

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

**RESTAURACIÓN Y CALIBRACIÓN DE LAS BUJÍAS DEL MOTOR
TELEDYNE CONTINENTAL IO-360-D21 PARA LA APLICACIÓN DE
CONOCIMIENTOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS DE LOS ALUMNOS EN
LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES**

POR:

CHRISTIAN VLADIMIR SANDOVAL MAIZA

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

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA
MENCIÓN MOTORES**

2013

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el **Sr. CHRISTIAN VLADIMIR SANDOVAL MAIZA**, como requerimiento parcial para la obtención del título de: TECNOLÓGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES.

ING. RODRIGO BAUTISTA
DIRECTOR DEL PROYECTO

Latacunga, Mayo 14 del 2013

DEDICATORIA

Dedicado a mis padres Gustavo y Fanny pilares fundamentales en mi vida porque sin ellos jamás hubiese podido conseguir lo que hasta ahora, con mucho sacrificio y esmero me cuidaron, me dieron fortaleza para continuar, gracias por haber velado mi bienestar, por apoyarme en toda mi etapa estudiantil, gracias por su infinito amor, por haberme inculcado principios y valores, por ustedes soy lo que soy, los amo.

A mi Padre por su tenacidad, constancia, perseverancia en el trabajo, por sus consejos, por enseñarme a jugar, por llevarme por primera vez a una cancha de fútbol, gracias por todo, has trabajado y sigues trabajando para darnos un futuro mejor, gracias por enseñarme que de cualquier problema se puede salir adelante, pese a cualquier problema que hemos tenido siempre serás mi amigo,

A mi Madre, por ser la amiga y compañera que me ha ayudado a crecer, gracias por acompañarme en las malas noches de estudios, gracias por estar siempre conmigo en todo momento. Gracias por la paciencia que has tenido para enseñarme el valor y el camino de la vida, por tus consejos, por el amor que me das, por tus cuidados, por tus regaños que me merecía y que no entendía, por estar pendiente de mí, por tu apoyo incondicional.

A mis hermanos por ser mi motivación para superarme y lograr mis objetivos, gracias por ser mis confidentes y mis eternos amigos gracias por sus consejos en un momento difícil de mi vida, a mi novia por sus palabras de aliento, apoyo y consejos que me incentivaron a seguir adelante gracias por haber fomentado mi anhelo de triunfo en la vida, a mis amigos y compañeros que de una u otra manera supieron hacer más grata mi vida durante todo este tiempo.

Christian Vladimir Sandoval Maiza

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento muy especial a Dios por cuidarme, protegerme, bendecirme, por darme iluminación, salud y sabiduría, por guiarme por el camino del bien por regalarme la vida, por ayudarme a cumplir mis sueños.

A la Institución por abrirme las puertas para ser un profesional, a todos los docentes a quienes les debo gran parte de mis conocimientos.

Al Sr. Miguel Riofrío, quien nos ayudó con sus conocimientos y experiencia técnica, para el desarrollo de este proyecto.

Al Ing. Rodrigo Bautista por su paciencia, enseñanza, por la guía y por compartir sus conocimientos para la terminación de este proyecto.

A mi familia por todo su apoyo, compañía en los momentos difíciles de mi vida, amor infinito, consejos que me incentivaron a seguir adelante en cada obstáculo presentado.

Christian Vladimir Sandoval Maiza

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	PÁGINA
Portada.....	I
Certificación del Director de Trabajo de Graduación.....	II
Dedicatoria	III
Agradecimiento	IV
Índice de Contenidos.....	V
Índice de Tablas.....	IX
Índice de Figuras.....	X
Índice de Anexos.....	XII
Resumen.....	XIII
Summary.....	XIV

CAPÍTULO I EL TEMA

1.1 Antecedentes	1
1.2 Justificación e Importancia	2
1.3 Objetivos	3
1.3.1 General.....	3
1.3.2 Específicos	3
1.4 Alcance.....	3

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1 Motor Teledyne Continental IO – 360 – D21	4
2.2 Componentes Básicos de un Motor Recíproco	5
2.2.1 Bloque	5
2.2.2 Cilindros	6

2.2.3 Pistones.....	7
2.2.4 Biela	7
2.2.5 Cigüeñal	8
2.2.6 Válvulas.....	9
2.2.7 Mecanismo de operación de válvulas	9
2.3 Sistema de Encendido.....	10
2.4 Magentos.....	11
2.5 Sistema Reforzadores de la Chispa	11
2.6 Bujías	12
2.6.1 Introducción.....	12
2.6.2 Condiciones de Funcionamiento	14
2.6.3 Constitución de la Bujía.....	15
2.6.3.1 Cuerpo de la Bujía.....	15
2.6.3.2 Aislador	16
2.6.3.3 Electrodo	17
2.6.3.4 Electrodo de masa.....	18
2.6.3.5 Electrodo central	19
2.6.3.6 Distancia entre electrodos	20
2.6.4 Tipos de Bujías.....	21
2.6.4.1 Grado térmico de las bujías.....	22
2.6.4.2 Bujías calientes y frías.....	22
2.6.4.3 Tamaño y longitud de rosca	24
2.6.4.4 Bujías blindadas	25
2.6.5 Comportamiento operacional de las bujías	25
2.6.5.1 Factores del motor.....	26
2.6.5.2 Desgaste de electrodos.....	26
2.6.5.3 Autoignición.....	27
2.6.6 Servicio de las bujías.....	28
2.6.6.1 Desmontaje de las bujías	28
2.6.6.2 Inspección Visual.....	29
2.6.6.3 Limpieza de las bujías	30

2.6.6.4 Galgeo de los electrodos.....	31
2.6.6.5 Ensayos eléctricos de las bujías	32
2.7 Orden de Encendido	33
2.8 Cables de Encendido	35

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Preliminares	36
3.2 Desmontaje de Componentess	36
3.3 Equipos de Protección.....	37
3.3.1 Casco	37
3.3.2 Gafas.....	37
3.3.3 Guantes	38
3.3.4 Calzado	38
3.3.5 Respirador.....	38
3.3.6 Tapones u Orejeras.....	38
3.3.7 Ropa de trabajo	38
3.4 Desmontaje de los Cables de Encendido.....	39
3.5 Desmontaje de las Bujías.....	40
3.6 Componentes	41
3.6.1 Cables de Encendido	41
3.6.2 Bujías	42
3.7 Limpieza de los Componentes	42
3.7.1 Limpieza de Cables de Encendido	43
3.7.2 Limpieza de Bujías	44
3.8 Rehabilitación de los Componentes	46
3.8.1 Habilidadón de los Cables de Encendido	47
3.8.2 Habilidadón de las Bujías	47
3.9 Diagrama de Procesos.....	49
3.9.1 Diagrama de Procesos Desmontaje de los Cables de Encendido	50
3.9.2 Diagrama de Procesos Desmontaje de las Bujías	51

3.9.3 Diagrama de Procesos Mantenimiento de los Cables de Encendido	52
3.9.4 Diagrama de Procesos Mantenimiento de las Bujías	53
3.9.5 Diagrama de Procesos de instalación de las Bujías.....	54
3.9.6 Diagrama de Procesos de instalación de los Cables de Encendido.....	55
3.9.7 Diagrama de Procesos Final de instalación de componentes	56
3.10 Prueba de Funcionamiento	56
3.11 Estudio técnico, legal y económico	58
3.11.1 Técnico.....	58
3.11.2 Legal.....	58
3.11.3 Económico.....	58

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones.....	61
4.2 Recomendaciones.....	61
GLOSARIO	62
ABREVIATURAS	64
BIBLIOGRAFÍA	65
ANEXOS	66
HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS	89
CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL	90

ÍNDICE TABLAS

CONTENIDO	PÁGINA
Tabla 3.1 Herramientas utilizadas.....	39
Tabla 3.2 Equipos utilizados	39
Tabla 3.3 Simbología	49
Tabla 3.4 Pruebas de Funcionamiento	58
Tabla 3.5 Gastos de Materiales	59
Tabla 3.6 Gastos Mano de Obra.....	59
Tabla 3.7 Gastos Varios	60
Tabla 3.8 Gastos Totales.....	60

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	PÁGINA
Figura 2.1 Motor Teledyne Continental IO – 360 – D21	4
Figura 2.2 Bloque de un Motor Recíproco	5
Figura 2.3 Cilindro de un Motor Recíproco	6
Figura 2.4 Pistón de un Motor Recíproco	7
Figura 2.5 Biela de un Motor Recíproco	8
Figura 2.6 Cigüeñal de un Motor Recíproco	8
Figura 2.7 Válvula de un Motor Recíproco	9
Figura 2.8 Magneto de un Motor Recíproco	11
Figura 2.9 Ilustración motor de cuatro cilindros	13
Figura 2.10 Bujía de un Motor Recíproco	14
Figura 2.11 Constitución de la bujía	15
Figura 2.12 Cuerpo de la bujía	16
Figura 2.13 Extremos de las bujías	19
Figura 2.14 Electrodo Central	20
Figura 2.15 Bujía fría y bujía caliente	22
Figura 2.16 Grado Térmico en el Funcionamiento de la Bujía	23
Figura 2.17 Tamaño y longitud de la rosca	24
Figura 2.18 Factores del Motor	26
Figura 2.19 Desgaste de Electrodos	27
Figura 2.20 Caja de bujías	29
Figura 2.21 Máquina de limpieza	31
Figura 2.22 Galgeo de Electrodos	32
Figura 2.23 Ensayos Eléctricos	33
Figura 2.24 Orden de Encendido	34
Figura 2.25 Cables de Encendido	35
Figura 3.1 Equipos de Protección	37
Figura 3.2 Desmontaje de Cables de Encendido	40

Figura 3.3	Desmontaje de Bujías	40
Figura 3.4	Cables de Encendido del Motor Teledyne Continental IO-360-D21	41
Figura 3.5	Bujías y Arandela del Motor Teledyne Continental IO-360-21	42
Figura 3.6	Limpieza de Terminales de Cables de Encendido.....	43
Figura 3.7	Contact Cleaner.....	43
Figura 3.8	Cables de Encendido Limpios	44
Figura 3.9	Limpieza de Bujías	44
Figura 3.10	Sandblaster	45
Figura 3.11	Limpieza en el Sandblaster	45
Figura 3.12	Bujías Limpias	46
Figura 3.13	Jefe de Mantenimiento de Aerokashurco	46
Figura 3.14	Habilitación de Cables de Encendido	47
Figura 3.15	Soporte de Calibración	48
Figura 3.16	Calibrador de láminas.....	48
Figura 3.17	Tester	49
Figura 3.18	Diagrama de Procesos Desmontaje de Cables de Encendido	50
Figura 3.19	Diagrama de Procesos Desmontaje de las Bujías.....	51
Figura 3.20	Diagrama de Procesos Mantenimiento de Cables de Encendido.....	52
Figura 3.21	Diagrama de Proceso Mantenimiento de las Bujías	53
Figura 3.22	Diagrama de Procesos de instalación de las Bujías.....	54
Figura 3.23	Diagrama de Procesos de instalación de Cables de Encendido	55
Figura 3.24	Diagrama de Procesos Final de instalación de componentes	56
Figura 3.25	Encendido del Motor Teledyne Continental IO-360-D21	57

ÍNDICE DE ANEXOS

CONTENIDO

ANEXO A Especificaciones Técnicas Motor TC IO-360-D21

ANEXO B Overhaul Manual 72-40-13

ANEXO C Service Bulletin

ANEXO D Inspección 100 Horas

ANEXO E Encuesta

ANEXO F Hoja de Vida

RESUMEN

El presente proyecto ayuda al Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico a disipar inquietudes en los conocimientos teóricos, prácticos, fomentando el interés de los estudiantes además de proporcionar una ayuda para el desenvolvimiento de los estudiantes en el campo laboral.

El Motor Recíproco Teledyne Continental IO-360-D21 son fabricados en Estados Unidos de América, este tipo de motor tiene seis cilindros opuestos horizontalmente enfriados por aire, es de inyección directa, tiene 210 caballos de fuerza, 2800 rpm, un peso de 148,43 kg (327.5 libras).

La bujía es el componente del sistema de encendido que transforma la energía eléctrica de alta tensión, presente en la salida del magneto, en una chispa eléctrica, la conexión magneto-bujía se efectúa, mediante cables de encendido. Las bujías son sumamente indispensables en todos los motores porque tienen la función de proporcionar la ignición (chispa) a la mezcla aire – combustible.

Los terminales de la bujía, entre los que salta la chispa, se denominan electrodos. Los electrodos se encuentran situados en uno de los extremos de la bujía. Las bujías que se utilizan en los motores de aviación son distintas de las que se emplean en los motores de automóvil.

Si la chispa tiene energía suficiente, es decir, si posee intensidad y energía calorífica, la mezcla aire y combustible se inflama, y así se inicia la propagación de la llama por el interior de la cámara de combustión que permite la aceleración de los gases consiguiendo de esta manera el empuje del motor.

SUMMARY

This project helps the Aeronautical Technological Institute to allay concerns in the theoretical, practical, encouraging student interest in addition to providing support for the development of students in the workplace.

The Reciprocal Motor Teledyne Continental IO - 360 - D21 are manufactured in the United States of America, this engine has horizontally opposed six-cylinder air-cooled, direct injection is has 210 hp, 2800 rpm, a weight of 148,43 kg (324.25 pounds).

The spark plug is the component of the ignition system that transforms electrical energy from high voltage present at the output of the magneto, an electric spark plug magneto-connection is effected by ignition cables. The spark plugs are extremely essential for all engines that have the function of providing the ignition (spark) to the fuel - air mixture.

The spark plug terminals, including the spark, are called electrodes. The electrodes are located on one end of the plug. Plugs that are used in aircraft engines are different from those used in automobile engines.

If the spark has enough energy, ie, if it has heat energy intensity, the air and fuel mixture ignites, and thus begins the propagation of the flame inside the combustion chamber which allows the acceleration of the gases getting in this way the engine thrust.

CAPÍTULO I

ELTEMA

1.1 Antecedentes

La formación de elementos capaces de proporcionar un eficiente y adecuado mantenimiento de aviones en nuestra Fuerza Aérea, constituyó una necesidad imperiosa que impulso a la creación de una Escuela que impartiera la enseñanza de las técnicas aeronáuticas.

El 08 de noviembre de 1999, mediante Acuerdo Ministerial No. 3237 del Ministerio de Educación Pública, Cultura y Deportes, la Escuela Técnica de la Fuerza Aérea se transforma en Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA), constituyéndose de esta manera en un centro académico de formación tecnológica superior regida por las leyes y reglamentos de educación superior correspondiente y registrado en el CONESUP con el número 05-003 de fecha 20 de Septiembre del 2000. Para este entonces el ITSA abre sus puertas al personal civil para que ingresen a esta institución y se preparen tecnológicamente y así formar profesionales tecnólogos que cumplirán tareas calificadas en el campo de la aviación civil y militar.

El ITSA cuenta con diferentes carreras como Ciencias de la Seguridad Mención Aérea y Terrestre, Electrónica Mención Instrumentación y Aviónica, Telemática, Logística y Transporte, Mecánica Aeronáutica Mención Aviones Mención Motores.

La Carrera de Mecánica Aeronáutica Mención Motores ofrece mantenimiento preventivo en Motores Recíprocos y Motores Jet, así como de sus sistemas, reemplazo de partes defectuosas, Inspección externa e interna de los motores, Rigging y Trimming preventivo y overhaul de hélices, Rigging y Trimming, calibración y chequeos operacionales de los motores.

El ITSA cuenta con diferentes Motores Jet y Recíprocos, lo motores recíprocos por su forma son los más utilizados en la aviación de baja potencia, consisten en cuatro o más cilindros, cada cilindro tiene dos bujías, el motor tiene dos magnetos que proporcionan energía a todas las bujías, si una bujía se estropea las otras bujías siguen haciendo saltar la chispa que enciende el combustible en el cilindro.

Los pistones se encuentran interconectados por un cigüeñal, los motores recíprocos permiten disminuir la longitud del motor, forman una unidad compacta y produce menor vibración, el piloto dispone de un control manual de la mezcla, se utiliza para ajustar la proporción adecuada de aire y combustible de entrada a los cilindros.

1.2 Justificación e Importancia

La Institución tiene diferentes actividades de un alto grado de profesionalismo, es por esto que se desarrolla un gran esfuerzo para instruir a los estudiantes en las diferentes áreas de mantenimiento esto se lleva a cabo gracias a la existencia de un excelente material para su aprendizaje y capacitación.

El ITSA permite así formar profesionales aeronáuticos altamente competitivos, innovadores que estarán capacitados para ejercer su profesión en cualquier institución pública o privada relacionada con la actividad de mantenimiento aeronáutico, aportando así al desarrollo de nuestra Patria.

En la Carrera de Mecánica, el conocimiento de todos los sistemas de una aeronave y su correcto funcionamiento es sumamente fundamental debido a que juegan un

papel muy importante, es una ciencia que no se limita al estudio teórico, sino también del práctico debido a que la mayor experiencia laboral es la práctica.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Realizar la restauración y calibración de las bujías del Motor Continental IO-360-D21, bajo normas y procedimientos establecidos para mejorar el proceso de enseñanza teórica y práctica a los estudiantes en el área de motores recíprocos.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Buscar información de todo lo relacionado al tema del proyecto.
- Chequear los componentes, máquinas, equipos a utilizarse.
- Analizar el funcionamiento de las bujías
- Efectuar la calibración de las bujías.
- Realizar pruebas funcionales al Motor Teledyne Continental IO – 360 – D21 con el Manual de Mantenimiento y Operación.

1.4 Alcance

El proyecto de investigación busca solucionar el problema de aprendizaje teórico y práctico de los estudiantes de la Carrera de Mecánica Aeronáutica, fortaleciendo habilidades y destrezas con el aumento de grado de prácticas en motores recíprocos y sus sistemas permitiendo así su preparación y experimentación para el ámbito laboral, además que servirá como material de apoyo a los docentes para impartir sus conocimientos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Motor Teledyne Continental IO – 360 – D21

El Motor Recíproco Teledyne Continental IO – 360 – D21 son fabricados en Estados Unidos de América, este tipo de motor tiene seis cilindros opuestos horizontalmente enfriados por aire, es de inyección directa, el grado mínimo de combustible 100 o 100LL Avgas, la relación de compresión es de 8,5:1, tiene 210 caballos de fuerza, 2800 rpm, un peso de 148,43 kg (327.25 libras).



Figura 2.1 Motor Teledyne Continental IO – 360 – D21

Fuente: Investigación de Campo

2.2 Componentes Básicos de un Motor Recíproco

Los componentes básicos de un motor recíproco en aviación son los siguientes:

- Bloque
- Cilindros
- Pistones
- Bielas
- Cigüeñal
- Válvulas
- Mecanismo de operación de válvulas

2.2.1 Bloque

Está hecha de aleaciones de aluminio, es la parte mayor del motor, debe ser lo suficientemente fuerte para prevenir cualquier tipo de desviación que pueda afectar al libre movimiento de los pistones en su interior, así como debe soportar las altas temperaturas y presiones generadas por las cámaras de combustión.

