



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

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

**TEMA: "COMPROBACIÓN OPERACIONAL DE LOS
MAGNETOS SLICK MODELO 4300/6300, DE LOS AVIONES
CESSNA 172S PERTENECIENTES A LA ESCUELA DE
AVIACIÓN DEL EJÉRCITO CAPT. FERNANDO VÁSCONEZ"**

AUTOR: DIEGO FERNANDO CHACHA VELATA

**DIRECTORA: TLGA. MARITZA DE LOURDES NAUÑAY
MIRANDA**

LATACUNGA

2017



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, "**COMPROBACIÓN OPERACIONAL DE LOS MAGNETOS SLICK MODELO 4300/6300, DE LOS AVIONES CESSNA 172S PERTENECIENTES A LA ESCUELA DE AVIACIÓN DEL EJÉRCITO CAPT. FERNANDO VÁSCONEZ**" realizado por el señor **CHACHA VELATA DIEGO FERNANDO**, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar al señor **CHACHA VELATA DIEGO FERNANDO** para que lo sustente públicamente.

Latacunga, Mayo del 2017

TLGA. MARITZA NAUÑAY
DIRECTORA



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES
CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **CHACHA VELATA DIEGO FERNANDO**, con cédula de identidad N° **0603813411**, declaro que este trabajo de titulación "**COMPROBACIÓN OPERACIONAL DE LOS MAGNETOS SLICK MODELO 4300/6300, DE LOS AVIONES CESSNA 172S PERTENECIENTES A LA ESCUELA DE AVIACIÓN DEL EJÉRCITO CAPT. FERNANDO VÁSQUEZ**" ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas. Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Latacunga, Mayo del 2017

CHACHA VELATA DIEGO FERNANDO

C.C.:0603813411



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES
CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

AUTORIZACIÓN

Yo, **CHACHA VELATA DIEGO FERNANDO**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca virtual de la Institución el presente trabajo de titulación "**COMPROBACIÓN OPERACIONAL DE LOS MAGNETOS SLICK MODELO 4300/6300, DE LOS AVIONES CESSNA 172S PERTENECIENTES A LA ESCUELA DE AVIACIÓN DEL EJÉRCITO CAPT. FERNANDO VÁSCONEZ**" cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Latacunga, Mayo del 2017

CHACHA VELATA DIEGO FERNANDO
C.C.:0603813411

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mis padres, quienes en todo momento me apoyaron depositando su entera confianza, con el más grande amor y sacrificio para que día a día se vean plasmados mis sueños, así de esta manera forjar un destino mejor para mi vida llena de esperanzas e ilusiones como profesional e incentivándome a ser cada día mejor.

CHACHA VELATA DIEGO FERNANDO

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme dado la existencia y ser un hombre de bien, a su vez por haberme permitido alcanzar un escalón más en mi vida, siendo parte de prestigiosa institución como lo es la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE.

Al personal de docentes de la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, quienes con su formación y doctrina han creado en mí una persona con cultura y valores positivos.

A mi directora de tesis, Srta. Tlga. Maritza Nauñay por haberme guiado de manera técnica y científica para el desarrollo del presente trabajo.

CHACHA VELATA DIEGO FERNANDO

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN.....	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO	vii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
CAPÍTULO I	xiv
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	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	4
CAPÍTULO II	5
MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Historia de Cessna	5
2.2. Descripción de la Aeronave Cessna 172S	6
2.3. Motor De Aviación	8
2.3.1. Motor Recíproco o Alternativo	9
2.3.2. Motor Lycoming IO-360-L2A	10
2.3.3. Sistema de Encendido del Motor Lycoming.....	11
2.4. Magneto	12
2.4.1. Características Magneto Slick 4300/6300	13
2.4.2. Operación de Encendido	13

2.4.3. Chequeo de Magnetos	14
2.5. Bujías	15
2.4.4. Partes de la Bujía	16
2.4.5. Sistema de Designación del Tipo de Bujía	17
2.6. Arneses	17
2.6.1. Información Técnica	17
2.7. Señalización	19
2.6.1. Colores de seguridad	19
2.6.2. Señales de seguridad	20
2.8. Normas de seguridad	22
2.7.1. Normas básicas de seguridad	22
CAPÍTULO III	27
DESARROLLO DEL TEMA	27
3.1. Preliminares	27
3.2. Estudio de factibilidad	27
3.2.1. Factor técnico	28
3.2.2. Factor económico	28
3.2.3. Factor legal	28
3.3. Recopilación de información técnica	28
3.3.1. Materiales	29
3.4. Construcción del banco de pruebas para la comprobación operacional de los magnetos Slick modelo 4300/6300	29
3.4.1. Descripción del banco de pruebas	29
3.4.2. Secuencia a seguir para la construcción del banco de pruebas	30
3.5. Diseño de planos	30
3.6. Diseño de diagramas de sistema eléctrico	31
3.7. Construcción de la estructura metálica	32
3.7.1. Materiales, máquinas y herramientas utilizadas	32
3.7.2. Equipo de protección personal (E.P.P)	33
3.7.3. Proceso de construcción	35
3.8. Instalación de componentes eléctricos y electrónicos	38
3.9. Acabados	44
3.10. Señalización	46

3.11.	Instalación y remoción del magneto en el equipo de comprobación	47
3.12.	Pruebas de funcionamiento	49
3.12.1.	Pruebas operacionales	49
3.13.	Elaboración de manuales	50
3.13.1.	Tipos de manuales	50
3.14.	Lista de chequeos	60
3.15.	Presupuesto	60
3.15.1.	Costos primarios.	60
3.15.2.	Costos secundarios	60
3.15.3.	Costo total	61
CAPÍTULO IV		62
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		62
4.1.	Conclusiones	62
4.2.	Recomendaciones	62
GLOSARIO		63
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		64
ANEXOS		65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Descripción General	7
Tabla 2 Descripción General	8
Tabla 3 Designación de modelo del motor Lycoming IO-360-L2A.....	11
Tabla 4 Descripción de partes	16
Tabla 5 Colores de seguridad y significado	19
Tabla 6 Señales de seguridad.....	20
Tabla 7 Materiales	32
Tabla 8 Máquinas.....	33
Tabla 9 Herramientas manuales	33
Tabla 10 Configuración de datos del motor.....	40
Tabla 11 Codificación de manuales y hoja de registro del equipo de comprobación operacional de magnetos Slick.....	50
Tabla 12 Costos primarios	60
Tabla 13 Costos secundarios.....	61
Tabla 14 Costo total.....	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Clyde Cessna - 1914	5
Figura 2 Cessna 170B - Precursor al 172	6
Figura 3 Aeronave Cessna 172S	6
Figura 4 Dimensiones de la aeronave Cessna 172S vista lateral.....	7
Figura 5 Dimensiones de la aeronave Cessna 172S vista frontal	7
Figura 6 Componentes de un motor recíproco	9
Figura 7 Motor Lycoming IO-360-L2A	10
Figura 8 Encendido de Motor Lycoming.....	11
Figura 9 Magneto.....	12
Figura 10 Sistema de Doble Encendido.....	13
Figura 11 Posiciones de STARTER.....	14
Figura 12 Bujías	15
Figura 13 Partes de la bujía.....	17
Figura 14 Designación del Tipo de Bujía	17
Figura 15 Arnesees	18
Figura 16 Arnesees y Magnetos Instalados en el Motor	19
Figura 17 Orden y limpieza en el área de trabajo	23
Figura 18 Equipo de protección personal individual	23
Figura 19 Herramientas manuales ordenadas	24
Figura 20 Escaleras apropiadas a utilizarse	24
Figura 21 Riesgos eléctricos.....	25
Figura 22 Cuidados en caso de accidente	26
Figura 23 Diseño de plano en INVENTOR.....	31
Figura 24 Diagrama de sistema eléctrico	32
Figura 25 Equipo de protección personal (E.P.P)	34
Figura 26 Unión de la estructura.....	35
Figura 27 Proceso de soldadura	36
Figura 28 Estructura metálica terminada	36
Figura 29 Revestimiento de madera colocado en la estructura metálica.....	37
Figura 30 Perforación del revestimiento.....	37
Figura 31 Primera mano con pintura amarilla	38
Figura 32 Motor eléctrico trifásico (220VAC); 1720 RPM.....	38

Figura 33 Revisión y mantenimiento de motor eléctrico	39
Figura 34 Fijación del motor en el soporte	39
Figura 35 Variador de frecuencia SINAMICS V20	40
Figura 36 Diagrama de instalación del convertidor SINAMICS V20	42
Figura 37 Sujeción del variador SINAMICS V20	42
Figura 38 Pantalla SINAMICS V20	42
Figura 39 Cable sucre para conexión del motor hacia el variador de frecuencia SINAMICS V20.....	43
Figura 40 Cable flexible #12 he interruptor de seguridad que va del variador de frecuencia hacia la toma de 220VAC	43
Figura 41 Transmisor de energía.....	44
Figura 42 Transmisor de energía, arneses y magneto	44
Figura 43 Equipo y vestimenta adecuada para pintura y acabados del banco de prueba	45
Figura 44 Pintada final del equipo.....	45
Figura 45 Colocación de moqueta	46
Figura 46 Señalización	47
Figura 47 Colocación del magneto en el soporte	47
Figura 48 Eje del motor que coincida con el eje del magneto	48
Figura 49 Elementos de sujeción soporte de magneto	48
Figura 50 Arnese del magneto acoplados al transmisor de energía	49

RESUMEN

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo fundamental la construcción de un equipo de comprobación operacional de los **magnetos** Slick modelo 4300/6300 para que sirva de ayuda en las **inspecciones** al personal de **mantenimiento** de la sección de aviones, un estudio minucioso de los diferentes manuales tanto de la aeronave como de los magnetos permitió la elaboración del equipo, mismo que fue llevado a cabo utilizando diferentes tipos de materiales que al combinarse adquieren las características apropiadas para este proyecto. El banco de prueba consta de dos partes: la primera se trata de una base la misma que servirá para el soporte de los diferentes elementos y componentes, además para su traslado hacia el lugar donde se realizará la comprobación, la segunda parte es el magneto y los elementos que ayudaran a su comprobación. Con este proyecto se pretende satisfacer las necesidades que presenta la Escuela de Aviación del Ejército permitiendo que las prácticas de mantenimiento se desarrolle acorde al avance tecnológico, la implementación de este equipo va a mejorar el desempeño profesional de los aerotécnicos en sus labores cotidianas ya que permite la comprobación de los magnetos fuera de la **aeronave**. La **operación** del equipo de comprobación operacional es muy sencillo y permite simular la función del magneto en una forma mecánica para de esta manera comprobar su funcionamiento.

PALABRAS CLAVES:

- **MAGNETO**
- **INSPECCIÓN**
- **MANTENIMIENTO**
- **AERONAVE**
- **OPERACIÓN**

ABSTRACT

The present technical project has as main objective the assembly of an operational test equipment to the Slick **magnetos** model 4300/6300 to support in the **inspections** of **maintenance** personnel of the aircraft section, a detailed study of the manuals both the aircraft and the magnets allowed the development of the equipment, which was carried out using different types of materials that combined acquire the appropriate characteristics for this project. The test form consists of two parts: the first one is a base that serves to support the different elements and components, in addition to transfer it to the place where the test will be carried out, the second part is the magneto and the elements that help check. This project aims to accomplish the Army Aviation School needs by allowing maintenance practices to be developed in line with technological progress; the implementation of this equipment will improve the professional performance of air traffic controllers in their daily tasks as it allows checking the magnets outside the **aircraft**. The **operation** of the test equipment is very simple and allows simulating the function of the magnet in a mechanical way in order to check its operation.

KEYWORDS:

- **MAGNETO**
- **INSPECTION**
- **MAINTENANCE**
- **AIRCRAFT**
- **OPERATION**

Checked by: Lic. Wilson E. Villavicencio F. MSc.

DOCENTE UGT

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Antecedentes

La Brigada de Aviación del Ejército N°15 “PAQUISHA” (15-BAE “PAQUISHA”), situada en el cantón Rumiñahui en la Provincia de Pichincha, es una Unidad operativa de la Fuerza Terrestre, la cual dio sus inicios en el año 1954 con la creación del Servicio Aéreo del Ejército “S.A.E.”, el mismo que con el transcurrir de los años y debido a su importancia en el desarrollo del país llega a constituirse como la Brigada de Aviación del Ejército en el año 1978, creada con el fin de prestar servicios de transporte aéreo y abastecimientos a todas las unidades del Ejército, entendiéndose como servicio de transporte aéreo el traslado de autoridades civiles y militares a todas las regiones del Ecuador.

