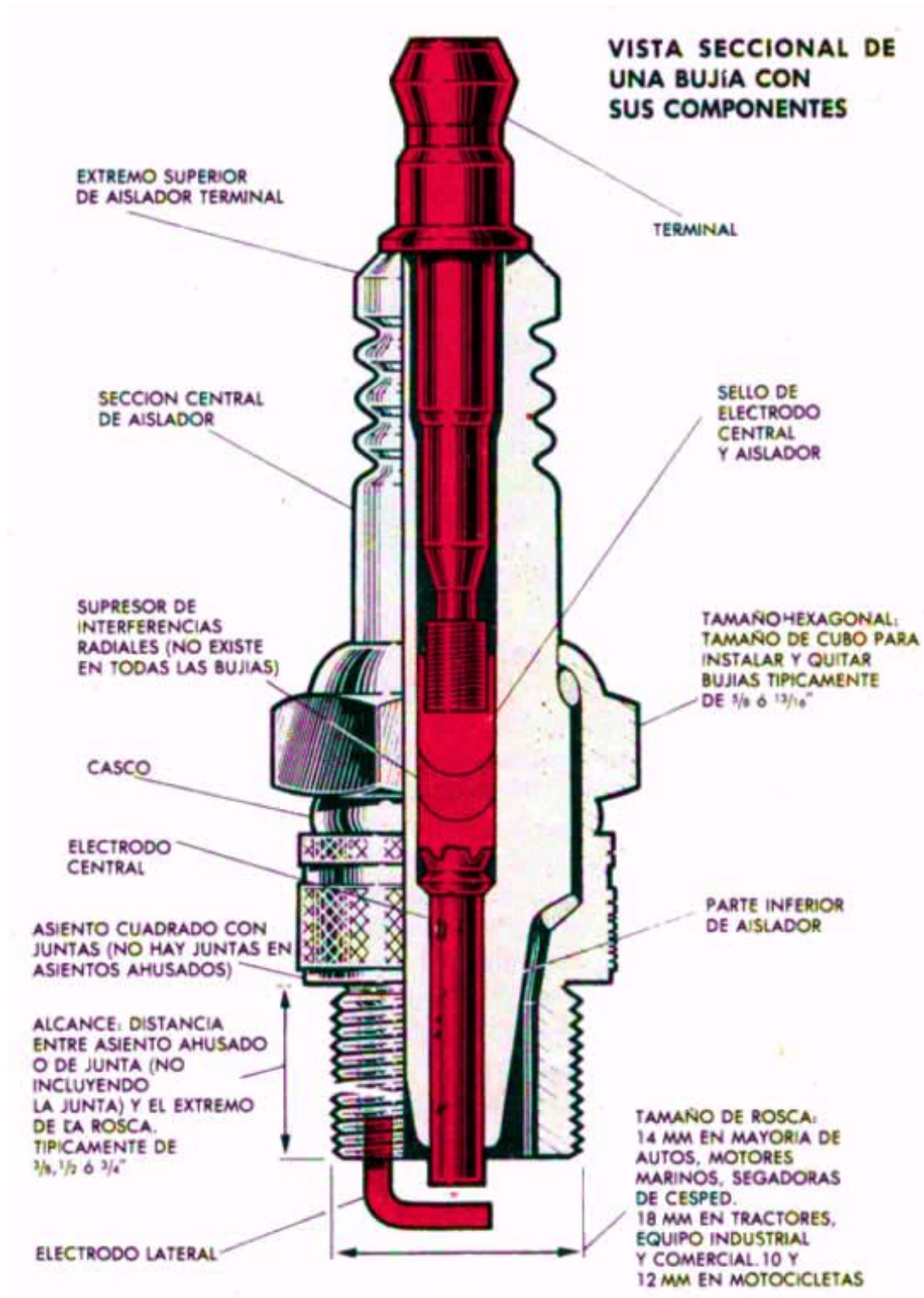


Figura 2 Partes de la Bujía  
Fuente: (<http://aerotecnologia.blogspot.com>)

### 2.4.5 Diagnóstico

Con criterio técnico según el Manual Toyota de bujías publicado por Nichimar de Comercio<sup>15</sup> se puede diagnosticar el estado de una bujía por su apariencia, así:

- Carbonización Húmeda, cuando la bujía presenta una apariencia oscura brillante, se tienen problemas de paso de aceite, el cual afecta el funcionamiento de la bujía ya que el aceite impide el paso de la chispa entre los electrodos de la bujía causando dificultades en el arranque. Entre las causas de la Carbonización están:
  1. Contrapresión el cárter.
  2. Junta de la cabeza deteriorada
  3. Guías o sellos de válvulas deteriorados
  4. Anillos gastados
  
- Carbonización Seca, mientras se acumula el carbón en la punta de encendido, en el aislador ocurren fugas de alto voltaje resultando en falla de encendido, causando dificultades en el arranque y la marcha. Entre las causas, están:
  1. Mezcla aire/combustible muy rica
  2. Ajuste incorrecto del carburador, estrangulador
  3. Sistema de inyección de combustible defectuoso
  4. Bujía demasiado fría
  
- Sobre calentamiento, la superficie del aislador en la punta de encendido tiene una coloración blanca con sedimentos moteados. Cuando la temperatura de la bujía excede los 870°C, la punta de encendido actúa

---

<sup>15</sup>Nichimar de Comercio Ltda. (Yamaha Nichimar) Chile traducción al español del Manual Técnico Bujías de la compañía japonesa YAMAHA MOTOR CO.,LTD [http://www.nichimar.cl/quienes\\_somos.php](http://www.nichimar.cl/quienes_somos.php)

como fuente de calor encendiendo la mezcla antes que la chispa, ocasionando así una combustión anormal dañando ocasionalmente al motor. Entre las causas del sobrecalentamiento están:

1. Tiempo de encendido demasiado adelantado
  2. Mezcla aire/combustible demasiado pobre
  3. Sistema de inyección de combustible defectuoso
  4. Agua de enfriamiento y lubricantes insuficientes
  5. Apriete insuficiente de la bujía
  6. Sedimentos acumulados en la cámara de combustión
  7. Bujía demasiado caliente
- Depósitos, si se acumulan depósitos en la punta de encendido, la temperatura de la bujía se elevará demasiado, y provocará pre-ignición dañando el pistón.
  - Vida normal, los electrodos gastados tendrán dificultad para producir las chispas, no mostrará potencia el motor, y gastará más combustible, por lo que será necesario instalar bujías nuevas.



Figura 3 Estados de las bujías  
<http://keewayrkv.blogspot.com>

### ① ② Normal

Pie del aislador, de color blanco grisáceo o gris amarillento hasta pardo corzo. El motor está a punto. Grado térmico correctamente elegido. El ajuste de la mezcla y del encendido son perfectos, no hay fallos de encendido y el sistema de arranque en frío funciona bien. No hay residuos de aditivos de plomo del combustible ni de componentes de aleación del aceite del motor. No existe sobrecarga térmica.



### ③ ④ Bujía cubierta de hollín

Pie del aislador, electrodos y cuerpo de bujía cubiertos de hollín de color negro mate y aspecto aterciopelado.

