



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES

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

**TEMA: “INSPECCIÓN DE LOS MAGNETOS MARCA BENDIX Y
VERIFICACIÓN OPERACIONAL, EN CONCORDANCIA A LOS
PROCEDIMIENTOS EN EL MANUAL DE MANTENIMIENTO DE
LA AERONAVE PIPER PA-34-220T, EN LA COMPAÑÍA LAENSA
EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL”.**

AUTOR:

ALBARRACÍN CHUSIN ERIKA VANESSA

DIRECTOR:

TLGA. MARITZA NAUÑAY MIRANDA

LATACUNGA

2017



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES

CERTIFICA:

Certifico que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por la señorita **ALBARRACÍN CHUSIN ERIKA VANESSA**, como previo requisito para la obtención del título de **TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES**, como requerimiento parcial para la obtención del título de **TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES**.

Tlga. Maritza Nauñay M.

DIRECTORA DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

Latacunga, Mayo del 2017.



CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

DECLARO QUE

Yo, **ALBARRACÍN CHUSIN ERIKA VANESSA**, con cédula de identidad N°-**1724129323**, declaro que este trabajo de titulación **“INSPECCIÓN DE LOS MAGNETOS MARCA BENDIX Y VERIFICACIÓN OPERACIONAL, EN CONCORDANCIA A LOS PROCEDIMIENTOS EN EL MANUAL DE MANTENIMIENTO DE LA AERONAVE PIPER PA-34-220T, EN LA COMPAÑÍA LAENSA EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL”**, ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, contenido, legitimidad y peso científico, del presente proyecto de grado, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

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

ALBARRACÍN CHUSIN ERIKA VANESSA

C.I. 1724129323

Latacunga, Mayo del 2017.



CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo, **ALBARRACÍN CHUSIN ERIKA VANESSA** autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la Institución el presente trabajo **“INSPECCIÓN DE LOS MAGNETOS MARCA BENDIX Y VERIFICACIÓN OPERACIONAL, EN CONCORDANCIA A LOS PROCEDIMIENTOS EN EL MANUAL DE MANTENIMIENTO DE LA AERONAVE PIPER PA-34-220T, EN LA COMPAÑÍA LAENSA EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

ALBARRACÍN CHUSIN ERIKA VANESSA

C.I. 1724129323

Latacunga, Mayo del 2017.

DEDICATORIA

Este trabajo de graduación se los dedico con todo mi amor y cariño a ti mi Dios que me diste la oportunidad de vivir y en especial a mis padres por ser el pilar fundamental quienes me supieron encaminar con su amor, cariño y el apoyo incondicional a lo largo de mi carrera para así llegar al éxito.

Para mis hermanos por su sabiduría, paciencia y fe puesta en mi he logrado llegar a este momento de mi vida con la satisfacción de haber cumplido este anhelo tan esperado que en las circunstancias buenas y adversas siempre estuvieron ahí para ayudarme y salir adelante.

“Ser excelente es trazarse un plan y lograr los objetivos deseados a pesar de todas las circunstancias.”

Erika V. Albarracín Ch.

AGRADECIMIENTO

El presente proyecto de grado quisiera agradecer a Dios, y a mi familia por ser el motor que impulsa mis sueños, anhelos y por su amor incondicional que me han brindado he podido alcanzar un peldaño más de mi vida.

Agradezco a mi Directora la Señorita Tlga. Maritza Nauñay Miranda que con su paciencia, sus conocimientos y experiencias me pudo guiar a lo largo de este proyecto y así culminar con éxito, a su vez satisfaciendo los requerimientos y expectativas que conlleva el mismo. También quiero hacer un extensivo y profundo agradecimiento a la empresa LAENSA me abrieron las puertas y me brindaron el apoyo para ejecutar este trabajo de titulación.

Agradecer a mis docentes de esta prestigiosa Institución que me impartieron conocimientos muy valiosos para mi profesión los mismos que pondré en beneficio profesional y personal, quienes conforman la Unidad de Gestión de Tecnologías-ESPE quienes me guiaron hacia mi objetivo.

Por último agradezco a todo el holding de técnicos, y personal que conforman la compañía LAENSA a mi jefe de mantenimiento Sr. Hernán Moya, Sr. Wellinton Espinosa, Sr Tarcisio Kuja gracias por haber abierto sus puertas, su confianza y por todo su apoyo brindado en el transcurso de mi proyecto ellos han sido como parte de mi familia, las cuales me han motivado en todo momento.

Erika V. Albarracín Ch.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICA:	2
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	3
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN.....	4
AGRADECIMIENTO	6
ÍNDICE DE CONTENIDO	7
ÍNDICE DE FIGURAS.....	10
ÍNDICE DE TABLAS	13
RESUMEN.....	14
ABSTRACT.....	15
CAPÍTULO I.....	1
TEMA.....	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Planteamiento del Problema	2
1.3 Justificación	3
1.4 OBJETIVOS.....	4
1.4.1 Objetivo General	4
1.4.2 Objetivos Específicos.....	4
1.5 Alcance	5
CAPÍTULO II.....	6
MARCO TEÓRICO	6
2.1 Motores de aviación.....	6
2.1.1 Introducción	6
2.1.2 Motores Recíprocos	6
2.2 CICLO OTTO	7
2.2.1 Admisión	8
2.2.2 Compresión.....	8
2.2.3 Explosión	8
2.2.4 Escape	8
2.3 SISTEMA DE ENCENDIDO.....	9

2.3.1 Tipo de sistema de encendido	9
2.3.1.1 Sistema por encendido a Batería	9
2.3.1.2 Sistema por encendido de Magnetos	10
2.3.2 Operación del encendido.	11
2.4 COMPONENTES DE UN SISTEMA DE ENCENDIDO.....	12
2.4.1 Bujías	12
2.4.1.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS BUJÍAS	13
2.4.2 Arnés.....	14
2.4.3 Interruptor de encendido	14
2.5 MAGNETO.....	15
2.5.1 FUNCIONAMIENTO DEL MAGNETO	15
2.5.1.1 PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO DEL MAGNETO.....	16
2.6 COMPONENTES BÁSICOS DEL MAGNETO	17
2.6.1 Rotor	17
2.6.2 Acople mecánico.....	17
2.6.3 Devanado primario y secundario	17
2.6.4 Ruptor	18
2.6.6 Distribuidor.....	18
2.7 CLASIFICACIÓN DE LOS MAGNETOS	18
2.7.1 Magnetos de baja tensión	18
2.7.2 Magnetos de alta tensión	20
2.7.2.1. Distribución de la alta tensión	22
2.7.2.2 Empleo de la corriente de alta tensión	22
2.7.2.3 Clasificación de los magnetos de alta tensión	22
2.7.2.3.1 Magneto de bobina rotativa.....	22
2.7.2.3.2 Magneto de imán rotativo.....	23
2.8 CIRCUITO ELÉCTRICO DEL MAGNETO	24
2. 8.1 Circuito eléctrico primario.....	24
2.8.2 Circuito eléctrico secundario	25
2.9 PIPER PA-34-220T	26
2.9.1 Definición	26

2.9.2 Especificaciones Técnicas	27
2.9.3 Dimensiones	30
2.10 MAGNETO BENDIX S-1200	31
2.10.1 Descripción	31
2.10.2 Identificación y Denominación	31
2.10.3 Características	32
2.10.5 S-1200 Magneto Operación	34
DESARROLLO DEL TEMA	35
3.1. PRELIMINARES	35
3.2 CONSIDERACIONES GENERALES	36
3.3 ALTERNATIVAS PARA INSPECCIÓN DE LOS MAGNETOS.....	36
3.3.1 Inspección en épocas antiguas.....	36
3.3.2 Banco de prueba mediante el ensamble de un taladro	37
3.3.2.1 Materiales	37
3.3.2.2 Ventajas	38
3.3.3 Banco de prueba utilizando Motor	38
3.3.3.1 Materiales	39
3.3.3.2 Ventaja.....	39
3.3.3.3 Desventajas	40
3.4 DISEÑO DE BANCO DE PRUEBA	40
3.4.1 Materiales	41
3.4.2 Herramientas	42
3.5 ELABORACIÓN DE LA MESA.....	43
3.5.1 Dimensiones	43
3.5.2 Equipo de protección	43
3.5.3 Medición y corte de los tubos cuadrados de 1 pulgada	44
3.5.4 Proceso de soldadura	45
3.5.5 Limado	47
3.5.6 Acabado.....	48
3.6 MANUALES DEL BANCO DE PRUEBA PARA LA COMPROBACIÓN DE MAGNETOS	52

3.7 INSPECCIÓN PERIÓDICA DE MAGNETOS.....	61
3.7.1 Análisis de la inspección.....	61
3.7.2 Manuales	61
3.7.3 Desmontaje de los magnetos.....	61
3.7.4 Mantenimiento magneto Bendix.....	63
3.8 ENSAMBLAJE	70
3.9 SINCRONIZACIÓN DEL MAGNETO	70
3.10 AJUSTE DE DATOS DEL MOTOR.....	72
3.10.1 Troubleshooting	72
3.11 ANÁLISIS DE COSTOS.....	73
3.11.1 Costos primarios	74
3.11.3 Gastos Secundarios.....	75
3.11.4 Costo Total del proyecto	75
CAPÍTULO IV.....	76
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	76
4.1 CONCLUSIONES	76
4.2 RECOMENDACIONES.....	77
GLOSARIO	78
ABREVIATURAS	80
BIBLIOGRAFÍA.....	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Motores Recíprocos.....	7
Figura 2 Ciclo Otto	9
Figura 3 Sistema por encendido a batería	10
Figura 4 Encendido del Motor	12
Figura 5 Partes de la bujía	12
Figura 6 Salto de la chispa en la bujía en un motor.	13
Figura 7 Arnesees.....	14
Figura 8 Interruptor de encendido.....	15
Figura 9 Magnetos	16
Figura 10 Esquema de una magneto de baja tensión.....	20
Figura 11 Magneto de Alta Tensión	21
Figura 12 Imán Rotativo.....	24
Figura 13 Circuito eléctrico primario	25
Figura 14 PIPER PA-34-220T	26
Figura 15 Especificaciones Técnicas Seneca PA-34-220T	27
Figura 16 Especificaciones Técnicas Seneca PA-34-220T	28
Figura 17 Especificaciones Técnicas Seneca PA-34-220T	29
Figura 18 Dimensiones Seneca PA-34-220T.....	30
Figura 19 Magnetos Bendix	31
Figura 20 Componentes del magneto bendix	33
Figura 21 Componentes magnetos Bendix.....	37
Figura 22 Banco de pruebas de Magnetos	39
Figura 23 Mesa de Pruebas de Magnetos 3D.....	41
Figura 24 Medición	44
Figura 25 Corte de tubos	45
Figura 26 Máquina de soldar	46
Figura 27 Proceso de soldadura	47
Figura 28 Proceso de limado	48
Figura 29 Mesa terminada	48

Figura 30 Acabado de la estructura metálica.....	49
Figura 31 Instalación de los componentes.....	49
Figura 32 Variador	50
Figura 33 Comprobadores de Chispa	51
Figura 34 Diagrama del circuito eléctrico del banco	51
Figura 35 Tapa Distribuidora.....	62
Figura 36 Retiro del Magneto.....	63
Figura 37 Retiro de Empaque	63
Figura 38 Magneto	64
Figura 39 Platinos	65
Figura 40 Calibrador de láminas	66
Figura 41 Comprobación de los puntos de contacto.....	66
Figura 42 Capacitor	67
Figura 43 Bobina.....	67
Figura 44 Retiro de tornillos	68
Figura 45 Engranaje del Distribuidor.....	68
Figura 46 Limpieza del distribuidor	69
Figura 47 Medición del Electrodo.....	69
Figura 48 Marca de sincronización	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Identificación y Denominación de la Magneto.....	32
Tabla 2 Componentes del magneto	33
Tabla 3 Cuadro de dimensiones de la estructura.....	43
Tabla 4 Datos del motor.....	72
Tabla 5 Tabla de los Costos de Herramientas	74
Tabla 6 Tabla Total de Costos primarios	74
Tabla 7 Gastos Secundarios.....	75
Tabla 8 Tabla Costo total del proyecto	75

RESUMEN

Este trabajo final contiene los procedimientos técnicos enfocados a la inspección de magnetos Bendix y verificación operacional en concordancia con los procedimientos escritos en el manual de mantenimiento de aeronaves Piper PA-34-220T perteneciente a LAENSA Company ubicada en la ciudad de Guayaquil. Para el desarrollo de este trabajo, procede a realizar una investigación para obtener la información pertinente para la ejecución del trabajo técnico y el diseño del banco de pruebas. Los manuales se relacionan principalmente para conseguir los objetivos con la inspección de los magnetos. De esta manera, se pudo obtener la guía y conocimientos relevantes que se utilizaron para la realización de un trabajo exhaustivo del magneto a través de la implementación de equipos-herramientas. Finalmente, se pudo elaborar una guía instructiva operativa de los equipos de pruebas con la seguridad y eficiencia de la operación diseñada para los técnicos de la empresa. Esta guía se va a utilizar para reducir el tiempo de mantenimiento del magneto y el tiempo de parada de la aeronave cuando se somete a estos tipos de trabajos que requieren un trabajo técnico para dar su aeronavegabilidad y retorno al servicio de mantenimiento.

Palabras Claves

- Manuales
- Componentes
- Magnetos
- Inspección
- Procedimientos

ABSTRACT

This final job contains the technical procedures focused on the inspection of Bendix magnets and operational verification according to the procedures written in the Piper PA-34-220T aircraft maintenance manual, belonging to LAENSA Company located in Guayaquil. For the development of this job, it proceed to carry out an investigation to get the applicable information for the execution of the technical work and the test bench design. The manuals are mainly related to get the objectives with the magnets inspection. In this way, it was possible to obtain the guide and relevant knowledge that were used for the accomplishment of an exhaustive work of the magneto through the implementation of equipment-tools. Finally, it was possible to elaborate an operative instructive guide of the tests equipment with the safety and efficiency of the operation designed for the technicians of the company. This guide is going to be used to reduce the maintenance time of the magneto and the stopping time of the aircraft when subjected to these types of jobs that require a technical work to give its airworthiness and return to maintenance service.

KEYWORDS:

- Manuals
- Components
- Magneto
- Inspection
- Procedures

Checked by:
Lic. Diego Granja Peñaherrera
Jefe Secc. Dpto. Lenguas UGT

CAPÍTULO I

TEMA

“INSPECCIÓN DE LOS MAGNETOS MARCA BENDIX Y VERIFICACIÓN OPERACIONAL, EN CONCORDANCIA A LOS PROCEDIMIENTOS DEL MANUAL DE MANTENIMIENTO DE LA AERONAVE PIPER PA-34-220T, EN LA COMPAÑÍA LAENSA EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL”.

1.1 Antecedentes

LAENSA (Líneas Aéreas Ejecutivas Nacionales S.A.) con sede en la ciudad de Guayaquil, es una empresa orgullosamente ecuatoriana que brinda servicios exclusivos de transportación Taxi aéreo y aviación ejecutiva a nivel nacional e internacional. Desde su base operativa en la ciudad de Guayaquil, con una cobertura a las principales capitales y centros económicos del país y la región.