Para cumplir con dicho objetivo la Escuela de Aviación del Ejército “Capt. Fernando Vásconez” forma pilotos de ala fija y técnicos especializados en estas aeronaves con los más altos estándares de preparación técnico humanístico y así coadyuvar al cumplimiento de la misión del escalón superior, de ahí nace la necesidad de realizar las tareas de mantenimiento a las aeronaves de la ESAE, que con avances de la ciencia y tecnología nos obliga a mejorar la calidad de educación para lograr aportes significativos en el desarrollo de las actividades relacionadas con la aviación militar, por esta razón se realizará este proyecto que aparte de servir como un equipo de instrucción, permite comprobar estos componentes especialmente los magnetos de las aeronaves Cessna 172S permitiendo asegurar la aeronavegabilidad de las mismas para la ESAE.

Durante los años en que la ESAE cumple funciones como formar, capacitar y habilitar al personal de pilotos, en el área de mantenimiento aeronáutico se han presentado dificultades para realizar ciertas comprobaciones operacionales a los elementos o componentes de la aeronave, por la ausencia de ciertos bancos de prueba; por lo que se realiza

una investigación de los problemas presentados al momento de realizar inspecciones complementarias o periódicas de las aeronaves, en el cual se determinó que es parte fundamental la implementación de un banco de comprobación operacional para los magnetos Slick modelo 4300/6300 de las aeronaves Cessna 172S, permitiendo que el personal de mantenimiento pueda realizar los chequeos y comprobaciones para mantener la operabilidad de las aeronaves.

1.2. Planteamiento Del Problema

El avance vertiginoso de la tecnología en el campo aeronáutico ha provocado que los técnicos de mantenimiento carezcan de información técnica, procedimientos lógicos, disponibilidad de diferentes equipos, como bancos de prueba, lo cual conlleva a cometer errores en el diagnóstico de operación de los diferentes componentes, así como también en elementos del avión, en ciertos casos al momento de realizar la comprobación de los magnetos.

Con la evolución de la aeronáutica el mantenimiento se hace más complejo, es por aquello que es necesario implementar un equipo que facilite la comprobación de magnetos; pero debido a su exagerado costo, es necesario la implementación de un banco de prueba con características similares, el cual permite realizar dicho procedimiento pero a un costo más económico; de no disponer este equipo no se podría conocer si la operación está acorde con los requerimientos del motor, como también sin saber si los arneses conducen la corriente a cada una de las bujías cumpliendo con un ciclo del motor.

De no elaborar este banco de comprobación operacional que nos facilite verificar la operación de los magnetos, se seguirá realizando tareas de mantenimiento empíricamente y comprobando su funcionamiento solo en tierra mas no en operaciones reales de vuelo, estos procedimientos son enteramente necesarios para no poner en riesgo la seguridad personal de los técnicos como también la aeronavegabilidad insegura de las aeronaves.

1.3. Justificación

Para poder tener una aviación con poder aeronáutico disuasivo lista para enfrentar amenazas, la Brigada de Aviación del Ejército como uno de los elementos de maniobra del Comando de Operaciones Terrestres permite multiplicar la capacidad operativa de las unidades terrestres mediante la ejecución de operaciones de combate, apoyo de combate y apoyo de servicio de combate en todo el territorio nacional contribuyendo directamente a la consecución de los objetivos institucionales, es por aquello que la sección de mantenimiento de la ESAE deberá mantener todos sus equipos, bancos de pruebas en óptimas condiciones, para que beneficien los trabajos y comprobaciones en los sistemas del avión.

Los resultados del presente trabajo investigativo facilitará a los técnicos aeronáuticos de la ESAE para que desarrollen sus procesos de mantenimiento mediante la aplicación de todos sus conocimientos y destrezas, para de esta manera satisfacer sus necesidades, adicional se beneficiará la sección de Aviones ya que contará con un equipo apto para realizar la comprobación operacional de los magnetos Slick 4300/6300, de los aviones Cessna 172S, permitiendo generar eficiencia y calidad en los trabajos del personal técnico en aviación de la especialidad aviones.

Por lo expuesto anteriormente es importante que el taller aeronáutico de la ESAE cuente con equipos, bancos de comprobación operacional y herramientas acordes a la tecnología actual con el fin de que los técnicos del área de mantenimiento de aviones alcancen un desarrollo eficiente en sus tareas encomendadas, es por aquello que la implementación de este equipo cuenta con el apoyo y aprobación del oficial de mantenimiento y el supervisor de la sección aviones, así como la información necesaria para realizar este proyecto se encuentra en los respectivos manuales de la aeronave y además, existe la disponibilidad de personal capacitado para la asesoría técnica con respecto a la misma.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Comprobar los magnetos Slick modelo 4300/6300 de los aviones Cessna 172S pertenecientes a la ESAE, en base a las características y procedimientos especificados en el manual del fabricante, usando un banco de pruebas.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Recopilar información referente al modelo y serie de los magnetos que poseen las aeronaves Cessna 172S.
- Ensamblar un banco de prueba para la comprobación operacional de los magnetos Slick modelo 4300/6300 en base a las condiciones de operación de los mismos.
- Implementar el banco de prueba, para mantener en condiciones operables los magnetos Slick modelo 4300/6300 de los aviones Cessna 172S pertenecientes a la ESAE.

1.5. Alcance

Este proyecto está dirigido al personal técnico que actualmente cumple las funciones de mantenimiento aeronáutico en la Escuela de Pilotos de Aviación del Ejército "Capt. Fernando Vásquez", específicamente para la sección de Aviones, y a la vez servirá para todos aquellos trabajos relacionados con mantenimiento y comprobación de magnetos, permitiendo así aumentar la eficiencia profesional de los técnicos de aviación que prestan sus servicios en esta unidad, a su vez el taller aeronáutico de la ESAE contará con un equipo de comprobación acorde a la tecnología actual y cumpliendo con características y procedimientos especificados en el manual del fabricante.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Historia de Cessna

La historia de Cessna de la aviación comenzó en junio de 1911, cuando Clyde Cessna, un granjero de Rago, Kansas, construyó un avión de madera y tela, este se convirtió en la primera persona para construir y volar un avión propulsado por un motor en el corazón de América, entre el río Mississippi y las montañas rocosas, teniendo éxito crea su propio negocio, Cessna Aircraft Company. (172 guide, 2016)



Figura 1 Clyde Cessna - 1914

Fuente: (172 guide, 2016)

El primer diseño de Cessna producido en serie fue el Cessna Modelo A, que encabezó una popular serie de monoplanos de ala alta que perdura hasta la actualidad en la gama de monomotores de Cessna, por otro lado, tras el final de la segunda Guerra Mundial, Cessna creó el Cessna 170, que, junto con su variante, el Modelo 172, se convirtió en el modelo de avión ligero más producido en la historia de la aviación, fue comprada por General Dynamics en 1985, y por Textron en 1992. (172 guide, 2016)



Figura 2 Cessna 170B - Precursor al 172

Fuente: (172 guide, 2016)

2.2. Descripción de la Aeronave Cessna 172S

Las aeronaves Cessna 172S, son aeronaves monomotor a pistón, de ala alta y estructura total de metal, su capacidad es para cuatro personas incluyendo una tripulación de uno o dos. El Cessna 172S es la aeronave más fabricado de la historia por la empresa Cessna A Textron Compañy, y probablemente la aeronave de entrenamiento más popular del mundo. (Cessna Textron Aviation, 2016)



Figura 3 Aeronave Cessna 172S

Fuente: (Cessna, Manual de Funcionamiento del Piloto, 1998)

Tabla 1

Descripción General

Dimensiones Aproximadas

Altura total	8 ft 11 in (2.72m)
--------------	--------------------

Longitud total	27 ft 2 in (8.28m)
----------------	--------------------

Alas

Envergadura (general)	36 ft 1 in (11m)
-----------------------	------------------

Fuente: (Cessna, Especificación y Descripción, 2012)

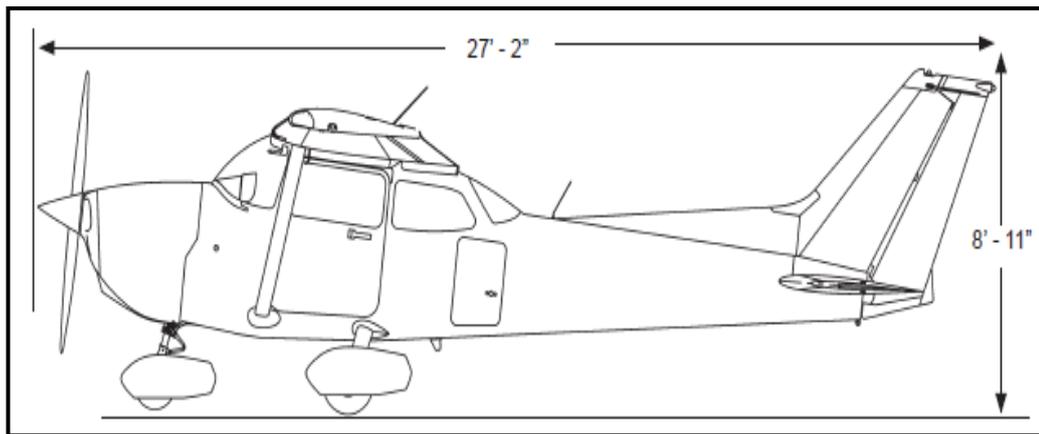


Figura 4 Dimensiones de la aeronave Cessna 172S vista lateral

Fuente: (Cessna, Especificación y Descripción, 2012)

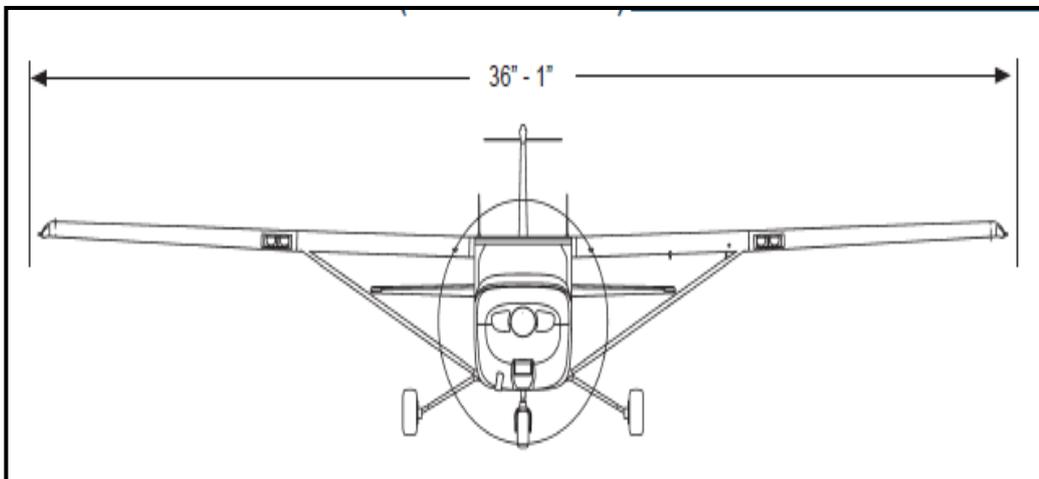


Figura 5 Dimensiones de la aeronave Cessna 172S vista frontal

Fuente: (Cessna, Especificación y Descripción, 2012)

Tabla 2**Descripción General**

Capacidad y Desarrollo de Peso	
Peso en Rampa	
Categoría normal	2558 lbs (1160 kg)
Categoría de utilidad	2208 lbs (1002 kg)
Peso de Despegue	
Categoría normal	2550 lbs (1157 kg)
Categoría de utilidad	2200 lbs (998 kg)
Peso de Aterrizaje	
Categoría normal	2550 lbs (1157 kg)
Peso en Vacío Estándar	
	1641 lbs (744 kg)
Carga Útil Máxima	
Categoría normal	917 lbs (415 kg)
Categoría de utilidad	567 lbs (257 kg)
Compartimento de carga	
Categoría normal	120 lbs (54 kg)
Capacidad de Combustible	
Capacidad total	56 gal (212 L)
Utilizable total	53 gal (200.6 L)
Capacidad total en cada tanque	28 gal (106 L)
Capacidad utilizable total de cada tanque	26.5 gal (100.3 L)
Capacidad de Aceite	
Carter	8 qts (7.6 L)
Capacidad total	9 qts (8.5 L)

Fuente: (Cessna, Especificación y Descripción, 2012)**2.3. Motor De Aviación**

Los motores de aviación o motores aeronáuticos son aquellos que se utilizan para la propulsión de aeronaves o aviones mediante la generación de una fuerza que desplaza al avión o aeronave hacia adelante. Su diferencia fundamental con los motores de automóviles o barcos reside fundamentalmente en su estructura está hecha con materiales más

resistentes o compactos y a la vez más ligeros, por lo que encarece su producción. Existen dos clases básicas de motores de aviación: los motores de pistón (recíprocos) y a los de reacción (donde se incluyen las turbinas). Recientemente gracias al desarrollo de empresas conjuntas entre ellas la NASA, se ha comenzado también la producción de motores eléctricos para aeronaves que funcionen con energía solar. (Ecured, 2016)

2.3.1. Motor Recíproco o Alternativo

Los motores son los mecanismos que transforman la energía química presente en el combustible en energía mecánica. La energía mecánica se manifiesta en la rotación de un eje de la máquina, al que es posible unir el mecanismo que se quiere mover. Definido el motor, distinguimos en aviación propulsor y motopropulsor. El propulsor es el órgano que transforma la energía mecánica del motor en energía cinética de una corriente de aire (o de gases). De otra parte, se llama motopropulsor el conjunto formado por motor y propulsor. Por ejemplo, el conjunto formado por un motor alternativo y una hélice es un motopropulsor.

