

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA MECÁNICA AERONÁUTICA

**“CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBA PARA LA CALIBRACIÓN DE
LOS MAGNETOS DE LA AERONAVE CESSNA 150 CON FINES DIDÁCTICOS
PARA EL LABORATORIO DE MECÁNICA DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO
SUPERIOR AERONÁUTICO”**

POR:

CHUGCHO COBO SEGUNDO ISRAEL

**Trabajo de Graduación como requisito previo para la obtención del Título
de:**

TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA

2012

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por CHUGCHO COBO SEGUNDO ISRAEL, como requerimiento parcial para la obtención del título de TECNÓLOGO EN MECÁNICA DE AVIACIÓN

ING.FERANADA ARAUZ
DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

Latacunga, 09 Abril del 2012

DEDICATORIA

A Dios por haberme permitido seguir el sueño tan anhelado, por haber estado en las victorias y derrotas, el ser el amigo inseparable.

A mis padres Cecilia y Segundo que siempre me han apoyado incondicionalmente pese a todas adversidades mis hermanos Dany y Daysy siempre fueron mi inspiración y apoyo para seguir adelante y ser un profesional.

Mi querida sobrina Mayte Estefany para quien algún día quiero llegar a ser un ejemplo de superación.

AGRADECIMIENTO

En este trabajo quiero dejar mis sinceros reconocimientos y gratitud al INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO, por la oportunidad brindada y la confianza prestada a las personas que como yo, buscamos superarnos, en especial a los docentes de la carrera de Mecánica Aeronáutica que me guiaron, el esfuerzo y sacrificio para obtener esta gran recompensa al llegar al final.

Mi eterna gratitud para quienes me apoyaron en todo momento de manera especial a toda mi familia , Patricio Logacho y Manuel Tendentza quienes me ayudaron en forma incondicional en la adquisición de la información para finalizar el proyecto de grado.

Segundo Israel Chugcho Cobo

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	V
ÍNDICE DE TABLAS.....	XII
INDICE DE CUADROS.....	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIV
ÍNDICE ANEXOS.....	XVII
RESUMEN.....	1
SUMMARY.....	2
CAPÍTULO I	
Tema	
1.1 Antecedentes.....	3
1.2 Justificación e importancia.....	3
1.3 Objetivos.....	4
1.3.1 Objetivo General.....	4
1.3.2 Objetivo Específicos.....	4
1.4 Alcance.....	5
CAPÍTULO II	
MARCO TEÓRICO	
2.1 Motores de aviacion.....	6
2.1.1 GENERALIDADES.....	6
2.1.1.1 MOTOR.....	6

2.1.1.2	COMBUSTIÓN INTERNA	6
2.1.1.3	MOTOR RECÍPROCO.....	6
2.1.1.4	MOTORES A REACCIÓN.....	7
2.2	CLASES DE MOTORES RECÍPROCOS DE AVIACIÓN.....	7
2.2.1	MOTORES ENFRIADOS POR AIRE.....	7
2.2.2	MOTORES DE ENFRIAMIENTO POR LÍQUIDO.....	7
2.2.3	MOTORES DE CILINDROS EN LÍNEA.....	7
2.2.4	MOTORES DE CILINDROS OPUESTOS O DE TIPO "0".....	8
2.2.5	MOTORES EN "V"	8
2.2.6	MOTORES RADIALES.....	8
2.2.7	POR CARBURACIÓN.....	8
2.2.8	POR INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE.....	9
2.3	PARTES BÁSICAS DEL MOTOR RECÍPROCO.....	10
2.3.1	COMPONENTES DEL MOTOR RECÍPROCO.....	10
2.3.2	CÁRTER DEL MOTOR.....	10
2.3.3	LOS CILINDROS.....	10
2.3.4	Cuerpo del cilindro.....	11
2.3.5	Cabeza del cilindro.....	11
2.3.6	Cilindros enfriados por Aire.....	12
2.3.7	Cilindros enfriados por líquido	13
2.3.8	VÁLVULA Y ASIENTO DE LAS VÁLVULA.....	13
2.3.9	La cabeza de la válvula.....	15
2.3.10	El vástago de la válvula.....	15
2.3.11	Mecanismo de funcionamiento de la válvula.....	16
2.3.12	Conjunto de los émbolos o pistones.....	18
2.3.13	Bielas.....	19
2.3.13.1	Clasificación de las bielas.....	19
2.3.14	Cojinetes.....	19

2.3.14.1	Clasificación de los cojinetes.....	20
2.3.15	Cigüeñal.....	20
2.3.15.1	PARTES DEL CIGÜEÑAL.....	20
2.3.15.1.1	EL GORRÓN.....	20
2.3.15.1.2	EL MUÑÓN DEL CIGÜEÑAL.....	21
2.3.15.1.3	FLANCO DEL CODO.....	21
2.3.15.2	CLASES DE CIGÜEÑAL.....	21
2.3.15.2.1	DE UNA SOLA CIGÜEÑA.....	21
2.3.15.2.2	DE DOBLE CIGÜEÑA.....	21
2.3.15.2.3	CUATRO CIGÜEÑAS.....	21
2.4	CICLOS DEL MOTOR RECIPROCO.....	23
2.4.1	CARRERA DEL PISTÓN.....	23
2.4.1.1	Punto Muerto Superior "PMS":.....	23
2.4.1.2	Punto Muerto Inferior "PMI".....	23
2.4.2	CLASES DE CARRERAS DEL PISTÓN.....	23
2.4.2.1	CARRERA DE ADMISIÓN.....	23
2.4.2.2	CARRERA DE COMPRESIÓN.....	24
2.4.2.3	CARRERA DE EXPLOSIÓN O MOTRIZ.....	24
2.4.2.4	CARRERA DE ESCAPE.....	24
2.5	RENDIMIENTO DE LOS MOTORES.....	25
2.5.1	GENERALIDADES.....	25
2.5.1.1	AUMENTANDO LA ENERGÍA ABSORBIDA.....	25
2.5.1.2	AUMENTANDO LA EFICIENCIA DEL MOTOR.....	26

2.5.2	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS MOTORES.....	26
2.5.2.1	Presión de los cilindros.....	26
2.5.3	Velocidad del motor.....	27
2.5.4	CABALLOS DE FUERZA INDICADOS.....	28
2.6	SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO.....	28
2.6.1	GENERALIDADES.....	28
2.6.2	EFFECTOS DE LA TEMPERATURA.....	29
2.6.2.1	DEBILITAMIENTO DE LAS CABEZAS DEL CILINDRO.....	29
2.6.2.2	AVERÍAS EN LAS PARTES DEL CILINDRO.....	29
2.6.2.3	MAYOR TENDENCIA A LA DETONACIÓN.....	29
2.6.3	ENFRIAMIENTO POR AIRE.....	29
2.6.4	PARTES BASICAS E IMPORTANTES DEL MOTOR RECIPROCO.....	31
2.7	SISTEMA DE ENCENDIDO.....	35
2.7.1	SISTEMA DE ENCENDIDO POR MAGNETO.....	35
2.8	UNIDADES DE ENCENDIDO.....	35
2.8.1	EL MAGNETO.....	35
2.8.1.1	Principios del funcionamiento de la magneto.....	36
2.8.1.2	Partes esenciales de una magneto y sus funciones.....	39
2.8.1.3	En el sistema de encendido con transformador.....	42
2.8.1.4	Los magnetos de alta tensión.....	44
2.8.1.5	EL MAGNETO.....	47
2.8.1.6	La generación de corriente en los magnetos.....	48
2.8.1.7	Magneto de bobina rotativa.....	48
2.8.1.8	Elementos del magneto de bobina rotativa.....	49

2.8.1.9	MAGNETO DE IMAN ROTATIVO.....	49
2.8.1.10	MAGNETOS DE BAJA TENSION.....	50
2.8.1.11	MAGNETOS DE CUATRO CHISPAS POR VUELTA.....	51
2.8.1.12	SISTEMA DE DOBLE ENCENDIDO.....	53
2.8.1.12.1	Operación del encendido.....	54
2.8.1.13	Partes del magneto de aviación.....	56
2.8.1.13.1	Rotor.....	56
2.8.1.13.2	Ruptor.....	56
2.8.1.13.3	Condensador.....	57
2.8.1.13.4	Distribuidor.....	57
2.8.1.13.4.1	Rotor distribuidor.....	57
2.8.1.13.4.2	Bloque distribuidor.....	58
2.8.1.13.4.3	BUJÍA.....	59
2.8.1.13.4.4	ALAMBRADO.....	60
2.8.1.13.4.5	INTERRUPTORES DE ENCENDIDO.....	60
2.8.1.14	Elementos a usarse en el banco de prueba.....	62
2.8.1.14.1	Tacómetro.....	62
2.8.1.14.2	Eje de movimiento.....	62
2.8.1.14.3	Regulador de rpm.....	62
2.8.1.14.4	Máster switch.....	62
2.8.1.14.5	Banda de transmisión.....	62
2.8.1.14.6	Taladro	62
2.8.1.15	Información técnica de la aeronave CESSNA 150.....	63

CAPITULOIII

DESARROLLO DEL TEMA

3.1	Construcción del banco de prueba.....	64
3.1.1	Proceso de construcción.....	65

3.1.1.1	Corte de los tubos cuadrados de 1" ¼.....	66
3.1.1.2	Soldadura.....	66
3.1.1.3	Limado.....	67
3.1.1.4	Instalación de la plancha de tol de 90cm x 110cm.....	68
3.1.1.5	Suelda de la placa de tol de 30cm x 30cm de la estructura.....	69
3.1.1.6	Instalación del acople metálico y polea en los ejes de movimiento.....	70
3.1.1.7	Instalación de los cuadrado de 4" y ejes de transmisión de movimiento.....	71
3.1.1.8	Instalación del taladro.....	72
3.1.1.9	Instalación de la tabla triplex en la estructura del banco.....	73
3.1.1.10	Instalación de los pernos limados	74
3.1.1.11	Fabricación e instalación de arnés de encendido.....	75
3.1.1.12	Conexiones eléctricas a tierra	76
3.1.1.13	Instalacion del tacómetro.....	77
3.1.1.14	Instalación del porta bujías y bujías.....	78
3.1.1.15	Instalación de la placa de mica.....	79
3.1.1.16	Instalación del máster switch.....	80
3.1.1.17	Instalación del regulador de rpm.....	81
3.1.1.18	Instalación de los protectores plásticos para cables de luz del banco de prueba	81
3.1.1.19	Pintado del banco de prueba	82
3.1.1.20	Instalación de placas de reconocimiento en el banco de prueba.....	82
3.1.1.21	Operatividad del BANCO DE PRUEBA PARA LA CALIBRACION DE LOS MAGNETOS DE LA AEDRONAVE CESSNA 150.....	83
3.2	Análisis económico financiero.....	83
3.2.1	Materiales estructurales.....	84
3.2.2	Máquina-herramienta.....	85
3.2.3	Mano de obra.....	86
3.2.4	Otros.....	86
3.2.5	Costo total del banco de prueba para calibrar magnetos de la aeronave CESSNA150.....	87
3.2.6	Prueba y análisis de resultados.....	87

3.3	Elaboración de manuales.....	88
3.3.1	Descripción de manuales.....	88
3.3.2	Tipos de manuales.....	88
3.3.3	Manual de seguridad.....	88
3.3.4	Manual de seguridad.....	90
3.3.5	Manual de operación.....	91
3.3.5.1	Anexo A.....	93
3.3.5.2	Anexo B.....	94
3.3.6	Hoja de registro para el usuario.....	95

CAPÍTULO IV

4.1	Conclusiones.....	96
4.2	Recomendaciones.....	97
	Glosario.....	98
	Abreviaturas.....	102
	Bibliografía.....	103

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.Estado de los elementos del Banco.....	65
Tabla 2. Lista de costo de los materiales.....	84
Tabla 3. Maquinaria-herramienta.....	85
Tabla 4 Mano de obra.....	86
Tabla 5Otros.....	86
Tabla 6 Costo total.....	87
Tabla 7.Tabla de Codificaciones de los Manuales del Banco de Prueba para la Calibración de los Magnetos de la Aeronave CESSNA 150.....	89
Tabla 8 Fallas externas del Banco.....	93
Tabla 9 Fallas internas del magneto.....	94
Tabla 10 Hoja de registro.....	95

ÍNDUCE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación de los magnetos.....	47
Cuadro 2. DIAGRAMA DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL BANCO DE PRUEBA.....	108

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig.1 Componentes internos del motor.....	9
Fig.2 Cilindros enfriados por Aire.....	12
Fig. 3 Cilindros enfriados por Líquido	13
Fig. 4 Válvula tipo Hongo	14
Fig. 5 Válvula tipo Tulipán	14
Fig. 6 Balance dinámico.....	22
Fig.7 Carrera de escape.....	25
Fig.8 Motor de la aeronave CESSNA 150.....	31
Fig.9 Componentes del motor de la aeronave CESSNA 150.....	33
Fig.10 Magnetos y motor de arranque.....	34
Fig.11 Forma esquemática de magneto con las partes esenciales simplificadas para indicar claramente la generación de corriente.	38
Fig. 12 Influencia de la rapidez del cambio de sentido del flujo magnético en la intensidad de la influencia magnética y tensión de la corriente inducida en la armadura de una magneto.....	40
Fig. 13 Diagrama de las variaciones de la intensidad de la corriente en un magneto al girar el inducido.....	41
Fig. 14 Sección longitudinal de una magneto Bosch de alta tensión. Vista frontal de la misma, en la que se ven los mecanismos de interrupción y distribución.....	43
Fig. 15 Esquemas explicativos del funcionamiento de la magneto de baja tensión con bobina transformadora y de la magneto de alta tensión propriadamente dicha.....	45
Fig. 16 Modelos normales de magnetos: A. Para bobina transformadora. B. Verdadera magneto de alta tensión.....	46

Fig. 17	Máxima circulación magnética.....	52
Fig. 18.	Mínima circulación magnética.....	52
Fig. 19	Sistema de doble encendido.....	53
Fig. 20	Rotor.....	56
Fig.21	Ruptor.....	56
Fig.22	Condensador.....	57
Fig.23	Rotor distribuidor.....	58
Fig.24	Bloque distribuidor.....	58
Fig.25	Bujía.....	59
Fig.26	Arnés de encendido.....	60
Fig.27	Llave de encendido.....	61
Fig. 28	Banco de prueba soldado.....	66
Fig. 29	Limado del banco de prueba.....	65
Fig. 30	Limado final de la estructura del banco de prueba.....	67
Fig. 31	Instalación de la plancha de tol en la estructura.....	67
Fig. 32	Sujeción de la plancha de tol a la estructura por medio de pernos.....	68
Fig. 33	Verificación del magneto al orificio de la placa de tol.....	68
Fig.34	Suelda de la placa de tol a la estructura.....	69
Fig. 35	Polea.....	69
Fig. 36	Acople metálico para el magneto.....	70
Fig. 37	Vista frontal del acople metálico.....	70
Fig. 38	Eje de movimiento con el acople metálico acoplado al magneto.....	71
Fig. 39	Tubo cuadrado de 4" instalado a la plancha de tol.....	71
Fig. 40	Ejes de transmisión de movimiento ya instalados.....	72
Fig. 41	Taladro eléctrico.....	72
Fig. 42	Instalación del taladro.....	72
Fig. 43	Corte de la tabla triplex.....	73
Fig. 44	Vista frontal de la tabla triplex instalada a la estructura del banco de prueba.....	74

Fig. 45 Vista trasera de la tabla triplex instalada a la estructura del banco de Prueba.....	74
Fig. 46 Transmisores de energía (pernos limados) para magneto de 4 y 6 cilindros.....	75
Fig. 47 Arnés de encendido del magneto.....	75
Fig. 48 Instalación de arnés de encendido a los transmisores de energía de las cajas.....	76
Fig. 49 Instalación a tierra (descarga de energía al banco de prueba).....	76
Fig. 50 Tacómetro.....	77
Fig. 51 Vista frontal del tacómetro.....	77
Fig. 52 Limado del orificio en la tabla triplex.....	77
Fig. 53 Tacómetro que muestra las rpm del taladro.....	78
Fig. 54 Porta bujías	78
Fig. 55 Bujías.....	79
Fig. 56 Instalación del porta bujías y bujías.....	79
Fig.57 Instalación de la placa de mica.....	79
Fig. 58. Orificio para instalar el máster switch	80
Fig.59.Master switch.....	80
Fig. 60.Master switch instalado.....	80
Fig. 61 Regulador de rpm.....	81
Fig.62. Instalación de protectores plásticos para cables de luz Del banco de prueba.....	81
Fig. 63. Pintado e Instalación de Placas de reconocimiento.....	82
Fig. 64. Banco de prueba terminado.....	83
Fig. 65. Ubicación de los componentes del banco de prueba parte trasera.....	119
Fig. 66. Ubicación de los componentes del banco de prueba parte trasera.....	119
Fig. 67. Ubicación de los componentes del banco de prueba parte delantera.....	120

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A.

Diagrama de Bloques del Banco de Prueba para la Calibración de los Magnetos de la Aeronave CESSNA 150.

Anexo B.

Figura Estructural del Banco de Prueba Para la Calibración de los Magnetos de la Aeronave CESSNA 150.

Anexo C.

Sistema de transmisión de movimiento.

Anexo D

Codificación de colores.

Anexo E

Ubicación de los componentes del banco de prueba.

Anexo F

Trabajo de investigación previo a la realización de la tesis.

RESUMEN

Este proyecto contiene toda la información necesaria sobre la construcción de un banco de prueba para la calibración de los magnetos de la aeronave CESSNA 150, que abarca todos los pasos y procedimientos que se llevaron a cabo para que este banco de prueba sirva como material didáctico para futuras generaciones del ITSA.

También se encontrara especificaciones referentes a datos físicos, descriptivos, componentes principales y todas las instrucciones para su mantenimiento así como guías de manipulación.

Los magnetos constituyen un componente primordial en los motores aeronáuticos pues es una unidad autónoma que genera su propia corriente y al mismo tiempo eleva la tensión para producir el arco voltaico entre los electrodos de las bujías, distribuyendo dicha corriente hacia todos los cilindros en el momento adecuado.

SUMARY

This project contains all necessary information on the construction of a test bank for calibration of the magnets of the aircraft Cessna 150, which covers all the steps and procedures that were carried out for the test bench to serve as material didactic ITSA for future generations.

Also be found concerning physical data specifications, descriptions, and all major components for maintenance instructions as well as handling guides.

The magnets are a key component in aircraft engines because it is an autonomous unit that generates its own power and at the same time raises the voltage to produce the arc between the electrodes of the spark plugs, distributing that stream to all cylinders at the right time .

CAPITULO I

EL TEMA

1.1 Antecedentes

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico es una Institución creada para la formación de tecnólogos en áreas específicas y técnicas capaces de contribuir con sus conocimientos en el campo laboral. Esta institución cuenta con laboratorios que fueron creados con la finalidad de formar profesionales prácticos e íntegros en todas las carreras que dispone el ITSA.

Debido a los avances tecnológicos la educación se ha visto obligada en establecer mayores métodos de enseñanza razón por la cual es de vital importancia la elaboración de diversas fuentes de aprendizaje que ayuden al engrandecimiento de una institución de gran prestigio como lo es el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

1.2 Justificación e Importancia.

La construcción de este trabajo investigativo permite generar una experiencia productiva , ya que logra poner en práctica los conocimientos adquiridos durante el periodo de formación académica, cumpliendo de esta manera el objetivo principal del estudio, que es la asimilación de conocimientos prácticos y la aplicación en la vida cotidiana.

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico al disponer de un banco de prueba para la calibración de los magnetos, obtendrá un aporte tecnológico excelente para beneficio de los estudiantes, debido a que con el conocimiento práctico

podrán desempeñar de mejor forma las funciones y tareas que se realiza en la vida aeronáutica.

La Carrera de Mecánica Aeronáutica comprende funciones que necesitan de un alto nivel de profesionalismo, en el cual no se admiten errores, para lo cual se realiza un mayor esfuerzo en la capacitación de los alumnos formando así profesionales de excelencia en las diferentes carreras y en especial en el área de mantenimiento.

El uso de un banco de prueba es primordial para los trabajos anexos durante la instalación de un sistema de calibración de magnetos, debido a las facilidades de instalación antes y después del montaje ayudando de esta forma a reducir posibles fallas de equipo y reducir tiempo de instalación, de esta manera los estudiantes podrán determinar y adquirir experiencia en la calibración e instalación de una parte muy importante dentro de la aeronave como son los magnetos.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 GENERAL

Construir un banco de prueba para la calibración de los magnetos de la aeronave CESSNA 150 con fines didácticos, para los Laboratorios del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

1.3.2 ESPECÍFICOS

- Contribuir con el engrandecimiento de la enseñanza impartida en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutica a travez de la construcción de este banco de prueba.
- Investigar la importancia que tiene la construcción de un banco de prueba para calibración de magnetos, para los laboratorios del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.
- Establecer los procedimientos de construcción de un banco de prueba para la calibración de magnetos.
- Determinar los pasos a seguir en el banco de prueba para reconocer el estado de los magnetos de la avioneta CESSNA 150

- Desarrollar manuales de operación, seguridad y hojas de registro que permitan llevar un buen seguimiento al estado del banco de prueba.

1.4 ALCANCE

La realización de este proyecto aportara enormemente a los estudiantes del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, debido a que conjuntamente con el docente podrá analizar la forma correcta de calibración de los magnetos de una aeronave.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 MOTORES DE AVIACION¹

2.1.1 GENERALIDADES

Considerando al avión como un solo conjunto resulta un poco difícil comprenderlo, conocer su mecanismo y la compleja operación del mismo, pero pierde parte de esta complejidad cuando lo dividimos en unidades o componentes, y estudiamos en forma separada cada una de estas unidades.

El "grupo motor" no hace que el avión se desplace y vuele, sino que también proporciona energía eléctrica a los otros componentes del avión que requieren de ella, etc. De ahí la importancia de que el piloto conozca muy someramente de cómo está construido, como funciona, y obtenga de su motor el mejor rendimiento y eficacia.

A continuación daremos algunos conceptos que es importante conocerlos.

2.1.1.1 MOTOR: Es una máquina que transforma la energía térmica producida por los gases quemados, en energía mecánica.

2.1.1.2 COMBUSTIÓN INTERNA: Es el proceso en el cuál una mezcla de combustible y oxígeno se quema en una cámara, desde la cual se puede tomar directamente la energía producida.

2.1.1.3 MOTOR RECIPROCO: La presión producida por los gases quemados hace que un émbolo se mueva hacia atrás y adelante en un cilindro cerrado.

Este movimiento recíproco del émbolo hace que rote el cigüeñal que está unido a una hélice.

2.1.1.4 MOTORES A REACCIÓN

El encendido continuo y la expansión de los gases en una dirección, mueven el motor en dirección opuesta.

En los motores recíprocos una carga combustible-oxígeno es admitida en los cilindros a través de una válvula de admisión, que queda encerrada al cerrarse la válvula, es comprimida y luego encendida por aplicación de una chispa eléctrica, el calor producido por el proceso ocasiona una rápida expansión de la carga gaseosa y empuja el émbolo a lo largo del cilindro; la carga consumida es expedida por la lumbrera del escape, para luego ser introducida una nueva carga, repitiéndose en ciclo de encendido y comprensión.

En los motores a reacción el ciclo de admisión, comprensión, encendido y escape se produce igual que en el motor recíproco, las cargas de combustible y aire, el encendido y la expulsión de masas calientes desde el inyector es continuo.

2.2 CLASES DE MOTORES RECÍPROCOS DE AVIACIÓN²

Los motores recíprocos, también conocidos como convencionales se clasifican de la siguiente manera:

2.2.1 MOTORES ENFRIADOS POR AIRE

Todo motor se enfría cediendo calor al aire que lo rodea, en esta clase de motores el calor es transmitido al aire de forma directa.

2.2.2 MOTORES DE ENFRIAMIENTO POR LÍQUIDO.

El calor es llevado desde los cilindros al líquido refrigerante, el cuál fluye a través de una tubería y enfriado en un radiador colocado en la corriente de aire.