**Causa:** ajuste incorrecto de la mezcla (carburador, inyección): mezcla demasiado rica, filtro de aire muy sucio; dispositivo automático de control del caudal de arranque defectuoso, o el cable de mando del estrangulador de arranque se ha mantenido sacado demasiado tiempo; recorridos predominantemente cortos; bujía demasiado «fría», valor característico de grado térmico demasiado bajo.

**Repercusión:** fallos del encendido, dificultades al arrancar.

**Remedio:** ajustar correctamente la mezcla y el dispositivo de control automático del caudal de arranque; revisar el filtro de aire.



### ⑤ ⑥ Bujía engrasada

Pie del aislador, electrodos y cuerpo de bujía cubiertos de hollín aceitoso brillante o de carbonilla de aceite.

**Causa:** demasiado aceite en la cámara de combustión. Excesivo nivel de aceite; segmentos de pistón, cilindros y guías de válvula muy desgastados. En motores de dos tiempos, demasiado aceite en la mezcla.

**Repercusión:** fallos del encendido, dificultades al arrancar.

**Remedio:** reparar el motor; mezcla correcta de combustible y aceite; bujías nuevas.



### ⑦ ⑧ Depósito de plomo

El pie del aislador presenta en algunos puntos una vitrificación pardo-amarillenta, que puede alcanzar una coloración verde.

**Causa:** aditivos de plomo en el combustible. La vitrificación se forma al ser sometido el motor a una elevada carga después de haber funcionado largo tiempo a carga parcial.

**Repercusión:** con cargas elevadas, la capa se vuelve electroconductora y ocasiona fallos de encendido.

**Remedio:** bujías nuevas. Limpiarlas resulta inútil.



### ⑨ ⑩ Fuertes depósitos de plomo

El pie del aislador presenta en algunos puntos una gruesa vitrificación pardo-amarillenta, que en algunos casos puede ser verde.

**Causa:** aditivos de plomo en el combustible. La vitrificación se forma al someter el motor a una elevada carga después de haber funcionado largo tiempo a carga parcial.

**Repercusión:** con cargas elevadas, la capa se vuelve electroconductora y ocasiona fallos del encendido.

**Remedio:** bujías nuevas. Limpiarlas resulta inútil.



### ⑪ ⑫ Formación de ceniza

Gruesa capa de ceniza proveniente de aditivos del aceite y del combustible, depositada sobre el pie del aislador, en el espacio de ventilación y sobre el electrodo de masa. Estructura deforme, incluso semejante a escoria.

**Causa:** los componentes de aleación, procedentes principalmente del aceite, pueden depositar esta ceniza en la cámara de combustión y sobre la bujía.

**Repercusión:** puede ocasionar autoencendido con pérdida de potencia y daños en el motor.

**Remedio:** reparar el motor. Usar bujías nuevas y, eventualmente, otra clase de aceite.



### 13 Electrodo central parcialmente fundido

Electrodo central parcialmente fundido, punta del pie del aislador cubierta de burbujas, esponjosa y reblanda.

**Causa:** sobrecarga térmica por autoencendido debido, por ejemplo, a un ajuste inicial demasiado avanzado del punto del encendido, residuos de combustión en la cámara, válvulas defectuosas, distribuidor de encendido deteriorado, combustible de calidad insuficiente y, eventualmente, grado térmico demasiado bajo.

**Repercusión:** fallos de encendido, pérdida de potencia (daños en el motor).

**Remedio:** revisar el motor, el encendido y la preparación de la mezcla. Bujías nuevas de grado térmico correcto.



### 14 Electrodo central completamente fundido

Electrodo central completamente fundido, al mismo tiempo, electrodo de masa muy dañado.

**Causa:** sobrecarga térmica por autoencendido, debido por ejemplo a un ajuste inicial demasiado avanzado del punto del encendido, residuos de combustión en la cámara, válvulas defectuosas, distribuidor de encendido deteriorado, combustible de calidad insuficiente.

**Repercusión:** fallos de encendido, pérdida de potencia, tal vez daños en el motor. El electrodo central sobrecalentado puede ocasionar una grieta en el aislador.

**Remedio:** revisar el motor, el encendido y la preparación de la mezcla. Bujías nuevas.



### 15 Electrodo central soldados por fusión

Porosidad esponjosa de los electrodos. Eventualmente incrustación de materiales ajenos a la bujía.

**Causa:** sobrecarga térmica por autoencendido, debido por ejemplo a un ajuste inicial demasiado avanzado del punto de encendido, residuos de combustión en la cámara, válvulas defectuosas, distribuidor de encendido deteriorado, combustible de calidad insuficiente.

**Repercusión:** antes del fallo total (daños en el motor) se produce pérdida de potencia.

**Remedio:** revisar el motor, el encendido y la preparación de la mezcla. Bujías nuevas.



Figura 4 Estados de la bujía  
Fuente <http://www.taringa.net>

## 2.5 Tipos de herramientas utilizadas en el mantenimiento de bujías

### 2.5.1 Plug cleaner

Máquina para limpiar bujías, por medio de chorro de arena. Funciona con aire comprimido, por lo que requiere de un compresor. Se introduce la bujía a limpiar en un agujero, se pulsa el botón, y en unos 5 a 10 segundos la bujía queda limpia.



Figura 5 Plug Cleaner

Fuente: <http://www.amazon.com>

### 2.5.2 Champion Spark Plug Service Unit

Diseñada para limpiar y probar bujías, cuenta con adaptadores de goma para bujías de 10mm 14mm 18mm una bobina produce un estable voltaje de ignición en las pruebas permitiendo gran precisión. La limpieza es mediante un chorro abrasivo.



Figura 6 Champion Spark Plug Service Unit

Fuente: <http://www.amazon.com>



### 2.5.3 Calibrador de Láminas (Spark Plug gap gauge or Lainas)

Estos medidores consisten en láminas delgadas que tienen marcado su espesor y que son utilizadas para medir pequeñas aberturas o ranuras. El método de medición consiste en introducir una lámina dentro de la abertura, si entra fácilmente, se prueba con la mayor siguiente disponible, si no entra, vuelve a utilizarse la anterior.

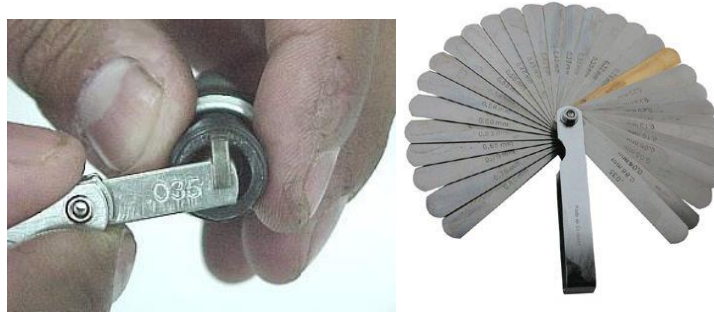


Figura 7 Calibrador de Láminas (Spark Plug Gap Gauge Or Lainas)  
Fuente: <http://www.amazon.com>

### 2.5.4 Ajustador luz bujías (Spark Plug Gapper)

El ajustador de luz de bujías N/P 116 trabaja en todas las bujías de electrodo masivo de 18 milímetros. Permite ajustar la luz de los electrodos según las indicaciones del manual del motor.



