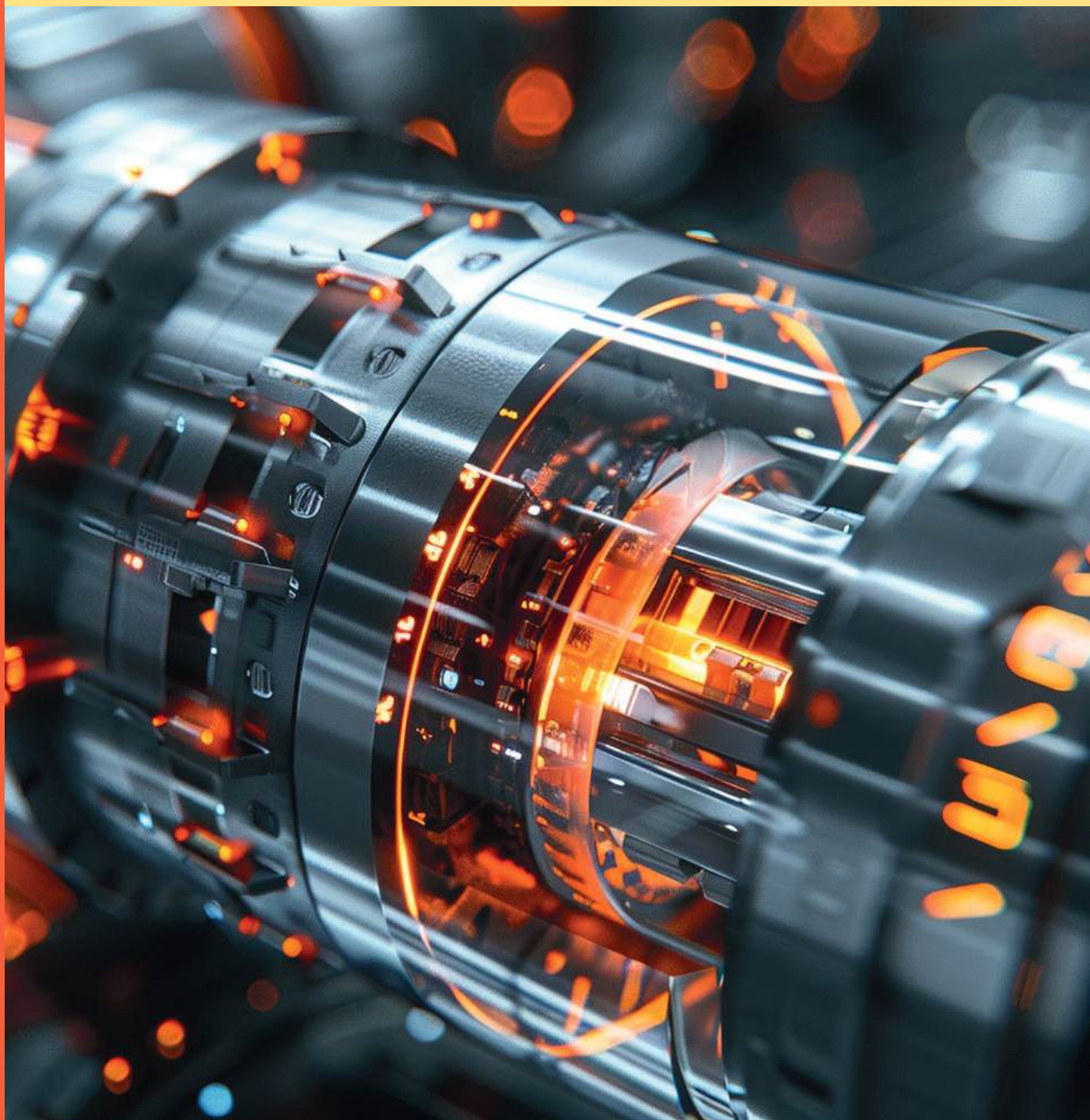




Sistema de encendido del motor recíproco de las aeronaves: Teoría, análisis e inspección

Esteban Andrés Arévalo Rodríguez, Héctor Cochise Terán Herrera,
Gabriel Sebastián Inca Yajamín y Rodrigo Cristóbal Bautista Zurita

Sistema de encendido del motor recíproco de las aeronaves: Teoría, análisis e inspección

Esteban Andrés Arévalo Rodríguez, Héctor Cochise Terán Herrera,
Gabriel Sebastián Inca Yajamín y Rodrigo Cristóbal Bautista Zurita

Primera edición electrónica: enero, 2026

ISBN: 978-9942-652-41-6

Ingreso al proceso: 30/06/2025 • Aprobación de ingreso: 01/07/2025

Aprobación de pares: 31/10/2025 • Finalización de edición: 22/12/2025

Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE

Crnl. de C.S.M. Víctor Villavicencio A., Ph. D.

Rector

Publicación autorizada por:

Comisión Editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE

Cpfg. Joseph Alexander Guamán Seis, Ph.D.

Presidente

Corrección de estilo y maquetación

Mtr. Xavier Chinga

Imagen de cubierta

<https://acortar.link/ZSFXBI>

Derechos reservados. Se prohíbe la reproducción de esta obra por cualquier medio impreso, reprográfico o electrónico. El contenido, uso de fotografía, gráficos, cuadros, tablas, y referencias es de exclusiva responsabilidad de los autores.

Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE

Av. General Rumiñahui s/n, Sangolquí, Ecuador

www.espe.edu.ec

Los derechos de esta edición electrónica son de la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE, para consulta de profesores y estudiantes de la universidad e investigadores en www.repositorio.espe.edu.ec.

Sistema de encendido del motor recíproco de las aeronaves

Teoría, análisis e inspección

Ing. Esteban Andrés Arévalo Rodríguez

Ing. Héctor Cochise Terán Herrera, Mgtr.

Ing. Gabriel Sebastián Inca Yajamín, Mgtr.

Ing. Rodrigo Cristóbal Bautista Zurita, Mgtr.

EDITORIAL



UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE

Agradecimiento

Con la finalización del libro acerca del sistema de encendido del motor recíproco de la aeronave, queremos expresar nuestro agradecimiento a todas las personas que han apoyado de manera elocuente a la realización. Sin su apoyo, dedicación y conocimientos, este libro no habría sido factible.

En primer lugar, queremos agradecer a la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE por su apoyo, mismo ha permitido la realización de la investigación y compendio de información necesaria para la ejecución de este libro. El compromiso con la educación y la difusión de conocimientos es invaluable.

También queremos expresar nuestra gratitud a todos los profesionales de la industria aeronáutica y a los expertos en motores recíprocos de aviación que han compartido su tiempo y experiencia para brindar información adicional, consejos y casos prácticos. Sus contribuciones han sido de ayuda a este libro, teniendo una visión más general de los sistemas de encendido y arranque del motor recíproco de las aeronaves.

Agradecemos al equipo editorial de la Universidad de las fuerzas Armadas - ESPE por su trabajo, dedicación, constancia en la revisión y edición del presente libro. Su meticulosa revisión a los detalles y habilidad para mejorar la estructura ha sido notables para garantizar la transparencia y coherencia del contenido.

Finalmente, agradecemos a los lectores del libro. El interés y entusiasmo por aprender sobre los sistemas de encendido del motor recíproco de las aeronaves es la razón principal por la cual este libro se ha hecho realidad. Esperamos francamente que encuentren en el libro información importante y útil que contribuya a su conocimiento y comprensión del sistema de encendido y arranque del motor recíproco.

Los autores

Esteban Andrés Arévalo Rodríguez

eaarevalo1@espe.edu.ec

Ingeniero industrial, tecnólogo en Mecánica Aeronáutica con mención en Motores, posee la licencia como técnico de mantenimiento aeronáutico, con una trayectoria profesional que incluye tres años como jefe de mantenimiento aeronáutico en empresas de aviación en la Región del Oriente, donde adquiere experiencia en sistemas de propulsión, gestión técnica de mantenimiento, seguridad operacional y liderazgo de equipos cumpliendo los estándares operaciones establecidos por la Autoridad Aero-náutica Civil del Ecuador. Desde hace ocho años se desempeña como docente universitario en la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica, formando profesionales comprometidos con la excelencia y la responsabilidad en el sector aero-náutico. Su área de investigación está enfocada en la energía y termofluidos, particularmente en su aplicación eficiente y sostenible en la industria aeronáutica. A lo largo de su carrera ha buscado integrar la práctica técnica con la innovación, contribuyendo tanto al desarrollo académico como al avance del sector productivo.

Héctor Cochise Terán Herrera

hcteran@espe.edu.ec

Ingeniero Electromecánico por la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE; Magister en Gestión de Energías y Redes Industriales. Investiga en temas de: mecanizado en máquinas y herramientas convencionales y de control numérico computarizado, procesos de soldadura, metalurgia y tecnología de la fundición, energías renovables y automatización industrial.

Gabriel Sebastián Inca Yajamín

gsinca@espe.edu.ec

Especializado en aviación, con más de 5 años de experiencia en mantenimiento aeronáutico de aviación comercial y 8 años como docente en la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE. Posee una sólida formación académica que incluye una maestría en Energías Renovables, una especialización en Aviónica. Ha liderado proyectos de innovación tecnológica, como simuladores de vuelo y diseños de realidad aumentada, enfocados en la capacitación aeronáutica. Su experiencia incluye certificaciones internacionales, desarrollo de programas educativos y publicaciones científicas registradas en bases de datos relevantes a nivel internacional.

Rodrigo Cristóbal Bautista Zurita

rcbautista@espe.edu.ec

Magister en Sistemas de Control y Automatización Industrial, Ingeniero Industrial, Tecnólogo en Mecánica Aeronáutica Mención Motores, licencia de mecánico de mantenimiento de aeronaves con habilitaciones en fuselaje y motores otorgada por la Dirección General de Aviación Civil del Ecuador, con una trayectoria profesional de 14 años en la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE e Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, desempeñándose en el cargo de Docente Universitario en el área Aeronáutica, además de Jefe de Secciones y Director de Carrera.

Su área de investigación está enfocada en la energía y termofluidos, particularmente en su aplicación eficiente y sostenible en la industria aeronáutica, buscando integrar la práctica técnica con la innovación, contribuyendo tanto al desarrollo académico como al avance del sector productivo aeronáutico.

Índice

Agradecimiento.....	3
Prefacio.....	15
Capítulo I - Teoría básica de operación del magneto.....	17
Objetivos.....	19
Introducción.....	19
Sistemas de encendido del motor recíproco.....	20
Principio de operación del sistema de encendido por mag- netos.....	21
Función del sistema de encendido.....	21
Tipos de sistema de encendido de magnetos.....	22
Sistema de encendido por batería.....	23
Sistema de encendido por magnetos.....	25
Sistema del magneto de alta tensión.....	26
Relación de la corriente entre los componentes del sis- tema de encendido por magneto.....	29
Orden de encendido.....	36
Cables de encendido.....	37
Velocidad del magneto.....	39
Sistemas de magnetos de baja tensión.....	39
Ventilación y presurización de los magnetos.....	40
Sistemas auxiliares de encendido.....	41
Acoplamiento de impulso.....	42

Vibrador de inducción.....	44
Lluvia de chispas.....	46
Preguntas propuestas.....	47
Capítulo II - Componentes del sistema de encendido.....	49
Objetivos.....	51
Sistema encendido.....	51
Componentes del sistema de encendido.....	51
Magnetos.....	52
Distribuidor.....	53
Interruptor de encendido.....	55
Posiciones del interruptor de encendido.....	56
Cables de encendido.....	57
Blindaje de los cables de encendido.....	59
Bujías.....	60
Preguntas propuestas.....	66
Capítulo III - Mantenimiento e Inspección del sistema de encendido del motor recíproco.....	77
Objetivos.....	69
Inspección preliminar del sistema.....	69
Dispositivos de sincronización de encendido.....	71
Marcas de referencia de sincronización del motor.....	71
Indicadores de posición del pistón.....	74
Luces de sincronización.....	75

Comprobación de la sincronización interna del magneto.....	77
Ajuste E - Gap del magneto de alta tensión sincroniza- ción en banco.....	78
Sincronización del magneto de alta tensión con el mo- tor.....	80
Comprobación del sistema de encendido.....	82
Comprobación del interruptor de encendido.....	83
Mantenimiento e inspección de los cables de encendido.....	84
Inspección y mantenimiento de las bujías.....	87
Incrustación de las bujías.....	87
Aceite en las bujías.....	88
Bujías contaminadas con plomo.....	89
Erosión del paso de las bujías de encendido.....	90
Remoción y rotación de las bujías.....	92
Inspección previa instalación de las bujías.....	95
Instalación de las bujías.....	96
Inspección de los puntos de ruptura.....	97
Mantenimiento de los cables de encendido.....	101
Fallas en el arnés de encendido de alta tensión.....	102
Inspección dieléctrica del magneto.....	104
Preguntas propuestas.....	105
Anexos	107
Anexo A.....	109
Anexo B.....	110

Anexo C.....	112
Anexo D.....	113
Anexo E.....	114
Anexo F.....	120
Anexo G.....	121
Referencias.....	138

Índice de figuras

Figura 1 <i>Magneto simple y doble</i>	21
Figura 2 <i>Sistema de encendido por batería</i>	23
Figura 3 <i>Sistema típico de encendido por batería</i>	24
Figura 4 <i>Imán permanente con el flujo completo pasando por el núcleo de la bobina de izquierda a derecha</i>	27
Figura 5 <i>Magneto en posición neutral</i>	28
Figura 6 <i>Imán permanente con el flujo completo pasando por el núcleo de la bobina de derecha a izquierda</i>	29
Figura 7 <i>Circuito eléctrico primario del magneto</i>	30
Figura 8 <i>Relación entre la posición del imán, flujo estático, corriente primaria, flujo resultante y tensión secundaria del magneto</i>	31
Figura 9 <i>Interruptor de encendido en posición OFF</i>	33
Figura 10 <i>Interruptor de encendido en posición ON</i>	33
Figura 11 <i>Puntos de contacto</i>	34
Figura 12 <i>Escobilla de carbono</i>	36
Figura 13 <i>Orden de encendido de un motor de 6 cilindros Lycoming 1-4-5-2-3-6</i>	37
Figura 14 <i>Cable de encendido</i>	38
Figura 15 <i>Sistema de magneto de baja tensión</i>	40
Figura 16 <i>Componentes del acoplamiento de impulso</i>	43
Figura 17 <i>Esquema sobre la argumentación</i>	44
Figura 18 <i>Inducción de vibración</i>	45

Figura 19	<i>Unidad vibradora.....</i>	46
Figura 20	<i>Magneto Slick.....</i>	52
Figura 21	<i>Magneto Bendix.....</i>	53
Figura 22	<i>Distribuidor del magneto.....</i>	54
Figura 23	<i>Interruptor de control para el sistema de encendido.....</i>	55
Figura 24	<i>Posiciones del interruptor de encendido aeronave Cessna 150M.....</i>	57
Figura 25	<i>Cables del sistema de encendido.....</i>	58
Figura 26	<i>Cables de encendido trenzados metálicos.....</i>	59
Figura 27	<i>Cables de encendido por colores.....</i>	60
Figura 28	<i>Bujía.....</i>	61
Figura 29	<i>Partes de la bujía.....</i>	62
Figura 30	<i>Bujía con electrodos finos.....</i>	63
Figura 31	<i>Bujías calientes y frías.....</i>	63
Figura 32	<i>Bujía REM.....</i>	64
Figura 33	<i>Bujía RH.....</i>	65
Figura 34	<i>Características del lenguaje denotativo.....</i>	72
Figura 35	<i>Marca de sincronización incorporada en el engra- naje reductor de la hélice.....</i>	72
Figura 36	<i>Marcas de sincronización de la brida de la hélice.....</i>	73
Figura 37	<i>Diferencia entre punto superior y punto muerto su- perior.....</i>	74
Figura 38	<i>Sincronizador de magnetos.....</i>	75
Figura 39	<i>Luz de sincronización.....</i>	76

Figura 40	<i>Sincronización interna</i>	77
Figura 41	<i>Comprobación de la separación E.Gap del magneto</i>	78
Figura 42	<i>Instalación del kit de sincronización</i>	79
Figura 43	<i>Marcaciones de sincronización alineadas</i>	81
Figura 44	<i>Comprobador de cables de encendido</i>	84
Figura 45	<i>Sustitución de los terminales de los cables de encendido</i>	85
Figura 46	<i>Bujía carbonizada</i>	88
Figura 47	<i>Bujía contaminada con plomo</i>	89
Figura 48	<i>Erosión de la separación de bujías</i>	91
Figura 49	<i>Bandeja de bujías</i>	92
Figura 50	<i>Técnica incorrecta de la remoción del cable del encendido</i>	93
Figura 51	<i>Técnica adecuada para la remoción de la bujía</i>	94
Figura 52	<i>Indicador de distancia</i>	94
Figura 53	<i>Comprobador - limpiador de bujías</i>	95
Figura 54	<i>Instalación de bujías</i>	97
Figura 55	<i>Puntos de ruptura</i>	98
Figura 56	<i>Superficie de contacto normal</i>	100
Figura 57	<i>Punto de ruptura con irregularidades normales</i>	100
Figura 58	<i>Puntos de ruptura con irregularidades definidas por lo que se debe reemplazar</i>	101
Figura 59	<i>Falla en la sección transversal de un arnés de encendido</i>	103

Prefacio

Este libro está diseñado para el proceso de aprendizaje de nivel técnico – tecnológico y universitario, proporcionando una combinación adecuada de fundamentación teórica y práctica del funcionamiento de los sistemas encendido del motor recíproco de las aeronaves, con un lenguaje técnico de fácil comprensión y adecuadamente estructurado.

Los autores facilitan una orientación de aprendizaje práctico para la utilización de los contenidos en la identificación y mantenimiento del sistema de encendido del motor recíproco usados en aeronaves.

El libro estudia las características del sistema de encendido, detallando lo siguiente:

- Describe los conceptos del funcionamiento del magneto que son parte del sistema de encendido.
- Analiza los componentes que tiene el magneto y son parte del sistema de encendido, así como la función que cumple cada componente.
- Planea el diagnóstico técnico del sistema de encendido y las acciones que planteen solucionar los problemas del sistema de encendido del motor recíproco.

Además, la obra busca ser una guía práctica acerca de la calibración de los magnetos en los sistemas de encendido de las aeronaves, con instrucciones claras y diagramas técnicos que permiten entender el sistema. Siendo Ideal para técnicos de mantenimiento y estudiantes, garantizando un mantenimiento seguro de los motores recíprocos.



<https://acortar.link/SBj3ph>

CAPÍTULO I

Teoría básica de
operación del magneto

Objetivos

- Comprender el principio de funcionamiento del magneto, analizando cómo la energía mecánica se transforma en energía eléctrica mediante la inducción electromagnética para generar la chispa de encendido.
- Identificar los componentes principales del magneto y describir su función dentro del sistema de encendido del motor recíproco, destacando su importancia en la eficiencia y seguridad del motor.
- Reconocer la autonomía operativa del magneto respecto al sistema eléctrico de la aeronave, valorando su papel como fuente independiente de energía en la ignición del motor.

Introducción

Los motores recíprocos han sido importantes desde los inicios de la aviación, impulsando aeronaves desde los primeros vuelos hasta la actualidad. El sistema de encendido y arranque es esencial para su funcionamiento, ya que garantiza la ignición adecuada de la mezcla aire-combustible y el inicio del ciclo de combustión. En los inicios de la aviación, los sistemas de encendido eran simples y manuales, basados en magnetos que generaban chispas para encender la mezcla aire-combustible en los cilindros. Con el tiempo, estos sistemas evolucionaron para mejorar la fiabilidad y la eficiencia (Manual de vuelo, 2022).

La incorporación de sistemas de encendido duales, con dos magnetos y dos bujías por cada cilindro, aumentó la seguridad y el rendimiento de lo motor recíproco. Este diseño redundante asegura que, en caso de que falle un magneto, el otro magneto pueda mantener el motor en funcionamiento (AOPA Asoiation, 2024). En cuanto al arranque, los primeros métodos eran manuales, como el uso de manivelas para poder girar la hélice. Consecutivamente, se implantaron sistemas con arranque eléctricos, que ampliaron el proceso, mejorando la seguridad y eficiencia del motor. Estos sistemas consisten de una fuente de electricidad, cableado, interruptores y relés para que funcione el motor de arranque.

Hoy en día, los sistemas de encendido y arranque del motor recíproco han agregado tecnologías avanzadas, siendo estos los sistemas de encendido elec-

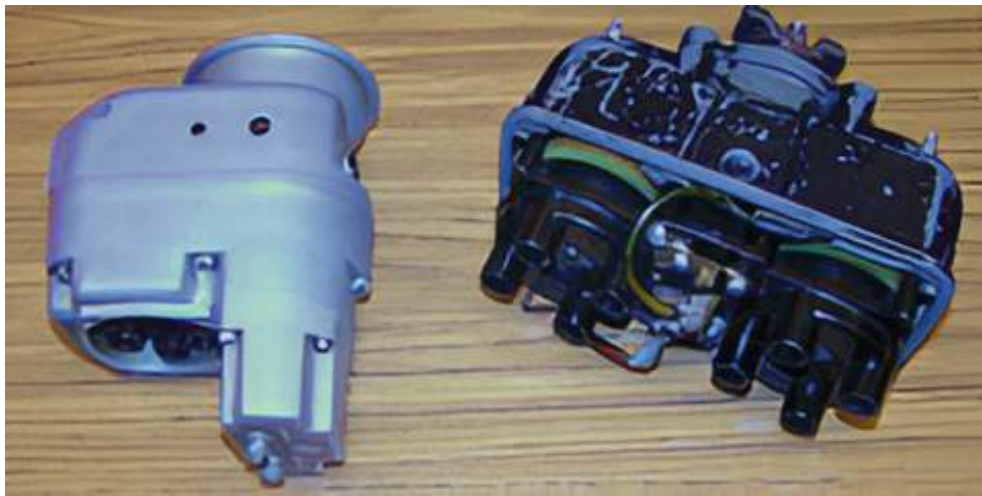
trónico, ofreciendo mayor precisión al momento del encendido y eficiencia en el consumo de combustible. Además, se han desarrollado sistemas de arranque más fiables y ligeros, adaptados a las necesidades de las aeronaves modernas (Administration Federal Aviation, 2023).