2.2.3 MOTORES DE CILINDROS EN LÍNEA

Estos motores tienen generalmente un número par de cilindros un cigüeñal que puede estar colocado debajo de los cilindros o sobre los mismos; puede ser enfriado por aire o líquido.

El motor de cilindros en línea tiene una pequeña superficie frontal, es más adaptable para darle forma aerodinámica y tiene una mayor proporción entre el peso y los caballos de fuerza.

2.2.4 MOTORES DE CILINDROS OPUESTOS O DE TIPO "O"

Tienen dos hileras de cilindros directamente opuestos, con un cigüeñal en el centro; los émbolos de los cilindros de ambas hileras están conectados al cigüeñal. Este tipo de motores puede ser enfriado por aire o por líquido.

Puede estar montado con los cilindros en posición vertical u horizontal y tiene una baja proporción entre el peso y los caballos de fuerza; su perfil estrecho lo hace ideal para instalaciones horizontales en las alas y la vibración es relativamente baja.

2.2.5 MOTORES EN "V"

Tienen colocados los cilindros en línea en dos hileras separados a 60°. Los cilindros son enfriados por líquido que circula por una envoltura que está alrededor de los cilindros. Se los identifica por la letra "V", un guión y seguido del desplazamiento del émbolo en pulgadas cúbicas.

2.2.6 MOTORES RADIALES³

Consiste de una fila o filas de cilindros, colocados radialmente a un cigüeñal central o barril, ha sido un motor muy resistente y seguro. El número de cilindros que componen una línea pueden ser de 3, 5, 7 o 9 cilindros.

La energía producida por este motor va desde los 200 hasta los 3500 caballos de fuerza. Se los identifica por la letra "R", un guión y el desplazamiento del émbolo en pulgadas cúbicas.

2.2.7 POR CARBURACIÓN

Consiste en atomizar, vaporizar y mezclar el combustible con aire en el carburador y la mezcla es introducida en el cilindro por el sobrealimentador.

¹ Manual de mecánica de aviación de la EAP Pág.10.

² Manual de mecánica de aviación de la EAP Pág.11.

³ Manual de mecánica de aviación de la EAP Pág.13.

2.2.8 POR INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE

Se inyecta directamente el combustible a la cámara de combustión.

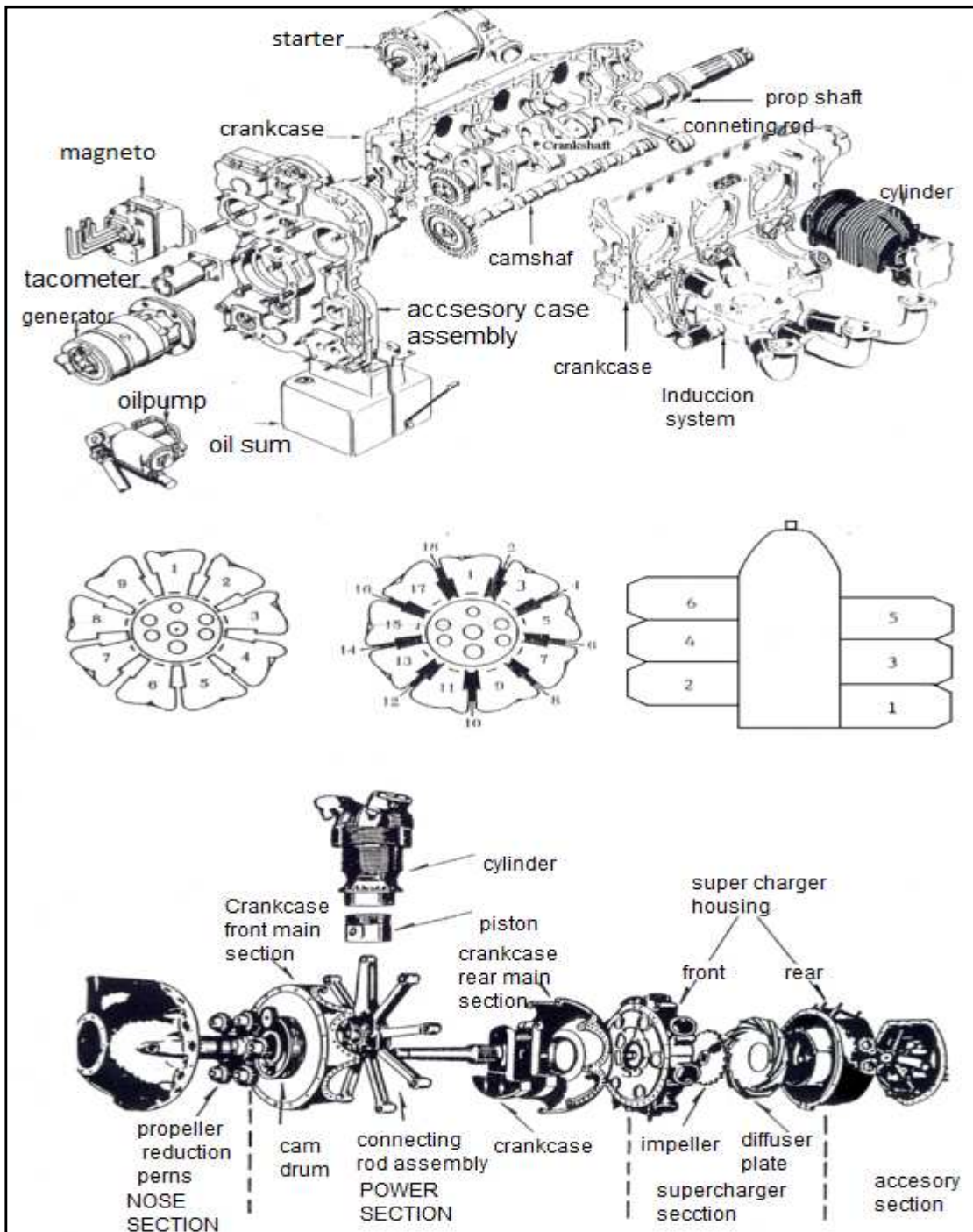


Fig. 1 Componentes internos del motor.

Fuente: Manual de mecánica de la EAP Fig. 1

2.3 PARTES BÁSICAS DEL MOTOR RECÍPROCO

Por la forma y distribución básica de sus principales elementos que lo conforman y el principio de funcionamiento el motor de aviación es igual a cualquier otro tipo de motor de combustión interna.

La construcción de los motores de aviación se hace de materiales fuertes y livianos, pero que conserven sus características de regularidad.

2.3.1 COMPONENTES DEL MOTOR RECÍPROCO

El motor recíproco se compone de los conjuntos que a continuación se describe:

2.3.2 CÁRTER DEL MOTOR

El cárter generalmente está compuesto de dos o más piezas, aloja y soporta al cigüeñal, sujeta los cilindros, las secciones de cabeza y caja del sobrealimentador, etc. Sus cojinetes absorben las cargas productoras de la potencia procedentes de los émbolos y del cigüeñal.

Es hermético con un sistema de respiración para aliviar la presión interna. Una cámara llamada sumidero ubicada en la parte inferior del cárter recoge y almacena el aceite; tiene una cámara de difusión que reparte la mezcla de aire y combustible a los cilindros. Permite incorporar accesorios y elementos que ayudan a la operación y funcionamiento del motor, tiene orejas de montaje que permiten sujetar el motor al montaje del avión.

El cárter generalmente está construido por una aleación de aluminio liviano, y en la mayoría de los casos viene forjado para proporcionarle resistencia; hay ciertas secciones que son construidas de acero pueden ser sección principal o de potencia, aumentando aún más la potencia generada por el motor.

2.3.3 LOS CILINDROS⁴

Es la sección donde se desarrolla la energía para hacer girar el cigüeñal; su finalidad es presentar una cámara de combustión donde la carga combustible-aire se inflama por una chispa, el calor generado dilata los gases convirtiéndolos en energía mecánica; en esta cámara se produce la potencia y donde se concentra la mayor cantidad de calor y presiones.

⁴ Manual de mecánica de aviación de la EAP Pág.14.

El cilindro es fuerte y liviano para soportar altas presiones internas creadas durante el funcionamiento del motor, con una adecuada conducción del calor para lograr un enfriamiento correcto.

El cilindro aloja al émbolo y biela, está compuesto de dos unidades que son:

2.3.4 Cuerpo del cilindro

Es de forma cilíndrica donde se realiza los movimientos alternativos del émbolo, y construido de material de alta resistencia puede ser de acero forjado o hierro fundido, porque debe soportar altas temperaturas y grandes presiones. La parte interna está endurecida para resistir el desgaste de los anillos del émbolo que presiona contra él.

En los cilindros modernos el cuerpo tiene su superficie interna tratada con la finalidad de reducir el desgaste, y para conseguir una pared con la dureza del vidrio.

2.3.5 Cabeza del cilindro

Es un dispositivo que limita la cámara de combustión localizada en la parte superior del cuerpo del cilindro y asegurada a él; puede fabricarse sola para cada cilindro en los motores enfriados por aire, o fundidas en bloque para los motores de enfriamiento líquido.

Está construida generalmente de "aleación de aluminio", por ser una buena conductora del calor y muy liviano, o de hierro fundido o de acero forjado; son forjadas o troqueladas para obtener mayor fortaleza.

La forma interior de la cabeza puede ser plana, semi-esférica o puntiaguda este tipo es el más fuerte y ayuda de manera rápida y completa a dar salida a los gases por el escape; la de forma más o menos esférica ayuda a eliminar la detonación.

La cabeza tiene dos orificios en los cuales van insertados bujes de bronce o acero que sirven como guía para los vástagos de las válvulas de admisión y escape, en ocasiones se insertan bujes de acero revestidos de estelita para resistir mejor el desgaste y la picadura de los asientos de válvula.

Hay dos orificios más para las bujías que están diametralmente opuestas una de otra, pero dada la poca dureza de la aleación de aluminio suele incorporar en estos orificios bujes de bronce, latón o acero.

Los cilindros tienen su propio diseño de acuerdo tipo de enfriamiento que tiene el motor, así tenemos:

2.3.6 Cilindros enfriados por AIRE⁵

Las aletas de enfriamiento están fundidas al cuerpo del cilindro y repartidas desde un punto cercano a la unión del cuerpo del cilindro con el cárter. Se a logrado disminuir el grosor de las aletas de enfriamiento y aumentar su altura incrementándose el área de las aletas de 1200 a 4300 pulg² por cilindro y su grosor adelgaza desde la base que es de 0,090 hasta 0,060 pulg. en el extremo superior. En la cabeza del cilindro las aletas son poco separadas entre sí y hechas de una aleación de aluminio; la región de la válvula de escape, es la más caliente en la superficie interior, por lo que necesita de un área mayor de aletas de enfriamiento.



Fig. 2. Cilindros enfriados por AIRE.

Fuente:

http://www.google.com.ec/search?hl=es&q=cilindros+enfriados+por+aire+de+una+avioneta+&aq=f&aqi=&aql=&gs_l=img.3...91086819141891019146681171171011610101171117110j11110.frgbld.&pbx=1&bav=on.2,or.r_gc.r_pw.r_qf.,cf.osb&fp=feaca657580a6671&biw=1280&bih=605

⁵ Manual de mecánica de aviación de la EAP Pág.15.

2.3.7 Cilindros enfriados por líquido

Se instalan varios cuerpos de cilindros de acero en un conjunto de aleación de aluminio fundido con conductos para la circulación del refrigerante alrededor de los cilindros y válvulas.



Fig. 3. Cilindros enfriados por líquido

Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/archivo:](http://es.wikipedia.org/wiki/archivo:ULPower_ul206i.jpg)

[ULPower_ul206i.jpg](http://es.wikipedia.org/wiki/archivo:ULPower_ul206i.jpg)

2.3.8 VÁLVULA Y ASIENTO DE LAS VÁLVULAS

Las válvulas permiten la entrada de la carga de combustible-aire en los cilindros durante la carrera de admisión, y luego permite la salida de los gases quemados, en la carrera de escape.

Hay dos entradas a la cámara de combustión llamadas "LUMBRERAS", la una es de admisión que permite el paso del combustible-aire al cilindro, la otra es de "ESCAPE" por donde salen los gases quemados, existiendo por lo menos dos válvulas la una de admisión y otra de escape.

Las válvulas utilizadas en los motores recíprocos por su forma se clasifican:

a) De tipo HONGO:

La cabeza de la válvula se parece al hongo.



Fig. 4. Válvula tipo hongo.

Fuente: http://www.google.com.ec/search?hl=es&biw=1280&bih=605&q=valvulas+tipo+hongo&bav=on.2,or.r_gc.r_pw.r_qf.,cf.osb&um=1&ie=UTF-8&tbm=isch&source=og&sa=N&tab=wi&ei=HU1zT_yQDMYEtgfE-PGMBq

b) De tipo TULIPAN:

La cabeza de la válvula se parece al tulipán.

Las partes componentes de una válvula son las que a continuación detallamos:



Fig. 5. Válvula tipo tulipán

Fuente: <http://www.google.com.ec/imgres?q=valvulas+tipo+tulipan&start=91&um=1&hl=es&noj=1&tbm=isch&tbnid=gorjKuRJZT3h1M:&imgrefurl>

La diferencia entre este tipo de válvulas es su forma ya que es visible a simple vista se las nota.

2.3.9 La cabeza de la válvula

Es la parte que abre y cierra las entradas, la cara es de forma circular descansa sobre el asiento de la válvula en el cilindro cuando está en posición de cerrado. Una capa delgada de estelita fundida a la cara de la válvula, retarda la corrosión, la picadura y deformación, aplicables especialmente en las válvulas de escape.

2.3.10 El vástago de la válvula

Es la parte que sirve de guía para la cabeza de la válvula durante la marcha, algunos vástagos de válvula son huecos y llenos de una solución salina, mercurio o sodio metálico que ayuda a reducir la temperatura de la cabeza de válvula. Una punta de acero endurecido se suelda al extremo para presentar resistencia al golpeteo que está sometida.

Los vástagos de las válvulas tienen una superficie endurecida para evitar el desgaste, generalmente están construidas de "**acero al tungsteno o de silichrome**", material que tiene la cualidad de conservar su resistencia a altas temperaturas.

a) Válvula de ADMISIÓN⁶

Este tipo de válvula tiene el vástago sólido, son construidas generalmente de acero al cromo-níquel y son del tipo de la forma tulipán; operan a bajas temperaturas con relación a las del escape y permiten el paso de la carga combustible-aire a la cámara.

Funcionan a temperaturas elevadas y las superficies deben resistir el golpeteo y la combustión; para asegurar un buen contacto entre la válvula y el asiento, para evitar el escape de presión que reduciría la producción de energía, con el riesgo de que la válvula se quemara y se doble.

⁶ Manual de mecánica de aviación de la EAP Pág.16.

b) Válvula de ESCAPE

Están construidas con vástagos y cabezas ahuecadas, llenas de sodio metálico, mercurio o una composición de sodio y mercurio o una sal química.

En el funcionamiento llevan el calor rápidamente desde la cabeza de la válvula por el vástago a las aletas de enfriamiento del cilindro, pues no reciben el efecto refrigerante de la mezcla combustible-aire.

Debido a la alta temperatura de los gases que pasan por la válvula de escape, hacen que el frente de la válvula esté cubierto de un metal duro y resistente al calor que se llama estelita, evita la corrosión, picaduras y desgaste, se trata de un material duro no se lo puede cortar, sino esmerilar para un ajuste correcto.

En la actualidad se reviste la cabeza de la válvula de escape con "nicromio" es más suave, soporta mejor el calor y con muy poco doblamiento de la válvula, se reasienta.

c) ASIENTOS de la válvulas

El metal de la cabeza del cilindro no es suficientemente duro para soportar el martilleo constante producido por el cierre y abre de la válvula, por lo que los asientos de la válvula se atornillan y ajustan en el borde de las aberturas de las válvulas, el asiento de válvula está construido de bronce, acero no-corrosivo resistente a las altas temperaturas.

2.3.11 Mecanismo de funcionamiento de la válvula

Para un óptimo funcionamiento del motor, cada válvula debe estar regulada de manera tal que, se abra en el momento oportuno, permanezca abierta el tiempo requerido y se cierre a su debido tiempo.

La válvula de "admisión se ABRE, justamente antes de que el émbolo llegue al punto muerto superior "TDC"; las válvulas de escape permanecen abiertas después del TDC, lo que hace que en un momento dado las dos válvulas están abiertas al mismo tiempo, esto sucede cuando "finaliza el recorrido de escape y comienza el recorrido de admisión" permite que disminuya la temperatura de funcionamiento del cilindro; esta regulación está controlada por el mecanismo operador de la válvula.

⁶Manual de mecánica de aviación de la EAP Pág.16.

a) Mecanismo de funcionamiento de la válvula:

Consiste de un disco de LEVAS o de una plancha de levas equipado con LÓBULOS, quienes trabajan contra un RODILLO DE LEVA, y un LEVANTA VÁLVULA que impulsa a una varilla de EMPUJE y una ARTICULACIÓN DE ROTULA, quienes mueven un BALANCÍN para abrir la válvula.

Resortes colocados debajo de cada válvula cierran y empujan al mecanismo de la válvula en dirección opuesta al del movimiento.

b) Conjunto de botador de válvula:⁷

Consiste de una varilla corta de acero, que tiene en el un extremo un rodillo de acero que se mueve con el movimiento del disco de leva; en el otro extremo tiene una depresión de acero endurecido que se adapta al borde redondeado del extremo de la varilla de empuje.

El botador de válvula se desliza hacia arriba y hacia abajo en la guía. Y a través de un orificio circula aceite por el botador de válvula, que circula a las varillas ahuecadas de empuje, y lubrica al grupo de balancín.

c) Varilla de empuje:

Es de forma tubular y transmite el movimiento desde el botador de la válvula hacia el brazo del balancín. Una bola de acero endurecido se ajusta en cada extremo del tubo.

Se utiliza la forma tubular por lo liviano y resistente y además por presión circula el aceite del motor lubricando los extremos de las bolas y el cojinete del balancín y la guía del vástago de la válvula.

d) Los balancines:

Transmiten la fuerza de empuje desde las levas a las válvulas. El conjunto de balancín está sostenido por un cojinete simple, de rodillo o de bola, o combinación de los dos, que sirve como eje de rotación.

En un extremo del balancín se sostiene contra la varilla de empuje y el otro sobre el vástago de la válvula. Los ajustes en el juego de válvulas se realizan en un extremo del balancín.

⁷ Manual de mecánica de aviación de la EAP Pág.17

e) Resortes helicoidales:

Las válvulas permanecen cerradas por dos o tres resortes helicoidales; al utilizar un sólo resorte esta vibraría o aumentaría su tensión a ciertas velocidades. Cada resorte posee dimensiones adecuadas para una acción suave y continua sin que el material pierda sus propiedades originales, la acción conjunta está de acuerdo con la elevada tensión que soportan. Además este sistema de resortes permite que en caso de rotura de uno de los resortes, la válvula afectada continúe funcionando aun que no normal, pero no queda completamente inhabilitada.

2.3.12 Conjunto de los émbolos o pistones⁸

El émbolo de un motor recíproco se mueve hacia adelante y hacia atrás dentro de un cilindro. Al moverse el émbolo hacia abajo en el cilindro aspira la mezcla de aire y combustible, al moverse hacia arriba la comprime y ocurre el encendido, los gases se expanden y hacen que el émbolo se mueva hacia el cigüeñal; el siguiente recorrido hacia la cabeza, empuja los gases quemados hacia afuera de la cámara de combustión.

Componentes del émbolo son los siguientes:

- a)** Cabeza del émbolo; Es la parte superior del émbolo.

- b)** Borde del émbolo; Son los lados del mismo.

- c)** Las ranuras del émbolo; Se sitúan alrededor del borde del émbolo. En estas ranuras van unos anillos llamados "RINES", son de hierro fundido de alta calidad y forman un sello entre el émbolo y el cilindro. Los rines se clasifican en:
 - 1.** Anillos de COMPRESIÓN: En número de tres sellan el escape de compresión;
 - 2.** Anillo de LUBRICACIÓN: Es uno y sella contra el escape de aceite. Como los pistones soportan altas temperaturas y presiones, por lo que son construidos de "hierro colado" que proporcionan mayor duración con el mínimo desgaste, otro material es "una aleación de aluminio", es más liviano y tiene una conductividad mayor de calor. Es importante que al resbalsarse a lo largo de la pared, los anillos lo hagan con muy poca fricción y no haya escape de gas.

⁸ Manual de mecánica de aviación de la EAP Pág.17.

2.3.13 Bielas⁹

Es un eslabón que transmite el movimiento de los pistones al cigüeñal, convirtiéndose en movimiento de rotación. El extremo del émbolo está sujeto a grandes presiones causadas por la combustión y al otro extremo el cigüeñal le impone cargas centrífugas como consecuencia de la alta velocidad de rotación del motor.

Las bielas son construidas de material resistente para que permanezca rígido bajo las cargas, pero al mismo tiempo liviano, para reducir la fuerza de inercia cuando la biela y el pistón se detienen, cambian de dirección y comienzan de nuevo al final de cada recorrido. Las bielas generalmente están hechas de acero de alta calidad.

El tipo más usado en los motores radiales es la "biela maestra y articulada", similar a cualquier otra en la sujeción al muñón del cigüeñal y al pistón, pero es más pesada; un extremo de cada biela articulada se une con ejes de biela a un borde que se encuentra alrededor de la biela maestra.

El pie está sujetado al pistón mediante un pasador de acero, tiene generalmente un buje de aleación de bronce; el extremo o la cabeza está unida al codo del cigüeñal, está partido para permitir el montaje y tiene forros de cojinete, las partes están unidas por medio de pernos.

2.3.13.1 Clasificación de las bielas

- a) Por su forma; En tubulares y en perfiles en forma de "I" o "H";
- b) Por su disposición en el cigüeñal; En sencilla, articulada, bifurcada y de lámina.

2.3.14 Cojinetes

La finalidad de los cojinetes es la de reducir al máximo el rozamiento metálico de las piezas entre sí, y debe ser lo suficientemente resistente para soportar la presión a la que es sometido, permitiendo que la otra superficie se mueva con un mínimo de fricción y desgaste.

Deja además libertad de movimiento evitando que haya pérdida de energía.

⁹ Manual de mecánica de aviación de la EAP Pág.18.

2.3.14.1 Clasificación de los cojinetes.¹⁰

a) Sencillos

Los cojinetes sencillos o lisos pueden ser construidos en dos piezas firmemente unidos entre sí por pernos, se utilizan en el cigüeñal, árbol de levas o disco de levas y en las bielas del motor; soportan cargas radiales solamente, aunque a veces soportan cargas de impulsión.

Son construidas de materiales ferrosos tales como el cobre-plomo, metal bronce o babbitt, aluminio, latón, plata o bronce y acero.

b) De rodillo

Son de varios tipos y formas, los cojinetes RECTOS se usan en aquellos lugares que soportan cargas radiales; los cojinetes DE RODILLO están construidos para soportar cargas de impulsión.

c) De bola

Consiste de un aro interior de uno o dos juegos de bolas y un aro exterior. Los aros están diseñados con ranuras que coinciden con las curvas de las bolas, permitiendo un mayor contacto con la superficie y soportan dos tipos de cargas.

2.3.15 Cigüeñal

Es la parte fundamental del motor pues transforma el movimiento recíproco del émbolo en movimiento rotativo de la hélice y está sometido a cargas centrífugas, alternativas y de presión juntamente con fuerzas de torsión.

El cigüeñal está construido de materiales resistentes como de acero, cromo-níquel-molibdeno. El cigüeñal es un eje con uno o varios codos situados en lugares específicos entre sus extremos, pudiendo ser hueco para permitir la circulación del aceite lubricante.

2.3.15.1 PARTES DEL CIGÜEÑAL

El cigüeñal está compuesto de las siguientes partes:

2.3.15.1.1 EL GORRÓN

Es aquella parte que está sostenida por el cárter y gira en un cojinete principal, sirviendo como centro de rotación del cigüeñal.