La empresa cuenta con un staff de talento humano técnico y calificado con experiencia en el área mantenimiento que brinda el transporte de pasajeros, satisfaciendo las necesidades prioritarias de los clientes al momento de desplazarse a distintos lugares, las 24 horas del día los 365 días del año. La iniciativa de esta empresa consiste en agilizar la conectividad nacional e internacional, con un servicio de transporte aerocomercial de pasajeros y carga por ello actualmente la Compañía cuenta con tres aeronaves operativas que son: Cessna 421B, Piper Seneca PA34, y Cirrus SR22 todas estas en estado de aeronavegabilidad.

En la actualidad el avance en el ámbito de la aviación se ha llevado a cabo el desarrollo en aplicación de nuevas herramientas, Software y equipos especiales para efectuar los distintos trabajos de mantenimiento que se aplican a estas aeronaves, de una manera más eficiente, eficaz y segura. De ésta manera los técnicos y de más personas involucradas con la aviación se enfocan en el avance, realizando proyectos que involucren la mejora continua y

autónoma con el objetivo de implementar equipos especiales para el mantenimiento de las aeronaves de esta manera se intenta optimizar el tiempo en la parada de mantenimiento cuando son sometidos a los diferentes chequeos y procesos de inspección las aeronaves.

Con la trascendencia e importancia de este componente del motor, siendo un generador de corriente alterna que genera un voltaje suficiente para el inicio del proceso de encendido en las bujías, y así provocar la ignición de los gases comprimidos en un motor de combustión interna. Es un requisito indispensable poder provocar chispa eléctrica, la chispa no puede originarse entre dos extremos libre de un conductor a no ser que exista una diferencia de potencial muy grande entre las puntas de los conductores. El sistema debe distribuir la corriente de alta tensión a los puntos receptores, por esa razón la magneto se encarga de generar la cantidad corriente necesaria para generar la chispa. (Oñate, 2009)

La inspección y comprobación del funcionamiento de las magnetos es de gran importancia donde se verifican el correcto voltaje, calibración, rotación, sincronización y las adecuadas RPM de acuerdo al manual de mantenimiento. Al efectuar esta tarea de mantenimiento se aporta al mejor desenvolvimiento en el en el área de mantenimiento. Por lo mencionado y por la necesidad latente de reducir el tiempo de mantenimiento se llevará a cabo la comprobación e inspección minuciosa de magnetos en la aeronave Piper Ceneca III.

1.2 Planteamiento del Problema

Los magnetos es un componente fundamental para el encendido del motor siendo un generador de corriente alterna, para ello se ha enfocado a realizar un mantenimiento, inspección y comprobación de funcionamiento, con la adquisición de materiales y equipos necesarios para garantizar su correcto funcionamiento. Es por tal motivo que se efectuó la realización de este proyecto, tomando en consideración que en la actualidad la compañía no cuenta con este equipo especificado por el fabricante y necesario para este

proceso, en vista que la aeronave Piper Seneca III, tiene un mayor índice de reportajes en los magnetos se tomó la iniciativa de realizar una verificación de los parámetros de operación funcionamiento y un estado exhaustivo mediante el equipo de comprobación.

Al no contar con las herramientas y equipos necesarios o incumplir con lo estipulado en los manuales técnicos de mantenimiento podrá ser causa de una operación defectuosa e insegura pudiendo provocar posibles incidentes o accidentes, así como pérdidas económicas, la importancia es cumplir con responsabilidad y orden todos los procesos de inspección y comprobación en los magnetos, de esta manera se evitara accidentes en un futuro. Por lo expuesto es necesario realizar una comprobación, verificación y adquisición de materiales para que exista una mayor seguridad en cada vuelo.

1.3 Justificación

El presente trabajo de inspección y verificación operacional de los magnetos se lleva a cabo con el fin de poner en práctica todos los procedimientos estipulados en los manuales de mantenimientos, tomando en consideración que al efectuar un trabajo técnico siempre se debe tener en cuenta la seguridad al usar herramientas y equipos; de esta manera se asegura la integridad física de todos quienes conforman el equipo de trabajo de mantenimiento en la compañía LAENSA.

Al tener aeronaves en mantenimiento se debe realizar las tareas de una manera exhaustiva y ética profesional, donde las herramientas y equipos sean adecuados para que no presente ningún tipo de contratiempo, incidente y/o accidentes en la aeronave y de esta manera con la adquisición de información adecuada facilitara una tarea de mantenimiento más segura y eficaz. La empresa LAENSA realiza una operación periódica, por ello es importante comprobar el funcionamiento correcto de los magnetos cada 25 y 50 horas de vuelo. El desarrollo de este tipo de proyecto permite obtener un conocimiento significativo en lo que se refiere al sistema de encendido:

- Bujías
- Magnetos
- Arnesees
- Motor de arranque
- Generador Tacómetro

Y una mejora en el desenvolvimiento laboral en el campo de la aviación, poniendo en práctica los conocimientos adquiridos en el transcurso de nuestra formación académica incrementar el prestigio referente al ámbito aeronáutico. La ejecución de este proyecto dará como resultado el buen desenvolvimiento laboral optimizar recursos; tiempo a los procesos de mantenimiento en las aeronaves, especialmente en los chequeos de los magnetos en la compañía LAENSA.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

Inspeccionar y verificar los magnetos marca Bendix en concordancia a los procedimientos establecidos en el manual de mantenimiento de la Aeronave Piper PA 34-220T perteneciente a la compañía LAENSA de la ciudad de Guayaquil.

1.4.2 Objetivos Específicos.

- Recopilar información técnica para el procedimiento respectivo de operación, remoción e instalación de magnetos.
- Adquirir los materiales y equipos necesarios para la comprobación del funcionamiento de los magnetos marca Bendix.

- Cumplir con los procedimientos técnicos de los manuales de mantenimiento.
- Ejecutar las pruebas funcionales y operacionales.

1.5 ALCANCE

Este proyecto está dirigido a la compañía LAENSA (Líneas Aéreas Ejecutivas Nacionales S.A), pretende ofrecer beneficios a corto plazo así mejorando el bienestar laboral, economizando tiempo de los técnicos que se encuentra laborando en dicha empresa en el área de mantenimiento.

Se brindará un mantenimiento exhaustivo para brindar una operación segura y confiable, tanto para pasajeros como para tripulación, se ejecutara pruebas de funcionamiento de los magnetos dentro de sus hangares de la aeronave PIPER PA-34-220T que se encuentra operando en la compañía.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Motores de aviación

2.1.1 Introducción

Una de las conquistas del hombre en este siglo es sin duda fue la aviación. El progreso de esta industria aeronáutica se ha connotado no solo por la producción cuantitativa y cualitativa de aeronaves, sino por la innumerable aplicación práctica. Las aeronaves requieren de una fuerza de empuje para producir suficiente velocidad y proporcionar la elevación de la misma atreves de a las alas o empuje suficiente para superar el peso de la aeronave en despegue vertical. Para que una aeronave pueda mantenerse en un nivel de vuelo, el empuje debe ser siempre equivalente en dirección opuesta del avance de la aeronave.

Esta fuerza de empuje es proporcionada por un tipo adecuado de motores térmicos en las aeronaves. Todos los motores térmicos tienen la habilidad de convertir la energía térmica en energía mecánica por el flujo de aire que ingresa al motor. En todos los casos, la energía térmica libera en los ciclos una presión de trabajo relativamente alta a la presión atmosférica.

2.1.2 Motores Recíprocos

La aviación como la conocemos comenzó gracias a la propulsión de aeronaves mediante motores a pistón, también llamados motores alternativos o recíprocos. A pesar de que existían otros métodos y formas de propulsión, estos motores permitieron una propulsión de trabajo constante, operados principalmente por gasolina.

Los motores recíprocos son utilizados en aviación menor los cuales no requieren un mayor uso de la potencia y son ideales para vuelos a bajas alturas. Los motores recíprocos consiste en un ciclo de trabajo dentro del

cilindro: admisión, compresión, explosión y escape y se lo denomina ciclo Otto o de cuatro tiempos. Para estudiar todo el funcionamiento del motor se dividieron por, secciones o sistemas del motor para facilitar un mejor entendimiento.

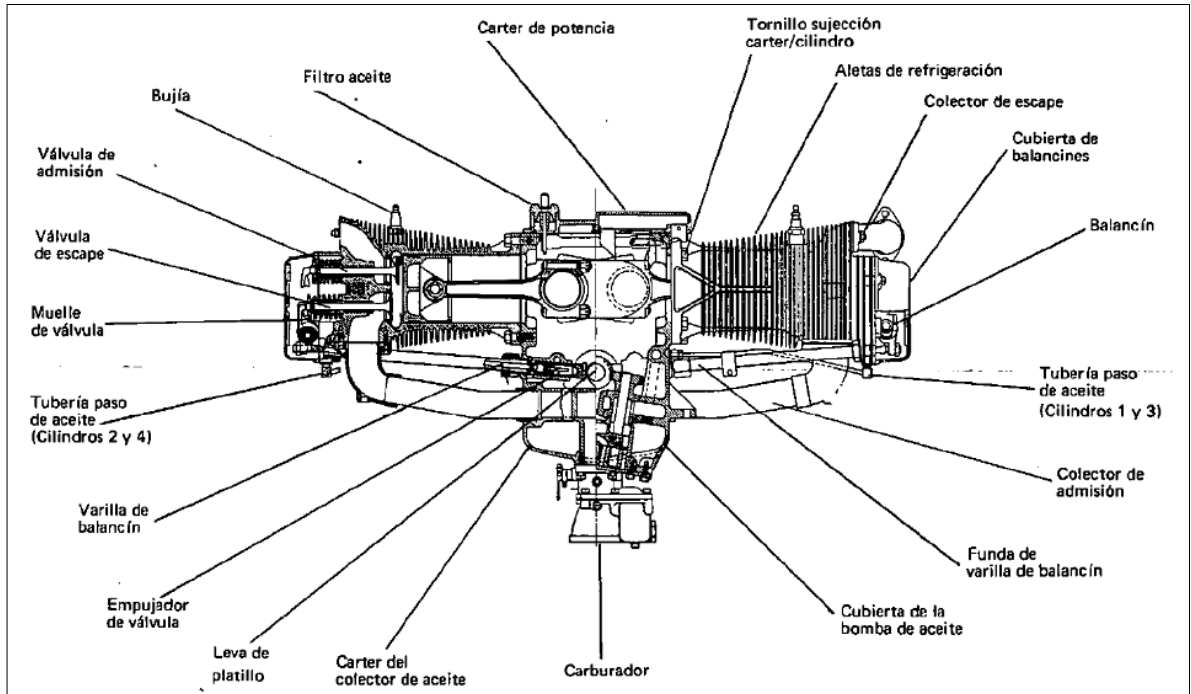


Figura 1 Motores Recíprocos

Fuente: (ALVAREZ, 1981)

2.2 CICLO OTTO

Un ciclo Otto ideal es una aproximación teórica al comportamiento de un motor de explosión interna. En total, el ciclo se compone de dos subidas y dos bajadas del pistón, razón por la que se le llama motor de cuatro tiempos. En un motor real de explosión varios cilindros actúan simultáneamente, de forma que la expansión de alguno de ellos realiza el trabajo de compresión de otros.

Las fases de operación de este motor son las siguientes:

2.2.1 Admisión

La válvula de admisión se abre, permitiendo la entrada en el cilindro de la mezcla de aire y gasolina. Al finalizar esta primera etapa, la válvula de admisión se cierra. El pistón se desplaza hasta el denominado punto muerto inferior (PMI).

2.2.2 Compresión

La mezcla de aire y gasolina se comprime sin intercambiar calor con el exterior. La transformación es por tanto isentrópica, la posición que alcanza el pistón se denomina punto muerto superior (PMS). El trabajo realizado por la mezcla en esta etapa es negativo, ya que ésta se comprime.

2.2.3 Explosión

La bujía se activa, salta una chispa y la mezcla se enciende. Durante esta transformación la presión aumenta a volumen constante.

2.2.4 Escape

La válvula de escape se abre, expulsando al exterior los productos de la combustión. Al finalizar esta etapa el proceso vuelve a comenzar.

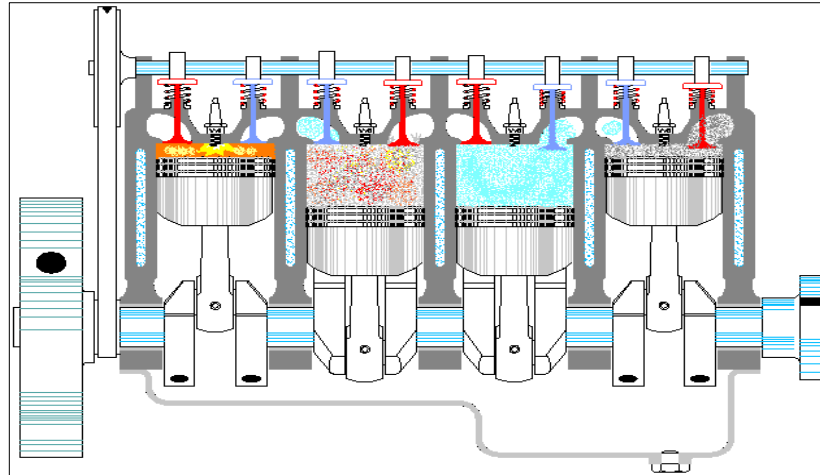


Figura 2 Ciclo Otto

Fuente: (laplace.us., 2007)

2.3 SISTEMA DE ENCENDIDO

Por medio de la explosión violenta de la mezcla de aire-combustible en los cilindros. Esta explosión, se produce gracias a una chispa que salta en las bujías en el momento adecuado (ciclo de explosión). La función del sistema de encendido consiste en generar la energía que hace saltar esa chispa. La forma práctica de realizar la operación consiste en hacer pasar una corriente eléctrica de muy alta tensión por una bujía en la que salta la chispa.

2.3.1 Tipo de sistema de encendido

Hay dos tipos básicos de sistema de encendido: batería y magneto.

2.3.1.1 Sistema por encendido a Batería

El sistema de encendido por batería es el estándar en el campo de la automoción, el sistema tiene como fuente de alimentación la batería o acumulador eléctrico.

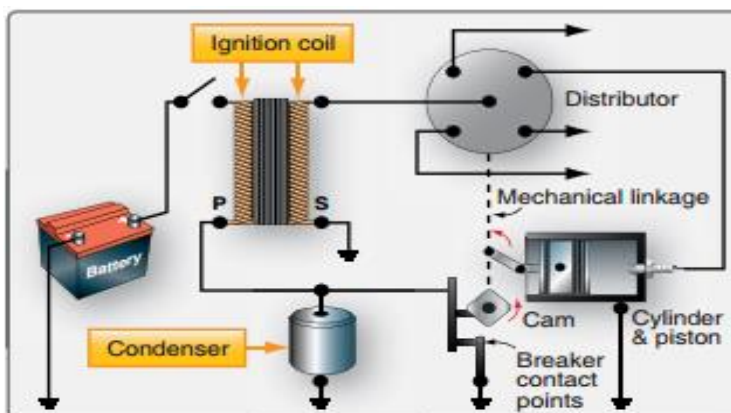


Figura 3 Sistema por encendido a batería

Fuente: (FAA, 2012)

2.3.1.2 Sistema por encendido de Magnetos

El funcionamiento de la magneto es autosuficiente y requiere solo de las bujías y los cables conductores mientras que el sistema de batería. 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 los magnetos continúan suministrando la energía para el constante funcionamiento.
- Los magnetos generan una chispa más caliente a mayores velocidades del motor que es 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: los magnetos generan una corriente eléctrica, los cuales encaminan a las bujías una

adecuada conexión de cables. Como es comprensible, el conjunto funciona de forma sincronizada con los movimientos del cigüeñal para hacer saltar la chispa en el cilindro correspondiente (el que está en la fase de combustión) y en el momento adecuado.