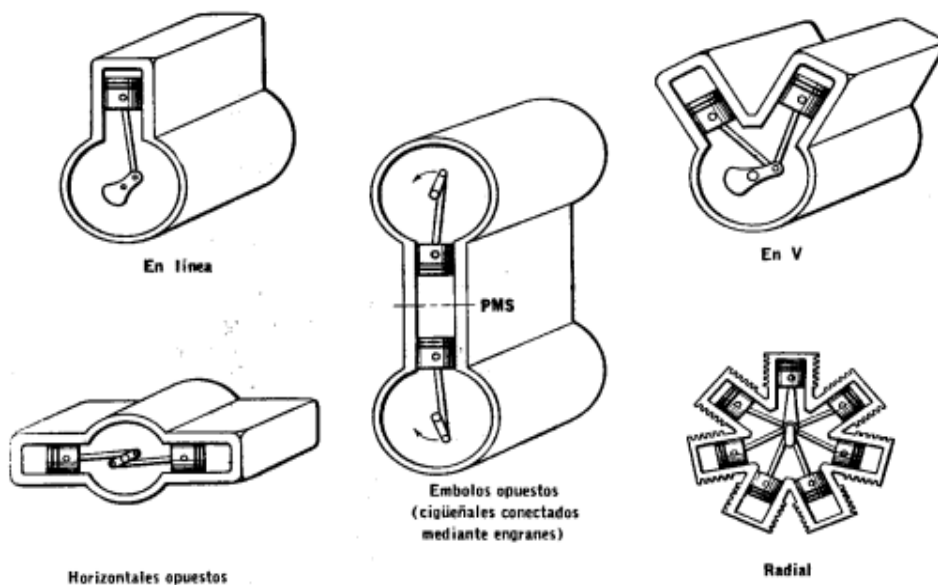


Figura 2.2 Bloque de un Motor Recíproco

Fuente: Antonio Esteban Oñate, Electricidad del Motor de Explosión

2.2.2 Cilindros

El cilindro es la cámara interna del motor donde se desarrolla la compresión, combustión y expansión de los gases, los cilindros deben cumplir los siguientes parámetros:

- Deben ser lo suficientemente fuertes para resistir las presiones internas generadas durante el funcionamiento del motor.
- Tienen que estar hechos de un material apropiado para mantener ligero el peso del motor.
- Ser contruidos de un material con buenas propiedades de transferencia de calor para tener un eficiente enfriamiento.
- Su superficie interna o camisa debe tener gran resistencia al desgaste.

El cuerpo del cilindro es el sitio por donde recorre el pistón, y su superficie externa es de una aleación de acero. El interior o camisa del cilindro, es de una súper aleación de acero al cromo – níquel.



Figura 2.3 Cilindro de un Motor Recíproco

Fuente: mecanicapelikan.wikispaces.com

2.2.3 Pistones

El pistón tiene un movimiento alternativo lineal dentro del cilindro. Está fabricado de aleación de aluminio, su movimiento se da como resultado de la expansión violenta de los gases dentro de la cámara de combustión. Sus partes principales son: cabeza, falda, bulón, segmentos.



Figura 2.4 Pistón de un Motor Recíproco

Fuente: automecánico.com

2.2.4 Biela

Es la barra articulada que une al pistón con el cigüeñal del motor. Está sometida a grandes esfuerzos, por lo que es hecha de materiales de gran resistencia (aleaciones de aluminio de alta resistencia). Se dividen en Biela Simple que son utilizados en motores lineales y opuestos, y Biela Articulada llamadas también bieletas son utilizadas en los motores de tipo radial.



Figura 2.5 Biela de un Motor Recíproco
Fuente: mecanicapelikan.wikispaces.com

2.2.5 Cigüeñal

Es el eje de giro del motor y es quien recibe los movimientos de subidas y bajadas del pistón a través de la biela, posee tres partes: Muñón son los puntos de apoyo del cigüeñal al bloque del motor, Muñequillas es el codo dónde se acopla la biela, Brazos son los tramos rectos que unen a las muñequillas con los muñones.

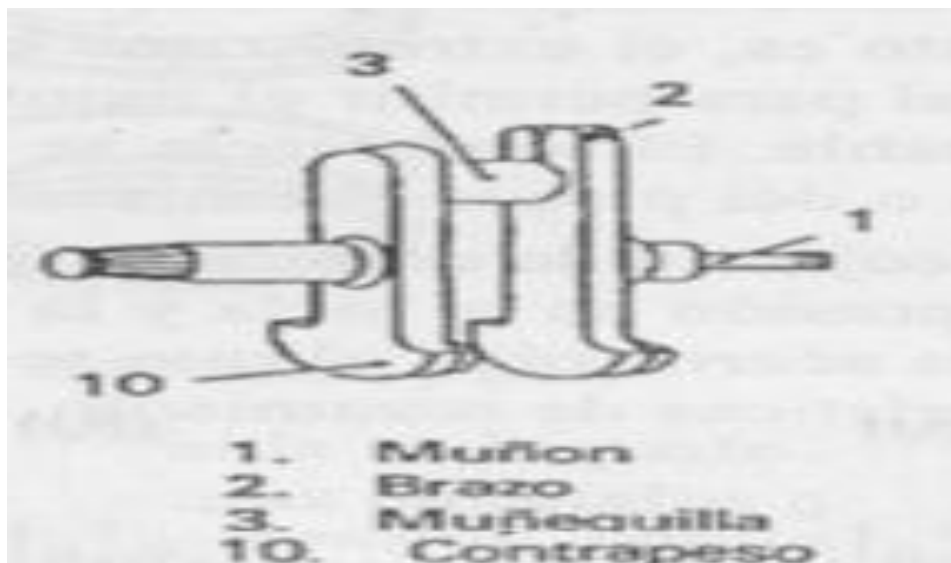


Figura 2.6 Cigüeñal de un Motor Recíproco
Fuente: mecanicapelikan.wikispaces.com

2.2.6 Válvulas

Son los mecanismos que regulan la entrada y salida del aire y los gases de combustión en el cilindro. Se encuentran ubicadas en la cabeza del cilindro, están fabricadas en piezas de acero, las válvulas se mueven por un mecanismo que debe estar perfectamente sincronizado, para que la válvula abra y cierre en el momento adecuado.

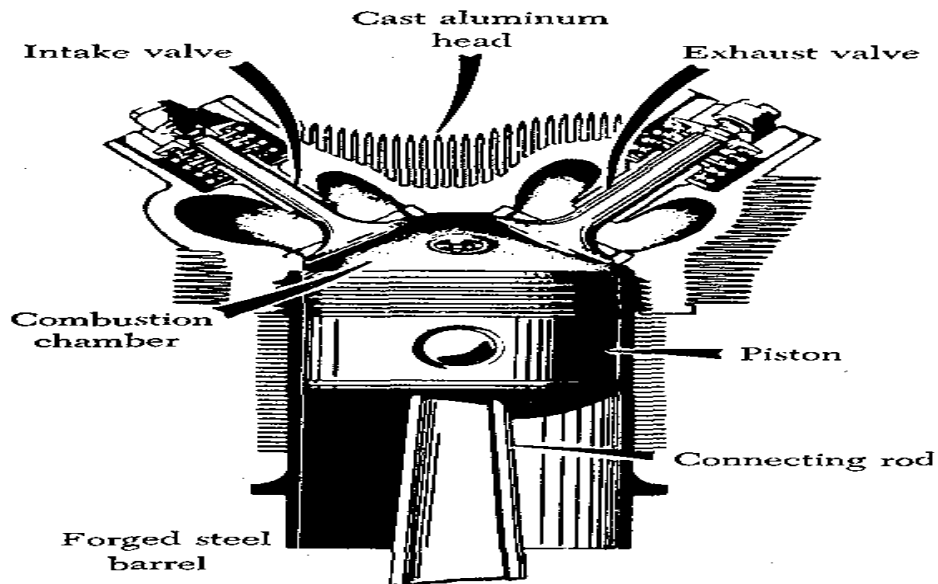


Figura 2.7 Válvula de un Motor Recíproco

Fuente: mecanicapelikan.wikispaces.com

2.2.7 Mecanismo de operación de válvulas

Es el mecanismo por el cual las válvulas se abren y se cierran en el momento y con los intervalos adecuados. En motores en estrella, éste mecanismo toma el nombre de plato de levas en motores lineales y opuestos, éste mecanismo se denomina árbol de levas.

2.3 Sistema de Encendido

El sistema de encendido del motor de explosión tiene la función de inflamar la mezcla de aire-combustible en la cámara del cilindro. El encendido se efectúa en un instante determinado y preciso del ciclo de funcionamiento del motor. La forma práctica de realizar la operación es hacer pasar una corriente eléctrica de muy alta tensión por una bujía.

La bujía es de forma cilíndrica, uno de cuyos extremos se conecta a la fuente de energía eléctrica de alta tensión; el otro extremo se enrosca en la culata del cilindro, en la cámara de combustión. El extremo de la bujía que penetra en la cámara de combustión del cilindro termina en dos conductores eléctricos, llamados electrodos, que están separados por una distancia pequeña, pero muy precisa.

Las puntas son los terminales eléctricos de la bujía. Por consiguiente, puesto que las puntas están separadas, existe una discontinuidad en el circuito eléctrico, insalvable, salvo que el voltaje o tensión eléctrica entre los dos electrodos alcance un valor muy alto. Si la tensión eléctrica en las puntas alcanza un valor muy elevado, el aire a su alrededor se hace conductor de la electricidad y permite el paso de la corriente eléctrica de alta tensión, en forma de chispa.

La corriente eléctrica de alta tensión se hace llegar a uno de los electrodos, concretamente al electrodo situado en el centro de la bujía. Este electrodo es único, mientras que los laterales están formados por dos o más puntas. Así, pues, si el voltaje es suficientemente alto (siempre es la condición necesaria) se produce una chispa que salta en el espacio de aire que separa a los electrodos. La combustión de la mezcla se inicia de esta forma en el cilindro. Luego, una vez inflamada la mezcla en las proximidades de la bujía, se produce un frente de llama que avanza por toda la cámara de combustión.

2.4 Magnetos

El magneto es simplemente una máquina que genera y transforma la electricidad. El magneto consiste en dos bobinas de hilo de cobre que están enrolladas sobre el núcleo de hierro, perfectamente aisladas una de otra. El hilo de una de las bobinas es de “hilo grueso”, este hilo suele ser de 0,7mm a 1mm de diámetro. La bobina así constituida se llama bobina primaria, o bobina del circuito primario. Si el “hilo grueso” se extiende a lo largo de una mesa tiene una longitud de unos 20 metros.

La otra bobina está formada por un hilo muy fino, cuyo diámetro suele estar comprendido entre 0,05mm y 0,1mm. Este hilo es realmente muy fino. La bobina así constituida recibe el nombre de bobina secundaria, o bobina del circuito secundario, y el hilo de cobre, extendido, alcanza una longitud de un kilómetro, más o menos.



Figura 2.8 Magneto de un Motor Recíproco

Fuente: www.g3ignition.com

2.5 Sistemas Reforzadores de la Chispa

El magneto es un mecanismo que suministra a las bujías la tensión eléctrica adecuada para producir la chispa de alta energía, necesaria para inflamar la mezcla

contenida en el cilindro. Esto sucede siempre, bien a las revoluciones de ralentí, a las que corresponden a régimen de crucero o a plena potencia.

Sin embargo, no sucede igual en el momento de la puesta en marcha del motor. La chispa que origina el magneto en la bujía durante la puesta en marcha, a bajas revoluciones del motor, digamos cuando el motor gira a 80-100 rpm, no posee energía suficiente para inflamar la mezcla. Es una chispa débil, corta, incapaz de desencadenar el proceso de combustión.

Para remediar esta situación es necesario recurrir a los sistemas reforzadores de la chispa, y actúan durante el momento de la puesta en marcha o arranque del motor. Después, cuando el magneto gira a revoluciones suficientes, los sistemas reforzadores se desactivan de una u otra forma.

2.6 Bujías

2.6.1 Introducción

La bujía es el componente del sistema de encendido que transforma la energía eléctrica de alta tensión, presente en la salida del magneto, en una o varias chispas eléctricas. La conexión magneto-bujía se efectúa como se sabe mediante cables de encendido.

Las chispas saltan entre dos terminales eléctricos de la bujía, que están separados por una distancia pequeña y muy precisa. Los terminales de la bujía, entre los que salta la chispa, se denominan electrodos. Los electrodos se encuentran situados en uno de los extremos de la bujía, el extremo que se introduce en el interior del cilindro. Por tanto, la chispa que salta entre los electrodos está rodeada por la mezcla de aire y combustible.

Si la chispa tiene energía suficiente, esto es, si posee suficiente intensidad y energía calorífica, la mezcla se inflama. Se inicia así la propagación de la llama por el interior

de la cámara de combustión. La enorme presión y temperatura que se alcanza al final de la combustión es la energía que empuja el émbolo hacia abajo, iniciando la carrera activa de movimiento del cigüeñal y de la hélice acoplada.

Los motores de aviación actuales tienen dos bujías por cilindro, las bujías se sitúan a cada lado de cada cilindro en el motor clásico actual (motor de cilindros horizontales y opuestos). Se puede decir entonces que hay una bujía superior y otra inferior, Así, por ejemplo, observe la Fig. 2.9.

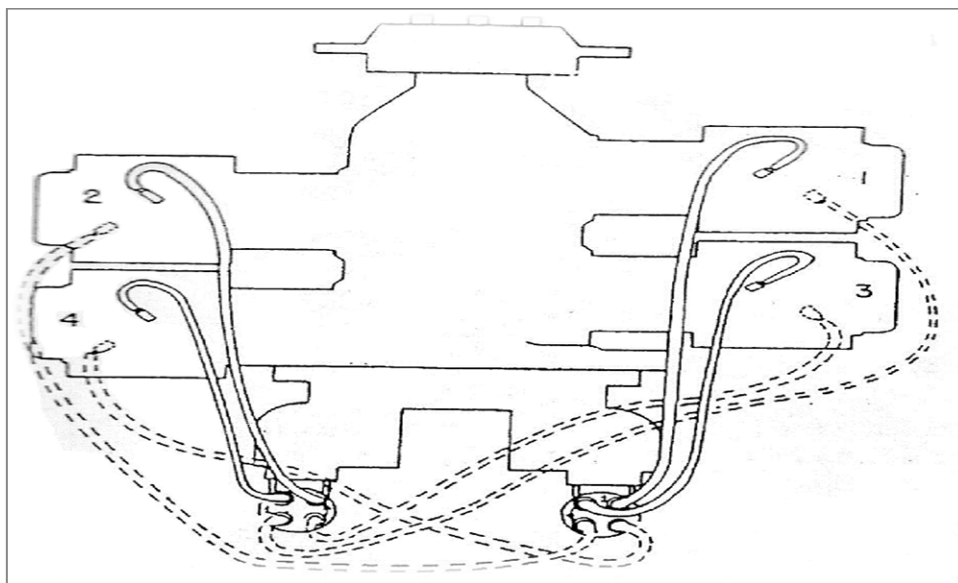


Figura 2.9 Ilustración motor de cuatro cilindros

Fuente: Antonio Esteban Oñate, Electricidad del Motor de Explosión

La ilustración muestra el esquema de un motor de cuatro cilindros (horizontales y opuestos). Cada magneto alimenta de corriente eléctrica de alta tensión a dos bujías superiores y dos inferiores. El magneto izquierdo dispara las bujías superiores de los cilindros 2 y 4, y las dos bujías inferiores de los cilindros 1 y 3. El magneto derecho, por su parte, dispara las bujías superiores de los cilindros 1 y 3, y las bujías inferiores de los cilindros 2 y 4.

Las bujías de los motores de aviación tienden a ensuciarse más rápidamente que las empleadas en el campo automovilístico. Digamos que los productos contaminantes

de la combustión, tales como aceite, carbonilla, plomo, etc., se depositan con más facilidad en una bujía para motor de aviación que en otra de motor de automóvil. Las bujías, cuando salta la chispa, se comportan como aparatos emisores de ondas eléctricas.



Figura 2.10 Bujía de un Motor Recíproco

Fuente: www.foroswift.com.ar

2.6.2 Condiciones de Funcionamiento

La función de la bujía es inflamar la mezcla aire y combustible, previamente comprimida en el cilindro. Aunque la función es simple y única, las condiciones de funcionamiento imponen un diseño muy cuidadoso de este elemento, que requiere, así mismo, un servicio especializado.

- Las condiciones típicas de funcionamiento de las bujías son las siguientes:
- La parte interna de las bujías, el extremo que se introduce en la cámara de combustión, se somete a temperaturas de los gases que alcanzan 1.700°C. La presión del gas alcanza valores de hasta 150kg/cm².
- Tensiones eléctricas de hasta 20.000 voltios.

- Régimen muy alto de producción de chispas. Un magneto simple, produce 70.000 chispas por hora de vuelo.

2.6.3 Constitución de la bujía

La bujía consta de los siguientes elementos fundamentales (ver la Fig. 2.11):

- Cuerpo
- Aislador
- Electrodo

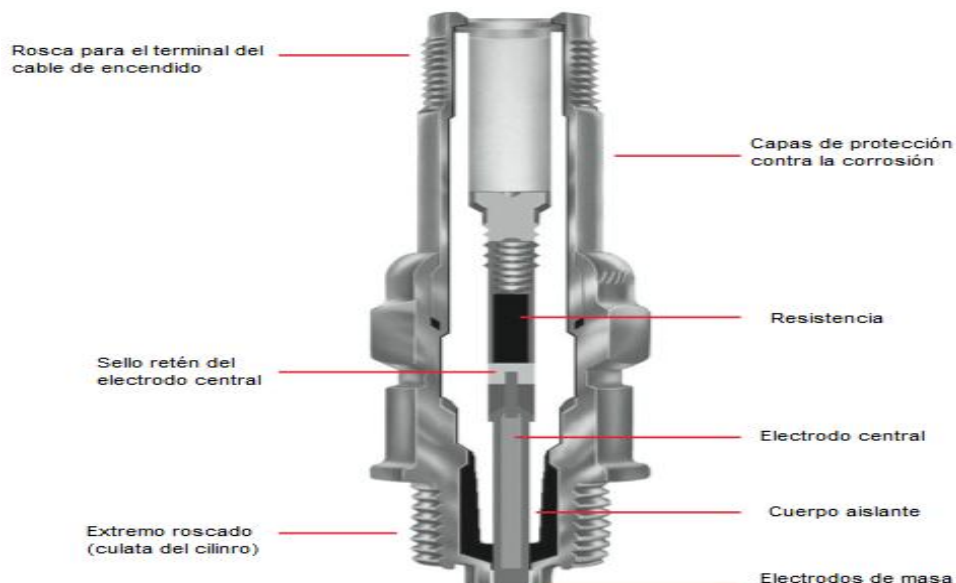


Figura 2.11 Constitución de la bujía

Fuente: mcanicapelikan.wikispaces.com

2.6.3.1 Cuerpo de la bujía

El cuerpo de la bujía está fabricado en acero y constituye la parte exterior de la misma. La función principal del cuerpo de la bujía es proporcionar un medio de fijación a la culata del cilindro, en un orificio roscado. La superficie exterior del cuerpo de la bujía recibe un tratamiento especial electroquímico, mediante el cual se deposita un baño de níquel sobre toda la superficie.