¹⁰ Manual de mecánica de aviación de la EAP Pág.19.

2.3.15.1.2 EL MUÑÓN DEL CIGÜEÑAL¹¹

Es la sección en donde va adherida la biela, está descentrada con respecto a los gorriones principales y se lo conoce como "CODO". El codo está compuesto por dos flancos y un muñón, al aplicarse una fuerza en el muñón el cigüeñal girará.

El muñón es hueco y sirve como cámara para recoger el lodo, depósitos de carbón y materiales extraños, por efecto de la fuerza centrífuga estos materiales salen a la parte exterior de las cámaras evitando que lleguen a la superficie del cojinete.

2.3.15.1.3 FLANCO DEL CODO

Conecta al muñón con el gorrón del cigüeñal, hay algunos tipos de cigüeñal que el flanco se extiende más allá del gorrón y tiene un contrapeso que balancea al cigüeñal. El flanco del codo debe ser de material resistente y fuerte para obtener la rigidez requerida entre el muñón y el gorrón. Algunos cigüeñales tienen un conducto en el flanco para permitir que fluya el aceite desde dentro del cigüeñal hacia los cilindros y riegue sus paredes.

2.3.15.2 CLASES DE CIGÜEÑAL

El tipo de cigüeñal y el número de muñones debe estar de acuerdo con la colocación de los cilindros. La posición de un codo está expresada en "grados", se clasifican en:

2.3.15.2.1 DE UNA SOLA CIGÜEÑA

Conocido también del tipo de 360°, utilizado en los motores radiales de una sola hilera.

2.3.15.2.2 DE DOBLE CIGÜEÑA

Llamado también cigüeñal de 180°, utilizado en motores de dos hileras y en los motores opuestos de cuatro cilindros, generalmente tiene tres gorriones de cojinete principal.

2.3.15.2.3 CUATRO CIGÜEÑAS

O del tipo de 192 6/7°, utilizado en motores de cuatro hileras, tiene 4 cigüeñas y cada muñón del cigüeñal tiene 192° con 6/7 a la derecha con relación al muñón que

se encuentra detrás. Tiene 5 gorriones de cojinete principal. El cigüeñal de 120° es utilizado en los motores de 6 cilindros o 12 en V.

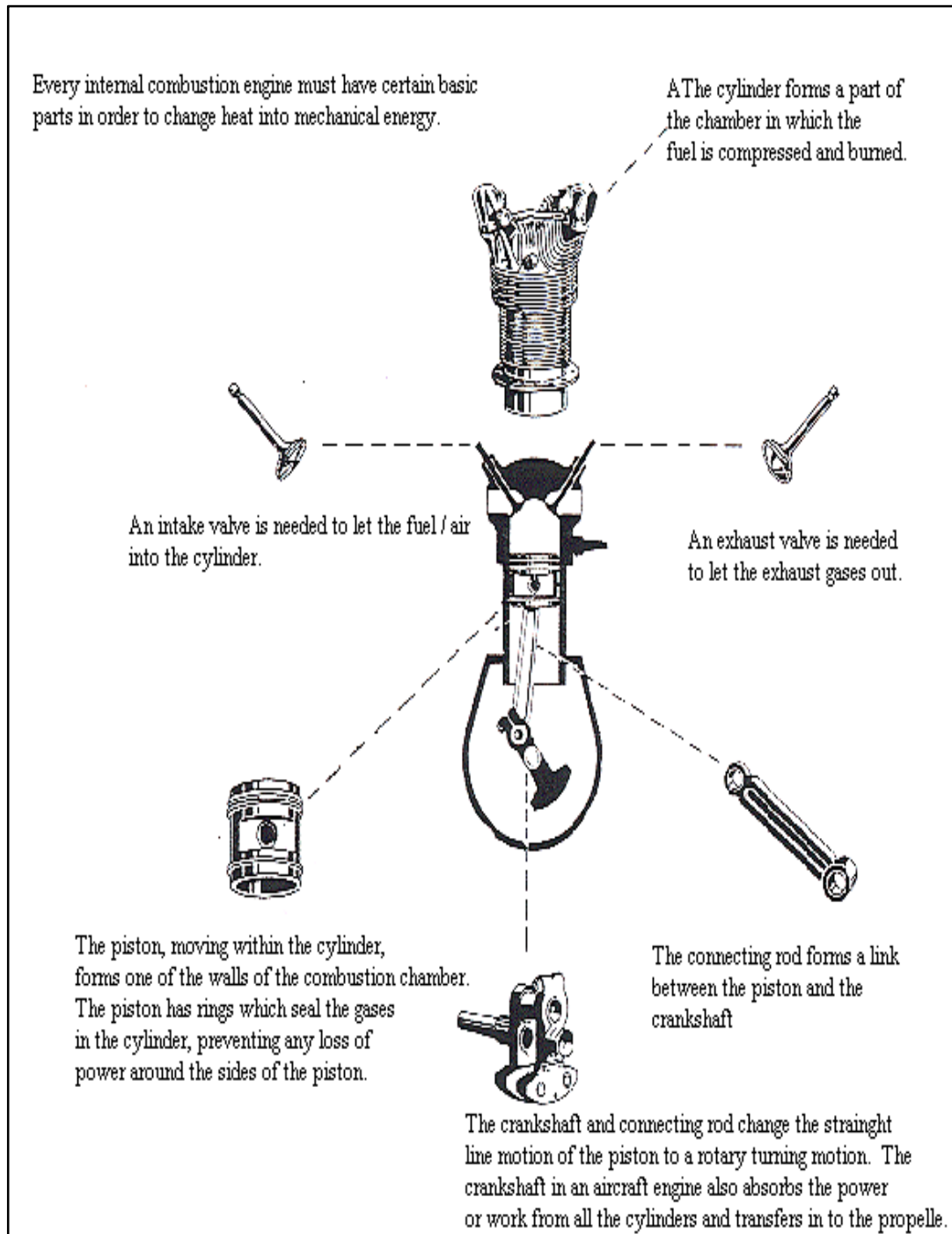


Fig. 6 Balance dinámico

Fuente: Manual de mecánica de la EAP

¹¹ Manual de mecánica de aviación de la EAP Pág.20.

2.4 CICLOS DEL MOTOR RECIPROCO¹²

Ciclo es la serie de operaciones o procedimientos a través de los cuales debe pasar el motor para funcionar ininterrumpidamente y desarrollar constantemente energía.

Para iniciar el funcionamiento, es necesario el arranque o puesta en marcha, se logra ya sea moviendo la hélice que a su vez mueve el cigüeñal, o por medio de un dispositivo especial que permite poner en marcha al motor.

2.4.1 CARRERA DEL PISTÓN

Es el espacio que recorre el pistón durante su desplazamiento dentro del cilindro. Sus límites de recorrido son:

2.4.1.1 Punto Muerto Superior "PMS":

Se denomina al punto más alto al que llega el pistón en su recorrido.

2.4.1.2 Punto Muerto Inferior "PMI":

Se denomina al punto más bajo al que llega el pistón en su movimiento.

2.4.2 CLASES DE CARRERAS DEL PISTÓN

El ciclo requiere de cuatro recorridos o carreras del pistón, dos hacia arriba y dos hacia abajo; se considera como quinta operación el "encendido" de la mezcla de combustible-aire, al final del recorrido de compresión. Estos recorridos son los siguientes:

2.4.2.1 CARRERA DE ADMISIÓN

En la carrera de admisión el pistón se mueve hacia abajo por giro del cigüeñal, durante este recorrido la válvula de admisión se abre y la válvula de escape está cerrada. Por el descenso del pistón se produce en el interior del cilindro en vacío parcial o depresión, permitiendo que pase la mezcla aire-combustible al cilindro; la cantidad de mezcla aspirada depende el rendimiento de potencia del motor.

Al llegar al punto muerto inferior (PMI), la mezcla queda alojada en el interior y la válvula de admisión se cierra, en este recorrido el cigüeñal ha girado media vuelta.

¹² Manual de mecánica de aviación de la EAP Pág.23.

2.4.2.2 CARRERA DE COMPRESIÓN

Después del cierre de la válvula de admisión, el pistón se desplaza hacia arriba hasta llegar al PMS, la mezcla aspirada es comprimida hasta ser concentrada en la cámara de combustión y bajo fuerte presión entre el émbolo y la cabeza del cilindro; las válvulas están cerradas y el cigüeñal ha completado una vuelta al finalizar el recorrido.

2.4.2.3 CARREA DE EXPLOSIÓN O MOTRIZ¹³

A medida que el émbolo se acerca al PMS y en el momento apropiado se produce una chispa eléctrica entre los electrodos de cada bujía provocada por la corriente eléctrica enviada por los magnetos que lleva el motor, cuyo voltaje es de 20.000 a 25.000 voltios a cada una de ellas.

La rápida inflamación de la mezcla comprimida hace que la temperatura y la presión aumenten, el gas se expande y forsa al émbolo hacia abajo, este desplazamiento transmite al cigüeñal produciendo un movimiento de rotación del mismo.

Al llegar al punto muerto inferior (PMI), se ha realizado el tercer recorrido, habiendo girado el cigüeñal vuelta y media y las válvulas están cerradas.

2.4.2.4 CARRERA DE ESCAPE

Al iniciar el pistón su movimiento hacia arriba en la carrera de escape, la válvula de escape se abre y permanece abierta durante la carrera de escape permitiendo que los gases sean expulsados de la cámara de combustión hacia el exterior a través del tubo de escape, expulsión que se realiza con rapidez debida a la presión que aún conservan los gases, y por el movimiento ascendente del pistón.

Se ha completado el ciclo de funcionamiento del motor cuando el pistón llega a su punto muerto superior PMS, por segunda vez y se cierra la válvula de escape, se inicia un nuevo ciclo repitiéndose las operaciones antes indicadas y explicadas.

¹³ Manual de mecánica de aviación de la EAP Pág.26.

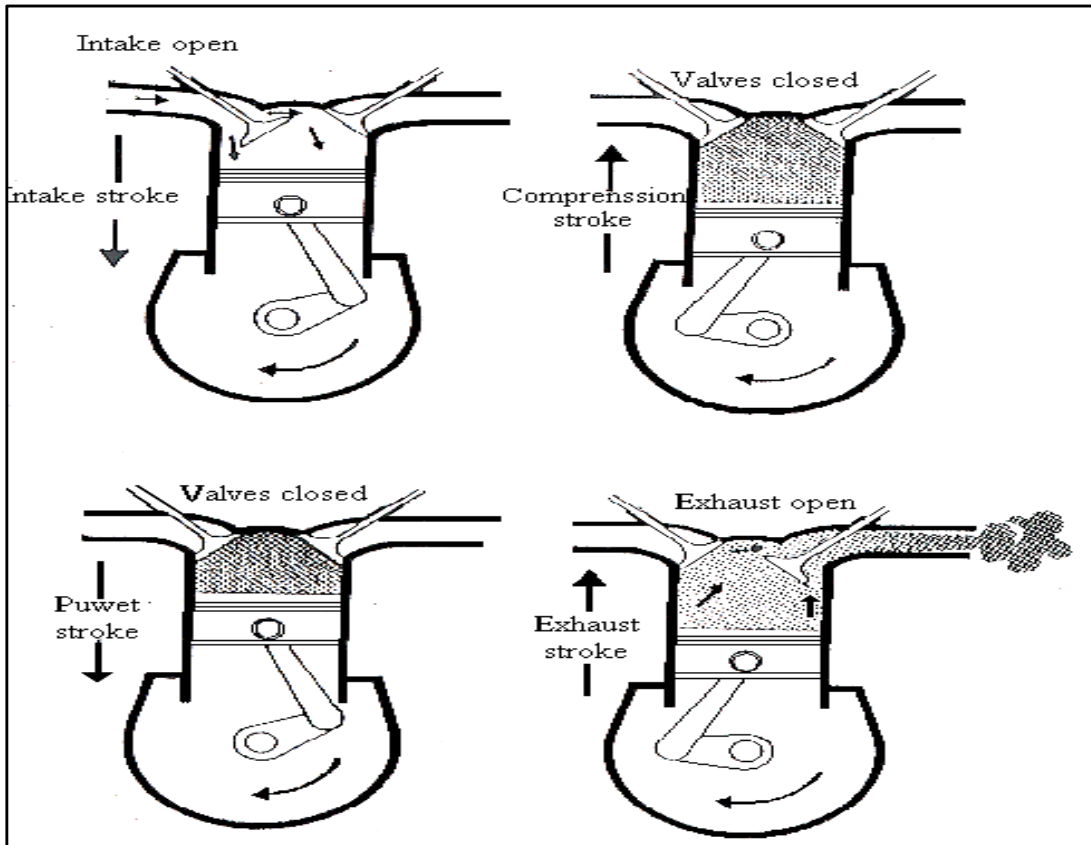


Fig. 7 Carrea de escape.

Fuente: Manual de mecánica de la EAP Fig.5

2.5 RENDIMIENTO DE LOS MOTORES¹⁴

2.5.1 GENERALIDADES

El rendimiento de un motor depende de la energía absorbida por el motor y de la capacidad del motor para transformar una parte de la energía absorbida en trabajo útil. Hay dos métodos que nos permite aumentar el rendimiento del motor, estos son:

2.5.1.1 AUMENTANDO LA ENERGÍA ABSORBIDA

Consiste en el uso de una mayor cantidad de aire-combustible por unidad de tiempo; para lograr debemos aumentar: la cilindrada del motor, la velocidad del motor y la eficacia volumétrica del motor.

2.5.1.2 AUMENTANDO LA EFICIENCIA DEL MOTOR

Logramos transformando la energía absorbida en trabajo implica el uso de ciclos más eficientes y la reducción al mínimo de las desviaciones del ciclo ideal, también las pérdidas de frotamiento.

El diseño y funcionamiento de un motor tiene como objetivo una producción eficiente y regular de la potencia, para ello recordaremos ciertos conceptos como son:

a) Trabajo

Es el producto de una fuerza "F" multiplicada por la distancia "d" en la cual actúa. Matemáticamente está dada así:

$$T = F \times d$$

Dónde: F=fuerza(N) y d= distancia (m)

b) Potencia

Es la cantidad de trabajo "T" cumplido, dentro de cierto tiempo "t". Matemáticamente está dada así:

$$P = T \times t$$

Dónde: T= trabajo (J) y t= tiempo(s)

2.5.2 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS MOTORES

Por construcción de un motor tiene numerosas y variadas características básicas o principales, se consideran las dimensiones del motor y especialmente a la potencia producida. Los factores más importantes de los que depende el desarrollo de los caballos de fuerza son:

2.5.2.1 Presión de los cilindros

La presión desarrollada dentro del cilindro durante el tiempo de trabajo y la velocidad del motor son factores que influyen en la producción de energía del motor.

Al subir la presión dentro del cilindro durante el funcionamiento y la velocidad del motor, se logrará una mayor potencia.

¹⁴ Manual de mecánica de aviación de la EAP Pág.29.

Al aumentar la presión positiva media sobre el émbolo, y mientras mayor sea el número de ciclos por unidad de tiempo mayor será la energía.

La presión de trabajo por ciclo completo puede determinar mediante un manómetro, que traza en forma gráfica la presión dentro del cilindro contra el movimiento del émbolo, esta gráfica se conoce como "TARJETA INDICADORA DE PRESION".

Con la tarjeta indicadora de presión, se podrá determinar, lo siguiente:

a) Presión media eficaz¹⁵:

Es la presión media del émbolo durante el tiempo de trabajo.

b) Máxima presión desarrollada:

Es la presión máxima desarrollada durante el tiempo de funcionamiento.

c) Factores secundarios:

Indica cuando ocurre el encendido, cuando se abren y cierran las válvulas de admisión y escape, en qué forma están conservando la presión los anillos del pistón y las válvulas, etc.

2.5.3 Velocidad del motor

La potencia y la velocidad del motor o el número de revoluciones por minuto "RPM", están íntimamente relacionados entre sí por que la potencia varía con el número de RPM.

A bajas RPM la potencia es muy reducida apenas la suficiente para mover las piezas del motor por ello un motor nunca puede ser utilizado en régimen de marcha produciéndose una baja rápida de la eficiencia volumétrica más allá de ciertas velocidades.

A medida que se incrementa la velocidad la potencia producida también se incrementa hasta llegar a un "Régimen de máxima potencia", si se excede de este valor la potencia empieza a decrecer.

Los motores de aviación funcionan a velocidades altas para lograr un alto rendimiento de potencia por unidad de fuerza; la velocidad máxima de tales motores depende principalmente de la carrera del motor.

¹⁵ Manual de mecánica de aviación de la EAP Pág.30.

2.5.4 CABALLOS DE FUERZA INDICADOS

Es la cantidad de energía desarrollada dentro del motor y representa la totalidad de la potencia y sin considerar de la energía que se necesitaría para vencer la fricción o mover los accesorios del motor. Los HP indicados se determinan por las dimensiones del cilindro, las RPM y la presión media eficaz.

Los caballos de fuerza indicados se basan en la cantidad teórica de trabajo ejecutado, calculado de la presión verdadera registrada en la tarjeta indicadora. La presión que actúa sobre el émbolo durante el tiempo de trabajo del motor no es constante, debido a la combustión del gas que es casi instantánea, resultando alta presión en la parte superior del recorrido y una disminución de presión al descender el pistón; para el cálculo se utilizará una presión promedio "MEP" que actúa sobre el émbolo durante el tiempo de trabajo.

2.6 SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO¹⁶

2.6.1 GENERALIDADES

La potencia desarrollada por un motor es directamente proporcional al calor de la combustión, pero la temperatura debe mantenerse dentro de los límites de seguridad y tolerancia, para evitar graves consecuencias.

La pérdida de calor causado por el enfriamiento es de aproximadamente un 25% del calor total generado, no puede ser reducido en forma total sin disminuir la regularidad de funcionamiento del motor.

Por lo que para utilizar el calor como potencia deberá enfriarse el motor adecuadamente. El proceso de enfriamiento debe ser continuo, si llega a fallar aún por corto tiempo el motor se dañaría seriamente.

El aire como agente de enfriamiento está siempre disponible, lo que no sucede con los refrigerantes líquidos, que deben ser cargados en el avión como parte componente del mismo.

¹⁶ Manual de mecánica de aviación de la EAP Pág.35.

2.6.2 EFECTOS DE LA TEMPERATURA

Las altas temperaturas en los cilindros pueden traer consecuencias graves, por lo que el enfriamiento del motor es absolutamente indispensable, para evitar fallas en la lubricación, en la estructura o en ambas. Las altas temperaturas pueden producir:

2.6.2.1 DEBILITAMIENTO DE LAS CABEZAS DEL CILINDRO

La temperatura de combustión es excesivamente alta y, como las cabezas de los cilindros son construidos de aleación de aluminio, por lo que la temperatura debe mantenerse por debajo de los 270°C en lo posible, debilitándose el material cuando alcanza una temperatura cercana a los 450°C.

2.6.2.2 AVERÍAS EN LAS PARTES DEL CILINDRO

Las excesivas temperaturas, puede acarrear el alabeo de las válvulas y de los asientos de las mismas, fallando la lubricación de los vástagos de las válvulas y del balancín; falla además la lubricación de las paredes de los cilindros, cuando su temperatura es mayor a 180°C, porque se interrumpe la película de aceite que existe entre la pared del cilindro y el pistón, causando rayaduras y atascamiento del pistón. La lubricación de las válvulas falla cuando la temperatura está sobre 270°C.

2.6.2.3 MAYOR TENDENCIA A LA DETONACIÓN¹⁷

Las altas temperaturas aumentan la tendencia de la mezcla aire-combustible a producir detonaciones, la misma que a su vez provoca altas temperaturas en la cabeza del cilindro.

2.6.3 ENFRIAMIENTO POR AIRE

En los motores de aviación enfriados por aire, se logra alejar el calor de los cilindros de la siguiente manera:

- a)** Exponiendo una superficie suficiente de los cilindros a la corriente de aire;
- b)** Dirigiendo el aire en forma eficiente contra todas las partes de los cilindros;
- c)** Proveyendo una corriente de aire suficiente;
- d)** Reguladores de flujo de aire permiten hacer frente a diferentes condiciones.

Los motores enfriados por aire tienen una alta eficiencia de enfriamiento, lográndose por el montaje de una capota carenada alrededor de los cilindros; la eficiencia del;

enfriamiento varía con la velocidad de la aeronave o del flujo de aire siendo este mayor a grandes velocidades y un poco ineficaz a bajas velocidades, sobre todo cuando se acciona el motor en tierra.

Un motor enfriado por aire es más liviano que uno enfriado por líquido y requiere de menos mantenimiento. El exceso de calor es conducido directamente de las paredes del cilindro al aire circundante, para ello las cabezas de los cilindros y las paredes tienen aletas delgadas de metal, que sobresalen desde la superficie exterior.

Al fluir el aire por sobre las aletas, absorbe el exceso de calor del cilindro, existen aletas que regulan la cantidad de aire que pasa por todo el motor, controlando la temperatura del motor. El control de estas aletas puede ser del tipo manual o termostático y están ubicadas en la estructura del avión y detrás de los cilindros.

La temperatura del cilindro se mide en la bujía posterior del cilindro más caliente. El sistema para medir consiste de un par termoeléctrico con la junta de la bujía en su empalme más caliente, un indicador instalado en la cabina; la temperatura normal está entre los 120° y 250°C, con un máximo de 260°C.

¹⁷ Manual de mecánica de aviación de la EAP Pág.35, 36.

2.6.4 PARTES BASICAS E IMPORTANTES DEL MOTOR RECIPROCO.¹⁸

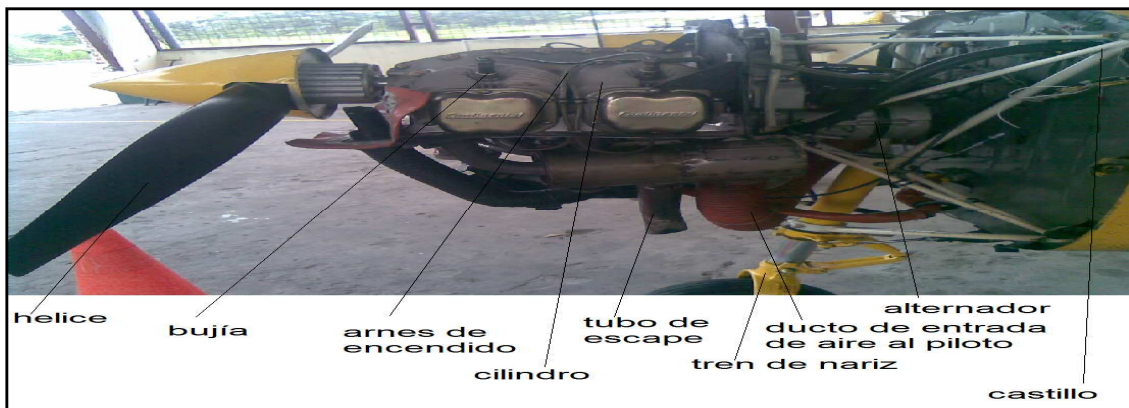


Fig. 8 Motor de la aeronave cessna 150

Por: Israel Chugcho

1. Hélice de paso fijo.

Se le denomina de esta manera debida a que está construida de una sola pieza y no puede hacerse ajuste del paso por no poseer un gobernador que se encarga de generar el paso de la hélice o más conocido como ángulo de la hélice. Ver figura 8

2. Bujías superiores e inferiores.

Son las encargadas de producir la chispa para la detonación de la mezcla aire combustible generada en el interior del cilindro. La ubicación de las bujías son superiores como inferiores, con el objetivo de evitar falla alguna en cualquier cilindro de la aeronave. Ver figura 8

3. Arnés de encendido.

Este es el cable que se encarga de transmitir la chispa que envían los magnetos a la bujías. Ver figura 8

4. Tubos de escape.

Son los encargados de expulsar los gases producidos en la cámara de combustión. Ver figura 8

5. Cilindro.

Es la sección donde se desarrolla la energía para hacer girar el cigüeñal; su finalidad es presentar una cámara de combustión donde la carga combustible-aire se inflama por una chispa, el calor generado dilata los gases convirtiéndole en energía mecánica; en esta cámara se produce la potencia y donde se concentra la mayor cantidad de calor y presiones.