2.3.2 Operación del encendido.

En el panel de instrumentos, hay un interruptor de encendido/starter accionado por llave, el cual tiene cinco posiciones:

- **OFF** (Apagado).
- **R** (Right=Derecha) en la cual solo una magneto suministra corriente a su juego de bujías.
- **L** (Left=Izquierda) lo mismo con la otra magneto y su juego de bujías.
- **BOTH** (Ambos), ambas magnetos suministran corriente, cada una a su juego de bujías, y
- **START** (Arranque) que acciona el starter que arranca el motor.

Para generar electricidad los magnetos deben girar en sentido de arranque del motor, el piloto selecta la secuencia de arranque mediante (llave en posición START), alimentado por la batería, con lo cual se hace girar al cigüeñal y este a su vez los magnetos. Una vez que empieza a girar, los magnetos producen corriente y hacen saltar en las bujías la chispa que inflama la mezcla de aire y combustible en los cilindros.

En el momento en que el motor comienza a girar por su propio medio (explosiones en los cilindros), el piloto suelta la llave, la cual vuelve automáticamente a su posición de BOTH quedando desactivado el sistema de arranque.

El motor continúa su ciclo de trabajo, con el sistema de encendido alimentado por la corriente generada por los magnetos debido al giro del motor así, la batería no suministra la energía al motor. Esta autonomía de los

magnetos posibilita que en la fase vuelo el motor siga funcionando aún con el sistema eléctrico averiado o desconectado.

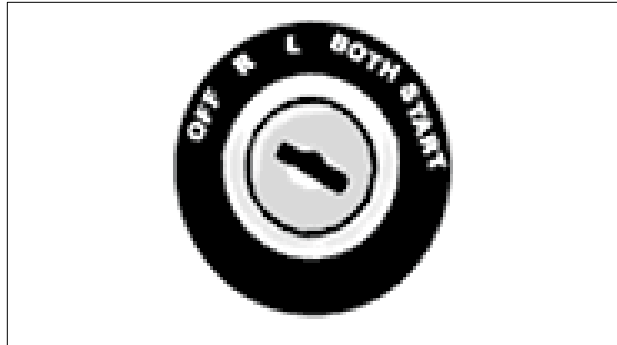


Figura 4 Encendido del Motor

Fuente: (Muñoz, 2010)

2.4 COMPONENTES DE UN SISTEMA DE ENCENDIDO

2.4.1 Bujías

La bujía es un componente que produce la chispa eléctrica en el interior de la cámara de combustión del cilindro. La conexión magneto-bujía se efectúa con los cables de encendido. Las chispas saltan entre dos terminales eléctricos de la bujía, que están separados por una distancia pequeña y precisa, los terminales de la bujía se denomina electrodos.

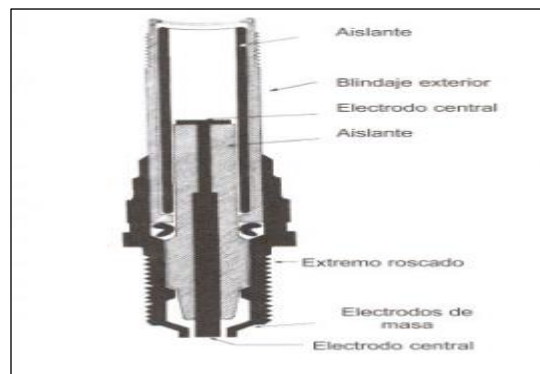


Figura 5 Partes de la bujía

Fuente: (Oñate E. , 2009)

Los electrodos se encuentran situados en uno de los extremos de la bujía lo cual la chispa salta entre los electrodos y está rodeada por la mezcla de aire gasolina, las bujías se sitúan a un lado y otro de cada cilindro es decir que hay una bujía superior y otra inferior.

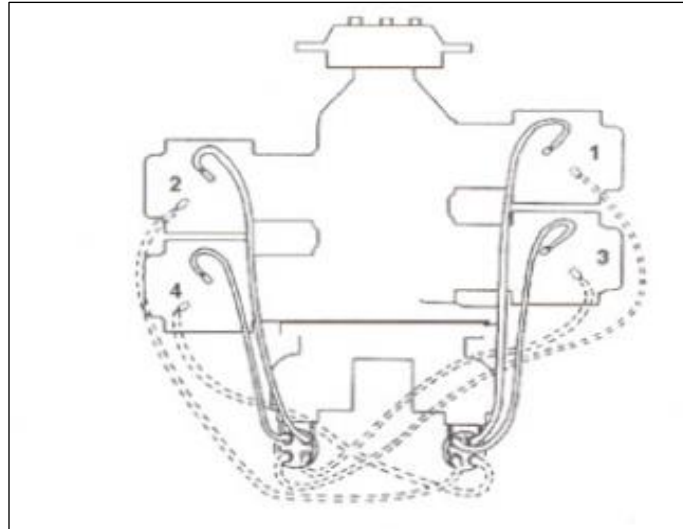


Figura 6 Salto de la chispa en la bujía en un motor.

Fuente: (Oñate E. , 2009)

2.4.1.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS BUJÍAS

Una de las partes más importantes del sistema de encendido está formada por las bujías. Su función es proveer una pequeña luz de energía, entre dos electrodos de aleación especial, a través de la cual debe saltar un arco voltaico, a fin de inflamar la mezcla comprimida en los cilindros.

El material con que están contruidos los electrodos mencionados debe reunir características muy especiales de las altas temperaturas existentes en el cilindro sea un muy buen conductor que disipe rápidamente la temperatura con el objeto de no producir ninguna ignición externa o producir encendidos de la mezcla fuera del debido punto. Debe además ser altamente resistente al desgaste producido por arco y tener poder auto limpiante de los residuos

carbónicos depositados en ella cuando el motor funciona en tiempos excesivamente fríos o a bajo número de RPM.

2.4.2 Arnés

Son cables conductores y distribuidores de energía fuertemente trenzado impregnado con silicona resistente al desgaste, Este cable es muy flexible, impiden la entrada y la formación de acumulación de impurezas dentro de los sistemas de distribución. Los cables transportan suficiente voltaje a las bujías para que se produzca la chispa.



Figura 7 Arneses

Fuente: (serviceableaircraftparts.com, 2014)

2.4.3 Interruptor de encendido

Cierra o Abre el circuito para dejar pasar la energía eléctrica.

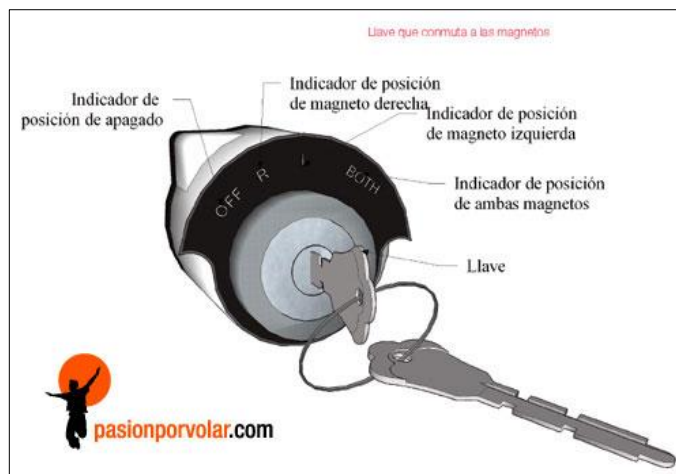


Figura 8 Interruptor de encendido

Fuente: (Pasionporvolar, 2008)

2.5 MAGNETO

Es un generador de alta tensión, que produce el encendido del motor a través de las bujías sin necesidad de la corriente eléctrica de una batería.

2.5.1 FUNCIONAMIENTO DEL MAGNETO

Transforma el movimiento mecánico del motor en energía eléctrica de baja tensión que, posteriormente, es transformada en corriente de alta tensión y distribuida a las bujías en el instante y en el orden de sucesión requeridos. Los magnetos están diseñados para generar y transformar la electricidad, el principio de operación del magneto reside que el núcleo de las bobinas se somete a un flujo magnético alternativo.

Los magnetos generan y distribuyen corriente de alta tensión hacia las bujías. Debido al diseño de la sección del distribuidor, estos magnetos de alta tensión son capaces de proporcionar un rendimiento fiable a altitudes de 30.000 pies o por encima de ella. Para obtener la chispa retardada necesaria para el arranque, los magnetos pueden emplear ya sea un acoplamiento de impulso o

un conjunto de contacto adicional que se utiliza en conjunción con un vibrador de partida.



Figura 9 Magnetos

Fuente: (FAA, 2012)

Este sistema consta de un solo conjunto, un contacto doble, un vibrador de arranque y una combinación de encendido y el interruptor de arranque. Está compuesto de un rotor imantado, una armadura con un arrollamiento primario compuesto de unas pocas vueltas de hilo de cobre grueso y un arrollamiento secundario con un amplio número de vueltas de hilo fino, un ruptor de circuito y un capacitor.

Cuando el rotor magnético accionado por el movimiento del motor, gira induce en el primario una corriente que carga el capacitor; el ruptor interrumpe el circuito del primario cuando la corriente inducida alcanza su valor máximo, y el campo magnético alrededor del primario colapsa. El capacitor descarga la corriente almacenada en el bobinado primario induciendo un campo magnético inverso. Este colapso y la reversión del campo magnético producen una corriente de alto voltaje en el bobinado secundario que es distribuido a las bujías para la ignición de la mezcla.

2.5.1.1 PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO DEL MAGNETO

Para generar una fuerza muy alta en la bobina de hilo fino es necesario variar la intensidad del campo magnético creado por la bobina de hilo grueso.

Cuanto más rápido sea el cambio o la vibración del campo magnético mayor es la fuerza inducida.

La forma más rápida de anular el campo magnético consiste en interrumpir bruscamente la corriente eléctrica en la bobina de hilo grueso. Anular el campo es el mayor cambio que se puede hacer. El campo magnético se anula cortando el paso de corriente eléctrica por la bobina.

El magneto eleva la tensión de la corriente a un valor tan alto como 25.000 voltios. Cuenta con un mecanismo muy simple que, trabajando a baja tensión, puede controlar la producción de voltajes tan elevados. Este dispositivo mecánico está construido en torno a dos contactos metálicos, uno fijo el otro móvil, de manera que este puede aproximar o separar del primero. La posición del contacto móvil está controlada por dos mecanismos una leva cuya cresta empuja y separa del contacto fino, y un resorte que tiende a mantenerlos unidos.

2.6 COMPONENTES BÁSICOS DEL MAGNETO

2.6.1 Rotor

Es un imán cuyo giro induce corriente en el arrollamiento primario.

2.6.2 Acople mecánico

Es el eje de giro que está conectado al motor.

2.6.3 Devanado primario y secundario

Primario: Entrega corriente de bajo voltaje generada por el rotor.

Secundario: Usado en el magneto de alta tensión.

2.6.4 Ruptor

Se encarga de producir una corriente pulsatoria para la inducción al devanado secundario durante el arranque. Los platinos forman parte del ruptor del circuito primario.

2.6.5 Condensador

La función del condensador es eliminar la formación de chispas en las puntas de los contactos (platinos). A medida que los contactos inician su separación la corriente no salta entre las puntas formando chispas, ya que encuentran un camino más fácil de paso por el condensador, antes de que este se haya cargado completamente, los contactos del ruptor ya se han separado lo suficiente para impedir la formación de la chispa.

2.6.6 Distribuidor

Se encarga de alimentar a cada bujía según el orden de encendido. El distribuidor consta de dos bloques: estacionario y giratorio. El giratorio es el rotor del distribuidor que está provisto de un electrodo giratorio el cual está conectado a una escobilla, que recoge la corriente de la bobina secundaria, y de allí pasa a cada uno de los cilindros, a través de los cables de encendido.

2.7 CLASIFICACIÓN DE LOS MAGNETOS

2.7.1 Magnetos de baja tensión

El magneto de baja tensión genera una corriente eléctrica alterna cuya tensión es aumentada después por una bobina exterior. Dicho sistema en los motores de motocicletas de 1-2 cilindros fue abandonado pronto siendo reemplazado por la magneto de alta tensión denominada así, porque no existía

una bobina o transformador exterior para aumentar la tensión, sino que el propio magneto contaba con 2 bobinas una de las cuales actuaban como transformador.

Este sistema es conceptualmente distinto al sistema de alta tensión aunque como se construye con los mismos elementos que la anterior (alta tensión). Resulta muy sencillo de comprender su funcionamiento básicamente la corriente de baja tensión se genera del mismo modo que en el magneto de alta tensión simplemente que ahora la bobina primaria no tiene un enrollado secundario encima de ella.

En ambos extremos de la bobina primaria están conectados uno al ruptor a la vez a masa y el otro al distribuidor este elemento es diferente al de alta tensión pues en el de alta tensión la distribución se hace por proximidad y el de baja se lo realiza por contacto.

El distribuidor consta básicamente de una placa de resma fenólica con sectores anulares incrustados y salida individual a cada uno de ellos. El mecanismo de distribución consiste en un brazo con un rozador de grafito cargado al resorte en su extremo, hasta donde llega la corriente de baja tensión.

Al producirse el contacto con uno de los sectores anulares este transmite la corriente a través de un cable a la bobina ubicada en el cilindro correspondiente. Al circular la corriente de baja tensión por la bobina de inducción se crea un campo magnético cuando se produce la interrupción de la masa en el magneto por acción del ruptor se corta la corriente aplicada en el sector circular y por ende el devanado primario de la bobina de inducción.

Esto produce una variación de campo magnético generado por esto y se induce una corriente de alta tensión en el circuito secundario alimentado mediante un corto cable a la bujía que se encuentra a lado. El proceso se repite para todos los cilindros del motor pues al lado de cada uno de ellos está ubicada una bobina de inducción.

Este sistema fue concebido fundamentalmente para máquinas que deban volar a elevada altitud. Los sistemas convencionales de alta tensión se

encuentran limitado en cuanto a su utilización a grandes altitudes pues el aislamiento que proporciona el aire va decayendo todo a la vez que su altitud disminuye entonces se produce fugas.

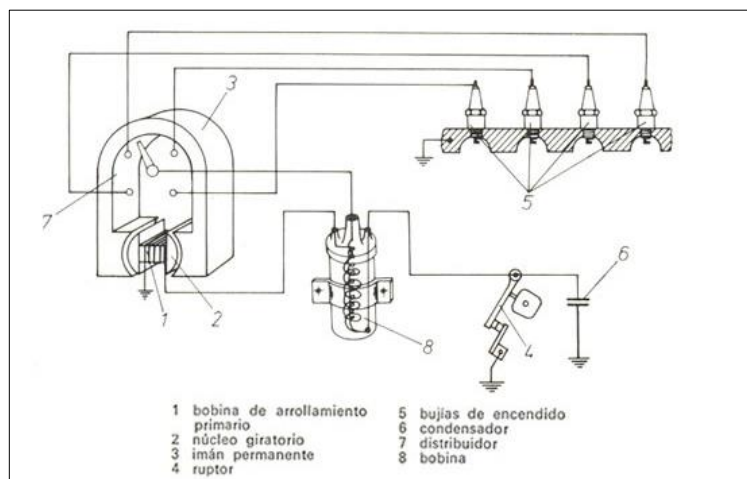


Figura 10 Esquema de una magneto de baja tensión

Fuente: (Aficionadosalamecanica, 2014)

2.7.2 Magnetos de alta tensión

Los magnetos de alta tensión llevan incorporadas las bobinas correspondientes dentro de la misma máquina; dicha bobina es productora de corriente a la vez que por medio de las interrupciones de un raptor es también creadora de la corriente de alta tensión necesaria para el encendido. El magneto de alta tensión se empleó exclusivamente en toda la producción mundial de los años veinte.