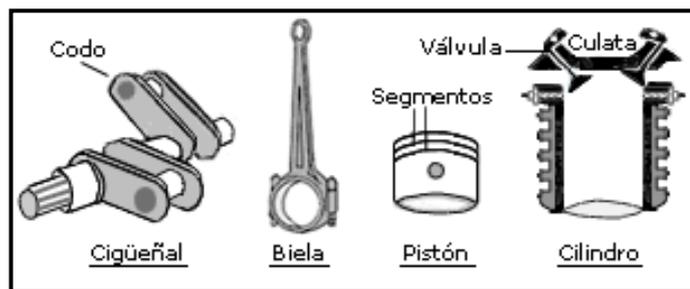


Figura 6 Componentes de un motor recíproco

Fuente: (Miguel Angel Muñoz, 2016)

El motor alternativo (recíproco) de aviación está formado por una serie de cilindros donde se comprime el aire, se mezcla éste con la gasolina y se inflama la mezcla resultante. La mezcla está previamente preparada en un dispositivo llamado carburador, o bien en un sistema de inyección. La combustión de la mezcla de gasolina y aire produce el incremento de la

presión del gas en el interior del cilindro, presión que se aplica sobre el émbolo, un cuerpo deslizante en el interior del cilindro. El movimiento lineal del émbolo, ascendente y descendente en el cilindro, se transforma, finalmente, en otro circular mediante un sistema articulado, que hace girar el eje del motor. (Oñate, 2003)

2.3.2. Motor Lycoming IO-360-L2A

El motor Textron Lycoming IO-360-L2A es de accionamiento directo, de cuatro cilindros, inyección de combustible, opuestos horizontalmente, y refrigerado por aire. Los cilindros numerados, de delante hacia atrás, están escalonados para tener tiros individuales en el cigüeñal para cada biela. El cilindro delantero derecho es el número 1 y los cilindros en el lado derecho del motor se identifican por los números impares 1 y 3. El cilindro delantero izquierdo es el número 2 y los cilindros en el lado izquierdo son identificados como 2 y 4. (Cessna 172S, Manual de Mantenimiento)

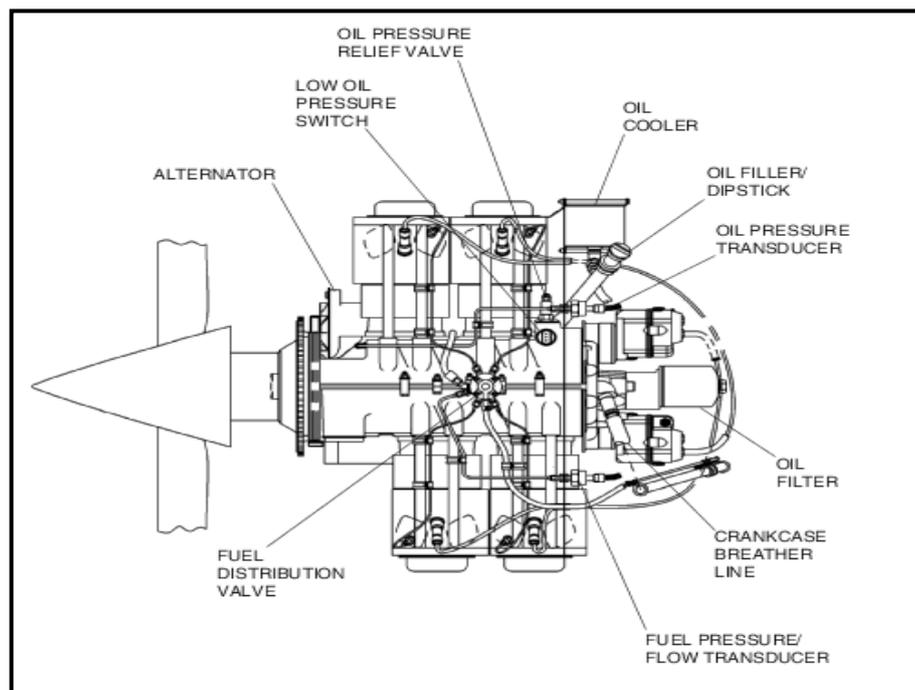


Figura 7 Motor Lycoming IO-360-L2A

Fuente: (Cessna 172S, Manual de Mantenimiento)

Tabla 3

Designación de modelo del motor Lycoming IO-360-L2A

Designación	Descripción
I	Sistema de Inyección de Combustible
O	Cilindros Horizontalmente Opuestos
360	Desplazamiento (pulgadas cubicas)
L	Rotación de la mano izquierda del motor
2	Contador de aplicación de peso
A	Acrobático

Fuente: (Lycoming-OH-manual, 1974)

2.3.3. Sistema de Encendido del Motor Lycoming

La función del sistema de encendido del motor de pistón de aviación es proporcionar una chispa eléctrica para inflamar la mezcla aire/combustible en los cilindros del motor. El sistema de encendido del motor es un sistema independiente y no forma parte del sistema eléctrico general de la aeronave. El sistema de encendido de tipo magneto es utilizado en la mayoría de motores de aeronaves alternativos. Los magnetos son unidades independientes que suministran corriente eléctrica sin usar una fuente externa de corriente.

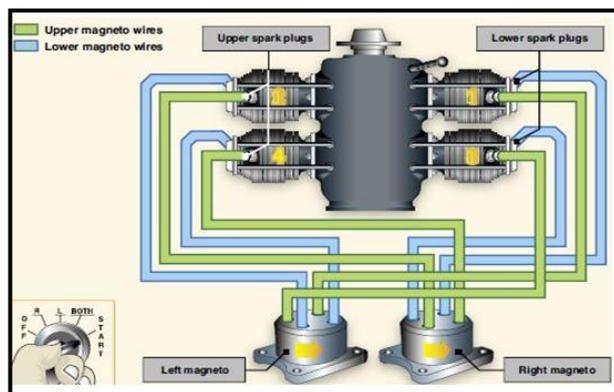


Figura 8 Encendido de Motor Lycoming

Fuente: (Arroyo, 2016)

Los motores de aeronaves modernas son requeridos por tener un sistema de arranque dual, es decir, dos magnetos para suministrar la corriente eléctrica para las dos bujías contenidas en cada cilindro. Un magneto suministra corriente a un conjunto de tapones, mientras que un segundo magneto suministra corriente al otro conjunto de tapones. (Champion Aerospace, 2016)

2.4. Magneto

Un magneto es un generador de corriente diseñado para generar un voltaje suficiente para hacer saltar una chispa en las bujías, y así provocar la ignición de los gases comprimidos en un motor de combustión interna.

Un magneto 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 amplio número de vueltas de hilo fino, un ruptor de circuito y un capacitor.



Figura 9 Magneto

Fuente: (Champion Aerospace, 2016)

Prácticamente todos los motores aeronáuticos están equipados con un sistema de doble encendido, compuesto por dos magnetos independientes que suministran corriente eléctrica a dos bujías en cada cilindro (un magneto suministra corriente eléctrica a un juego de bujías y la otra alimenta al otro juego), por seguridad y eficacia.

Si falla un sistema de magnetos, el motor puede funcionar con el otro hasta que pueda realizarse un aterrizaje seguro. Dos bujías en cada cilindro no solo dan mayor seguridad sino que además mejoran la combustión de la mezcla y permiten un mayor rendimiento. (Arroyo, 2016)

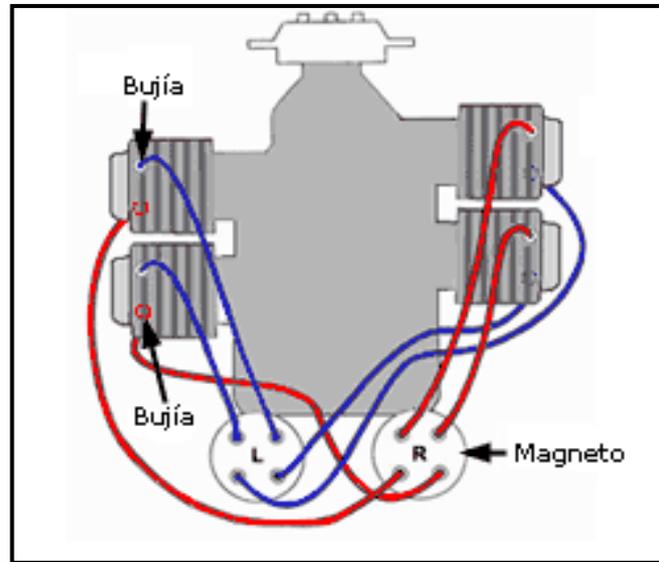


Figura 10 Sistema de Doble Encendido

Fuente: (Miguel Angel Muñoz, 2016)

2.4.1. Características Magneto Slick 4300/6300

Los magnetos de producción actual tienen cuatro dígitos en el número de parte y un sufijo opcional. Los dos primeros dígitos indican las series:

- 43xx - 4300 serie para motores de cuatro cilindros
- 63xx - 6300 serie para los motores de seis cilindros
- Los dos últimos números indican el número de modelo. Ejemplo:
- 4371 - 4300 de la serie de cuatro cilindros, modelo número 71
- 6310 - 6300 de la serie de seis cilindros, modelo número 10

2.4.2. Operación de 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 el cual solo un magneto suministra corriente a su juego de bujías.
- **L** (Left=Izquierda) lo mismo con el otro magneto y su juego de bujías.
- **BOTH** (Ambos), ambos 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, así que para poner en marcha el motor el piloto acciona el arranque (llave en START), alimentado por la batería, con lo cual se hace girar al cigüeñal y este a su vez los magnetos. Una vez que comienzan 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 sus propios medios (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 sigue su ciclo de trabajo, con el sistema de encendido alimentado por la corriente generada por los magnetos gracias al giro del motor. (Arroyo, 2016)

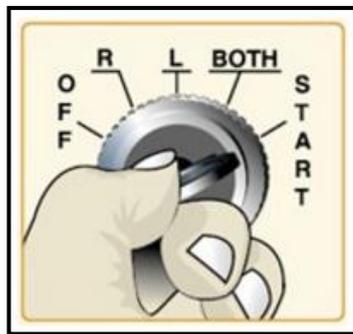


Figura 11 Posiciones de STARTER

Fuente: (Arroyo, 2016)

2.4.3. Chequeo de Magnetos

La comprobación de magneto debe hacerse a 1800 RPM. Mueva el interruptor de encendido a la primera posición **R**. Luego el interruptor vuelva

a la posición **BOTH** para despejar el otro juego de enchufes. A continuación, mueva el interruptor a la posición **L**, tenga en cuenta las RPM y regrese el interruptor a la posición **BOTH**. La caída de RPM no debe exceder de 150 RPM a ambos magneto, o mostrar una diferencia mayor de 50 RPM entre magnetos. Si hay alguna duda sobre el funcionamiento del sistema de ignición, chequee las rpm a altas velocidades del motor que por lo general confirma si existe deficiencia. (Cessna, Manual de Funcionamiento del Piloto, 1998)

2.5. Bujías

La bujía además de suministrar la chispa que enciende la mezcla de combustible en la cámara de combustión, la bujía puede ser un instrumento muy exacto del estado y funcionamiento de un motor. A pesar de saber, que la bujía puede producir más de 10000 chispas por minuto de funcionamiento del motor, manejar más de 25000 voltios y trabajar a temperaturas entre 400 y 850 grados centígrados (cantidades dependiendo del motor que se trate) es uno de los componentes más olvidados de los motores. Y también, ya que a temperaturas elevadas las acumulaciones carbonosas o de aceite se disuelven y la bujía se limpia automáticamente.