El cilindro es fuerte y liviano para soportar altas presiones internas creadas durante el funcionamiento del motor, con una adecuada conducción del calor para lograr un enfriamiento correcto. Ver figura 8

6. Ducto de entrada de aire a la cabina del piloto.

Este ducto sirve para enviar aire a la cabina del piloto como para enfriar a los instrumentos que se encuentran en la cabina ya mencionada. Ver figura 8

7. Tren de nariz.

Se lo denomina así por su posición, este se encarga de dar la dirección a la cual se desee ir en tierra. Ver figura 8

8. Alternador.

Este es uno de los componentes principales de la aeronave por la misma razón que produce energía que es acumulada en la batería, la misma que sirve para accionar varios mecanismos eléctricos. Ver figura 8

9. Castillo o montante del motor.

Este se encuentra sujeto a la pared de fuego por medio de pernos, la función principal de este componente soportar el peso del motor al ser empotrado sobre el mismo. Ver figura 8



Fig. 9. Componentes del motor de la aeronave CESSNA 150

Por: Israel Chugcho

10. Depósito de aceite.

Es el lugar donde se acumula el aceite que el motor va utilizar en el funcionamiento de sus piezas móviles. Este contiene su marcación máxima que es 6 cuartos de aceite y mínima que es 4 cuartos. Ver figura 9

11. Carburador.

Es aquel que entrega la cantidad de combustible dosificada para las diferentes condiciones de velocidad y carga del motor y disponer de medios de conexión de la mezcla correspondiente a las alturas y temperaturas en los de tipo manual o automático y ofrecer una adecuada regularidad de servicio y estabilidad de calibración afín de ofrecer máxima seguridad y eficacia. Ver figura 9

12. Filtro de aire.

Este filtro es el encargado de retener impurezas que se encuentran en el aire. Ver figura 9

13. Bomba de succión.

Componente de suma importancia para controlar el funcionamiento de instrumentos que funcionan a base de aire como horizonte artificial etc. Ver figura 9



Fig. 10 Magnetos y motor de arranque.

Por: Israel Chugcho

14. Motor de arranque.

Es un mecanismo que desarrolla una cantidad considerable de energía mecánica que se aplica al cigüeñal de un motor para ponerlo en marcha. Un motor de arranque está compuesto de las siguientes partes. Ver figura 10

15. Magneto izquierdo y derecho.

El Magneto: Son autónomos, suministrando la corriente de encendido sin el uso de una fuente externa de corriente.

¹⁸ Manual de mecánica de aviación de la EAP Pág. 9, 38, 53, 72,74, 77,81.

¹⁸ Manual de mantenimiento CESSNA 150 Pág.11-1 sección (11-19).

¹⁸ Manual de mantenimiento CESSNA 150 Pág.11-1 sección (11-25).

¹⁸ Manual de mantenimiento CESSNA 150 Pág.15-1 sección (15-5).

Esta unidad produce energía eléctrica haciendo girar un imán permanente dentro de los extremos de piezas polares conectadas a los extremos por un núcleo alrededor del cual están enrolladas bobinas primarias y secundarias es accionado por el motor.

En el magneto un imán permanente proporciona el campo magnético, una bobina de alambre es el conductor y el motor da la energía mecánica para el movimiento entre el campo y el conductor etc. Ver figura 10

2.7 SISTEMA DE ENCENDIDO¹⁹

La finalidad de este sistema es cambiar la energía mecánica en impulsos eléctricos de alto voltaje y suministrarlos a la cámara de combustión del motor, para encender la carga de combustible y aire en el momento correcto y en el orden apropiado de explosión.

Las unidades principales de este sistema son:

- a) **Las magnetos:** Producen impulsos de alto voltaje.
- b) **El distribuidor:** Que transmite dichos impulsos a los distintos cilindros.
- c) **Las bujías:** Que proveen el espacio a través del cual se impulsa la chispa.

2.7.1 SISTEMA DE ENCENDIDO POR MAGNETO

Es utilizado porque no existe la probabilidad de una chispa débil causada por una batería pobremente cargada, existe menor peligro de incendio después de una explosión, pues no produce chispa a menos que el magneto este girando.

2.8 UNIDADES DE ENCENDIDO

El sistema de encendido está conformado de las siguientes unidades:

2.8.1 EL 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.

¹⁹ Manual de mecánica de aviación de la EAP Pág.74.

Un magneto está compuesta 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 máximo valor, y el campo magnético alrededor del primario colapsa. El capacitor descarga la corriente almacenada en el primario induciendo un campo magnético inverso. Este colapso y la reversión del campo magnético producen una corriente de alto voltaje en el secundario que es distribuido a las bujías para la ignición de la mezcla.

2.8.1.1 Principios del funcionamiento del magneto²⁰

El adjunto esquema de la **figura 11** indica claramente estos principios. Como se ha dicho en el párrafo precedente, si las líneas de fuerza del campo magnético son cortadas por un conductor apropiado, se engendrará en éste una tensión o fuerza eléctrica. En esta sencilla máquina las líneas de fuerza existen entre los polos de un imán en forma de herradura.

El conductor, que en este caso es una espira o vuelta de hilo de cobre, va montado en un eje para poder hacerlo girar en el campo magnético cortando las líneas de fuerza existentes entre las dos piezas polares. Los extremos del hilo van conectados, uno con el anillo o tambor aislado calado en el eje, y el otro con el eje. Por medio de dos escobillas de metal se recoge la corriente para enviarla al circuito exterior. Puede verse que, en efecto, cuando se hace girar el eje en el sentido de la flecha, la espira de hilo de cobre corta las líneas de influencia magnética y, por lo tanto, se engendrará en ella una corriente. La tensión o fuerza de la corriente y su intensidad varían según la rapidez con que las líneas de fuerza magnética son cortadas. La armadura de una magneto normal, sin embargo, difiere materialmente de la indicada en el esquema.

Un gran número de espiras o vueltas de hilo pueden montarse en el mismo eje para que las líneas de fuerza magnética puedan ser cortadas un gran número de veces en un tiempo dado, empleando un núcleo o tambor de hierro para soporte de los hilos.

Las indicaciones de la **figura 12** dan idea de la disposición de una armadura con doble arrollamiento y del sistema inductor de una magneto normal, representándose algunas partes en sección para facilitar la comprensión de los puntos antes analizados. Si la armadura o tambor del inducido se retirase de entre las piezas polares, seguiría existiendo entre éstas el campo magnético, como se indicó en la **figura 11**, pero la introducción de dicho componente entre los polos proporciona un conductor (el núcleo de hierro) para la energía magnética, el cual, según su posición, permitirá más o menos fácilmente el paso de dicha energía. Según se indica en A, el flujo magnético pasa en línea recta por el núcleo, mientras que en B, posición situada a un octavo de vuelta de la armadura, es decir, a 45°, girando en sentido de la flecha, el magnetismo debe pasar en la forma que se indica.

En C, posición que se presenta cada media revolución, la energía magnética abandona el camino más largo a través del centro del núcleo y pasa por la distancia menor a través de las piezas o expansiones laterales del núcleo, quedando anulado el flujo que pasaba por la parte central. En una sucesiva rotación de la armadura, en D, nuevamente volverá a ser imantado el núcleo al pasar por él el flujo.

Estos cambios en la intensidad del campo magnético al ser deformado por el núcleo de la armadura, así como la intensidad de la energía existente en el campo magnético, inducen en los arrollamientos una energía eléctrica que corresponde en importancia a la rapidez con que dichos cambios se producen en el flujo magnético.

Las variaciones más pronunciadas en la intensidad del campo se observan cuando la armadura pasa de B a D, pues el campo magnético existente a través del núcleo se anula y restablece en sentido inverso.

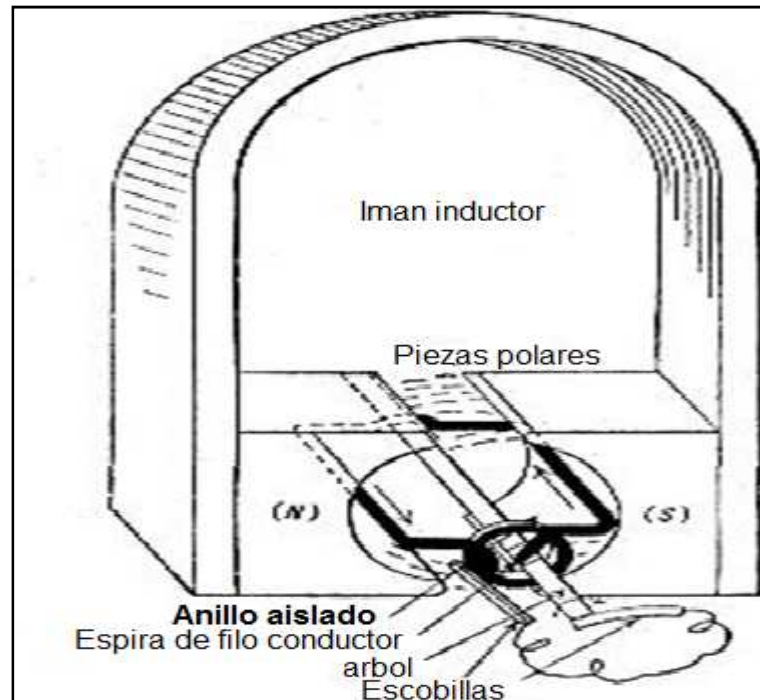


Fig.11. Forma esquemática de magneto con las partes esenciales simplificadas para indicar claramente la generación de corriente.

Fuente: <http://www.xtec.cat/~cgarci38/ceta/tecnologia/magneto.htm>

Durante la mayor parte de la rotación de la armadura los cambios de magnetismo son graduales y, por lo tanto, poco intensa la corriente inducida en el arrollamiento; pero en el momento en que el núcleo vuelve a ser magnetizado, cuando la armadura deja la posición C, la corriente inducida alcanzará, su máximo, siendo necesario para una buena distribución del encendido que en este momento uno de los cilindros se halle en condiciones de poder ser inflamada la mezcla contenida en él. Es, pues, condición indispensable que la armadura sea accionada en tal relación de velocidades con el cigüeñal que, a cada producción de un máximo de corriente, corresponda el punto de encendido de un cilindro, observándose aquellos máximos cada 180° en una vuelta de la armadura, cada una de las posiciones dibujadas (Fig. 8y 9) corresponden a giros de 45° de la armadura, o sea a un octavo de vuelta, que emplea justamente media revolución en pasar de la posición A a la D.

2.8.1.2 Partes esenciales de un magneto y sus funciones.

Se llaman imanes inductores aquellos que producen el campo magnético en el cual giran las espiras o arrollamientos de la armadura, en que se induce la corriente eléctrica. Dichos imanes pueden tener un número cualquiera de polos opuestos. Las espiras de hilo conductor, que van montadas en tambor apropiado y giran en el campo de influencia magnética de los imanes anteriores, cortando sus líneas de fuerza, se llaman arrollamiento de la armadura, siendo la parte metálica de ésta el núcleo de hierro.

El conjunto del arrollamiento y el núcleo recibe el nombre de armadura. Los ensanchamientos de los imanes en los polos se llaman piezas polares y el dispositivo empleado para recoger la corriente engendrada se denomina colector o conmutador.

Las piezas fijas que reposan sobre estos y que constituyen los terminales del circuito exterior se llaman escobillas. Estas piezas son generalmente de cobre o de alguna de sus aleaciones, en las máquinas grandes, por ser el cobre mejor conductor de la electricidad que ningún otro metal.

Estas escobillas se hacen casi siempre de carbón en las máquinas pequeñas, recubriéndolas electrolíticamente de una capa de cobre para aumentar su conductibilidad, empleándose también a menudo barras formadas por tela metálica de cobre impregnadas de grafito, el carbón se emplea porque no raya tan rápidamente el metal del colector como las escobillas de metal. La razón estriba en que el carbón, a causa de su naturaleza suave y untuosa, procura una especie de lubricación del colector, adaptándose mejor a cualquier desigualdad en la superficie de éste.

La magneto de uso corriente está formada por un grupo de imanes en forma de herradura acoplados de cierta forma y unidos por sus extremos a piezas polares de hierro fundido, las cuales recogen y concentran el efecto magnético de los distintos imanes.

Entre estas piezas polares se halla la armadura que gira. Esta generalmente tiene forma de lanzadera y sobre ella van arrolladas las bobinas de hilo aislado.

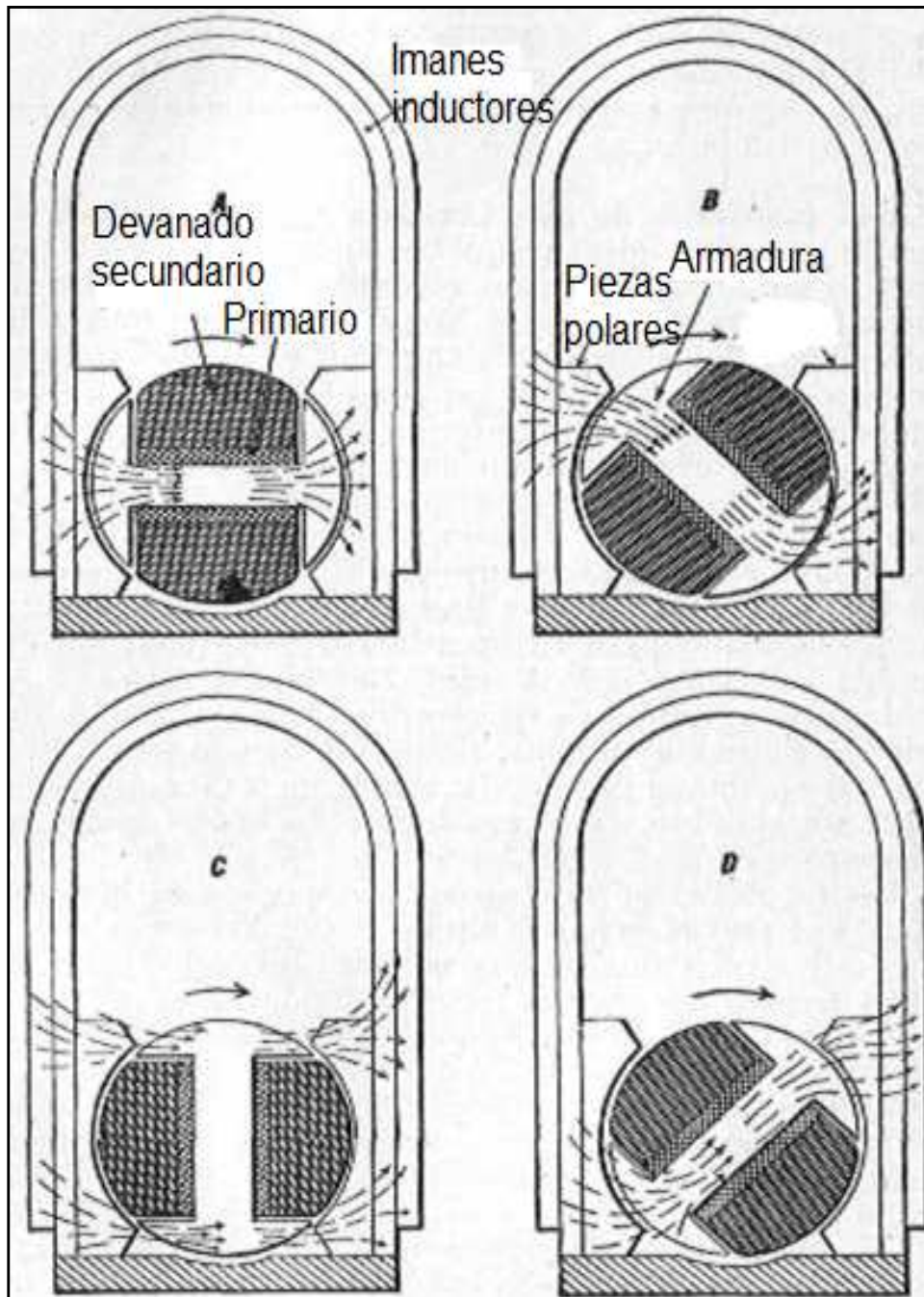


Fig.12. Influencia de la rapidez del cambio de sentido del flujo magnético en la intensidad de la influencia magnética y tensión de la corriente inducida en la armadura de una magneto.

Fuente: <http://www.xtec.cat/~cqarci38/ceta/tecnologia/magneto.htm>

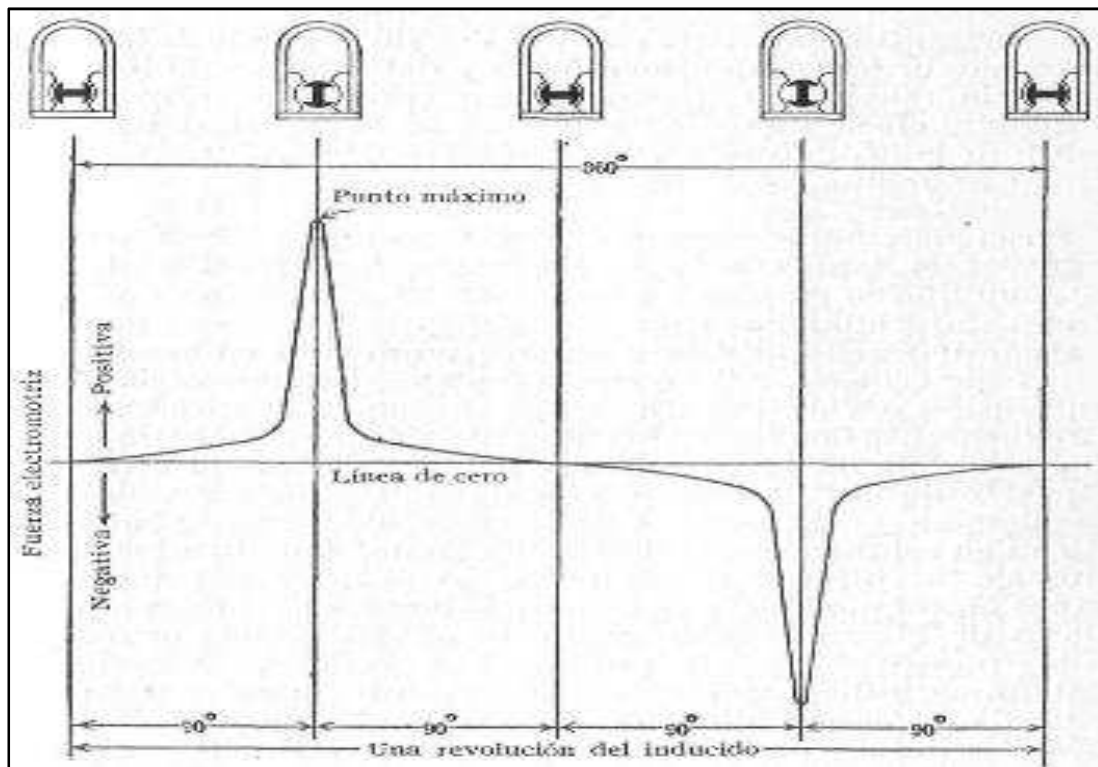


Fig. 13. Diagrama de las variaciones de la intensidad de la corriente en una magneto al girar el inducido.

Fuente: <http://www.xtec.cat/~cgarc38/ceta/tecnologia/magneto.htm>

Así, un arrollamiento de armadura de hilo grueso producirá una corriente de gran intensidad, pero de bajo voltaje y un arrollamiento formado por hilo muy fino proporcionará una corriente de alta tensión, pero de baja intensidad.

En los tipos ordinarios de magnetos como las empleadas para encendido, la corriente que se obtiene es alterna y la ruptura del circuito debe producirse en el momento en que la armadura se halla en la posición de mayor potencial o tensión. Cuando estos generadores se construyen para la producción de corriente continua, los extremos del arrollamiento van conectados a los segmentos o delgas de un conmutador., y cuando el aparato se emplea para la producción de corriente alterna, uno de los extremos del arrollamiento se fija a un anillo aislado situado en un extremo del eje de la armadura, hallándose el otro en conexión con la masa de la máquina.

La magnitud de la corriente producida depende de la fuerza o intensidad del campo magnético y del número de líneas de influencia magnética que actúen a través de la armadura.

La fuerza electromotriz varía con la longitud del arrollamiento de la armadura y con el número de revoluciones a que ésta gira por unidad de tiempo.

2.8.1.3 En el sistema de encendido con transformador.

Las partes esenciales de este sistema y la relación existente entre unas y otras se indican en esquema en la **figura 12**. Análogamente a los demás sistemas, la influencia magnética se obtiene por medio de imanes permanentes de acero unidos por sus extremos a piezas polares de hierro fundido entre las cuales gira la armadura.

En los puntos en que se produce el máximo potencial en el arrollamiento de la armadura, la corriente se interrumpe por medio de un ruptor de contacto accionado por una leva, con lo cual se induce una corriente de voltaje elevado en el arrollamiento secundario de la bobina de transformación cuando la corriente de bajo voltaje recorre el arrollamiento primario.

Se observará que las puntas del ruptor de contacto se encuentran siempre juntas, excepto en el instante en que son separadas por la acción del saliente de la leva, sobre la palanca. Por lo tanto, es evidente que el arrollamiento de la armadura está en cortocircuito sobre sí mismo, excepto cuando las puntas de contacto están separadas.

Mientras el arrollamiento está en cortocircuito no habrá, por lo tanto, prácticamente producción de corriente, pero en el momento en que las puntas se separan se produce un brusco paso de corriente por el arrollamiento primario de la bobina transformadora, que induce una corriente secundaria en el otro arrollamiento; ésta puede variarse en tensión mediante ciertas disposiciones que pueden adoptarse al proyectar el aparato.

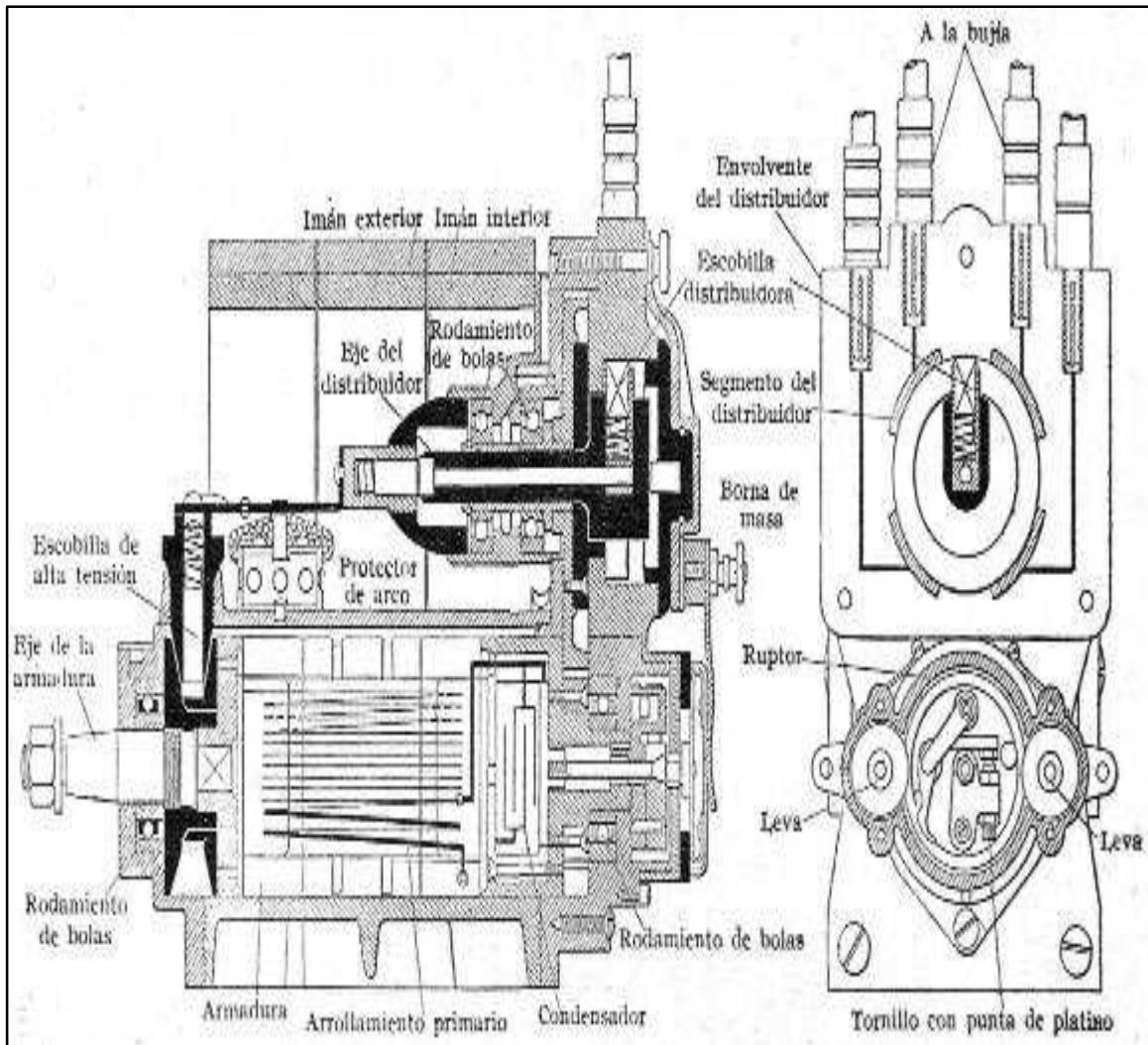


Fig.14. Sección longitudinal de un magneto Bosch de alta tensión. Vista frontal de la misma, en la que se ven los mecanismos de interrupción y distribución.