El tratamiento persigue dos objetivos: en primer lugar, el niquelado es una barrera frente a la corrosión, que es el ambiente natural en el que trabaja la bujía. En segundo lugar, el baño que reciben los filos de las roscas de la bujía mantienen las superficies de fijación en buen estado. De esta forma se facilitan la operación del montaje y desmontaje de la bujía en el orificio de la culata del cilindro.



Figura 2.12 Cuerpo de la bujía

Fuente: www.todocoleccion.net

2.6.3.2 Aislador

El aislador de la bujía, o cuerpo aislante, es un núcleo de material cerámico. El cuerpo aislante tiene la función de actuar como capa intermedia divisora entre el cuerpo de la bujía, de acero, y el electrodo central, que está en comunicación eléctrica con el distribuidor del magneto.

La función primordial del aislador es, por tanto, aislar el electrodo central del cuerpo metálico exterior de la bujía, que está conectado a masa. Cualquier fisura de la cerámica, cualquier grieta producida por los cambios repentinos de temperatura, puede ocasionar la pérdida de la capacidad aislante.

Los materiales cerámicos que se emplean como aislantes de bujías gozan, además, de la propiedad de resistencia al choque térmico. Se llama choque térmico a las cargas mecánicas que experimenta un material sometido a temperaturas muy diversas, variables.

2.6.3.3 Electrodo

Los electrodos de las bujías son dos puntas de material conductor, separadas por una cierta distancia. La distancia entre los electrodos es publicada por el fabricante, los electrodos están situados en el extremo de la bujía que se rosca en el cilindro, ubicados en una cavidad que tiene dicho extremo.

Se llama cavidad del terminal de la bujía al hueco donde se alojan los electrodos. El electrodo central recibe la corriente del distribuidor, y el electrodo (o electrodos) que están en contacto con el cuerpo de la bujía (y por tanto, con masa), se llaman electrodos de masa. En aviación se usan dos o más electrodos de masa. Los electrodos deben reunir un conjunto de requisitos:

- La distancia o separación entre los electrodos se debe mantener en el valor correcto durante el mayor tiempo posible de servicio, sin que sea necesario un ajuste o atención frecuente.
- La geometría de los electrodos debe facilitar la circulación de los productos gaseosos de la combustión, para mantener la zona libre de suciedad.
- Los electrodos deben tener gran resistencia al desgaste con el fin de mantener su forma geométrica original el mayor tiempo posible, el desgaste de los electrodos se produce por dos causas:
 1. Por erosión, debido al salto de la chispa que levanta pequeñas partículas sólidas de material
 2. Por corrosión, debido al ataque químico de los productos corrosivos de la combustión que destruye la superficie del material de forma paulatina.

2.6.3.4 Electroodos de masa

Las bujías que se emplean en motores de aviación tienen dos o más electroodos de masa (dos o más puntas). A veces tienen hasta cuatro, precisamente con el fin de reducir el desgaste. Los electroodos de masas están fabricados en aleaciones de níquel, las llamadas superaleaciones. Se dice que un material es una superaleación cuando mantiene excelentes características de trabajo a alta temperatura.

Las superaleaciones de níquel tienen gran resistencia al desgaste por erosión y corrosión, que son los principales agentes de deterioro de los electroodos. Los factores de desgaste aumentan con el incremento de la temperatura de trabajo. Por debajo del revestimiento de aleación de níquel del electroodo se encuentra un núcleo de cobre. La finalidad del núcleo es facilitar al máximo la disipación de calor.

El tiempo de servicio de un electroodo es mayor cuando las puntas son más gruesas. Pero tienen un inconveniente dificulta la circulación de los gases por la zona de los electroodos. Así, tienden a acumular mayor contaminación en su zona.

Por esta razón en algunas empresas aeronáuticas emplean los electroodos de alambres ya que son muy finos. Se denominan así porque su apariencia es la de dos alambres, situados a un lado y otro del electroodo central. Las bujías de electroodos de alambre se ensucian y contaminan menos que la de electroodos gruesos. La Fig. 2.13 muestra los extremos de distintos tipos de bujías: de izquierda a derecha son las de cuatro puntas, de tres, y la de dos electroodos de alambre.

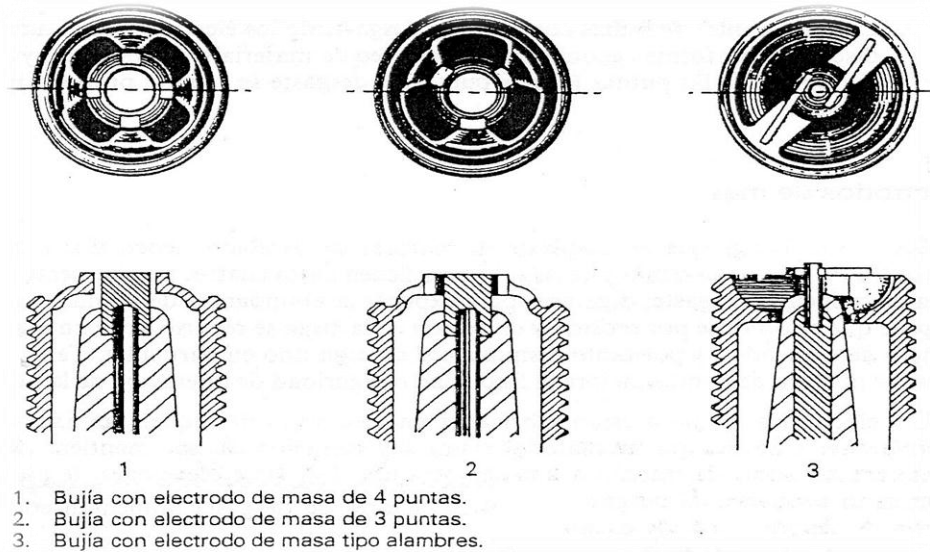


Figura 2.13 Extremos de las bujías

Fuente: Antonio Esteban Oñate, Electricidad del Motor de Explosión

Los electrodos de alambre se fabrican en materiales como platino o iridio. Son materiales que poseen una facilidad enorme para conducir el calor, y poseen también una alta resistencia a la corrosión, estos electrodos sufren mucho desgaste debido a su delgadez.

2.6.3.5 Electrodo central

El electrodo central recibe la corriente de alta tensión procedente del distribuidor, el electrodo central de la bujía con puntas gruesas está hecho de aleaciones de níquel, cuyo interior es un núcleo de cobre. La función de estos materiales se complementa, pues el cobre transmite fácilmente el calor que recibe el electrodo hacia los extremos de la punta, y el níquel actúa como medio protector frente a la corrosión.

El electrodo central que se emplea en las bujías con electrodos de masa tipo alambre tiene una fabricación muy compleja. Normalmente la parte más extrema de la punta está fabricada en níquel, punta que se une a un vástago recubierto de aleación de níquel.

El vástago hueco se rellena de una solución de plata, con el fin de transmitir el calor fácilmente. La plata presenta gran facilidad para evacuar el calor, más que el cobre. Hoy en día existen en el mercado bujías aún más caras, que sustituyen el platino por el iridio. Estas bujías tienen mayor vida de servicio.



Figura 2.14 Electrodo Central

Fuente: www.todocoleccion.net

2.6.3.6 Distancia entre electrodos

La distancia más corta que separa el electrodo central del electrodo de masa se llama holgura de electrodos. Esta distancia es crítica para el funcionamiento del motor. En general, la holgura de electrodos oscila entre 0,40 y 0,52mm, para las bujías en servicio actuales.

Consecuencias de holguras desiguales:

- Si la holgura entre los electrodos es muy pequeña hay poca mezcla de aire y de combustible entre las puntas. Así, pues, existe más dificultad en provocar el encendido.

- Si la holgura de electrodos es muy grande puede producirse un fallo de ignición, pues el magneto puede no suministrar la tensión que necesita la bujía.

2.6.4 Tipos de bujías

Las bujías se pueden clasificar de formas muy diversas; así, como por los distintos materiales que se emplean en su fabricación, también el número y la forma diversa que tienen los electrodos de masa. No obstante, la diversidad, la clasificación más importante es la relacionada con tres características:

- Según las condiciones térmicas.
- Según el tamaño y la longitud de la rosca de cogida en la culata del cilindro.
- Según las características de blindaje.

2.6.4.1 Grado térmico de las bujías

El grado térmico es la medida de la capacidad de la bujía para transmitir el calor que recibe de los gases de la combustión hasta la culata del cilindro, que es su medio o vía de refrigeración. La culata del cilindro es la superficie de apoyo de la bujía, tiene aletas de refrigeración, por las que pasa la corriente de aire exterior que refrigera el conjunto.

El vástago del electrodo central de la bujía en la transmisión de calor juega un papel tan activo ya que por él circula casi todo el calor de evacuación. Por tanto, la aplicación de materiales especiales, como la plata o el cobre, que son grandes conductores del calor, juega aquí un papel fundamental.

2.6.4.2 Bujías calientes y frías

La bujía recibe calor de los gases de combustión en función de las características del motor. Un motor de altas prestaciones (de relación de compresión elevada, alta potencia específica, o sobrealimentado) produce temperaturas de combustión más altas y permanentes que otro motor de características más moderadas.

Las bujías instaladas en un motor, de altas características, deben disipar el calor más rápidamente que aquellas que se instalan en motores de prestaciones moderadas. De este modo, las bujías se clasifican en dos grandes grupos:

- Bujías calientes.
- Bujías frías.

Se dice que una bujía es caliente cuando la trayectoria o el camino que recorre el flujo de disipación del calor es relativamente largo. Inversamente, se dice que una bujía es fría cuando la trayectoria o el camino que recorre el flujo de disipación del calor es relativamente corto.

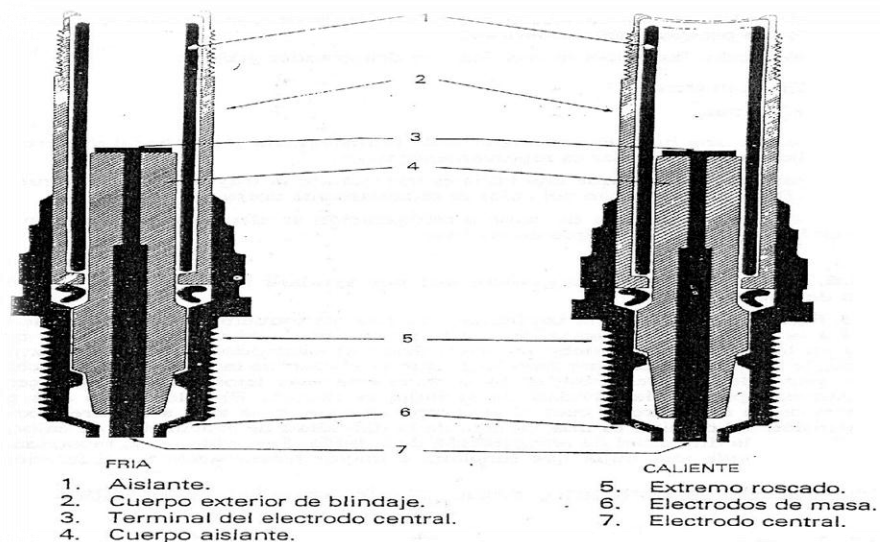


Figura 2.15 Bujía fría y bujía caliente

Fuente: Antonio Esteban Oñate, Electricidad del Motor de Explosión

El gráfico, muestra un esquema simplificado de una bujía fría, y a la derecha el esquema de una bujía caliente. Observe que el calor que se disipa en la bujía caliente debe recorrer, desde el electrodo central hasta la pared externa de la bujía, un camino más largo que en el caso de la bujía de la derecha.

La mayor parte de la pared externa de la bujía está más lejos del electrodo central, sencillamente porque la cavidad de la bujía es mayor. El calor tiene que pasar entonces desde el electrodo central al cuerpo aislante, y de aquí a la pared externa.

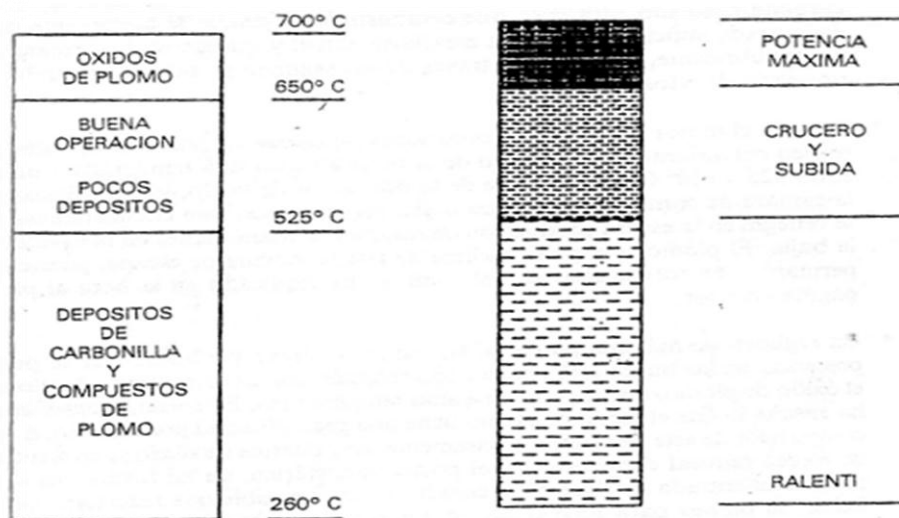


Figura 2.16 Grado Térmico en el Funcionamiento de la Bujía

Fuente: Antonio Esteban Oñate, Electricidad del Motor de Explosión

- En ralenti y a bajas revoluciones, o baja potencia del motor, la temperatura del cuerpo aislante en la cavidad de la bujía se mantiene entre 260° y 525°C aproximadamente, muchos compuestos permanecen en forma sólida.
- Cuando el motor funciona en condiciones de crucero o potencia de subida, el núcleo del aislante de la cavidad de la bujía alcanza una temperatura situada entre 525° y 625°C. En esta fase de la operación de vuelo, las condiciones en la cámara de combustión y en las bujías son óptimas.

- En régimen de máxima potencia del motor, alcanza una temperatura de 700°C aproximadamente, el único problema que se puede presentar en las bujías está relacionado también con un compuesto de plomo¹, el óxido de plomo, que se produce a altas temperaturas.

2.6.4.3 Tamaño y longitud de rosca

Las bujías para motores de aviación se encuentran en los tamaños de 14 y 18 milímetros (diámetro de rosca). La bujía de 14 mm tiene una tuerca de apriete hexagonal de 13/16 pulgadas (20.6 mm). La bujía de 18 mm viene con una tuerca de apriete, también hexagonal, 7/8 pulgadas (22,2 mm). En la práctica, la bujía que se emplea hoy en día es de 18 mm.

Hay bujías de longitud de cogida corta y larga. Esta clasificación alude a la medida longitudinal de la rosca que entra en el cilindro. La Fig. 2.6 muestra de forma gráfica que hay dos tipos: la corta, que es de media pulgada (12,7 mm), y la larga que es de 13/16 pulgadas (20,6 mm).

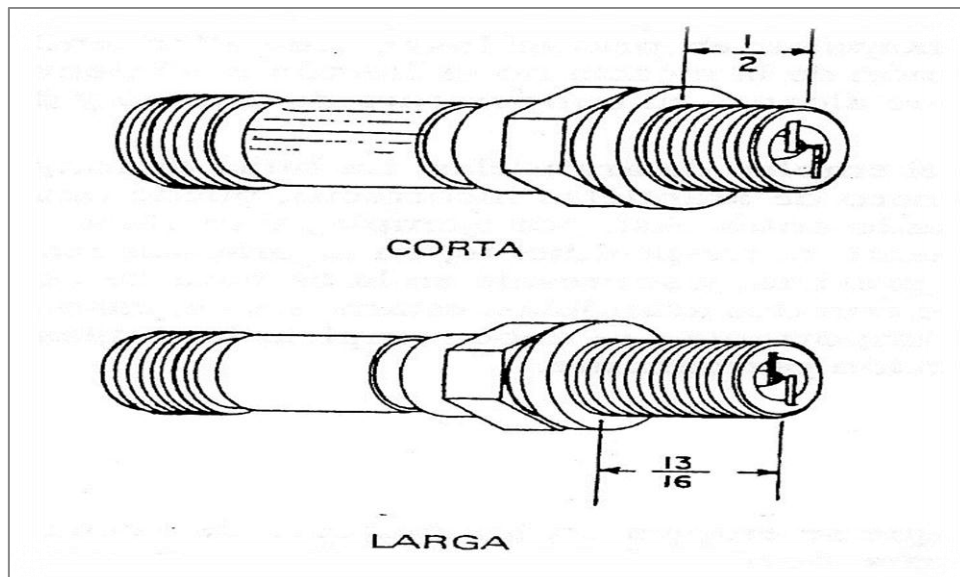


Figura 2.17 Tamaño y longitud de la rosca

Fuente: Antonio Esteban Oñate, Electricidad del Motor de Explosión

¹ Los compuestos de plomo se añaden al combustible para mejorar el Índice de Octano.

El extremo roscado de la bujía que penetra en la culata debe quedar al ras con la pared interna de la misma, no debe sobresalir, ni tampoco quedar demasiado corta, se debe emplear la bujía y la arandela correcta que señala el fabricante del motor.

2.6.4.4 Bujías blindadas

La bujía que se emplea en los motores de aviación es la bujía blindada. Esta bujía se distingue porque tiene un manguito metálico, rodeando el cuerpo aislante, que sirve para absorber la energía eléctrica radiada por el salto de la chispa, radiación que en otro caso produce interferencia en los equipos de radio.

Las ilustraciones de las Figs. 2.11 y 2.15 reflejan el cuerpo de blindaje. Observe en estas figuras que el extremo roscado del manguito de blindaje se emplea como conector del cable de encendido. Las bujías blindadas se clasifican en dos tipos: bujías estándar y bujías todo tiempo. La bujía estándar y la bujía todo tiempo se diferencian en el tipo de rosca del conector, y, sobre todo, en la longitud del cuerpo aislante.

2.6.5 Comportamiento operacional de las bujías

La idea básica del comportamiento operacional de las bujías es conocida: las bujías están sometidas a desgastes y a ensuciamiento; por lo tanto, necesitan atención (servicio), y sustitución en algún momento.