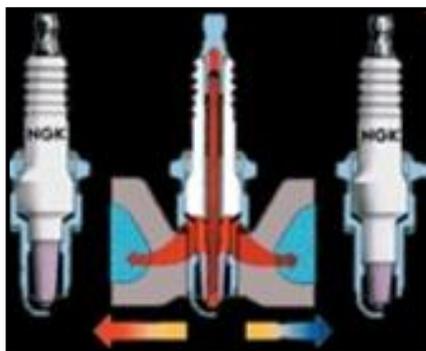


Figura 12 Bujías

Fuente: (Arroyo, 2016)

Las bujías son la “ventana” del motor (su única mirada hacia la cámara de combustión), y como hemos dicho puede ser usado como una

herramienta de diagnóstico invaluable, la bujía nos muestra los síntomas y las condiciones del desempeño del motor. (Arroyo, 2016)

2.5.1 Partes de la Bujía

Tabla 4

Descripción de partes

Número	Descripción
1	Hilos plateados (evita que se atasquen).
2	Dos capas de protección contra la corrosión.
3	Resistencia de carburo de silicio (Prolonga vida de la Bujía).
4	Sello del vidrio (Evita fugas de gas).
5	Base de cobre (asegura transferencia de calor y máxima Conductividad eléctrica).
6	Aislante de óxido de aluminio (Resiste el agrietamiento).
7	Hilos plateados para evitar que se bloquee
8	Electrodos de aleación de níquel (proporcionan Resistencia a la chispa y la erosión de calor).

Fuente: (Champion Aerospace, 2016)

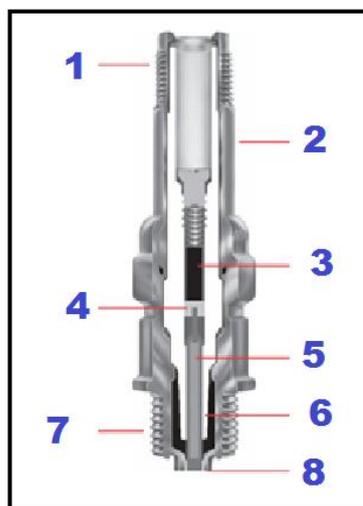


Figura 13 Partes de la bujía

Fuente: (Champion Aerospace, 2016)

2.5.2. Sistema de Designación del Tipo de Bujía

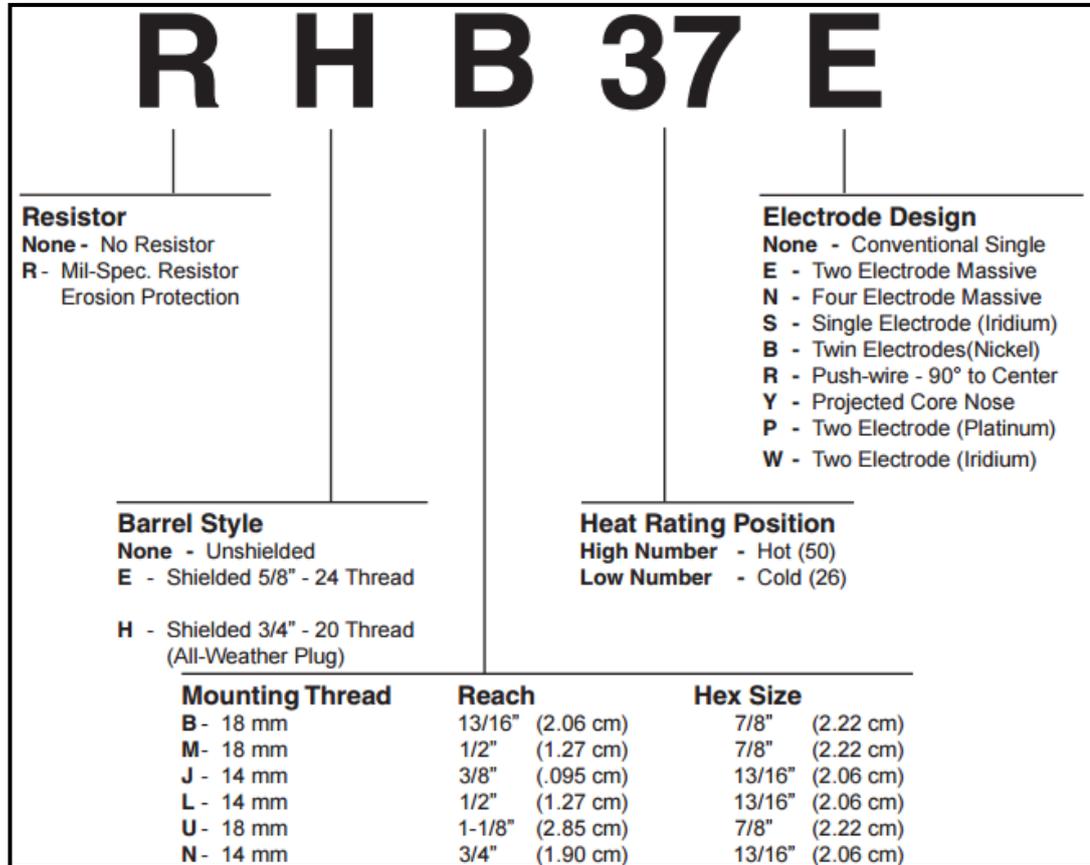


Figura 14 Designación del Tipo de Bujía

Fuente: (Champion Aerospace, 2016)

2.6. Arneses

2.6.1. Información Técnica

Los arneses son construidos para soportar las exigentes condiciones ambientales, una chispa máxima de energía producida, y mantener niveles optimizados de la protección contra interferencias electromagnéticas. Los conjuntos de cables de encendido de aeronaves impiden la entrada, formación y acumulación de impurezas en los sistemas de distribución

blindado universalmente utilizado en aeronaves mediante receptores de radio de alta sensibilidad.



Figura 15 Arneses

Fuente: (Champion Aerospace, 2016)

Los mazos de cables de encendido se caracterizan por conexiones resistentes a la corrosión, un resorte de contacto de calibre pesado para proporcionar mayor área de contacto y fuerza contra la bujía, ruta de tierra y un alambre trenzado conductor que proporciona flexibilidad para reducir la fatiga del acero inoxidable conductor de repetidos ciclos de temperatura y vibraciones del motor. Un líquido susceptible es abordado por la funda de silicona que protege el cable de la bujía de encendido a la placa posterior del mazo de cables.

Es extremadamente flexible se presta a las torceduras, eliminando así la necesidad de cables de estilo antiguo en los codos. No hay juntas soldadas en el circuito de toma de tierra, y que se hizo costumbre para la mayoría de 4 y 6 cilindros utilizando magnetos Slick. Los mazos de cables para magnetos Slick están equipados con las placas de sujeción traseros. (Champion Aerospace, 2016)



Figura 16 Arneses y Magnetos Instalados en el Motor

Fuente: (Champion Aerospace, 2016)

2.7. Señalización

Las normas INEN 439:1984 establecen los colores, señales y símbolos de seguridad, con el propósito de prevenir accidentes y peligros para la integridad física y la salud, así como para hacer frente a ciertas emergencias, además se aplica a la identificación de posibles fuentes de peligro y para marcar la localización de equipos de emergencia o de protección. (Inen , 2010)

2.7.1. Colores de seguridad

A continuación se establece los tres colores de seguridad, el color auxiliar, sus respectivos significados y da un ejemplo del ejemplo del uso correcto de los mismos. (Inen , 2010)

Tabla 5

Colores de seguridad y significado

Color	Significado	Ejemplos de uso
	Alto Prohibición	Señal de parada Signos de prohibición
	Atención Cuidado, peligro	Indicación de peligros (fuego, explosión, envenenamiento, etc.) Advertencia de obstáculos
	Seguridad	Rutas de escape, salidas de emergencia,

		estación de primeros auxilios
	Acción obligada *) Información	Obligación de usar equipos de seguridad personal. Localización de teléfono
<p>*) El color azul se considera color d seguridad solo cuando se utiliza en conjunto con un círculo</p>		

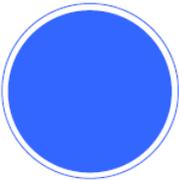
Fuente: (Inen , 2010)

2.7.2. Señales de seguridad

En esta parte se estable las formas geométricas y sus significados para las señales de seguridad. (Inen , 2010)

Tabla 6

Señales de seguridad

Señales y significado	Descripción
	Fondo blanco círculo y barra inclinada rojos. El símbolo de seguridad será negro, colocado en el centro de la señal, pero no debe sobreponerse a la barra inclinada roja. La banda de color blanco periférica es opcional. Se recomienda que el color rojo cubra por lo menos el 35% del área de la señal.
	Fondo azul. El símbolo de seguridad o el texto serán blancos y colocados en el centro de la señal, la franja blanca periférica es opcional. El color azul debe cubrir por lo menos el 50% del área de la señal
	Fondo amarillo. Franja triangular negra. El símbolo de seguridad será negro y estará colocado en el centro de la señal, la franja periférica amarilla es opcional. El color amarillo debe cubrir por lo menos el 50% del área de la

señal.

Fondo verde. Símbolo o texto de seguridad en blanco y colocada en el centro de la señal. La forma de la señal debe ser un cuadrado o rectángulo de tamaño adecuado para alojar el símbolo y/o texto de seguridad. El fondo verde debe cubrir por lo menos un 50% del área de la señal. La franja blanca periférica es opcional.



Fuente: (Inen , 2010)

2.8. Normas de seguridad

El estudio de Normas básicas de seguridad del 2107 encontró lo siguiente: en cualquier trabajo a realizarse siempre es importante tener en cuenta las recomendaciones básicas de seguridad, ya que el no cumplir con cualquiera de ellas puede ser motivo de accidentes y enfermedades profesionales, la mayoría de desgracias que ocurren se han producido por causas que fácilmente se podrían haber evitado. Las siguientes recomendaciones ayudarán a trabajar mejor y sobre todo más seguro:

- El orden y la vigilancia dan seguridad al trabajo.
- Corrige o da aviso de las condiciones peligrosas e inseguras.
- No uses maquinas o vehículos sin estar autorizado para ello.
- Usa las herramientas apropiadas y cuida de su conservación. Al terminar el trabajo déjalas en el sitio adecuado.
- Utiliza en cada paso las prendas de protección establecidas. Mantenlas en buen estado.
- No quites sin autorización ninguna protección de seguridad o señal de peligro. Piensa siempre en los demás.
- Todas las heridas requieren atención. Acude al servicio médico o botiquín.
- No gastes bromas en el trabajo. Si quieres que te respeten, respeta a los demás.
- No improvises. Sigue las instrucciones y cumple las normas. Si no las conoces, pregunta.
- Presta al trabajo que estas realizando. Atención a los minutos finales puesto que la prisa es el mejor aliado del accidente.

2.8.1. Normas básicas de seguridad

2.8.1.1. Orden y limpieza

- Mantén limpio y ordenado tu puesto de trabajo.
- No dejes materiales alrededor de las máquinas.

- Guarda ordenadamente los materiales y herramientas.
- No obstruyas los pasillos, escaleras, puertas o salidas de emergencia.

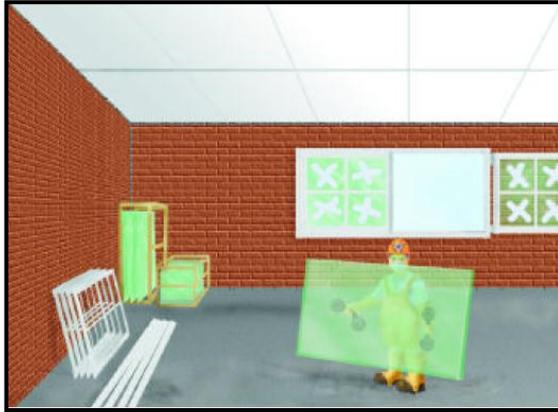


Figura 17 Orden y limpieza en el área de trabajo

Fuente: (Normas basicas de seguridad, 2017)

2.8.1.2. Equipos de protección individual

- Utiliza el equipo de seguridad que esté a disposición.
- Mantén tu equipo de seguridad en perfecto estado de conservación.
- Lleva ajustadas las ropas de trabajo; es peligroso llevar partes sueltas o que cuelguen.



Figura 18 Equipo de protección personal individual

Fuente: (Normas basicas de seguridad, 2017)

2.8.1.3. Herramientas manuales

- Utiliza las herramientas manuales solo para sus fines específicos.
- Las herramientas defectuosas deben retiradas de uso.
- No llesves herramientas en los bolsillos.
- Cuando no las utilices deja las herramientas en lugares que no puedan producir accidentes.



Figura 19 Herramientas manuales ordenadas

Fuente: (Normas basicas de seguridad, 2017)

2.8.1.4. Escaleras de mano

- Antes de utilizar una escalera comprueba que se encuentre en perfecto estado.
- No utilices nunca escaleras empalmadas una con otra.
- Al subir o bajar, da siempre la cara a la escalera.