Fuente: <http://www.xtec.cat/~cgarci38/ceta/tecnologia/magneto.htm>

Esta corriente de alto potencial o voltaje se conduce directamente a la bujía, si se trata de un motor de un solo cilindro, o al brazo del distribuidor, si ha de realizarse el encendido de un motor de varios cilindros.

El distribuidor consiste en un bloque de material aislante en el cual van empotrados un cierto número de segmentos de material conductor, uno para cada cilindro, y, espaciados por un ángulo que corresponde a la separación angular de las posiciones de encendido del motor.

Un motor de dos cilindros tendría, por lo tanto, dos segmentos; tres, uno de tres cilindros, y así en proporción y sucesivamente mientras lo permite la capacidad del aparato.

En la figura se representa un distribuidor para un motor de cuatro cilindros, hallándose el brazo en contacto solamente con el segmento del cilindro en que va a producirse el encendido.

2.8.1.4 Los magnetos de alta tensión.

Difieren de las anteriores 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. La disposición de este arrollamiento puede observarse fácilmente en el esquema B de la figura 12, que indica claramente el modo de funcionar de estas magnetos.

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 ruptor. 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 el 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, podrá hacerse en este caso la construcción de la magneto con arrollamiento giratorio.

Durante el giro del inducido, la palanca o pieza que está en contacto con la masa establece o rompe el contacto con la punta aislada, poniendo en cortocircuito el arrollamiento primario sobre sí mismo hasta que la armadura alcanza la posición correspondiente a la máxima intensidad de producción de corriente; en este momento el circuito se abre, como en el primer caso ya descrito.

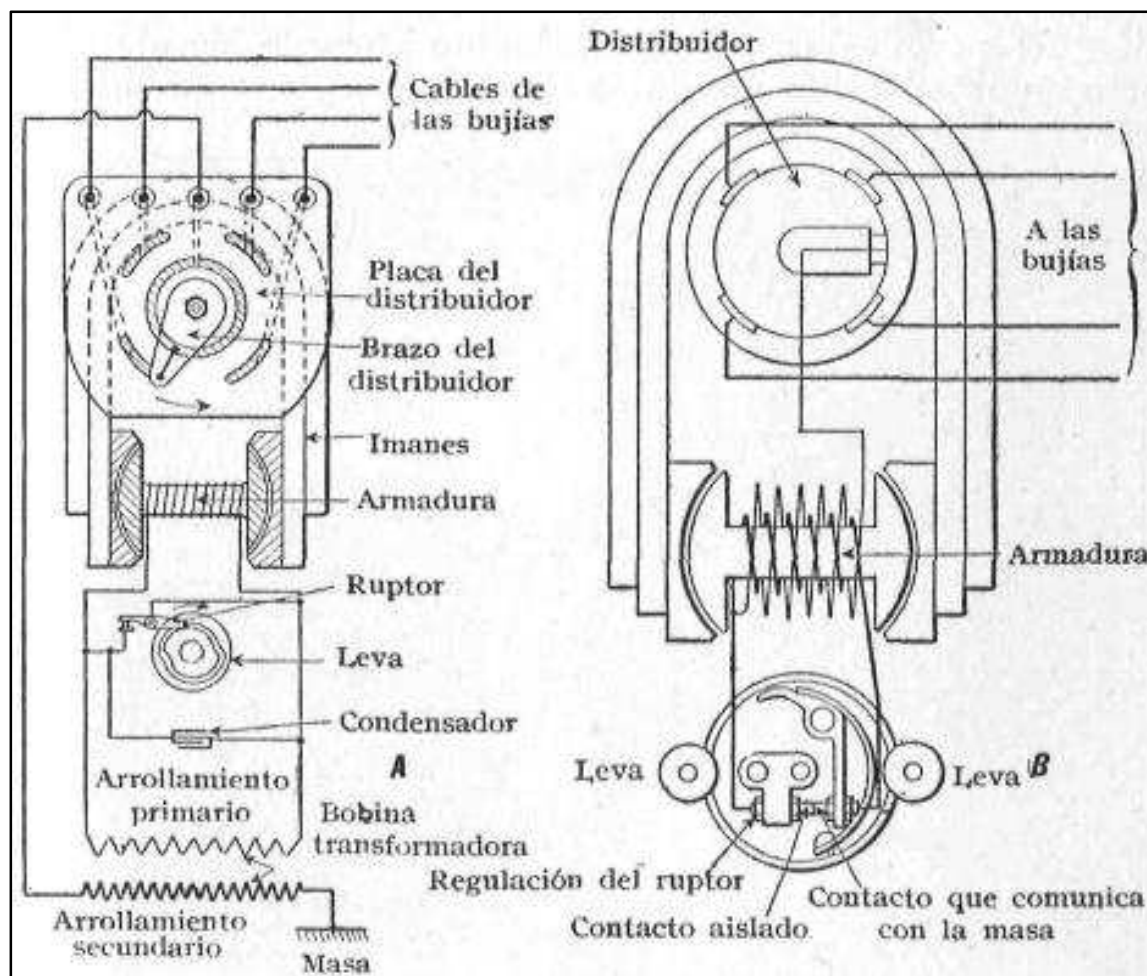


Fig.15. Esquemas explicativos del funcionamiento del magneto de baja tensión con bobina transformadora y del magneto de alta tensión propiamente dicha.

Fuente: <http://www.xtec.cat/~cgarci38/ceta/tecnologia/magneto.htm>

Un extremo del arrollamiento secundario de hilo fino está conectado con el principio del arrollamiento primario, mientras la otra punta se conecta con el brazo del mecanismo distribuidor.

Durante el tiempo que permanece cerrado el circuito solamente se mantiene una corriente de baja intensidad en el arrollamiento primario, en cuyas condiciones se halla éste, mientras las puntas de contacto están juntas, pero en cuanto se llega a la posición en que la corriente puede alcanzar su valor máximo por hallarse el inducido en su posición más favorable para ello la leva actúa y las puntas de

contacto se separan, desapareciendo el cortocircuito que existía en el arrollamiento primario.

El circuito secundario permanece abierto mientras el brazo distribuidor pasa de un contacto a otro no habiendo circulación de energía durante dicho tiempo por este arrollamiento, pero en el momento en que la tensión eléctrica aumenta en él y aunque el brazo distribuidor esté en contacto con uno de los segmentos, no se producirán chispas en la bujía hasta que las puntas de contacto del ruptor se separen, pues solamente en este momento la corriente secundaria alcanzará suficiente tensión.

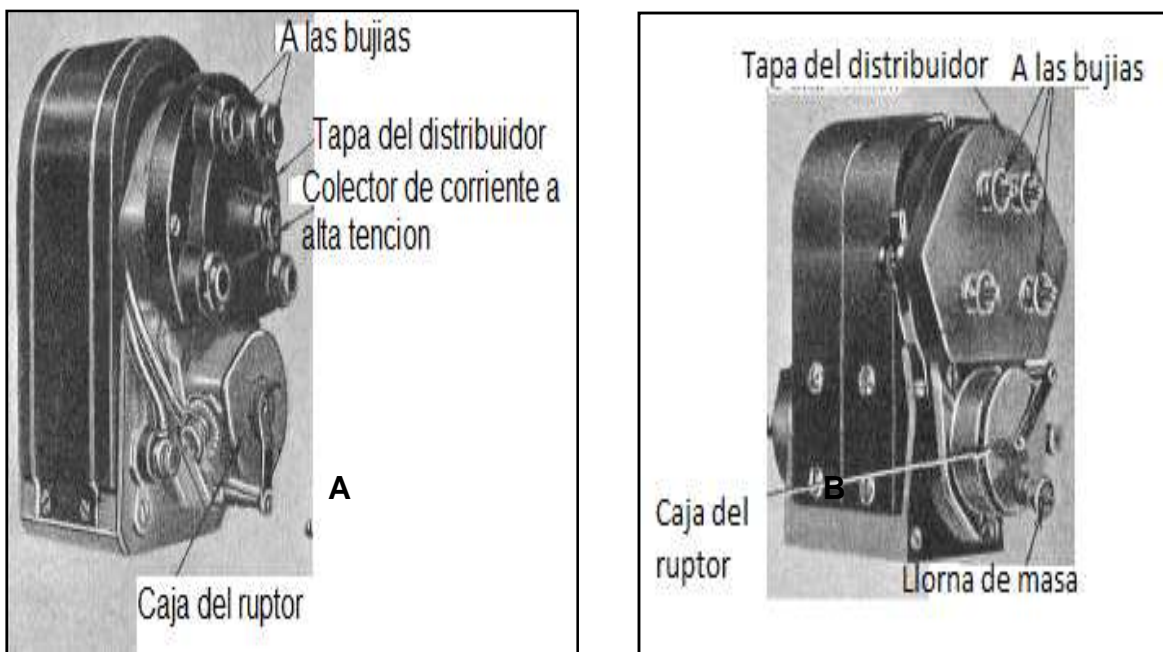


Fig.16. Modelos normales de magnetos: A. Para bobina transformadora. B. Verdadera magneto de alta tensión.

Fuente: <http://www.xtec.cat/~cgarci38/ceta/tecnologia/magneto.htm>

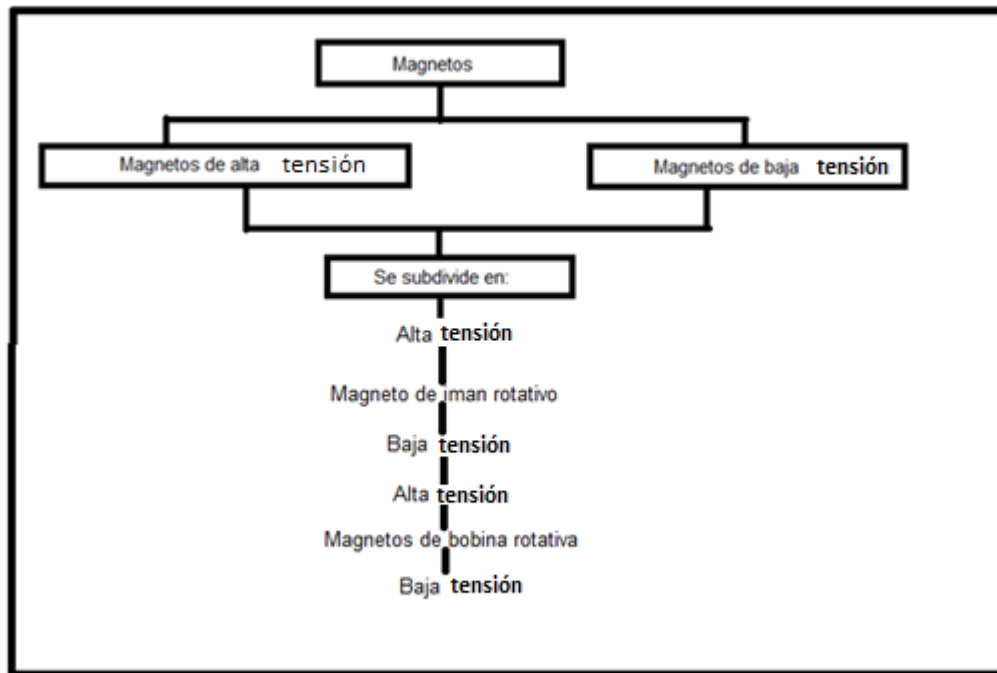
Cuando el interruptor actúa, la corriente primaria máxima se desvía de su cortocircuito y puede pasar a la masa solamente a través del arrollamiento secundario y circuito de la bujía.

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.

2.8.1.5 EL MAGNETO

Podemos realizar una subdivisión generalizada de los tipos de magnetos que son o han sido utilizados en aeronáutica.



Cuadro.1 .Clasificación de los magnetos

Por: Israel Chugcho

El magneto tiene amplia difusión en los motores aeronáuticos pues es una unidad autónoma que genera su propia corriente y al mismo tiempo eleva la tensión para producir el arco voltaico entre los electrodos de las bujías, distribuyendo dicha corriente hacia todos los cilindros en el momento adecuado.

Tales razones hacen al magneto el elemento de mayor seguridad y confiabilidad y al mismo tiempo el más compacto de los sistemas conocidos aplicables al motor alternativo de combustión interna y el que requiere el mínimo de mantenimiento.

2.8.1.6 La generación de corriente en los magnetos

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.

2.8.1.7 Magneto de bobina rotativa

Como se había detallado anteriormente este tipo de magneto cuenta con un imán permanente en su estator y una bobina tipo cilíndrico conformando el rotor.

Si observamos la **figura 15** y nos remitimos a las explicaciones dadas para generación de corriente veremos que al estar el rotor en la posición en que se indica el núcleo del mismo favorecerá la circulación de líneas de fuerza a través de él pues está construido en chapas de hierro prensadas y dicho material concentra una gran cantidad de las mismas.

Entonces podemos decir que tenemos un flujo magnético máximo. La corriente generada por las espiras será en ese momento prácticamente nula.

Pero cuando el rotor adopta la posición indicada en la **Figura (B)** habiendo girado 90° respecto de su posición anterior el flujo magnético circulante por su interior varió de máximo en la posición A que en la posición ;B es decir, que en "B" el flujo magnético en el rotor es 0.

La variación de flujo magnético mencionada trae como consecuencia un aumento gradual de la corriente generada en la bobina hasta que al llegar a la posición B la corriente generada se hace máxima.

Este es el momento propicio para producir una interrupción en la corriente circulante por la bobina primaria lo que trae como consecuencia una súbita variación en el campo magnético que dicha corriente generaba y que influenciaba

al devanado secundario (muchas vueltas de alambre muy delgado). Esta brusca variación del campo magnético efectivizaba en el primario trae como consecuencia inmediata la inducción de una corriente de alta tensión en el secundario de la bobina la que distribuida adecuadamente produce el arco voltaico entre los electrodos de las distintas bujías del motor,

2.8.1.8 Elementos del magneto de bobina rotativa.

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 y el distribuidor propiamente dicho.

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 el magneto tipo cintilla o magneto de imán giratorio o rotativo.

2.8.1.9 MAGNETO DE IMAN ROTATIVO

A diferencia de la magneto anteriormente 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.

La ventaja principal de este magneto es que el imán, por constituirse de una pieza sólida y maciza es susceptible de un casi perfecto equilibrio estático y dinámico casi perfecto.

Cabe destacar que además del imán sobre este 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 otras oportunidades de delgadas chapas de hierro silicio fuertemente prensadas. Estas extensiones como es lógico de suponer también deben estar absolutamente equilibradas tanto estática como dinámicamente.

Además, 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.

Todo ello hace que por seguridad y sencillez haya sido adoptado por la aeronáutica y que la totalidad de los motores ciclo Otto aeronáuticos utilicen este sistema.

2.8.1.10 MAGNETOS DE BAJA TENSION

Este sistema es conceptualmente distinto al sistema de alta tensión aunque como se construye con los mismo elementos que el anterior (alta tensión).

Resulta muy sencillo de comprender su funcionamiento. Básicamente la corriente de baja tensión se genera del mismo modo que en la magneto de alta tensión simplemente que ahora la bobina primaria no tiene un secundario arrollado encima de ella. Ambos extremos de la bobina primaria están conectados uno al ruptor y éste a masa y el otro al distribuidor este elemento es diferente al de alta tensión pues en el de alta la distribución se hace por proximidad y en el de baja se realiza por contacto.

El distribuidor consta básicamente de una placa de resma fenólica con sectores anulares de cobre incrustados y salida individual cada uno de ellos. El mecanismo

de distribución consiste en un brazo con un rozador de grafito cargado a 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 sobre el cilindro correspondiente al sector. Al circular 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 de ruptor se corta la corriente aplicada el sector circular y por ende el devanado primario de la bobina de inducción.

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

Este sistema fue concebido fundamentalmente para máquinas que deban volar a elevada altitud. Los sistemas convencionales de alta tensión se encuentran limitados en cuanto a su utilización a grandes altitudes pues el aislamiento que proporciona el aire va decayendo toda vez que su densidad disminuye entonces se producen fugas y fallas eléctricas que se han resuelto con el sistema de baja tensión.

2.8.1.11 MAGNETOS DE CUATRO CHISPAS POR VUELTA

Este magneto es del tipo más frecuentemente utilizado. Posee un imán de 4 polos y la armadura o estator está dispuesto de modo que solamente 2 de ellos están enfrentándola.

Podemos apreciar en la siguiente figura como se comporta este sistema, pero cuando se produzcan otros 180° en el giro del imán las polaridades magnéticas se invertirán y por lo tanto se invertirá el sentido de circulación de la corriente generada.



Fig.17.Maxima circulación magnética

Fuente: <http://www.xtec.cat/~cgarci38/ceta/tecnologia/magneto.htm>

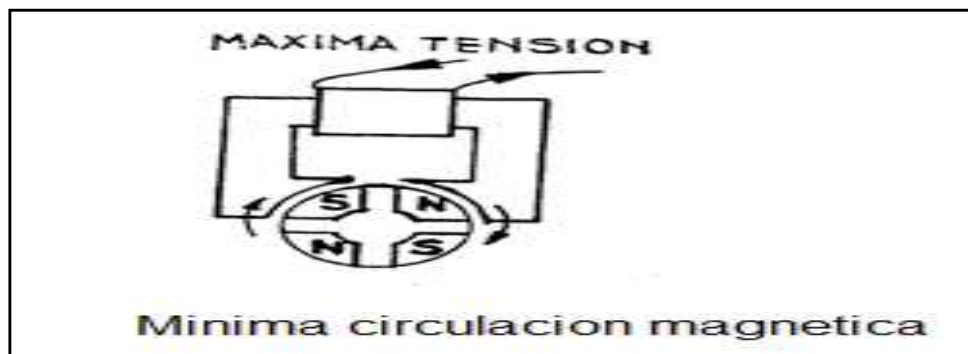


Fig.18.Mínima circulación magnética.

Fuente: <http://www.xtec.cat/~cgarci38/ceta/tecnologia/magneto.htm>

Está a la vista entonces que por cada cuarto de giro del imán se genera una vez la corriente necesaria para producir una chispa de encendido por consiguiente, cada cuartos es decir cada vuelta de magneto se producirán 4 chispas es por tal razón que nos encontramos ante un magneto de 4 chispas por vuelta.

Con el mismo criterio se han fabricado magnetos de 8 chispas por vuelta.

²⁰ <http://www.xtec.cat/~cgarci38/ceta/tecnologia/magneto.htm>

2.8.1.12 SISTEMA DE DOBLE ENCENDIDO.²¹

Un motor de avión está equipado generalmente con dos sistemas de encendido similar pero independiente, cada sistema consiste de dos magnetos separados, o un magneto doble construido como una unidad.

Este sistema da una mayor seguridad, pues si el uno falla el otro sigue funcionando; además permite un mejor funcionamiento del motor porque el encendido de la mezcla es mejor, por las dos bujías que tiene en cada cilindro y desde lados opuestos, produciendo una combustión uniforme y completa.

Prácticamente todos los motores aeronáuticos están equipados con un sistema doble de encendido, compuesto por dos magnetos independientes que suministran corriente eléctrica a dos bujías en cada cilindro (una magneto suministra corriente 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.

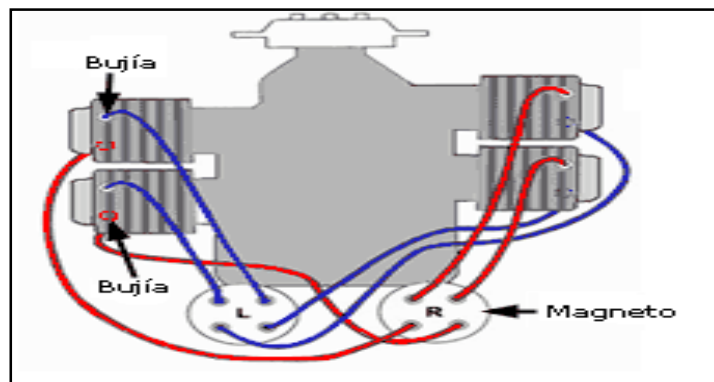


Fig. 19 . Sistema de encendido doble

Fuente: <http://www.manualvuelo.com/SIF/SIF35.html>

²¹ <http://www.manualvuelo.com/SIF/SIF35.html>

2.8.1.12.1 Operación del encendido.²²

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 las 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 las magnetos. Una vez comienzan a girar, las 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 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 las magnetos gracias al giro del motor, así que la batería ya no juega ningún papel en el funcionamiento del motor. Esta autonomía de las magnetos posibilita que en vuelo el motor siga funcionando aún con el sistema eléctrico averiado o desconectado por avería.

Para asegurar que el sistema dual de encendido funciona correctamente, se debe comprobar este en la prueba de motores previa al despegue. El procedimiento consiste en: ajustar la potencia al régimen indicado por el fabricante (entre 1700 y 2000 r.p.m. dependiendo del avión); entonces se mueve la llave de encendido desde la posición BOTH hasta la posición L (Left) chequeando en el tacómetro que la caída de r.p.m. no excede de las indicadas por el fabricante (normalmente entre 75 y 100 r.p.m.); seguidamente se vuelve a la posición BOTH y se repite el

mismo procedimiento llevando la llave esta vez a la posición R (Right) y comprobando en el tacómetro la caída de r.p.m. La diferencia en la caída de r.p.m. con la llave en L y con la llave en R tampoco debe superar las indicadas por el fabricante (unas 50 r.p.m.). Antes de realizar este procedimiento conviene asegurarse de que la temperatura y la presión del aceite tengan valores normales (indicadores en verde).

Para apagar el motor de un automóvil, basta con girar la llave de encendido y extraerla, pero el peculiar sistema de encendido del motor de un avión hace esto algo diferente. En primer lugar, se mueve la palanca de la mezcla de combustible a la posición de mínima para interrumpir la alimentación al motor; una vez que el motor se para, es cuando se lleva la llave de encendido a la posición OFF.

De esta manera se garantiza que no queda combustible en los cilindros, lo cual podría hacer que el motor se pusiera en marcha si alguien mueve accidentalmente la hélice con la llave de encendido puesta, aún cuando el interruptor eléctrico principal (master) esté apagado.

Además de las magnetos, el sistema de encendido consta de las bujías y los cables que llevan la corriente desde las magnetos hasta la bujías. Las bujías de los motores de avión no son diferentes de las empleadas en los automóviles, y sus cuidados los mismos: mantenerlas limpias de carbonilla y desengrasadas, calibrar la separación entre sus electrodos.