Los magnetos de alta tensión propiamente dichas, difieren de los precedentemente descritas anteriormente en que la corriente de alto voltaje se produce directamente en el arrollamiento del inducido sin necesidad de emplear una bobina de inducción separada. En lugar de un arrollamiento el inducido lleva dos, uno de hilo relativamente grueso y otro formado por muchas vueltas de hilo más fino. Un extremo del arrollamiento primario de hilo grueso está en conexión con el núcleo del inducido y el otro pasa a la parte aislada del raptor.

Mientras en algunos tipos de estos aparatos el interruptor o mecanismo ruptor de contactos no gira y se obtiene el movimiento que produce la separación de las puntas de contacto por medio de una leva giratoria, en este tipo de máquinas que nos ocupa la leva o mecanismo de tope es fijo y el ruptor de contactos gira.

Esta disposición permite la conducción de la corriente desde la bobina primaria al interruptor por medio de una conexión directa, eliminándose el uso de escobillas que en otro caso serían necesarias. En otros tipos en que el arrollamiento es fijo, el interruptor puede ser accionado por medio de una leva giratoria aunque si se desea, utilizando una escobilla se podrá realizar la construcción del magneto con un arrollamiento giratorio.

Cuando el interruptor actúa, la corriente primaria máxima se desvía de su cortocircuito y puede pasar a la masa solamente a través del arrollamiento secundario y circuito de la bujía. La alta tensión existente en ese momento en el arrollamiento secundario, será considerablemente reforzada por el brusco paso de la corriente primaria, obteniéndose así en el arrollamiento secundario energía eléctrica a alta tensión suficiente para salvar el espacio de aire existente entre los electrodos de la bujía.

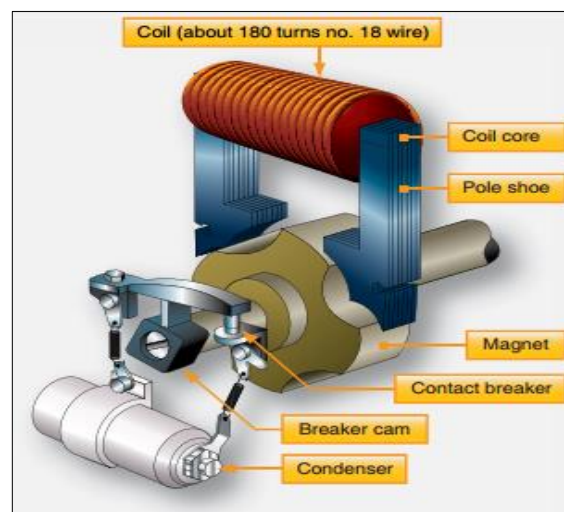


Figura 11 Magneto de Alta Tensión

Fuente: (FAA, 2012)

2.7.2.1. Distribución de la alta tensión

Consiste en repartir sucesivamente la corriente a la bujía por medio de cables de conexión y un mecanismo especial de distribución, llamado distribuidor.

2.7.2.2 Empleo de la corriente de alta tensión

La producción de la chispa eléctrica de energía suficiente para inflamar la mezcla. Las chispas se producen en las bujías en el momento más adecuado.

2.7.2.3 Clasificación de los magnetos de alta tensión

Los magnetos generan corriente básicamente con los mismos elementos, es decir, imanes y arrollamientos alambre de metal no ferroso (por norma general cobre).

La generación la realizan de diferente modo ya sean de imán o bobina rotativa siendo que en el primero de los casos quien se mueve es el imán y la bobina permanece en reposo y en el segundo caso es la bobina la que gira permaneciendo fijo el imán.

2.7.2.3.1 Magneto de bobina rotativa

Este tipo de magneto el imán permanece fijo y la bobina en constante movimiento generando energía. La variación de flujo magnético trae como consecuencia un aumento gradual de la corriente generada en la bobina. Como resultado una súbita variación en el campo magnético que dicha corriente generaba y que influenciaba al devanado secundario (muchas vueltas de alambre muy delgado).

Este tipo de magnetos cuentan con el rotor el cual tiene arrollados uno encima del otro el devanado primario y el devanado secundario. Un estator conformado por un imán permanente. Un ruptor conectado al devanado

primario mediante una escobilla de grafito un colector que consiste en un anillo que transmitirá mediante otra escobilla de grafito la corriente de alta tensión hacia el distribuidor.

Este tipo de magneto fue muy poco utilizado en aeronáutica pues posee el riesgo que al girar a muchas RPM se produzca una expansión de las bobinas y estas sean proyectadas, sobre el estator por fuerza centrífuga dañándose y además es muy difícil equilibrar dinámicamente una bobina y por consiguiente cabe la posibilidad de sufrir una vibración sumamente perjudicial para el magneto y también para el motor.

En reemplazo de este tipo de magneto se utiliza en el 100 % de los casos la magneto tipo cintilla o magneto de imán giratorio o rotativo.

2.7.2.3.2 Magneto de imán rotativo

A diferencia del magneto de bobina rotativa quien gira en este caso es el imán y quien hace las veces de estator es el arrollamiento primario sobre el cual se halla conectado el arrollamiento secundario.

Presenta las siguientes ventajas:

- El imán, por constituirse de una pieza sólida y maciza es susceptible de un casi perfecto equilibrio estático y dinámico.
- En el imán generalmente se ubican las extensiones polares cuya función es la de orientar el flujo magnético en la dirección que se desea y llevar las líneas de fuerza tan próximo como sea posible del estator estas extensiones polares en algunos casos están construidas de hierro dulce, macizas y en otros casos de chapas delgadas de hierro silicio fuertemente prensadas. Estas extensiones deben estar absolutamente equilibradas tanto estática como dinámica.
- Al no girar la bobina no está expuesta a ninguna clase de fuerzas centrífugas.
- Tampoco será necesaria la utilización de rozadores o escobillas para recoger la corriente con la ventaja que ello presupone en cuanto a

disminución de mantenimiento y seguridad de funcionamiento del mecanismo.

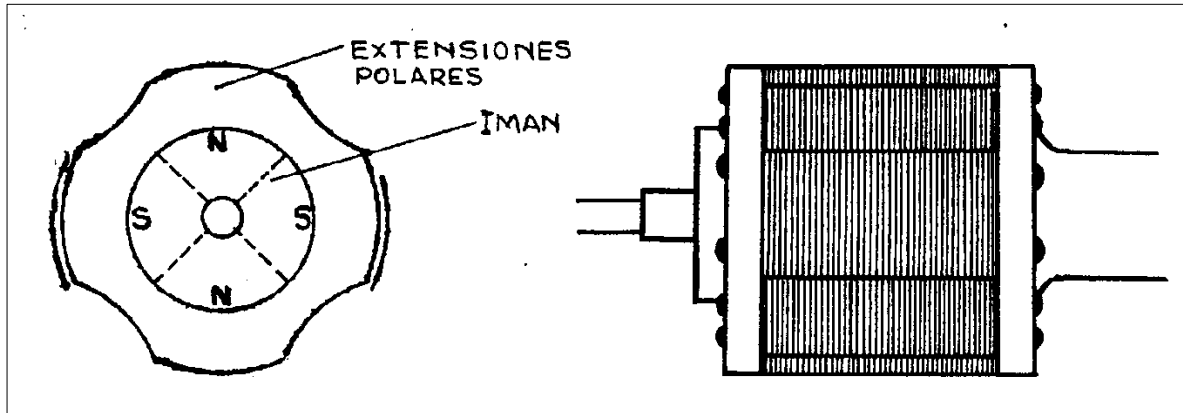


Figura 12 Imán Rotativo

Fuente: (Civil, 2013)

2.8 CIRCUITO ELÉCTRICO DEL MAGNETO

El circuito magnético se compone de un imán multi-polo permanente, un núcleo de hierro dulce, y piezas polares de rotación. El imán se orienta al motor de aeronave y gira en entre dos piezas polares para amoblar las líneas magnéticas de fuerza (flujo) necesaria para producir una tensión eléctrica. Los polos del imán están dispuestos en polaridad alternativa para que el flujo pueda pasar fuera del polo norte a través del núcleo de la bobina y de regreso al polo sur del imán.

2. 8.1 Circuito eléctrico primario

El circuito eléctrico primario consta de tres elementos: a) bobina del primario, b) ruptor mecánico del circuito primario y c) condensador.

La corriente que se produce de la bobina del primario y circula hasta los contactos del ruptor. Los contactos forman parte del ruptor del circuito primario.

Los movimientos de apertura o de cierre de los contactos dependen de la posición de la leva.

Los contactos (platinos) tienen pues una parte fija y la otra móvil. La punta móvil dispone de un martillo una lámina metálica de tal modo que sube cuando es empujada por la leva, pero cuando cesa la presión de la leva recupera de nuevo su posición original y cierra el circuito.

Los contactos están en serie con el circuito, es decir uno de ellos, el móvil está conectado al circuito de la bobina primaria y el otro está a masa. La función del condensador es eliminar la formación de chispas en la puntas de los contactos. Las chispas queman los contactos y producen picaduras que pueden terminar por alterar la geometría de las puntas de cierre.

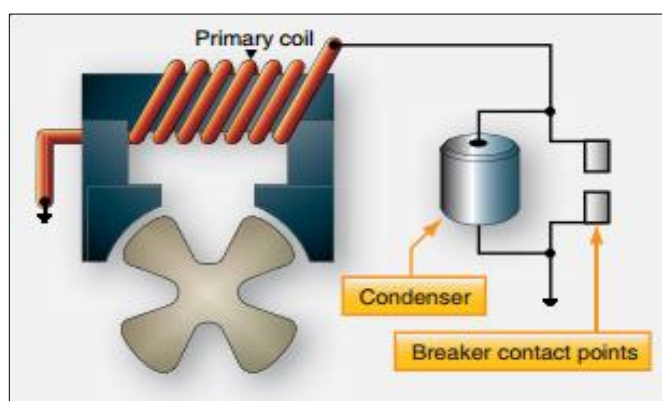


Figura 13 Circuito eléctrico primario

Fuente (FAA, 2012)

2.8.2 Circuito eléctrico secundario

El circuito secundario contiene los devanados secundarios de la bobina, rotor del distribuidor, la tapa del distribuidor, cable de encendido, y la bujía. La bobina secundaria se compone de un devanado que contiene aproximadamente 13.000 vueltas de alambre fino con aislamiento y también está conectado a tierra eléctricamente a la bobina primaria o para el núcleo de la bobina y el otro extremo conectado al distribuidor rotor. Las bobinas primaria

y secundaria están encerradas con un material no conductor. Todo el conjunto se sujeta luego a las zapatas polares con tornillos y abrazaderas.

2.9 AERONAVE PIPER PA-34-220T

2.9.1 Definición

La aeronave Piper Seneca III PA-34-220T es un avión ligero de seis cilindros, bimotor, con tren de aterrizaje retráctil producido por el fabricante Estadounidense - Piper Aircraft Corporation. Estas aeronaves son construidas en 1971 hasta la presente fecha y desde 1975 el Seneca fue fabricado bajo licencia en Brasil por Embraer, como el EMB-810. Se produjeron PA-34-200T como EMB-810C Seneca (452 unidades) y el PA-34-220T como el EMB-810D.



Figura 14 PIPER PA-34-220T

2.9.2 Especificaciones Técnicas

MODEL	PA-34-220T SENECA III and IV
ENGINE	
Manufacturer	Continental
Model - Left (12V)	TSIO-360-KB (CW)
Model - Right (12V)	LTSIO-360-KB (CCW)
	TSIO-360-KB-1A
	TSIO-360-KB2
	TSIO-360-KB2
Model - Left (24V)	TSIO-360-KB11 (CW)
Model - Right (24V)	LTSIO-360-KB7 (CCW)
Model - Left, with primer standard (24V)	TSIO-360-KB28 (CW)
Model - Right, with primer standard (24V)	LTSIO-360-KB14 (CCW)
FAA Type Certificate	E9CE
Rated Horsepower (Sea Level)	
Max. Takeoff - 5 minute maximum	220 HP
Max. Continuous	200 HP
Rated Speed - RPM	
Max. Takeoff - 5 minute maximum	2800 RPM
Max. Continuous	2600 RPM
Oil SAE Number	See Lubrication Chart
Oil Sump Capacity	8 U.S. quarts
Fuel: Aviation Grade - Minimum Octane	100 or 100LL
Fuel Injector	Continental
Magnetos. Scintilla	
Left (Left Engine)	10-79020-18L
Right (Right Engine)	10-79020-19R
Magnetos: (Bendix Pressurized)	79020-118
Left (Left Engine)	S6LN-25
Right (Right Engine)	S6RN-25
Magneto Timing	20° BTC
Magneto Point Clearance	.018 + .006
Spark Plugs (Shielded):	Refer to latest revision of Teledyne Continental Aircraft Engine Service Bulletin M77-10
Spark Plug Gap Setting	.015 to .019
Firing Order:	
Left Engine	1-6-3-2-5-4
Right Engine	1-4-5-2-3-6
Starter - Prestolite (12-volt):	
Left Engine	MCL-6501
Right Engine	MCL-6501

6-10-00

Page 1

Reissued: November 29, 1993

Figura 15 Especificaciones Técnicas Seneca PA-34-220T

Fuente: (Airplane Maintenance Manual Piper Seneca, 2007)

MODEL		PA-34-220T SENECA III and IV
ENGINE (continued)		
Starter - Prestolite (28-volt):		
Left Engine		646275
Right Engine		646275
Alternator - Prestolite (65 amp)		
Alternator - Teledyne Critten (60 amp)		
Left Engine		649280 or 653344
Right Engine		649280 or 653344
Alternator Voltage Regulator - Lamar (12V)		
Alternator Control Unit - Lamar (28V)		
Alternator Overvoltage Relay, (12V)		
WICO DIVISION, Prestolite		
FOC-4002B		
PROPELLER		
Manufacturer	Hartzell	McCauley
Hub Model:		
Left Engine	BHC-C2YF-2CKUF (Left Eng.) ¹	3AF32C508
Right Engine	BHC-C2YF-2CLKUF (Right Eng.) ¹	3AF32C509
Blade Model:		
Left Engine	FC8459-8R	82NFA-6
Right Engine	FJC8459-8R	L82NFA-6
Diameter, Minimum	75 in.	75 in.
Blade Angle, Low Pitch (High RPM)	12.6° ± 0.2°	11.0° ± 0.2°
Blade Angle, High Pitch (Low RPM)	80° to 81.5°	81.0° to 83.5°
Governor Models:		
Left Engine	E-3-7	
Right Engine	E-3-7L (E-8-7L) ²	
FUEL SYSTEM		
Fuel Tank	49 gal./wing 64 gal./wing ³	
Total Capacity (Both Wings)	98 gal. 128 gal. ³	
Total Usable Fuel	93 gal. 123 gal. ³	
¹ Propellers To Be Mounted In Pairs Only. Do Not Mix With Other Propellers. ² With Synchrophaser Installation Only ³ With Optional Fuel Tanks Installed on Seneca III; Standard on Seneca IV		

Figura 16 Especificaciones Técnicas Seneca PA-34-220T

Fuente: (Airplane Maintenance Manual Piper Seneca, 2007)