Sistemas de encendido del motor recíproco

El sistema de encendido de un motor alternativo a gasolina está diseñado para generar una chispa de alta tensión en cada bujía de cada cilindro, asegurando un funcionamiento eficiente en todas las condiciones operativas. Esta chispa debe producirse y liberarse de manera constante en un momento preciso del ciclo de funcionamiento del motor. Para garantizar su fiabilidad, la normativa del código 14 de las regulaciones federales “14 CFR Parte 33” exige que cada motor de encendido por la chispa de una bujía cuente con un sistema de encendido dual, con al menos dos bujías por cada cilindro y dos circuitos eléctricos independientes que dispongan de fuentes de energía separadas, o un sistema de encendido confiable equivalente durante el vuelo (National Archives and Records Administration, 2025).

El accionamiento del sistema está sujeto al interruptor de encendido. Cuando el interruptor está activado y sus contactos cerrados, la corriente de la batería fluye a través del circuito primario de la bobina, permitiendo el funcionamiento del sistema de encendido. Caso contrario, al apagar el interruptor, el circuito primario se interrumpe y el sistema se desactiva (Pascual Santos Lopez, 2011).

Los sistemas de encendido dual presentan dos ventajas principales. En primer lugar, ofrecen redundancia, lo que significa que proporcionan una alternativa en caso de falla, mejorando la seguridad operativa del motor. En segundo lugar, el uso de dos bujías por cada cilindro incrementa la eficiencia de la combustión y como resultado optimiza la potencia del motor (Federal Aviation Administration, 2023).

Figura 1*Magneto simple y doble*

Nota. En la figura se muestran los magnetos que son instalados en los motores recíprocos de las aeronaves. Tomado de (Federal Aviation Administration, 2023)

Principio de operación del sistema de encendido por magnetos

Función del sistema de encendido

El sistema de encendido del motor recíproco de las aeronaves es importante debido a que permite que el motor transforme la mezcla aire y combustible en energía mecánica. Esto se logra por medio de la generación de la chispa eléctrica de alta intensidad en las bujías, esto permite encender la mezcla comprimida en la cámara de combustión. Este proceso ocurre en el tiempo correcto, asegurando que la combustión sea eficiente y el funcionamiento óptimo del motor recíproco en todas las condiciones operativas a la que vuela la aeronave (Study Aircrafts, 2024).

Un característica principal del sistema de encendido es la capacidad para garantizar la fiabilidad, en las diferentes condiciones en la que opera la aeronave durante el vuelo. El sistema de encendido dual incorpora dos magnetos y dos bujías por cada cilindro, esto es estándar en los motores recíprocos de las aeronaves debido a su diseño (Federal Aviation Administration, 2025). Esta perspectiva mejora la seguridad al ofrecer una ayuda en caso de que uno de sus magnetos deje de funcionar, además, contribuye a una combustión eficien-

te, mejorando la potencia del motor y disminuyendo el consumo de combustible.

Además de producir la chispa para la combustión, el sistema de encendido debe articularse con otras partes del motor para acoplarse a las diferentes fases del vuelo, siendo esto desde el despegue hasta el aterrizaje, y de esta manera, mantener una sincronización entre el magneto y motor, lo cual garantizará que el motor funcione en condiciones aeronavegables.

Tipos de sistema de encendido de magnetos

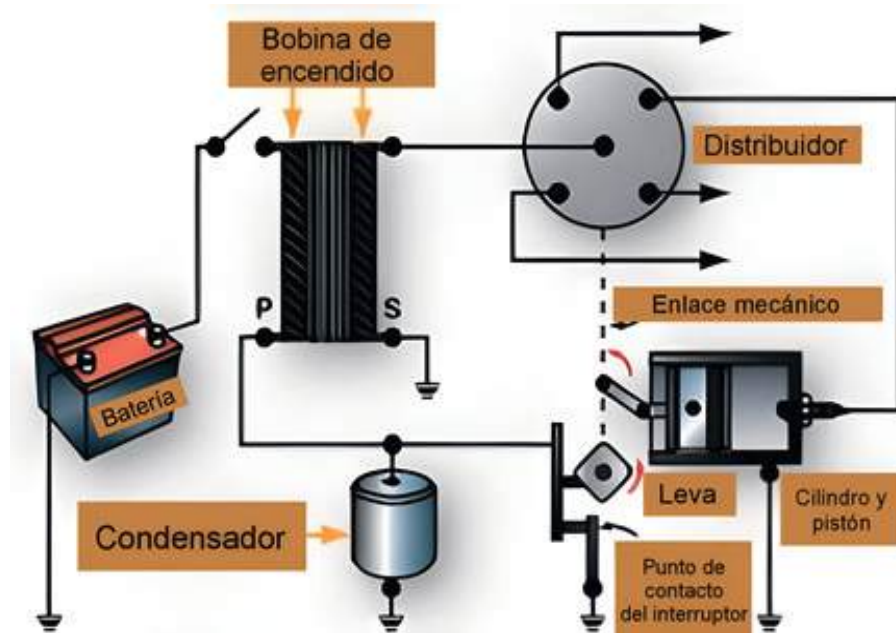
El sistema de encendido por magnetos de los motores recíprocos de las aeronaves se clasifican en dos tipos: sistema de alta tensión y sistema de baja tensión. El sistema de baja tensión es aquel que produce una tensión baja, misma que se transmite a la bobina transformadora localizada cerca de la bujía. Este diseño resuelve varios problemas presentes en los sistemas de alta tensión, los cuales generaban una alta tensión que debía recorrer todo el cable hasta llegar a la bujía. Los cables de encendido utilizados en estos sistemas no eran lo suficientemente resistentes para soportar estas altas tensiones, lo que ocasionaba pérdidas de corriente a tierra antes de que la chispa sea transmitida al cilindro.

Los avances y el desarrollo de nuevos materiales y la resolución de los problemas de los magnetos de alta tensión contribuyeron a la evolución de los mismos. A pesar de estos avances, el sistema de alta tensión sigue siendo el más utilizado en los motores recíprocos de las aeronaves (Dr. Ronald, Sterkenburg; Dr. Peng Hao Wang, 2022).

Antiguamente, algunas aeronaves utilizaban sistemas de encendido por batería, donde la fuente de energía provenía de una batería o un generador en lugar del magneto. Este tipo de sistema era similar al que se usaba en los automóviles de aquella época. La figura 2 presenta el esquema simplificado de cómo era el sistema de encendido por batería en las aeronaves (U.S. Department of Transportation, 2022).

Figura 2

Sistema de encendido por batería



Nota. La figura muestra el esquema del sistema de encendido por batería. Tomado de (Federal Aviation Administration, 2023).

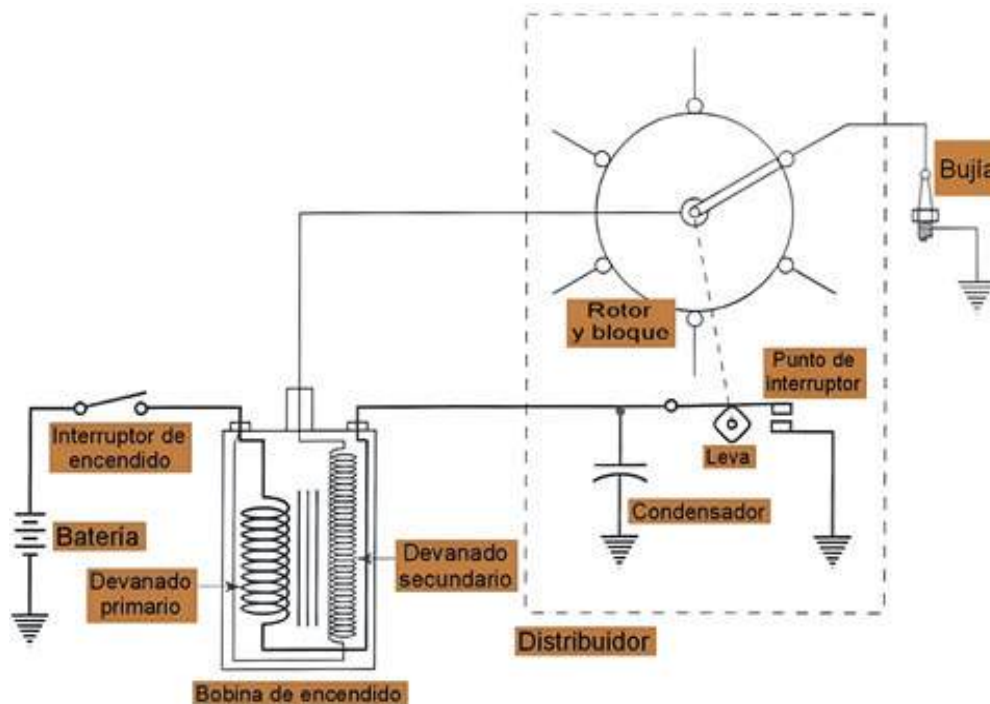
Sistema de encendido por batería

Históricamente, las baterías de las aeronaves no se consideran como una fuente de energía eléctrica especialmente confiable, así el magneto autónomo se consolida como el sistema de encendido más utilizado durante varios años. Sin embargo, una desventaja significativa del magneto es su incapacidad para generar una chispa lo suficientemente potente a bajas revoluciones, dificultando el encendido del motor. Para superar esta limitación los fabricantes de los motores han adoptado un sistema de encendido dual que combina al magneto con un sistema de batería.

Durante el arranque del motor, únicamente se emplea el sistema de batería, pero en condiciones de funcionamiento normal, ambos sistemas operan simultáneamente para garantizar un rendimiento óptimo y así tener una mayor confiabilidad durante el vuelo (Esteban, Oñate, 2019).

Figura 3

Sistema típico de encendido por batería



Nota. La figura muestra el esquema del sistema de encendido con batería. Tomado de (Aviation Maintenance, Technician Series).

Para comprender el funcionamiento del sistema de encendido por batería, se debe entender el circuito ilustrado en la Figura 3. Cuando el interruptor de encendido está en posición cerrada (OFF), la corriente de la batería fluye hacia tierra a través de los contactos del interruptor, el circuito primario de la bobina de encendido y los puntos de ruptura “platinos” cerrados en el interior del distribuidor. Este flujo de corriente genera el campo magnético alrededor del circuito primario, el cual también abarca numerosas vueltas del circuito secundario (Jeppesen, Boeing Company, 2019).

En el momento exacto para producir la chispa en el interior del cilindro, la leva del distribuidor permite abrir los platinos. Esto prohíbe el flujo de corriente en el circuito primario, lo cual provoca el colapso del campo magnético. Durante este proceso, el campo magnético pasa por las vueltas del circuito secundario, ingresando alto voltaje. La corriente de alta tensión es guiada a través del rotor del distribuidor hacia la bujía correspondiente. En la bujía, el voltaje ioniza los electrodos, permitiendo que la corriente continúe hacia tierra a través del espacio de la bujía y generando la chispa para que se encienda la mezcla de aire-combustible.

El condensador, es instalado en paralelo con los platinos, el mismo que es fundamental e importante al interrumpir el flujo de corriente. Esto posibilita la rotura rápida del campo magnético en el circuito primario, evitando la formación de arcos eléctricos en los platinos.

Sistema de encendido por magnetos

Las primeras baterías que se utilizaban eran pesadas y no cumplían con la fiabilidad necesaria para algo tan crítico como es el sistema de encendido de una aeronave, lo cual permitió utilizar el magneto como suministro principal de energía eléctrica. Existen dos tipos de sistemas de encendido por magneto: de alta tensión y de baja tensión. El sistema de alta tensión es el más utilizado en la actualidad en los motores recíprocos de las aeronaves. Por otro lado, el sistema de baja tensión fue empleado en aeronaves que operaban a grandes altitudes, en la actualidad la mayoría de las aeronaves que requieren este tipo de sistema están equipadas con motores de turbina (A, G Rivas, 2003).

El magneto es un dispositivo que actúa como generador de corriente alterna (CA) independiente, es impulsado por el motor mediante la caja de accesorios, utilizando el principio de imanes permanentes como suministro de energía primaria. Este sistema se consta de tres componentes principales que son: un imán permanente, que produce el campo magnético; la bobina compuesta de alambres por conductores enrollados y el movimiento relativo entre el campo magnético y la bobina, lo que permite generar corriente eléctrica en el alambre (Training Academy, 2022).

Principalmente, el magneto genera energía eléctrica conforme el motor gira el imán permanente, esto introduce el flujo de corriente en el cableado de la bobina. A medida que la corriente fluye por el cableado primario y cableado secundario, se forma un campo magnético alrededor de los mismos. En el momento exacto, el flujo se interrumpe intencionalmente, provocando el colapso del campo magnético a través del cableado secundario en la bobina. Esta interrupción genera la corriente de alta tensión, siendo la adecuada para producir el arco eléctrico en la bujía.

El diseño del magneto asegura que los tres elementos esenciales para la generación de electricidad el campo magnético, conductor y movimiento relativo trabajen en conjunto para desarrollar una alta tensión que impulsa una

chispa a través del espacio de la bujía en cada uno de los cilindros. Además, el funcionamiento del magneto está cuidadosamente sincronizado con el tiempo del motor, de modo que la chispa se produce únicamente cuando el pistón está en el tiempo adecuado del ciclo, generalmente unos grados específicos estos son dados por el fabricante, antes de alcanzar el punto muerto superior. Este nivel de precisión es crucial para garantizar un encendido eficiente y un rendimiento óptimo del motor (Antonio Esteban, Oñate, 2016).

Sistema del magneto de alta tensión

El sistema de encendido por magnetos de alta tensión consta de los siguientes elementos: (European Aviation Safety Agency, 2022).

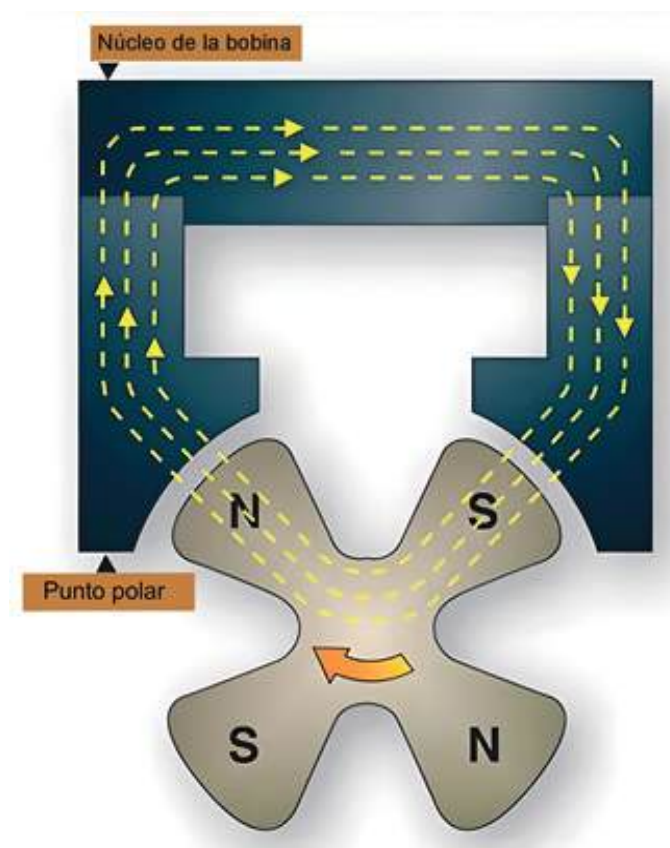
- Un generador de CA de imán permanente: Es el componente encargado de generar corriente alterna utilizando un imán permanente como fuente de energía.
- Transformador elevador de alta tensión: Incrementa el voltaje generado por el magneto, necesario para producir la chispa en cada una de las bujías.
- Punto de separación accionados por las levas: Inhiben la corriente alterna que se desplaza por el cableado primario del transformador en el correcto, permitiendo el colapso del campo magnético.
- Condensador: Ayuda acelerar la interrupción del campo magnético cuando se suspende la corriente primaria, optimizando la producción de alta tensión y evitando arcos eléctricos en los puntos de corte.
- Distribuidor: Direcciona la corriente de alta tensión a la bujía correspondiente en cada cilindro de acuerdo al orden de encendido del motor.
- Cables de encendido: Transportan la corriente de alta tensión desde el distribuidor hasta las bujías.
- Bujías: Conducen la alta tensión a las cámaras de combustión y proporcionan un espacio donde la corriente fluye hacia tierra, generando la chispa que enciende la mezcla de aire - combustible.
- Interruptor de encendido: Conecta el circuito primario del magneto a tierra, deteniendo la producción de alta tensión cuando se apaga el sistema.

Los magnetos integran un circuito magnético y dos circuitos eléctricos: uno primario y otro secundario. El circuito magnético comprende un rotor con un imán permanente accionado mediante engranajes conectados a la caja de accesorios del motor.

El imán gira dentro de un armazón, el cual es construido con láminas de acero eléctrico especial, distinguido por su permeabilidad y retentividad. La permeabilidad permite agrupar las líneas de flujo magnético y reducir al mínimo la resistencia al paso de corriente, mientras la baja retentividad facilita la inversión del flujo magnético cuando el imán rota, a esto se lo conoce como el principio de imanes permanentes. La parte del armazón o carcasa del magneto actúa como núcleo para las bobinas del transformador.

Figura 4

Imán permanente con el flujo completo pasando por el núcleo de la bobina de izquierda a derecha

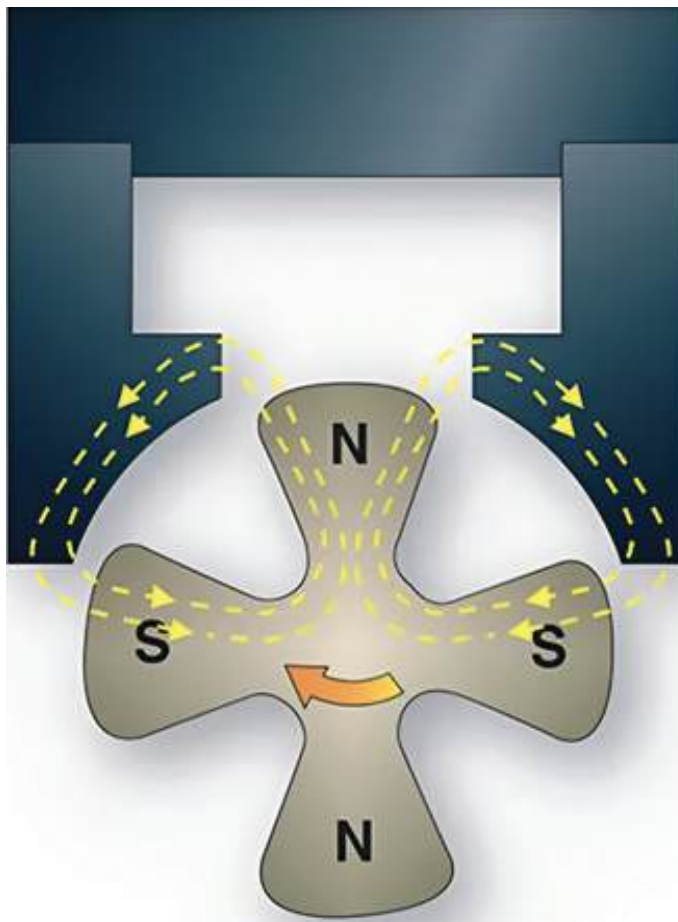


Nota. Tomado de (Aviation Maintenance, Technician Series)

Cuando el imán rotativo alcanza su posición de máximo alineamiento, como se muestra en la Figura 4, el flujo magnético máximo atraviesa el núcleo siguiendo la dirección indicada por las flechas. A medida que el imán rota, el flujo magnético disminuye progresivamente hasta llegar a 90° , como se muestra en la figura 5, donde el imán se encuentra en su posición neutra y no hay flujo magnético en el núcleo. Al continuar otros 90° (Figura 5), el imán se realinea, y el flujo magnético alcanza nuevamente su máximo, pero en dirección opuesta.

Figura 5

Magneto en posición neutra

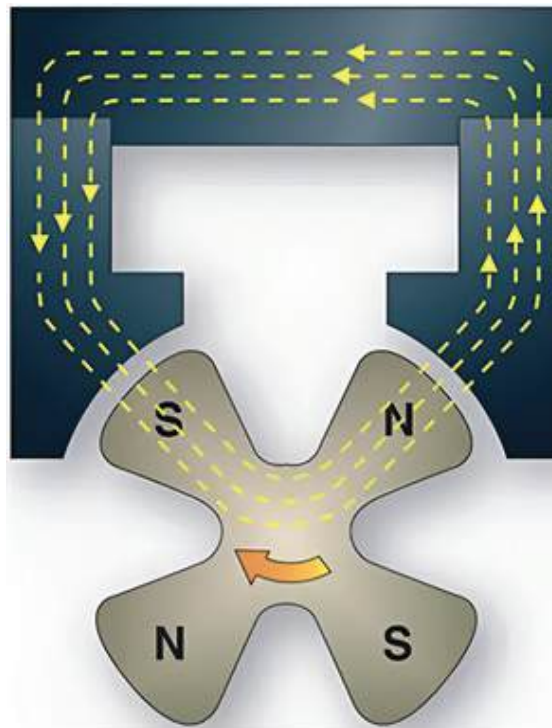


Nota. Tomado de (U.S., Department of Transportation, 2008)

El circuito eléctrico primario de un magneto incluye el cableado primario, los puntos de ruptura accionados por la leva, una bobina, un condensador y el interruptor de encendido. La relación de la función entre estos componentes está ilustrada en la Figura 6, la cual muestra cómo trabajan en conjunto para generar y controlar la chispa necesaria para el encendido del motor.