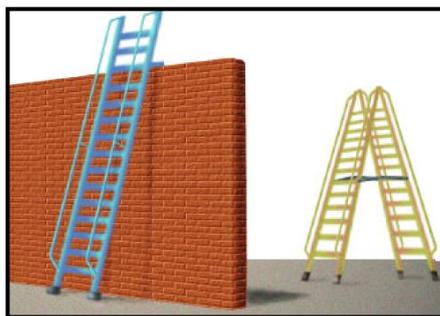


Figura 20 Escaleras apropiadas a utilizarse

Fuente: (Normas basicas de seguridad, 2017)

2.8.1.5. Electricidad

- Toda instalación debe considerarse bajo tensión mientras no se compruebe lo contrario con los aparatos adecuados.
- No realices nunca reparaciones en instalaciones o equipos con tensión.
- Si trabajas con máquinas o herramientas alimentadas por tensión eléctrica, aíslate. Utiliza prendas y equipos de seguridad.
- Si los cables están gastados o pelados, estos deben ser reparados de forma inmediata.
- Al menor chispazo desconecta el aparato o máquina.
- Presta atención a los calentamientos anormales en motores, cables, etc.

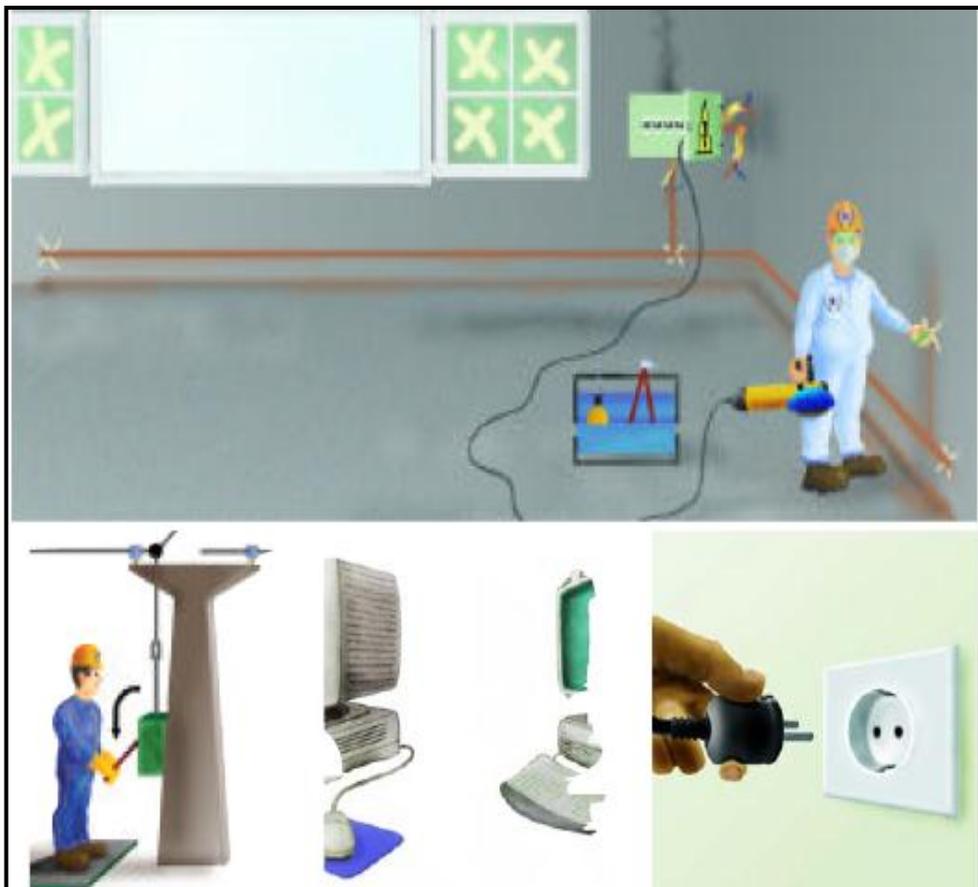


Figura 21 Riesgos eléctricos

Fuente: (Normas basicas de seguridad, 2017)

2.8.1.6. Accidentes

- Mantén la calma pero actúa con rapidez. Tu tranquilidad dará confianza al lesionado o a los demás.
- Piensa antes de actuar, asegúrate de que no hay más peligros.
- No hagas más de lo indispensable.



Figura 22 Cuidados en caso de accidente

Fuente: (Normas basicas de seguridad, 2017)

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

En el siguiente proyecto se especifica los procedimientos realizados para el desarrollo del tema, el mismo que es de gran utilidad para el personal de aerotécnicos en la especialidad de aviones de la ESAE.

CAMPO: Mecánica Aeronáutica

ÁREA: Aviones

TEMA: "Comprobación operacional de los magnetos Slick modelo 4300/6300, de los aviones Cessna 172s pertenecientes a la Escuela de Aviación del Ejército Capt. Fernando Vásconez"

BENEFICIARIOS: "ESCUELA DE AVIACIÓN DEL EJÉRCITO CAPT. FERNANDO VÁSNONEZ"

UBICACIÓN: GUAYAQUIL, AV. DE LAS AMÉRICAS, AEROPUERTO "JOSÉ JOAQUIN DE OLMEDO"

INSTITUCIÓN EJECUTORA: Unidad de Gestión de Tecnologías

COSTO: 2383.00 USD.

3.1. Preliminares

En el presente capítulo se detallará paso a paso como se realiza la comprobación operacional de los magnetos Slick modelo 4300/6300 de las aeronaves Cessna 172S, siguiendo las normas y procedimientos especificados en los respectivos manuales del fabricante, para así permitir y aumentar la eficiencia de los técnicos de aviación que prestan sus servicios en esta unidad.

3.2. Estudio de factibilidad

Para el estudio de factibilidad del presente proyecto técnico se consideró los siguientes factores:

3.2.1. Factor técnico

Se refiere al proceso de estudio de cada uno de los elementos que conforman el sistema de encendido del motor Lycoming de las aeronaves Cessna172S, considerando las normas establecidas en los respectivos manuales, determinando el grado de dificultad de la habilitación del mismo, así como la operación del sistema. En tal virtud se considera factible, ya que se puede aprovechar las partes y accesorios disponibles en stock en la sección de Abastecimiento Aéreo de la Escuela de Aviación del Ejército "Capt. Fernando Vásquez", también la disponibilidad de equipos, herramientas especiales, y lo más importante que se cuenta con asesoría de personal técnico capacitado.

3.2.2. Factor económico

Es necesario analizar los costos que genera los materiales utilizados para la comprobación operacional de los magnetos Slick modelo 4300/6300, además se considera gastos personales necesarios durante todo el proceso de desarrollo del proyecto técnico.

3.2.3. Factor legal

Para la realización de este proyecto no existe ningún impedimento legal por parte del Área de Mantenimiento, Sección Aviones de la Escuela de Aviación del Ejército, por lo tanto, el proyecto cuenta con todo el respaldo reglamentario. Adjunto anexo A.

3.3. Recopilación de información técnica

Para realizar la comprobación operacional de los magnetos Slick 4300/6300, se empleó información de los manuales técnicos de la aeronave Cessna 172S, permitiendo de esta manera determinar la forma y los materiales a utilizarse en la construcción del banco de prueba.

3.3.1. Materiales

- Tubo metálico cuadrado de 1"
- Electrodo
- Ángulo metálico de 1.5 cm
- Arnés de 4 cilindros
- Magneto
- Taladro eléctrico
- Bujías
- Plancha de triplex de 1.5 cm
- Cable para conexión
- Terminales
- Extensión
- Switch
- Regulador de rpm
- Interrupor
- Luces piloto
- Pintura amarillo Caterpillar
- Tinner
- Mica de 30 x 20 cm
- Tacómetro
- Toma corriente de 220V
- Cajetines
- Enchufe
- Brocas

3.4. Construcción del banco de pruebas para la comprobación operacional de los magnetos Slick modelo 4300/6300

3.4.1. Descripción del banco de pruebas

El banco de pruebas está constituido por las siguientes partes principales, estructura metálica, revestimiento de madera, motor eléctrico

220V 1/2hp, cañerías de plástico para instalaciones eléctricas, tacómetro, regulador de rpm, conexión de alimentación externa de 220 VAC, dispositivos de protección, dispositivos de activación del sistema.

Todas las partes del banco de pruebas están acopladas y en conjunto forman el equipo de comprobación operacional, el cual permitirá que el personal de técnicos de Aviación de la ESAE adquiera conocimientos sobre el funcionamiento y operación de sus partes.

3.4.2. Secuencia a seguir para la construcción del banco de pruebas

La construcción del banco de pruebas se lo realizó por partes para optimizar tiempo y recursos.

- Diseño de planos
- Diseño de diagramas de sistema eléctrico
- Construcción de la estructura metálica
- Instalación de componentes eléctricos y electrónicos
- Acabados
- Señalización y nomenclatura
- Pruebas de funcionamiento

3.5. Diseño de planos

El diseño de planos estructurales se realizó en el programa INVENTOR, utilizando las medidas y cotas reales en escala 1:20.

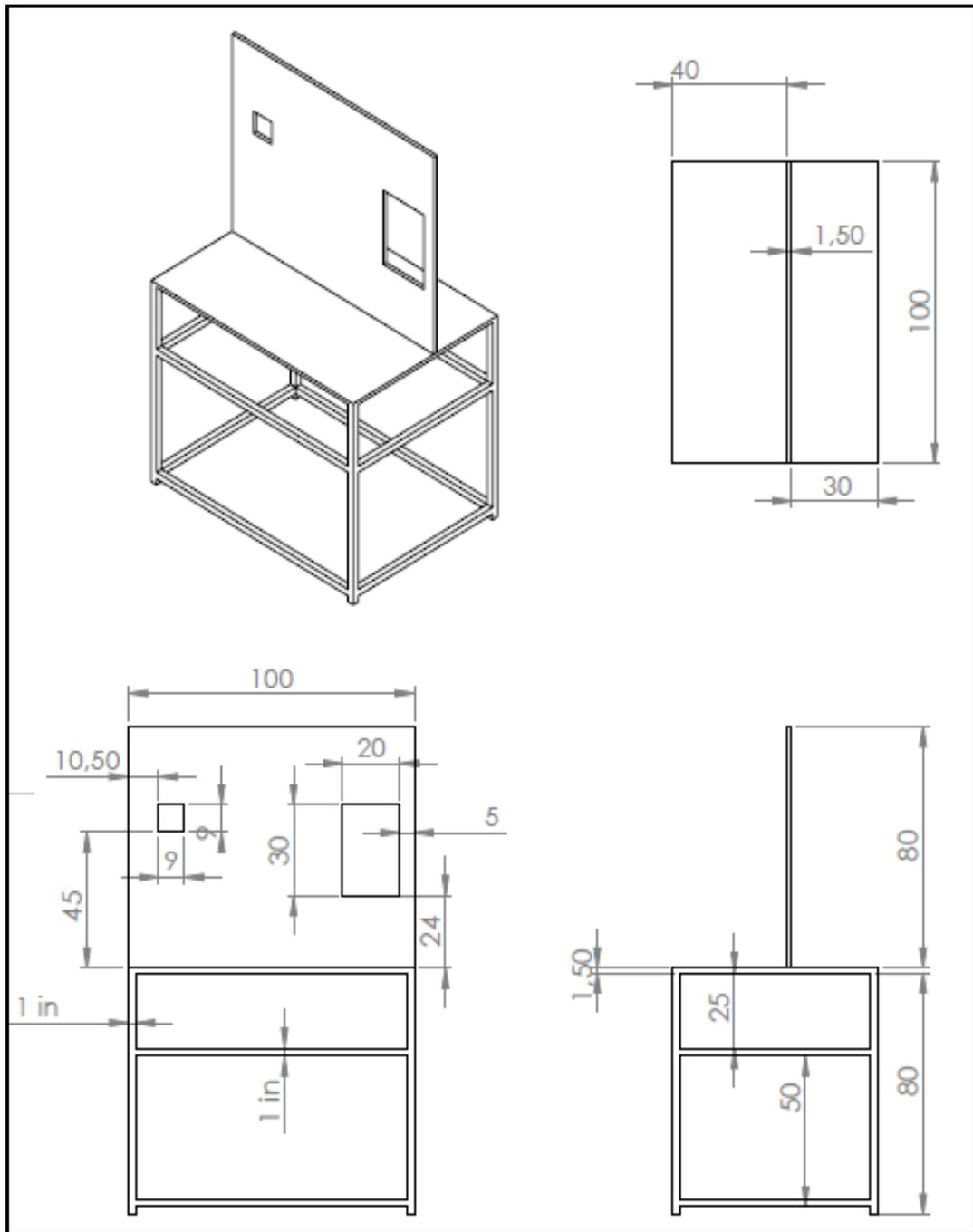


Figura 23 Diseño de plano en INVENTOR

3.6. Diseño de diagramas de sistema eléctrico

El diagrama eléctrico se encarga de representar a modo de gráfica los circuitos e instalaciones en las que van indicadas las conexiones a diferentes elementos o dispositivos que integran un sistema.