MODEL	PA-34-220T SENECA III and IV
LANDING GEAR	
Thread (Width From Each Tire Center)	11.1 ft.
Turning Radius	60.4 ft.
Nose Gear Strut	Combination Air-Oil
Nose Tire Pressure	40 PSI @ Gross Weight, 34 PSI ⁴
Nose Gear Travel	27 degrees LEFT or RIGHT
Main Gear Strut	Combination Air-Oil
Main Tire Pressure	55 PSI @ Gross Weight, 46 PSI ⁴
Brakes	Cleveland 30-65 or 30-83 ⁴
Tires:	
Main	6.00 x 6, 8 ply or Nylon TT ⁴
Nose	6.00 x 6, 6 ply or Nylon TT ⁴
<p>⁴ With Heavy Duty Brakes, Wheels And Either B.F. Goodrich Nylon T. T. Type III Tires Or McCleary Air Hawk Type III.</p>	

6-10-00

Page 3

Reissued: November 29, 1993

Figura 17 Especificaciones Técnicas Seneca PA-34-220T**Fuente:** (Airplane Maintenance Manual Piper Seneca, 2007)

2.9.3 Dimensiones

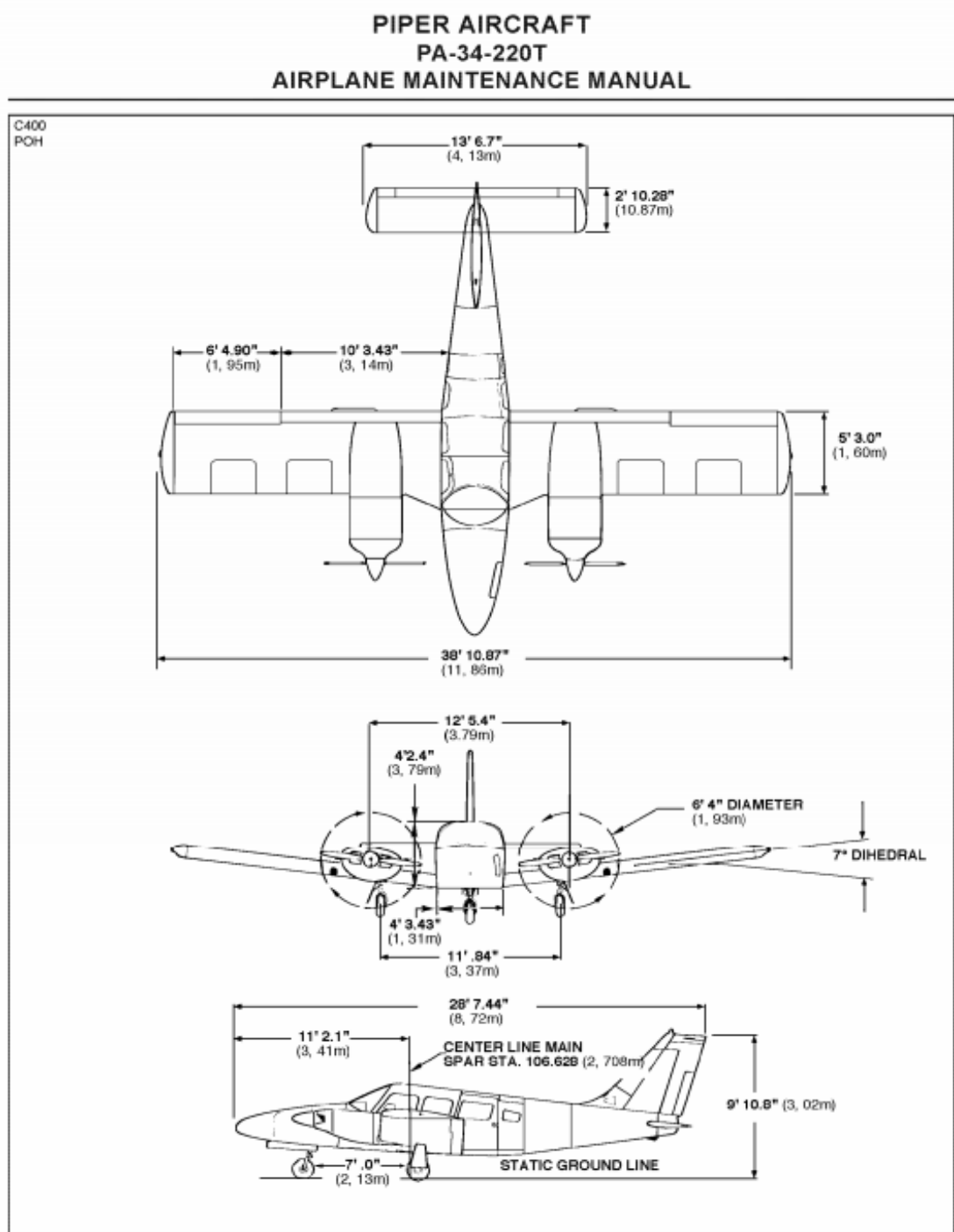


Figura 18 Dimensiones Seneca PA-34-220T

Fuente: (Airplane Maintenance Manual Piper Seneca, 2007)

2.10 MAGNETO BENDIX S-1200

2.10.1 Descripción

Los S-1200 Series magnetos fabricados por Teledyne Continental Motors, están diseñados para proporcionar la ignición para cuatro, seis y ocho cilindros de motores de aviones. Estos magnetos generan y distribuyen alta tensión, que conduce a las bujías. Debido a la carcasa de una sola pieza son fáciles de mantener y revisión.

Para obtener la chispa de retardo necesario para el arranque estos magnetos emplean ya sea un acoplamiento de impulso o una conjunto de contacto. Este sistema consta de un magneto, arnés de encendido, un distribuidor de ignición, bujías y la llave de contacto.

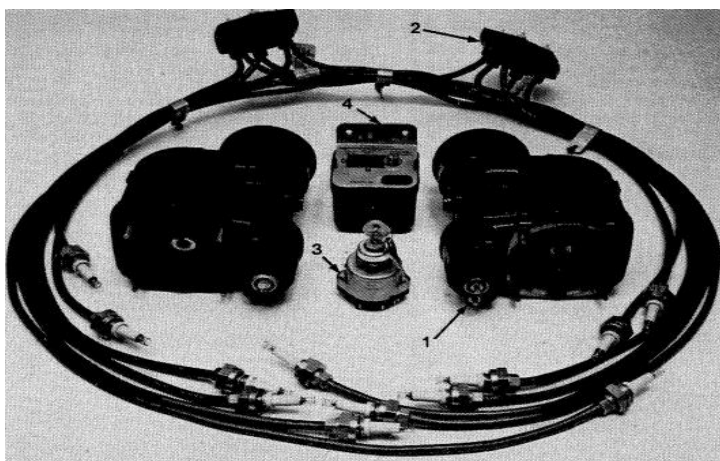


Figura 19 Magnetos Bendix

Fuente: (CONTINENTAL, 2011)

2.10.2 Identificación y Denominación

La siguiente explicación detallada da el significado de las diversas letras y números que aparecen en la magneto.

Tabla 1 Identificación y Denominación de la Magneto

S6LN- S-1200	
S	Indica el tipo de unidad. (Single)
6	Indica el número de cilindros. (6 Cilindros)
L	Indica el sentido de giro de la rotación de imán visto desde el extremo de accionamiento, (Left)
N	Indica el TCM
S-1200	Indica modelo de la magneto

2.10.3 Características

El magneto es una unidad completamente independiente ya sea con una brida de montaje corta o larga. Los imanes giratorios giran sobre dos cojinetes, rodamientos de rodillos al final del interruptor, y un cojinete de bolas en el extremo de la transmisión.

Los rodamientos no requieren pre-carga o cuñas.

En magnetos de seis cilindros, el imán giratorio es impulsado a 1 1/2 veces la velocidad del motor, produciendo seis chispas por 720 grados de la rotación del cigüeñal. Estas magnetos incorporan acoplamiento de impulso. El propósito del acoplamiento impulso es:

- Girar el imán entre los viajes de impulso más rápido que la velocidad de arranque del motor, generando así una mejor chispa para encender el motor.
- Retardar automáticamente la chispa durante el arranque del motor, y
- Actuar como un acoplamiento de accionamiento para el magneto.

2.10.4 Componentes del magneto

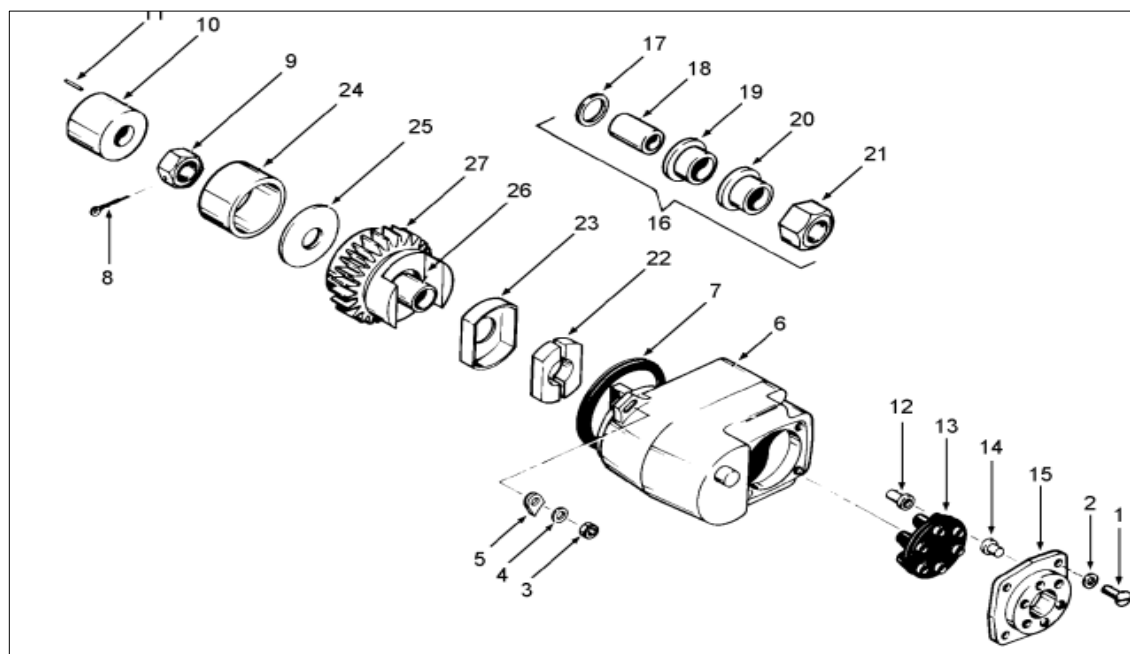


Figura 20 Componentes del magneto bendix

Fuente: (CONTINENTAL, 2011)

Tabla 2 Componentes del magneto

1.	Screw	14.	Ignition cable ferrule
2.	Lock washer	15.	Distributor cable plate
3.	Nut	16.	Ground terminal kit
4.	Lock washer	17.	Washer
5.	Hold down washer	18.	Insulating sleeve
6.	Magneto	19.	Inner ferrule
7.	Gasket	20.	Outer ferrule
8.	Cotter pin	21.	Coupling nut
9.	Nut	22.	Coupling bushings
10.	Gear support shaft	23.	Retainer
11.	Pin	24.	Needle bearing
12.	Ignition cable eyelet	25.	Washer
13.	Distributor cable grommet	26.	Pilot sleeve bushing

2.10.5 S-1200 Magneto Operación

El imán giratorio es un diseño de dos o cuatro polos depende el giro del imán la polaridad cambia continuamente, produciendo de esta manera inversiones de flujo en el núcleo de la bobina de la magneto. El número de inversiones de flujo durante una revolución completa del imán es igual al número de polos en el imán.

Con los puntos de concentración de contactos cerrados, las inversiones de flujo generan una corriente en la bobina del magneto primario. El flujo de corriente a través de esta bobina es producida en un campo magnético alrededor de ella.

Cuando los puntos de concentración contacto abierto, el campo magnético alrededor del bobinado primario, causa un voltaje de alta tensión para ser inducida en el devanado secundario de la bobina.

Este voltaje de alta tensión se lleva a cabo en el electrodo por medio del engranaje distribuidor de carbono, a los terminales en el bloque de distribución, a los resortes de contacto de alta tensión y a través de la alta tensión conduce a las bujías.

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

En el presente proyecto se detalla los procedimientos técnicos efectuados para el desarrollo del tema, el cual es de gran utilidad para el personal de mantenimiento de la empresa “LAENSA” (Líneas Aéreas Ejecutivas Nacionales S.A.), para la aeronavegabilidad continua de la aeronave.

CAMPO: Mecánica Aeronáutica

ÁREA: Motores

TEMA: “INSPECCIÓN DE LOS MAGNETOS MARCA BENDIX Y VERIFICACIÓN OPERACIONAL, EN CONCORDANCIA A LOS PROCEDIMIENTOS EN EL MANUAL DE MANTENIMIENTO DE LA AERONAVE PIPER PA-34-220T, EN LA COMPAÑÍA LAENSA EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL.

BENEFICIARIOS: Empresa “LAENSA”

UBICACIÓN: Aeropuerto José Joaquín de Olmedo, Guayaquil

INSTITUCIÓN EJECUTORA: Unidad de Gestión de Tecnologías

3.1. PRELIMINARES

En el desarrollo de este capítulo se detalla los procedimientos cumplidos para la inspección y verificación operacional de los magnetos marca Bendix de la aeronave Piper Seneca III; siguiendo los procedimientos técnicos del fabricante.

El holding de trabajadores de la compañía cuenta con una infraestructura ergonómica, hangar y equipos especiales que se adaptan para realizar trabajos de mantenimiento de la aeronave, los mismos son indispensables y es imprescindible contar con equipo y herramientas innovadoras para poder ejecutar los trabajos con la más alta seguridad operacional.

3.2 CONSIDERACIONES GENERALES

Para el desarrollo del proyecto se lleva a cabo una planificación de seguridad industrial, de esta manera mitigamos cualquier tipo de incidente o accidente en la elaboración del mismo.

Para la estricta verificación y mantenimiento se realizaron varios estudios y análisis para lo cual se acudió a manuales técnicos de la aeronave principalmente a los manuales de la aeronave Piper Seneca PA34-220T en el cual se verificó cual es el funcionamiento de los magnetos. Todos los estudios y análisis permitieron determinar la forma y materiales a utilizarse en la elaboración del banco.

3.3 ALTERNATIVAS PARA INSPECCIÓN DE LOS MAGNETOS

Dentro de este capítulo se estudia, analiza y ejecuta las alternativas necesarias para realizar un banco de pruebas de magnetos marca Bendix, de la aeronave Piper Seneca PA34-220T de la compañía LAENSA, es necesario proponer dos alternativas para escoger la más factible y determinar condiciones de seguridad en su implementación tanto como en su funcionamiento.

3.3.1 Inspección en épocas antiguas

Las primeras aplicaciones de los magnetos antiguamente eran delicados e inciertos. Los primeros aparatos que emplearon un magneto para el encendido

fueron los de disyuntor, en los cuales la corriente alterna producida era transportada directamente a la cámara de combustión.

3.3.2 Banco de prueba mediante el ensamble de un taladro

Para realizar la inspección de los magnetos marca Bendix y su verificación operacional se evidencia la necesidad de implementar un banco de prueba utilizando un taladro y con la adquisición de sus accesorios.