Figura 6

Imán permanente con el flujo completo pasando por el núcleo de la bobina de derecha a izquierda



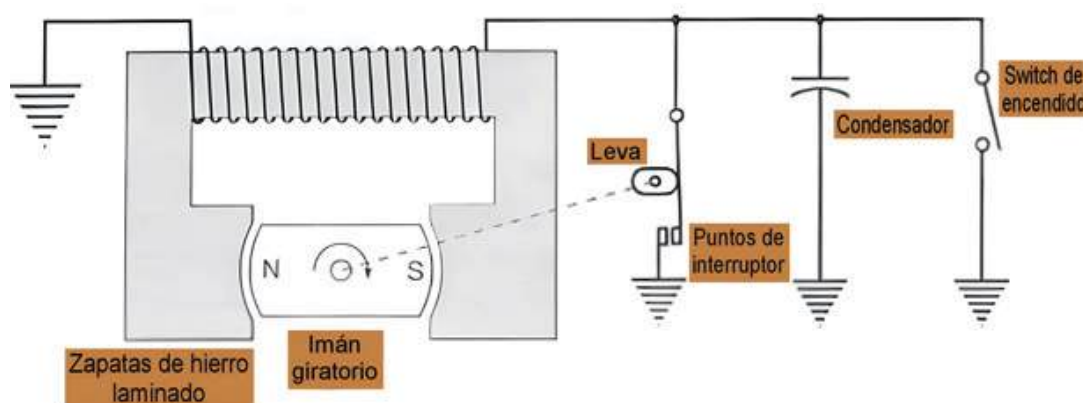
Nota. Tomado de (Aviation Maintenance, Technician Series)

Relación de la corriente entre los componentes del sistema de encendido por magneto

En este sistema de encendido, los devanados de la bobina primaria están enrollados alrededor de un núcleo de acero laminado, lo que permite que el flujo magnético cambiante atraviese las espiras de la bobina e induzca una tensión alterna en ellas. La magnitud de esta tensión inducida está directamente relacionada con la velocidad del cambio del flujo magnético y el número de espiras en el devanado de la bobina, como se muestra el funcionamiento en la Figura 7.

Figura 7

Circuito eléctrico primario del magneto



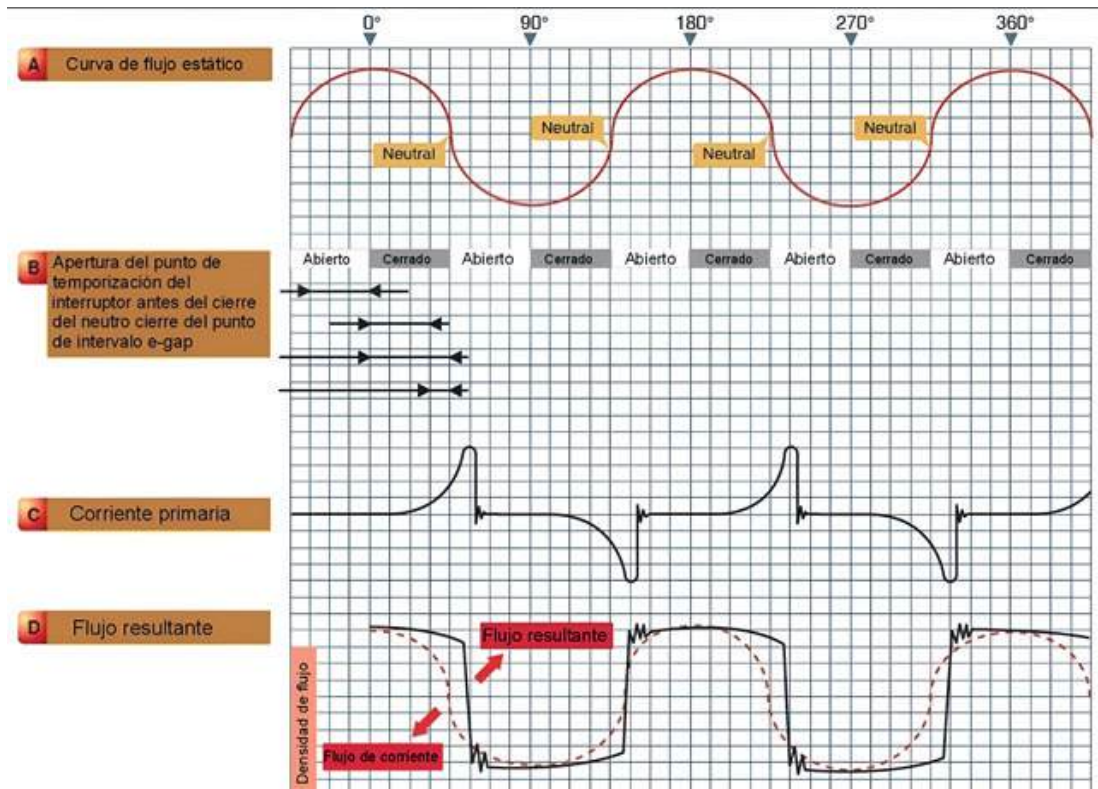
Nota. Tomado de Aviation Maintenance, Technician Series.

Cuando los platinos están cerrados, la corriente primaria es direccionada a tierra. A medida que el imán gira, la corriente comienza a almacenarse. En la posición “registro completo” E-GAP del imán, el flujo magnético es estable, esto hace que la corriente primaria sea igual a cero. Por otro lado, al pasar por la posición neutra, el flujo magnético cambia de dirección, consiguiendo su límite de cambio máxima. Este cambio brusco genera la corriente primaria más alta en las proximidades de la posición neutra del imán, como se ilustra en la Figura 8.

Mientras la corriente fluye a través del cableado primario, se produce un campo magnético que interactúa con el flujo estático del imán. Este flujo variado da lugar a un pico en la corriente primaria, que no ocurre exactamente en la posición neutra del imán, sino unos grados después de la rotación del magneto. Los puntos de ruptura se abren mediante una leva instalada en el mismo eje que el imán, en una posición específica conocida como ángulo E-gap (E – es la eficacia) o posición E - Gap. Esta sincronización precisa asegura la máxima eficiencia en la generación de la corriente de alta tensión (Federal Aviation Administration , 2023).

Figura 8

Relación entre la posición del imán, flujo estático, corriente primaria, flujo resultante y tensión secundaria del magneto



Nota. Tomado de Antonio Esteban Oñate (2016).

Cuando el imán alcanza su posición E - Gap, ha girado ligeramente más allá de su posición neutra. En esta posición, como se muestra en la Figura 8, la interacción entre el flujo estático generado por el imán y el flujo inducido por la corriente primaria produce un flujo resultante el cual queda ligeramente rezagado respecto al flujo estático. En el instante que decae la corriente primaria, el flujo resultante se anula rápidamente, adaptándose de inmediato a la curva del flujo estático (Ojeda Caicedo, Paul Alexander, 2021).

La interrupción del campo magnético es el acontecimiento fundamental que origina la alta tensión necesaria para el encendido del motor. Esta interrupción provoca que el flujo magnético pase a través de todas las espiras o vueltas del cableado en el circuito secundario de la bobina, provocando una alta tensión en el proceso. El alcance de esta tensión resulta de la rapidez con la que colapsa el campo magnético así como la relación de transformación del número de espiras o vueltas del cableado del circuito secundario y primario. Esta conexión permite amplificar elocuentemente la tensión primaria, afirmando la

formación de la chispa apropiada para encender la mezcla aire- combustible en los cilindros (Federal Aviation Administration, 2025).

El condensador mostrado en la Figura 7 representa un componente decisivo en el funcionamiento del sistema de encendido, este se instala en paralelo con los platinos para facilitar el colapso del campo magnético e impedir la formación de arcos eléctricos cuando los platinos empiezan abrirse. Este componente afianza que el sistema mantenga su eficacia y prolonga la vida útil de los platinos.

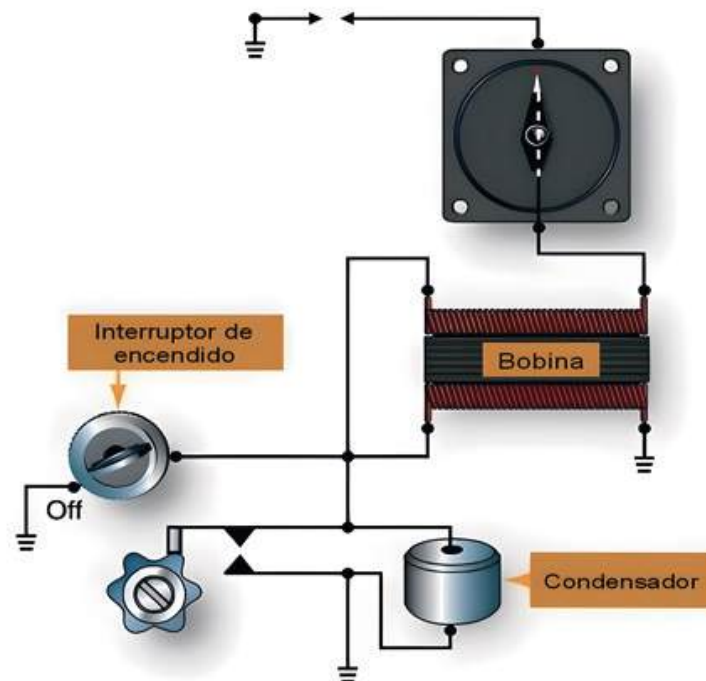
A la falta del condensador, la corriente alterna que fluye a través del circuito primario y los platinos continuará fluyendo inclusive cuando la leva comienza abrirse. Esto incitaría a la generación de un arco eléctrico debido al colapso del campo magnético, causando un deterioro significativo en los platinos. Sin embargo, con el condensador apropiado, la corriente encuentra un camino alternativo de baja resistencia a través de él cuando los platinos empiezan a separarse. Esto evita la formación del arco eléctrico y protege a los contactos.

A medida que el condensador se carga plenamente, los platinos están abiertos y no puede fluir corriente hacia tierra. Además, que la corriente alterna recorre por el cableado primario, la descarga del condensador contribuye a la reserva de corriente en el siguiente tiempo. De esta manera, el condensador no solo previene daños, sino que también ayuda a mantener el rendimiento estable del sistema de encendido.

El interruptor de encendido desempeña un papel fundamental en el control para el funcionamiento del magneto. Este interruptor está conectado en paralelo con el interruptor y condensador. Cuando el interruptor está abierto en posición (ON), como se muestra en la figura 10, el magneto opera normalmente, permitiendo la generación de alta tensión en el devanado secundario. Sin embargo, al cerrar el interruptor en posición (OFF) como se muestra en la figura 9, toda la corriente primaria fluye directamente a tierra a través de él, impidiendo que se induzca tensión en el devanado secundario.

Figura 9

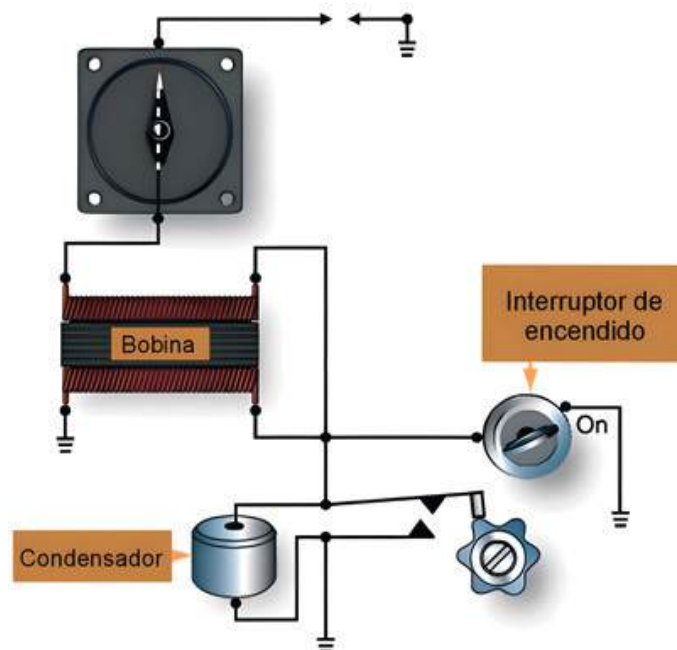
Interruptor de encendido en posición OFF



Nota. Tomado de Aviation Maintenance, Technician Series

Figura 10

Interruptor de encendido en posición ON



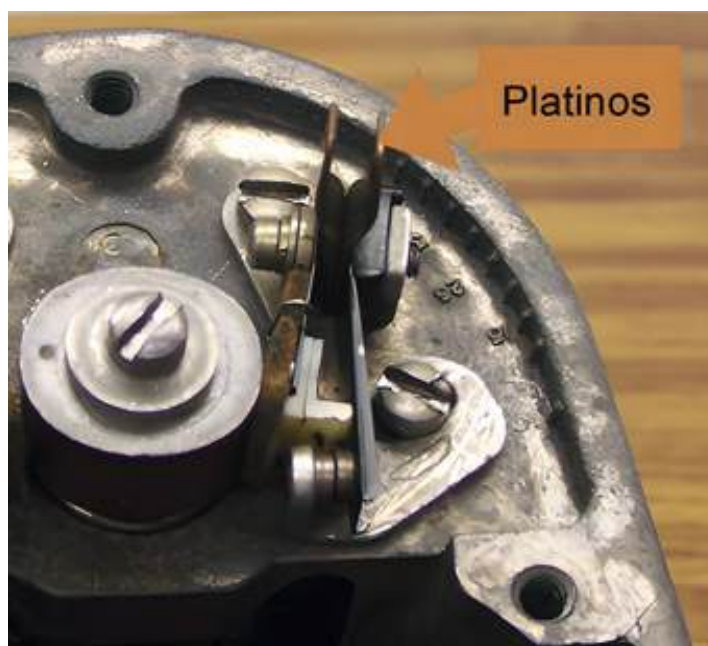
Nota. Tomado de Administration Federal Aviation (2023)

El magneto opera de manera relacionada a un radiotransmisor. El colapso imprevisto del campo magnético al abrir los platinos del interruptor genera una alta tensión en el circuito primario y en el secundario. La alta tensión ocasiona radiación electromagnética en los cables, causando interferencias en los sistemas de radio y comunicación si no se resuelve apropiadamente. Para solucionar este problema, el blindaje o revestimiento de los cables del circuito secundario captura la radiación y la desvía hacia tierra, evitando interferencias en el sistema antes mencionado (Federal Aviation Administration, 2023).

El cable P (cable primario), se conecta con los platinos como se muestra en la Figura 11, con el interruptor de encendido es susceptible a esta radiación. Al transitar corriente alterna cuando el motor está operando, actúa como una antena que difunde energía electromagnética. Para evitar interferencias, el cable P está blindado con una trenza de alambre metálico que intercepta la radiación y la redirige a tierra.

Figura 11

Puntos de contacto



Nota. Tomado de Federal Aviation Administration (2023)

Algunos magnetos modernos integran un condensador de paso que cumple una doble función: evita la formación de arcos en las puntas del interruptor y desvía la energía electromagnética del cable primario a tierra. Este condensa-

dor, situado dentro de la carcasa del magneto, tiene un terminal flexible que conecta al punto separado del disyuntor, mientras que la carcasa exterior se enlaza al interruptor del magneto y a tierra.

Cuando se impide la corriente en el cableado primario, el colapso instantáneo del campo magnético provoca alta tensión en el cableado secundario. La importancia de esta tensión deriva de la velocidad del colapso del flujo magnético y la relación de vueltas de las espiras del cableado primario y secundario, garantizando así la generación de la chispa necesaria para el encendido del motor.

El devanado secundario de la bobina está compuesto aproximadamente por 13.000 vueltas de alambre fino y aislado; esto hace que se genere una tensión muy alta, a menudo está es de 15.000 a 20.000 voltios en el circuito secundario (Antonio Esteban, Oñate, 2018). Esta configuración permite maximizar la inducción de alta tensión en el circuito secundario. Un extremo del devanado secundario está conectado al extremo libre del devanado primario, es decir, el que no está conectado a tierra.

El otro terminal del cableado secundario se conduce a un terminal externo de alta tensión ubicado en el lado lateral de la bobina. Este extremo es el punto desde que la corriente de alta tensión se transmite al distribuidor o directamente a las bujías, dependiendo del diseño del sistema de encendido del motor (Testbook Edu, Solutions Pvt. Ltd., 2023).

Esta orientación permite que el campo magnético generado en el cableado primario, al colapsar, provoque el alto voltaje en el cableado secundario, que es indispensable para formar la chispa en las bujías. El terminal de alta tensión de la bobina está diseñado para transferir la alta tensión generada hacia el distribuidor. Este terminal hace contacto con una escobilla de carbón cargada por resorte, ubicada en el centro del rotor del distribuidor como se muestra en la Figura 12. La escobilla permite que la alta tensión fluya desde la bobina al rotor, donde se distribuye hacia las bujías a través de un dedo de contacto en el rotor (Julie Summers, Walker, 2019).

Figura 12

Escobilla de carbono



Nota. Tomado de Federal Aviation Administration (2025).

El rotor gira a una velocidad sincronizada con el cigüeñal del motor, de manera que realiza contacto con los terminales de alta tensión correspondientes a todos los cilindros durante las dos vueltas completas del cigüeñal (720°) con esto se completa un ciclo de 4 tiempos. Esto asegura que cada bujía se encienda en el momento correcto de la secuencia de encendido del motor.

Orden de encendido

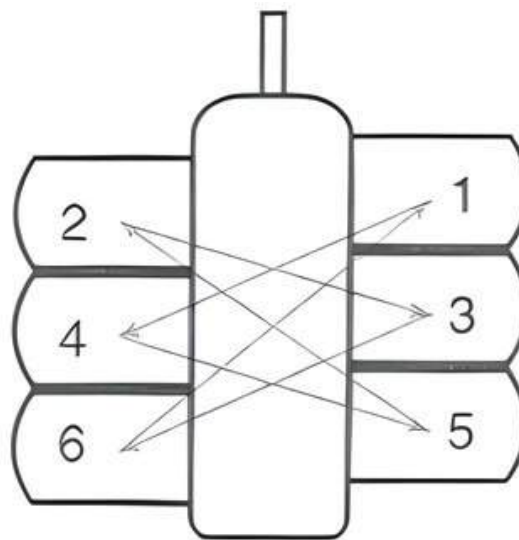
Se entiende por orden de encendido del motor a la secuencia de la combustión de la mezcla aire – combustible en cada uno de los cilindros, por tal motivo el orden de encendido cumple dos funciones importantes (Avco Corporation, 2020):

- Regula la cadencia y suavidad de los impulsos de la combustión, permitiendo la regularidad de las explosiones en el momento indicado en cada uno de los cilindros.
- Favorece a la repartición del aire por el colector de admisión a cada uno de los cilindros.

Los extremos de alta tensión del distribuidor están numerados según el orden de encendido del motor, no se debe confundir con el número del cilindro. Al conectarse los cables de las bujías al distribuidor del magneto, es transcendental seguir el orden de encendido indicado por el fabricante del motor. Por ejemplo, un motor con el orden de encendido de 1-4-5-2-3-6, se conectará el cable de la bujía del cilindro número 1 al terminal número 1 del distribuidor, el cable del cilindro 4 al terminal número 2, y así recíprocamente, como se ilustra en la Figura 13.

Figura 13

Orden de encendido de un motor de 6 cilindros Lycoming 1-4-5-2-3-6



Nota. El esquema indica el camino que debe colocarse los cables de encendido.

La alta tensión en el circuito secundario aumenta hasta que ioniza el aire en el espacio entre los electrodos de la bujía. En este momento, la tensión deja de aumentar, permitiendo que la corriente fluya a través del espacio ionizado, formando la chispa que enciende la mezcla aire – combustible.

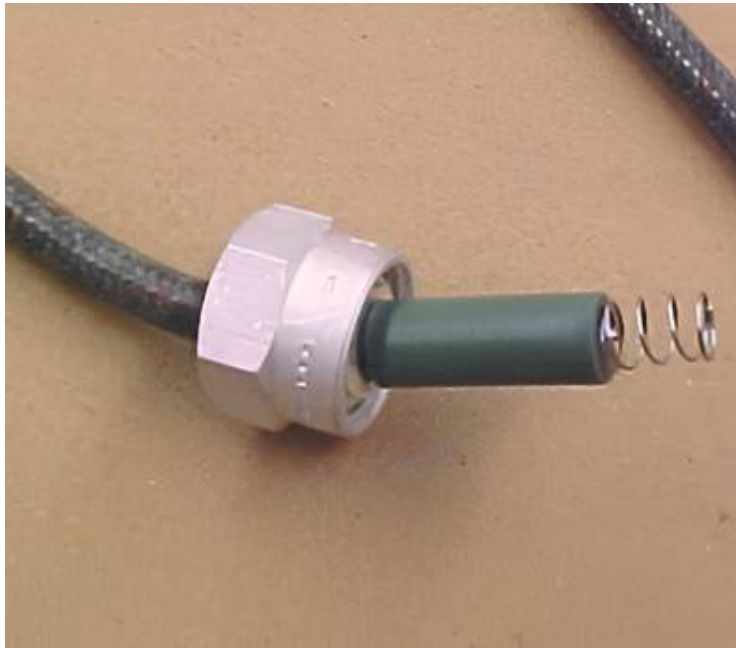
Cables de encendido

El cable de encendido tiene la función de transportar la energía eléctrica generada por el magneto hacia la bujía correspondiente. Este sistema está organizado mediante un arnés de encendido, que contiene un cable aislado para

cada cilindro alimentado por el magneto del motor como se ilustra en la figura 14. Cada cable está conectado en un extremo al bloque distribuidor del magneto y en el otro extremo a la bujía adecuada (Champion AeroSpace, 2025).