Son autónomos, suministrando la corriente de encendido sin el uso de una fuente externa de corriente. Esta unidad produce energía eléctrica haciendo girar un imán permanente dentro de los extremos de piezas polares conectadas a los extremos por un núcleo alrededor del cual están enrolladas bobinas primarias y secundarias es accionado por el motor.

En el magneto un imán permanente proporciona el campo magnético, una bobina de alambre es el conductor y el motor da la energía mecánica para el movimiento entre el campo y el conductor.

²² <http://www.manualvuelo.com/SIF/SIF35.html>

2.8.1.13 Partes del magneto de aviación.²³

2.8.1.13.1 Rotor

Un imán permanente giratorio, hace que el campo magnético fluya a través de los enrollamientos, primero en una dirección y luego en otra, si los segmentos del rotor están alineados con los extremos del núcleo de la bobina, el campo magnético es más fuerte y el voltaje inducido a través de las bobinas primario y secundario es mayor, en cualquier otra posición el voltaje irá disminuyendo poco a poco.

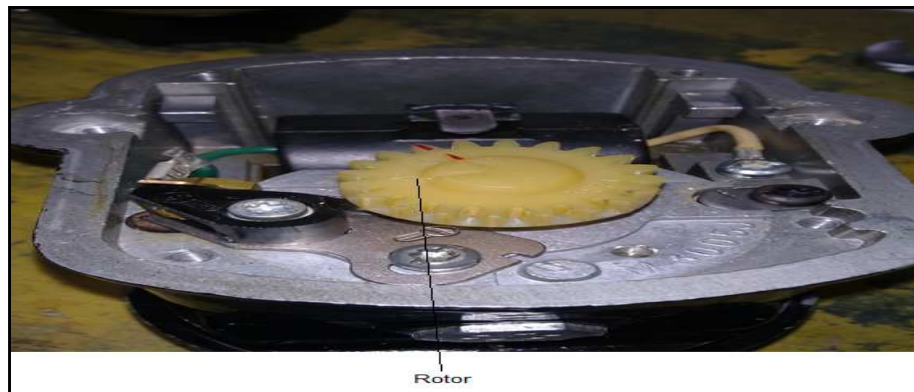


Fig.20.Rotor

Por: Israel Chugcho

2.8.1.13.2 Ruptor

Los contactos del ruptor en el circuito primario permiten lograr el máximo voltaje inducido y un flujo de corriente, se abren justamente cuando los segmentos del rotor están alineados con los extremos del núcleo de la bobina y cuando el voltaje en los enrollamientos es mayor.



Fig.21. Ruptor

Por: Israel Chugcho

Al abrirse los contactos se interrumpe el circuito de la bobina primaria repentinamente causando la caída de campo magnético, esta caída induce un voltaje en ella y como solo tiene pocas vueltas (150) de alambre, varias miles en las bobinas secundarias, en esta se induce un voltaje bien alto, este alto voltaje llevado por la bobina secundaria hacia el distribuidor y la bujía, produciendo un arco potente entre los electrodos.

2.8.1.13.3 Condensador

Es un dispositivo para almacenar la electricidad por efecto de la inducción y está conectado a través de los contactos del interruptor automático en el circuito primario cuando este se interrumpe el condensador recibe un aumento repentino de corriente al descargar invierte el trayecto normal de la corriente, apresurando la caída del campo magnético alrededor del enrollamiento primario y el voltaje inducido es aumentado.



Fig.22. Condensador

Por: Israel Chugcho

2.8.1.13.4 Distribuidor

El distribuidor está compuesto de dos partes que son:

2.8.1.13.4.1 Rotor distribuidor

Esta unido a un eje o engranaje distribuidor grande y gira a una velocidad fija con respecto a la magneto y a la mitad de la velocidad del cigüeñal.

El rotor recibe la corriente de alto voltaje desde la bobina secundaria de la magneto y la pasa hacia las bujías a través del alambrado de encendido o arneses. Está regulado de manera que, está en el electrodo correspondiente a cierto cilindro cuando el interruptor automático se abre.



Fig.23. Rotor distribuidor

Por: Israel Chugcho

2.8.1.13.4.2 Bloque distribuidor

Construido de material con cualidades de aislamiento donde se insertan y sujetan los cables de alta tensión a los electrodos del distribuidor.

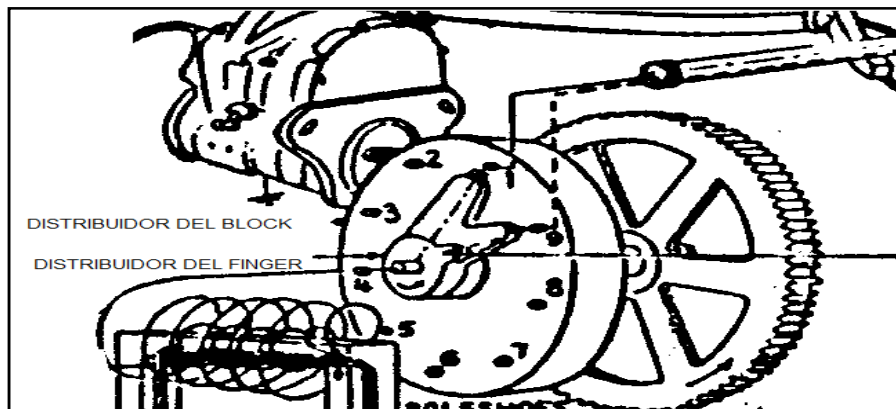


Fig.24. Bloque distribuidor

Fuente: Manual de mecánica de aviación de la EAP Pág.75.

²³ Manual de mecánica de aviación de la EAP Pág.75.

Los electrodos del bloque distribuidor que permiten el paso de la corriente hacia las bujías que están numerados de acuerdo ya sea a un cilindro o al orden de explosión; en la mayoría de estos bloques estos números corresponden al orden de chispa del magneto para los cilindros, más que los números de los cilindros del motor.

2.8.1.13.4.3 BUJÍA²⁴

Una de las partes vitales del sistema de encendido es la bujía, y tiene un pequeño entre hierro a través del cual tiene salta la corriente del sistema de encendido (la chispa) inflamando la mezcla comprimida en el cilindro.



Fig. 25. Bujía

Por: Israel Chugcho

Las bujías tiene que funcionar a altas temperaturas y presiones; la presencia de suciedad, carbón, aceite, carbón o plomo provocarán un corto circuito haciendo que la bujía falle y debe estar bien aislada porque los impulsos de alto voltaje saltan fácilmente a los conductores cercanos.

Hay dos bujías en cada cilindro, para que el encendido de la carga se haga desde dos puntos, proporcione un encendido más eficiente y de mejor potencia.

La parte principal de la bujía es el conductor o electrodo central que conduce el alto voltaje desde el alambre de encendido a la cámara de combustión. La parte externa de la bujía la mantiene la cámara y suministra una base para el electrodo de la puesta a tierra, la distancia entre estos dos electrodos forman la abertura.

2.8.1.13.4.4 ALAMBRADO

Los alambres que salen desde el bloque distribuidor en el magneto hacia las bujías están agrupadas dentro de un conducto metálico y está colocada dentro de un múltiple de metal.



Fig.26. Arnés de encendido

Por: Israel Chugcho

El conducto junto con el conjunto del múltiple, se conoce como arnés de encendido, que tiene un doble propósito: a) sostiene los alambres y los protege de daño a causa del calor del motor, vibración y las condiciones atmosféricas y b) reduce las interferencias eléctricas con el radio del avión y otro equipo sensible.

2.8.1.13.4.5 INTERRUPTORES DE ENCENDIDO

Todas las unidades del sistema de encendido están controladas por un interruptor de cabina que conecta "ON" y desconecta "OFF" al sistema. El interruptor de encendido está conectado paralelo con los puntos de contacto en el conjunto del interruptor automático, de manera que cuando el interruptor está en la posición "OFF" los puntos del interruptor automático tienen un corto circuito y el magneto no funciona ya que la corriente de la bobina principal no se interrumpe aunque los puntos del interruptor automático estén abiertos o cerrados.

²⁴ Manual de mecánica de aviación de la EAP Pág.77.

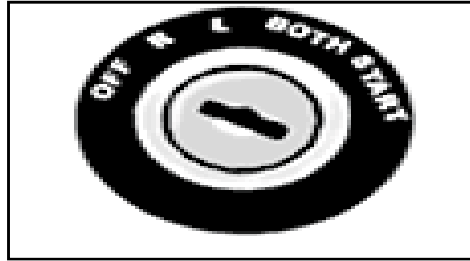


Fig. 27. Llave de encendido

Fuente: <http://www.manualvuelo.com/SIF/SIF35.html>

Si el interruptor de control está en la posición "ON" el corto circuito se suprime y el sistema de encendido funciona de nuevo, porque la corriente primaria puede interrumpirse por los puntos del interruptor automático.

En los aviones monomotores un interruptor controla ambos magnetos; el interruptor tiene cuatro posiciones que son:

a) OFF (desconectado):

Ambos magnetos conectan a tierra y por consiguiente están inoperativos.

b) LEFT (izquierdo):

Solamente opera la magneto izquierda;

c) RIGH (derecha):

Solamente opera el magneto derecho;

d) BOTH (ambos):

Operan ambos magnetos. Las posiciones de LEFT y RIGHT son para revisar el sistema de doble encendido, permitiendo desconectar un sistema por separado.

En los aviones multimotor se provee de un control para cada magneto independientemente.

El interruptor de la magneto pone a tierra dicho magneto, siempre que esté en la posición de "OFF". Si está en la posición "ON" y un alambre está suelto, desconectado o roto puede hacer tierra y a cualquier movimiento de la hélice puede poner el motor en marcha, lo que puede ocasionar un accidente fatal.

²⁴ Manual de mecánica de aviación de la EAP Pág.77.

2.8.1.14 ELEMENTOS A USARSE EN EL BANCO DE PRUEBA.

2.8.1.14.1 Tacómetro

El tacómetro es un instrumento primordial dentro de lo que es el panel de instrumentos del motor, ya que este es el que indica las revoluciones por minuto del motor, el mismo que en el banco de prueba cumple las mismas funciones que en el motor.

2.8.1.14.2 Eje de movimiento

Se lo usa para transmitir movimiento al magneto, generando éste la chispa necesaria.

Su funcionamiento en el banco de prueba es de la siguiente manera: El objetivo del eje de movimiento es lograr que a través de su movimiento el magneto genere la chispa, el movimiento es producido por un taladro.

2.8.1.14.3 Regulador de rpm

Este regula la velocidad de giro de un motor en este caso del motor del taladro, lo que permite establecer las revoluciones necesarias para el funcionamiento del magneto.

2.8.1.14.4 Máster switch

Controla el paso de energía y a su vez proporciona una protección segura contra cualquier perturbación que se produzca en la fuente de alimentación.

2.8.1.14.5 Banda de transmisión

Esta banda es utilizada para generar o transmitir movimiento de un eje a otro, basan su funcionamiento en fuerzas de fricción.

2.8.1.14.6 Taladro

El taladro provee un movimiento de rotación a través de un motor eléctrico que mueve internamente poleas y engranajes. De esta manera el taladro genera el movimiento necesario para el funcionamiento del banco.

Este taladro brinda 2700 rpm lo necesario para el funcionamiento del magneto, por esta razón se utiliza un regulador de corriente, para lograr que el magneto funcione a las rpm necesarias que establece el manual.

2.8.1.15 Información técnica de la aeronave CESSNA 150²⁵.

El desarrollo del Cessna 150 original comenzó a mediados de los años 50 con la decisión de Cessna Aircraft de fabricar un sucesor de los populares modelos Cessna 120 y Cessna 140, cuya producción había concluido en 1951.

El nuevo modelo era un monoplano metálico de ala alta y configuración similar a la del Modelo 140, difería ante todo de éste en la introducción de un tren de aterrizaje triciclo fijo, y la instalación opcional del doble mando. Los Cessna 150 fabricados en EE UU montaban un motor Continental O-200-A que entregaba una potencia de 75 hW (100 cv), mientras que aquellos que eran producidos bajo licencia por la constructora aeronáutica francesa Reims Aviation eran propulsados por motores Rolls Royce O-240-A de (130 hp). Estos aviones Modelo 150 de factura francesa fueron designados Reims F-150, siendo la "F" indicativo de "Francia".

La producción se inició en agosto de 1958, y al darse por finalizada en 1.977 se había construido un total de 23.836 ejemplares, cifra que incluye 1.754 fabricados por la Reims Aviation.

Antes de terminar la producción el avión estaba disponible en cuatro versiones diferentes: Modelo 150 Standard, Commuter, Commuter II y Aerobat.

Las tres primeras diferían por el equipo instalado, y disponían por otra parte de una amplia gama de aviónica y equipos opcionales.

El Cessna 150 es una de las aeronaves más populares para vuelos de entrenamiento. Muchas escuelas de vuelo poseen al menos un aparato disponible para instrucción o alquiler. Además los Cessna 150 usados son aviones privados bastantes asequibles. Este avión está muy bien considerado entre los pilotos por su facilidad para volar con él sin tener que afrontar dificultades especiales.

²⁵ <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cessna.150e.g-atof.arp.jpg>

CAPITULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1 CONSTRUCCION DEL BANCO

Para la construcción de este banco de prueba se aplicará toda la normativa de seguridad industrial, previniendo así cualquier tipo de accidente en la elaboración del mismo.

Para la correcta elaboración del banco de prueba se realizaron varios estudios y análisis para cual se acudió a manuales de diferentes aeronaves, principalmente a los manuales de las aeronaves de la EAP en la que verificamos cual es la función de los magnetos dentro del motor de las Avionetas CESSNA 150.

Todos estos estudios y análisis permitieron determinar la forma y materiales a utilizarse en la elaboración del banco (verse anexo B)

Los materiales son:

- Tubo metálico cuadrados de 1" x ¼
- Electrodo
- Tubo de estructura metálica 4"
- Arnés de 4 cilindros
- Arnés de 6 cilindros
- Placa de tol de 90 x 110 cm
- Placa de tol de 30 x 30 cm
- Magneto LH y RH
- Taladro
- Bujías

- Plancha de triplex de 1.5cm
- Cable para conexión
- Terminales
- Polea
- Extensión
- Switch
- Regulador de rpm
- Pintura negra
- Pintura ploma
- Tinner
- Ejes de movimiento
- Mica de 30x20cm
- Banda de nylon
- Tacómetro

Elemento	Condición	Funcionamiento
Magneto LH	✓	✓
Magneto RH	✓	✓
Tacómetro	✓	✓
Máster switch	✓	✓
Arnés de encendido	✓	✓
Regulador de rpm	✓	✓
Taladro eléctrico	✓	✓

Tabla 1: Estado de los elementos del banco.

Elaborado por: Israel Chugcho

3.1.1 Proceso de construcción

Para la elaboración del banco de prueba es necesario realizar los procedimientos descritos a continuación.

3.1.1.1 Corte de los tubos cuadrados de 1"x ¼

Para el corte de los tubos se subrayó la estructura con las diferentes medidas para luego ser soldadas, tomando en cuenta que las medidas sean las indicadas en los planos de construcción del banco de prueba.

3.1.1.2 Soldadura.

Una vez cortada la estructura realizamos el procedimiento de soldadura descrito a continuación juntamos las partes para soldarse, utilizando una escuadra para obtener la mayor rectitud posible y estabilidad del banco de prueba la cual se ve soldar con puntos de suelda sin formar un cordón de suelda, para facilitar la manipulación de los tubos y lograr su rectitud , verificar que las dimensiones del banco de prueba sean las indicadas con la ayuda de un flexo metro para concluir el cordón de suelda en los diferentes puntos de soldadura.



Fig. 28. banco de prueba soldado

Por: Israel Chugcho

3.1.1.3 Limado

Para proceder al limado de la estructura verificar que los cordones de suelda 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 instala la plancha de tol de 90cm x 110 cm, para colocar sobre esta los diferentes instrumentos que tiene el banco de prueba.



Fig. 29. Limado del banco de prueba.

Por: Israel Chugcho



Fig. 30. limado final de la estructura del banco de prueba

Por: Israel Chugcho

3.1.1.4 Instalación de la plancha de tol de 90 cm x 110cm

Para la instalación de la plancha de tol se debe realizar el siguiente procedimiento:

- a) Colocar la plancha de tol de 90cm x 110 cm sobre la estructura del banco haciéndola cuadrar correctamente.



Fig. 31. Instalación de la plancha de tol en la estructura.

Por: Israel Chugcho

- b) Sujetar la plancha de tol.



Fig. 32. Sujeción de la plancha de tol a la estructura por medio de pernos.

Por: Israel Chugcho

3.1.1.5 Suelda de la placa de tol de 30 x 30cm a la estructura.

Instalada la plancha de tol en la estructura procedemos a soldar la placa de tol de 30cm x 30 cm a la estructura, la misma que tiene un orificio en el centro que sirve para recibir o introducir al magneto, logrando así desarrollar su función dentro del banco de prueba.



Fig. 33. Verificación del magneto al orificio de la placa de tol.

Por: Israel Chugcho



Fig. 34. Suelda de la placa de tol a la estructura.

Por: Israel Chugcho

3.1.1.6 Instalación del acople metálico y polea en los ejes de movimiento.

Una vez hecho rosca en las puntas de los ejes de transmisión se procedió a introducir el acople metálico para el magneto y la polea en cada uno de los ejes.

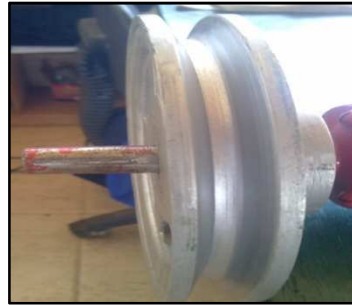


Fig.35. Polea.

Por: Israel Chugcho



Fig. 36. Acople metálico para el magneto.

Por: Israel Chugcho



Fig. 37. Vista frontal del acople metálico

Por: Israel Chugcho

3.1.1.7 Instalación de tubos cuadrados de 4" y ejes de transmisión de movimiento.

Colocamos sobre la plancha de tol los tubos cuadrado metálico, el # 2 instalamos en la parte trasera del banco de prueba con el objetivo de instalar el eje de movimiento que se encuentra con el acople metálico para que en el momento de insertar el magneto se acople y cumpla la función para la que fue diseñada.



Fig. 38. Eje de movimiento con el acople metálico acoplado al magneto.

Por: Israel Chugcho

Instalado el tubo #1 se soldó cuatro seguros tanto en la plancha de tol como en la estructura logrando así una estabilidad fija hasta determinar cuál sería la posición final del tubo #1, una vez soldado el tubo cuadrado se inserta el eje de movimiento el cual va colocado sobre el tubo cuadrado y gracias a los orificios realizados en la estructura los sujetamos con pernos para evitar la vibración.



Fig. 39. Tubo cuadrado de 4" instalado a la plancha de tol.

Por: Israel Chugcho

Como se nota en la figura anterior, de la misma manera se simuló la distancia entre los ejes de movimiento, uniéndolos a través de una banda de nylon para generar el movimiento del eje #1 al eje #2, logrando así la distancia requerida para que la banda de nylon quede estirada de una forma prudente, esto lo logramos gracias a

los orificios que se realizó en la plancha de tol los cuales sujetan el tubo metálico cuadrado #2 a la plancha de tol por medio de pernos de sujeción, evitando así la vibración y logrando el movimiento de los ejes al magneto por medio del acople metálico cumpliendo este su función de rotación.

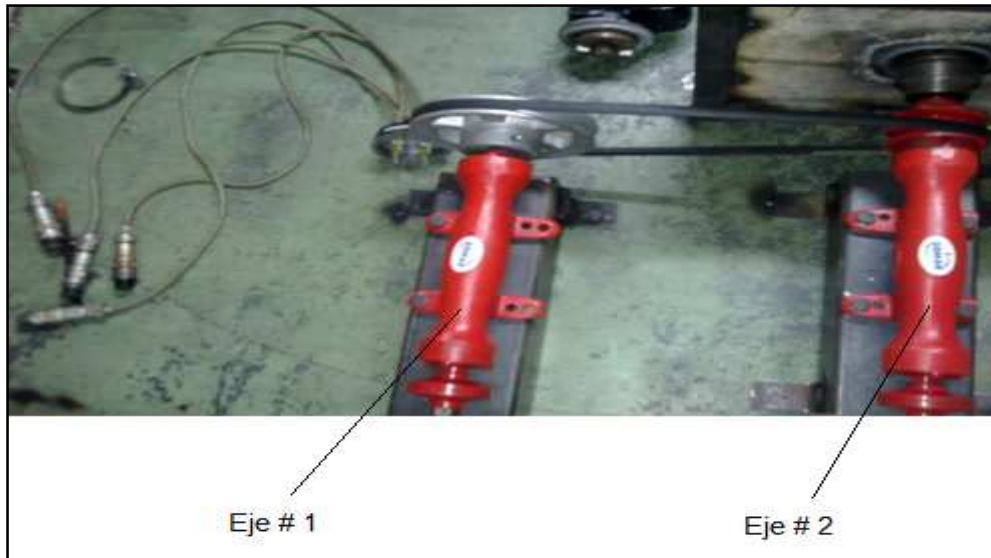


Fig. 40. Ejes de transmisión de movimiento ya instalados.

Por: Israel Chugcho

3.1.1.8 Instalación del taladro

- a) Instalar el taladro eléctrico en la parte trasera del eje de movimiento #1 para lograr transmitir movimiento a los ejes y lograr el funcionamiento del magneto.



Fig. 41. Taladro eléctrico.

Por: Israel Chugcho



Fig. 42. Instalación del taladro

Por: Israel Chugcho

- b) Sujetar el taladro con una abrazadera metálica y realizar puntos de suelda entre el eje de movimiento y el modulador de broca; para evitar vibración que puede generar que el taladro se mueva de la posición original y no realice correctamente su trabajo.

3.1.1.9 Instalación de la tabla triplex en la estructura del banco

Se tomaron las medidas correspondientes de la estructura del banco de prueba y se procedió a cortar a dicha medida, además los cajones que se realizaron en la tabla triplex con el fin de insertar los pernos que sirven como transmisores de energía de un punto a otro.



Fig. 43. Corte de la tabla triplex.

Por: Israel Chugcho



Fig. 44. Vista frontal de la tabla triplex instalada a la estructura del banco de prueba.

Por: Israel Chugcho



Fig. 45. Vista trasera de la tabla triplex instalada a la estructura del banco de prueba

Por: Israel Chugcho

Para sujetar la tabla triplex a la estructura metálica se utilizaron tornillos triple pato, desde la estructura ala tabla triplex logrando así sujetarla de una manera correcta.

3.1.1.10 Instalación de los pernos limados

Para la instalación de estos pernos se cortó a 6.5 cm cerca de la cabeza y luego se los limo en el esmeril para lograr transmitir la chispa de un polo a otro, la misma que

para la sujeción de estos se los realizo por medio de tuercas y con pegamento para no tener ninguna clase de movimiento y no transmitir chispa o si lo hace de una forma incorrecta.



Fig. 46. Transmisores de energía (pernos limados) para magnetos de 4 y 6 cilindros.

Por: Israel Chugcho

3.1.1.11 Fabricación e Instalación de arnés de encendido.

Se uso arnés reciclado verificando si sus resortes están buenos y aun generan chispa, de la misma manera analizamos los que estaban deteriorados y los reemplazamos por otros mejores.

Para la instalación de estos arneses de encendido se realizó dos orificios en la tabla triplex los mismos que son conectados a los pernos con el fin de transmitir la chispa y lograr divisar el paso de corriente de perno a perno.



Fig. 47. Arnés de encendido del magneto.

Por: Israel Chugcho



Fig. 48. Instalaciones de arnés de encendido a los transmisores de energía de las cajas.

Por: Israel Chugcho

Como se puede verificar en la figura los resortes del arnés de encendido van instalados en cada perno transmitiendo así la chispa de un perno a otro, los mismos que son sujetos a la tabla triplex por medio de seguros metálicos.

3.1.1.12 Conexiones eléctricas a tierra

Con la ayuda de cables de computadora se realizó la conexión, usando el terminal grande como terminal madre y sujetándolo a la estructura para que distribuya los diferentes cables a cada perno, para que estos sean presionados por medio de una tuerca y así lograr un buen salto de chispa que sea visible al ojo humano.