Figura 8 Ajustador luz bujías (Spark Plug Gapper)  
Fuente: <http://www.amazon.com>

### 2.5.5 Bandeja porta bujías (Spark Plug Tray)

La bandeja porta-bujías Unison sostiene hasta 12 bujías. Ideal para mantener el orden de las mismas cuando se controla la luz de los electrodos, o

cuando haya que removerlas por cualquier otro motivo. Numeradas para corresponder con el cilindro en que está colocada la bujía.



Figura 9 Bandeja porta bujías (Spark Plug Tray)  
Fuente: <http://www.amazon.com>

### 2.5.6 Sonda retractable para luz de bujías (Spark Plug Gap Gauge)

Esta herramienta de Champion es resistente a alto impacto y contiene cuatro juegos de calibres pasa - no pasa retractables y precisos.



Figura 10 Sonda retractable para luz de bujías (Spark Plug Gap Gauge)  
Fuente: <http://www.amazon.com>

### 2.5.7 Tubo saca-bujías

Este tubo diseñado por Champion permite instalar y remover bujías blindadas de manera rápida y sin riesgos para la bujía gracias al imán permanente Alnico. El cuadro para la manija es de 1/2". Terminación cromada y envasado individualmente.



Figura 11 Tubo saca-bujías  
Fuente: <http://www.amazon.com>

### 2.5.8 Cleaning Picks

Picos de acero inoxidable de grado quirúrgico son grandes para la limpieza de los depósitos de plomo en las bujías, para la limpieza y la eliminación de la corrosión y como una herramienta de inspección para el control de la corrosión del subsuelo



Figura12 Cleaning Picks  
Fuente: <http://www.amazon.com>

### 2.5.9 Permatex 80071

Permatex lubricante antiadherente, mezcla altamente refinado de lubricantes de aluminio, cobre y grafito, para su uso durante el montaje para evitar la fricción, la corrosión y el embargo, y para asegurar el desmontaje fácil. Con un rango de temperatura de -60 grados Fahrenheit a 1.600 grados Fahrenheit, no se evaporará o endurecer en temperaturas extremas. Desde lubricantes específicos de empleos a los rigores de las necesidades de servicio pesado, contar con Permatex para lograr fiabilidad y soluciones para resolver problemas que extienden la vida de su equipo.



Figura 13 Permatex 80071  
Fuente: <http://www.amazon.com>

### 2.5.10 Llave de boca 7/8

Las llaves de apriete son las herramientas manuales que se utilizan para apretar elementos atornillados mediante tornillos o tuercas con cabezas hexagonales.



Figura 14 Llave de Boca 7/8  
Fuente: <http://www.amazon.com>

### 2.5.11 Spark Plug Gaskets

Anillos de junta de cobre al reemplazar bujías para asegurar un cierre seguro.



Figura 15 Spark Plug Gaskets  
Fuente: <http://www.amazon.com>

### 2.5.12 Bahco

El bajo perfil de trinquete con una pieza de mango está diseñado para obtener mejores resultados en espacios reducidos. Cuenta con un cómodo agarre termoplástico para un mejor control, incluso en condiciones de humedad y aceite. Los contactos de diseño de Super Torque sujetadores en los pisos, reduce la posibilidad de redondeo.



Figura 16 Bahco  
Fuente: <http://www.amazon.com>

## 2.6 Información de la máquina Limpiadora y Probadora de bujías

Aircraftspruce.com (2015)<sup>16</sup> explica que si el carbón se ata al enchufe de chispa, causa la debilidad de la ignición, podría generar el deterioro de la función del motor y el consumo de combustible cada vez mayor, por ello esta máquina está diseñada para mejorar la capacidad del motor con la limpieza y la prueba del enchufe de chispa.

- Puede quitar totalmente el carbón del enchufe de chispa debido a soplos la partícula abrasiva minuciosa por el aire de alta presión.
- Puede comprobar la ignición del enchufe de chispa tiene sus mejores condiciones. Puede también limpiar automáticamente el enchufe de chispa.

De acuerdo a las especificaciones del Catálogo de productos de aircraftspruce.com (2015)<sup>17</sup> el popular SPCT 100 Bujía Limpiador y Probador de Aircraft Tool Supply Company tiene mejoras, por ejemplo ahora funciona tanto con 115V y fuentes de alimentación de 220V AC monofásica 50 / 60Hz. También cuenta con un avanzado circuito para evitar la sobrecarga térmica durante su uso (Salida de alta tensión cuando la prueba de chispa: 24kV (24.000 V)). Su estilo elegante y funcional (Dimensiones: 19.3 "(49 cm) x 11"

<sup>16</sup>Aircraftspruce.com (2015) Catálogo de productos  
<http://www.aircraftspruce.com/pages/ep/test/sparkplugdual.php>

<sup>17</sup>Alibaba.com (2015) Catálogo de productos <http://spanish.alibaba.com/product-tp/spark-plug-tester-cleaner-105057734.html>.

(28cm) x 10.4 "(26cm)) combinado con una construcción robusta lo hacen adecuado para comprobar de forma fiable y con precisión la calidad de bujías utilizadas. La sección "más limpio" utiliza un potente chorro de aire y abrasivo para eliminar completamente los depósitos de carbón de los enchufes. El espejo "observación rebajada" está perfectamente en ángulo para mostrar los electrodos de la bujía para que pueda juzgar claramente la calidad de la chispa que el enchufe está siendo probado.

Moldeado de plástico ABS resistente que es durable (Peso: 22,5 libras (10,2 kg)), resistente al aceite y fácil de limpiar. Un marco de aluminio-base está incluido, lo que permite un fácil montaje de un banco de trabajo y la eliminación rápida. El sistema de encendido de estado sólido produce una tensión de prueba de encendido estable proporciona una mayor precisión y fiabilidad. Su falta de partes móviles elimina la causa principal de las fallas del probador. La limpieza es por una ráfaga de aire seco abrasivo (la presión de aire recomendada: entre 100 y 140 psi (7 a 10 kg / cm<sup>2</sup>), Sección Limpiador capacidad abrasiva (60 # grano): 2 libras (900 gr.)), que elimina rápida y eficazmente los depósitos conductores. Todo el aire comprimido, tanto para la limpieza y la prueba pasa a través de una trampa de agua automática de retención de la humedad dañina línea de aire.

Entre sus accesorios se incluyen: adaptadores de 12mm, 14mm y 18mm de chispa (2pcs cada uno); 12mm, 14mm y 18mm empaquetaduras limpios (1 cada uno); casos Adapter (1pcs); Aviación Electrodo Massive enchufe adaptador (1pcs), abrasivos 2 libras (900 g).



Figura 17 Máquina Limpiadora y Probadora de bujías  
Fuente: <http://spanish.alibaba.com/>

## **CAPÍTULO III**

### **DESARROLLO DEL TEMA**

#### **3.1 Situación actual del equipo**

La Unidad de Gestión de Tecnologías-ESPE no cuenta con el equipo de limpieza y calibración para las bujías del motor recíproco Teledyne Continental por ello es necesaria la implementación de esta máquina que limpia y comprueba el estado de las bujías después de haber pasado por el proceso de calibración. Para que tanto los estudiantes y profesores de la carrera de Mecánica Aeronáutica Mención Motores realicen las prácticas del mantenimiento de las bujías de una manera segura y efectiva. Con ello podrán familiarizarse con el uso de los equipos modernos y la vida real en aviación menor.