Figura 14

Cable de encendido



Nota. Tomado de Aviation Maintenance, Technician Series.

Los cables del arnés de encendido cumplen dos funciones principales:

- Conducción de alta tensión: Proporcionan un camino conductor para transferir el voltaje de alta tensión desde el magneto hasta las bujías.
- Blindaje electromagnético: Actúan como un escudo contra los campos magnéticos parásitos que rodean los cables cuando conducen corriente de alta tensión. Este blindaje conduce las líneas de fuerza magnética hacia tierra, disminuyendo elocuentemente las interferencias eléctricas que podrían afectar los radios de la aeronave y otros equipos perceptibles.

Los magnetos crean radiaciones de alta frecuencia (ondas de radio) durante su operación. Estas oscilaciones no reguladas contienen una amplia gama de frecuencias y, si no se vigilan, pueden interferir con otros sistemas electrónicos. Por esta razón, los magnetos como los cables de encendido deben es-

tar apropiadamente protegidos. Sin este blindaje, los componentes actuarían como antenas, captando y transmitiendo frecuencias aleatorias generadas por el sistema de encendido, causando potenciales fallos en la operación de los equipos de la aeronave.

Velocidad del magneto

El rotor del distribuidor dentro del magneto gira a la mitad de la velocidad del cigüeñal del motor. Aunque esta velocidad es constante, la velocidad del eje del imán giratorio depende del número de cilindros del motor como del número de polos del imán. Para calcular la relación entre la velocidad del magneto y la velocidad del cigüeñal, para tal fin está dada la siguiente ecuación (Jeppesen Company, 2011):

$$Rv = \frac{\text{número de cilindros}}{2 \times \text{número de polos del imán}} \quad (1)$$

Donde:

Rv=Relación de velocidad

2= Es la constante

Sistemas de magnetos de baja tensión

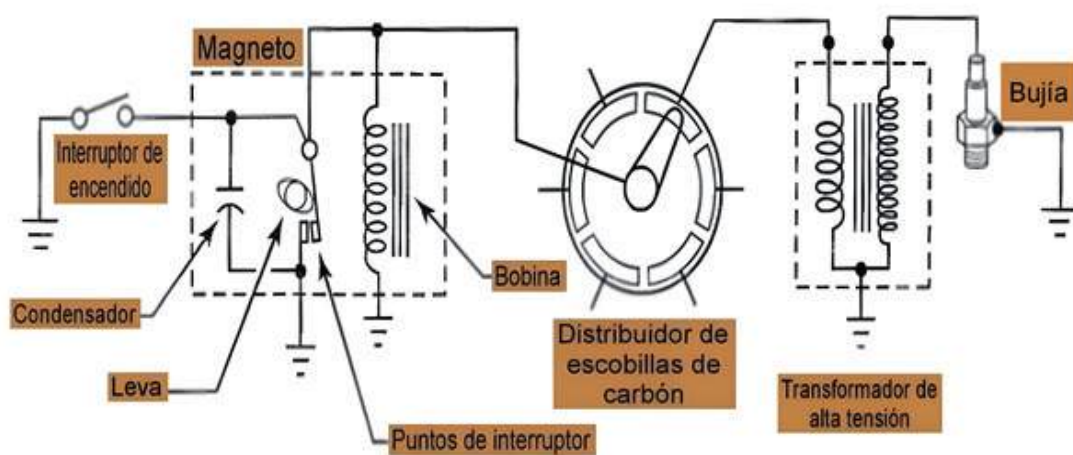
El aire a gran altitud no ofrece una adecuada resistencia eléctrica, lo que puede causar que la alta tensión en el distribuidor del magneto salte al electrodo incorrecto, generando fallos en el motor. Este fenómeno, conocido como flashover, conlleva pérdida de potencia, funcionamiento irregular y un sobrecalentamiento del motor. En algunos sistemas, los distribuidores son diseñados con un tamaño físico mayor, mientras que en otros se presuriza el distribuidor utilizando aire del sobrealimentador del motor, lo que dificulta el salto de chispas hacia electrodos no deseados (John B. Heywood, 2018).

Una alternativa eficaz para prevenir el salto de chispa a gran altitud es el uso de un sistema de magneto de baja tensión. Este tipo de magneto comparte un circuito magnético y un circuito eléctrico primario similares a los del magneto de alta tensión, pero carece de un circuito secundario completo como tal.

La corriente primaria se guía inicialmente al rotor del distribuidor de escobillas, donde es transportada al cableado primario del transformador de alta tensión diseñado para cada bujía. Estos transformadores, que comprenden de un cableado primario y un secundario, están estratégicamente situados junto a las bujías para reducir la distancia de los cables de alta tensión. Este diseño atenúa las pérdidas de energía y optimiza la eficiencia del sistema de encendido.

Figura 15

Sistema de magneto de baja tensión



Nota. Tomado de (Jeppesen Company, 2011)

Ventilación y presurización de los magnetos

La ventilación y presurización de los magnetos en el motor recíproco de las aeronaves desempeñan un papel crucial en el mantenimiento, rendimiento y fiabilidad, fundamentalmente durante el vuelo a gran altura. Los magnetos son componentes sensibles que generan alta tensión para el encendido del motor, y su correcto trabajo puede ser afectado por factores como la humedad, contaminantes o variaciones en la presión atmosférica. Para reducir estos problemas, los sistemas de ventilación y presurización se han diseñado como la solución efectiva (Federal Aviation Administration, 2023).

La ventilación de los magnetos se crea mediante sistemas que proporcionan la circulación regulada del aire dentro de la carcasa o conjunto del magneto. Este flujo de aire beneficia a disipar el calor generado durante su actividad,

impidiendo el sobrecalentamiento y reduciendo el peligro de daño a los componentes internos. Además, la ventilación evita la acumulación de humedad y partículas, que podrían obstaculizar con el sistema eléctrico y causar fallos al momento del encendido. En aeronaves que operan a bajas altitudes, este procedimiento suele ser suficiente para garantizar la seguridad de los magnetos.

Por lo contrario, a grandes altitudes, donde el aire es menos espeso y las propiedades dieléctricas del ambiente decrecen, es obligatorio recurrir a la presurización del magneto. Este sistema utiliza aire comprimido, generalmente suministrado por el sistema de sobrealimentación del motor, para aumentar la presión dentro de la carcasa del magneto. La presurización no solo mejora la capacidad aislante del aire, evitando el fenómeno de salto de chispa o flashover, sino que también contribuye a mantener una atmósfera controlada dentro del magneto, al impedir la entrada de contaminantes externos, por ejemplo aeronaves que pertenecen a este grupo como Cessna T206H, TU206, 320, 412, entre otras (Cessna Textron Company, 2019).

En ciertos casos, los dos sistemas se aprovechan de manera fundamental para mejorar el funcionamiento de los magnetos durante las diferentes fases del vuelo. La organización de ventilación y presurización garantiza que el magneto opere de forma eficiente y segura, libremente de las condiciones ambientales. Este rumbo integrado es esencial para proteger la fiabilidad del sistema de encendido, afirmando el rendimiento constante del motor y contribuyendo a la seguridad operacional de la aeronave.

Sistemas auxiliares de encendido

Uno de los importantes inconvenientes del magneto es la incapacidad para originar un impulso de tensión suficientemente alto como para encender las bujías a bajas velocidades de giro del motor (Thomas W, Wild, 2018). Esto se debe, que la velocidad de rotación del magneto, conocida como velocidad de entrada, es decisiva para inducir una tensión conveniente. Habitualmente, esta velocidad oscila entre 100 y 200 r.p.m. Sin embargo, durante el arranque del motor, el motor de arranque no gira el cigüeñal a la velocidad requerida para que el magneto alcance su velocidad de entrada, por ende dificultando así el encendido.

Además, la sincronización del encendido, ocurre antes de que el pistón llegue al punto muerto superior o Top Dead Center de la carrera de compresión,

donde puede provocar el retroceso del motor al momento del arranque. Para evitar esta falla, algunos magnetos están proporcionados con un conjunto de platinos con retardo, mismos que retrasan la chispa durante el arranque. Este dispositivo asegura que las bujías se enciendan después de que el pistón haya pasado el punto muerto superior o TDC de la carrera de compresión, reduciendo así el riesgo de retroceso.

Aunque la demora en el encendido facilita el arranque, no resuelve el problema de la baja tensión formada por el magneto a bajas velocidades. Para abordar esta insuficiencia, la mayoría de los sistemas de encendido con magneto agregan componentes auxiliares o reforzadores de encendido. Estos dispositivos están diseñados para mejorar la capacidad del magneto durante el arranque, asegurando un encendido confiable incluso a velocidades de rotación reducidas.

Entre los reforzadores de encendido más comunes se encuentran los acoplamientos por impulso, vibradores de inducción, sistemas de encendido por lluvia de chispas y magnetos de refuerzo. Cada uno de estos sistemas opera bajo principios específicos para aumentar la tensión generada por el magneto durante el arranque, garantizando que las bujías reciban la chispa necesaria para iniciar el proceso de combustión de manera eficiente en cada uno de los cilindros.

Acoplamiento de impulso

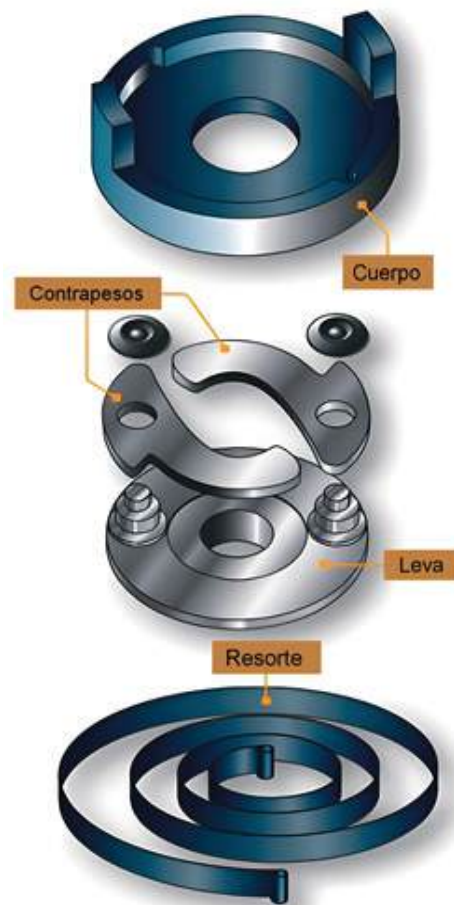
Los acoplamientos de impulso son dispositivos ampliamente utilizados para mejorar el rendimiento de los magnetos a bajas velocidades de rotación. Su función principal es proporcionar un incremento temporal en la velocidad de giro del eje del magneto, asegurando un encendido efectivo, incluso durante el arranque del motor (Champion AeroSpace, 2021). Este mecanismo también introduce un retraso en la sincronización de la chispa, lo que evita retrocesos y facilita el encendido en condiciones críticas.

El acoplamiento de impulso consta de varios componentes como el cuerpo del acoplamiento, un conjunto de leva con contrapesos y un resorte en espiral. En esta configuración, el conjunto de leva está fijado al eje del magneto, mientras que el cuerpo del acoplamiento está acoplado al movimiento del motor. Durante el arranque, cuando el cigüeñal gira lentamente, los contrapesos del

acoplamiento interactúan con pasadores de tope en la carcasa del magneto, deteniendo temporalmente la rotación del eje del magneto. Mientras tanto, el resorte en espiral se enrolla debido a la rotación del motor, como se ilustra en la figura 16.

Figura 16

Componentes del acoplamiento de impulso

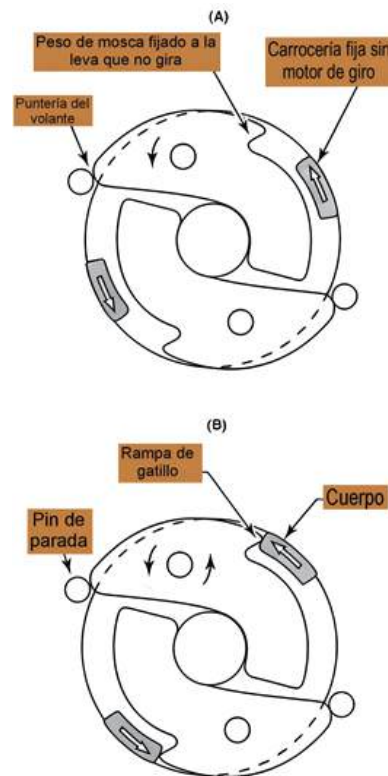


Nota. Tomado de (Jeppesen Company, 2011).

Cuando el pistón alcanza el punto muerto superior (TDC), las fuerzas internas del acoplamiento liberan el resorte. Esto permite que el eje del magneto acelere rápidamente, generando una chispa de alta tensión en el momento adecuado para el encendido. Este incremento momentáneo en la velocidad de rotación del magneto asegura que se alcance la velocidad de entrada necesaria para producir una chispa efectiva, incluso a bajas velocidades del cigüeñal, como se ilustra en la figura 17.

Figura 17

Esquema sobre la argumentación



Nota. La figura ilustra A) Cuando los contrapesos tocas los pasadores de tope, el eje del magneto se detiene y el motor enrolla el resorte de acoplamiento. B) Al activarse los topes de disparo, los contrapesos se liberan y el resorte impulsa rápidamente el magneto. Tomado de (Aviation Maintenance, Technician Series).

A medida que el motor alcanza velocidades normales de funcionamiento, la combustión regular asegura que el cigüeñal gire a una velocidad suficiente para que el magneto genere las chispas necesarias. En este punto, la fuerza centrífuga actúa sobre los contrapesos del acoplamiento, desactivando el mecanismo y permitiendo que el magneto opere con su sincronización de encendido normal, sin retrasos ni asistencia adicional del acoplamiento de impulso. Este diseño asegura un arranque confiable y una transición suave al funcionamiento estándar del motor.

Vibrador de inducción

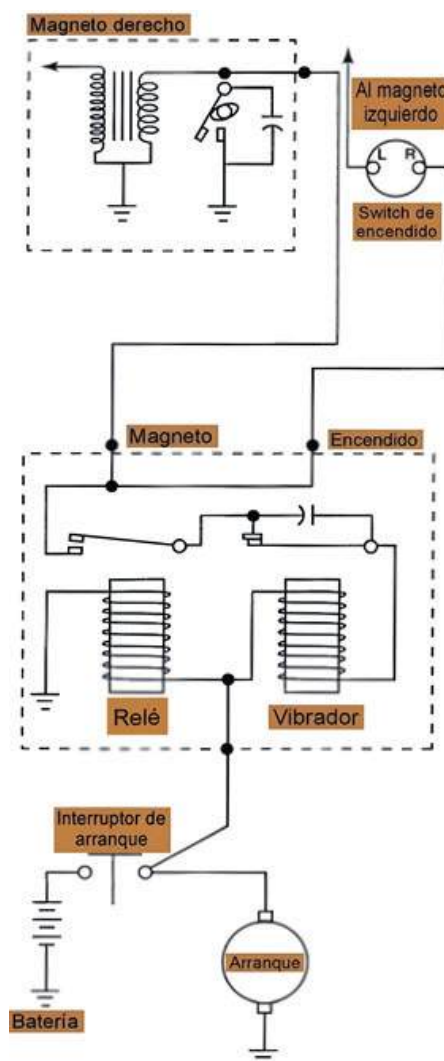
La mayoría de sistemas alternativos modernos emplean vibradores de inducción junto con puntos de ruptura retardada para generar un flujo conti-

nuo de corriente de alto voltaje retardada a través de los electrodos de las bujías durante el arranque. Un ejemplo destacado de este diseño es el sistema Shower of Sparks (lluvia de chispas) del fabricante del magneto Bendix. Este sistema cuenta con un interruptor de encendido que ofrece cinco posiciones: APAGADO, IZQUIERDA, DERECHA, AMBAS, y una posición ARRANQUE con resorte (Ken, Gardner, 1978).

En la posición apagado, los devanados primarios de ambos magnetos están conectados a tierra, lo que impide la generación de chispa, y el circuito entre el bus de la batería y el vibrador de arranque permanece abierto, asegurando que el sistema no esté activo, como se ilustra en la figura 18.

Figura 18

Inducción de vibración



Nota. Tomado de (Federal Aviation Administration, 2023).

Lluvia de chispas

El sistema de encendido Shower of Sparks (Lluvia [sic] de chispas), es una versión mejorada del vibrador de inducción, que mantiene las mismas funciones esenciales, pero incorpora un conjunto de puntos de ruptura retardados para ajustar la sincronización del encendido durante el arranque del motor. Usualmente, los puntos de ruptura de retardo se encuentran en el magneto izquierdo, mientras que los puntos de avance están en el magneto derecho (Continental Motors, 2019).

Al activar el interruptor de arranque, un relé en el vibrador de arranque inicia el proceso. Cuando el motor comienza a funcionar y el interruptor de arranque se desconecta, se corta la alimentación de la batería al vibrador de arranque, eliminando la conexión a tierra del magneto derecho y retirando los puntos de retardo del magneto izquierda del circuito como se ilustra en la figura 19.

Figura 19

Unidad vibradora



Nota. Tomado de (Aircraft Magneto Service, 2024).

Preguntas propuestas

1. ¿Cuál sería la configuración de un motor de seis cilindros que utiliza un magneto con un imán de dos polos?
2. Los dos tipos del sistema de encendido son:
 - a) _____
 - b) _____
3. Los tres circuitos en un magneto son:
 - a) _____
 - b) _____
 - c) _____
4. ¿ El sistema mecánico que utiliza un resorte para hacer girar el imán y producir una chispa retardada para arrancar el motor se denomina acoplamiento de _____?
5. Las posiciones del interruptor de encendido usado en un sistema de encendido por vibración son:
 - a) _____
 - b) _____
 - c) _____
 - d) _____
 - e) _____
6. ¿Qué tipo de mezcla debe existir en el cilindro para que ocurra la combustión?

7. ¿Por qué es importante que la chispa ocurra en el momento correcto del ciclo del motor?
8. ¿Qué ocurriría si el ángulo de avance del encendido no está correctamente calibrado?
9. ¿Cómo contribuye el mantenimiento preventivo del sistema de encendido a la seguridad de la aeronavegabilidad del motor?
10. ¿Qué función cumple el distribuidor en los motores que no tienen encendido electrónico?



<https://acortar.link/RErFDS>

CAPÍTULO II

Componentes del sistema de encendido

Objetivos

- Reconocer la autonomía operativa del magneto respecto al sistema eléctrico de la aeronave, valorando su papel como fuente independiente de energía del sistema de encendido del motor. Describir la función, principio operativo y características técnicas de los componentes fundamentales del sistema de encendido aeronáutico, tales como magnetos, distribuidores, bujías, cables e interruptores, estableciendo su interrelación dentro del proceso de ignición en motores recíprocos.
- Analizar las particularidades constructivas y de funcionamiento de los principales fabricantes y modelos de magnetos, bujías y cables de encendido, comparando su desempeño, materiales, resistencia y adaptabilidad a las condiciones extremas del medio en que opera, conforme a las especificaciones de la normativa de la autoridad aeronáutica.
- Evaluar la importancia del mantenimiento preventivo y la correcta selección de los componentes del sistema de encendido, identificando los parámetros técnicos que garantizan una combustión eficiente, mayor confiabilidad operativa y el cumplimiento de los estándares de seguridad aeronáutica establecidos por el fabricante y la normativa vigente.

Sistema encendido

Componentes del sistema de encendido

El sistema de encendido es una parte esencial de los motores de aeronaves, encargado de proporcionar la chispa necesaria para el encendido de la mezcla aire-combustible en los cilindros. A lo largo de los años, los sistemas de encendido han evolucionado para ofrecer mayor precisión, durabilidad y resistencia a condiciones extremas.

Un sistema típico de encendido en motores de aeronaves está compuesto por varios componentes clave, como son los magnetos, el distribuidor, las bujías, los cables de encendido y el interruptor de encendido. Cada uno desempeña un papel específico y complementario en la generación, transmisión y control de la energía eléctrica que enciende al motor (Mauna Loa Helicopter Training , 2024).

Magnetos

Los magnetos es el núcleo del sistema de encendido. Estos dispositivos generan electricidad de alta tensión de manera autónoma, sin depender de fuentes externas. Esto los hace ideales para los motores recíprocos de las aeronaves, ya que suministran de forma continua la energía incluso en caso de fallos eléctricos en otras partes de la aeronave. Los magnetos suelen estar diseñados para resistir las demandas extremas del entorno de vuelo, incluyendo altas temperaturas, vibraciones y cambios de presión (Orissa School, of Mining Engineering, 2020).