La manifestación de las anomalías que experimentan las bujías en servicio reside en el hecho de que, con el tiempo, la bujía necesita mayor tensión eléctrica para producir la chispa. Si el voltaje necesario alcanza un valor muy alto, puede producirse un fallo de encendido. Es útil, entonces, estudiar los factores operacionales de incidencia en esta cadena de acontecimientos

2.6.5.1 Factores del motor

El motor influye en la operación de la bujía por dos vías distintas, una directa y otra indirecta:

- Por la vía directa, la causa es la fuga de aceite a través de los segmentos (factor de desgaste del motor). El paso excesivo de aceite a la cámara de combustión engrasa y ensucia la bujía, con probabilidades de ocasionar el cortocircuito de los electrodos.
- La vía indirecta se refiere al ajuste incorrecto del carburador o del sistema de inyección. La bujía no puede inflamar la mezcla porque existe un exceso o un defecto de aire.



Figura 2.18 Factores del Motor

Fuente: Investigación de Campo

2.6.5.2 Desgaste de electrodos

El desgaste de los electrodos es el resultado de la pérdida de material de las puntas. El aumento de la holgura entre los electrodos, que ocurre a lo largo de la vida de servicio de la bujía, evidencia este hecho. El desgaste de los electrodos se produce,

como ya se ha indicado, por erosión de la chispa y por corrosión del material. Los dos procesos se dan juntos, y no se debe considerar de forma separada.

El resultado de estas reacciones es que la superficie metálica pierde material progresivamente, en un proceso que denominamos corrientemente desgaste de los electrodos. La pérdida de material depende de la temperatura que se alcanza en la zona, y también del material de los electrodos.



Figura 2.19 Desgaste de Electrodos

Fuente: Investigación de Campo

2.6.5.3 Autoignición

El encendido de la mezcla gaseosa en el cilindro se puede producir cuando alguna superficie muy caliente, o incandescente, en el interior del cilindro, inflama la mezcla de forma espontánea. Normalmente se produce antes del salto de la chispa en la bujía y con el motor a potencia elevada, de ahí que se habla de preignición o autoencendido de la mezcla.

La autoignición es una combustión a destiempo, que se inicia en un lugar imprevisto de la mezcla. La superficie que produce el encendido puede ser cualquier zona anormalmente caliente del interior de la cámara de combustión, como la válvula de escape puede ser que la bujía está floja y no hay buen contacto con la culata del cilindro. El autoencendido puede provocar daños importantes en el motor.

2.6.6 Servicio de las bujías

El servicio regular de las bujías tiene gran influencia en la seguridad de funcionamiento del motor, desde la puesta en marcha fácil y sin complicaciones hasta la operación regular del motor en vuelo. El servicio de las bujías incluye todas o algunas de las operaciones siguientes: desmontaje, inspección visual, limpieza, galgeo, instalación, y prueba de funcionamiento.

2.6.6.1 Desmontaje de las bujías

El servicio de la bujía se inicia quitando las bujías del motor. Si tiene la oportunidad de realizar algún servicio de este tipo tenga en cuenta que trabaja con materiales muy delicados, pues el cuerpo aislante de la bujía está fabricado en material muy frágil, que salta con cualquier golpe por lo que no se debe poner en servicio una bujía que se haya golpeado contra el suelo.

Simplemente la rechazan como no apta para el vuelo debido a la posibilidad de grietas en el aislador, para quitar la bujía se agarra con una mano el terminal del cable y se afloja la tuerca de acoplamiento del terminal. Una vez que la tuerca hexagonal de la bujía está libre se emplea una llave apropiada para desenroscarla.

Las bujías, tal como se desmontan, se deben colocar en una caja, que indican la posición que tiene la bujía en el motor; de esta forma, el examen visual que se hace a continuación podrá determinar e identificar en qué cilindro y posición estaba

instalada, la Fig. 2.20 muestra una caja de bujías. La representada en la figura tiene capacidad para 12 bujías.



Figura 2.20 Caja de bujías

Fuente: www.chiefaircraft.com

2.6.6.2 Inspección visual

La inspección visual de la bujía es, probablemente, el procedimiento de servicio más importante. Un buen especialista es capaz de determinar la condición de funcionamiento del motor con el simple examen de la cavidad de la bujía.

Con la inspección visual se puede observar una capa de hollín en la cavidad entera de la bujía, también se puede encontrar desde una capa de polvo, adherido al cuerpo aislante y a los electrodos, hasta depósitos más o menos grandes de carbón adosados por todas partes, así como la presencia de películas negras de aceite cubriendo los electrodos y la cavidad de la bujía. El engrasamiento se debe a diversas causas: por ejemplo, si una bujía no se dispara porque está en cortocircuito, debido a la presencia de partículas carbonosas que derivan la electricidad, la bujía se engrasa.

Si el engrasamiento afecta a las dos bujías del cilindro a la vez, hay que sospechar que hay un problema de encendido, o bien que el ajuste mecánico entre los segmentos y el cilindro está fuera de límites ². Los depósitos de plomo se aprecian por su forma de glóbulos o esferas, de color gris o marrón. A veces son difíciles de quitar y no hay otra solución que cambiar la bujía.

2.6.6.3 Limpieza de las bujías

La limpieza de las bujías incluye dos procedimientos:

1. Desengrase.
2. Eliminación de residuos sólidos.

La operación de desengrase normalmente se acude al desengrase con disolventes del tipo tricloroetileno. Estos disolventes se pueden aplicar en forma líquida, o en fase de vapor en cubas especiales. Cuando se aplica en fase de vapor, se colocan las bujías boca abajo (con los electrodos hacia abajo) en una cesta apropiada. Así se tiene que dejar las bujías durante unos 15 minutos expuestas a los vapores calientes que se emanan.

Los baños con tricloroetileno no siempre están disponibles en los talleres de mantenimiento, pero se puede aplicar en forma líquida mojando sólo la cavidad de la bujía. Lo que sucede es que los vapores de tricloroetileno son tóxicos, y el procedimiento no es recomendable, se puede emplear la gasolina sin plomo, o bien, aplicando ésta con un cepillo de fibra.

La limpieza de contaminantes sólidos consiste primero, en eliminar los restos de plomo presentes en la cavidad de la bujía. Para ello se emplea una máquina vibradora (ver la Fig. 2.21). Finalmente, se limpian los electrodos y la cavidad con

² Los cilindros inferiores del motor radial pueden tener las bujías cubiertas de aceite durante la puesta en marcha del motor, de tal modo que están en corto. Normalmente, se limpian cuando se avanza el mando de gases y aumenta el régimen del motor. Igual puede suceder con las bujías inferiores.

aire a presión, con el fin de eliminar los restos de abrasivos que puedan permanecer en la cavidad.



Figura 2.21 Máquina de limpieza

Fuente: autonicsindia.tradeindia.com

2.6.6.4 Galgeo de los electrodos

Se llama galgeo de los electrodos de la bujía a la operación que efectúa comprobación, y corrección en su caso, de la distancia entre los electrodos, de acuerdo con los datos del fabricante del motor. Como regla general, la distancia entre electrodos de las bujías para motores de aviación se sitúa en la banda de 0,40 a 0,52mm.

El galgeo debe realizarlo personal especializado y sobre todo que tengan conocimiento en este tema, muchos operadores comprueban la holgura entre los electrodos cuando realizan las revisiones periódicas del motor. Otros según las condiciones de operación de vuelo.

- El ajuste se efectúa siempre sobre los electrodos de masa nunca sobre el electrodo central, porque el movimiento forzado del mismo puede originar fisuras en el aislador y fallo de aislamiento.
- Los electrodos de alambre, por el material que emplean, son muy frágiles, se rompen al menor descuido.

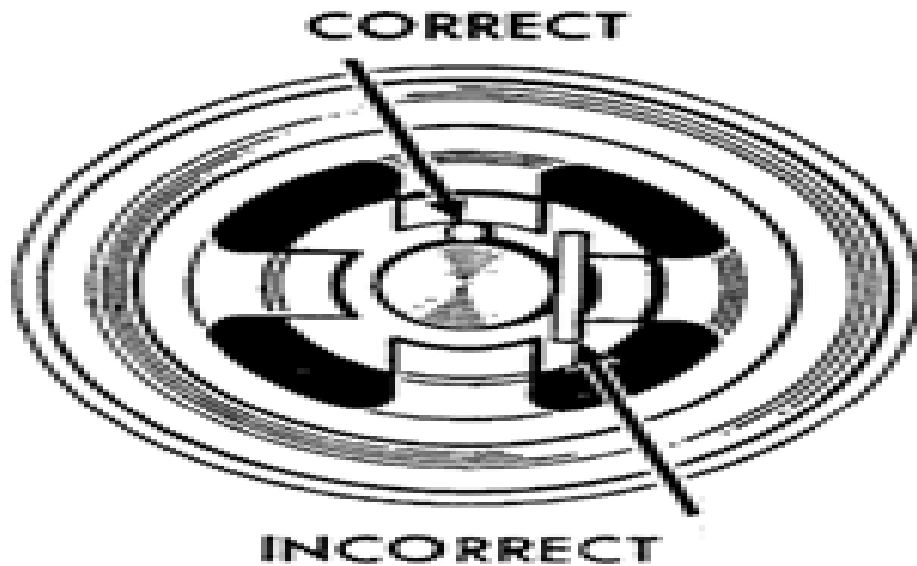


Figura 2.22 Galgeo de Electrodo

Fuente: Investigación de Campo

2.6.6.5 Ensayos eléctricos de las bujías

Las bujías se comprueban antes de ser instaladas de nuevo en el motor. Los ensayos se efectúan en máquinas especiales, que consisten en depósitos de aire o nitrógeno, a alta presión, para simular las condiciones de operación de la bujía en la cámara de combustión del motor.

Los fabricantes suministran equipos que son, a la vez, máquinas de limpieza y de comprobación operacional, como el mostrado en la Fig. 2.23, el ensayo consiste en suministrar el voltaje requerido de prueba al terminal de la bujía, y comprobar que la chispa salta entre los electrodos.



Figura 2.23 Ensayos Eléctricos

Fuente: www.tradekorea.com

2.7 Orden de Encendido

Se llama orden de encendido del motor a la secuencia teórica de la combustión de la mezcla en los cilindros. La secuencia u orden de encendido cumple dos fines principales:

1. Regular la cadencia y suavidad de los impulsos de la explosión del gas sobre los émbolos, es decir conseguir la regularidad de las explosiones.
2. Favorecer la repartición del aire por el colector de admisión a cada uno de los cilindros del motor.

Cada uno de los cilindros del motor de cuatro tiempos debe tener una explosión en el intervalo de dos vueltas completas del cigüeñal, esto es, cada 720° , puesto que una vuelta completa del cigüeñal son 360° . Así, en un motor de 6 cilindros, debe producirse una explosión cada $(720/6 = 120)$, esto es, cada 120° de giro del cigüeñal. En un motor de cuatro cilindros debe producirse una explosión cada $(720/4 = 180)$, es decir, cada 180° de rotación del cigüeñal.

Los cilindros se identifican con un número para todos los efectos prácticos, tanto de operación como de mantenimiento. Puesto que en la numeración de los cilindros intervienen términos tales como derecha e izquierda del motor, o sentido de las agujas del reloj. Teledyne Continental Motors sigue estos criterios de numeración.

- **Motores Teledyne Continental**

Estos motores se cuentan por detrás, el primer cilindro de la derecha, el más lejos de la hélice, tiene el número 1, el primero de la izquierda el número 2, el segundo de la derecha el número 3, y así sucesivamente.

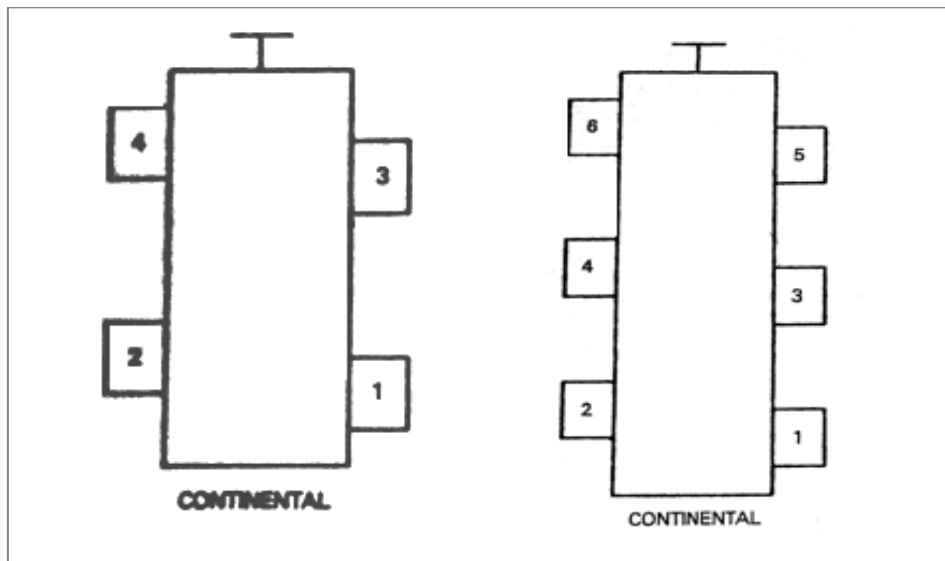


Figura 2.24 Orden de Encendido

Fuente: Antonio Esteban Oñate, Electricidad del Motor de Explosión

El orden de encendido de los motores Teledyne Continental es el siguiente:

- Motor de 4 cilindros 1 – 4 – 2 – 3
- Motor de 6 cilindros 1 – 6 – 3 – 2 – 5 – 4

2.8 Cables de Encendido

Los cables de encendido transportan la energía eléctrica de alta tensión desde el magneto a cada una de las bujías. Por tanto, un extremo de los cables se conecta a los postes o electrodos del distribuidor, y el otro a los terminales de las bujías. Los cables de encendido deben cumplir los siguientes requisitos:

- Perfecto aislamiento de la alta tensión eléctrica que conducen. La energía eléctrica debe transportarse desde el magneto a las bujías.
- Los cables de encendido deben estar apantallados, esto es, provistos de un medio que impida o limite la transmisión de la energía al exterior.
- Deben tener la resistencia adecuada a los distintos agentes externos que se encuentran en el compartimento del motor. Así deben poseer resistencia al contacto con combustibles, lubricantes, protección contra roces, resistencia a las altas temperaturas, etc.



Figura 2.25 Cables de Encendido

Fuente: mecanicapelikan.wikispaces.com

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

RESTAURACIÓN Y CALIBRACIÓN DE LAS BUJÍAS DEL MOTOR TELEDYNE CONTINENTAL IO-360-D21 PARA LA APLICACIÓN DE CONOCIMIENTOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS DE LOS ALUMNOS EN LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES.

3.1 Preliminares

Luego de haber examinado los componentes se puede empezar a efectuar el debido mantenimiento e inspecciones correspondientes para lograr el correcto funcionamiento del Motor, los procedimientos se efectuaran con la guía del Manual de Overhaul del Motor Teledyne Continental IO-360-D21.

3.2 Desmontaje de Componentes

Es necesario desinstalar los cables de encendido y las bujías debido a que se tiene que hacer una inspección visual de los componentes para observar en que condiciones se encuentran, para posteriormente realizar el mantenimiento correspondiente, para lo cual se utilizó diferentes herramientas, equipos, medidas de seguridad, ropa de protección para evitar cualquier tipo de percances en el desarrollo y funcionamiento del proyecto.

3.3 Equipos de Protección

Son aquellos dispositivos, accesorios y vestimentas de diversos diseños que emplea el trabajador para protegerse contra posibles lesiones. Los equipos de protección personal constituyen uno de los conceptos más básicos en cuanto a la seguridad en el lugar de trabajo.



Figura 3.1 Equipos de Protección

Fuente: Investigación de Campo

3.3.1 Casco

Los cascos de seguridad proveen protección contra impactos y penetración de objetos que caen sobre la cabeza, es necesario inspeccionarlo periódicamente para detectar rajaduras o daño que pueden reducir el grado de protección ofrecido.

3.3.2 Gafas

Todos los trabajadores que ejecuten cualquier operación que pueda poner en peligro sus ojos, tienen que utilizar protección apropiada para estos órganos.

3.3.3 Guantes

Los guantes que se doten a los trabajadores, serán seleccionados de acuerdo a los riesgos a los cuales el usuario este expuesto y a la necesidad de movimiento libre de los dedos.

3.3.4 Calzado

El calzado de seguridad debe proteger el pie contra humedad y sustancias calientes, contra superficies ásperas, contra pisadas sobre objetos filosos y agudos y contra caída de objetos, así mismo debe proteger contra el riesgo eléctrico.

3.3.5 Respirador

Ningún respirador es capaz de evitar el ingreso de todos los contaminantes del aire a la zona de respiración del usuario. Los respiradores ayudan a proteger contra determinados contaminantes presentes en el aire.

3.3.6 Tapones u Orejeras

Cuando el nivel del ruido exceda los 85 decibeles (db), punto que es considerado como límite superior para la audición normal, es necesario dotar de protección auditiva al trabajador, pueden ser: tapones de caucho u orejeras.

3.3.7 Ropa de Trabajo

Cuando se seleccione ropa de trabajo se deberá en tomar en consideración los riesgos a los cuales el trabajador puede estar expuesto y se seleccionará aquellos tipos que reducen los riesgos al mínimo.

Tabla 3.1 Herramientas Utilizadas

N°	Herramientas
1	Llave mixta 7/8"
2	Copa 7/8"
3	Racha
4	Aumento
5	Caja de Bujías
6	Calibrador de Láminas
7	Entenalla
8	Linterna

Fuente: Investigación de Campo

Tabla 3.2 Equipos utilizados

N°	Herramientas
1	Fuente de poder (12/24 V)
2	Bomba manual de combustible (5/10 PSI)
3	Compresor (80 PSI)
4	Sandblaster

Fuente: Investigación de Campo

3.4 Desmontaje de los Cables de Encendido

Con los equipos de protección adecuados se procedió al desmontaje de cada uno de los cables de encendido, por medio de la llave mixta 7/8" se fue desconectando los cables del magneto derecho para posteriormente desmontar los cables del magneto izquierdo.