#### **3.2 Requerimientos mínimos**

Los requerimientos mínimos para el óptimo funcionamiento de la Máquina Limpiadora y Probadora de bujías son según el fabricante<sup>18</sup>:

1. Voltaje de funcionamiento: 115V o 220V AC monofásica 50 / 60Hz
2. La presión de aire recomendada: entre 100 y 140 psi (7 a 10 kg / cm<sup>2</sup>)
3. Sección Limpiador capacidad abrasiva (60 # grano): 2 libras (900 gr.)

---

<sup>18</sup>Op.cit Aircraftspruce.com (2015). Cf.<http://www.ebay.es/itm/181325244185> y <http://www.amazon.com>

### 3.3 Diagramas de la Máquina Limpiadora y Probadora de bujías

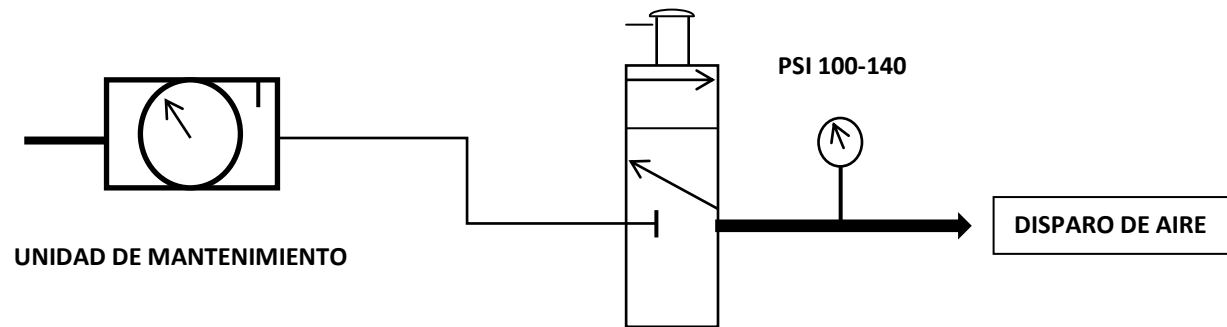


Figura 18 Esquema sistema neumático  
Fuente: Plasencia (2015)

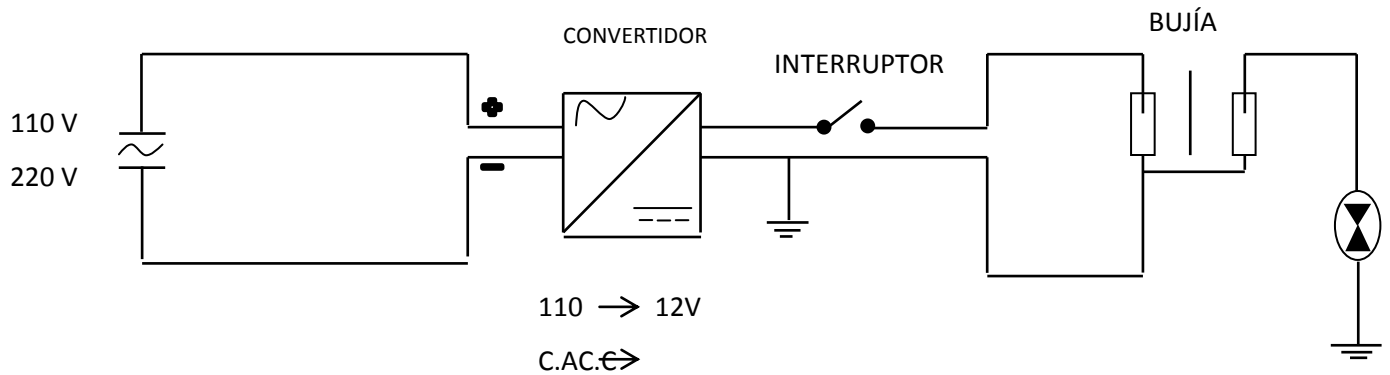


Figura 19 Esquema sistema eléctrico  
Fuente: Plasencia (2015)

### 3.4 Implementación de la Máquina Limpiadora y Probadora de bujías y herramientas de calibración.

Se investigó de acuerdo al SB 72-9 de la empresa Champion Aerospace los requisitos y optimizaciones de la máquina y herramientas mandatorias para el uso en mantenimiento de bujías aplicadas a motores recíprocos aeronáuticos. De acuerdo a esta información se consultó en diferentes casas comerciales a nivel de Estados Unidos la oferta de este equipo, la trazabilidad y el tiempo de entrega.



En vista de que el tiempo es muy extenso y la cantidad de requisitos y nuevas leyes que hay que cumplir en la Aduana del Ecuador se optó por el mercado nacional encontrándola en la Empresa Mantair que se dedica al envío y recepción de partes y productos aeronáuticos.

Esta máquina y herramientas utilizadas para el mantenimiento de las bujías del motor recíproco Teledyne Continental fue adquirida y entregada a la Unidad de Gestión de Tecnologías -Espe con la finalidad de que con este equipo y herramientas los estudiantes y profesores tengan una ayuda teórico/pragmática para que así al momento de realizar sus prácticas tengan las herramientas y equipos necesarios para realizar un correcto mantenimiento a las bujías, además de ir con la práctica entrenando el criterio profesional del técnico de mantenimiento aeronáutico quien a simple vista puede determinar que otro componente está fallando en el motor o que puede estar ocasionando el actual estado de la bujía para así poder actuar directo con el problema.

### 3.5 Comprobación de la implementación de la Máquina Limpiadora y Probadora de bujías y herramientas de calibración.

Conocido el resultado del estado de la bujía, se constata la optimización de tiempo gracias a la utilización de equipos y herramientas adecuadas que facilitan un diagnóstico preciso y rápido del componente. Reduciendo además gastos al reutilizar la bujía dándole un proceso mantenimiento minucioso en lugar de cambiar la bujía por una nueva. También se puede garantizar el estado de la bujía y su tiempo de operatividad en el motor.

Después de haber realizado todo el proceso de limpieza, calibración y comprobación de la bujía esta está lista para volver a ser instalada de forma segura ya que ha pasado por el estricto proceso de calibración, comprobación y se tiene la seguridad de que seguirá funcionando en óptimas condiciones y no causara ningún desperfecto al motor ni al avión.

### 3.6 Descripción de procedimientos

Sobre la base de las fuentes consultadas<sup>19</sup> se determina que los procedimientos para la limpieza y mantenimiento de las bujías con la Máquina Limpiadora y Probadora de bujías, es:

1. Desconecte el cable de la bujía utilizando una llave mixta de 7/8. A continuación, limpie el área alrededor de la bujía para evitar que los desechos ingresen en la cámara de combustión al quitar el tapón.
2. Limpiar la suciedad del casquillo usando un pincel para limpiar las partículas de suciedad y polvo para evitar que caigan en el interior del cilindro.
3. Seleccionar la herramienta correcta para la bujía. En este caso una copa para extraer bujías 7/8 cuadro de 1/2 (algunas tienen un inserto de goma para proteger la bujía mientras se remueve)
4. Remover la bujía (a veces es necesario extender el mando de la llave de tubo para aumentar el efecto de palanca) Al apretar o aflojar las bujías, la copa, la extensión y la bacho no debe mantenerse oblicua; de lo contrario se oprimiría o empujaría el aislador hacia un lado, rompiéndose el aislador y quedando la bujía inutilizada. Cuando se rompe el aislador provocará fugas de corriente y ocasionar fallas de encendido. Cuando ocurre una fuga de corriente no hay combustión, lo que genera pérdida de potencia, mayor consumo de combustible, elevada producción de gases contaminantes y riesgo de daño en el catalizador.