Existen dos fabricantes principales de magnetos para motores recíprocos de aeronaves que son Bendix / Continental y Slick / Champion Aerospace como se muestra en la Figura 20 (Champion, AeroSpace, 2025). Ambos fabricantes han desarrollado tecnologías confiables y ampliamente utilizadas en la industria aeronáutica, ofreciendo magnetos que cumplen con estándares de seguridad y rendimiento requeridos por los fabricantes de los motores (Aircraft, Spruce, 2009).

Figura 20

Magneto Slick



Nota. Tomado de Champion, AeroSpace, (2025)

Los magnetos Bendix / Continental son conocidos por su durabilidad y diseño robusto, que los hace ideales para aplicaciones en aeronaves de alta potencia (Ver Anexo A). Por otro lado, los magnetos Slick / Champion Aerospace destacan por su diseño compacto, facilidad de mantenimiento y menor peso, características que los hacen particularmente populares en aeronaves que pequeñas y de entrenamiento (Ver Anexo B). Ambos fabricantes ofrecen modelos con características avanzadas, como sistemas de ajuste de sincronización y opciones de ignición auxiliar para facilitar el arranque en condiciones adversas, garantizando un funcionamiento confiable y eficiente como se muestra en la figura 21.

Figura 21

Magneto Bendix



Nota. Tomado de Aircraft, Spruce (2009).

Distribuidor

El distribuidor, otro componente importante, dirige la energía generada por el magneto hacia las bujías en el orden de encendido adecuado. Este proceso es fundamental para garantizar una combustión eficiente y sincronizada en todos los cilindros del motor. A través de los cables de encendido, la alta tensión va desde el distribuidor hasta las bujías, que producen la chispa necesaria para iniciar la combustión en cada cilindro (Hartzell, Engine Tech, 2024).

Su principal función es distribuir la corriente eléctrica generada por el magneto hacia las bujías de cada cilindro en el momento exacto de la combustión. Este proceso sincronizado permite que el motor opere de manera uniforme, maximizando la potencia y reduciendo el consumo de combustible.

Además, el distribuidor es crucial para mantener la confiabilidad, un factor indispensable para la seguridad de las aeronaves. El diseño del distribuidor también permite una durabilidad excepcional en condiciones adversas, como cambios extremos de temperatura, vibraciones y altas altitudes. Los componentes están fabricados para resistir el desgaste y minimizar la necesidad de mantenimiento, lo cual es vital para reducir costos operativos y maximizar el tiempo de actividad de las aeronaves. Este nivel de fiabilidad y resistencia asegura que los motores puedan enfrentar las demandas del entorno de aviación con un desempeño constante, como se muestra en la figura 22.

Figura 22

Distribuidor del magneto



Nota. Tomado de Federal Aviation Administration (2023).

Además, el distribuidor contribuye a la precisión del sistema de encendido, clave para reducir emisiones y garantizar la combustión completa. Esto no solo mejora la eficiencia energética del motor, sino que también contribuye al cumplimiento de normativas por los fabricantes de los motores.

Interruptor de encendido

El interruptor de encendido es parte esencial del sistema de encendido, ya que proporciona control directo sobre la activación y desactivación de los magnetos que alimentan las bujías del motor. Este interruptor permite al piloto iniciar, operar y detener el motor con seguridad y eficiencia (Ver Anexo C). Su diseño está orientado a garantizar un funcionamiento confiable, incluso en condiciones operativas exigentes. Las diferentes posiciones del interruptor permiten al piloto comprobar el correcto funcionamiento de los magnetos antes del despegue (Aerocadet, 2006). Este procedimiento, conocido como “prueba de magnetos”, ayuda a identificar problemas potenciales en el sistema de encendido, como bujías defectuosas o un fallo en una de los magnetos, evitando riesgos durante el vuelo como se muestra en la figura 23.

Figura 23

Interruptor de control para el sistema de encendido



Nota. Tomado de (Aerocadet, 2006).

La versatilidad del interruptor de encendido también permite una gestión eficiente del motor en diversas situaciones. Por ejemplo, su capacidad para se-

leccionar un magneto específico o ambas asegura una combustión uniforme y óptima en los cilindros, lo que es crucial para maximizar la potencia y reducir el desgaste del motor.

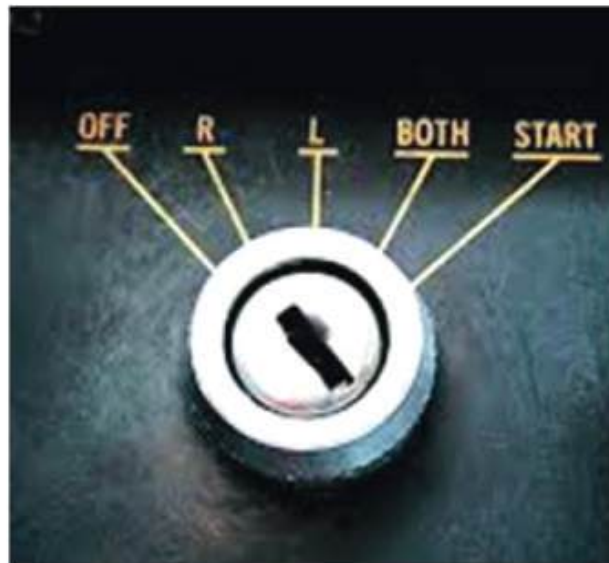
Posiciones del interruptor de encendido

El interruptor de encendido tiene cinco posiciones, como se muestra en la figura 24, las cuales se detallan a continuación (CFI, Notebook, 2025):

- **OFF (Apagado):** En esta posición, el sistema de encendido está completamente desactivado, y los magnetos no generan corriente eléctrica. Se utiliza principalmente cuando el motor está detenido para garantizar la seguridad y evitar encendidos accidentales.
- **LEFT (Izquierda):** Activa únicamente el magneto izquierdo del motor. Esta posición es utilizada durante la prueba de magnetos para verificar el funcionamiento independiente del magneto izquierdo.
- **RIGHT (Derecha):** Activa únicamente el magneto derecho del motor. Al igual que la posición LEFT, esta configuración permite comprobar que el magneto derecho está operando correctamente.
- **BOTH (Ambas):** En esta posición, ambos magnetos están activos y alimentan las bujías del motor simultáneamente. Es la configuración habitual durante el vuelo, ya que asegura una combustión más eficiente y uniforme.
- **START (Arranque):** Esta posición activa el motor de arranque eléctrico mientras conecta los magnetos al sistema de encendido. Una vez que el motor comienza a girar, el interruptor vuelve automáticamente a la posición BOTH, asegurando una transición suave al modo de funcionamiento normal.

Figura 24

Posiciones del interruptor de encendido aeronave Cessna 150M



Nota. Tomado de (CFI, Notebook, 2025).

Cables de encendido

Los cables de encendido tienen como función principal transmitir la corriente eléctrica generada por las magnetos hacia las bujías de cada cilindro, garantizando que se produzca la chispa necesaria para la combustión (Continental Motors, INC., 2011). La calidad y el estado de estos cables son determinantes para el rendimiento del motor, ya que cualquier pérdida de energía eléctrica durante su transmisión puede afectar negativamente la eficiencia y la potencia del motor, se utilizan dos tamaños principales de cables para los arneses de encendido de 5 mm y 7 mm (Ver anexo D).

De estos, el cable de 5 mm es el más ampliamente empleado debido a su versatilidad y adaptabilidad en la mayoría de aplicaciones. Los cables de encendido modernos están diseñados con terminales compatibles tanto con bujías blindadas de 5/8-24 como con bujías resistentes a todo tipo de clima de 3/4-20.

Estos cables están diseñados para soportar condiciones extremas presentes en el entorno de aviación, como altas temperaturas, vibraciones constantes y exposición a la humedad. Su aislamiento está fabricado con materiales de alta

resistencia térmica y dieléctrica, lo que minimiza el riesgo de cortocircuitos o pérdidas de corriente. Esto asegura un funcionamiento confiable incluso en las condiciones más adversas, lo cual es vital para la seguridad de vuelo como se muestra en la figura 25.

Figura 25

Cables del sistema de encendido



Nota. Tomado de Champion, AeroSpace (2022).

Los cables de encendido de 7 mm necesitan un radio de curvatura más amplio debido a su mayor grosor. Para facilitar su instalación en espacios limitados, se pueden emplear terminales acodados que permiten doblar los cables sin comprometer su integridad. Estos terminales están disponibles en ángulos de 70°, 90°, 110° y 135°, ofreciendo versatilidad para adaptarse a diferentes configuraciones del motor.

Por otro lado, los terminales rectos de 5 mm son más flexibles y no requieren un radio de curvatura tan grande. Sin embargo, para garantizar una instalación adecuada y evitar daños, se recomienda utilizar un soporte que mantenga el radio de curvatura necesario, asegurando un funcionamiento óptimo y prolongando la vida útil del cable de encendido. Además, los cables de encendido son fundamentales para evitar interferencias electromagnéticas con otros sistemas electrónicos de la aeronave. Están equipados con blindajes especiales que reducen estas interferencias, asegurando que los instrumentos de navegación y comunicación operen sin interrupciones.

Blindaje de los cables de encendido

El material del blindaje y su color en los cables de encendido no solo facilitan la identificación visual, sino que también proporcionan información sobre las propiedades físicas y funcionales del cable (Ver Anexo E). Estas propiedades son fundamentales para proteger el sistema de encendido y asegurar su funcionamiento en las condiciones extremas de operación de los motores de aeronaves (Champion, Aerospace Inc, 2025). A continuación se detalla el material y el color del blindaje ya que están relacionados con su resistencia y funcionalidad:

Blindaje plateado o metálico: Indican protección reforzada contra las interferencias electromagnéticas (EMI) y alta resistencia térmica como se muestra en la figura 26.

Figura 26

Cables de encendido trenzados metálicos



Nota. Tomado de Champion, AeroSpace (2022).

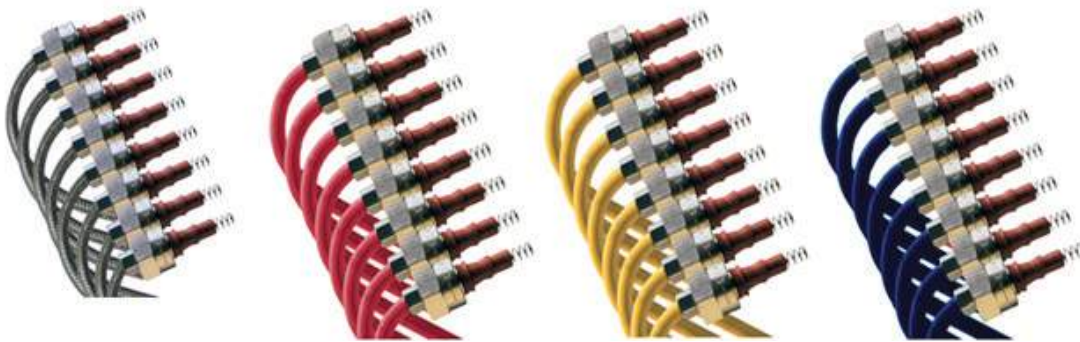
Blindajes en colores específicos (amarillo, azul, otros): Se usan para identificar cables con propiedades especiales o de alta especificación para ciertos motores recíprocos como se muestra en la figura 27. A continuación, se detalla el color del blindaje en relación a la capacidad del cable para soportar temperaturas extremas y su nivel de aislamiento eléctrico.

- Negro o gris oscuro: Generalmente indica cables estándar diseñados para soportar temperaturas del compartimento del motor.

- Rojo o amarillo: Suele señalar cables de alta resistencia térmica, diseñados para condiciones de calor extremo, como en motores de alto rendimiento.
- Azul: Se relaciona con cables diseñados para resistir condiciones ambientales específicas, como alta humedad o ambientes corrosivos.

Figura 27

Cables de encendido por colores



Nota. Tomado de Champion, AeroSpace (2025).

Bujías

Las bujías están diseñadas para encender la mezcla de aire - combustible dentro de los cilindros mediante la generación de una chispa de alta tensión. Esta chispa se produce cuando la alta tensión, suministrada por los magnetos, salta entre los electrodos de la bujía, ionizando el aire en el espacio y permitiendo que la corriente fluya para iniciar la combustión (Tempest, 2020).

En motores recíprocos de las aeronaves, cada cilindro suele estar equipado con dos bujías, conectadas a magnetos independientes. Este diseño de redundancia aumenta la seguridad, ya que garantiza que el motor pueda seguir funcionando incluso si una bujía o un o un magneto falla. Además, el uso de dos bujías por cilindro mejora la eficiencia de la combustión, ya que permite una ignición más uniforme de la mezcla aire - combustible en la cámara de combustión, lo que resulta en un mejor rendimiento del motor y menores emisiones como se muestra en la Figura 28, estas operan bajo condiciones extremadamente exigentes, enfrentándose a temperaturas, presiones eléctricas y presiones de cilindro muy elevadas (Ver Anexo F).

Por ejemplo, un cilindro de un motor que gira a 2,100 rpm genera alrededor de 17 chispas de alta tensión por segundo, cada una atravesando el entrehierro de una sola bujía. Estas descargas, que a simple vista podrían parecer una chispa continua, ocurren a temperaturas superiores a los 3000 °F.

Simultáneamente, las bujías soportan presiones de gas que alcanzan hasta 2000 psi y tensiones eléctricas de hasta 20000 voltios. Dada la severidad de estas condiciones, cualquier fallo en la producción de una chispa puede comprometer directamente el rendimiento del motor, generando una pérdida de potencia (Champions, AeroSpace, 2025). Este entorno extremo resalta la importancia crítica de las bujías para garantizar una combustión eficiente y un funcionamiento confiable del motor (Ver Anexo G).

Figura 28

Bujía



Nota. Tomado de Champion, AeroSpace (2025).

Las bujías para motores de aeronaves están construidas con materiales de alta calidad para soportar las altas temperaturas, presiones y vibraciones de los entornos de operación.

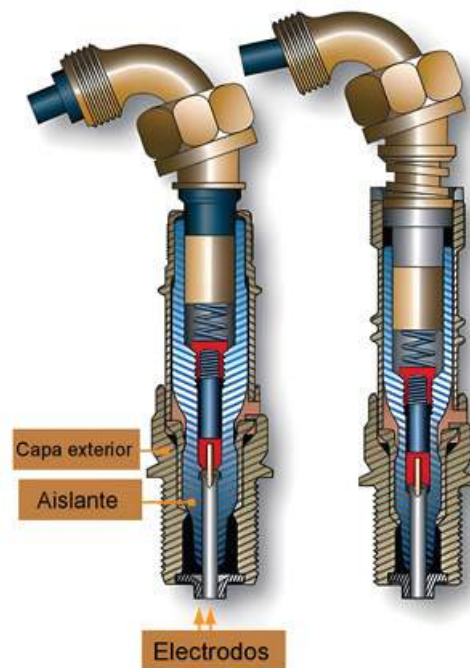
Partes de la bujía

Las bujías tiene tres principales componentes que son el electrodo, el aislante y la carcasa exterior como muestra la figura 29. La carcasa es fabricada generalmente de acero finamente mecanizado, cuenta con roscas de alta precisión para prevenir la corrosión y rigidez. Un anillo de cobre asegura un

sellado hermético que evita fugas de gases. Además, la conexión con el cable de encendido está diseñada para ser resistente al agua, garantizando un funcionamiento confiable en diversas condiciones climáticas.

Figura 29

Partes de la bujía



Nota. Tomado de (Aviation Maintenance, Technician Series).

El aislante, hecho de cerámica de óxido de aluminio, cumple dos funciones esenciales: proporcionar aislamiento eléctrico y transferir el calor de la punta de la bujía a la culata del cilindro. Este material destaca por su alta resistencia mecánica, conductividad térmica y propiedades dieléctricas. Los electrodos, por su parte, pueden ser macizos o de hilo fino, fabricados con materiales como níquel, iridio o platino como se ilustra en la figura 30. Mientras que los electrodos macizos son más económicos pero menos duraderos, los de hilo fino ofrecen una vida útil más larga y un mejor rendimiento gracias a su capacidad para generar chispas más intensas y consistentes. Sin embargo, el espacio de chispa de cualquier electrodo es vulnerable a la erosión, lo que puede afectar su eficiencia con el tiempo.

Figura 30

Bujía con electrodos finos

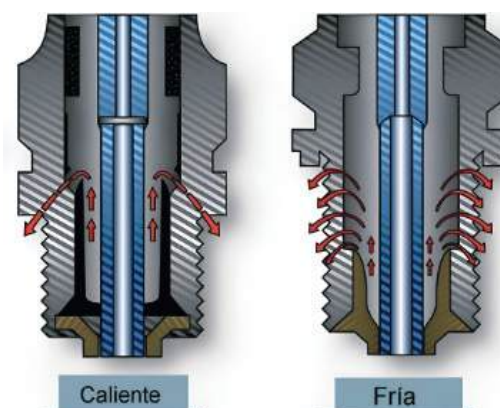
Nota. Tomado de Jeppesen Company (2011).

Tipos de bujías

El rango térmico de una bujía mide su capacidad para disipar el calor generado durante la combustión. Las bujías deben operar lo suficientemente calientes para evitar la acumulación de depósitos de carbonilla, pero no tanto como para provocar preencendido, para lo cual se toma en consideración dos tipos de bujías calientes y frías como se muestra en la figura 31.

Las bujías calientes poseen una punta aislante más larga, lo que ralentiza la transferencia de calor, mientras que las bujías frías transfieren el calor más rápidamente debido a un aislante más corto. Esta característica es crucial para adaptarse a las diferentes demandas del motor durante el vuelo, desde bajas velocidades y cargas ligeras hasta potencia de crucero y despegue.

Figura 31

Bujías calientes y frías

Nota. Tomado de Antonio Esteban, Oñate (2016).

El alcance de una bujía, definido por la longitud de la parte roscada que entra en el cilindro, es otro factor crítico. Un alcance incorrecto puede causar problemas graves, como contacto con pistones o válvulas, o la acumulación de carbonilla en las roscas, lo que dificulta su extracción y puede generar preencendido. Por ello, es fundamental utilizar bujías homologadas y especificadas por el fabricante, considerando factores como la relación de compresión y el grado de sobrealimentación del motor.

Las designaciones REM y RH son códigos comunes utilizados por los fabricantes de bujías para motores recíprocos de aviación que sirven para identificar características específicas de estas partes esenciales en motores recíprocos. Estas identificaciones están relacionadas principalmente con el tamaño de la rosca, lo que afecta la compatibilidad de la bujía con el diseño del motor.

Las bujías REM, por ejemplo, cuentan con una rosca estándar de 18 mm, lo que las hace ideales para motores más grandes o de diseño clásico, que requieren componentes capaces de soportar altas presiones y temperatura como se ilustra en la figura 32. Por otro lado, las bujías RH tienen una rosca más pequeña, de 14 mm, y están diseñadas para motores más compactos o modernos, donde el tamaño reducido contribuye a una instalación eficiente en espacios limitados como se ilustra en la figura 32.

Figura 32

Bujía REM



Nota. Tomado de Aerocadet (2006).

El tamaño de la rosca no solo determina la compatibilidad mecánica, sino también el rendimiento térmico y la durabilidad de las bujías. Las REM, con su mayor tamaño, están diseñadas para motores que generan más calor y presión en el cilindro, facilitando una transferencia térmica adecuada y evitando problemas como el preencendido. Por otro lado, las RH son ideales para motores más ligeros, donde las condiciones de operación son menos extremas, pero requieren una precisión en la ignición para maximizar la eficiencia de combustible y reducir emisiones.

Figura 33

Bujía RH

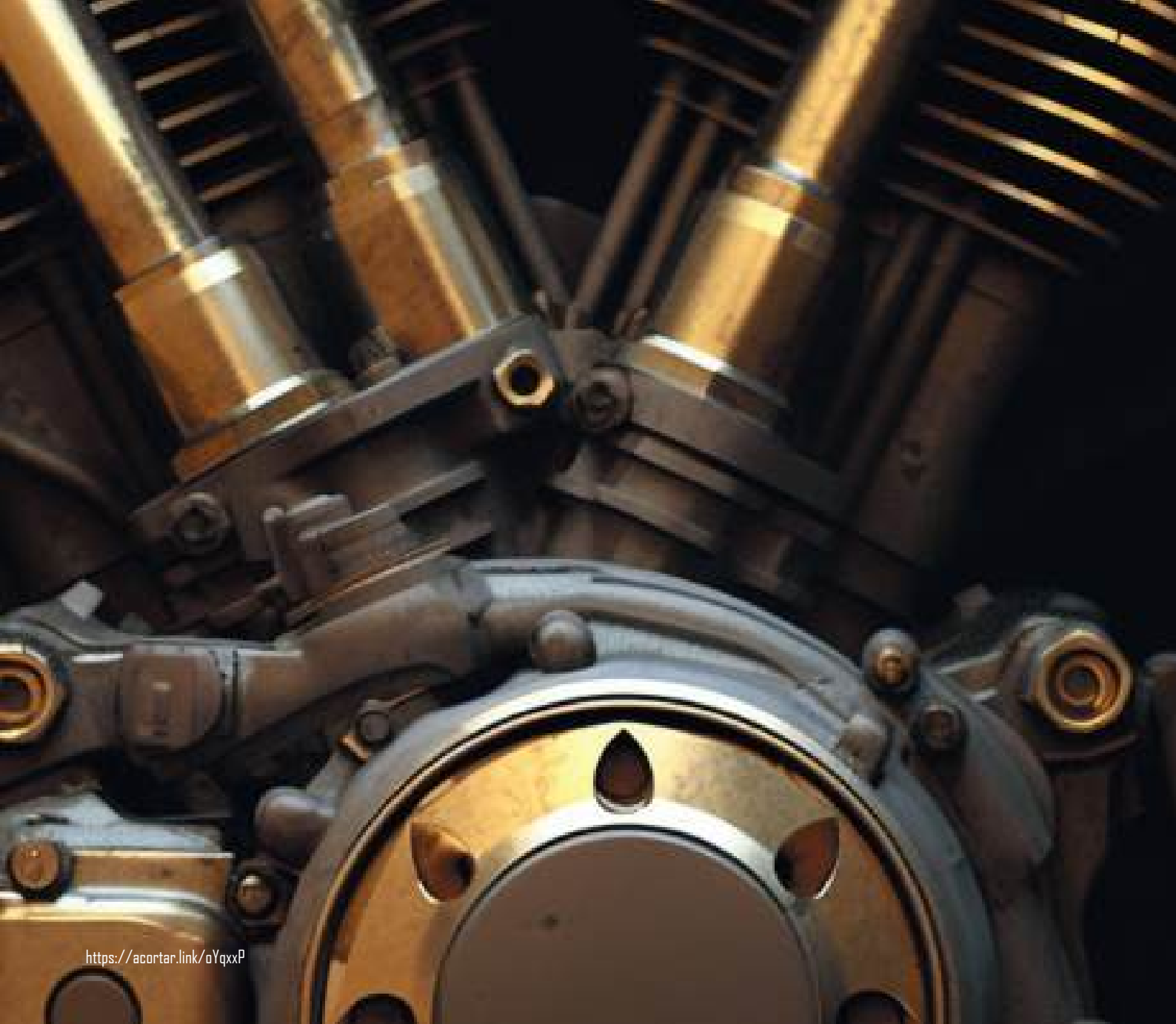


Nota. Tomado de (Aircraft, Spruce, 2025).