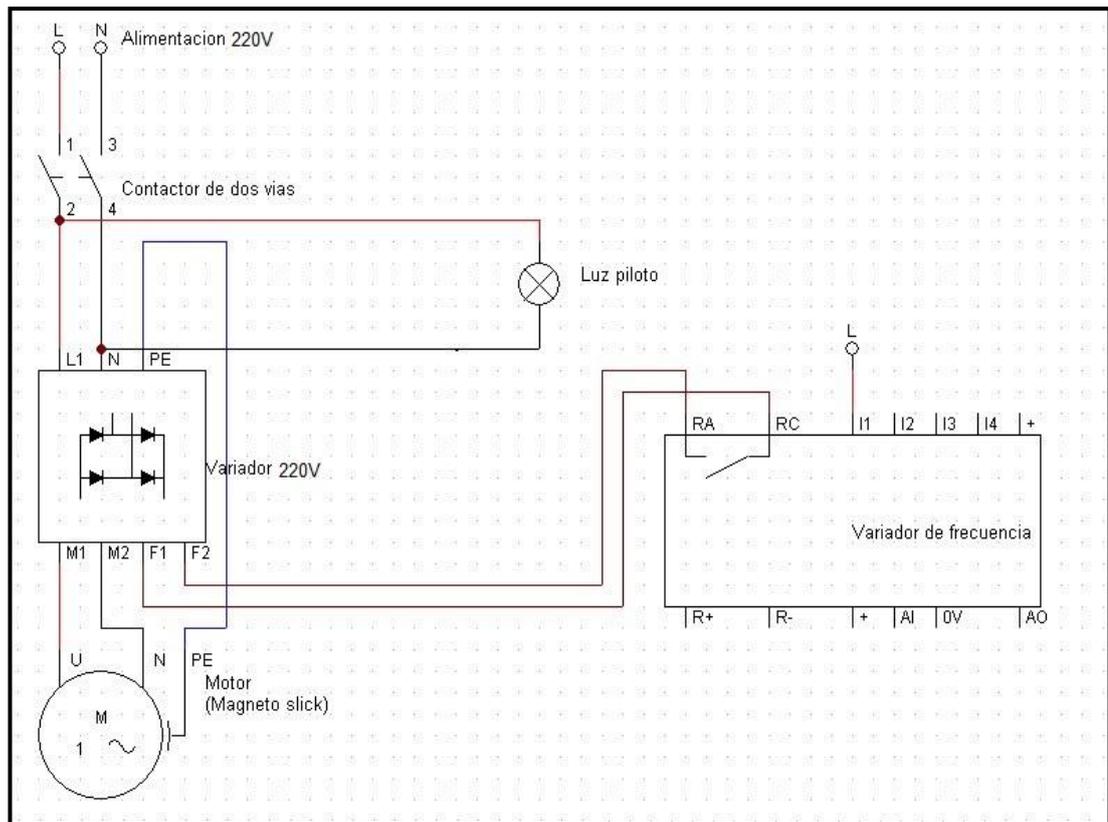


Figura 24 Diagrama de sistema eléctrico

3.7. Construcción de la estructura metálica

3.7.1. Materiales, máquinas y herramientas utilizadas

Tabla 7

Materiales

Ord.	Descripción
01	Tubo cuadrado estructural de 1"
02	Ángulo de acero de 1.5 cm
03	Electrodos tipo AGA 6011
04	Disco de corte
05	Disco de esmerilar
06	Brocas 1/8", 3/8", 3/4"
07	Tabla triplex 1.5 cm
08	Pintura

CONTINÚA



09	Tinner
10	Lijas
11	Waype

Tabla 8

Máquinas

Ord.	Descripción
01	Soldadora eléctrica
02	Esmeriladora
03	Compresor
04	Taladro eléctrico

Tabla 9

Herramientas manuales

Ord.	Descripción
01	Flexómetro
02	Arco de sierra
03	Regla
04	Lápiz
05	Punzón
06	Escuadra de metal
07	Martillo de acero y de goma
08	Alicate
09	Llaves herramientas varias medidas
10	Destornillador plano y estrella
11	Lima redonda y plana
12	Caladora

3.7.2. Equipo de protección personal (E.P.P)

Como conocimiento general para todo el personal que desempeña funciones en el área de mantenimiento aeronáutico, deben utilizar el equipo de protección personal (E.P.P) de forma obligatoria, con el fin de evitar

lesiones físicas o adquirir algún tipo de enfermedad ya que el personal de aerotécnicos se encuentran frecuentemente en contacto con materiales tóxicos e inflamables, además del manejo de herramientas.



Figura 25 Equipo de protección personal (E.P.P)

Fuente: (Vargas, 2017)

- **Protección visual.-** Se debe utilizar gafas (anteojos), esto evitará que los ojos tengan contacto directo con el desprendimiento de partículas, líquidos, vapores y gases; además en ciertos casos se utilizan máscaras con lentes de protección (máscara de soldador) y protectores faciales.
- **Protección auditiva.-** Se utilizará protectores de oídos como tapones de caucho u orejeras (auriculares), esto permitirá la protección de oídos ante fuertes ruidos.
- **Protección respiratoria.-** Este tipo de protección dependerá del trabajo que se esté realizando y el nivel de peligrosidad de los contaminantes expuestos al aire.
- **Protección para manos.-** Los guantes a utilizarse serán de acuerdo a los riesgos que está expuesto, estos deben ser los adecuados y que tengan un libre movimiento de los dedos.

- **Protección para pies.-** Este calzado debe ser adecuado para la seguridad de los pies, debe proteger la humedad, sustancias calientes, caídas de objetos y contra el riesgo eléctrico.
- **Protección para el cuerpo.-** El uso de la ropa de trabajo (overol) es obligatorio para todo el personal durante toda la jornada laboral, esta ropa debe ser la adecuada para que no se enganche, o sea atrapado por las piezas de las maquinas en movimiento.

3.7.3. Proceso de construcción

Teniendo en cuenta todas las normas de seguridad, la documentación técnica y el equipo de protección personal se procederá a la construcción de la estructura metálica, dicha estructura tiene como intención el soporte de cargas y esfuerzos mínimos, además el alojamiento y sujeción ya sea de componentes mecánicos y/o eléctricos.

Primero vamos a empezar con la medición y marcación del tubo cuadrado de calidad ASTM A-36 para la construcción del soporte estructural, para esto vamos a utilizar lo siguiente: flexómetro, lápiz o un punzón para que no permita que se borre la señal con el contacto o manipulación del material.

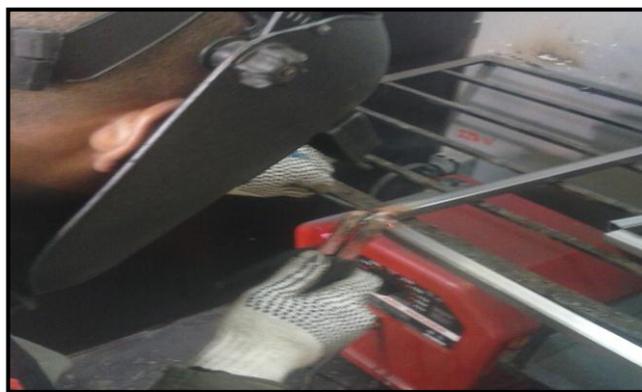


Figura 26 Unión de la estructura

Luego de trazar las medidas exactas en el tubo, procedemos a cortar y a unir las piezas de la estructura con suelda eléctrica, en la cual se utilizó electrodos AGA 6011 para realizar el punteado y el cordón de suelda.

Para este tipo de suelda utilizamos una careta de polipropileno que nos protege de la intensidad de la luz, además nos cubre el rostro y el cuello evitándonos quemaduras, es importante conocer que al tener una exposición directa a esta luz provocaría el denominado “flameo”.



Figura 27 Proceso de soldadura

El espacio físico y la utilización de vestimenta apropiada (overol, guantes, zapatos punta de acero), permitieron realizar un óptimo trabajo. Luego de terminar el proceso de soldadura, dejamos que se enfríe la estructura y finalmente para concluir se esmerilo todas aquellas partes que se soldó para dejar plano y listo para la colocación del revestimiento que en este caso será de madera (triplex).



Figura 28 Estructura metálica terminada

Para el revestimiento de la estructura se utilizó plancha de madera (triplex) de 1.5 cm de espesor, mismo que permitirá soportar los esfuerzos que en este casos son nulos, además contribuye al alojamiento de componentes mecánicos y eléctricos. Al utilizar este tipo de materiales se obtiene una estructura fuerte y liviana.



Figura 29 Revestimiento de madera colocado en la estructura metálica

Al tener listo la estructura metálica y el revestimiento de madera se procede a realizar las perforaciones necesarias para la instalación de componentes mecánicos y eléctricos. Una vez preparado el revestimiento se tiene que aplicar una mano de pintura de color amarillo sin darle un acabado terminado, a continuación lo fijamos sobre la estructura mediante pernos. Para la sujeción se fijó intervalos simétricos y así obtener una estética uniforme, de esta manera queda listo para la incorporación de instrumentos y elementos de funcionamiento en el banco de pruebas.



Figura 30 Perforación del revestimiento



Figura 31 Primera mano con pintura amarilla

3.8. Instalación de componentes eléctricos y electrónicos

Para la generación de movimiento utilizamos un motor eléctrico trifásico (220VAC) de 1720 RPM, el cual nos permitirá que el magneto Slick produzca chispa en las bujías o en el trasmisor de energía mediante el giro de su eje a cierta velocidad.



Figura 32 Motor eléctrico trifásico (220VAC); 1720 RPM



Figura 33 Revisión y mantenimiento de motor eléctrico



Figura 34 Fijación del motor en el soporte

Para la regulación y el control de la velocidad del motor vamos a utilizar un variador de frecuencia SINAMICS V20, que mediante el aumento o disminución del amperaje nos permite dosificar la velocidad del eje del motor.



Figura 35 Variador de frecuencia SINAMICS V20

Se debe realizar la configuración del variador de frecuencia SINAMICS V20 con los datos nominales de la placa de características del motor.

Tabla 10

Configuración de datos del motor

Parámetro	Nivel de acceso	Función
P0100	1	Selección de 50/60 Hz =0: Europa [kW], 50 Hz (valor predeterminado de fábrica) =1: Norteamérica [hp], 60 Hz =2: Norteamérica [hp], 60 Hz
P0304[0]	1	Tensión nominal del motor [V] Tenga en cuenta que la entrada de los datos de la placa de características tiene que corresponder con el cableado del motor.
P0305[0]	1	Corriente nominal del motor [A] Tenga en cuenta que la entrada de los datos de la placa de características tiene que corresponder con el cableado del motor.
P0307[0]	1	Potencia nominal del motor [kW/hp] Si P0100 = 0 o 2, unidad de potencia del motor = [kW] Si P0100 = 1, unidad de potencia del motor = [hp]
P0308[0]	1	Factor de potencia nominal del motor (cosϕ) Visible solamente cuando P0100 = 0 o 2
P0309[0]	1	Eficiencia nominal del motor [%] Visible solamente cuando P0100 = 1 El ajuste 0 produce el cálculo interno del valor
P0310[0]	1	Frecuencia nominal del motor [Hz]
P0311[0]	1	Velocidad nominal del motor [RPM]

CONTINÚA



Selección de la identificación de datos del motor

= 0: Deshabilitada

= 2: Identificación de todos los parámetros en parada

Fuente: (SIEMENS, 2013)