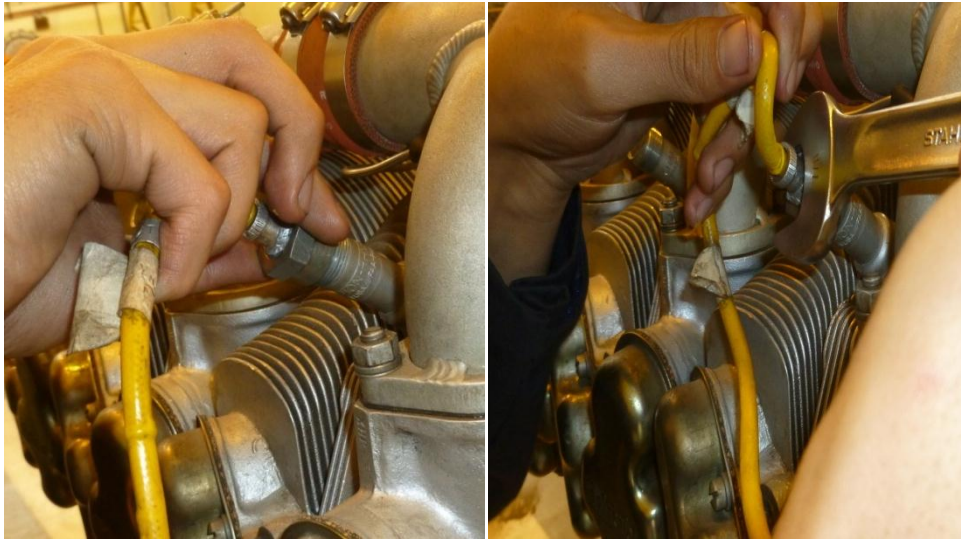


Figura 3.2 Desmontaje de Cables de Encendido

Fuente: Investigación de Campo

3.5 Desmontaje de las Bujías

Después que todos los cables de encendido fueron desconectados se procedió al desmontaje de las bujías, con la llave mixta 7/8" se desacopló las bujías superiores, posteriormente se desconectó todas las bujías inferiores y todas las bujías se colocaron en la caja de bujías para evitar cualquier golpe.

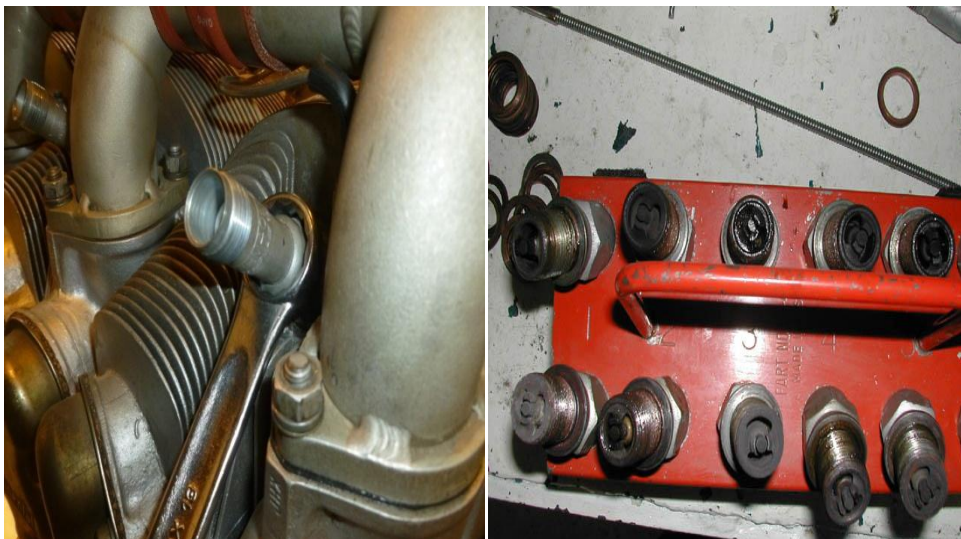


Figura 3.3 Desmontaje de Bujías

Fuente: Investigación de Campo

3.6 Componentes

Los componentes que se van a analizar son los cables de encendido y las bujías del motor Teledyne Continental IO-360-D21 para efectuar las tareas de mantenimiento para posteriormente obtener su funcionamiento.

3.6.1 Cables de Encendido

Un extremo de los cables de encendido del motor Teledyne Continental IO-360-D21 se encuentran acoplados a los magnetos y el otro extremo a los terminales de las bujías, ya que los cables de encendido cumplen la función de transportar la energía eléctrica desde el magneto a las bujías, el aislamiento de los cables es cubierto con un blindaje de alambre trenzado para prevenir interferencias en los equipos de radio, el blindaje tiene silicona porque están sometidos a roces y a la humedad.

Mediante una inspección visual se pudo observar que los cables de encendido se encontraban sucios debido a que estaban a la intemperie pero se hallaron en buenas condiciones.

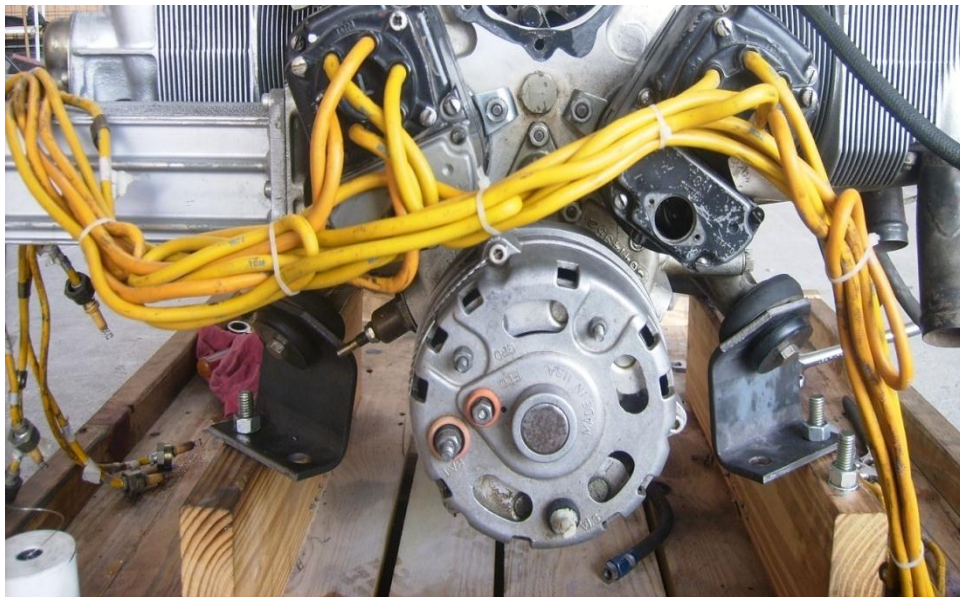


Figura 3.4 Cables de Encendido del Motor Teledyne Continental IO- 360 – D21

Fuente: Investigación de Campo

3.6.2 Bujías

El motor Teledyne Continental IO- 360 – D21 tiene doce bujías distribuidas en los seis cilindros que posee este motor, cada cilindro tiene 2 bujías una superior y una inferior, las bujías son componentes del sistema de encendido y son sumamente indispensables porque tienen la importante función de proporcionar la ignición a la mezcla aire – combustible.

Mediante una inspección visual se logró observar y analizar en las bujías y en las arandelas, impurezas, carbonilla, hollín además no se observó fisuras, estos componentes necesitaban el mantenimiento correspondiente debido a que el motor no se encontraba en funcionamiento.



Figura 3.5 Bujías y Arandela del Motor Teledyne Continental IO- 360 – D21

Fuente: Investigación de Campo

3.7 Limpieza de los componentes

La limpieza de los componentes es de suma importancia en los trabajos de mantenimiento, se debe realizar para eliminar cualquier impureza.

3.7.1 Limpieza de Cables de Encendido

Luego que los cables de encendido fueron desmontados se procedió a limpiar con un cepillo para retirar el óxido que se encontraba en los terminales de los cables de encendido.



Figura 3.6 Limpieza de Terminales de Cables de Encendido

Fuente: Investigación de Campo

Los cables de encendido se limpiaron con Contact Cleaner para remover diferentes elementos como aceite, grasa. Luego se limpio los residuos de Contact Cleaner con una franela húmeda y con aire a presión, posteriormente se colocó WD40 en los terminales de los cables de encendido para evitar corrosión, logrando así la limpieza.



Figura 3.7 Contact Cleaner

Fuente: Investigación de Campo



Figura 3.8 Cables de Encendido Limpios

Fuente: Investigación de Campo

3.7.2 Limpieza de Bujías

Luego que los bujías fueron desmontadas se procedió a limpiar según los procedimientos del Manual de Overhaul, con un cepillo se procedió a retirar el óxido e impuerezas que se encontraba en el exterior de las bujías y arandelas.



Figura 3.9 Limpieza de Bujías

Fuente: Investigación de Campo

Con el sandblaster se limpió las bujías interiormente para eliminar restos carbonilla que se forman durante el proceso de la combustión.



Figura 3.10 Sandblaster
Fuente: Investigación de Campo



Figura 3.11 Limpieza en el Sandblaster
Fuente: Investigación de Campo

Con aire a presión se retiró algún residuo en las bujías y arandelas, logrando así la limpieza.



Figura 3.12 Bujías Limpias

Fuente: Investigación de Campo

3.8 Rehabilitación de los componentes

Luego que los componentes recibieron el mantenimiento de limpieza, la rehabilitación se logró con el Manual de Overhaul y gracias al apoyo técnico del Jefe de Mantenimiento de Aerokashurco el Sr. Miguel Riofrío, quien compartió sus conocimientos sobre el Motor Teledyne Continental IO – 360 – D21, la rehabilitación es para verificar y optimizar el tiempo de vida útil de los componentes.



Figura 3.13 Jefe de Mantenimiento de Aerokashurco

Fuente: Investigación de Campo

3.8.1 Habitación de los Cables de Encendido

Los cables de encendido a pesar de haber permanecido inoperativos no sufrieron daños ni tampoco ningún tipo de fisuras, gracias al recubrimiento que los protegen, con la supervisión del personal técnico los cables de encendido fueron inspeccionados.

La inspección realizada dio como resultado que los procesos de limpieza que se efectuaron fueron óptimos, y así los cables de encendido se encuentran en condiciones para su funcionamiento.



Figura 3.14 Habitación de Cables de Encendido

Fuente: Investigación de Campo

3.8.2 Habitación de las Bujías

Para la habitación se utilizó el soporte para calibración y el calibrador de láminas, se fueron calibrando y restaurando todas las bujías con las medidas de 0.22 y 0.18 pulgadas, por último con el tester se revisó cada bujía para ver si producía la chispa adecuada, y así las bujías se encuentran en condiciones de funcionamiento.



Figura 3.15 Soporte de Calibración
Fuente: Investigación de Campo



Figura 3.16 Calibrador de láminas
Fuente: Investigación de Campo



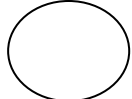

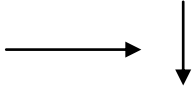
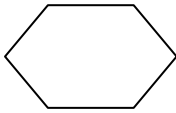
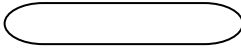
Figura 3.17 Tester

Fuente: Investigación de Campo

3.9 Diagrama de Procesos

Mediante los diagramas de procesos se representa el procedimiento para el montaje y desmontaje de los componentes mediante los siguientes símbolos.

Tabla 3.3 Simbología

N°	Simbología	Actividad
1	Proceso	
2	Inspección	
3	Conectores	
4	Componente instalado	
5	Instalación finalizada	