La selección entre bujías REM y RH debe basarse estrictamente en las especificaciones proporcionadas por el fabricante del motor. Utilizar una bujía incorrecta puede generar problemas como un sellado ineficaz, acumulación de carbonilla en las roscas, dificultades en el mantenimiento, o incluso daños en el motor debido a interferencias físicas con los pistones o válvulas.

Preguntas propuestas

1. Los dos componentes en un distribuidor del magneto es _____ y el _____.
2. Deben evitarse las curvas cerradas en los cables de encendido porque existe el peligro de debilitar el _____.
3. Los dos tamaños de casquillos de bujía utilizados en los motores recíprocos de aeronaves son _____ mm y _____ mm.
4. ¿Cuáles son los dos tamaños de roscas de las bujías?
 - a) _____
 - b) _____
5. La bujía de encendido de rango térmico correcto para usar en un motor con baja temperatura de cilindro es una bujía _____.
6. ¿Cuáles son los principales componentes del sistema de encendido?
7. ¿Por qué los magnetos son ideales para motores alternativos aeronáuticos?
8. ¿Por qué se realiza la “prueba de magnetos” antes del vuelo?
9. ¿Qué diferencia hay entre los magnetos Bendix/Continental y Slick/Champion Aerospace?
10. ¿Por qué los motores aeronáuticos utilizan dos bujías por cilindro?



<https://acortar.link/oYqxxP>

CAPÍTULO III

Mantenimiento e Inspección del
sistema de encendido
del motor recíproco

Objetivos

- Aplicar los procedimientos técnicos de mantenimiento e inspección del sistema de encendido, abarcando la verificación, sincronización, ajuste del E-Gap del magneto y comprobaciones operativas, conforme a los lineamientos establecidos por la normativa aeronáutica y los manuales del fabricante.
- Diagnosticar y corregir fallas asociadas a los componentes del sistema de encendido, tales como magnetos, cables, bujías e interruptores, mediante métodos de inspección visual y técnicas de sincronización, asegurando la eficiencia y confiabilidad del encendido en motores recíprocos.
- Desarrollar competencias técnicas en el manejo de procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo, incluyendo la limpieza, rotación, instalación y calibración de bujías, así como la inspección del arnés y puntos de ruptura, con el fin de prolongar la vida útil del sistema y garantizar un funcionamiento seguro y eficiente del motor.

Inspección preliminar del sistema

El sistema de encendido de una aeronave es producto de un diseño meticuloso y pruebas rigurosas para garantizar un rendimiento confiable y aeronavegable. Aunque este sistema suele operar de manera fiable, su mantenimiento e inspección periódica son esenciales para evitar problemas. Con el tiempo, el desgaste natural puede afectar su funcionalidad, especialmente en sistemas con magnetos. Entre los defectos comunes se encuentran el deterioro de materiales aislantes, el desgaste de los puntos de ruptura, la corrosión, problemas en los cojinetes y retenedores de aceite, además de fallos en las conexiones eléctricas (Flight Standards Service, 2012).

La sincronización del encendido entre el magneto y el motor es crítico para el funcionamiento óptimo del motor y requiere un ajuste extremadamente preciso. Para lograrlo, es necesario cumplir con cuatro condiciones generales:

- El pistón del cilindro número 1 debe estar posicionado en el número específico de grados que indique en el manual del fabricante o en la placa de identificación del motor antes que el pistón llegue al punto muerto superior en su carrera de compresión.

- El imán giratorio del magneto debe alcanzar la posición E-Gap, donde genera la chispa más efectiva.
- Los puntos de ruptura deben estar abriéndose exactamente en el lóbulo correspondiente de la leva número 1.
- El dedo del distribuidor debe estar alineado con el electrodo que corresponde al cilindro número 1.

Estas condiciones garantizan una combustión eficiente y un rendimiento óptimo del motor, minimizando el riesgo de fallos durante la operación de la aeronave. Si alguna de las condiciones esenciales para la sincronización del sistema de encendido no se cumple, el sistema estará fuera de tiempo. Esto significa que la chispa no se genera en el momento correcto, lo que afecta negativamente al rendimiento del motor o tampoco el motor puede encenderse (Chuck, Holsclaw, 2019).

Cuando el encendido ocurre antes de que el cigüeñal alcance su posición óptima, se dice que el tiempo del magneto está adelantado. En esta situación, el pistón, al ascender en el cilindro, enfrenta la oposición de la fuerza de la combustión, lo que genera pérdida de potencia, sobrecalentamiento, y puede causar detonación y preignición. Por otro lado, si el encendido ocurre después de la posición óptima del cigüeñal, la sincronización del magneto es tardía. Esto da como resultado una combustión incompleta, pérdida de potencia, y la necesidad de aumentar la apertura del acelerador para mantener la carga de la hélice (Flight Standards Service, 2012).

La humedad es otro factor que puede afectar el funcionamiento del sistema de encendido. Esta puede ingresar a través de grietas, tapas sueltas o como consecuencia de la condensación, especialmente durante cambios de presión atmosférica. Aunque el calor del motor normalmente evapora la humedad, en ocasiones puede condensarse al enfriarse el motor, acumulándose en componentes aislantes.

Incluso pequeñas cantidades de humedad pueden reducir la eficiencia del sistema, cortocircuitando parte de la corriente de alto voltaje. En casos graves, toda la energía del magneto puede descargarse a tierra debido a rastros de carbono o descargas de chispa. Sin embargo, estos problemas son raros en vuelo debido a las altas temperaturas del sistema, siendo más comunes durante el arranque o el funcionamiento en tierra (TITLE 14 OF THE CODE OF FEDERAL REGULATIONS (14 CFR), 1998).

Además, es importante diagnosticar correctamente los problemas en el sistema de encendido. A menudo, las bujías son señaladas como defectuosas cuando el problema real reside en otro componente del motor. Mal funcionamiento del carburador, distribución desigual del combustible, solape excesivo de válvulas, fugas en el sistema de cebado de combustible o ajustes inadecuados de la mezcla y ralentí pueden mostrar síntomas similares a un fallo de encendido.

Cambiar las bujías puede ofrecer una mejora temporal, pero no solucionará la causa del problema. Un conocimiento profundo del motor, inspecciones cuidadosas y prácticas de mantenimiento adecuadas son esenciales para identificar y corregir correctamente estos problemas.

Dispositivos de sincronización de encendido

Marcas de referencia de sincronización del motor

Los motores recíprocos cuentan con marcas de referencia de sincronización integradas, cuya ubicación y diseño varían según el fabricante como se muestra en la figura 34. En algunos motores, estas marcas están presentes en el cubo del engranaje de arranque y se alinean con la marca del motor de arranque cuando el cubo está correctamente instalado.

En motores que no disponen de este cubo, las marcas suelen ubicarse en el borde de la brida de la hélice, donde la marca de punto muerto superior (TC) se alinea con la línea de división del cárter cuando el pistón del cilindro N° 1 está en esta posición (Continental Motors, 2017). Adicionalmente, otras marcas en la brida indican grados antes del punto muerto superior, permitiendo ajustes precisos de sincronización.

Figura 34

Características del lenguaje denotativo

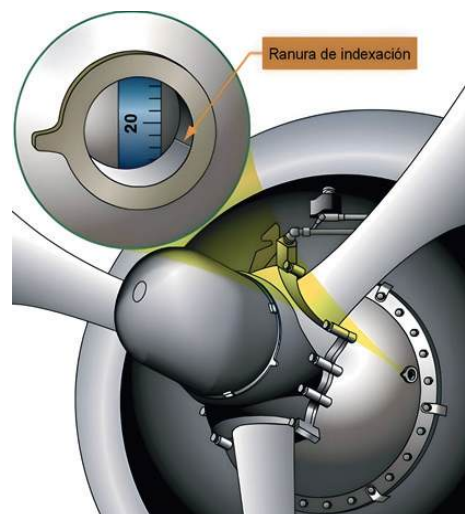


Nota. Tomado de (Lycoming Engines , 2025)

En ciertos modelos, las marcas de grados están en el engranaje de transmisión de reducción de la hélice, visibles tras retirar un tapón de la carcasa del engranaje reductor como se muestra en la figura 35. En otros motores, las marcas se encuentran en una brida del cigüeñal y son accesibles a través de un tapón en el cárter como se muestra en la figura 36. Cada motor incluye en su manual las instrucciones específicas para localizar y utilizar estas marcas de referencia (Lycoming Engines, 2006). Estas instrucciones son esenciales para asegurar una correcta sincronización del encendido y un óptimo rendimiento del motor.

Figura 35

Marca de sincronización incorporada en el engranaje reductor de la hélice



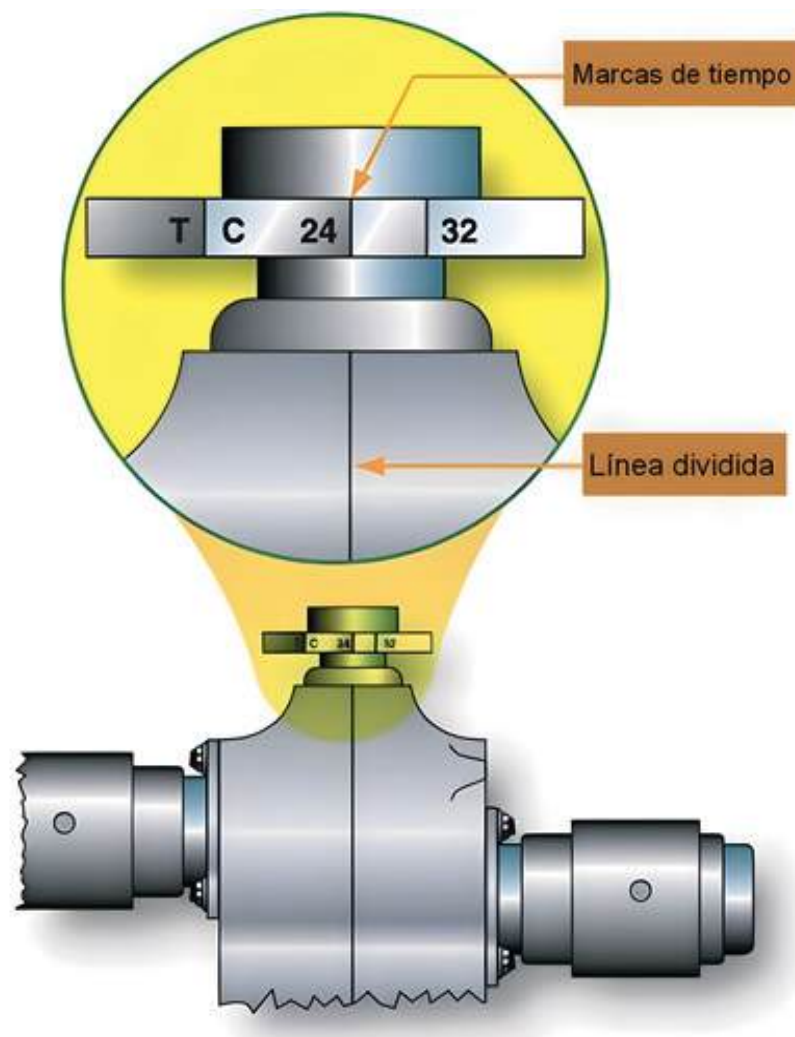
Nota. Tomado de Federal Aviation Administration (2023).

Al usar estas marcas para posicionar el cigüeñal, es crucial mirar directamente a través de las partes relevantes, como la sección de la nariz, el eje de la hélice, la brida del cigüeñal o el engranaje de campana. Observar en ángulo puede provocar errores en el posicionamiento.

Generalmente, en los motores recíprocos se utiliza el cilindro N° 1, que debe estar en su carrera de compresión, para ajustar o verificar la sincronización de los magnetos. Además, durante la instalación de los magnetos, las marcas de sincronización deben coincidir para garantizar un encendido preciso y eficiente.

Figura 36

Marcas de sincronización de la brida de la hélice.



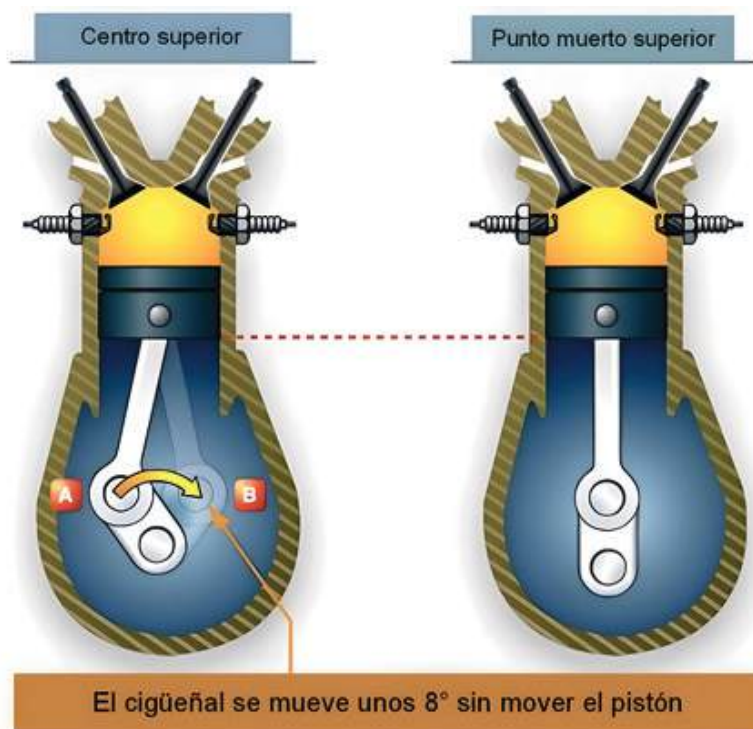
Nota. Tomado de Federal Aviation Administration (2025).

Indicadores de posición del pistón

Cualquier posición del pistón utilizada como referencia para el encendido, las válvulas o la bomba de inyección está relacionada con una posición clave del pistón conocida como el punto muerto superior (TDC). Sin embargo, esta posición no debe confundirse con la posición precisa del pistón llamada punto superior (TC), ya que presenta una peculiaridad: cuando el pistón alcanza el punto muerto superior, la posición del cigüeñal puede variar entre 1° y 5° . Esto se debe a una característica conocida como la “zona de no recorrido”, ilustrada en la figura 37, que muestra un arco entre las posiciones A y B donde el pistón no se desplaza significativamente (Continental Motors, 2017).

Figura 37

Diferencia entre punto superior y punto muerto superior



Nota. Tomado de Federal Aviation Administration (2025).

La zona de no recorrido ocurre entre el instante en que el cigüeñal y la biela dejan de empujar el pistón hacia arriba y el momento en que el cigüeñal comienza a tirar del pistón hacia abajo. Durante este breve intervalo, aunque el cigüeñal rota, el pistón permanece prácticamente inmóvil. El punto muerto

superior, por tanto, es un punto de referencia, tanto para el pistón como para el cigüeñal, sirviendo como base para determinar todas las demás posiciones relativas de ambos componentes.

Cuando el pistón está en el punto muerto superior, también se encuentra en el centro de esta zona de no recorrido. En esta posición se puede trazar una línea recta que pasa por el centro del muñón del cigüeñal, la muñequilla del cigüeñal y el bulón del pistón, como se muestra en el lado derecho de la Figura 37. En esta alineación específica, cualquier fuerza aplicada al pistón no sería capaz de generar movimiento en el cigüeñal, lo que resalta la importancia del punto muerto superior como referencia técnica en el diseño y sincronización de motores.

Luces de sincronización

Las luces de sincronización se utilizan para ayudar a determinar el instante exacto en que se abren los puntos del magneto. Hay dos tipos generales de luces de sincronización de uso común. Ambos tienen dos luces y tres conexiones de cable externas. Aunque ambos tienen circuitos internos que son algo diferentes, su función es muy parecida.

Figura 38

Sincronizador de magnetos



Nota. Tomado de Flight Standards Service (2012)

Figura 39

Luz de sincronización



Nota. Tomado de Federal Aviation Administration (2025).

Tres cables se conectan a la caja de luz de sincronización. En la parte frontal de esta unidad se encuentran dos luces, una verde y otra roja, junto con un interruptor para encender y apagar la unidad como se ilustra en la figura 39. Para operar la luz de sincronización, se deben realizar las conexiones adecuadas: el cable negro central, etiquetado como “cable de masa”, se conecta a la carcasa del magneto que se está probando. Los otros dos cables se conectan a los cables primarios del conjunto de puntos de ruptura de las magnetos que se están sincronizando, y el color de cada cable coincide con el color de la luz correspondiente en la unidad (Avco, Corporation, 2017).

Con esta configuración, es posible determinar si los puntos de ruptura están abiertos o cerrados simplemente encendiendo el interruptor y observando las luces. Si los puntos están cerrados, la mayoría de la corriente fluye a través de ellos, evitando que las luces se enciendan. Por el contrario, si los puntos están abiertos, la corriente fluye a través del transformador, encendiendo las luces. En algunos modelos, este comportamiento es inverso: las luces se apagan cuando los puntos están abiertos.

Cada luz está controlada de manera independiente por el conjunto de puntos al que está conectada, lo que permite identificar el momento exacto, en relación con la rotación del rotor del magneto. Cabe destacar que la mayoría de las luces de sincronización utilizan baterías como fuente de energía, las cuales deben reemplazarse después de un uso prolongado. Intentar operar la luz de sincronización con baterías débiles puede generar lecturas incorrectas debido a la insuficiencia de corriente en los circuitos, comprometiendo la precisión del proceso de sincronización.

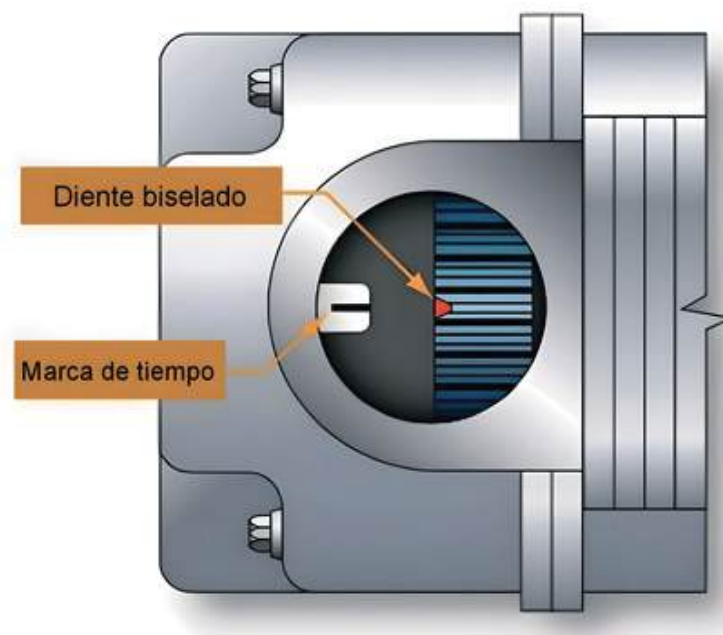
Comprobación de la sincronización interna del magneto

Al instalar o preparar un magneto, la principal prioridad es garantizar su sincronización interna. El fabricante de cada modelo del magneto especifica el ángulo exacto, conocido como E-Gap, en el cual un polo del imán del rotor debe estar desplazado más allá de la posición neutra para generar la chispa más intensa en el momento en que los puntos de ruptura comienzan a abrirse (Champion Aerospace, 2009). Este desplazamiento angular varía según el modelo del magneto.

Un método para verificar la sincronización interna es mediante un escalón tallado en el extremo de la leva del distribuidor. Al colocar una regla sobre este escalón y alinearla con las marcas de sincronización situadas en el borde de la carcasa, se confirma que el rotor está en la posición E-gap (Champion Aerospace LLC, 2021). Es ahí donde los puntos de contacto del interruptor deben comenzar a abrirse. Otro enfoque utiliza una marca de sincronización que se alinea con un diente biselado, momento en el cual los puntos de contacto deben estar comenzando a abrirse, como se aprecia en la figura 40 (Continental Motors, INC., 2011).