---

<sup>19</sup> <http://lasbujias.blogspot.com/>

<https://www.youtube.com/watch?v=hqAyo0TH7OY> Actualizado el 27 jul. 2011

<http://www.automecanica.repair7.com>

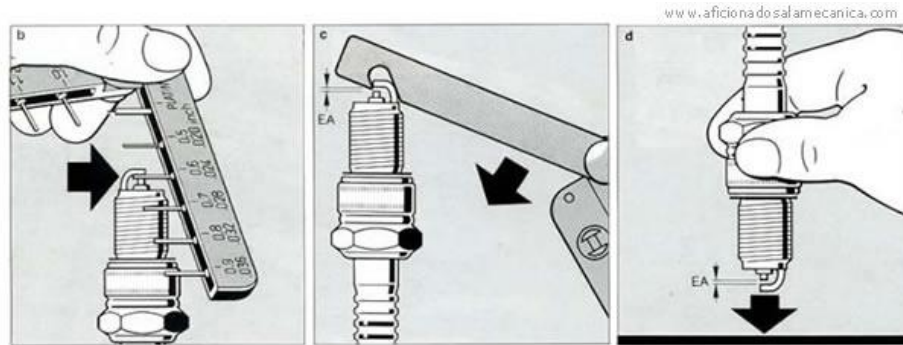
<http://www.autos.repair7.com> Bujia - Como Quitar, Remover y Limpiar La Bujia- Aprende a Hacer La Reparacion y detectar fallas de tu auto con estos manuales de mecanica .

<https://www.youtube.com/watch?v=1av7M70A3t8> Actualizado el 24 feb. 2012 Myannual.net presents how to clean, test and set the gap on your aviation spark plugs.

[https://www.youtube.com/watch?feature=player\\_embedded&v=7T6ZaJ3CWQ8](https://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=7T6ZaJ3CWQ8)

<http://www.championaerospace.com/support/spark-plug-maintenance/>

5. Girar la bujía en dirección anti-horaria para aflojarla si la bujía no se desenrosca con facilidad, se desenrosca sólo un poco, para evitar que sufra daño la rosca de la culata. Seguidamente se aplican a la rosca unas gotas de aceite o un disolvente en base a aceite, se vuelve a enroscar la bujía y, pasado un breve tiempo, se intenta desenroscar por completo.
6. Sacar la bujía y con mucho cuidado y sin soltarla se la coloca en la bandeja porta bujías ubicándola en el número de cilindro de la cual se removió.
7. Retirar los gaskets y revisar si no están rotos o ya han perdido su forma. Proceder a limpiarlos con solvente (combustible Avigas 100/130) y reservarlos para el montaje.
8. Limpiar la bujía con un cepillo de cobre cepillando los depósitos livianos. Raspando el interior de la bujía con un cleaning picks sacando cualquier tipo de formación o solidificación de carbón que se produce en el interior de la bujía con aire y sumergiéndola en un solvente. Mientras se inspecciona se debe tomar en cuenta las siguientes observaciones: Si el aislador o cerámica esta rajado, o los electrodos están quemados o muy corroídos y los filetes de la rosca están desgastados entonces la bujía debe reemplazarse. Si la bujía está sucia o aceitosa esto podría indicar un problema en otro sistema y debe reportarse al supervisor.
9. Controlar y calibrar el espacio de la abertura entre los electrodos. Si la abertura es demasiado ancha o angosta debe ser ajustada presionando los electrodos con la herramienta Spark Plug Gapper hasta que se consiga la medida que nos indica en el Service Bulletins 93-2 que va desde .015 a .019 inch.



**b.- Medición de la separación entre electrodos:** Debe poder pasar la galga de medición preconizada por el fabricante por los electrodos sin apenas notar resistencia.

**c.- Aumento de la separación entre electrodos (EA):** se hace mediante un util apropiado.

**d.- Reducción de la separación de electrodos (EA):** golpear con cuidado la punta del electrodo de masa contra la superficie dura y lisa, verticalmente en el sentido de la flecha.

Figura 20 Controlar y calibrar el espacio de la abertura entre los electrodos



Fuente:<http://lasbujias.blogspot.com/>





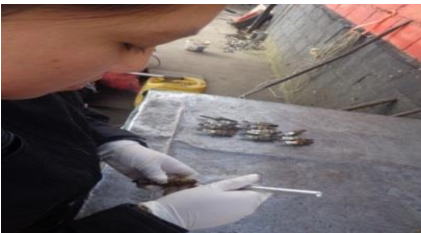
10. Se procede a limpiar el interior de la bujía sometiéndola a un baño de arena abrasiva utilizando el Plug Cleaner.
11. Se somete a la bujía a un chorro de combustible a presión para así eliminar cualquier residuo de arena que haya quedado en el interior de la bujía.
12. Colocar la bujía en el Spark Plug Tester, ajustarla y conectar al cable, controlar la presión con el regulador y se va subiéndolo de a pocos la presión hasta llegar a una presión de  $5 \text{ kg/cm}^2$  a  $6 \text{ kg/cm}^2$  ( $70$  a  $80 \text{ psi}$ ) simulando el trabajo al que está sometida la bujía en el avión.
13. Comprobar que la bujía esté produciendo una chispa intermitente rápida, continua y deslumbrante si ese no es el caso se procede a revisar el estado de la bujía físico o la abertura de los electrodos si es el caso se calibra la Posición de la chispa y trayecto de chispa
14. Las bujías normalmente son tratadas con lubricante antifricción (Permatex 80071), de manera que no es necesario aplicar un lubricante adicional. Los hilos de rosca están niquelados, por lo que no pueden griparse.
15. Volver a colocar la bujía a mano en su asiento, roscándola cuidadosamente para evitar desgastar los filetes de la rosca.







16. Una vez que la bujía se ha ajustado a mano utilizar una llave de torsión (taquímetro) para ajustar la bujía al valor correcto de especificación que es 390 +- 30 lb in. No ajustar excesivamente ya que esto puede dañar la bujía
17. Volver a conectar el cable de la bujía o conjunto de bobina.
18. Arrancar el motor para confirmar que las bujías y cables estén funcionando y el motor no tiene fallas de encendido.


**Tabla 1: Resumen descripción de procedimientos**

Para la realización de esta práctica se tomó referencia al AMM de la avioneta Cessna 172 de la Empresa West Pacific Flight Academy y los **Aviation Technical Bulletin 67-10, 72-9, 72-10, 88-1, 93-2, 95-10, 95-11, 98-7** de la compañía Champion Aerospace.