Fuente: Investigación de Campo

3.9.1 Diagrama de Procesos Desmontaje de los Cables de Encendido

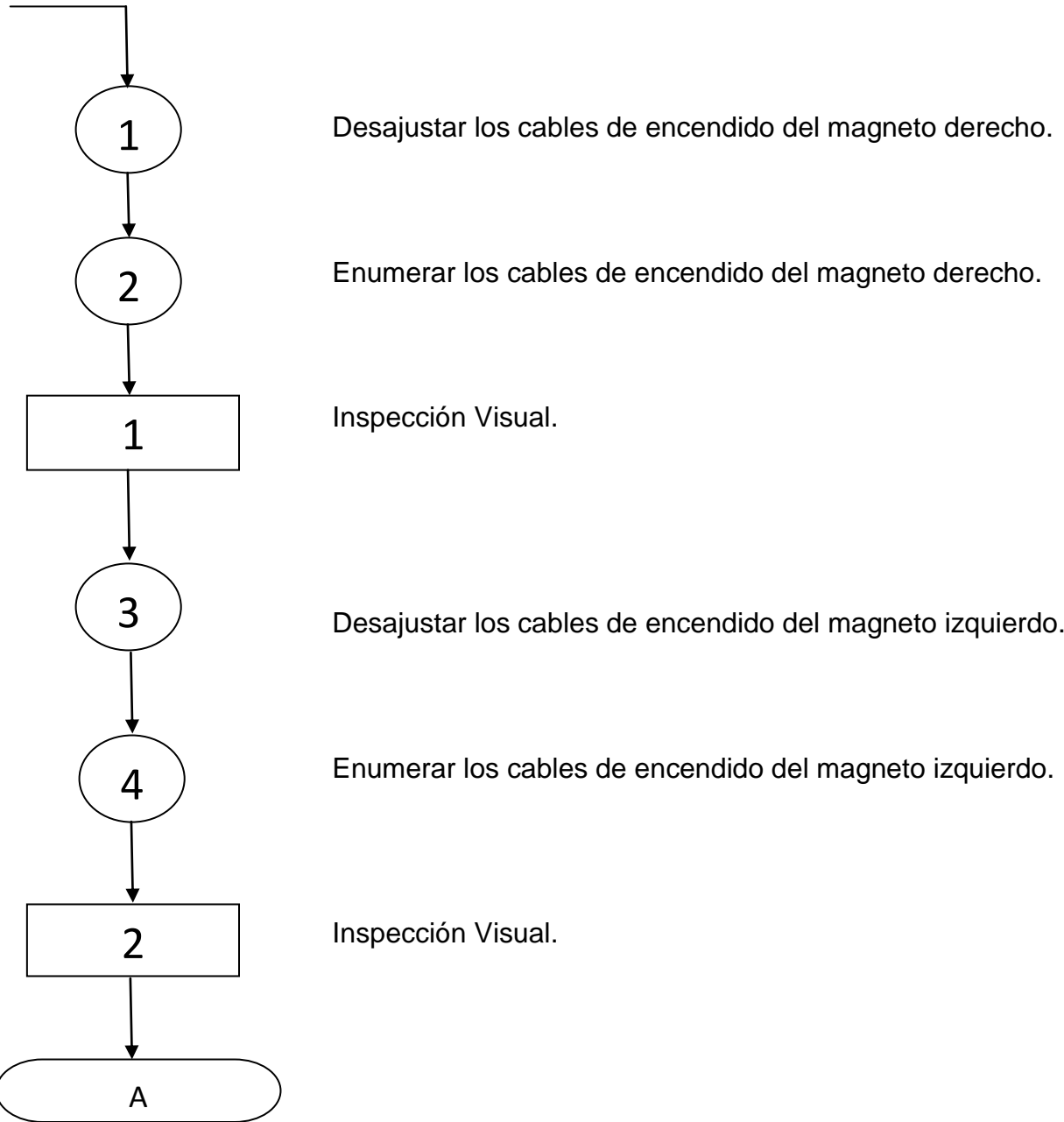


Figura 3.18 Diagrama de Procesos Desmontaje de Cables de Encendido

Fuente: Investigación de Campo

3.9.2 Diagrama de Procesos Desmontaje de las Bujías

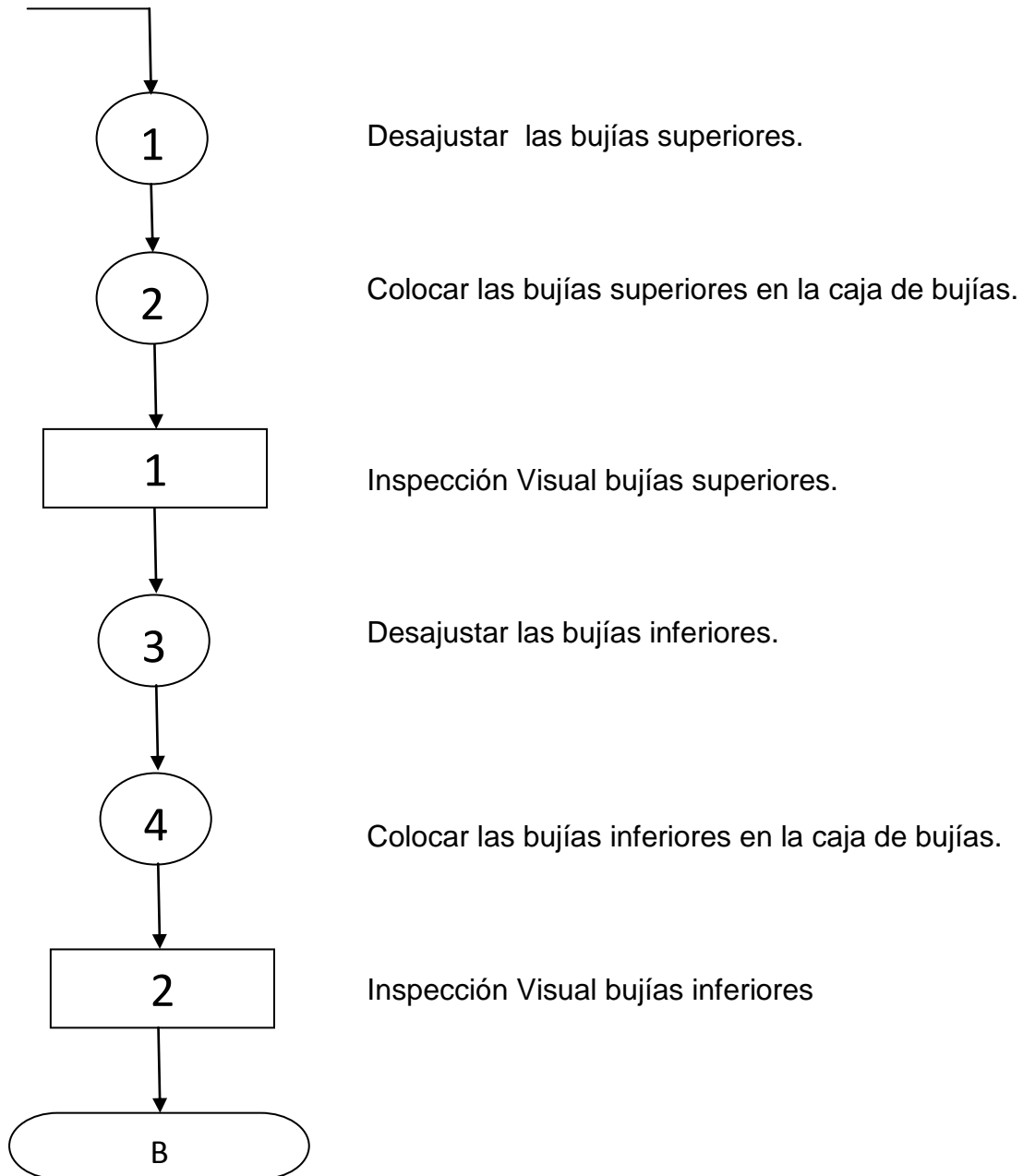


Figura 3.19 Diagrama de Procesos Desmontaje de las Bujías

Fuente: Investigación de Campo

3.9.3 Diagrama de Procesos Mantenimiento de los Cables de Encendido.

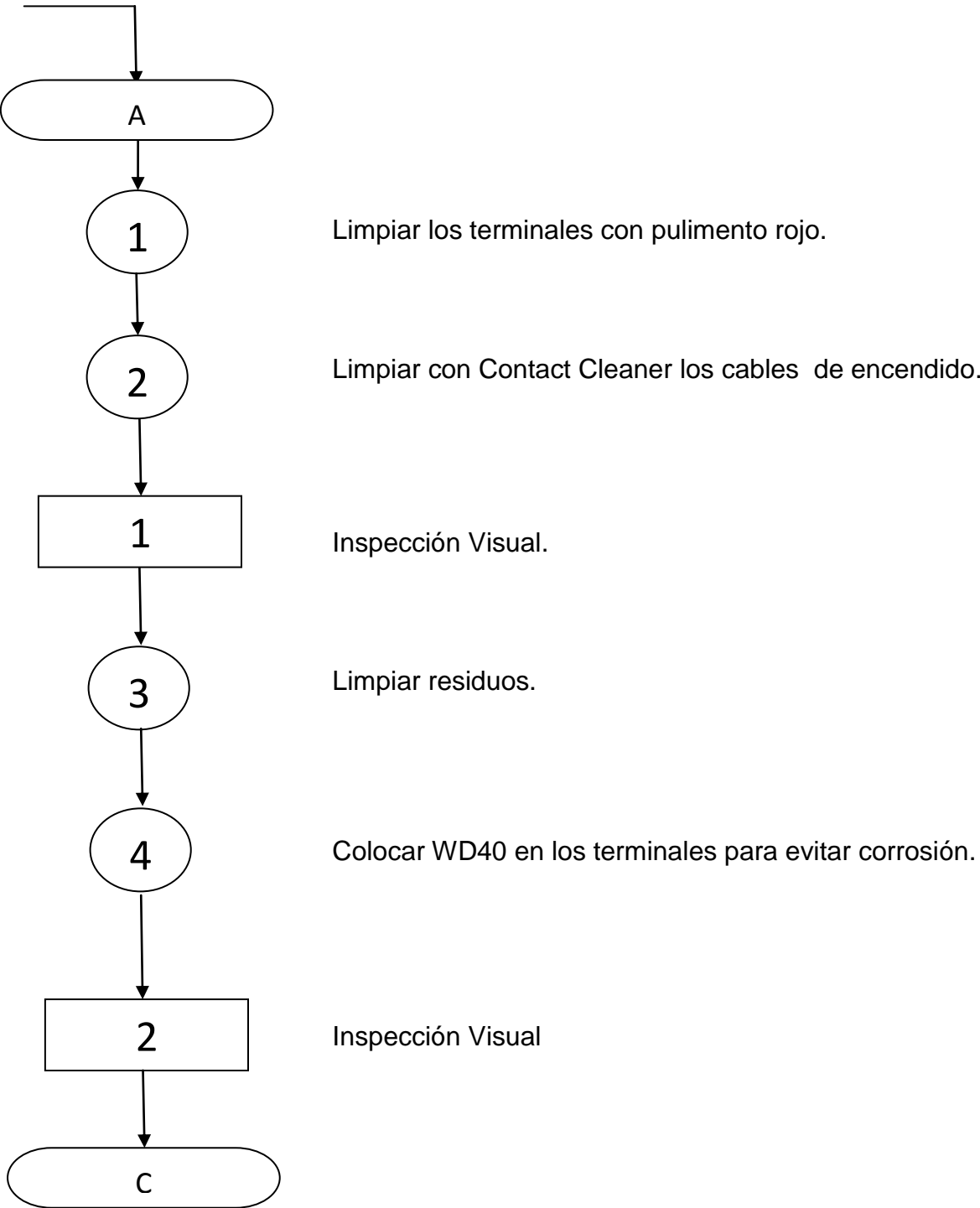


Figura 3.20 Diagrama de Procesos Mantenimiento de Cables de Encendido

Fuente: Investigación de Campo

3.9.4 Diagrama de Procesos Mantenimiento de las Bujías.

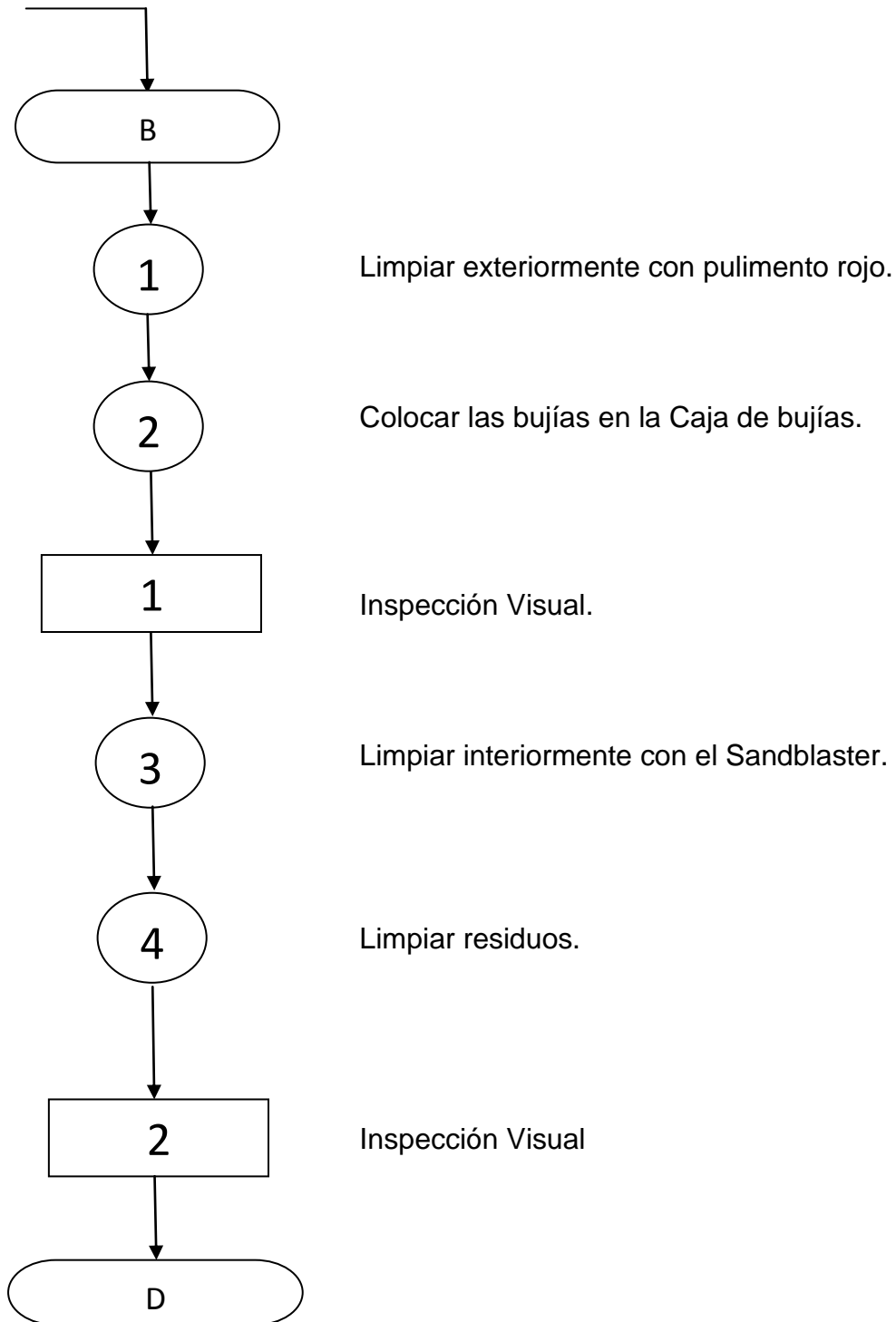


Figura 3.21 Diagrama de Procesos Mantenimiento de las Bujías

Fuente: Investigación de Campo

3.9.5 Diagrama de Procesos de instalación de las Bujías

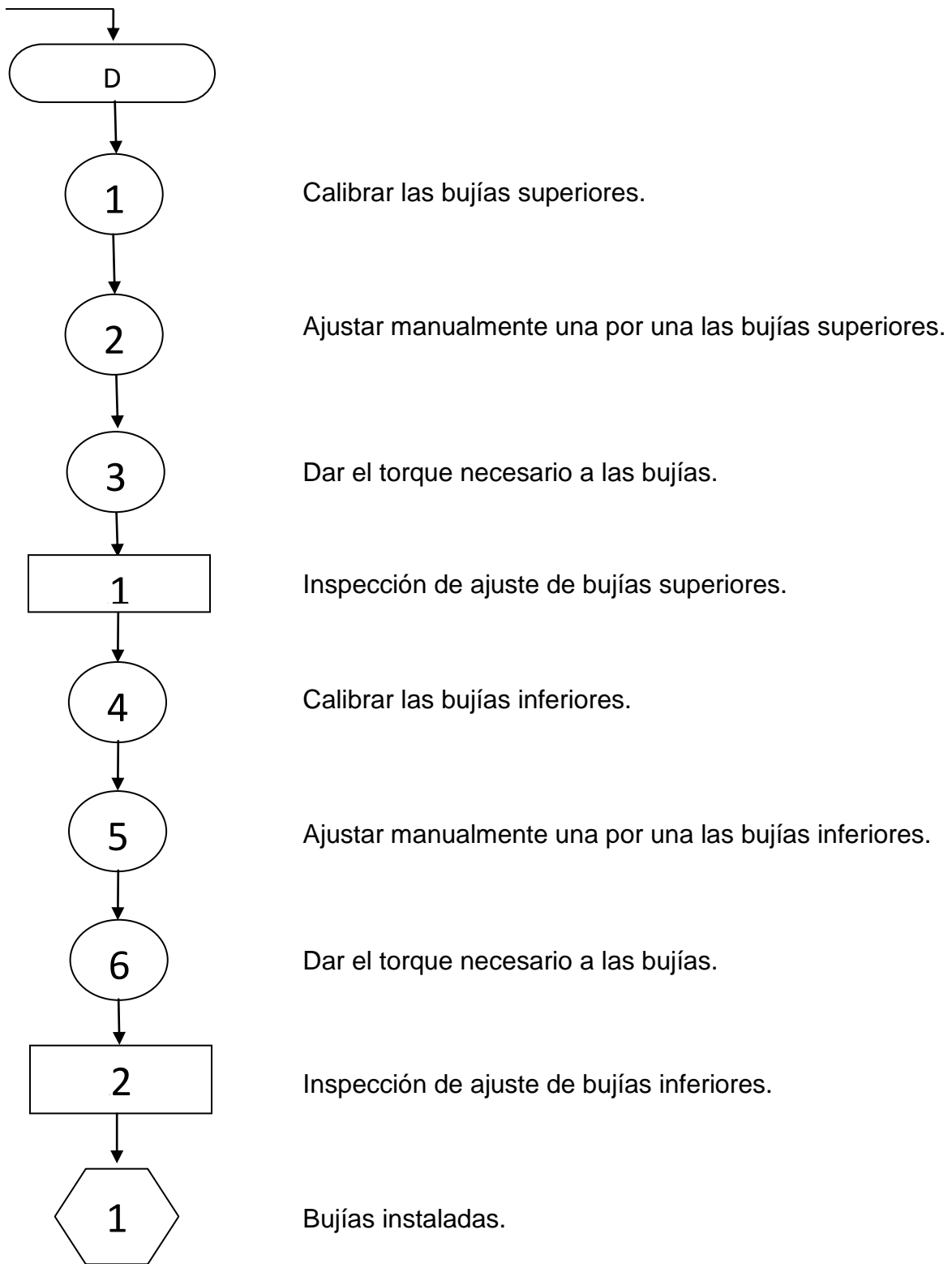


Figura 3.22 Diagrama de Procesos de instalación de las Bujías

Fuente: Investigación de Campo

3.9.6 Diagrama de Procesos de instalación de los Cables de Encendido

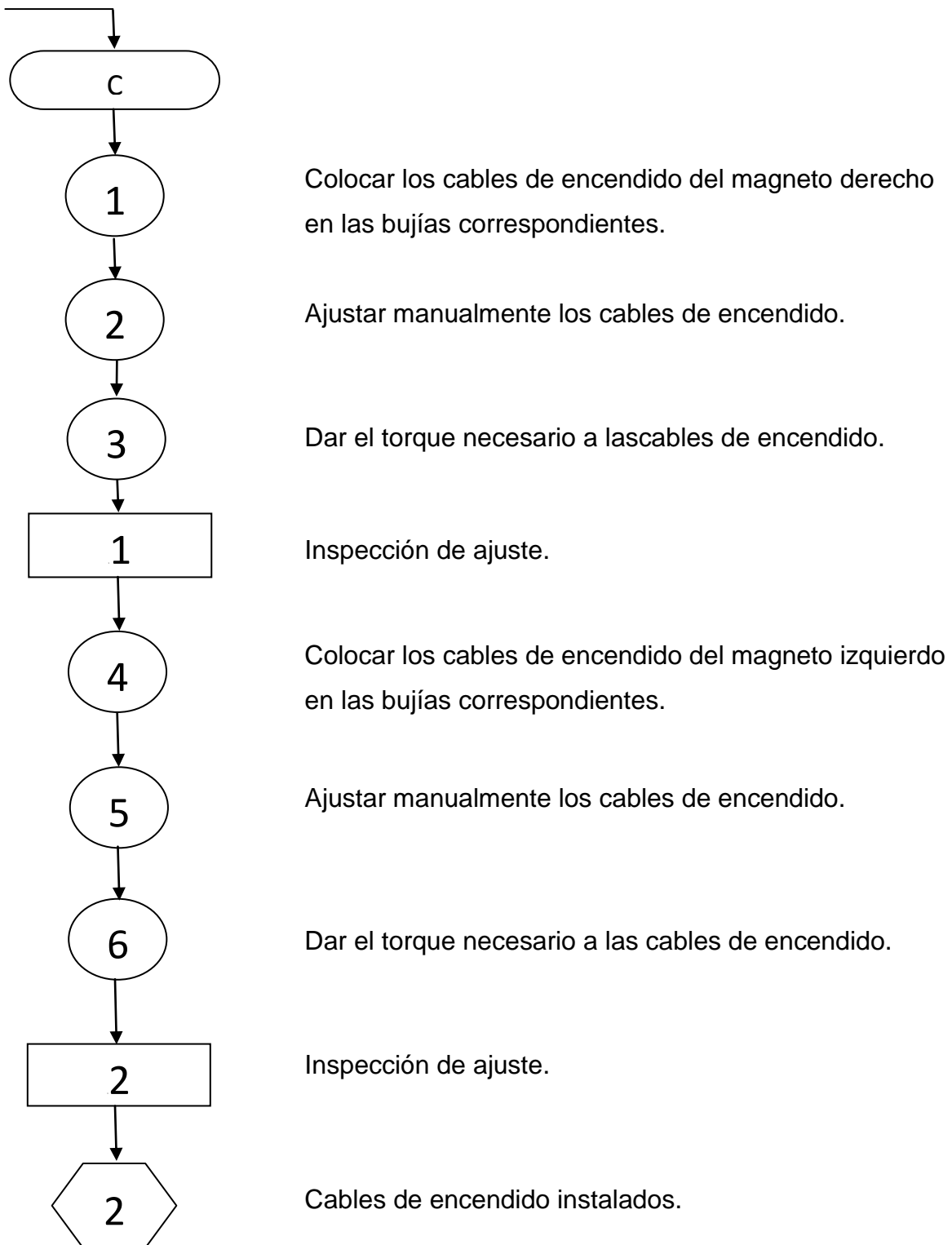


Figura 3.23 Diagrama de Procesos de instalación de Cables de Encendido

Fuente: Investigación de Campo

3.9.7 Diagrama de Procesos Final de instalación de componentes

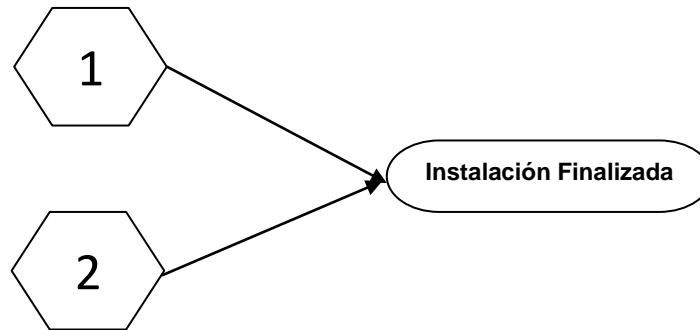


Figura 3.24 Diagrama de Procesos Final de instalación de componentes

Fuente: Investigación de Campo

3.10 Prueba de Funcionamiento

La prueba de funcionamiento del Motor Teledyne Continental IO – 360 – D21 se efectuó con todas las medidas de seguridad, equipos de protección y de acuerdo a las instrucciones del Manual de Mantenimiento y Operación.

- Selector de combustibles - En el Tanque apropiado.
- Mezcla - Full rich.
- Throttle - Abierto $\frac{1}{4}$.
- Regulación - Hacia adelante.
- Master Switch (Interruptor Principal) - Encendido.
- Girar el interruptor de encendido a BOTH.
- Colocar el interruptor de la bomba auxiliar en "ON"

Precaución: Si el motor está caliente, en primer lugar presione el botón de arranque, a continuación, gire el interruptor de la bomba auxiliar de combustible a "ON".

- Cuando el indicador de presión de combustible muestra presión normal de ralentí (2 a 2,5 PSI), enganchar el arranque.

Precaución: Soltar el interruptor de arranque en cuanto el motor se encienda. Nunca enganche el arranque, mientras que la hélice sigue girando. Si el motor de arranque se ha enganchado durante 30 segundos, y el motor no se encendido, suelte el interruptor de arranque y deje que el motor de arranque se enfríe por 3 a 5 minutos antes de que se haga otro intento de arranque.

- Después que el motor está funcionando sin problemas, apague la bomba auxiliar.
- Revise la presión de aceite con frecuencia. La indicación de la presión de aceite debe mostrarse a los 30 segundos. Si no se observa presión se observa en el tiempo especificado, detenga el motor e investigue la causa.



Figura 3.25 Encendido del Motor Teledyne Continental IO – 360 – D21

Fuente: Investigación de Campo

Tabla 3.4 Pruebas de Funcionamiento

Pruebas de Funcionamiento	Descripción
Prueba Número 1	Una bujía se encontraba rota por lo que el motor tuvo poca aceleración se procedió a cambiarla.
Prueba Número 2	Falta de potencia del motor debido a que tres bujías estaban mal calibradas.
Prueba Número 3	El motor funciona correctamente

Fuente: Investigación de Campo

3.11 Estudio técnico, legal y económico

3.11.1 Técnico

El presente proyecto fue técnicamente factible ya que con la restauración y calibración de las bujías el Motor Teledyne Continental IO-360-D21 quedará en óptimas condiciones y servirá como material de uso didáctico de los docentes e instrucción del alumnado para su buen desarrollo profesional.

3.11.2 Legal

Esta investigación fue factible legalmente, en virtud que se respalda en diferentes leyes como los reglamentos del instituto, la ley orgánica de educación superior y regulaciones de la DGAC.