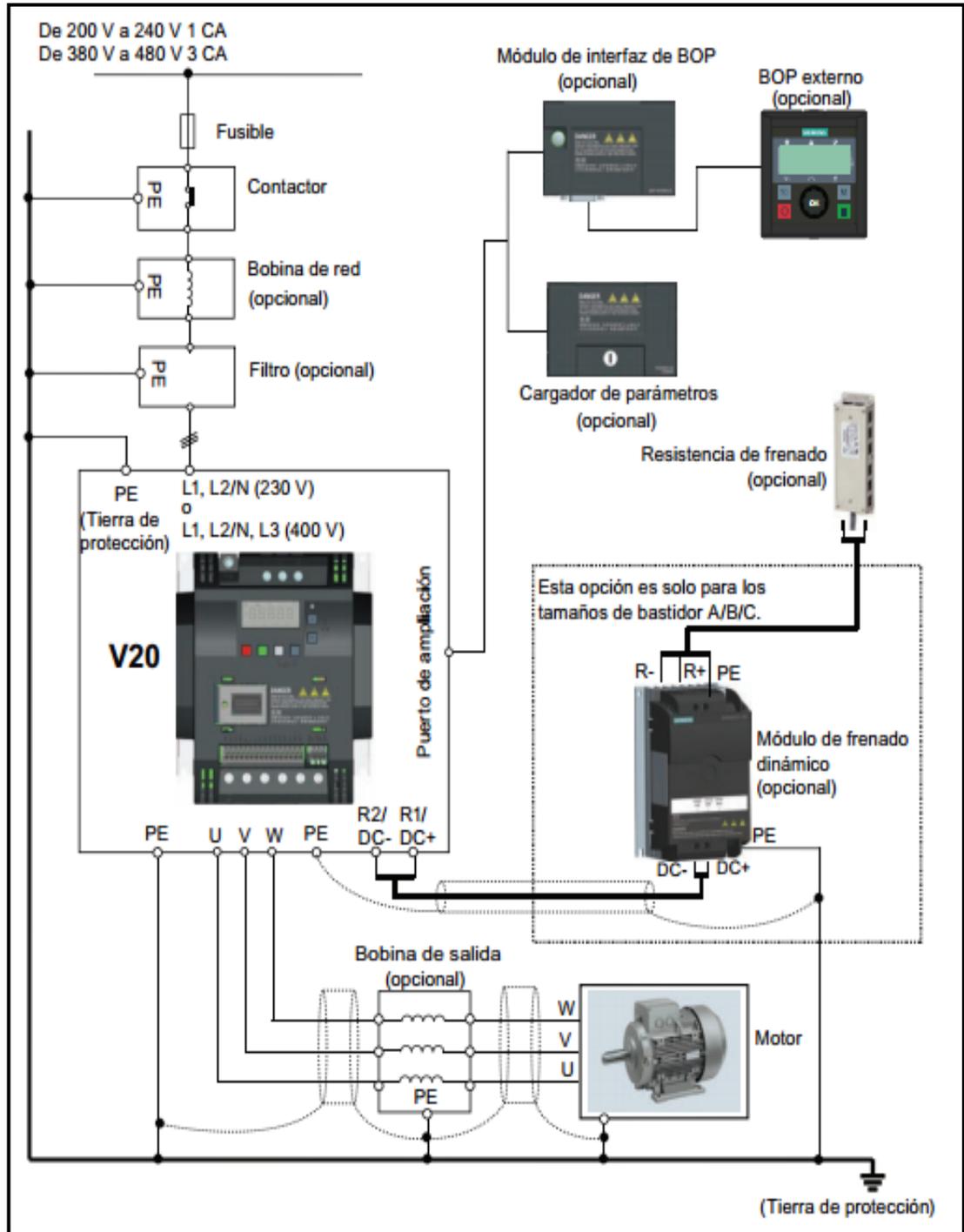


Figura 36 Diagrama de instalación del convertidor SINAMICS V20

Fuente: (SIEMENS, 2013)



Figura 37 Sujeción del variador SINAMICS V20

Para una mejor operación del sistema de generación de poder o movimiento, vamos a colocar una pantalla SINAMICS V20 en el panel frontal, esto nos permitirá una manipulación y control de nuestro sistema de comprobación operacional de magnetos.



Figura 38 Pantalla SINAMICS V20

En la instalación de todos estos elementos electrónicos se utilizó cable sucre #12 y cable flexible #12, además de un braker de seguridad,

interruptor y luces piloto, los mismos que nos permitirá saber si el banco de prueba esta energizado el sistema.



Figura 39 Cable sucre para conexión del motor hacia el variador de frecuencia SINAMICS V20



Figura 40 Cable flexible #12 he interruptor de seguridad que va del variador de frecuencia hacia la toma de 220VAC

En esta parte de instalaciones eléctricas también podemos hacer constar la colocación de los transmisores de energía que harán la función de las bujías (crear chispa), y para aquello necesitamos la presencia del magneto que va acoplado al transmisor de energía por medio de arneses.



Figura 41 Transmisor de energía



Figura 42 Transmisor de energía, arneses y magneto

3.9. Acabados

Finalizada la instalación de componentes sobre la estructura procedemos con la fase de acabados, la misma que nos permite tener una buena estética y a la vez que nos ayude a obtener una superficie con características adecuadas para la aplicación del equipo.

La finalidad de los acabados en el banco de prueba es la de proteger todos los materiales bases que se encuentran presentes en la estructura y además estos no debe interferir para la colocación de los componentes o de producir algún daño en ellos.



Figura 43 Equipo y vestimenta adecuada para pintura y acabados del banco de prueba

A este proceso también corresponde la pintada final del equipo con pintura amarilla, se debe tener en cuenta que los elementos instalados sean protegidos para evitar que se manchen o se dañen.



Figura 44 Pintada final del equipo

En la parte de la base del equipo de comprobación se efectuó el pegado de moqueta de fibra sintética a rayas de espesor de 2mm, para su adherencia se utilizó cemento de contacto, además los cortes y dobleces en las esquinas se las realizo según se efectuaba el pegado.



Figura 45 Colocación de moqueta

3.10. Señalización

La señalización e identificación de elementos hacen que el personal que va a utilizar el banco de prueba pueda ubicarse fácilmente al momento de su manipulación, esto genera seguridad y eficiencia en su uso. Es por esto que se debe realizar una correcta indicación de los elementos instalados en el equipo.

Para la señalización se utilizó stickers adhesivos en vinil, con sus nombres correspondientes de cada elemento y se pegó con cinta doble faz. Además en dispositivos eléctricos o de peligro se da una indicación de riesgo para así evitar daños en el personal, material y equipo.



Figura 46 Señalización

3.11. Instalación y remoción del magneto en el equipo de comprobación

Para la instalación y remoción de los magnetos en el equipo de comprobación operacional se debe considerar los siguientes pasos:

- **Instalación**

1. Coloque el magneto sobre el soporte.



Figura 47 Colocación del magneto en el soporte

2. Haga coincidir el eje del magneto con el eje del motor y ajuste el seguro del acople.



Figura 48 Eje del motor que coincide con el eje del magneto

3. Ajustar todos los elementos de sujeción del soporte del magneto.

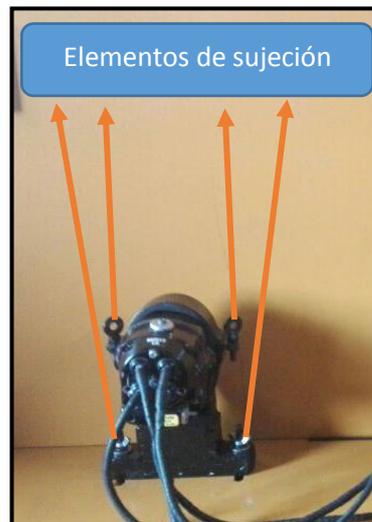


Figura 49 Elementos de sujeción soporte de magneto

4. Instale los arneses del magneto y acople al transmisor de energía.



Figura 50 Arnese del magneto acoplados al transmisor de energía

- **Remoción**

Para la remoción se debe realizar pasos inversos a la instalación.

1. Desconecte los arneses del transmisor de energía y del magneto.
2. Afloje los elementos de sujeción del soporte del magneto.
3. Suelte el seguro del acople y retire el magneto del eje del motor.
4. Retire el magneto del soporte.

3.12. Pruebas de funcionamiento

Al haber culminado la construcción de la estructura metálica, el revestimiento de madera, el ensamblado de componentes, los acabados y la señalización del banco de pruebas, se procedió a realizar las pruebas de funcionamiento para de esta manera comprobar la operatividad del equipo, en este procedimiento se debe verificar que ajustes se debe realizar a los elementos para evitar errores en las marcaciones y funcionamiento.

En caso de existir dichos errores se debe tomar los correctivos necesarios, para esto se consideró las recomendaciones del personal técnico de aviones que tienen la pericia necesaria en la aeronave.

3.12.1. Pruebas operacionales

Para el funcionamiento del banco de comprobación operacional de magnetos Slick se requirió realizar pruebas en cada uno de los componentes por separado, de esta manera determinamos con exactitud la procedencia de errores; una vez realizado esto se controló marcaciones en el variador de frecuencia y en la pantalla.

Para verificar posibles errores de funcionamiento; estos procedimientos fueron repetidos por cinco veces con la finalidad de corregir en su totalidad errores existentes. Al verificar que han sido corregidas estas fallas se obtuvo un banco de pruebas con un funcionamiento óptimo; permitiendo de esta manera familiarizar al personal técnico de aviones con la operación del equipo como si estuviese en la aeronave, obteniendo una aceptación favorable.

3.13. Elaboración de manuales

En esta sección del proyecto de titulación se establece los diferentes procedimientos según los requerimientos que exigen las normas de verificación y mantenimiento, además de realizar un análisis de las normas de seguridad que todo técnico de aviación debe conocer antes de realizar cualquier tipo de trabajo, ya que algún error puede ocasionar accidentes.

A continuación se describen diferentes procedimientos de operación, mantenimiento y seguridad al manipular el equipo, para así de esta manera tener un correcto manejo y conservación, sin poner el riesgo la seguridad del personal y equipo.

3.13.1. Tipos de manuales

La codificación del equipo de comprobación operacional, los diferentes manuales técnicos y el formulario de registro se indican a continuación.

Tabla 11

Codificación de manuales y hoja de registro del equipo de comprobación operacional de magnetos Slick

Nº	Procedimiento	Código
1	Equipo para la comprobación operacional de los magnetos Slick modelo 4300/6300	AE-ECOMS-01
2	Manual de funcionamiento del equipo para la comprobación operacional de los magnetos Slick modelo 4300/6300	AE-ECOMS-MF
3	Manual de mantenimiento del equipo para la comprobación operacional de los magnetos Slick modelo 4300/6300	AE-ECOMS-MM
4	Manual de seguridad del equipo para la comprobación operacional de los magnetos Slick modelo 4300/6300	AE-ECOMS-MS
5	Registro de mantenimiento y operación del equipo para la comprobación operacional de los magnetos Slick modelo 4300/6300	AE-ECOMS-HRMO

A continuación se describe los procedimientos para la operación, mantenimiento y seguridad del equipo para la comprobación operacional de magnetos, así como su respectivo registro de las novedades y observaciones.

	MANUAL DE FUNCIONAMIENTO	Pág.: 1 de 3
	EQUIPO DE COMPROBACIÓN OPERACIONAL DE LOS MAGNETOS SLICK MODELO 4300/6300	Código: AE-ECPMS-MF
	Elaborado por: Cbos. De A.E Chacha Diego	Revisión No. : 001
	Aprobado por: Tlga. Maritza Nauñay	Fecha : 01/FEB/2017

1.0.- OBJETIVO

Documentar y establecer los procedimientos correctos de operación del equipo para la comprobación operacional de los magnetos Slick modelo 4300/6300 de los aviones Cessna 172S.

2.0.- ALCANCE

Proporcionar al personal técnico que utilice el equipo, los pasos que se deben seguir para la operación del banco de pruebas.

3.0.- DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Manual de funcionamiento de los magnetos Slick.

4.0.- PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN

El equipo para la comprobación operacional de magnetos consta de un sistema el cual debe trabajarse de una forma adecuada.

Además con las medidas de seguridad adoptadas y puestas en ejecución para la operación del equipo se procede como sigue:

1. Cumplir con la lista de chequeos (3.13 Del Cap. III).
2. Conectar el equipo a una fuente de generación externa de 220 VAC.
3. Seleccionar ON en el breaker de seguridad.



	MANUAL DE FUNCIONAMIENTO	Pág.: 2 de 3
	EQUIPO DE COMPROBACIÓN OPERACIONAL DE LOS MAGNETOS SLICK MODELO 4300/6300	Código: AE-ECPMS-MF
	Elaborado: Cbos. De A.E Chacha Diego	Revisión No. : 001
	Aprobado por: Tlga. Maritza Nauñay	Fecha : 01/FEB/2017

4. Seleccionar ON en el master switch para arrancar el motor.



5. Verificar que la pantalla este encendida.

5.1 Utilizar la perilla de la pantalla para poder controlar la velocidad del motor y chequear que la lectura del indicador este dentro de sus respectivas tolerancias (0 - 60 Hz), de acuerdo a la configuración del variador de frecuencia en base a las características del motor.



5.2 Si la lectura del indicador no está dentro de la tolerancia configurada (en el caso de que sea mayor a 60 Hz), se debe colocar el master switch en la posición OFF y revisar que los datos ingresados del variador de frecuencia sean los correctos.