3.3.2.1 Materiales

- Un taladro 1700 RPM de velocidad y 115v
- Breaker
- Magneto Bendix
- Bujías
- Variador de velocidad



Figura 21 Componentes magnetos Bendix

Fuente: (mediateca, 2007)

Este banco de pruebas fue diseñado para comprobar/verificar que los magnetos emitan el voltaje necesario a las bujías para producir la chispa. En la utilización del taladro se presentaron algunos problemas de diseño y funcionamiento lo cual no permite la utilización del mismo.

3.3.2.2 Ventajas

- **Costo.-** Este material no presenta un costo elevado sino un costo accesible y fácil de adquirir en el mercado.
- **Espacio.-** El tamaño es menor que de un motor y permite la mejor distribución de los componentes.
- **Conexión 110 Voltios.-** No necesita toma corriente de alto voltaje.
- **Peso.-** Mucho más manipulable para transportar.

3.3.2.3 Limitaciones

- No tiene altas revoluciones para generar el voltaje necesario para producir la chispa.
- No se puede mantener mucho tiempo encendido porque este puede llegar a quemarse. La máxima utilizations entre 10 a 15 minutos.
- Al momento de utilizar un taladro en un banco de pruebas una de las desventajas principales es que los carbones puedan quemarse, ya que el taladro presenta características no le permiten soportar mucho esfuerzo.
- No brinda buena estética de un diseño para ser parte de un banco de pruebas.

3.3.3 Banco de prueba utilizando un motor

Para ejecutar la comprobación del magneto se procede a construir un banco de pruebas utilizando un motor trifásico de 1HP. Verificando todos los parámetros es una de las alternativas más factibles para ejecutar este proyecto

ya que brinda las mejores y óptimas condiciones de diseño permitiendo así comprobar y verificar que cumpla con su correcto funcionamiento que está estipulado en el manual de mantenimiento de los magnetos con mayor facilidad.

3.3.3.1 Materiales

- Motor eléctrico trifásico 1HP, 220 v, 1670 RMP de velocidad
- Switch de arranque
- Variador de velocidad
- Arneses
- Cables de conexión
- Magneto



Figura 22 Banco de pruebas de Magnetos

3.3.3.2 Ventaja

- El motor entrega las revoluciones necesarias al magneto para que dicho componente genere el voltaje necesario para producir la chispa.

- Se puede instalar a una toma de 220 voltios para efectuarse el trabajo.
- Puede mantener una velocidad constante.
- El motor tiene ventilador interno la cual ayuda que no exista sobrecalentamiento.
- Se puede cambiar el sentido de giro por medio de un variador.
- Son más silenciosos que un taladro.

3.3.3.3 Desventajas

- **Costo.-** El precio de estos motores son elevados de un taladro y su adquisición no es tan accesible
- **Espacio.-** El motor utiliza mayor espacio en el banco y reduce el espacio para los demás componentes.
- **Peso.-** Su peso es elevado en comparación de un taladro y es más complicada su movilización de un lugar a otro.
- **Autonomía.-** Hasta 30 minutos o 1 hora puede estar en constante movimiento y dejar un tiempo de descanso.

3.4 DISEÑO DE BANCO DE PRUEBA

Primero se procedió a realizar los bosquejos necesarios para el diseño del Banco de Pruebas, una vez que se decidió por un diseño se ubicó dimensiones y se realizó el proyecto en 3D utilizando el programa autodesk inventor para una mejor visualización proporcionando una apariencia real y un mejor diseño de elaboración y distribución de los componentes para poder ejecutar un mejor proyecto.

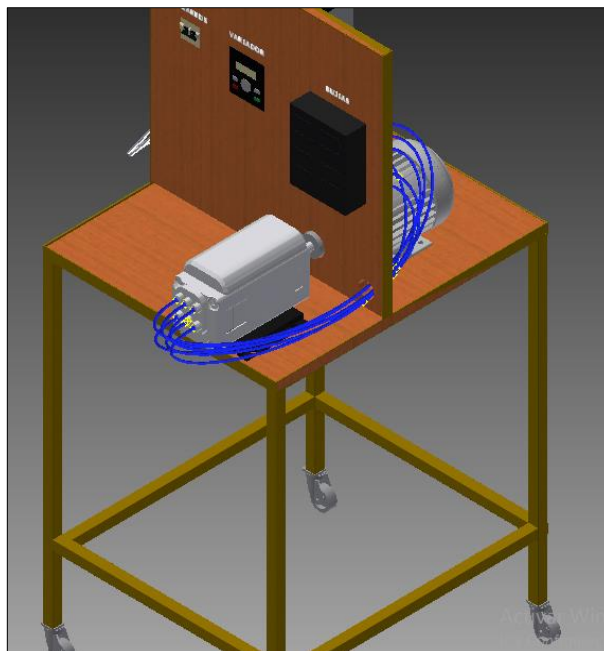


Figura 23 Mesa de Pruebas de Magnetos 3D

3.4.1 Materiales

- Motor eléctrico trifásico 1HP, 220 v, 1670 RMP de velocidad
- Tubo de acero cuadrado de 1 pulg
- Switch de arranque
- Variador de velocidad
- Arneses
- Cables de conexión
- Pintura amarilla
- Ángulo
- Electrodo
- Tornillos
- Pernos
- Magneto

3.4.2 Herramientas

- Escuadra
- Corta hierro
- Flexómetro
- Lápiz de trazado
- Electrodo
- Limas
- Lijas
- Moladora
- Cepillo eléctrica
- Sierra de corte
- Brocha

3.4.3 Ergonomía

Se procedió a diseñar y construir un soporte lo más ergonómico para los equipos e implementos de comprobación, la misma cuenta con un material resistente al diseño estructural.

Uno de los principales criterios que se tienen en cuenta en el desarrollo de este proyecto es la ergonomía. Ésta se define como la disciplina científica que se relaciona con la comprensión de las interacciones entre humanos y otros elementos de un sistema.

Se utilizará la ergonomía para adaptar el producto y el entorno a las dimensiones, capacidades y necesidades de los técnicos que utilizaran este banco de pruebas, para así aumentar factores como eficiencia, seguridad y bienestar de los usuarios. Este proyecto es de vital importancia con el diseño del banco de prueba, pues así se asegura que el personal involucrado en el uso

del componente no sufra fatigas y/o lesiones musculares producto de esfuerzos innecesarios.

3.5 ELABORACIÓN DE LA MESA

Se procedió a la construcción de la mesa del banco de pruebas la cual servirá de soporte para todos los componentes que se utilizara, para lo cual aplicaremos procesos como: corte, soldadura, perforación medición, ensamblaje, pulido y pintura.

La realización de este proyecto se llevara a cabo en las instalaciones de la Compañía LAENSA en el Área de Mantenimiento con el fin de aprovechar herramientas, materiales para facilitarlos trabajos de mantenimiento programados en la aeronave.

3.5.1 Dimensiones

Tabla 3 Cuadro de dimensiones de la estructura

Detalle	Dimensiones
DE LA MESA	
Ancho	60 cm
Largo	70 cm
DEL PANEL	
Ancho	60 cm
Largo	60 cm

3.5.2 Equipo de protección

- Mascarilla de soldar
- Guantes
- Overol
- Protector auditivo

- Botas con Punta de Acero

3.5.3 Medición y corte de los tubos cuadrados de 1 pulgada

Para la elaboración de la mesa primero identificamos el material y sus propiedades.

Utilizamos los tubos cuadrados ASTM A501 que se usa para tubos de sección circular, cuadrada y rectangular, para el diseño de miembros estructurales de acero formados en frío, cuyos perfiles tienen esquinas redondeadas y elementos planos esbeltos. La aprobación puede basarse en especificaciones técnicas que establezcan las propiedades y características del material o producto. **Ver Anexo A**

Con un flexómetro se midió el largo de los tubos cuadrados para trazar las diferentes secciones. Se hicieron varias medidas para el largo y ancho de la mesa en la cual se midió la mesa (70cm) para el alto y (60 cm) para el soporte de los base.



Figura 24 Medición

Luego de medir se procede poner en la prensa para tener un buen agarre y precisión al cortar al tubo de acero. Antes de utilizar la sierra de arco vemos que

los dientes de la hoja no estén desgastados y la ubicación correcta para un mejor corte.

Al empezar a cortar el material, la hoja de la sierra debe estar ligeramente inclinada a un ángulo apropiado y a continuación se arrastra la herramienta hasta producir una muesca. Nunca debe empezarse el corte empujando hacia delante. Cuando se esté llegando al final, se debe disminuir la presión sobre la hoja, para evitar algún incidente.

Para el proceso de corte del material se debe tomar en consideración algunos aspectos técnicos, se pone en una correcta posición a 45 grados con respecto al material para aprovechar de esa manera la fuerza del movimiento de corte.



Figura 25 Corte de tubos

3.5.4 Proceso de soldadura

Inmediatamente de tener todas las secciones del banco cortadas se procede a soldar el cuadrado de la mesa donde será ubicada la tabla, con la técnica de soldar SMAW (Shielded Metal Arc Welding). Conocida como soldadura manual de arco metálico. Primero se reúne los materiales a utilizar como: una máquina de soldar, pinzas de electrodos con cable, pinza de masa a tierra con cable, electrodos y las secciones de acero.

Luego se coloca las prendas de protección personal. Esto incluye una mascarilla de soldar, mandil de soldar o camisa de manga larga de algodón, botas de seguridad, guantes y gafas de protección.



Figura 26 Máquina de soldar

Se prepara la zona para soldar, se retira cualquier material inflamable y se busca una superficie plana para trabajar. Procedemos a preparar la máquina de soldadura para utilizar un amperaje adecuado (90 a 100 A) aplicable para el material para que el material no se funda.

Para la unión de todos los elementos estructurales se utiliza electrodos E6011,

Propiedades del electrodo E6011:

E: soldadura eléctrica AC O CC

60: Resistencia a la tracción, sin tratamiento térmico post soldadura KSI.

1: Posición en la que se puede soldar

1: Es el indicativo del tipo de corriente eléctrica y polaridad en la que mejor trabaja el electrodo.

- Electrodo celulósico de penetración profunda en toda posición.
- Se puede emplear con corriente alterna y puede ser aplicado sobre acero contaminado, oxidado o pintado.

Aplicaciones:

- Tubos de acero con o sin costura, calderas, condensadores, intercambiadores, recipientes a presión y en general en cordones de raíz y soldaduras de filete.

Antes de soldar se limpia las piezas a ser soldadas y para que el soporte sea con mayor exactitud se utilizó una escuadra y un flexómetro para la segmentación de diseño, luego se procedió a unir las partes por medio de una suelda eléctrica y se concluyó el proceso de desbaste de todas los sobrantes de suelda sobre la estructura en los diferentes puntos.



Figura 27 Proceso de soldadura

3.5.5 Limado

Para iniciar el proceso del limado de la estructura que ha sido soldada y verificar que los cordones de suelda este solidificados o comúnmente llamados remate sean explícitamente los correctos, proceder a limar la soldadura para obtener una superficie plana y agradable a simple vista ya que sobre la misma estructura se instalara una planchas de tabla con varios aditamentos que permitirán crear un sello sólido y hermético del banco de prueba.

Para el limado se utilizó una amoladora para quitar el exceso de puntos de suelda para que quede una superficie plana y luego para un mejor acabado se procede a limar y quitar cualquier escoria que dejó el proceso de soldado.



Figura 28 Proceso de limado

Una vez soldado todas las secciones se coloca la madera a utilizar y procedemos a darle un buen acabado



Figura 29 Mesa terminada

3.5.6 Acabado

Luego de tener la estructura plana sin ninguna deformación se procede prepara la estructura metálica para ser pintada y sea protegida de la corrosión

en todo su diseño con pintura amarilla utilizando una brocha fina para el acabado final. Se le dota dos manos de pintura para un mejor acabado.



Figura 30 Acabado de la estructura metálica.

3.5.7 Instalación de los componentes

Una vez acabada la mesa se procedió a ubicar los componentes según el diseño hecho en 3D.

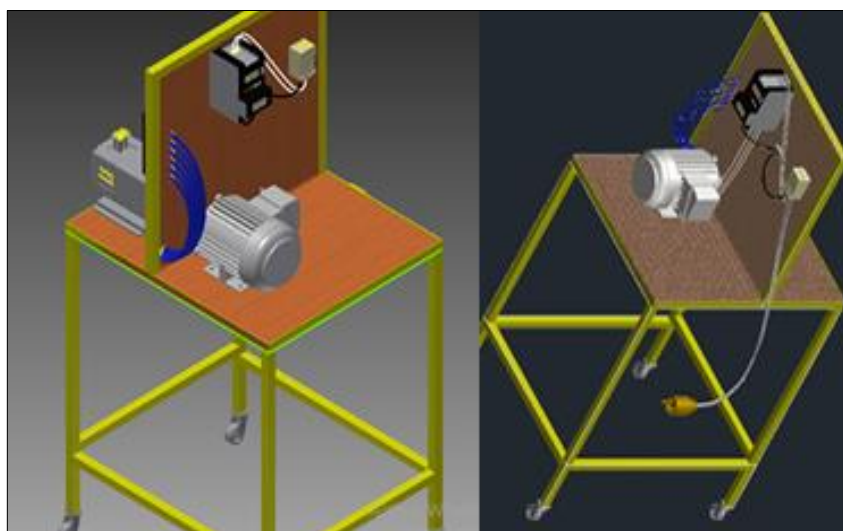


Figura 31 Instalación de los componentes.

1.- El breaker se colocó en la parte superior a lado derecho cerca del variador por seguridad en caso de que exista un corto circuito para proteger el circuito eléctrico causados por el exceso de corriente, esto se produce por una sobrecarga o un cortocircuito.

2.- El variador se encuentra ubicada en la parte posterior por las conexiones eléctricas. El monitor del variador se ubicó en la parte frontal del banco, así el operador pueda regular las frecuencias (Hz) y visualizar datos.



Figura 32 Variador

3.- Verificador de chispa, se ubicó en el lado izquierdo de una dimensión de 14,5 cm de ancho x 18 de alto, consta de 12 comprobadores 6 en el lado izquierdo y otras 6 en el lado derecho con una conexión a tierra.

El espacio entre cada comprobador es de 3 cm y el espacio entre el conductor de corriente con el conductor a tierra es de 0.4 mm. Se procedió a ubicar un vidrio oscuro ya que este permite visualizar mejor la chispa.



Figura 33 Comprobadores de Chispa

El motor se ubicó en la parte posterior izquierda y el magneto en la parte delantera, unidos con un eje que permite el movimiento (Trabajo) del motor hacia el magneto, generando una corriente entre 15.000 a 25.00 V. suficiente energía para producir a chispa eléctrica en cada uno de los comprobadores.

3.5.8 Circuito eléctrico del banco de pruebas

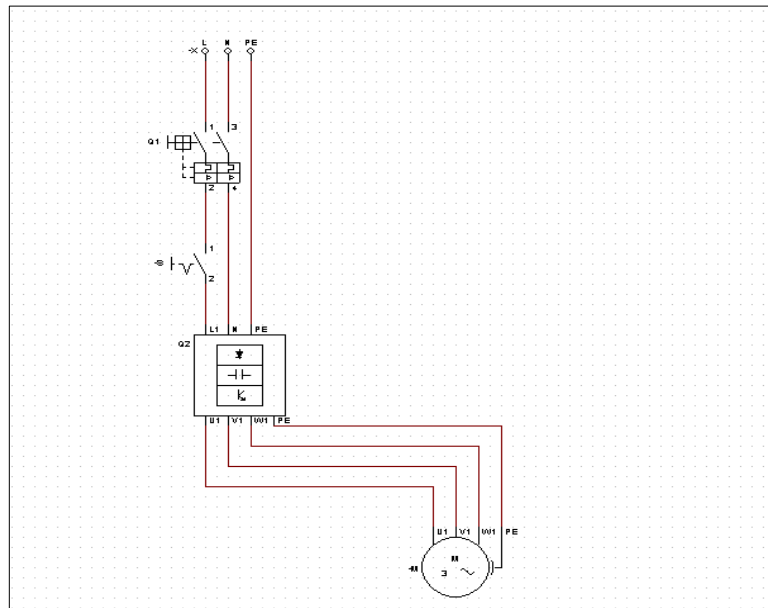


Figura 34 Diagrama del circuito eléctrico del banco

En la figura 33 se observa el circuito de eléctrico del banco de pruebas donde pone en funcionamiento el motor.