IMAGEN	DESCRIPCIÓN
	<p>Verificar el estado de los equipos de limpieza, comprobación y calibración.</p>
	<p>Disponer de todas las herramientas para la extracción, instalación y limpieza para las bujías.</p>
	<p>Verificar que todos los equipos de apoyo estén en buen estado y en condiciones óptimas para realizar el mantenimiento.</p>

	<p>Limpiar el casquillo de la bobina con un pincel y revisar el arnés eléctrico de la bujía por presencia de algún desgaste de cable.</p> <p>Evitar que ninguna clase de FOD ingrese al interior del cilindro mientras se extrae la bujía.</p>
	<p>Extraer la bujía del motor con la herramienta adecuada y sin provocar cargas, para evitar dañar la bujía.</p>
	<p>Al momento de extraer las bujías se podrán presentar estas situaciones: bujías cubiertas de hollín, engrasadas, con depósitos de plomo o fundidas.</p>
	<p>Colocar las bujías en el orden que se van extrayendo del motor, así al momento de encontrar un daño se sabrá que cilindro puede estar afectado y proceder a revisar y diagnosticar ese componente o los componentes que intervengan con el diagnóstico.</p> <p>Inspección técnica visual a la bujía para detectar daños mayores como rajaduras, quebraduras o el estado de los electrodos.</p>
	<p>Raspar la bujía retirando todo el hollín de la parte interna con el cleaning picks y sucesivamente irla sacudiendola de manera que salga todo lo raspado con el cleaning picks procurando recoger todo en un envase para luego desecharlo y evitar que este polvo ingrese al motor.</p>

	<p>Cepillar la bujía para quitar cualquier suciedad externa.</p>
	<p>Conectar la máquina a las fuentes de aire y de energía.</p>
	<p>Colocar la bujía y asegurarla en la ranura de la máquina de limpieza para que con un chorro de arena la parte interna de la bujía quede sin residuos de carbonillas o depósitos. Una vez terminada la limpieza se saca la bujía con suma precaución</p>
	<p>Colocar la bujía en el solvente para así poder limpiarla de los residuos que se extrajeron en el proceso de raspado y cepillado.</p>
	<p>Aplicar un poco de aire con la ayuda del fitting y el aire comprimido para así secar y expulsar la suciedad o algún residuo extraño que haya quedado en la bujía tanto de la parte externa como interna.</p>
	<p>En este punto se inspecciona de forma detallada la bujía en busca de hollín que haya faltado retirar, grietas o ranura ya sea en la parte interna o externa de la bujía cuidando siempre que no se caiga o golpee.</p>

	<p>Verificar la abertura entre los electrodos con la ayuda del Spark Plug Gap Gauge y con la referencia del Manual de Mantenimiento o Service Bulletins con el cual se aplique y trabaje la aeronave.</p>
	<p>Si las aberturas no son las especificadas en el AMM o SB se procede a ajustarlas utilizando el spark plug gapper.</p>
	<p>Para la comprobación colocar la bujía en el adaptador, regular la presión y conectar el cable de alta tensión.</p>
	<p>Con precaución presionar el botón Tester y verificar el estado de la chispa de la bujía.</p>
	<p>Depende de la verificación visual para determinar el estado de la chispa de la bujía para así poder reutilizarla o cambiarla.</p>
	<p>Colocar lubricante anti-fricción para evitar que los hilos de la bujía se dañen al instante de volver a colocar la bujía en el cilindro.</p>




 A close-up photograph showing a spark plug and a circular gasket. The spark plug is positioned vertically, and the gasket is placed to its left on a light-colored, textured surface.	<p>Colocar los gaskets en las bujías</p>
 A photograph of a person wearing white gloves, working on an engine. The person is using a tool to adjust a component, likely a spark plug, on the engine block.	<p>Colocar la bujía de manera cuidadosa en el cilindro y ajustarla utilizando la herramienta adecuada.</p>

**Fuente: Plasencia (2015)**

### 3.7 Manuales para el correcto uso de los equipos de limpieza y comprobación


#### 3.7.1 Manual de operación

Tabla 2: Manual de Operación

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN</b>	Pág. 1 de 1
	Operación de la Máquina Limpiadora y Probadora de bujías del motor recíproco Teledyne Continental	Código:
	Elaborado por: Plasencia Álvarez María Adelaida	Revisión N° 1
	Aprobado por: Tglo. Proaño Alejandro	Fecha: Mayo 2015
<p><b>1 Objetivo</b> Realizar la operación adecuada de la Máquina Limpiadora y Probadora de bujías del motor recíproco Teledyne continental</p>		
<p><b>2 Alcance</b> Describe operaciones de funcionamiento y precauciones que debe considerar quien va a realizar la limpieza y comprobación de las bujías del motor recíproco Teledyne Continental</p>		
<p><b>3 Documentos de referencia</b> Aviation Technical Bulletin 67-10</p>		
<p><b>4 Procedimiento</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Verificar antes de conectar el compresor que la llave de paso y el regulador se encuentren cerradas.</li> <li>b. Conectar el compresor y hacer la prueba de paso de aire hacia la máquina moviendo abriendo la llave de paso (100 a 140 Psi).</li> <li>c. Conectar la fuente a la toma de corriente de 110V monofásica 50 / 60Hz</li> <li>d. Encender el módulo de control</li> <li>e. Oprimir el pulsador</li> <li>f. Revisar el paso de la corriente hacia el cable de tensión</li> </ol>		
<p><b>5 Precauciones</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. No operar la arena o el aire mientras se está instalando la bujía en la máquina.</li> <li>b. La toma de corriente sea la indicada.</li> <li>c. No exceder de 5 kg/cm<sup>2</sup> a 10 kg/cm<sup>2</sup> (70 a 140 Psi) la presión de la cápsula.</li> </ol>		
<p><b>6 Firma de responsabilidad</b></p>		

### 3.7.2 Manual de Mantenimiento de las bujías

**Tabla 3: Manual de Mantenimiento de las bujías**

	MANUAL DE MANTENIMIENTO DE LAS BUJÍAS	Pág. 1 de 1
	Mantenimiento de las bujías del motor recíproco Teledyne Continental	Código:
	Elaborado por: Plasencia Álvarez María Adelaida	Revisión N° 1
	Aprobado por: Tglo. Proaño Alejandro	Fecha: Mayo 2015
<p><b>1 Objetivo</b> Indicar los procedimientos de mantenimiento de las bujías del motor recíproco Teledyne continental utilizando los equipos de limpieza, calibración y comprobación.</p>		
<p><b>2 Alcance</b> Mantener condiciones óptimas de preservación las bujías del motor recíproco Teledyne Continental</p>		
<p><b>3 Documentos de referencia</b> AMM Cessna 172 y Aviation Technical Bulletin 67-10, 72-9, 72-10, 88-1, 93-2, 95-10, 95-11, 98-7.</p>		
<p><b>4 Definiciones</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Mantenimiento, Actividad para conservar un elemento en condición específica de operación, por medio de una inspección sistemática, detección y prevención de la falla inminente.</li> <li>b. Limpieza, Acción de quitar la suciedad, lo superfluo o lo perjudicial de algo.</li> </ul>		
<p><b>5 Procedimiento</b></p> <p><b>Limpieza</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Desconectar la bujía del conjunto de bobina.</li> <li>b. Remover la bujía girándola en dirección anti-horaria para aflojarla.</li> <li>c. Limpiarla raspando su interior con la ayuda de un <b>cleaning picks</b> y cepillando su exterior con un cepillo de bronce.</li> <li>d. Sumergirla en solvente (combustible) para eliminar residuos.</li> <li>e. Soplar el exceso de partículas con aire a baja presión</li> <li>f. Seleccionar el adaptador de caucho de acuerdo al tipo de bujía que se va a limpiar.</li> <li>g. Instalar la bujía en el adaptador para que los electrodos queden dentro de la cámara de limpieza.</li> <li>h. Presionar el botón de <b>Blast Cleaner</b> durante 30 segundos para que la máquina mande la arena que ayudara a limpiar la bujía.</li> <li>i. Después presionar el botón <b>Air Cleaner</b> durante 15 segundos para que la máquina envíe Aire y eliminar cualquier residuo de arena.</li> </ul>		

- j. Sacar la bujía para realizar la respectiva calibración que consiste en pasar las laines comprobar la abertura de entre .015inch a .019inch y así dejarla lista para la comprobación.