Figura 40

Sincronización interna



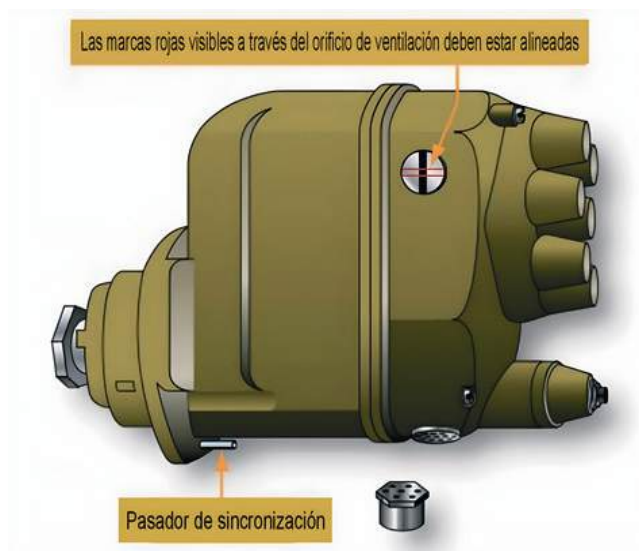
Nota. Tomado de Federal Aviation Administration (2023).

En algunos modelos, el ajuste del E-Gap se verifica mediante un pasador de sincronización que se inserta en una posición específica (Champion Aerospace LLC, 2021). Simultáneamente, unas marcas rojas visibles a través de un orificio de ventilación en el lateral de la carcasa del magneto deben estar perfectamente alineadas. En este caso, los puntos de contacto también deben abrirse justo cuando el rotor alcanza la posición E-gap figura 41.

El proceso conocido como sincronización en banco o ajuste del E-Gap consiste en posicionar el rotor del magneto en la posición de E-Gap y ajustar los puntos del interruptor de manera precisa, asegurándose de que estos se abran cuando las marcas de sincronización del sistema estén alineadas perfectamente. Este ajuste es crucial para garantizar el rendimiento óptimo y el correcto funcionamiento del magneto.

Figura 41

Comprobación de la separación E.Gap del magneto



Nota. Tomado de (Federal Aviation Administration, 2025).

Ajuste E - Gap del magneto de alta tensión sincronización en banco

Para comprobar y ajustar la sincronización de los puntos de ruptura para el magneto S-200, que no tiene marcas de sincronización en el compartimento de ruptura (Continental Motors, INC., 2011), se siguen los siguientes pasos:

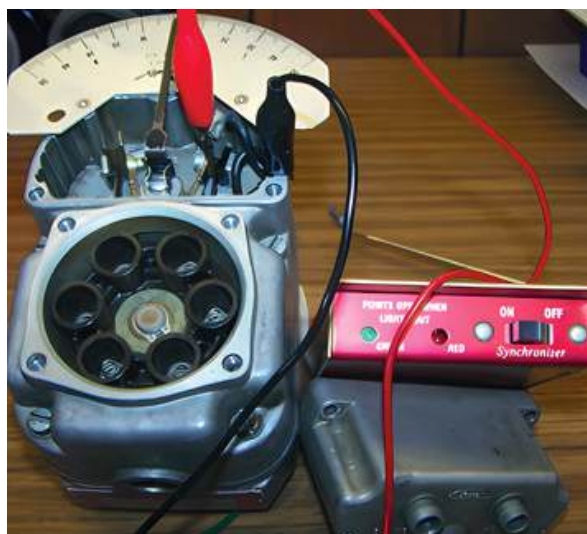
1. Retire el tapón de inspección de sincronización de la parte superior del magneto. Gire el imán giratorio en su sentido normal de rotación has-

ta que el diente pintado y biselado del engranaje del distribuidor esté aproximadamente en el centro de la ventana de inspección. A continuación, gire el imán unos grados hacia atrás hasta que se encuentre en su posición neutra. Debido a su magnetismo, el imán giratorio se mantiene a sí mismo en la posición neutra.

2. Instale el kit de sincronización y coloque el puntero en la posición cero, como se grafica en la figura 42.
3. Conecte una luz de sincronización adecuada a través de los puntos del interruptor principal y gire el imán en su dirección normal de rotación 10° como indica el puntero. Esta es la posición E-gap. Los puntos del interruptor principal deben ajustarse para abrirse en este punto.
4. Gire el imán giratorio hasta que el seguidor de leva se encuentre en el punto más alto del lóbulo de leva y mida la holgura entre los puntos de ruptura. Esta holgura debe ser de 0,46 milímetros (mm) $\pm 0,15$ mm [0,018 pulgadas $\pm 0,006$ pulgadas]. Si la holgura entre los puntos de ruptura no está dentro de estos límites, se deben ajustar los puntos para que queden correctamente ajustados. Entonces es necesario volver a comprobar y reajustar la sincronización para la apertura del disyuntor. Si los puntos del disyuntor no pueden ajustarse para abrirse en el momento correcto, deben sustituirse.

Figura 42

Instalación del kit de sincronización



Nota. Tomado de Federal Aviation Administration, (2023).

Sincronización del magneto de alta tensión con el motor

Cuando se reemplacen los magnetos en motores recíprocos, hay que tener en cuenta dos factores (Champion AeroSpace, 2021):

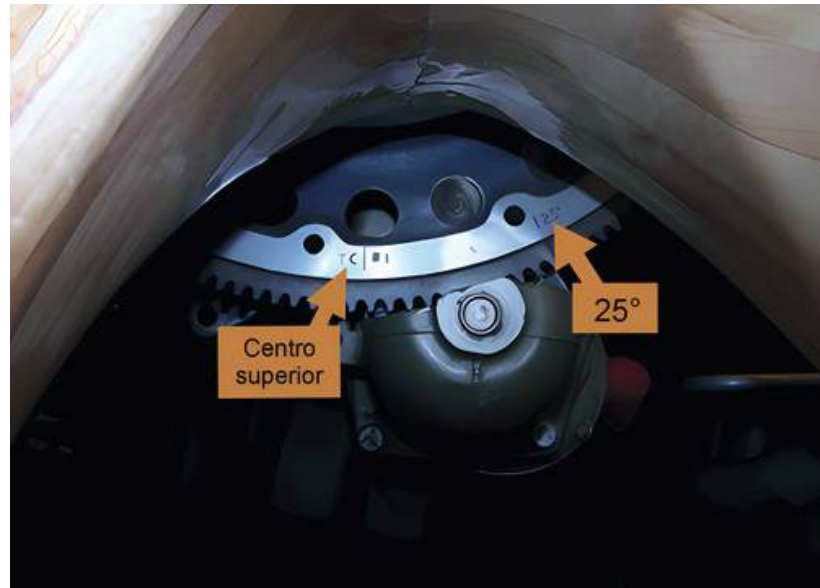
1. La sincronización interna del magneto, incluido el ajuste del punto de ruptura, que debe ser correcta para obtener la máxima tensión potencial del magneto.
2. La posición del cigüeñal del motor donde se produce la chispa. El motor se sincroniza normalmente utilizando el cilindro No. 1 en la carrera de compresión.

El magneto debe sincronizarse ajustando o comprobando primero la sincronización interna con el magneto fuera del motor. Esto se hace comprobando y ajustando los puntos de encendido para que se abran en la posición E-Gap. El diente biselado debe alinearse en el centro de la ventana de sincronización. El magneto está ajustado para encender el cilindro No. 1. Retire la bujía más accesible del cilindro No. 1. Gire la hélice en el sentido de encendido del motor hasta que el pistón No. 1 esté subiendo en la carrera de compresión. Esto se puede determinar manteniendo un pulgar sobre el orificio de la bujía hasta que se sienta el aire de compresión.

Ajuste el cigüeñal del motor en el número prescrito de grados por delante del punto muerto superior verdadero, según lo especificado en las instrucciones del fabricante, generalmente usando las marcas de sincronización en el motor. Con el motor ajustado al número prescrito de grados por delante del punto muerto superior verdadero en la carrera de compresión y con el movimiento final del motor detenido en la dirección de rotación normal, se puede instalar el magneto en el motor, como se muestra en la figura 43.

Figura 43

Marcaciones de sincronización alineadas



Nota. Tomado de Federal Aviation Administration (2023).

Mientras que sostiene la impulsión del magneto en la posición de encendido para el cilindro No. 1 según lo indicado por la alineación de las marcas de referencia para el magneto. Coloque una luz de sincronización en ambas magnetos. Con el motor todavía en posición de encendido, los magnetos deben sincronizarse moviéndolas en las ranuras de la brida hasta que los puntos de ruptura del magneto se abran (Dave, Prizio , 2013). Si las ranuras en la brida de instalación del magneto no permiten suficiente movimiento para efectuar la apertura del punto de ruptura para el cilindro No. 1, mueva el magneto fuera de posición para permitir girar el eje de accionamiento del magneto. A continuación, vuelva a instalar el magneto en su posición y repita la comprobación anterior de la apertura del punto.

Instale las tuercas de fijación del magneto en los espárragos y apriételas ligeramente. Las tuercas no deben estar tan apretadas que impidan el movimiento del conjunto del magneto al golpear la brida de instalación del magneto. Vuelva a conectar la luz de sincronización al magneto y a las puntas del interruptor. Con la luz y el interruptor encendidos, gire el conjunto del magneto primero en la dirección de rotación y luego en la dirección opuesta.

Esto se hace para determinar que los puntos se acaban de abrir. Después de completar este ajuste, ajuste las tuercas de sujeción. Mueva la hélice una

pala en dirección opuesta a la de rotación y luego, mientras observa la luz de sincronización, mueva la hélice en la dirección de rotación hasta que se alcance el número prescrito de grados por delante del punto muerto superior. Asegúrese de que las luces de ambos conjuntos de puntos se enciendan dentro de la posición de sincronización prescrita por el fabricante.

Tanto el juego de puntas derecho como el izquierdo deben abrirse en el mismo instante, la sincronización magneto - motor es correcta y todas las fases del funcionamiento del magneto están sincronizadas. Algunos de los primeros motores tenían lo que se denominaba sincronización escalonada, en la que un magneto se disparaba a un número diferente de grados antes del punto muerto superior en la carrera de compresión. En este caso, cada magneto debía sincronizarse por separado. Si se utiliza el encendido escalonado, la bujía más cercana a la válvula de escape se encenderá primero.

Comprobación del sistema de encendido

El sistema de encendido de una aeronave se verifica durante la puesta en marcha del motor, como parte de la inspección previa al vuelo. Esta prueba, conocida como la comprobación del magneto, también se realiza antes de apagar el motor. Su propósito es evaluar el estado y funcionamiento de los componentes del sistema de encendido, incluyendo los magnetos, arneses y bujías.

Para llevar a cabo esta comprobación, primero se debe permitir que el motor alcance las revoluciones por minuto (rpm) especificadas por el fabricante del motor para realizar la prueba, dejando que estas se estabilicen. A continuación, el interruptor de encendido se coloca en la posición “Derecha” y se observa la caída de rpm en el tacómetro. Luego, se regresa el interruptor a la posición “Ambos” y se espera unos segundos para que las rpm vuelvan a estabilizarse. Posteriormente, se cambia el interruptor a la posición “Izquierda” y se registra nuevamente la caída de rpm antes de devolverlo a la posición “Ambos” (Textron Aviation, 2016).

La caída de rpm debe ser uniforme para ambos magnetos y, por lo general, se encuentra en el rango de 25-75 rpm. Este descenso se produce porque la combustión con un solo magneto no es tan eficiente como cuando ambas funcionan simultáneamente, proporcionando chispas en el cilindro. Es esencial consultar el manual del fabricante para verificar los límites específicos de caída de rpm, ya que estos varían según el modelo.

Si se detecta una caída excesiva o desigual, puede ser indicativo de problemas en el sistema de encendido, como fallas en el magneto, cables de encendido desgastados o bujías defectuosas. En caso de una caída significativamente alta en el magneto, se recomienda operar el motor exclusivamente con ese magneto para aislar y corregir el problema.

Comprobación del interruptor de encendido

La comprobación del interruptor de encendido se realiza para garantizar que todos los cables de masa del magneto estén correctamente conectados a tierra. Generalmente, esta prueba se lleva a cabo a 700 rpm. En los motores de aeronaves que no operan a estas bajas revoluciones, se debe ajustar la velocidad del motor a la más baja posible para llevar a cabo la comprobación. Una vez que se alcanza la velocidad adecuada, se debe girar brevemente el interruptor de encendido a la posición “apagado”. El motor debe detenerse completamente después de una caída de entre 200-300 rpm. Después de esta caída, se debe devolver el interruptor a la posición “ambos” lo más rápido posible para evitar el riesgo de un reinicio o una contra explosión del motor.

Si el interruptor no se devuelve lo suficientemente rápido, las revoluciones del motor pueden caer completamente y el motor se apagará. En este caso, se debe dejar el interruptor en la posición de apagado y mover el control de mezcla a la posición de corte de ralentí para evitar que los cilindros y el sistema de escape se sobrecarguen con combustible no quemado. Una vez que el motor se haya detenido por completo, es recomendable dejarlo inactivo durante un breve período antes de intentar arrancarlo nuevamente (Cessna Aircraft Company, 2016).

Si el motor no se apaga cuando el interruptor está en la posición “apagado”, es posible que el cable de masa del magneto, conocido comúnmente como cable P, esté abierto. Este problema debe solucionarse de inmediato, ya que indica que uno o más de los magnetos no se están apagando correctamente, incluso cuando el interruptor está en la posición de apagado. Es importante tener en cuenta que, si el motor se encuentra en estas condiciones y se gira la hélice, puede haber un grave riesgo de lesiones o incluso muerte, ya que el motor podría arrancar de nuevo con personal cerca del área de la hélice.

Mantenimiento e inspección de los cables de encendido

La inspección de los cables de encendido debe incluir una prueba visual y eléctrica. Durante la prueba visual, se debe inspeccionar el recubrimiento del cable en busca de grietas u otros daños, abrasiones, trenzado mutilado u otros daños físicos. Inspeccione los cables en busca de sobrecalentamiento si están tendidos cerca de las tomas de escape. Desconecte las tuercas de acoplamiento del arnés de la parte superior de las bujías y retire los cables de la cavidad de los cables de las bujías. Inspeccione los muelles de contacto y los muelles de compresión en busca de daños o deformaciones, y los manguitos en busca de grietas o carbonilla. La tuerca de acoplamiento que se conecta a la bujía debe inspeccionarse en busca de roscas dañadas u otros defectos (United States Department of Transportation, 1998).

Compruebe la continuidad de cada cable con un comprobador de cables de alta tensión conectando el cable negro al muelle de contacto y el cable rojo al ojal del mismo cable en la cubierta. La lámpara de continuidad del comprobador debe iluminarse cuando se realice la prueba.

La prueba de resistencia del aislamiento de cada cable se realiza con el comprobador de cables de alta tensión conectando el cable rojo, o de alta tensión, al muelle del cable del arnés (United States Department of Transportation, 1998). A continuación, pulse el botón de prueba del comprobador de cables. Observe que la lámpara indicadora parpadea y la separación se dispara simultáneamente mientras el interruptor de presión para prueba se mantenga en la posición presionada, como se aprecia en la figura 44.

Figura 44

Comprobador de cables de encendido



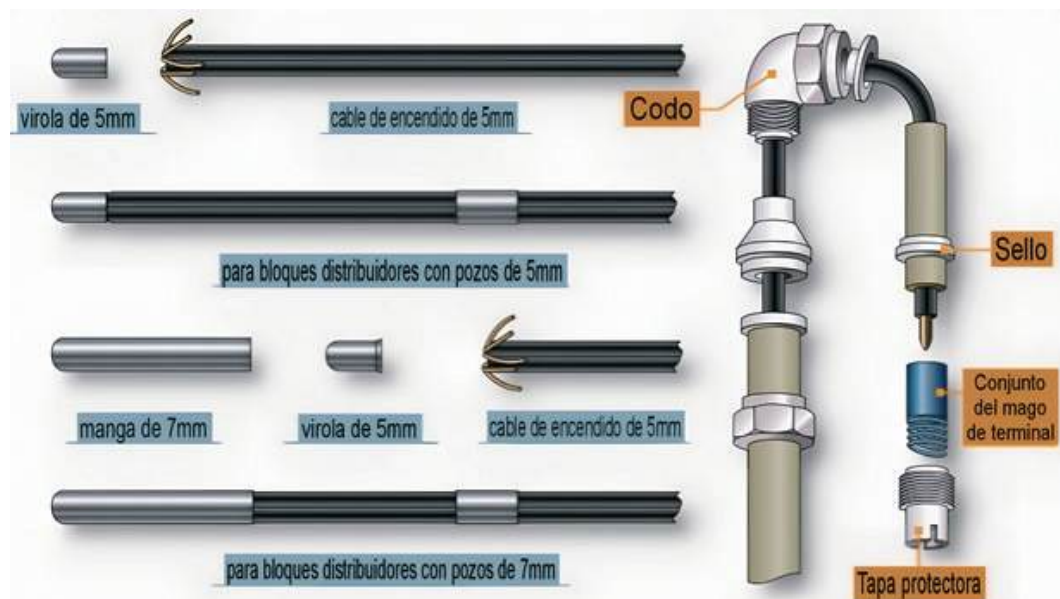
Nota. Tomado de Federal Aviation Administration (2023).

Si la luz indicadora parpadea y la separación no se dispara, el cable bajo prueba está defectuoso y debe ser reemplazado. La luz indicadora parpadea para mostrar que se ha enviado un impulso de alta tensión. Si no pasa por el comprobador, el impulso eléctrico se ha filtrado a través del cable, lo que indica que está defectuoso (Eastern Technology Corporation, 2022).

Cuando los cables defectuosos son expuestos por una prueba del arnés de encendido, continúe la prueba para determinar si los cables o el bloque distribuidor están defectuosos. Si la dificultad está en un cable de encendido individual, determine si la fuga eléctrica está en el codo de la bujía o en otro lugar. Retire el codo, saque el cable de encendido del colector un poco y repita la prueba del arnés en el cable defectuoso. Si esto detiene la fuga, corte la parte defectuosa del cable y vuelva a instalar el conjunto del codo, el sello integral y el terminal, como se ve en la figura 45.

Figura 45

Sustitución de los terminales de los cables de encendido



Nota. Tomado de Federal Aviation Administration (2025).

Cuando instale los cables, evite doblarlos, ya que pueden aparecer puntos débiles en el aislamiento a través de los cuales puede filtrarse la corriente de alta tensión.

Si el cable es demasiado corto para repararlo de la manera descrita, o la fuga eléctrica está dentro del arnés, reemplace el cable defectuoso. Los procedimientos de sustitución del cable de encendido son los siguientes:

1. Desinstalar el magneto o el distribuidor de forma que se pueda acceder al bloque distribuidor.
2. Desajuste el tornillo de perforación en el bloque distribuidor para el cable a sustituir, y retire el cable del bloque distribuidor.
3. Retire aproximadamente 2,5 cm de aislamiento del extremo del bloque distribuidor del cable defectuoso y aproximadamente 2,5 cm de aislamiento del extremo del cable de repuesto. Empalme este extremo con el extremo del cable a sustituir y suelde el empalme.
4. Retire el adaptador acodado del extremo de la bujía del cable defectuoso y a continuación, extraiga el cable viejo e introduzca el nuevo en el arnés. Mientras tira de los cables a través del arnés, haga que alguien empuje el cable de sustitución en el colector de encendido en el extremo del distribuidor para reducir la fuerza necesaria para tirar del cable a través del colector de encendido.
5. Cuando el cable de repuesto se haya tirado completamente a través del colector, fuerce el cable de encendido hacia arriba en el colector desde el extremo del bloque del distribuidor para proporcionar una longitud extra para futuras reparaciones, que pueden ser necesarias debido al roce en el codo de la bujía.
6. Retire aproximadamente 3/8 pulgadas de aislamiento del extremo del bloque distribuidor. Doble los extremos del cable hacia atrás y prepare los extremos del cable para su instalación en el pozo del bloque distribuidor. Inserte el cable en el distribuidor y apriete el tornillo de perforación.
7. Instale un marcador en el extremo del distribuidor del cable para identificar su número de cilindro. Si no dispone de un marcador nuevo, utilice el marcador retirado del cable defectuoso.

También se puede encontrar en un sistema de A/C con un termostato eléctrico, que funciona igual que una sonda de temperatura y su finalidad es la de informar a la unidad central de aire acondicionado, en todo momento, de la temperatura existente en el evaporador.

Inspección y mantenimiento de las bujías

El funcionamiento de las bujías de encendido puede ser a menudo una fuente importante de fallas del motor debido al plomo, el aceite, el grafito, suciedad por carbonilla y la erosión de la separación de las bujías. La mayoría de estos fallos, que suelen acompañar al funcionamiento normal de las bujías, pueden minimizarse mediante unas buenas prácticas de funcionamiento y mantenimiento (Lycoming Engines, 2017). Se considera que una bujía está sucia si ha dejado permitir que la chispa salte el hueco por completo o de forma intermitente.

Incrustación de las bujías

Las incrustaciones de carbón provenientes del combustible están relacionadas con la mezcla aire – combustible, demasiado ricas o pobres que generan encendidos intermitentes. Cuando una bujía no logra encender, se acumula combustible y aceite en sus electrodos y en el aislador (Aero Accessories, Inc., 2020). Estos problemas suelen estar asociados a un ajuste inadecuado de la mezcla de ralentí, fugas en el cebador o fallos en el carburador que ocasionan una mezcla excesivamente rica en el rango de ralentí, como se muestra en la figura 46.