En la parte superior se puede visualizar las líneas que alimentan al breaker de 220V AC que activa todo el sistema, en la parte intermedia se observa un switch que es que el energiza totalmente al variador, este variador es alimentado por 220V AC en la parte interior lleva una protección que se acciona en caso de sobrecarga haciendo que pare el funcionamiento y evitar que el variador se queme, en la parte inferior tenemos las líneas eléctricas con su identificación respectivas U,V,W que se conecta con el motor y que lo pone en funcionamiento una vez que se haya configurado el variador tomando referencia a la placa de datos del motor.

3.6 MANUALES DEL BANCO DE PRUEBA PARA LA COMPROBACIÓN DE MAGNETOS

1. NORMAS DE SEGURIDAD

La seguridad operacional en la industria aeronáutica es la primera tarea a cumplir antes de efectuar cualquier trabajo técnico de aviación. Las normas de precaución y demás recomendaciones escritas en este instructivo se deben cumplir con absoluta responsabilidad para de esta manera evitar al máximo un incidente o accidente que puede desencadenar, si los lineamientos no son efectuados.


2. MANUAL DE OPERACIÓN

Los procedimientos escritos en esta sección del proyecto están enmarcados en la seguridad de los técnicos precautelando la integridad física del personal involucrado y bienes empleados. Además contiene la información técnica detallada de los procedimientos que deben ser cumplidos satisfactoriamente y con el más alto estándar de control de calidad por parte de la empresa.

3. MANUAL DE MANTENIMIENTO

El manual de mantenimiento del banco de prueba detalla los procedimientos y demás consideraciones que se deben efectuar antes, durante y después de un mantenimiento para una correcta operación y funcionamiento del mismo. Para evitar algún tipo de incidente durante la operación.

1.- NORMAS DE SEGURIDAD

	MANUAL DE NORMAS DE SEGURIDAD	Pág. 1 de 1
	Elaborado por: Srta. Erika Albarracín	Revisión N° 1
	Aprobado por: Tlga. Maritza Nañuay	Fecha: Mayo, 2017

NORMAS DE SEGURIDAD

Antes de proceder a la instalación del banco de pruebas y la comprobación del magneto, es necesario leer detenidamente las normas de seguridad detalladas a continuación.



ADVERTENCIA

- Al iniciar la comprobación leer detenidamente los procedimientos a seguir.
- La comprobación de los magnetos sólo se podrá llevar a cabo por los Técnicos especializados y debidamente certificados en el sistema o bajo la supervisión de un técnico de mantenimiento.
- Antes de la comprobación es necesario utilizar el equipo de protección necesaria como: guantes, overol, gafas, etc.

Durante el proceso no manipular el engranaje o soporte que hace girar al magneto.



CUIDADO

- No tocar los componentes cuando el banco ya esté en funcionamiento.
- Mantener una distancia prudente para evitar una descarga eléctrica.
- Revisar el acople del magneto este bien encajado.

- Verificar que el soporte del magneto como el del motor estén bien sujetos a la mesa para evitar movimientos ocasionados y evitar lesiones.
- Visualizar que no exista algún objeto extraño sobre el banco de pruebas, que pueda ocasionar daños en los componentes.
- Tener un extintor cerca, por posible incendio.

SIMBOLOGÍA



ADVERTENCIA

Riesgos posibles.

Daños personales graves y hasta mortales.




CUIDADO

Riesgo de peligro eminente.

Daños personales o materiales.

2.- MANUAL DE OPERACIÓN

	MANUAL DE OPERACIÓN	Pág. 1 de 1
	Elaborado por: Srta. Erika Albarracín	Revisión N° 1
	Aprobado por: Tlga. Maritza Nañuay	Fecha: Mayo, 2017

ESTRUCTURA Y OPERACIÓN

El banco de pruebas se ha previsto para comprobar la intensidad de la chispa producida por el magneto.

Estructura

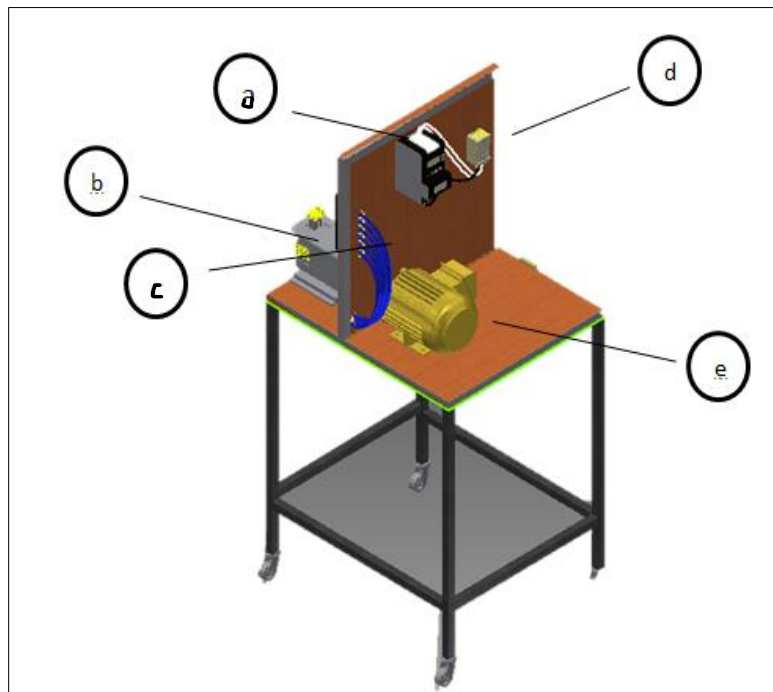


Figura. 1 Componentes del banco de pruebas

a. Variador

- b. Magneto
- c. Arnés
- d. Breaker
- e. Motor

Procedimiento de operación

1. Verificar que el breaker del comprobador de la figura 1 literal d, este en posición OFF antes de realizar su conexión.
2. Verificar que los terminales del arnés de encendido de la figura 1 literal c, estén correctamente insertados para evitar posibles fugas eléctricas.
3. Inserte el magneto marca Bendix como muestra la figura 1 literal b y verifique que encaje correctamente al motor.
4. Conecte a una fuente eléctrica de 220 VAC.




Figura. 2 Banco de pruebas

- a) Pulsador de encendido
- b) Botón de parada
- c) Registrador de datos
- d) Regulador de frecuencia

5. Ponga el breaker en posición ON del motor.
6. Ponga el switch del variador en posición ON.
7. Pulse el botón de encendido de variador ver figura 2 literal a.
8. Manipule el regulador de frecuencia de variador ver figura 2 literal d, este acorde a las rpm que se requiere.
9. Observe el salto de chispa de los trasmisores de energía ver figura 2 literal e, notando así que el magneto está funcionando correctamente.
10. Una vez verificado el magneto este generando voltaje a todas las bujías presionar el botón detener, ver figura 2 literal b.
11. Realizamos los pasos inversos de verificación.
12. Pulse el botón de apagado del variador.
13. Ponga en posición OFF el swich de variador.
14. Colocar breaker en posición OFF.

3.- MANUAL DE MANTENIMIENTO

	MANUAL DE MANTENIMIENTO	Pág. 1 de 1
	Elaborado por: Srta. Erika Albarracín	Revisión N° 1
	Aprobado por: Tlga. Maritza Nañuay	Fecha: Mayo, 2017

Mantenimiento del banco de pruebas

El mantenimiento del banco de pruebas de los magnetos depende de la frecuencia con la que se utilice el banco de pruebas, a su vez, antes de cada funcionamiento del banco de pruebas se realizará una inspección visual de todos los componentes, estructura y cables que constituye el banco de prueba.

Los motores cerrados deben de tener un ciclo preventivo de la limpieza de la protección del ventilador y de la carcasa, de lo contrario se dificultaría la ventilación y se producirían sobre temperaturas.

Operaciones de mantenimiento

A) Mantenimiento Preventivo del motor

1. Comprobar el libre movimiento de los accesorios internos móviles y temperatura anormales de funcionamiento.
2. Escuchar ruidos anormales, emanación de olor a quemado, vibraciones.
3. Comprobar influencia de los agentes exteriores tales como el polvo, agua, aceites o ácidos..
4. comprobar conexiones y devanados eléctricos.
5. Examinar si existen señales de humedad grasa o aceite en el devanado.

Los motores deben ser mantenidos limpios, exentos de polvos, agua y aceites.

Para limpiarlos, se debe utilizar cepillos suaves o tela limpias de algodón. Si el polvo no es abrasivo, se debe emplear un soplete de aire comprimido, soplando la suciedad de la tapa deflectora y eliminando todo el acumulo de polvo habido en las aletas del ventilador y en las aletas de refrigeración. Los restos impregnados de aceite o humedad pueden ser limpiados con trapos con solventes adecuados.

PROCEDIMIENTOS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

1. Verificar que el voltaje sea adecuado para este tipo de variador.
2. Verificar los pines de conexión del control del variador.
3. Limpiar y asegurar los cables de entrada y salida del variador.
4. Verificar por la condición de los arneses que no presente fisuras o daños que provoquen descargas eléctricas.
5. Inspeccionar la condición de los terminales y puntos de conexión de los arneses.
6. Revisar continuidad en las líneas de los arneses mediante el multímetro
7. Verificar que los conductores que están conectados a las salidas de arneses estén en posición recta para comprobar la carga enviada.
8. Limpiar con un disolvente los pines de entrada.
9. Lubricar el engranajes que une al magneto con el motor.

Nota: Se debe verificar los tornillos de sujeción de los soportes tanto como del motor, magnetos y de la misma mesa, y se debe llevar un registro con las fechas detalladas del mantenimiento.

3.7 INSPECCIÓN PERIÓDICA DE MAGNETOS

3.7.1 Análisis de la inspección

La inspección del magneto es fundamental para el sistema de encendido de la aeronave ya que este es un generador de energía que envía suficiente voltaje hacia las bujías (15.000 a 25.00V) y no necesita de una batería, el magneto es un componente autónomo. Para este fin se utilizó manuales, herramientas y equipos necesarios como el banco de prueba de magnetos para comprobar la transmisión de la energía necesaria para producir la chispa.

3.7.2 Manuales

- Service Manual Piper Seneca III
- Inspection and Repair.
- Continental Ignitions Systems S-20/S-200 Series

3.7.3 Desmontaje de los magnetos

1. Primero se procede a desmontar capotas inferior o superior, una vez desmontadas las capotas se retira cualquiera de los dos bujías superior o inferior del cilindro N.1 de acuerdo al manual de mantenimiento, con seguridad para evitar la contra explosión y conducir con una menor resistencia.
2. Se pone un dedal o un corcho y se da rotación normal a la hélice el momento que el corcho sale expulsado o si se escuchara un sonido de aire a presión y el clip de los magnetos, esto indica que está en el punto muerto superior (PMS) y se debe regresar 20 grados como indica en la placa del motor o en el manual del fabricante.

3. En esa posición debe quedar alineados los magnetos, para verificar se saca la tapa de inspección para una verificación si están sincronizados, la misma está marcada con una línea roja de referencia.
4. En esa posición se desmonta cualquier magneto tanto derecho o izquierdo para su respectiva inspección.
5. Luego se procedió a remover los tornillos de la tapa distribuidora de los arneses y luego a desconectar los cables a tierra. Continuamos retirando los pernos de seguridad del magneto que está montado en el motor y cuidadosamente se extrae cualquiera de los magnetos derecho RH o izquierdo LH.

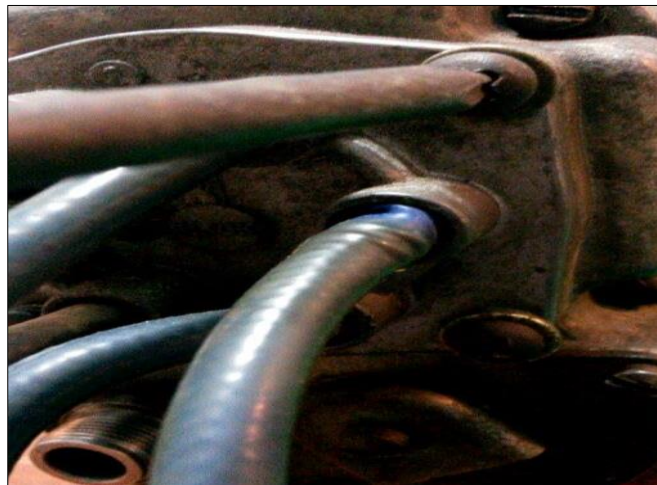


Figura 35 Tapa Distribuidora

6. Se procede a inspeccionar visualmente, el bloque distribuidor para descartar rajaduras en las áreas de alta temperaturas. No se debe utilizar disolventes. Este es el procedimiento a seguir para desmontar los magnetos del motor.



Figura 36 Retiro del Magneto

7. Una vez Retirado los magnetos se retira el empaque del magneto se verifica que no esté deteriorado pero comúnmente se reemplaza por otro empaque.



Figura 37 Retiro de Empaque

3.7.4 Mantenimiento magneto Bendix

Para el mantenimiento periódico es fundamental hacer una inspección visual de los conjuntos principales la magneto.

- Cuñas
- Tornillos
- Anillos de retención
- Las arandelas
- Cojinetes
- Escobilla de carbón
- Engranajes de distribución
- Capacitor
- Distribuidor block
- Acople de impulso
- Contactores

Se sustituye después de cada desmontaje con nuevas partes o se limpia y se lubrica.

Procedimientos

- Una vez sacado el magneto del motor se procede a retirar los tornillos que mantienen cerrado al bloque del magneto.
- Se verificó que no presente desgastes en la rosca de los tornillos.



Figura 38 Magneto

- Una vez abierto la tapa del bloque se realiza una inspección visual para detectar algún contactor suelto o en mal estado.
- Se procede a inspeccionar los puntos de contacto (platinos).
- Se gira el imán rotatorio hasta que los puntos de los contactos estén completamente abierto.
- Se gira el imán rotatorio hasta que los puntos de los contacto estén completamente abiertos.
- Luego se inspecciono el estado de los contactos y se examina los puntos de contacto, para detectar un desgaste excesivo o picaduras. Para la limpieza de contactores e utilizó un papel grueso y limpio también se puede utilizar tarjetas de presentación etc.
- Los platinos deben presentar un color gris opaco con un aspecto de arena, esto indica que los contactos se encuentran en buen estado. Si se observara irregularidades, hoyos profundos o montículos pronunciados se debe limpiar o a su vez hacer un cambio de parte.



Figura 39 Platinos

- Luego se comprueba la distancia entre los puntos mediante un calibrador de láminas ($.018\text{mm} \pm .006$), verificando que esté de acuerdo al manual **Ver anexo B**, la distancia entre los puntos de contactos proporcionan un mejor contacto eléctrico y más alta eficiencia de rendimiento.