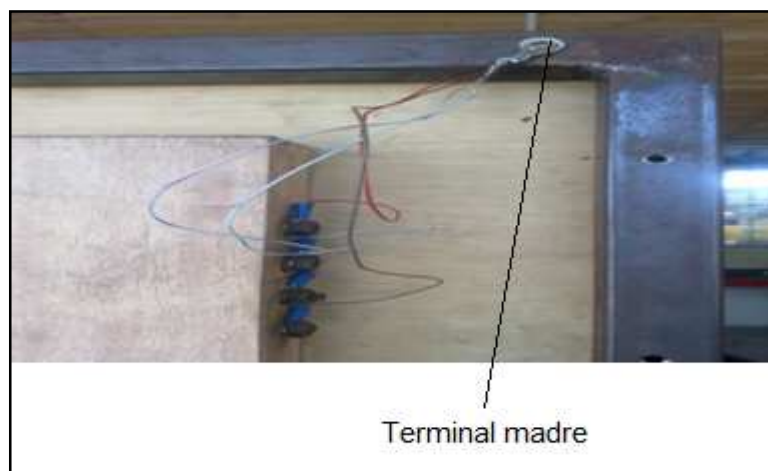


Fig. 49. Instalación a tierra (descarga de energía al banco de prueba)

Por: Israel Chugcho

3.1.1.13 Instalación del tacómetro.



Fig. 50. Tacómetro
Por: Israel Chugcho



Fig. 51. Vista frontal del tacómetro.

Por: Israel Chugcho

- a) Con la ayuda de un taladro neumático y una lima redonda se realizó un orificio en la tabla triplex instalada en la estructura como se indica en el plano del Banco de Prueba.

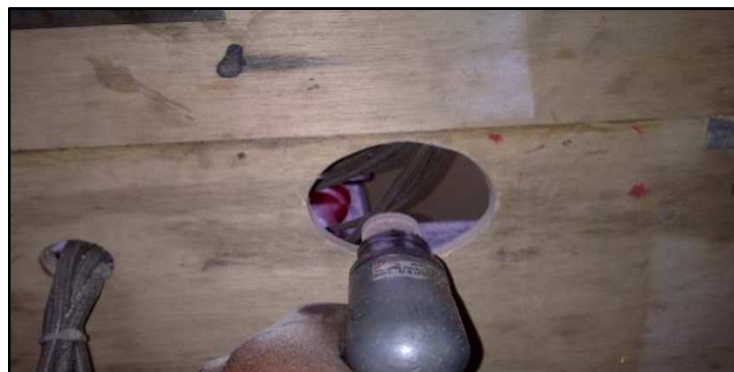


Fig. 52. Limado del orificio en la tabla triplex.

Por: Israel Chugcho

- b) Insertamos el tacómetro y sujetamos con tornillos para lograr una buena sujeción a la tabla triplex.



Fig. 53. Tacómetro que muestra las rpm del taladro.

Por: Israel Chugcho

3.1.1.14 Instalación del porta bujías y bujías

- a) Se corto una lamina de aluminio y con la ayuda de la broca univid se realizaron orificios en la lamina de aluminio, las cuales servirán para alojar a las bujías sobre este, se realizo un dobles en la lamina de aluminio con la entenalla para colocar los tornillos y sujetarla con la tabla triplex.
- b) Sujetar a las bujías y hacer visible la chispa que producen estas para la explosión de la mezcla aire combustible.



Fig. 54. Porta bujías.

Por: Israel Chugcho

- c) Luego de haber realizado los cortes a
- d) escuadra instalamos el porta bujías en la tabla triplex por medio de tornillos, instalado el porta bujías insertamos las bujías en los orificios.



Fig. 55. Bujías

Por: Israel Chugcho

- e) Insertamos las tuercas de los arnés de encendido en cada una de las bujías para lograr ver la chispa que es enviada por el magneto.



Fig. 56. Instalación del porta bujías y bujías.

Por: Israel Chugcho

3.1.1.15 Instalación de la placa de mica.

- a) Sujetar la mica a la tabla triplex con la ayuda de 4 tornillos, en la que se observa la generación de la chispa.



Fig. 57. Instalación de la placa de mica.

Por: Israel Chugcho

3.1.1.16 Instalación del máster switch

Realizar un orificio de forma rectangular en la tabla triplex, insertar el máster switch de encendido, apagado y conectar a los cables del taladro.



Fig. 58. Orificio para instalar el máster switch

Por: Israel Chugcho



Fig. 59. Máster switch.

Por: Israel Chugcho



Fig. 60. Máster switch instalado.

Por: Israel Chugcho

3.1.1.17 Instalación del regulador de rpm.

Este circuito va instalado en la parte delantera del banco de prueba.

Va conectado a los cables del taladro tanto positivo como negativo, para aumentar o disminuir las rpm según convenga.

Procedimientos:

- a) Pele la punta de dos cables.
- b) Soldar en las salidas de polo positivo y negativo del circuito.
- c) Pele parte de los cables del taladro que salen al tomacorriente.
- d) Una los cables positivo y negativo según corresponda.



Fig. 61. Regulador de rpm.

Por: Israel Chugcho

3.1.1.18 Instalación de protectores plásticos para cables de luz del banco de prueba.

Cortar a la medida necesaria los protectores plásticos y adherirlos correctamente en la placa de tol para proteger los cables de luz.

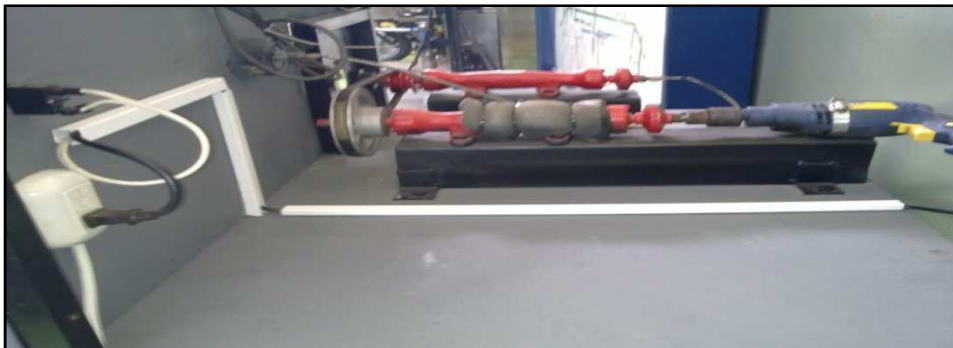


Fig. 62. Protectores plásticos para cables de luz del banco de prueba.

Por: Israel Chugcho

3.1.1.19 Pintado del banco de prueba.

Lijar perfectamente tanto la estructura como la tabla triplex y con la ayuda del compresor se pinto la estructura de color negro y la tabla triplex de color gris.

3.1.1.20 Instalación de placas de reconocimiento en el banco de prueba.

Se decidió realizar estas placas en aluminio con el fin de determinar los componentes del banco de prueba y su ubicación.



Fig.63. Pintado e Instalación de Placas de reconocimiento.

Por: Israel Chugcho

3.1.1.21 Operatividad del Banco De Prueba Para La Calibración De Los Magnetos De La Aeronave CESSNA 150.

Al terminar este banco de prueba, se procedió a inspeccionar cada una de las partes del mismo con el fin de evitar que existan accidentes; pudiendo observar que el banco de prueba y los elementos que lo conforman están funcionando en óptimas condiciones.

A continuación se presenta el banco de prueba para la calibración de los magnetos de la aeronave CESSNA 150.



Fig. 64. Banco de prueba terminado.

Por: Israel Chugcho

3.2 Análisis económico financiero.

Para la construcción del banco de prueba se consideran los siguientes puntos:

- Materiales estructurales
- Equipos

- Herramientas
- Maquinaria
- Mano de obra

3.2.1 Materiales estructurales

Este rubro comprende todos los materiales utilizados para la utilización de la estación de trabajo.

MATERIALES ESTRUCTURALES		
MATERIAL	CANTIDAD	VALOR (USD)
tubo metálico cuadrados de 1" x ¼	3	50
Electrodos	3lbs	7
Tubo de estructura metálica 4"	1m	20
Arnés de 4 cilindros	2	150
Arnés de 6 cilindros	2	150
Placa de tol de 90 x 110 cm	1	32
Placa de tol de 30 x 30 cm	1	7
Magneto RH	1	250
Magneto LH	1	250
Taladro	1	40
Bujías	6	30
Plancha de triplex de 1.5cm	1	15
Cable para conexión	40 cm	1
Terminales	12	2

Polea	1	7
Extensión	3 m	6
Switch	1	15
Regulador de rpm	1	15
Pintura negra	1lt	5
Pintura ploma	1lt	5
Tinner	4lt	7
Ejes de movimiento	2	160
Mica de 30x20cm	1	4
Banda de nylon	1	8
Tacómetro	1	50
TOTAL		1286

Tabla 2. Lista de costos de los materiales.

Por : Israel Chugcho

3.2.2 Maquinaria - Herramienta. Para la construcción de este banco de prueba, principalmente se utilizó las maquinas-herramientas existentes en el taller de la Escuela de Aviación Pastaza.

Maquinaria – herramientas	
Detalle	Valor(USD)
Esmeril	10
Entenalla	10
Taladro	15
Soldadora	60

Amoladora	20
Equipo de pintura	20
Total	135

Tabla 3. Maquinaria - herramientas.

Por: Israel Chugcho

3.2.3 Mano de obra.

Los costos de mano de obra están comprendidos principalmente por la fabricación, pintura, etc.

Mano de obra	
Detalle	Valor(USD)
Limado –cortado	30
Soldado	50
Instalaciones	50
Pintura	10
Total	140

Tabla 4. Mano de obra.

Por: Israel Chugcho

3.2.4 Otros gastos

Este gasto comprende los materiales empleados para los gastos de útiles y equipo de oficina, internet, impresiones, transporte, etc.

DETALLE	VALOR(USD)
Computador	40,00
Hojas de papel bond	20,00

Copias	20,00
Impresiones	15,00
Internet	20,00
Anillados	30,00
TOTAL	145,00

Tabla 5. Otros.

Por: Israel Chugcho

3.2.5 Costo total del banco de prueba para calibrar magnetos de la Aeronave CESSNA 150.

Por lo tanto el costo total para la construcción del banco de prueba aplicable para magnetos es el siguiente:

COSTO TOTAL	
Detalle	Valor
Materiales estructurales	1236
Maquinarias-herramientas	135
Mano de obra	140
Otros	145
Total	1656

Tabla 6. Costo total.

Por: Israel Chugcho

3.2.6 Pruebas y Análisis de Resultados

Este banco de prueba para la calibración de los magnetos de la aeronave cessna 150 ha sido elaborado con materiales propios de aviación.

Una vez realizado las pruebas de funcionamiento de todos los elementos, el banco de prueba encuentra en perfectas condiciones de operatividad y funcionamiento.

3.3 Elaboración de manuales

3.3.1 Descripción de manuales

Para realizar una buena operación del banco de prueba se tiene que aplicar los siguientes manuales a fin de revisar los posibles errores, discontinuidades, fallas, accidentes y demás problemas que puedan presentarse con el funcionamiento y los problemas que se dan con el usuario en el lugar de trabajo.

3.3.2 Tipos de manuales.

A continuación se da a conocer los diferentes manuales que se aplica en la estación de trabajo para su correcto manejo.

- Manual de seguridad
- Manual de operación
- Hoja de registro

3.3.3 Manual de seguridad.

Para cada herramienta o máquina se han ideado planes de seguridad con el fin de evitar posibles accidentes con el operario, o con el equipo en cuestión.

Codificación de los Manuales y Códigos.


Procedimientos	Códigos
Manual de Seguridad del Banco de Prueba para la Calibración de los Magnetos de la Aeronave CESSNA 150	ITSA-XC-001
Manual de Operación del Banco de Prueba para la Calibración de los Magnetos de la Aeronave CESSNA 150.	ITSA-XC-002
Hoja de Registro del Banco de Prueba para la Calibración de los Magnetos de la Aeronave CESSNA 150	ITSA-XC-003

Fuente: Manual de Mantenimiento de la EAP

Elaboración: Sr. Israel Chugcho

Tabla 7. Tabla de Codificaciones de los Manuales del Banco de Prueba para la Calibración de los Magnetos de la Aeronave CESSNA 150

3.3.4 MANUAL DE SEGURIDAD

	MANUALES	Pág. :
	MANUAL DE SEGURIDAD	1 de 1
		Código : ITSA-XC-001
		Elaborado por: Sr. Israel Chugcho
Aprobado por: Ing. Fernanda Arauz	Fecha : Marz-2012	

1. OBJETIVO

Documentar las medidas de seguridad que existe para dar un buen uso del banco de prueba para la calibración de las magnetos de la aeronave CESSNA 150 y así evitar accidentes por parte del usuario y permitir que la vida útil del banco de prueba sea mayor.

2. ALCANCE

Establecer las precauciones de seguridad que debe tener el operario al utilizar este banco.

3. NOMBRE DEL EQUIPO:

Construcción de un Banco de Prueba para la Calibración de los Magnetos de la aeronave CESSNA 150.

5. PROCEDIMIENTOS:

5.1 Antes del encendido verificar el cable de conexión a 110 V.

5.2 Verificar que las uñetas sujetadoras del magneto estén bien sujetas, ya que si estas no son bien sujetadas podrían generar vibración o expulsión del magneto con gran fuerza y golpear al usuario.


5.3 Verificar que los terminales del arnés de encendido estén correctamente insertados para evitar posibles fugas.

5.4 Seguir los procedimientos establecidos en el manual de operación para el uso de este banco.

5.5 Lea y siga toda instrucción y la información advirtiéndolo en caso de que presente fallas de uso.

Firma del Responsable : _____

3.3.5 MANUAL DE OPERACIÓN

	MANUALES	Pág. :
	MANUAL DE OPERACIÓN	1 de 2
		Código : ITSA-XC-002
	Elaborado por: Sr. Israel Chugcho	Revisión Nº. : 1
Aprobado por: Ing. Fernanda Arauz	Fecha : Mar-2012	
<p>1. OBJETIVO</p> <p>Registrar el procedimiento de operación del banco de prueba para la calibración de los magnetos de la aeronave CESSNA 150.</p> <p>2. ALCANCE</p> <p>Prevenir la mala operación del banco de prueba para la calibración de los magnetos la aeronave CESSNA, evitando una mala instalación del magneto el cual podría sufrir daños internos</p> <p>3. PROCEDIMIENTO</p> <p>3.1 Adoptar una buena ubicación para manipular el banco de trabajo.</p> <p>3.2 Proceda a introducir el magneto en el orificio de la estructura.</p> <p>3.3 Verificar que el magneto se encuentre bien instalado en el acople metálico para el magneto.</p> <p>3.4 Sujete bien el magneto por medio de las uñetas sujetadoras y utilizando dos llaves de ½ pulgada ajuste hasta que este no tenga movilidad alguna para evitar cualquier riesgo.(Aplica tanto en magneto derecho como izquierdo.)</p> <p>3.5 Inserte el arnés de encendido de 4 cilindros de manera correcta por medio de los tornillos de la tapa del magneto.</p> <p>3.6 Conecte el taladro a la toma corriente.</p> <p>3.7 Coloque el máster switch en la posición on.</p> <p>3.8 Con el regulador de rpm incremente o disminuya la velocidad del taladro para realizar la simulación del motor.</p> <p>3.9 Observe el salto de la chispa del transmisor de energía #1 al transmisor de energía #2 notando así que aquel magneto está en óptimo estado de operatividad.</p> <p style="text-align: right;">Pág.1</p>		

3.10 Observe el tacómetro que le indicará la marcación correcta de las rpm del taladro, indicando una lectura exacta de a cuantas rpm está trabajando el magneto.

3.11 Una vez verificado el magneto regrese el regulador de rpm a su posición inicial.

3.12 Ponga el máster switch en la posición off.

3.13 En caso de presentarse algún problema o falla de operación vea las tablas de los anexos de este manual.

Firma del Responsable: _____

3.3.5.1 Anexo A

Problema	Posibles causas	Solución
No transmite energía por el arnés de encendido	Terminales del arnés roto, oxidados, estambre interno del arnés de encendido roto.	Cambiar de arnés de encendido, cambiar terminales de arnés, en caso de presentar oxidación limpie con contac cleaner.
Tacómetro defectuoso (no indica mediciones reales)	Pluma indicadora defectuosa, resorte roto. Numerador defectuoso	Instalar nuevo tacómetro.
Taladro	Carbones quemados	Desoldar los puntos de suelda e instalar otro taladro.
Regulador de rpm	No regula el paso de energía	Cambie e instale uno nuevo.
Máster switch.	No enciende ni apaga	Limpie con limpiador de contactos y si la falla persiste cambie de máster switch.
Transmisores de energía(pernos limados) evitan el paso de energía.	Poca visibilidad de salto de chispa o energía.	Lijar las puntas limadas de los pernos y transmitirá mejor la energía de perno a perno o transmisores de energía.
Conexiones a tierra defectuosa.	No descarga bien energía, cable roto, terminal roto.	Saque el tornillo que sujeta al terminal madre y lije tanto al tornillo como a la superficie de la estructura donde el terminal madre es instalado.

		Encaso de cable roto cambie e instale otro, por terminal roto cambie el terminal.
--	--	---

Tabla 8: Fallas externas del Banco de Prueba

Por: Israel Chugcho

3.3.5.2 Anexo B

Problemas	Posibles causas	Solución
No hay emisión de energía del magneto a los arnés de encendido	Condensador desconectado	Destapar el magneto y verificar la conexión eléctrica a este y reconectar.
	Condensador dañado	Cambiar condensador.
Poco desarrollo de giro del magneto	No están lubricados los ejes de giro del magneto(engranajes)	Lubricar con grasa especial para magneto.
Humo en el magneto	Bobina quemada	Cambio de magneto
Chispa amarillenta	Calibrar internamente	Verifique si la distancia de los contactores estén con una distancia de 0.16mm a 0.19mm de pulg.

Tabla 9: Fallas internas del magneto.

Por: Israel Chugcho

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES:

- Se ha contribuido con el engrandecimiento de la enseñanza impartida en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico con la construcción de este banco de pruebas para la calibración de magnetos.
- Se determino la gran importancia que constituye la construcción de este banco para los laboratorios del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.
- Se estableció el proceso de construcción del banco de prueba para la Calibración de los Magnetos de la Aeronave Cessna 150.
- Se establecieron los pasos a seguir para determinar el estado de los magnetos de la avioneta Cessna 150.
- Se desarrollaron manuales.

RECOMENDACIONES:

- Respetar todos los procedimientos establecidos en el manual operacional para evitar cualquier inconveniente.
- Seguir las instrucciones de operación del manual para el uso del banco de prueba para evitar que éste sufra algún daño.
- Respetar los procedimientos y pasos a seguirse para verificar el estado de los magnetos de la avioneta.
- En caso de falla o avería del Banco de Prueba o de uno de sus componentes acuda al diagrama de bloques de la conexión del banco.

GLOSARIO DE TERMINOS

A

Aprendizaje.-El aprendizaje es el proceso a través del cual se adquieren nuevas habilidades, destrezas, conocimientos, conductas o valores como resultado del estudio, la experiencia, la instrucción y la observación.

Asesoramiento.- Acción y efecto de asesorar o asesorarse.

Aviación.- Se entiende por aviación el desplazamiento controlado, a través del aire, de aparatos que usan para desarrollar su vuelo la fuerza sustentadora de superficies fijas o móviles, impulsados por sus propios motores, como aviones y helicópteros, o sin motor, como los planeadores.

B

Balancines.- Barra que se emplea en las máquinas de vapor para transformar la energía.

Bielas.- Pieza que sirve para transmitir esfuerzos entre órganos de las mismas transformando el movimiento rectilíneo en rotativo.

C

Carenaje.- Estructura que sirve como cobertor aerodinámico.

Carter.- Caja metálica que sirve de protección a elementos móviles del motor.

Carburador.- Sistema de alimentación de los automóviles y aviones de motor reciproco que mezcla la gasolina con el aire para formar la mezcla carburante.

Cojinetes.- Dispositivo mecánico que sirve de apoyo y guía a un movimiento.

Centrifugo.- Fuerza ficticia que se introduce en la descripción dinámica del movimiento circular uniforme.

Cilindro.- Tubo que se mueve el eje de una máquina.

Cilindrada.- Capacidad de los cilindros de un motor de explosión cuando el tiempo de admisión llega al máximo.

Cigüeñal.- Eje que transforma el movimiento alternativo de las bielas de un motor en movimiento circular.

Compresión.- Acción y efecto de comprimir, acción mecánica que ejerce una fuerza exterior sobre un cuerpo reduciendo el volumen de este.

Condensador.- Dispositivo para almacenar energía.

D

Déficit.- Un déficit es una escasez de algún bien, ya sea dinero, comida o cualquier otra cosa

E

Embolo.- Pieza que se desliza por el interior del cilindro con movimiento oscilatorio.

F

Flanco:- Cada una de las partes laterales de un cuerpo considerado de frente.

G

Generador.- Que produce fuerza o energía

Gorrón.- Espiga que termina en el extremo inferior de un árbol vertical para servirle de apoyo y facilitar su rotación.

H

Helicoidales.- Superficie alabeada engendrada por una recta que se mueve apoyándose en una hélice y el eje del cilindro que la contiene.

L

Laboratorios.- Un laboratorio es un lugar equipado con diversos instrumentos de medida o equipos donde se realizan experimentos o investigaciones diversas, según la rama de la ciencia a la que se dedique.

Libros.- Es una obra impresa, manuscrita o pintada en una serie de hojas de papel, pergamino, vitela u otro material, unidas por un lado (es decir, encuadernadas) y protegidas con tapas, también llamadas cubiertas.

Limado.- Trabajo de mecanización que, en la máquina-herramienta se produce por un movimiento alternativo de avance o retroceso.

M

Material.- Los materiales son elementos agrupados en un conjunto el cual es, o puede ser, usado con algún fin específico.

Magneto.- Componente del motor reciproco, generador de energía a través del movimiento de los engranajes del motor reciproco de una aeronave.

Máster switch.- Controlador de energía que sirve para encender y apagar.

O

Octanos.- Capacidad del combustible de resistir a la detonación.

P

PMS.- Punto muerto superior

PMI.- Punto muerto inferior

Pedagógica.- Es el conjunto de saberes que se encarga de la educación como fenómeno típicamente social y específicamente humano, se trata de una ciencia de carácter psicosocial, cuyo objeto de estudio es la educación.

R

Reversible.- Que puede o debe revertir.

RPM.- Revoluciones por minuto.

Rehabilitación.- Acción de reponer en la posesión de lo que le había sido desposeído.

Rotor.- Órgano principal animado de rotación continúa que se encuentra en una máquina.

Ruptor.- Dispositivo que permite obtener la chispa de la bujía.

S

Sumidero.- Conducto o canal por donde se sumen las aguas

T

Tacómetro.- Instrumento que sirve para indicar las revoluciones por minuto del motor.

V

Válvula.- Instrumento que regula el paso de fluido entre dos de sus órganos.

Vástago.- Barra que unida al control de una de las caras del embolo sirve para transmitir movimiento.

Volatilidad.- Es la propiedad de transformarse rápidamente en vapor o combinarse con el oxígeno.

ABREVIATURAS

EAP.- Escuela de Aviación Pastaza.

ITSA.- Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

PMI.- Punto muerto superior.

PMS.- Punto muerto superior.

MEP.- Presión promedio del embolo

RPM.- Revoluciones por minuto.