3.11.3 Económico

El proyecto fue factible económicamente ya que se contaba con el presupuesto que se necesitaba para la realización del mismo, es sumamente necesario detallar los recursos que se utilizaron en la elaboración del proyecto como materiales, mano de obra, varios.

Tabla 3.5 Gastos de Materiales

DETALLE	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. TOTAL
Adquisición del motor	1	1	1200
Piñón de arrastre de la bomba	1	40	40
Mangueras hidráulicas	5	2	10
Unidad de control aire combustible	1	50	50
Magnetos	2	20	40
Bujías	12	15	180
Arnés	2	30	60
Ferretería	1	10	10
Acople motor de arranque (clutch)	1	150	150
Conjunto de hélice	1	200	200
Motor de arranque	1	125	125
Llave mixta 7/8"	1	5,25	5,25
Copa 7/8"	1	12,70	12,70
Racha	1	8,50	8,50
Aumento	1	5	5
Calibrador de láminas	1	7	7
Linterna	1	1,10	1,10
Soporte Motor	1	50	50
Total gastos			2154,55

Fuente: Investigación de Campo

Tabla 3.6 Gastos Mano de Obra

Detalle	Total
Instalación Cables de Encendido	150
Instalación Bujías	150
TOTAL	300

Fuente: Investigación de Campo

Tabla 3.7 Gastos Varios

DETALLE	V. TOTAL
Textos	300
Transporte	100
Alimentación	60
Hospedaje	35
TOTAL	495

Fuente: Investigación de Campo

Tabla 3.8 Gastos Totales

Detalle	Total
Gastos de Materiales	2154,55
Gastos Mano de Obra	300
Gastos Varios	495
TOTAL	2949,55

Fuente: Investigación de Campo

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Para el montaje y desmontaje de los componentes se lo debe realizar con mucha precaución, con el equipo de seguridad apropiado, y con las herramientas adecuadas para cada componente
- Se determino que este proyecto es de mucha importancia para llenar las falencias de conocimientos teóricos y prácticos que existen en el alumnado.
- Se realizó pruebas de funcionamiento y se determino que el Motor Teledyne Continental IO-360-D21 está en óptimas de condiciones.

4.2 Recomendaciones

- Establecer periodos de prácticas por parte de los docentes para que el alumnado pueda comprender claramente el funcionamiento y operación.
- Cuando se encuentre en funcionamiento el Motor Teledyne Continental IO-360-D21 se debe utilizar todas las medidas de seguridad.
- Realizar el mantenimiento del Motor Teledyne Continental IO-360-D21 para preservar su funcionamiento.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Biela: Es la barra articulada que une al pistón con el cigüeñal del motor. Está sometida a grandes esfuerzos, por lo que es hecha de materiales de gran resistencia metálica

Carbonilla: Está formada fundamentalmente por carbón, se forma durante el proceso de combustión y entra en el cárter con los gases de combustión.

Carburación: Es el proceso en el que se realiza la mezcla de aire y combustible que por medio de la chispa de la bujía, generan una explosión en la cámara de combustión de los cilindros de un motor de explosión.

Cárter: Está encargado de albergar el aceite de lubricación del motor.

Cigüeñal: Es el eje de giro del motor y es quien recibe los movimientos de subidas y bajadas del pistón a través de la biela, en uno de sus extremos es colocada la hélice que es el elemento que provocara el avance del avión.

Cilindro: Es la cámara interna del motor donde se desarrolla la compresión, combustión y expansión de los gases.

Culata: La culata es una pieza de fundición que cierra los cilindros por la parte donde se efectúa la compresión, es decir, la parte superior del cilindro, está sujeta al cárter por pernos.

Émbolos: El émbolo es el primer miembro que recibe sobre sí la presión que resulta de la explosión de la mezcla combustible y la transmite al cigüeñal por medio de la biela.

Energía Calorífica: Es la manifestación de la energía en forma de calor una de las principales características de la energía calorífica es que puede transmitirse de un cuerpo frío a otro más caliente por radiación, conducción y convección.

Galgeo: Es la operación que efectúa comprobación y corrección de la distancia entre electrodos de la bujía.

Holgura de electrodos: Es la distancia más corta que separa el electrodo central del electrodo de masa.

Hollín: Es un compuesto orgánico que al hacer combustión deja residuos.

Rehabilitación: acción y efecto de rehabilitar. Este verbo refiere a restituir a alguien o algo su antiguo estado, habilitándolo de nuevo.

Ralentí: Se llama ralentí al momento en el que la palanca aceleradora está al mínimo de potencia; en ese caso, el avión planea. El ralentí se utiliza en los aterrizajes para perder velocidad.

Torque: Momento de torsión o apalancamiento, fuerza en libras-pie (o libras-pulgada).

Tricloroetileno: Es un líquido incoloro transparente con un olor dulce, se utiliza como desengrasante, disolvente y fumigante.

Vástago: Es una barra o varilla metálica que sirve para unir o sostener otras piezas o transmitir un movimiento a un mecanismo: el vástago une el émbolo a la biela del motor.

ABREVIATURAS

°C: Degrees Celsius (Grados Celsius)

°F: Degrees Fahrenheit (Grados Fahrenheit)

F.T.: Full Throttle (acelerador a fondo)

in. ("): Inches (Pulgadas)

Lbs.: Pounds (Libras)

Press: Pressure (Presión)

P.S.I.: Pounds Per Square Inch (Libras por pulgada cuadrada)

R.P.M.: Revolutions Per Minute (Revoluciones por minuto)

Torque: Force x lever arm (Fuerza por brazo de palanca)

100LL: 100 Octane Low Lead Fuel (100 Combustible de plomo de bajo octanaje)

1-3-5: Cylinder numbering right side of engine. Rear to front (Numeración de los cilindros del lado derecho del motor. De atrás hacia adelante)

2-4-6: Cylinder numbering left side of engine. Rear to front (Numeración de los cilindros del lado izquierdo del motor. De atrás hacia adelante)

TCM: Teledyne Continental Motors

P/N: Part number (número de parte)

BIBLIOGRAFÍA

Antonio Estaban Oñate (1993). "Electricidad del motor de explosión". Editorial Paraninfo sa. Madrid-España.

http://www.itsafae.edu.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=46&Itemid=54

Maintenance and Operator's Manual Continental Aircraft Engine Model IO 360 Series

Overhaul Manual Continental Aircraft Engine Model IO 360 Series

Aviation Service Manual AV6-R

<http://www.elmundodelaaviacion.com.ar/manuales-tecnicos/40-operacion-y-mantenimiento-de-motores-aeronauticos/114-el-embolo-motores-aeronauticos>

<http://www.manualvuelo.com/SIF/SIF31.html>

<http://www.wearcheckiberica.es/documentacion/doctecnica/CARBONILLA.pdf>

<http://armando-navarro.blogspot.com/p/funcion-del-carter.html>

<http://www.elmundodelaaviacion.com.ar/manuales-tecnicos/40-operacion-y-mantenimiento-de-motores-aeronauticos/97-la-culata-motores-aeronauticos>

<http://www.pasionporvolar.com/carburacion-en-los-motores-de-aviacion/>

www.aviatortrade.com

<http://www.aircraftspruce.com/catalog/eppages/champsprkplugs8.php>

ANEXOS

ANEXO A

Especificaciones Técnicas

Motor TC IO – 360 – D21

Section 3 : Continental IO-360-C, -CB, -D, -DB, -E, -G, -GB, -H

I - General

1. Type : IO-360 Variant : IO-360-C, -CB, -D, -DB, -E, -G, -GB, -H
2. Type Certificate Holder : Teledyne Continental Motors
Mobile, Alabama 36601
3. Manufacturer : Teledyne Continental Motors
4. Date of application :
-C, -D, -E: 03/07/1972 LBA Germany
-DB, -GB: 10/10/1978 LBA Germany
-CB: 09/09/1988 LBA Germany

II - Certification Basis

1. Reference Date for determination of the applicable requirements : 15/06/1956
2. Certification Date :
-C, -D, -E: 28/09/1972 LBA TC/TCDS no. 4583
-DB, -GB: 06/11/1979 LBA TC/TCDS no. 4583
-CB: 21/09/1988 LBA TC/TCDS no. 4583
-G: 23/02/1970 DGAC-F Aircraft TC no. 50
and TCDS no. 124 (Reims F337)
-H: 27/09/1972 DGAC-F Aircraft TC no. 61
and TCDS no. 131 (Robin HR100-210)
3. Certification Basis :
- a) Airworthiness Requirements : CAR 13 Amendment 13-1 to 13-3
 - b) Special Conditions : none
 - c) Exemptions : none
 - d) Equivalent Safety Finding : none
 - e) Environmental Standards : none

III - Technical Characteristics

1. Type Design Definition : IO-360 Series Parts Catalogue, May 1992

2. Description :

The Continental IO-360 engine is a horizontally opposed, six cylinder cooled, wet sump engine incorporating a top induction system, bottom exhaust, and provisions for front and rear mounted accessories.

Displacement: 5.900 dm³
Bore x stroke: 112.7 mm x 98.4
Compression ratio: 8.5 : 1
Gear ratio: none

3. Equipment :

Starter: TCM P/N 627841 (Delco-Remy P/N 1108234), TCM P/N 646238-2, TCM P/N 646275-1, TCM P/N 655565 (Iskra P/N 11.130.960), TCM P/N 655566(Iskra P/N 11.130.961), TCM P/N 656181(Iskra P/N11.131.234)Magnetos:
TCM/Bendix S6LN-25 (L/R); TCM S6LSC-25(L/R); TCM S6LSC-25T(R) and TCM S6SC-25(L); Slick 6214 (L/R); Slick 6314 (L/R)

Spark plugs: AC SR86, SR-83P, SR-93, S86R HSR86, HSR-83P, HSR-93; Auto Lite SH26, SH260, PH26, PH260; Champion REM38E, REM38P, RHM38E, RHM38P, REM38W, RHM38W, REM38S; Smiths Industries RSE-23-3R, RSH-23-3R, RSE-23-3R/1, RSH 23-3R/1; Autolite by Unison UREM38E, URHM38E; Red Seal SJ270, SJ270P, SE270P

Oil filter adapter: TCM EQ. No. 6001

4. Dimensions :

Dimension	(m)
Overall Length	0.93
Overall Height	0.67
Width	0.84

5. Dry Weight : 135.2 kg for IO-360-C, -CB, -G, -GB
133.4 kg for IO-360-D, -DB, -E, -H

6. Ratings :

Rating	Engine Speed (rpm)	Power (kW / HP)	Manifold Pressure (bar / In. Hg)
Maximum Continuous	2800	157 / 210	Full Throttle
Take-off 5 min.	2800	157 / 210	Full Throttle

Note : the performance values specified above correspond to minimum values defined under the conditions of ICAO or ARDC standard atmosphere and at sea level.

7. Control System

Mechanical fuel Injector: TCM Injector 639231A23

8. Fluids (Fuel/Oil/Additives) :

Fuel: Aviation Gasoline, minimum grade 100, 100LL or B95/130 CIS

Oil: see TCM Spec MHS No. 24

9. Aircraft Accessory Drives :

Designation	Rotation direction	Speed ratio to crankshaft	Max. Torque (Nm)		Max. Overhang moment (Nm)
			continuous	static	
Propeller governor ⁰	CW	1 : 1	3.28	93.21	5.65
Tachometer	CCW	1.239:1	0.79	5.65	2.82
Generator	CCW	2.035:1	6.78	67.79	5.65

Vacuum pump ³⁾	CCW	1.545:1	11.30	90.39	5.65
Vacuum pump ³⁾ (1-3-5 side)	CW	1.316:1	3.05	90.39	0.94
Vacuum pump ⁴⁾ (2-4-6 side)	CCW	1.316:1	3.05	90.39	0.94

Notes : - CW - clockwise; CCW – counter clockwise

¹⁾ Modified AND 20010 pad

²⁾ AND 20000 pad modified for speed, -D, -DB, -E, -H only

³⁾ AND 20000 pad modified (no oil provision; accessory clearances limited), -C, -CB, -G, -GB only ⁴⁾ AND 20000 pad modified, -C, -CB, -G, -GB only

IV - Operational Limitations

1. Temperature limits

- Cylinder head bayonet, thermocouple: 238 °C
- Cylinder barrel: 154 °C
- Oil inlet: 116 °C

2. Pressure Limits :

2.1 Oil pressure 2-4-6 side

- Idle : 70 kPa
- Normal operating range : 210 to 410 kPa

2.2 Fuel pressure

- Inlet to injection pump: min. minus 14 kPa
max. plus 55 kPa
- Outlet to vapour return line plus 24 kPa

3. Installation Assumptions :

See Installation Manual

V - Operational and Service Instructions

Maintenance and Operator's Manual IO-360 Series	X-30617
Overhaul Manual	X-30594A
Parts Catalogue	X-30595A
Service Bulletins	

VI - Notes

1. Propeller shaft: ARP-502, Type I flange; 4-7/8 Inch OD with 6-1/2 Inch bolt holes in 4 Inch diameter circle.
2. IO-360-C, -D and -E engines incorporate crankshaft with two 6th order dampers. IO-360-CB, -DB, -G, -GB and -H engines incorporate crankshaft with one 6th and one 4 1/2 order dampers.
3. All engines except the IO-360-E engine are eligible for pusher and tractor operation and are approved for installation of propellers or propeller-fan combination having Inertias up to 9 kgs² (20 lb sec²) and overhang moments up to 55.4 Nm (490 In lb).
4. The IO-360-D engine is similar to the IO-360-A engine except for rating and oil cooled pistons.
The IO-360-C engine is similar to the IO-360-D engine except for accessory drive provisions.
The IO-360-E engine is similar to the IO-360-D engine except for oil sump and suction tube.
The IO-360-G engine is similar to the IO-360-C engine except for crankshaft counterweight tuning.
The IO-360-H engine is similar to the IO-360-D engine except for crankshaft counterweight tuning.
The IO-360-DB engine is similar to the IO-360-D engine except for modified crankshaft.
The IO-360-GB engine is similar to the IO-360-G engine except for modified crankshaft.
The IO-360-CB engine is similar to the IO-360-C engine except for modified crankshaft.
The IO-360-HB engine is similar to the IO-360-H engine except for modified crankshaft.
5. Those engines which are designated with a suffix letter "B" (e.g. IO-360-CB) are interchangeable with those engines of the same model letter without the suffix letter (e.g. IO-360-C).
6. Those engines which are designated without a suffix letter "B" (e.g. IO-360-C) are non-interchangeable with those engines of the same model letter without the suffix letter (e.g. IO-360-CB).
7. IO-360-C, -D, -G and -H engines were also produced under license of TCM by Rolls-Royce plc. with the designation Rolls-Royce IO-360-C, -D, -G and -H.

ANEXO B

OVERHAUL MANUAL

72-40-13

first test (tube open). If plunger still does not kick back, valve is defective. Any unit failing to pass this rough check must be discarded. Discard both plunger and cylinder, since these parts are selectively-fitted and are not interchangeable.

72-40-10 INTAKE TUBES. Inspect intake tubes for distortion, cracks and out-of-roundness. All other types of damage will require replacement of the part as well.

72-40-11 LUBRICATION SYSTEM. Visually inspect all parts of the system in accordance with the instructions in Sections 72-30-03, 07 & 09.

72-40-12 FUEL INJECTION SYSTEM. Further disassembly of the fuel injection system is not recommended unless proper flow equipment is available. For complete overhaul instructions, see Fuel Injection Overhaul Manual and Parts Catalog, Form X30593A.

72-40-13 IGNITION SYSTEM.

A. Teledyne Continental Motors requires replacement of the complete ignition harness at every engine overhaul. If between major engine overhaul, repairs can be accomplished according to Chapter 74.

B. Magnetos must be disassembled and inspected at each 500 hour, or four year interval according to Magneto Service Manual.

SPARK PLUGS (See Figure 72-40-13).

Teledyne Continental Motors' aircraft engines utilize the two spark plugs per cylinder configuration to provide a more efficient fuel/air mixture combustion and a safety feature in the event that one-half of the combined dual ignition system fails to operate due to adverse conditions. Two basic type spark plugs are used: fine wire and massive electrode. Check the current spark plug service bulletin for the correct plug to engine application. Spark plugs should be removed, cleaned, inspected, gapped or replaced if found to be defective at each 100 hour interval. (See Figure 72-40-13, Spark Plugs). As spark plugs are removed, they should be marked to indicate cylinder position for relating a particular plug to any cylinder that may possibly have a serious cylinder, piston condition. When installing spark plugs, insure that there is only one gasket and install in reverse. Screw spark plug into cylinder by hand to within one or two threads of gasket. If resistance is encountered, check threads for misalignment and cleanliness. Torque to 25-30 foot pounds, or 300-360 inch pounds.

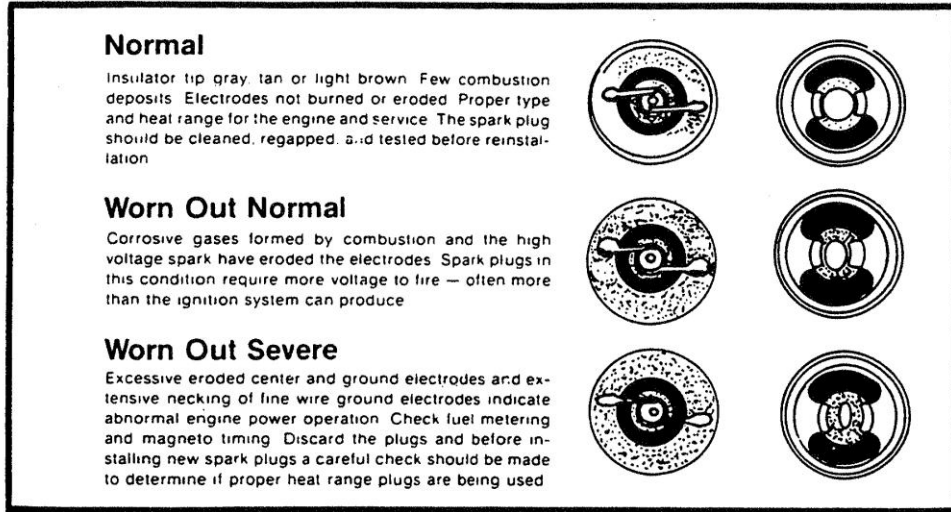


FIGURE 72-40-13A. SPARK PLUGS

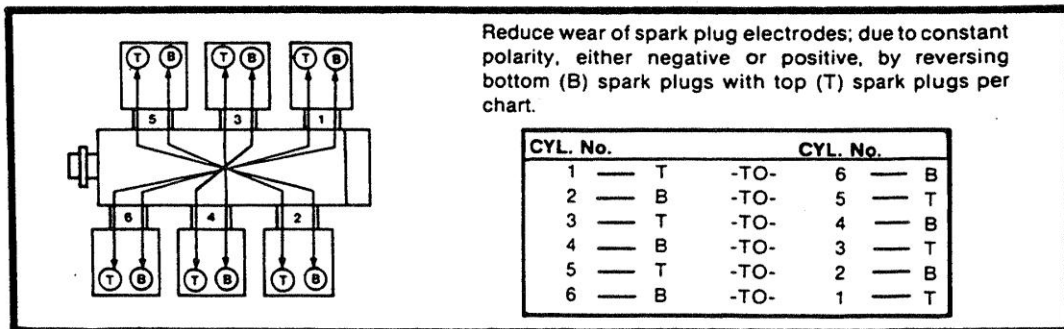


FIGURE 72-40-13B. REVERSE SPARK PLUG PROCEDURE.