Figura 40 Calibrador de láminas

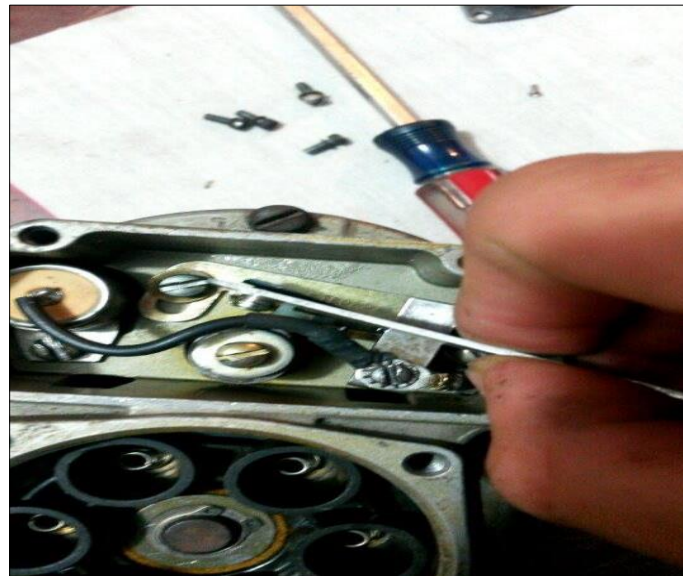


Figura 41 Comprobación de los puntos de contacto

- Luego se retiró los tornillos del montante del capacitor y se midió la capacitancia 0.30 microfaradios y la resistencia sobre 10Ω a 50 KHz. Tal como nos manda el manual del fabricante **Ver anexo C.**
- Se limpió los puntos de contacto y se volvió a armar el capacitor.

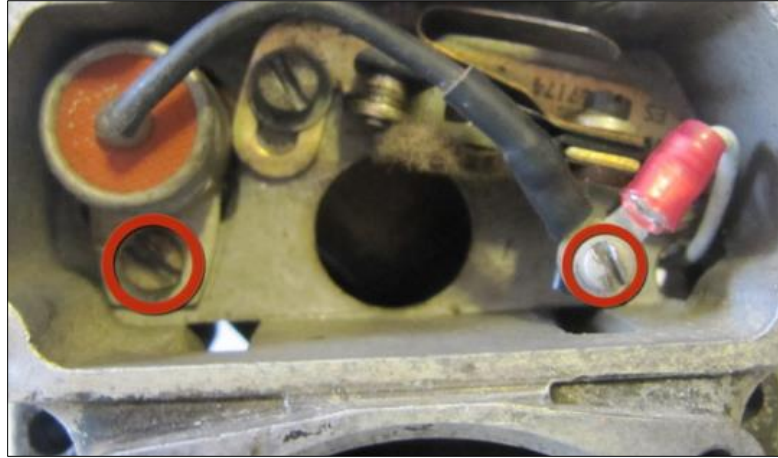


Figura 42 Capacitor

- Se procedió a retirar la bobina, se chequeo visualmente sino presentaba alguna quemadura o desgaste de los contactos y posterior se limpió los contactos con un solvente denominado contact cleaner, se midió las resistencias que estén dentro de los parámetros escritos por el fabricante debe ser de (0,2 a 0,6) ohmios **Ver anexo D**



Figura 43 Bobina

- Luego de verificar la tapa del bloque del magneto se procede a retirar los tornillos de la unión de los bloques donde se encuentra el engranaje del distribuidor.



Figura 44 Retiro de tornillos



Figura 45 Engranaje del Distribuidor

- Luego se retira con mucho cuidado el engranaje del distribuidor y se limpia mediante una brocha con solvente y se seca con un paño limpio sin pelusas.



Figura 46 Limpieza del distribuidor

- Se observó que los engranajes no estén desgastados, ni fisurados un diente o que se encuentren desgastados y si presentan una descoloración esto significaría que ya está muy deteriorado. También se revisó el electrodo del engranaje con un Pie de rey y la marcación dio (0.993) que estaba dentro de la tolerancia **Ver anexo E.**



Figura 47 Medición del Electrodo

3.8 ENSAMBLAJE

- Luego de inspeccionar todas las partes del magneto con su respectiva limpieza se procedió a armar, para esto se debe poner cuidadosamente al engranaje del distribuidor en el rotor.
- El diente guía del engranaje del piñón se alinea con la marca de sincronización pintada para que no exista errores o desincronización al momento de coger el tiempo.
- Se aseguró que las partes del cojinete estén acoplado correctamente y que exista el juego adecuado.
- Se coloca los tornillos para asegurar el bloque del magneto.



Figura 48 Marca de sincronización

3.9 SINCRONIZACIÓN DEL MAGNETO

La apertura del punto del disyuntor puede comprobarse mediante el uso de un sincronizador adecuado.

- Mueva lentamente el estuche del magneto con un martillo de goma, en sentido anti horario (desde la parte posterior) para asegurarse de que los

puntos estén cerrados. Después que la luz de temporización indique que los puntos están cerrados,

- Toque el magneto ligeramente en sentido horario hasta que los puntos estén abiertos. Apriete las tuercas que fijan el magneto.



Figura 47 Sincronización del Magneto

- Compruebe el tiempo con el sincronizador haciendo retroceder el cigüeñal aproximadamente 5 grados y golpeando suavemente hacia adelante hasta que la luz de temporización indique la operación de los puntos del interruptor. Si la sincronización es correcta, la marca de 20 grados aparecerá en el centro del agujero de inspección. Apriete las tuercas de fijación del magneto
- Finalmente vuelva a colocar el tapón en el orificio de inspección en la parte superior del motor.

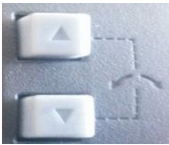
3.10 AJUSTE DE DATOS DEL MOTOR

Tabla 4 Datos del motor

Parámetro	Descripción
P0100	Selección de 50/60 Hz = 1: Norteamérica (hp), 60 Hz = 2: Norteamérica (kW), 60 Hz
P0304[0]	Tensión nominal del motor [V]
P0305[0]	Corriente nominal del motor [A]
P0307[0]	Potencia nominal del motor [kW/hp]
P0309[0]	Eficiencia nominal del motor [%]
P0310[0]	Frecuencia nominal del motor [Hz]
P0311[0]	Velocidad nominal del motor [RPM]
P1900	Seleccionar la identificación de datos del motor. = 0: desactivada

3.10.1 Troubleshooting

PROBLEMA	POSIBLES CAUSAS	SOLUCIÓN
No presenta ninguna información en el panel de control del variador.	El variador no almacena las características del motor.	Realice la configuración del variador insertando las características del motor.
El giro de motor es en sentido anti horario.	La configuración en el variador se encuentra en	Pulse los dos botones al mismo tiempo para cambiar

	sentido horario.	de sentido ya sea de horario a anti horario.
		
Swich	No recepta la energía para el encendido del variador.	Si el problema es persistente cambie el swich.
No presenta salto de chispa de comprobación en los puntos de contacto.	Los comprobadores de chispa se encuentran muy separados o no están en dirección recta	Los comprobadores deben mantener a una distancia de 0,3 a 0,4 milímetros.
Presenta humo en el magneto.	La bobina se encuentra quemada.	Cambio de magneto.

3.11 ANÁLISIS DE COSTOS

En la elaboración del proyecto se realizaron los siguientes gastos, siendo todos de importancia y ninguno menos relevante, tomando en cuenta los siguientes factores que se consideraron en el siguiente orden en la inspección de magnetos marca Bendix.

Costos Primarios

- Materiales

- Herramientas
- Mano de obra

Costos secundarios

- Hospedaje
- Transporte
- Alimentación
- Asesoramiento externo
- Elaboración de textos

3.11.1 Costos primarios

Tabla 5 Tabla de los Costos de Herramientas

N.-	ITEM	CANT.	V. Unit USD
1	Flexómetro	1	1.50
2	Lijas	10	2.00
3	Taladro	1	50.00
4	cables	1	20.00
5	Brocas	4	6.00
Total			79.50

Tabla 6 Tabla Total de Costos primarios

N.-	ITEM	V. Unit USD
1	Costos de Materiales	550.00
2	Costo de Herramientas	79.5
Total		629.5

3.11.3 Gastos Secundarios

Tabla 7 Gastos Secundarios

N.-	ITEM	V.Unit USD
1	Hospedaje	600.00
2	Copias	50.00
3	Transporte	75.00
	TOTAL	725.00

3.11.4 Costo total del proyecto

Tabla 8 Tabla Costo total del proyecto

Costo total de gastos primarios	629.50
Costo total de gastos secundarios	725.00
TOTAL DEL PROYECTO	1354.50

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- El proyecto de titulación fue desarrollado de acuerdo a la información técnica indagada sobre el principio de funcionamiento de los magnetos marca Bendix que incorporan en la aeronave Piper PA34220-T perteneciente a la compañía LAENSA ubicada en la ciudad de Guayaquil.
- Para la elaboración del proyecto se realizó un análisis de las características técnicas de los componentes que no presenten discrepancias a la vez dejando los mismos en unas condiciones aceptables y operables para el funcionamiento del banco de pruebas.
- Para el desarrollar la inspección de la magneto marca Bendix se empleó la información y procedimiento descritos en los manuales de inspección correspondiente a la ATA 74 de la aeronave.
- La prueba de funcionamiento se realizó mediante el banco de pruebas implementado para la ejecución de la inspección dando como resultado que los magnetos que utiliza la aeronave están operativos y en buenas condiciones de aeronavegabilidad.

4.2 RECOMENDACIONES

- Es indispensable para el trabajo de comprobación la utilización de la información de comprobación y operación del magneto
- Es importante mencionar que todos los equipos y accesorios para este proyecto deben ser calibrados y certificados cumpliendo periódicamente con la supervisión de los técnicos habilitados.
- Todo componente aeronáutico debe poseer una condición satisfactoria para prevenir cualquier incidente durante el tiempo de operación de la aeronave mediante los manuales de mantenimientos.
- En la ejecución de tareas de mantenimiento es imprescindible seguir y cumplir exhaustivamente los procedimientos escritos en toda información técnica y parámetros en los equipos de comprobación para prevenir cualquier incidente.

GLOSARIO

A

Aerodinámico: dicho de un cuerpo móvil: Que tiene forma adecuada para disminuir la resistencia del aire.

Aerodino: Toda aeronave que, principalmente, se sostiene en el aire en virtud de fuerzas aerodinámicas.

Aeronave: Toda máquina que puede sustentarse en la atmósfera por reacciones del aire que no sean las reacciones del mismo contra la superficie de la tierra.

Aeronavegabilidad: Actitud técnica y legal que debe tener una aeronave para volar en condición de aceptación y condición segura

Arnes: Componente que soporta el paso de energía eléctrica

ATA: asociación de Transporte Aéreo - El listado ATA 100 es una forma de organizar las distintas partes, reparaciones o tipos de sistemas que tiene cualquier avión.

Avión (aeroplano): Aerodino propulsado por motor, que debe su sustentación en vuelo principalmente a reacciones aerodinámicas ejercidas sobre superficies que permanecen fijas en determinadas condiciones de vuelo.

Aviación Menor: Nombre que se da para aeronaves pequeñas como son avionetas, helicópteros.

B

Bibliográfico: perteneciente o relativo a la bibliografía.

Bibliografía: descripción, conocimiento de libros, de sus ediciones, etc.

Bosquejos: es la primera traza, boceto o diseño que se realiza de una obra pictórica o de cualquier otra producción de la creatividad humana.

Bujía: Dispositivo de un motor de combustión interna donde se produce la chispa eléctrica que inflama la mezcla explosiva comprimida.

D

Diseño: Actividad creativa y técnica que consiste en transmitir ideas por medio de imágenes

E

Electrodo: Un electrodo es un conductor eléctrico utilizado para hacer contacto con una parte no metálica de un circuito

F

FAA: Federal Aviation Administration, entidad gubernamental responsable de la regulación de todos los aspectos de la aviación civil en los Estados Unidos.

Factibilidad: cualidad o condición de factible.

G

Ground: Referente a la tierra o a que un avión está en tierra.

H

Hangar: cobertizo grande, generalmente abierto, para guarecer aparatos de aviación o dirigibles.

Habilidades.- Existen diferentes definiciones que intentan englobar el concepto de habilidad. Es el grado de competencia de un sujeto concreto frente a un objetivo.

Habilitación: Autorización inscrita en una licencia o asociada con ella, y de la cual forma parte, en la que se especifican condiciones especiales, atribuciones o restricciones referentes a dicha licencia.

I

Implementación: Poner en funcionamiento, aplicar los métodos y medidas necesarios para llevar algo a cabo.

M

Magneto: Generador de corriente eléctrica

Motor: Es la parte sistemática de una máquina capaz de hacer funcionar el sistema, transformando algún tipo de energía.

O

Operatividad: capacidad para realizar una función.

Óptimo: sumamente bueno, que no puede ser mejor.

P

Pandeo: es un fenómeno de inestabilidad elástica que puede darse en elementos comprimidos esbeltos, y que se manifiesta por la aparición de desplazamientos importantes transversales a la dirección principal de compresión.

Presurizada: Mantener la presión atmosférica de un recinto a niveles normales para los humanos, independientemente de la presión exterior.

R

Rendimiento: proporción entre el producto o el resultado obtenido y los medios utilizados.

ABREVIATURAS

FAA: Federación de administración de la aviación.

OACI: Organización de Aviación Civil Internacional.

EPP: Equipo de protección personal

IPC: (Catalogo Ilustrado de Partes)

SRM: (Manual de Reparación Estructural)

MM: Manual de Mantenimiento

OMA: Organización de Mantenimiento Aprobado

DGAC: Dirección General de Aviación Civil.

ATA: Air Traffic Association (Asociación de Tráfico Aéreo)

TBO: Time Between Overhaul (tiempo entre revisiones)

BIBLIOGRAFÍA

Aficionadosalamecanica. (2014). Aficionadosala mecanica.net. Obtenido de <http://www.aficionadosalamecanica.net/encendido-magneto.htm>

(2007). AIRPLANE MAINTENANCE MANUAL PIPER SENECA.

ALVAREZ, M. C. (1981). Vuelo con motor alternativo. España: Paraninfo.

Civil, I. N. (2013). Taller de Motores y Aeronaves. Argentina.

CONTINENTAL. (2011). MANUAL, SERVICE SUPPORT.

FAA. (2012). POWERPLANT HANDBOOK.

Karsten Palt, L. (2001). flugzeuginfo.net. Obtenido de http://www.flugzeuginfo.net/acdata_php/acdata_pa34_en.php

laplace.us. (2007). Obtenido de <http://laplace.us.es/wiki/index.php/Archivo:Motor-explosion.gif>

mediateca. (2007). mediateca. Obtenido de <http://mediateca.educa.madrid.org/imagen/48keiry1h7xccbmx>

Muñoz, M. A. (2010). Manualvuelo.com. Obtenido de <http://www.manualvuelo.com/SIF/SIF35.html>

Oñate, E. (2009). Conocimientos del avion 5ta Edicion. Homsom Paraninfo.

Oñate, E. (s.f.). conocimientos del avion .

Pasionporvolar. (2008). Obtenido de <http://www.pasionporvolar.com/el-motor-de-los-aviones-ultraligeros-ulm-capt-2/>

Seneca, M. M. (1993). Maintenance Manual - PA-34220T.

serviceableaircraftparts.com. (2014). Obtenido de http://serviceableaircraftparts.com/index.php?main_page=index&cPath=6
v

www.ahmsa.com. (s.f.). Normas y Características de los aceros.

ANEXO