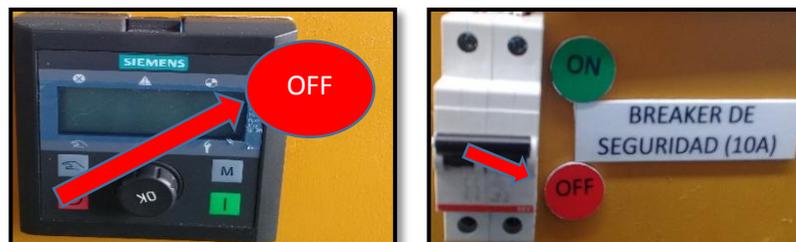
	MANUAL DE FUNCIONAMIENTO	Pág.: 3 de 3
	EQUIPO DE COMPROBACIÓN OPERACIONAL DE LOS MAGNETOS SLICK MODELO 4300/6300	Código: AE-ECPMS-MF
	Elaborado por: Cbos. De A.E Chacha Diego	Revisión No. : 001
	Aprobado por: Tlga. Maritza Nauñay	Fecha : 01/FEB/2017

5.3 Visualizar que el transmisor de energía esté generando chispa.

Si no existe chispa en el transmisor de energía:

- Revise las conexiones de los arneses.
- Inspeccione el estado de arneses.
- Magneto en mal estado, no genera corriente eléctrica.

5.4 Cuando termine la comprobación colocar en posición OFF el master switch, seguidamente del breaker de seguridad.



6. Desconectar el equipo de la fuente de generación externa.

5.0.-FIRMA DE RESPONSABILIDAD _____

	MANUAL DE MANTENIMIENTO	Pág.: 1 de 3
	EQUIPO DE COMPROBACIÓN OPERACIONAL DE LOS MAGNETOS SLICK MODELO 4300/6300	Código: AE-ECPMS-MM
	Elaborado por: Cbos. De A.E Chacha Diego	Revisión No. : 001
	Aprobado por: Tlga. Maritza Nauñay	Fecha : 01/FEB/2017

1.0.- OBJETIVO

Definir los procedimientos a seguir para mantener siempre en óptimas condiciones el equipo de comprobación operacional de los magnetos Slick modelo 4300/6300 de los aviones Cessna 172S.

2.0.- ALCANCE

Las prácticas consideradas en el presente manual, comprende el mantenimiento preventivo y correctivo del equipo de comprobación.

3.0.- MANTENIMIENTO TRIMESTRAL

3.1.- Almacenamiento

1. Conservar el equipo de comprobación cubierto con un protector de tela para evitar el polvo y la humedad cuando no se esté utilizando.
2. No permitir que el equipo de comprobación se encuentre en contacto con ninguna sustancia corrosiva.
3. Revisar que la base de asentamiento este en buenas condiciones.

3.2.- Limpieza

1. Limpiar la sección pintada utilizando una tela húmeda, seguidamente de una tela seca para no rayar la pintura.
2. No utilizar disolventes o combustibles al momento de realizar la limpieza debido a que pueden afectar a los componentes.
3. En la parte donde se encuentras las moquetas se debe limpiar con un aspersor de aire a baja presión (aire seco).

	MANUAL DE MANTENIMIENTO	Pág.: 2 de 3
	EQUIPO DE COMPROBACIÓN OPERACIONAL DE LOS MAGNETOS SLICK MODELO 4300/6300	Código: AE-ECPMS-MM
	Elaborado por: Cbos. De A.E Chacha Diego	Revisión No. : 001
	Aprobado por: Tlga. Maritza Nauñay	Fecha : 01/FEB/2017
<p>3.3.- Lubricación</p> <ol style="list-style-type: none"> Lubricar todos los elementos que durante las comprobaciones van a estar en movimiento (eje del motor). Verificar que todos los elementos de sujeción estén en buen estado. <p>4.0.- MANTENIMIENTO SEMESTRAL</p> <p>Además de los procedimientos realizados en el mantenimiento trimestral se debe ejecutar lo siguiente:</p> <p>4.1.- Almacenamiento</p> <ol style="list-style-type: none"> Inspeccionar que no exista daños estructurales en el equipo de comprobación. Inspeccionar puntos de suelda. Inspeccionar que no haya fisuras en los componentes. Verificar el ajuste de pernos del soporte del motor y de base del soporte del magneto. <p>4.2.- Limpieza</p> <ol style="list-style-type: none"> Chequear y verificar que no exista cables sueltos ni conectores flojos. Limpiar con un trapo liso la protección acrílica del transmisor de energía. <p>4.3.- Lubricación</p> <ol style="list-style-type: none"> Colocar limpia contactos en las conexiones de los elementos eléctricos y electrónicos. 		

	MANUAL DE MANTENIMIENTO	Pág.: 3 de 3
	EQUIPO DE COMPROBACIÓN OPERACIONAL DE LOS MAGNETOS SLICK MODELO 4300/6300	Código: AE-ECPMS-MM
	Elaborado por: Cbos. De A.E Chacha Diego	Revisión No. : 001
	Aprobado por: Tlga. Maritza Nauñay	Fecha : 01/FEB/2017

5.0.- MANTENIMIENTO ANUAL

Además de los procedimientos del mantenimiento trimestral y semestral ejecutamos lo siguiente:

5.1.- Almacenamiento

1. Inspeccionar tuercas y pernos de sujeción.
2. Verificar la sujeción de instrumentos y/o componentes.
3. Verificar el estado de interruptores y luces piloto.

5.2.- Limpieza

1. Inspeccionar condición de moquetas.
2. Inspeccionar condición de pintura.

5.3.- Lubricación

1. Realizar lubricación y mantenimiento del rotor del motor.

6.0.-FIRMA DE RESPONSABILIDAD _____

	MANUAL DE SEGURIDAD	Pág.: 1 de 1
	EQUIPO DE COMPROBACIÓN OPERACIONAL DE LOS MAGNETOS SLICK MODELO 4300/6300	Código: AE-ECPMS-MS
	Elaborado: Cbos. De A.E Chacha Diego	Revisión No. : 001
	Aprobado por: Tlga. Maritza Nauñay	Fecha : 01/FEB/2017

1.0.- OBJETIVO

Documentar los procedimientos de seguridad cuando se opere el equipo de comprobación operacional de magnetos Slick 4300/6300 de los aviones Cessna 172S.

2.0.- ALCANCE

Mantener la seguridad del técnico y del equipo durante la operación.

3.0.- PROCEDIMIENTO

1. Previo a la realización del trabajo el personal técnico debe estar familiarizado con la correcta operación del equipo de comprobación.
2. Realizar una inspección visual general de todo el equipo para verificar y comprobar las condiciones en que se encuentra la misma.
3. Utilizar el equipo de protección personal necesario para evitar daños.
4. Evitar utilizar elementos que sean conductores de energía.
5. Revisar que el sistema de accionamiento estén libres de obstrucción.
6. Verificar el estado del cableado.

4.0.- FIRMA DE RESPONSABILIDAD _____

3.14. Lista de chequeos

5. Utilice siempre equipo de protección personal.
6. Verifique que el equipo no se encuentre alimentado por alguna fuente de poder.
7. Revisar la integridad física del equipo de comprobación (instrumentos flojos, cables desconectados o en mal estado).
8. Ubique el equipo de comprobación en un área de trabajo despejada y limpia.
9. Evite utilizar elementos que sean conductores de energía.

3.15. Presupuesto

3.15.1. Costos primarios.

Este rubro comprende a todos los materiales, herramientas y máquinas utilizados para la comprobación operacional de los magnetos Slick modelo 4300/6300.

Tabla 12

Costos primarios

Designación	Costo
Materiales estructurales	1500.00 USD
Maquinarias y Herramientas	200.00 USD
Total	1700.00 USD

3.15.2. Costos secundarios

Son gastos que intervienen en todo el proceso de desarrollo de la parte teórica de la implementación del equipo de comprobación operacional de los magnetos Slick modelo 4300/6300.

Tabla 13**Costos secundarios**

Material	Costo
Gastos de movilización	400.00 USD
Internet	60.00 USD
Alimentación	120.00 USD
Copias e impresiones de trabajo	50.00 USD
Resma de hojas	3.00 USD
Empastados, Anillados y CD del proyecto	50.00 USD
Total	683.00 USD

3.15.3. Costo total

Es la suma total de todos los gastos que se hicieron en la comprobación operacional de los magnetos Slick modelo 4300/6300 de los aviones Cessna 172S de la Escuela de Aviación del Ejército "Capt. Fernando Vasconez".

Tabla 14**Costo total**

Designación	Costo
Materiales estructurales	1500.00 USD
Maquinarias y Herramientas	200.00 USD
Gastos secundarios	683.00 USD
Total	2383.00 USD

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Se recopiló y se procesó información de la documentación técnica de la aeronave y del personal técnico con la finalidad de efectuar un trabajo veraz y conciso.
- Se construyó el equipo de comprobación operacional satisfaciendo las necesidades planteadas por la ESAE, este a su vez cumple con las características técnicas para realizar un trabajo óptimo de mantenimiento de aviación.
- Este proyecto de titulación será de gran utilidad para la sección de aviones de la ESAE, el mismo que se encuentra en óptimas condiciones de funcionamiento, además cumple con los parámetros y objetivos planteados para los cuales fue construido; de esta manera puede ser implementado en la sección de mantenimiento.

4.2. Recomendaciones

- Observar y efectuar estrictamente las instrucciones detalladas en los manuales del equipo de comprobación operacional para obtener resultados satisfactorios y evitar accidentes o incidentes en el personal y/o equipo.
- Utilizar el equipo de comprobación para los fines por los cuales fue creado explícitamente.
- Impulsar estos proyectos para que se sigan implementando en el área de mantenimiento aeronáutico, ya que son fundamentales para mantener operable las aeronaves y resulta de gran ayuda para que el personal de técnicos se desempeñen de una manera eficaz sus trabajos.

GLOSARIO

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

Corriente alterna.- Es aquella cuyas cargas eléctricas dentro del conductor circulan en uno u otro sentido, trayendo como consecuencia que la corriente cambie constantemente de sentido.

Dispositivos.- Mecanismo o artificio dispuesto para producir una acción prevista.

Equipo.- Uno o varios conjuntos de componentes relacionados operacionalmente para el cumplimiento integral de una función determinada.

Mantenimiento.- Trabajos requeridos para asegurar el mantenimiento de la aeronavegabilidad de las aeronaves, lo que incluye una o varias de las siguientes tareas: reacondicionamiento, reparación, inspección, reemplazo de piezas, modificación o rectificación de defectos.

Parámetros.- Son reglas que están dentro de un límite de tolerancia y que se deben ejecutar y cumplir.

Pintura.- la pintura es un fluido que se aplica sobre una superficie en capas delgadas. Cuando se seca, la pintura se convierte en una película sólida que recubre dicha superficie, protegiendo en material de agentes externos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 172 guide. (8 de Julio de 2016). *The Cessna Story*. Obtenido de <http://www.172guide.com/history.htm>
- Arroyo, E. (18 de Agosto de 2016). *SlidePlayer*. Obtenido de SlidePlayer Webe site: <http://slideplayer.es/slide/4012052/>
- Cessna 172S. (s.f.). *Manual de Mantenimiento*.
- Cessna 172S, Manual de Mantenimiento. (s.f.).
- Cessna. (2012). *Especificación y Descripción*.
- Cessna Textron Aviation. (8 de Julio de 2016). *Cessna Skyhawk*. Obtenido de <http://cessna.txtav.com/en/piston/cessna-skyhawk>
- Cessna, Especificación y Descripción . (2012).
- Cessna, Especificación y Descripción. (2012).
- Cessna, Manual de Funcionamiento del Piloto. (1998).
- Champion Aerospace. (20 de Agosto de 2016). *ChampionAerospaceCatalog*. Obtenido de ChampionAerospaceCatalog: <https://www.aircraftspruce.com/catalog/pdf/ChampionAerospaceCatalog.pdf>
- Champion Aerospace. (21 de Agosto de 2016). *Ignition Harness*. Obtenido de Ignition Harness web site.
- Champion Aerospace. (16 de Agosto de 2016). Magneto2.
- Ecured. (18 de Agosto de 2016). *Motores de Aviación*. Obtenido de http://www.ecured.cu/Motores_de_Aviaci%C3%B3n
- Inen . (2010). Señales y símbolos de seguridad.
- Lycioming-OH-manual. (Diciembre de 1974). Overhaul Manual Direct Drive Engine.
- Miguel Angel Muñoz. (21 de Agosto de 2016). *Manual de vuelo*. Obtenido de <http://www.manualvuelo.com/SIF/SIF31.html>

Normas basicas de seguridad. (2017). Normas basicas de seguridad e higiene laboral.

Oñate, A. E. (2003). *Conocimientos del Avión*.

SIEMENS. (2013). Convertidor SINAMICS V20 . En SIEMENS, *Convertidor SINAMICS V20* (págs. 49-50).

Vargas. (14 de ENERO de 2017). *Vargas Proveedor Integral De E.P.P*. Obtenido de Vargas Proveedor Integral De E.P.P: http://www.vargas-sa.com.mx/activacionsite_subs2.cfm?CID=5&SCID=19&Session=00258AFE-905B-377C-EC2C4D2CDA1843E6