#### **Comprobación**

- a. Instalar la bujía en la capsula de presión.  
b. Seleccionar y conectar el cable de alta tensión.  
c. Presionar el botón **Tester** para activar la bujía y observar la intensidad de la chispa mediante el espejo que se encuentra bajo el cristal, que hace de fondo a la cápsula de presión.  
d. Abrir la válvula reguladora de presión observando el manómetro simultáneamente (5kg/cm<sup>2</sup>o 70 Psi) y activando el pulsador solo en este momento se evidencia el estado en que se encuentra la bujía ya que el manómetro indica las diferentes presiones de la cápsula y la chispa no deberá desaparecer, ni debilitarse. En caso de que la chispa se debilite o varié de color esto indica que la bujía debe ser reemplazada.  
e. Retirar la bujía y colocar el gasket y está lista para volver a ser instalada.

#### **6 Precauciones**


- a. La copa, extensión y la bacho no debe mantenerse oblicua; de lo contrario se oprimiría o empujaría el aislador hacia un lado, rompiéndose el aislador y quedando la bujía inutilizada.  
b. No limpiar y reusar bujías que tengan grietas o depósitos que no se puedan quitar.  
c. Calibrar la bujía antes de instalarla en la cápsula de presión y comprobación.  
d. Limpiar el área alrededor de la bujía para evitar que los desechos ingresen en la cámara de combustión al quitar el tapón.

#### **7 Firma de responsabilidad**

--

### 3.7.3 Manual de Mantenimiento de la Máquina Limpiadora y Probadora de bujías

**Tabla 3: Manual de Mantenimiento de la Máquina Limpiadora y Probadora de bujías**

	MANUAL DE MANTENIMIENTO	Pág. 1 de 1
	Mantenimiento de la Máquina Limpiadora y Probadora de bujías del motor recíproco Teledyne Continental	Código:
	Elaborado por: Plasencia Álvarez María Adelaida	Revisión N° 1
	Aprobado por: Tglo. Proaño Alejandro	Fecha: Mayo 2015
<p><b>1. Objetivo</b> Realizar el mantenimiento de la Máquina Limpiadora y Probadora de bujías del motor recíproco Teledyne continental</p>		
<p><b>2. Alcance</b> Mantener condiciones óptimas de funcionamiento de la Máquina Limpiadora y Probadora de bujías del motor recíproco Teledyne Continental</p>		
<p><b>3. Documentos de referencia</b> Aviation Technical Bulletin 72-9</p>		
<p><b>4. Definiciones</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Mantenimiento, Actividad para conservar un elemento en condición específica de operación, por medio de una inspección sistemática, detección y prevención de la falla inminente</li> <li>b. Limpieza, Acción de quitar la suciedad, lo superfluo o lo perjudicial de algo.</li> </ul>		
<p><b>5. Mantenimiento Trimestral</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Realizar una limpieza general a la máquina y sus accesorios eliminando polvo o FOD que se puede presentar en el equipo.</li> <li>b. Realizar una inspección visual del estado de la máquina.</li> </ul> <p><b>Mantenimiento Semestral</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>c. Verificar el estado de cañerías y abrazaderas cambiar según su condición por el material del que esta echo en este caso se las reemplaza por cañerías de Poliamida.</li> <li>d. Verificar el estado del transformador y si reemplazarlo con el transformador requerido que es de 115 a 220v AC.</li> <li>e. Revisar el ajuste de tornillos</li> <li>f. Revisar la cantidad de arena suficiente para el funcionamiento de la máquina y cargarla con Abrasive Compound #60.</li> <li>g. Verificar antes de conectar el compresor que la llave de paso y el regulador se encuentren en buen estado.</li> </ul>		

**Mantenimiento Anual**

- h. Verificar la condición del manómetro según la Norma Estándar que apliquen las instituciones o empresas en la cual este este instrumento por lo general todo instrumento debe pasar el proceso de calibración al menos 1 vez a los dos años para los equipos utilizados en instrucción técnica.


**6. Precauciones**

Si se encuentra algún desperfecto en la máquina o sus componentes reemplazarlo no operar la máquina.

**7. Firma de responsabilidad**

### 3.7.4 Manual de Seguridad

**Tabla 4: Manual de Seguridad**

	MANUAL DE SEGURIDAD	Pág. 1 de 2
	Seguridad durante el uso de la Máquina Limpiadora y Probadora de bujías del motor recíproco Teledyne Continental	Código:
	Elaborado por: Plasencia Álvarez María Adelaida	Revisión N° 1
	Aprobado por: Tglo. Proaño Alejandro	Fecha: Mayo 2015
<b>1 Objetivo</b> Indicar la seguridad durante el uso de la Máquina Limpiadora y Probadora de bujías del motor recíproco Teledyne continental		
<b>2 Alcance</b> Prevenir accidentes e incidentes que debe considerar quien realiza la limpieza y comprobación de las bujías del motor recíproco Teledyne Continental		
<b>3 Documentos de referencia</b> Documento 9859 de la OACI.		
<b>4 Definiciones</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Seguridad Operacional La seguridad Operacional en un estado en el que el riesgo de provocar daños a las personas o a la propiedad, es reducido o mantenido por debajo de una nivel aceptable a través de un proceso continuo de identificación de los peligros y gestión de riesgo.</li> <li>b. Accidente Todo suceso relacionado con la utilización de una aeronave, que ocurre dentro del periodo comprendido entre el momento en que una persona entra a bordo de una aeronave hasta cuando está desembarcando.</li> <li>c. Incidente Es todo suceso relacionado con la utilización de una aeronave, que no llega a ser un accidente, que afecte o pueda afectar a la seguridad de las operaciones.</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>a. <b>Procedimiento</b></li> <li>b. Utilizar el equipo de protección personal para realizar el trabajo guantes, gafas, mascarilla, zapatos punta de acero, overol y tapones de oídos.</li> <li>c. Inspeccionar el estado del equipo para evitar que un cuerpo extraño interfiera.</li> <li>d. Ubicar la máquina en una superficie plana y amplia para proceder a utilizarla.</li> <li>e. Revisar que la máquina este ubicada en lugar seguro y no expuesta a factores ambientales.</li> <li>f. Constatar que la máquina no provoque ningún accidente al factor</li> </ul>		

humano.

- g. Mantener la ventilación y la iluminación adecuada para realizar el trabajo.
- h. Mantener la limpieza antes, durante y después del trabajo.
- i. Evitar trabajar de manera desordenada.
- j. Revisar que los cables de alimentación de energía y aire del equipo estén en óptimas condiciones y no se encuentren ubicados obstaculizando el paso del área de trabajo.
- k. Desconectar los equipos una vez terminado el trabajo.