ANEXO C

Service Bulletin

CONTINENTAL MOTORS® AIRCRAFT ENGINE
SERVICE INFORMATION LETTER

CATEGORY 5
SIL03-2C

Contains Useful Information Pertaining To Your Aircraft Engine

Supersedes SIL03-2B
TECHNICAL PORTIONS
FAA APPROVED

SUBJECT: Currently Active Approved Spark Plug Application
PURPOSE: Provide list of approved spark plugs for CMI engines
COMPLIANCE: As required, when replacing spark plugs
MODELS
AFFECTED: ALL

GENERAL INFORMATION:

Table 3, commencing on page 3, lists currently available spark plugs by engine model. Additional approved spark plugs may be found in the engine's FAA Type Certificate Data Sheet and the spark plug manufacturer's data. Inactive products were omitted from this document revision.

Refer to the spark plug manufacturer's data for spark plug servicing information and required specialized tools. Spark plugs must be removed, cleaned, inspected, gapped and position rotated every 100 hours. Refer to Table 2, Figure 1 and Figure 2 for spark plug rotation sequence. Always install a new spark plug gasket when servicing spark plugs or installing new spark plugs.

CAUTION: Failure to install a new spark plug gasket on each spark plug may result in incomplete sealing of the combustion chamber, loss of spark plug heat transfer, spark plug overheating, possible pre-ignition / detonation and internal engine damage.

SPARK PLUG INSTALLATION INSTRUCTIONS

Install spark plugs as follows, in addition to the instructions provided by the spark plug manufacturer.

1. Handle spark plug leads with clean, dry hands.
2. Adjust the spark plug electrode to the gap recommended by the manufacturer in Table 3.
3. Always install spark plugs with new copper gasket.
4. Sparingly apply anti-seize to the spark plug threads. **DO NOT APPLY ANTI-SEIZE TO THE FIRST ROW OF THREADS.**
5. Always use a six point deep well socket to install spark plugs.
6. Thread spark plug by hand into cylinder to within one or two threads of the gasket. If this is not possible, cylinder head threads or spark plug threads need to be cleaned.
7. Torque spark plugs to 300 - 360 in. lbs using a calibrated torque wrench.
8. Before installing the spark plug lead terminal, wipe it clean using a lint-free cloth moistened with isopropyl alcohol. Once dry, apply CMI Part Number 10-400533 (Miller-Stephenson MS-122AD) to the terminal insulator.
9. Ensure the inside of spark plug barrel is clean and dry.

ISSUED	REVISED	 P.O. Box 90 Mobile, AL 251-436-8299	PAGE NO	REVISION
2003/02/07	2013/04/03		1 of 4 SIL03-2	C

©2003-2013 Continental Motors, Inc.

10. Insert spark plug lead connector into the spark plug barrel with fingers in a straight line with the spark plug.
11. Screw B-nut into place until finger tight.
12. Tighten the B-nut to the torque specified in Table 1 while holding the spark plug lead ferrule stationary.

Table 1. Spark Plug B-Nut Torque

THREAD	WRENCH	TORQUE
5/8"-24	3/4"	90-95 in. lbs.
3/4"-20	7/8"	110-120 in. lbs.

WARNING

Do not install or use any spark plug that has been dropped or exhibits mechanical damage.

Table 2. Spark Plug Rotation
(viewed from above)

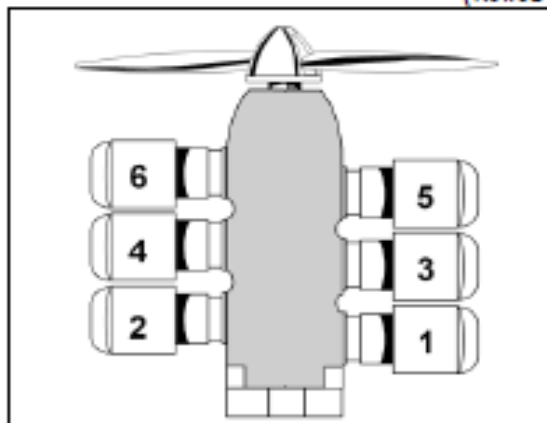


Figure 1. Six Cylinder Engine

FROM CYLINDER NUMBER	TO CYLINDER NUMBER
1 TOP	6 BOTTOM
1 BOTTOM	6 TOP
2 TOP	5 BOTTOM
2 BOTTOM	5 TOP
3 TOP	4 BOTTOM
3 BOTTOM	4 TOP
4 TOP	3 BOTTOM
4 BOTTOM	3 TOP
5 TOP	2 BOTTOM
5 BOTTOM	2 TOP
6 TOP	1 BOTTOM
6 BOTTOM	1 TOP

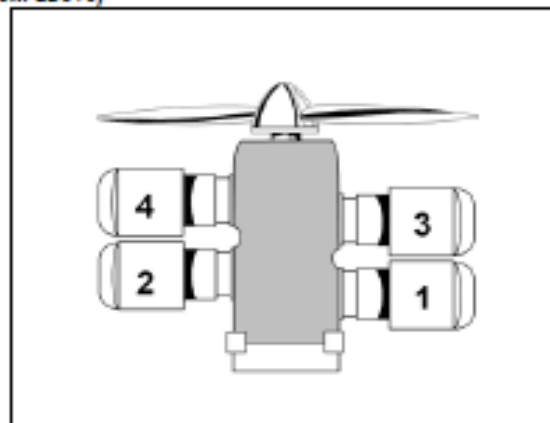


Figure 2. Four Cylinder Engine

FROM CYLINDER NUMBER	TO CYLINDER NUMBER
1 TOP	4 BOTTOM
1 BOTTOM	4 TOP
2 TOP	3 BOTTOM
2 BOTTOM	3 TOP
3 TOP	2 BOTTOM
3 BOTTOM	2 TOP
4 TOP	1 BOTTOM
4 BOTTOM	1 TOP

ISSUED	REVISED	 P.O. Box 90 Mobile, AL 251-436-8299	PAGE NO	REVISION
2003/02/07	2013/04/03		2 of 4 SIL03-2	C

Table 3. Spark Plug Application Chart

Engine Model	Electrode Gap (recommended)	Barrel Size/ Reach ¹	CMI Part Number	Tempest Aviation					Champion Aerospace																	
				Manufacturer Part Number	UREM37BY	UREM38E	UREM40E	URHM38E	URHM38S	URHM40E	URHB32S	URHB32E	M41E	REM37BY	REM38E	REM38S	REM40E	RHM38E	RHM38S	RHM40E	RHB32E	RHB32S	RHB36S	RHU27E	RHU32E	RHU32S
O-470-B,G,H,M,N,P	.016-.021	5/8-24S	656082		X	X	X	X	X					X	X	X	X	X								
O-470-U,T; IO-470-D,E,F,H,L,M,N,S,U,V	.016-.021	5/8-24S	655902																		X	X	X			
IO-470-C,G,R,P,T	.016-.021	5/8-24S	655899		X	X	X	X	X					X	X	X	X	X								
IO-470-J,K	.016-.021	3/4-20S	655915		X	X	X	X						X	X	X	X									
GIO-470-A	.016-.021	3/4-20S	655914							X	X										X	X	X			
TSIO-470-B,C,D	.016-.021	3/4-20S	659474							X	X										X	X	X			
GTSIO-520-D,F,G,H,K,L,M,N	.016-.021	3/4-20L	655908							X	X										X	X	X			
IO-520-A,B,BA,BB,C,CB,D,F,J,K,L, M,MB,N,NB; LIO-520-P	.016-.021	3/4-20L	655914							X	X										X	X	X			
L/TSIO-520-B,C,D,DB,E,EB,G,H,J,JB, K,KB,L,LB,M,N,NB,P,R,T,U,UB,VB, WB,AE,BE,CE	.016-.021	3/4-20L	655914							X	X										X	X	X			
IO-550-A,B,C,D,E,F,L,N,P,R	.016-.021	3/4-20L	655908							X	X										X	X	X			
IOF-550-B,C,D,E,F,L,N,P,R	.016-.021	3/4-20L	655908							X	X										X	X	X			
TSIO-550-A,B,C,E,G,K,N	.016-.021	3/4-20L	655908							X	X										X	X	X			
TSIOF-550-D,J,K	.016-.021	3/4-20L	655908							X	X										X	X	X			
TSIOL-550-A,B,C	.016-.021	3/4-20XL	654708																					X	X	
6-285;6-320;T6-320	.016-.021	3/4-20XL	654709																					X		

1. Spark plug reach is the distance from the shell gasket to the end of the shell threads. Shell reach is designated as Short, Long or Extra Long, denoted by an "S", "L" or "XL" following the barrel size.

ISSUED 2003/02/07	REVISED 2013/04/03	 P.O. Box 90 Mobile, AL 251-436-8299	PAGE NO 4 of 4 SIL03-2	REVISION C
----------------------	-----------------------	---	------------------------------	---------------

ANEXO D

INSPECCIÓN 100 HORAS

8-4 50 HOUR INSPECTION

Detailed information regarding adjustments, repair and replacement of components may be found in the appropriate Overhaul Manual. The following items should be checked during normal inspections:

- | | | | |
|-----------------------|----------------------|----------------------------------|-------|
| 1. Engine Conditions: | (Refer to Chapter 5) | a. Magneto RPM drop: | Check |
| | | b. Full Power RPM: | Check |
| | | c. Full Power Manifold Pressure: | Check |
| | | d. Full Power Fuel Flow: | Check |
| | | e. Idle RPM: | Check |

Record any values not conforming to engine specifications so that necessary repair or adjustment can be accomplished before further flight.

- | | |
|---------------------------|--|
| 2. Oil Filter: | Replace filter, inspect cartridge. |
| 3. Oil: | Change oil, if integral screen or small filter is used. |
| 4. Air Filter: | Inspect and clean or replace as necessary. |
| 5. High Tension Leads: | Inspect for chafing and deterioration. |
| 6. Magnetos: | Check and adjust only if non-conformities were noted in Step 1. |
| 7. Visual: | Check hoses, lines, wiring, fittings, baffles, etc. for general condition. |
| 8. Exhaust System: | Inspect for condition and leaks. |
| 9. Adjustments & Repairs: | Perform service as required on any items that are not within specifications. |
| 10. Engine Condition: | Run up and check as necessary.
Check engine for oil and fuel leaks before returning to service. |

8-5 100 HOUR INSPECTION

Detailed information regarding adjustments, repair and replacement of components may be found in the appropriate Overhaul Manual. The following items should be checked during normal inspections:

- | | | | |
|-----------------------|----------------------|----------------------------------|-------|
| 1. Engine Conditions: | (Refer to Chapter 5) | a. Magneto RPM drop: | Check |
| | | b. Full Power RPM: | Check |
| | | c. Full Power Manifold Pressure: | Check |
| | | d. Full Power Fuel Flow: | Check |
| | | e. Idle RPM: | Check |

Record any values not conforming to engine specifications so that necessary repair or adjustment can be accomplished before further flight.

- | | |
|----------------------|--|
| 2. Oil Filter: | Replace, inspect cartridge. |
| 3. Oil: | Drain while engine is warm. Refill sump. |
| 4. Valves/Cylinders: | Check compression (Refer to Service Bulletin M84-1 or subsequent revisions as applicable). |

- | | | |
|----|-----------------------------|---|
| 5. | Cylinders, Fins,
Baffles | Inspect. |
| 6. | Spark Plugs: | Inspect, clean, regap (if necessary), reinstall. Rotate plugs from upper to lower positions and vice versa to lengthen plug life. |
| 7. | High Tension Leads: | Inspect for chafing and deterioration. |
| 8. | Magnetos: | Check. Adjust points and timing if necessary. |

NOTE...Minor changes in magneto timing can be expected during normal engine service. The time and effort required to check and adjust the magnetos to specifications is slight and the operator will be rewarded with longer contact point and spark plug life, smoother engine operation and less corrective maintenance between routine inspections.

WARNING...At each 500 hours, the magnetos are required to be disassembled and inspected according to Magneto Service Manual.

- | | | |
|-----|--|--|
| 9. | Air Filter: | Inspect and clean or replace as necessary. |
| 10. | Alternate Air Door: | Check operation. |
| 11. | Throttle Shaft
and Linkage: | Inspect for wear and lubricate. |
| 12. | Fuel Nozzles: | Inspect nozzles and vent manifold for leaks or damage. |
| 13. | Fuel & Oil
Hoses & Lines: | Inspect for deterioration, leaks, chafing. |
| 14. | High & Low
Fuel Pump
Outlet Pressure | Check. Adjust if necessary. (Refer to TCM Bulletin M89-10 or current revision as applicable for Procedure) |
| 15. | Control Connections: | Inspect and lubricate. |
| 16. | Oil Pressure
Relief Valve: | Inspect and clean. |
| 17. | Oil Temp.
Control Unit: | Inspect and clean. |
| 18. | Exhaust: | Check all joints for condition and leaks. |
| 19. | Adjustment &
Repairs: | Perform service as required on any items that are not within specifications. |
| 20. | Engine Condition: | Perform complete run up. Check engine for fuel or oil leaks before returning to service. |

ANEXO E

ENCUESTA

ENCUESTA

No:.....

Fecha:.....

Encuesta dirigida a: Docentes, alumnos de 4to, 5to nivel y directivos de la carrera de Mecánica Aeronáutica del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Objetivo:

Buenos días, mi nombre es Christian Sandoval. Este trabajo de investigación tiene como objetivo, determinar la factibilidad de restaurar y recuperar las bujías del motor Continental IO-360-D para la aplicación de conocimientos teóricos y prácticos en la enseñanza a los alumnos del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico en el 2012.

Preguntas:

1. Marque con una X a una de las alternativas según su criterio: ¿Cree usted que es factible restaurar y recuperar las bujías del motor Continental IO-360-D mejorando así los conocimientos de manera teórica y práctica en la enseñanza del ITSA?

SI

NO

Si su respuesta es afirmativa, continúe con las siguientes preguntas gracias.

2. ¿Qué tan importante sería la restauración y recuperación de las bujías del motor Continental IO-360-D para optimizar el aprendizaje teórico y práctico de los alumnos?

a) Importante

b) Poco importante

c) No tiene relevancia

3. Elija una de las siguientes opciones. ¿Con la restauración y recuperación de las bujías el motor Continental IO-360-D estaría en óptimas condiciones esto en que ayudaría?

- a) Aprendizaje teórico
- b) Aprendizaje práctico
- c) Aprendizaje teórico y práctico

4. Subraye según su criterio. ¿Considera usted que al restaurar y recuperar las bujías del motor Continental IO-360-D la participación de los alumnos en el aprendizaje teórico y práctico sería?

- a) Alta
- b) Poco alta
- c) Baja

5. ¿Cree usted que con la restauración y recuperación de las bujías del motor Continental IO-360-D ayudará a comprender los principios de funcionamiento de ignición y arranque?

- a) De acuerdo
- b) En desacuerdo
- c) Totalmente en desacuerdo

Observaciones:.....
.....

DATOS SOCIO-DEMOGRÁFICOS DEL ENCUESTADO

Nombre:..... **Dirección:**..... **Teléfono:**.....

Edad:..... **Estado Civil:**..... **Nivel de educación:**.....

ANEXO F

HOJA DE VIDA

HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES

NOMBRE: CHRISTIAN VLADIMIR SANDOVAL MAIZA

NACIONALIDAD: ECUATORIANA

FECHA DE NACIMIENTO: 09 – DICIEMBRE - 1991

CÉDULA DE CIUDADANÍA: 180408832-4

TELÉFONOS: 0992515382

CORREO ELECTRÓNICO: chrisbolo_ap@hotmail.com

DIRECCIÓN: AMBATO, PARROQUIA IZAMBA, BARRIO LOS MILAGROS



ESTUDIOS REALIZADOS

- Educación Primaria. Ambato.
Escuela Particular “Santo Domingo De Guzmán”. Julio 2003.
- Instituto Tecnológico Superior “Bolívar”. Julio 2009.
Bachiller Técnico en Informática. Ambato.
- Instituto Tecnológico Superior “Aeronáutico”. Marzo 2012.
Suficiencia en el Idioma inglés. Latacunga.
- Instituto Tecnológico Superior “Aeronáutico”. Agosto 2012.
Egresado de la Carrera de Mecánica Aeronáutica. Latacunga.

TÍTULOS OBTENIDOS

- Educación Primaria. Ambato.
Escuela Particular “Santo Domingo De Guzmán”. Julio 2003.
- Instituto Tecnológico Superior “Bolívar”. Julio 2009.
Bachiller Técnico en Informática. Ambato.
- Instituto Tecnológico Superior “Aeronáutico”. Marzo 2012.
Suficiencia en el Idioma inglés. Latacunga.
- Instituto Tecnológico Superior “Aeronáutico”. Agosto 2012.
Egresado de la Carrera de Mecánica Aeronáutica. Latacunga.

EXPERIENCIA PROFESIONAL O PRÁCTICAS PREPROFESIONALES

Centro de Mantenimiento Aeronáutico “CEMA” Febrero – Marzo 2011. Latacunga.

Ala de Combate No. 22 Agosto – Septiembre 2011. Guayaquil.

Transportes Aéreos Orientales “TAO” Febrero 2012. Shell – Mera.

Aerokashurco Septiembre – Octubre 2012. Shell – Mera.

CURSOS Y SEMINARIOS

Curso de JAVA Junio del 2009 Instituto Tecnológico Superior “Bolívar”. Ambato.

Próxima Generación de Profesionales en Aviación (NGAP) y “TRAINAIR PLUS” Las Américas. Noviembre del 2011. Quito.

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

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

Christian Vladimir Sandoval Maiza

DIRECTOR DE LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

Subs. Tec. Avc. Ing. Hebert Atencio

Latacunga, Mayo 31 del 21013

CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Yo, CHRISTIAN VLADIMIR SANDOVAL MAIZA, Egresado de la carrera de MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES, en el año 2012, con Cédula de Ciudadanía N° 180408832-4, autor del Trabajo de Graduación **RESTAURACIÓN Y CALIBRACIÓN DE LAS BUJÍAS DEL MOTOR TELEDYNE CONTINENTAL IO-360-D21 PARA LA APLICACIÓN DE CONOCIMIENTOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS DE LOS ALUMNOS EN LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES**, cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

Christian Vladimir Sandoval Maiza

Latacunga, Mayo 31 del 2013