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS Y ENCICLOPEDIAS:

- THIEBAUD K.E., Ingeniería de Aviones para pilotos, Washington, 1.952
- ADMINISTRACIÓN AERONÁUTICA CIVIL, Manual de grupo moto propulsores aeronáuticos, Manual Técnico N° 107, Traducción del inglés en Enero de 1.949, USA., 1.954.
- SAINZ DIEZ VALENTÍN, El motor de reacción y sus sistemas auxiliares, Colección Aeronáutica Tomo 3, Madrid, Editorial Paraninfo, 1.986.
- MAIZTEGUI-SABATO, Física, Editorial Kapeluz, 9na Edición, Buenos Aires, Argentina, 1.973.
- RESNICK-HALLIDAY, Física Parte I, Traducida del inglés por Ing. Salvador Mosquera R.,
5ta Impresión, Compañía Editorial Continental S.A., México, 1.972.

MANUALES

- Manual de operaciones de la Escuela de Aviación Pastaza
- Maintenance manual, Cessna 150
- Manual de instrucción para pilotos.
- Recopilación del derecho Aeronáutico.
- Manual de mantenimiento del AERO CLUB PASTAZA
- ADMINISTRACION AERONAUTICA CIVIL...Manual de grupo moto propulsores aeronáuticos, Manual técnico N°107, Traducción del inglés en Enero de 1949,USA,1954.
- SAINZ DIEZ VALENTIN. El motor de reacción y sus sistemas auxiliares colección aeronáutica Tomo 3.

INTERNET:

- es.wikipedia.org/
- http://es.wikipedia.org/wiki/Material_did%C3%A1ctico
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Ch%C3%A1rter>
- es.thefreedictionary.com/afiné
- <http://www.manualvuelo.com/PBV/PBV14.html>
- <http://www.xtec.es/~cgarci38/ceta/tecnologia/magneto.htm>
- <http://es.scribd.com/doc/82567623/CODIGO-DE-COLORES>
- http://www.google.com.ec/search?hl=es&sugexp=frgbl&pq=codificaci%C3%B3n+de+colores+de+seguridad+industrial&cp=30&gs_id=17x&xhr=t&q=motores+enfriados+por+liquido&bav=on.2,or.r_gc.r_pw.r_qf.,cf.osb&biw=1024&bih=553&um=1&ie=UTF-8&tbn=isch&source=og&sa=N&tab=wi&ei=Q31_T9nDD4mk9ATw9OHvBw#um=1&hl=es&tbn=isch&sa=1&q=motores+de+aviacion+enfriados+por+liquido+&oq=motores+de+aviacion+enfriados+por+liquido+&aq=f&aql=&gs_l=img.3...12807122517101234651131131010101917641560610j2j1j5j0j3j211310.frgbl.&pbx=1&bav=on.2,or.r_gc.r_pw.r_qf.,cf.osb&fp=b6b5079944bc992f&biw=1024&bih=553
- http://www.google.com.ec/search?hl=es&q=cilindros+enfriados+por+aire&bav=on.2,or.r_gc.r_pw.r_qf.,cf.osb&biw=1280&bih=605&um=1&ie=UTF-8&tbn=isch&source=og&sa=N&tab=wi&ei=8U1zT-XKAoeJtwfJtNmNBg#um=1&hl=es&tbn=isch&sa=1&q=cilindros+enfriados+por+aire+de+una+avioneta+&oq=cilindros+enfriados+por+aire+de+una+avioneta+&aq=f&aql=&gs_l=img.3...91086819141891019146681171171011610101171117110j11110.frgbl.&pbx=1&bav=on.2,or.r_gc.r_pw.r_qf.,cf.osb&fp=feaca657580a6671&biw=1280&bih=605
- http://www.google.com.ec/search?hl=es&biw=1280&bih=605&q=valvulas+tipo+hongo&bav=on.2,or.r_gc.r_pw.r_qf.,cf.osb&um=1&ie=UTF-8&tbn=isch&source=og&sa=N&tab=wi&ei=HU1zT_yQDMyEtgfE-PGMBg
- <http://www.google.com.ec/imgres?q=valvulas+tipo+tulipan&start=91&um=1&hl=es&noj=1&tbn=isch&tbnid=gorjKuRJZT3h1M:&imgrefurl>
- <http://www.xtec.cat/~cgarci38/ceta/tecnologia/magneto.htm>

- <http://www.manualvuelo.com/SIF/SIF35.html>
- <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cessna.150e.g-atof.jpg>
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Slats>.
- http://www.profesormolina.com.ar/mismaterias/instalaciones/electricidad/simbolos_tierra.htm
- http://www.google.com.ec/search?hl=es&pq=magneto&cp=15&gs_id=k4&xhr=t&q=magneto+simbolo&client=firefox-a&rls=org.mozilla:es-
- http://d1105488.mydomainwebhost.com/usuarios/Toni/web_simbolos/unidad_simbolos_electricos_indice.html
- <http://www.google.com.ec/imgres?q=simbolo+de+switch&hl=es&client=firefox-a&sa=X&rls=org.mozilla:es->
- http://www.google.com.ec/search?hl=es&pq=simbolo+de+un+regulador+de+voltaje&cp=31&gs_id=df&xhr=t&q=simbolo+de+un+taladro+electrico&client=firefox-a&rls=org.mozilla:es-
- <http://www.electricidadbasica.net/simboloselec.htm>
- http://d1105488.mydomainwebhost.com/usuarios/Toni/web_simbolos/unidad_simbolos_electricos_indice.html
- http://www.google.com.ec/search?hl=es&pq=simbolo+de+un+regulador+de+rpm&cp=32&gs_id=3a&xhr=t&q=simbolo+de+un+regulador+de+voltaje&client=firefox-a&rls=org.mozilla:es-

A

n

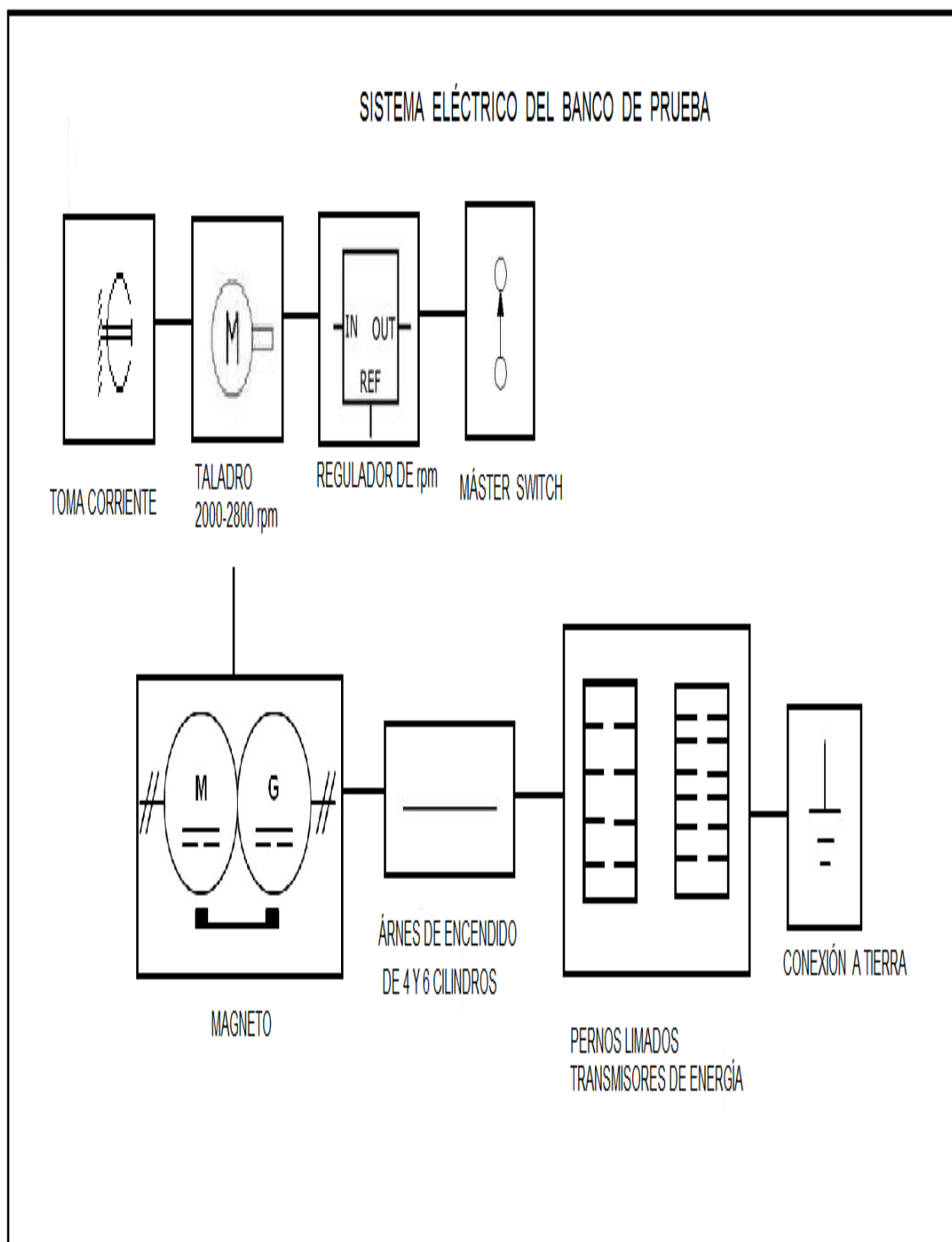
e

x

o

s

ANEXO A



Cuadro 2. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL BANCO DE PRUEBA.

Por: Israel Chugcho

ANEXO B

ANEXO C

ANEXO D

CODIFICACION DE COLORES²⁶

ROJO

Elementos de protección contra incendios, extinguidores, hidrantes, y tuberías, cajas para mangueras, baldes y recipientes que contengan arena y agua, alarma, puertas y escaleras de escape.

Recipientes comunes de seguridad para almacenar líquidos inflamables, con indicación de su contenido

Barras o dispositivos que accionen mecanismos de parada en máquinas peligrosas y botones de parada en controles eléctricos.

Recipientes para lavado y desengrase de piezas.

Tránsito en zonas escolares y sus alrededores.

COLOR NARANJA

Partes peligrosas de maquinaria y/o equipos cuyas operaciones mecánicas puedan triturar, cortar, golpear, prensar, etc. Cuya acción mecánica pueda ocasionar lesión, interior de las guardas y protecciones.

Borde, únicamente de partes expuestas de piñones, engranajes, poleas, rodillos, y mecanismos de corte

Franjas convencionales en la parte trasera de vehículos para transporte de personal escolar.

COLOR AMARILLO

Zonas peligrosas en avisos que indiquen precaución

Equipos de construcción: buldócer, tractores, etc. Esquinas de lugares de almacenamiento, bordes expuestos y sin guardas, aberturas de piso, plataformas, aditamentos suspendidos en el techo, pasamanos, barandas, parte superior o inferior de escaleras fijas peligrosas, bloques de poleas, proyecciones, puertas bajas, vigas, tuberías que cruzan a bajo nivel en los sitios de trabajo, puertas de elevadores, grúas de taller, y equipo utilizado para transporte y movilización de materiales (montacargas),remolques, carretillas de todo tipo, transportadores de todo tipo, pilares, postes, columnas

Demarcación de áreas de trabajo y almacenamiento (franja de 5cms de ancho)
enmarcación de áreas libres frente a equipos contra incendio) (semicírculo de 50 cm y franja de 5 cms ancho)

COLOR VERDEESMERALDA

Seguridad, equipos de primeros auxilios, botiquines camillas, mascara contra gases, fondo de carteleras de seguridad e instrucciones de seguridad. Contorno del botón de arranque en los controles eléctricos de las máquinas.

COLOR VERDE LIMONADO

Bancos de madera, exceptuando las tapas.

COLOR VERDE PALIDO

El cuerpo de la maquinaria y equipo

Partes fijas de la maquinaria y equipo, parte exterior de las guardas y protecciones integrales y adicionales, bancos metálicos, partes metálicas de silletería del taller, prensas de banco, gatos portátiles, y de carretilla, motores eléctricos, que formen parte de la maquinaria.

Soportes para materiales (perfiles, platinas, tuberías, etc.), soporte para ejercicios, soporte para cilindros, mangueras

COLOR AZUL

INDICA PREVENCIÓN

Señalar máquinas y equipos sometidos a reparación, o mantenimiento

Señalar controles o fuentes de poder, de maquinaria o equipo, (hornos, tanques, calderas, controles eléctricos, secadores, válvulas, bóvedas, escaleras, andamios) con previa autorización para la utilización de los mismos)

Recipientes para lubricantes, motores que no formen parte integral de maquinaria y equipo, cajas de sistemas eléctricos.

COLOR ALUMINIO para pintar

Se utiliza para superficies metálicas expuestas a radiación solar.

Cilindros de gas propano etc.

Bloques y culatas y escapes de motores

Hornos para tratamiento de metales, tapas de hornos y superficies expuestas, a altas temperaturas, cubiertas asfálticas, y metálicas.

COLOR GRIS para pintar

Recipientes para basuras, retales y desperdicios

Armarios, soportes para elementos de aseo, armarios para ropa y lockers.

COLOR MARFIL

Partes móviles de maquinaria, brazos de palanca.

Bordes del área de operación en la maquinaria, marcos de tableros y carteleras.

COLOR PURPURA

Para señalar riesgos de radiación.

Recipientes que contengan materiales radiactivos, equipo contaminado, rayos x.

COLOR BLANCO

Demarcar zonas de circulación, dirección, o sentido de una circulación o una vía.

Indicación en el piso de recipientes de basura (1 mts cuadrado por caneca), rincones de salones, y talleres esquineras formado por un triángulo de 40 cms de lado.

COLOR NEGRO

Pintar tuberías de corriente trifásica, con franjas de color naranja de dos pulgadas de ancho, espaciadas en un mt entre sí, conductos y bajantes de aguas negras, bases de las máquinas, patas y bancos de trabajo, con franjas de 13 cms de ancho.

TUBERIAS

COLOR NARANJA

Tuberías que conduzcan vapor a cualquier temperatura tuberías que conduzcan a cpm, fueloil, gasolina, petróleo, y combustible en general tuberías de escapes de gases de combustión tuberías de acetileno, y tubería que conduzca gas carbónico

VERDE

Tuberías y ductos para materiales granulados.

Mangueras de oxígeno en los equipos de soldadura oxiacetilénica.

GRIS

Tuberías de agua fría,

Tuberías de agua caliente, con franjas de color naranja de dos pulgadas de ancho, espaciadas un metro entre sí.

Ductos y partes varias de sistemas de ventilación y extracción de gases y vapores, humos y neblinas.

AZUL

Tuberías de aceite y sistemas de lubricación de aceite.

Tuberías de oxígeno y cilindros de oxígeno.

Conductos y bajantes de aguas lluvias.

Tuberías que conduzcan agua de pozos profundos.

AMARILLO

Tuberías de aire comprimido, tuberías que conduzcan amoníaco.

Tuberías que conduzcan soluciones alcalinas o soluciones ácidas.

BLANCO

Tuberías que conduzcan refrigerantes y partes varias de refrigeración tuberías de vacío y partes varias del sistema de vacío.

²⁶ <http://es.scribd.com/doc/82567623/CODIGO-DE-COLORES>

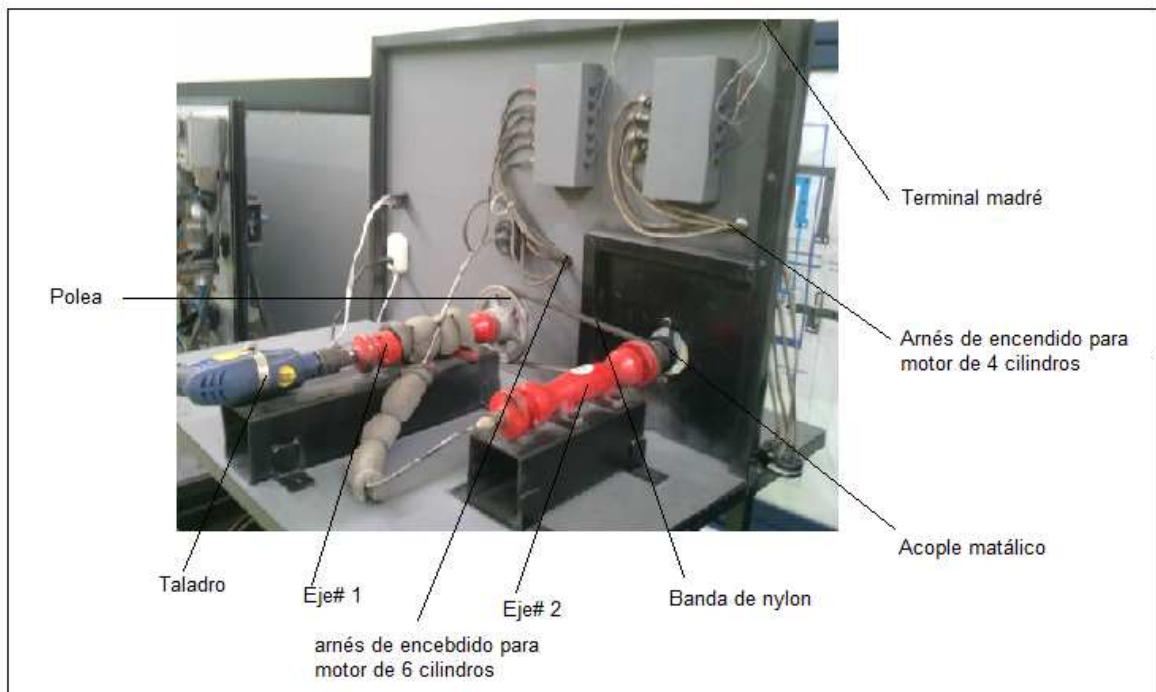
ANEXO E

Las siguientes fotografías muestran la ubicación de los componentes del Banco de Prueba



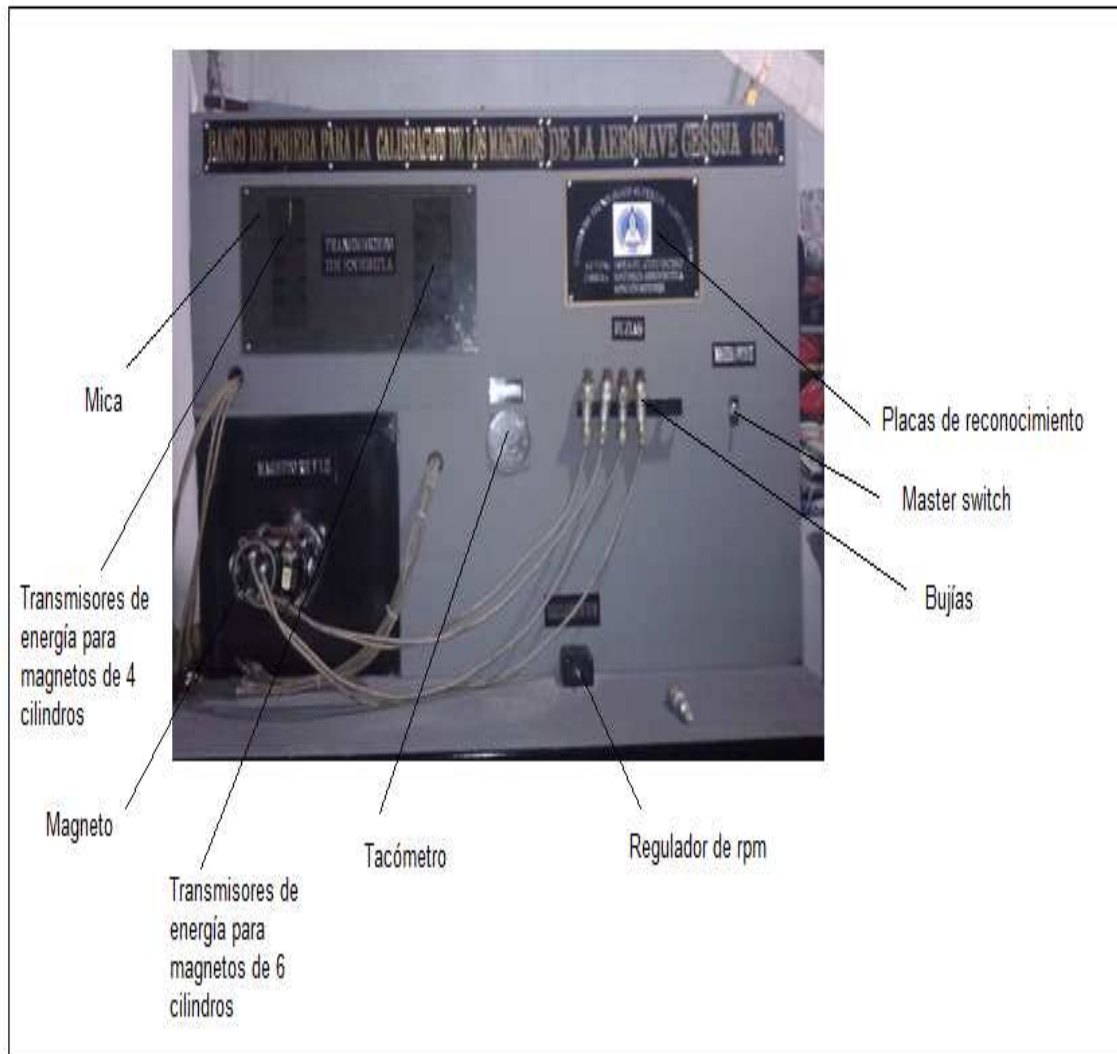
Ubicación de los componentes del banco de prueba parte trasera

Por: Israel Chugcho



Ubicación de los componentes del banco de prueba parte trasera

Por: Israel Chugcho



Ubicación de los componentes del banco de prueba parte delantera.

Por: Israel Chugcho

ANEXO F

Trabajo de Investigación previo a la realización de la Tesis.

HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES:

NOMBRE: Chugcho Cobo Segundo Israel

NACIONALIDAD: Ecuatoriana

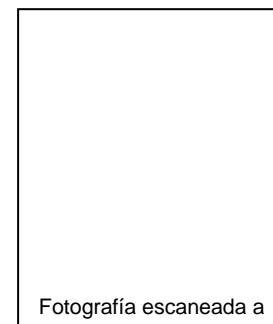
FECHA DE NACIMIENTO: 22-08-1986

CÉDULA DE CIUDADANÍA: 160039681-4

TELÉFONOS: 083239700/ 032 793-274

CORREO ELECTRÓNICO: israelscrapy@hotmail.com

DIRECCIÓN: Vascones Sevilla Barrio el Recreo



Fotografía escaneada a

ESTUDIOS REALIZADOS

Escuela:

Fray Álvaro Valladares.

Certificado de haber culminado la primaria.

Colegio:

Colegio Fiscal Jorge y Caza. 2006

Físico matemático.

Auxiliar en Electricidad.

Universidad:

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO. 2010

Egresado.

EXPERIENCIA PROFESIONAL O PRÁCTICAS PREPROFESIONALES

CURSOS Y SEMINARIOS

ASOCIACION DE OPERADORES AEREOS REGION AMAZONIA ECUATORIANA CURSO DE RECURRENTE DE AVIACION MENOR.

EXPERIENCIA LABORAL

- Practicas realizadas en la compañía AERO CLUB PASTAZA en AVIONETA CESSNA 206 con una duración de 210 horas.
- Practicas realizadas en la compañía SERVICIOS AEREOS Y CONEXOS en AVIONETA 206 con una duración de 440 horas.
- Ayudante de mecánica en la compañía AERO CLUB PASTAZA en AVIONETAS CESSNA A 150L, CESSNA 150 M Y PIPER TWIN COMANCHE.

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

**DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN SE RESPONSABILIZA
EL AUTOR**

CHUGCHO COBO SEGUNDO ISRAEL

DIRECTOR DE LA CARRERA DE MECANICA AERONAUTICA

Nombre y apellido del Director de la Carrera de.....

Latacunga, 09 de Abril del 2012

CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Yo, NOMBRES COMPLETOS DEL GRADUADO, Egresado de la carrera de SEGUNDO ISRAEL CHUGCHO COBO , en el año 2010, con Cédula de Ciudadanía N°160039681-4, autor del Trabajo de Graduación BANCO DE PRUEBA PARA LA CALIBRACION DE LOS MAGNETOS DE LA AERONAVE CESSNA 150, cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

CHUCHO COBO SEGUNDO ISRAEL

Latacunga, 09 de Abril del 2012