#### **5 Precauciones**

- a. Si el área de trabajo se encuentra con algún derrame de algún líquido no propio de la máquina no conectar el equipo a la fuente de energía.
- b. Si no conoce la presión, operación del compresor y el estado del mismo no lo utilice, ni opere la máquina.

#### **6 Firma de responsabilidad**



## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1 Conclusiones**

Se implementaron los equipos de limpieza, comprobación y calibración para las bujías del motor recíproco Teledyne Continental en el laboratorio de motores jet en la Unidad de Gestión de Tecnologías-ESPE, para ello:

- Se recopiló información bibliográfica sobre operación y mantenimiento
- Se adquirió y probaron los equipos de limpieza, comprobación y calibración de las Bujías
- Se diseñaron los Manuales de Operación, Mantenimiento y Seguridad.

#### **4.2 Recomendaciones**

- Se recomienda regirse a los Manuales de operación, mantenimiento y seguridad para realizar la limpieza, calibración y comprobación de las bujías del motor recíproco Teledyne Continental.
- Se recomienda utilizar las herramientas adecuadas al realizar la limpieza, calibración y comprobación de las bujías, evitando algún daño en la bujía o en los equipos de comprobación y limpieza.
- Se recomienda que todas las prácticas deben realizarse con la presencia de un instructor.
- Se recomienda investigar las nuevas innovaciones en equipos de comprobación y limpieza de Bujías

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aircraftspruce.com (2015) Catálogo de productos  
<http://www.aircraftspruce.com/pages/ep/test/sparkplugdual.php>
- Alibaba.com (2015) Catálogo de productos <http://spanish.alibaba.com/product-tp/spark-plug-tester-cleaner-105057734.html>.
- Bautista Rodrigo (2013) MATERIAL PROPORCIONADO PARA LA MATERIA IGNICIÓN Y ARRANQUE DEL MOTOR de quinto nivel Carrera de Mecánica – Aeronáutica Unidad de Gestión de Tecnologías-ESPE. Ecuador.
- BRPROTAX GMBH & Co. KG (2007). MANUAL DE MANTENIMIENTO (MANTENIMIENTO EN LÍNEA) PARA LOS MOTORES ROTAX TIPO 912 (series) Austria. Página 15
- Calo, Carlos (2007). CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO PARA LA LIMPIEZA Y COMPROBACIÓN DE LAS BUJÍAS DE LOS MOTORES RECÍPROCOS APLICADA EN EL DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA AERONÁUTICA DEL EJÉRCITO. Trabajo de graduación previo la obtención del título de tecnóloga en mecánica aeronáutica. Unidad de Gestión de Tecnologías-ESPE. Ecuador
- Castro, Miguel; Coll, Antonio; Estévez, Segundo; Rodríguez, Jaime; Vidal, Ricardo; Villalta, Juan (1981) ENCICLOPEDIA CEAC DEL MOTOR Y AUTOMOVIL (8 TOMOS) EDITORIAL CEAC, EDITORIAL
- Castro, Miguel; Coll, Antonio; Estévez, Segundo; Rodríguez, Jaime; Vidal, Ricardo; Villalta, Juan (1981) ENCICLOPEDIA CEAC DEL MOTOR Y AUTOMÓVIL (8 TOMOS) EDITORIAL CEAC, EDITORIAL Tomo 1: El motor de gasolina. Tomo 2: Electricidad del automóvil I. Tomo 3: Electricidad del automóvil II. Tomo 4: El motor diésel. Tomo 5: Transmisiones y bastidor. Tomo 6: El motor de dos tiempos. Tomo 7: Historia del automóvil. Tomo 8: Diccionario del automóvil.

- File, William (1991). COST EFFECTIVE MAINTENANCE, Butterworth-Heinemann
- González, Miguel (2003). AERONAVEGABILIDAD Y MANTENIMIENTO DE LA AERONAVEGABILIDAD. Reflexiones sobre Normas EASA (JAR OPS 1) y Atribuciones de la Ingeniería Técnica Aeronáutica. Publicaciones del COITAE (carpeta Itavia) extraído de <http://www.aeronauticos.org>. España. Página 2
- González, Miguel (2003). AERONAVEGABILIDAD Y MANTENIMIENTO DE LA AERONAVEGABILIDAD. Reflexiones sobre Normas EASA (JAR OPS 1) y Atribuciones de la Ingeniería Técnica Aeronáutica. Publicaciones del COITAE (carpeta Itavia) extraído de <http://www.aeronauticos.org>. España. Página 2
- Lux, Miguel (2010). MANTENIMIENTO PREDICTIVO PARA MOTORES ALTERNATIVOS DE AERONAVES BASADO EN EL ANÁLISIS DE ACEITE USADO. Guatemala. Trabajo de graduación para la obtención del título de ingeniero mecánico Universidad de San Carlos de Guatemala
- Manual de Mantenimiento de la Avioneta Cessna 150 de la Empresa West Pacific Flight Academy esta cita está incompleta
- Muñoz, Miguel (s/f) MANUAL DE VUELO <http://www.manualvuelo.com>
- Newbrough, E. (1986). ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO. 7ª impresión. Editorial Diana. México
- Nichimar de Comercio Ltda. (Yamaha Nichimar) Chile traducción al español del MANUAL TÉCNICO BUJÍAS DE LA COMPAÑÍA JAPONESA YAMAHA MOTOR CO., LTD [http://www.nichimar.cl/quienes\\_somos.php](http://www.nichimar.cl/quienes_somos.php)
- Ontiveros, Jorge (2010) capítulo DESCUBRIR EL VIAJE EN AVIÓN. AENA Publicaciones. España
- Patton, Joseph (1988). MAINTAINABILITY AND MAINTENANCE MANAGEMENT 2a edición. Instrument Society of America. USA
- Villegas, Verónica (2011). ELABORACIÓN DE UN MANUAL INTERACTIVO DEL PROTOTIPO ESTRUCTURAL DEL FUSELAJE DE UNA

AERONAVE. Trabajo de graduación previo la obtención del título de tecnóloga en mecánica aeronáutica. Unidad de Gestión de Tecnologías-ESPE. Ecuador

## REFERENCIAS LYNKOGRAFICAS

<http://keewayrkv.blogspot.com/2013/02/la-bujia.html>

<http://lasbujias.blogspot.com/>

<http://www.amazon.com>

<http://www.automecanica.repair7.com>

<http://www.autos.repair7.com> Bujía - Como Quitar, Remover y Limpiar La Bujía- Aprende a Hacer La Reparación y detectar fallas de tu auto con estos manuales de mecánica.

<http://www.championaerospace.com/support/spark-plug-maintenance/>

<http://www.ebay.es/itm/181325244185>

<http://www.taringa.net/post/autos-motos/10039918/Diagnostico-del-motor-segun-el-estado-de-las-bujias.html>

[https://www.youtube.com/watch?feature=player\\_embedded&v=7T6ZaJ3CWQ8](https://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=7T6ZaJ3CWQ8)

<https://www.youtube.com/watch?v=1av7M70A3t8> Actualizado el 24 feb. 2012  
Myannual.net presents how to clean; test and set the gap on your aviation spark plugs.

<https://www.youtube.com/watch?v=hqAyo0TH7OY> Actualizado el 27 jul. 2011

<http://www.championaerospace.com/assets/technical/95-10.pdf>

<http://www.championaerospace.com/assets/technical/72-10.pdf>

# ANEXOS