Una mezcla rica de aire y combustible puede identificarse por la presencia de hollín o humo negro en el escape, así como por un incremento de las revoluciones por minuto (rpm) al ajustar la mezcla de ralentí para obtener el máximo rendimiento. El hollín generado por estas mezclas demasiado ricas tiende a depositarse en el interior de la cámara de combustión, debido a que las temperaturas y las turbulencias en esta zona son moderadas durante el ralentí. Sin embargo, a regímenes de mayor potencia, el hollín es arrastrado y no logra condensarse en las paredes de la cámara de combustión.

Figura 46

Bujía carbonizada



Nota. Tomado de Lycoming Engines (2017).

Aceite en las bujías

Aunque la mezcla de aire - combustible en ralentí sea adecuada, existe una tendencia natural del aceite a ingresar al cilindro a través de los segmentos del pistón, las guías de las válvulas y los anillos de estanqueidad del eje del impulsor (Champion Aerospace, 2014). A bajas revoluciones, este aceite se mezcla con el hollín presente en el cilindro, formando un residuo sólido capaz de causar un cortocircuito en la bujía. Durante el arranque del motor, las bujías que están húmedas o cubiertas de aceite lubricante suelen cortocircuitarse, aunque en algunos casos pueden recuperarse y funcionar correctamente durante la operación del motor.

El aceite de motor usado contiene diminutas partículas de carbono en suspensión que son conductoras de electricidad. Por ello, cuando una bujía está impregnada de aceite, no logra generar un arco eléctrico entre sus electrodos. En lugar de producir una chispa, la alta tensión fluye a través del aceite como si hubiera un cable conductor entre los electrodos, impidiendo la combustión en el cilindro afectado.

A regímenes más altos, el aumento del flujo de aire ayuda a eliminar el exceso de aceite. Una vez que se inicia el encendido intermitente, la combustión contribuye a expulsar los residuos de aceite restantes. En cuestión de segun-

dos, el motor recupera un funcionamiento normal, acompañado de la emisión de humo blanco por el escape, producto del aceite evaporado y quemado.

Bujías contaminadas con plomo

La contaminación por plomo de las bujías en motores de recíprocos es un fenómeno común en aquellos que utilizan combustibles con plomo (Champion Aerospace, 2014). Este elemento se añade al combustible para mejorar sus propiedades antidetonantes, pero tiene el inconveniente de formar óxido de plomo durante la combustión. Dicho óxido se genera como un sólido con diferentes niveles de dureza y consistencia como se ilustra en la figura 47.

Figura 47

Bujía contaminada con plomo



Nota. Tomado de Federal Aviation Administration (2023).

A altas temperaturas, los depósitos de plomo en la cámara de combustión son buenos conductores eléctricos y pueden causar fallos de encendido, mientras que a bajas temperaturas actúan como aislantes, interfiriendo también con el funcionamiento normal de las bujías. Para mitigar este problema, se incorpora dibromuro de etileno al combustible como agente secuestrante, que reacciona con el plomo durante la combustión para reducir la formación de depósitos.

La contaminación por plomo puede ocurrir en cualquier régimen de potencia, aunque es más frecuente durante el crucero con mezcla pobre. En estas

condiciones, la temperatura de la culata es relativamente baja y hay un exceso de oxígeno que, al estar caliente, reacciona agresivamente con el plomo, formando compuestos oxigenados de plomo y bromo. Algunos de estos compuestos se solidifican al entrar en contacto con las superficies frías del cilindro y las bujías, acumulándose en capas.

Cuando se detecta contaminación por plomo antes de que las bujías queden inutilizables, los depósitos pueden eliminarse o reducirse mediante cambios bruscos en la temperatura de combustión. Este choque térmico provoca una dilatación o contracción diferencial entre los depósitos y las superficies metálicas, lo que facilita que los residuos se desprendan y sean expulsados por el escape o quemados en la combustión.

Existen varios métodos para generar estos choques térmicos, dependiendo del equipamiento del motor. Una técnica común es operar el motor a plena potencia de despegue durante aproximadamente un minuto, con el control de hélice ajustado a paso bajo (rpm altas) y el acelerador avanzado lentamente para evitar contrafuegos.

Otro método consiste en usar mezclas aire - combustible excesivamente rica, que enfrían de forma repentina la cámara de combustión, ya que el exceso de combustible no se quema, sino que absorbe calor. Sin embargo, en motores con controles de mezcla manual diseñados para ajustes de mezcla pobre y rica, la mezcla rica disponible no suele ser lo suficientemente excesiva como para lograr este efecto limpiador de manera efectiva.

Erosión del paso de las bujías de encendido

La erosión de los electrodos es un fenómeno inevitable en las bujías de encendido de los motores recíprocos debido al paso de la chispa a través del espacio de aire entre los electrodos (figura 48). Durante este proceso, la chispa arranca pequeñas partículas del electrodo, algunas de las cuales se depositan en el electrodo opuesto, mientras que otras se desprenden y se dispersan en la cámara de combustión (Champion Aerospace, 2014).

Figura 48

Erosión de la separación de bujías

Nota. Tomado de Federal Aviation Administration (2023).

Con el tiempo, la erosión agranda el entrehierro, aumentando la resistencia que la chispa debe superar para saltar. Esto exige que el magneto genere un voltaje más alto, lo que incrementa el riesgo de descargas en puntos débiles del aislamiento del sistema de encendido.

Este problema se agrava en condiciones de mayor presión dentro del cilindro, como durante el despegue o aceleraciones repentinas, donde un entrehierro excesivo puede provocar roturas del aislamiento, encendidos prematuros o acumulación de carbonilla, derivando en fallos de encendido. Además, un entrehierro excesivo dificulta el arranque del motor al aumentar la velocidad mínima de rotación necesaria para el funcionamiento del magneto. Estas complicaciones resaltan la importancia de mantener el entrehierro dentro de los límites especificados.

Para mitigar los efectos de la erosión, los fabricantes han implementado innovaciones en el diseño de las bujías. Por ejemplo, han incorporado resistencias herméticamente selladas en los electrodos centrales, que reducen el pico de corriente durante el encendido, minimizando así el desgaste del material.

Además, debido a la alta tasa de erosión en electrodos fabricados con acero o sus aleaciones, se han adoptado materiales más resistentes como tungsteno o aleaciones de níquel para los electrodos macizos. Para los electrodos de hilo fino, se utiliza un recubrimiento de iridio o platino, materiales que ofrecen una mayor durabilidad y un mejor rendimiento frente a la erosión. Estas mejoras prolongan la vida útil de las bujías y optimizan su funcionamiento en condiciones exigentes.

Remoción y rotación de las bujías

Las bujías de encendido deben desmontarse para su inspección y mantenimiento en los intervalos recomendados por el fabricante. Dado que la velocidad de erosión de la separación varía en función de las condiciones de funcionamiento, los modelos de motor y el tipo de bujía, pueden producirse averías en el motor atribuibles a bujías defectuosas antes de que se alcance el intervalo de mantenimiento regular (Lycoming Engines, 2017).

Dado que las bujías pueden dañarse con facilidad, nunca se insistirá lo suficiente en el manejo cuidadoso de las bujías usadas y de repuesto durante la instalación y desmontaje de las bujías de un motor. Para evitar daños, las bujías deben manipularse siempre individualmente y las bujías nuevas y reacondicionadas deben almacenarse en cajas de cartón separadas. En la figura 49 se ilustra un método común de almacenamiento.

Se trata de una bandeja perforada que evita que las bujías choquen entre sí y dañen los frágiles aisladores y roscas. Además, la bandeja ayuda a identificar la procedencia de la bujía y su rotación correcta (Champion Aerospace, 2014). Si una bujía se cae al suelo o a otra superficie dura, no debe instalarse en un motor, ya que el choque del impacto suele provocar pequeñas grietas invisibles en los aisladores. Las bujías caídas deben desecharse.

Figura 49

Bandeja de bujías

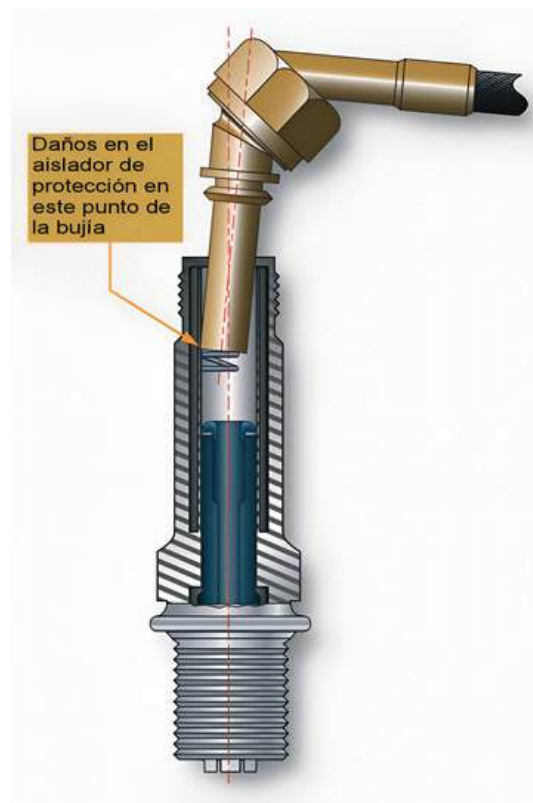


Nota. Tomado Federal Aviation Administration (2025).

Antes de retirar una bujía, debe desconectarse el cable del arnés de encendido. Utilizando la llave especial de codo de acoplamiento de bujías, desajuste y retire la tuerca de acoplamiento de la bujía al codo. Tenga cuidado de sacar el cable recto y alineado con la línea central del cuerpo de la bujía. Si se aplica una carga lateral, pueden producirse daños en el aislador del cuerpo y en el terminal cerámico del cable. La figura 50 muestra si el cable no puede extraerse fácilmente de esta manera, es posible que el collar de neopreno esté pegado al cilindro de blindaje. Desajuste el collar de neopreno girándolo como si fuera una tuerca que se desenrosca de un tornillo.

Figura 50

Técnica incorrecta de la remoción del cable del encendido



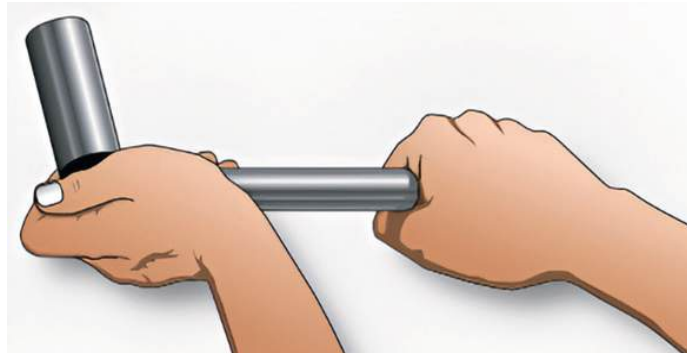
Nota. Tomado de Federal Aviation Administration (2025).

Una vez desconectado el cable, seleccione el tamaño adecuado de vaso profundo para extraer la bujía. Aplique una presión constante con una mano en el mango de la bisagra, manteniendo el enchufe alineado con la otra mano. Si no se mantiene correctamente alineada, la toma se inclinará hacia un lado y dañará la bujía (figura 51).

Durante el funcionamiento del motor, la carbonilla y otros productos de la combustión se depositan a través de la bujía y el cilindro, y parte de la carbonilla puede incluso penetrar en las roscas inferiores de la carcasa. Después de extraer las bujías, colóquelas en una bandeja para bujías.

Figura 51

Técnica adecuada para la remoción de la bujía



Nota. Tomado de Federal Aviation Administration (2025).

El ajuste de la holgura debe comprobarse con un calibre de alambre redondo (figura 52). Un calibre de tipo plano da una indicación incorrecta de la separación porque los electrodos masivos de tierra están contorneados a la forma del electrodo central redondo. Cuando utilice el medidor de espesor de alambre, inserte el medidor en cada espacio paralelo a la línea central del electrodo central (Champion Aerospace, 2014). Si el calibre está ligeramente inclinado, la indicación es incorrecta. No instale una bujía que no tenga un entrehierro dentro del margen de holgura especificado.

Figura 52

Indicador de distancia



Nota. Tomado de Federal Aviation Administration (2025).

La bujía debe comprobarse utilizando un comprobador de bujías como el que se muestra en la 53, que hace pasar una alta tensión a través de la bujía y dispara el hueco. Mientras se realiza esta prueba, el extremo de encendido de la bujía se somete a presión de aire para simular la presión en el cilindro del motor. Si el patrón de disparo es bueno, la bujía debe ser devuelta a su soporte lista para ser instalada en el motor.

Figura 53

Comprobador - limpiador de bujías.



Nota. Tomado de Champion Aerospace (2014)

Inspección previa instalación de las bujías

Antes de instalar bujías nuevas o reacondicionadas, se deben inspeccionar para detectar cada una de las siguientes condiciones:

1. Asegúrese de que el cable de encendido sea el adecuado, como lo indican las instrucciones del fabricante.
2. Verifique si hay evidencia de compuesto antioxidante en el exterior de la bujía y en el aislador del núcleo y en el interior del cilindro de protección. Las acumulaciones de compuestos antioxidantes se eliminan limpiando con un cepillo y disolvente de limpieza. Luego se debe secar con un chorro de aire seco.

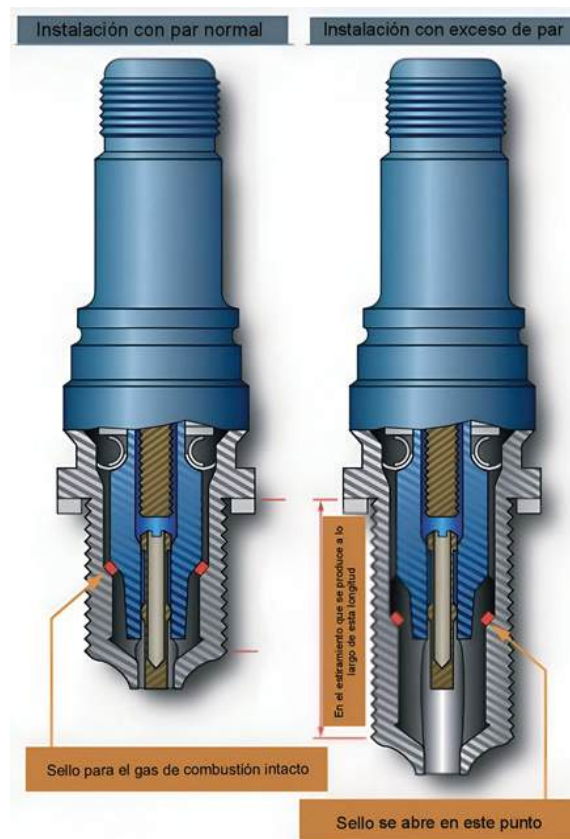
3. Verifique ambos extremos del tapón en busca de roscas dañadas o agrietadas y cualquier indicio de grietas en el aislador de la punta.
4. Inspeccione el interior del cilindro de protección en busca de grietas en el aislador del cilindro y el contacto del electrodo central en busca de óxido y materiales extraños que puedan causar un contacto eléctrico deficiente.
5. Instale una junta de bujía nueva. Cuando se utiliza la junta de termopar, no utilice una junta adicional.

Instalación de las bujías

Antes de instalar la bujía, recubra cuidadosamente las dos o tres primeras roscas del extremo del electrodo de la carcasa con un compuesto a base de grafito el cual permitirá que la bujía no se ajuste demasiado. Antes de la aplicación, remueva el compuesto para asegurar una mezcla completa (Champion Aerospace, 2014). Al aplicar el compuesto a las roscas, tenga mucho cuidado de que nada del compuesto entre en contacto con la masa, los electrodos centrales o la punta de la clavija, donde podría extenderse a la masa o al electrodo central durante la instalación. Esta precaución se debe a que el grafito del compuesto es un excelente conductor eléctrico y podría provocar una contaminación permanente.

Para instalar una bujía, introdúzcala en el cilindro sin utilizar ningún tipo de llave y gírela hasta que la bujía quede asentada en la junta. Si puede enroscar la bujía en el cilindro con relativa facilidad utilizando los dedos, esto indica que las roscas están limpias y en buen estado como se ilustra en la figura 54. En este caso, sólo se necesita un pequeño par de ajustes adicionales para comprimir la junta y formar un sello hermético. Si se necesita un torque elevado para instalar el tapón, esto indica que las roscas del tapón están sucias o dañadas.

Figura 54

Instalación de bujías

Nota. Tomado de Federal Aviation Administration, (2023).

El uso de un par de aprietes excesivos puede comprimir la junta y distorsionar y estirar la carcasa de la bujía hasta el punto de romperla durante el siguiente desmontaje o instalación. Después de asentar una bujía con los dedos, utilice una llave dinamométrica y apriétela al par especificado de acuerdo a la información técnica del fabricante.

Inspección de los puntos de ruptura

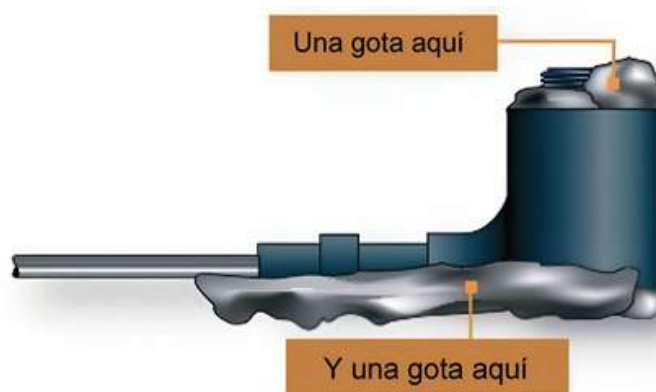
La inspección del magneto consiste esencialmente en una inspección periódica del punto de ruptura y del dieléctrico. Una vez que se ha inspeccionado la seguridad de la instalación del magneto, retire la tapa del magneto, o tapa del interruptor, y compruebe que la leva está correctamente lubricada (Continental Motors, INC., 2011). En condiciones normales, suele haber suficiente aceite en la almohadilla de fieltro del seguidor de leva para mantener la leva lubricada entre los periodos de revisión.

Sin embargo, durante la inspección rutinaria regular, examine la almohadilla de fieltro del seguidor de leva para asegurarse de que contiene suficiente aceite para la lubricación de la leva. Realice esta comprobación presionando con la uña del pulgar contra la almohadilla del lubricador. Si aparece aceite en la uña del pulgar, la almohadilla contiene suficiente aceite para la lubricación de la leva. Si no hay evidencia de aceite en la uña, aplique una gota de un aceite ligero del motor recíproco a la almohadilla de fieltro inferior y una gota a la almohadilla de fieltro superior del conjunto seguidor, como se muestra en la figura 55.

Después de la aplicación, deje pasar al menos 15 minutos para que el fieltro absorba el aceite. Al cabo de 15 minutos, seque cualquier exceso de aceite con un paño limpio y sin pelusa. Durante esta operación, o en cualquier momento que la tapa del magneto esté quitada, tenga mucho cuidado de mantener el compartimento del martillo libre de aceite, grasa o disolventes de limpieza del motor, ya que cada uno de ellos tiene una adhesividad que acumula suciedad y mugre, que podría ensuciar un buen conjunto de puntos de contacto del martillo.

Figura 55

Puntos de ruptura



Nota. Tomado de Federal Aviation Administration (2023).

Una vez que se haya inspeccionado y reparado el fieltro aceitador y se haya determinado que es satisfactorio, inspeccione visualmente los contactos del interruptor para detectar cualquier condición que pueda interferir con el funcionamiento correcto del magneto. Si la inspección revela una sustancia aceitosa o gomosa en los lados de los contactos, limpie los contactos con un trapo

flexible, tal como un limpiador de pipa sumergido en acetona u otro solvente aprobado. Si se forma un gancho en el extremo de la escobilla, se puede acceder fácilmente a la parte posterior de los contactos.

Para limpiar las superficies de contacto, abra los puntos de ruptura lo suficiente para que entre un pequeño bastoncillo. Tanto si se abren las puntas para limpiarlas como si se comprueba el estado de las superficies, aplique siempre la fuerza de apertura en el extremo exterior del muelle real y nunca abra los contactos más de 1/16 pulgada. Si los contactos se separan más de lo recomendado, es probable que el muelle real, el muelle que lleva el punto de contacto móvil, se bloquee permanentemente.

Si el muelle principal se tensa permanentemente, el punto de contacto móvil pierde parte de su tensión de cierre y los puntos rebotan o flotan, impidiendo la acumulación normal de inducción del magneto.

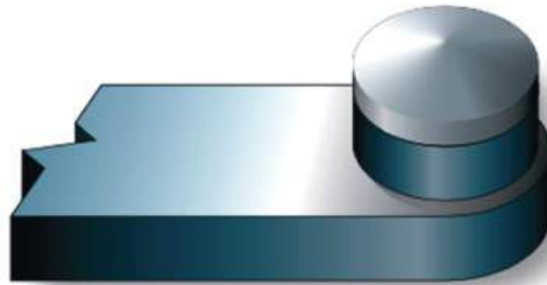
Se puede hacer un hisopo envolviendo un pedazo de cinta de lino o un pequeño pedazo de tela sin pelusa sobre una de las hojas de un calibrador de holgura y sumergiendo el hisopo en un disolvente aprobado. Pase el hisopo entre las superficies de contacto cuidadosamente separadas hasta que las superficies queden limpias. Durante toda esta operación, tenga cuidado de que las gotas de disolvente no caigan sobre las piezas lubricadas, como la leva, el bloque seguidor o la almohadilla engrasadora de fieltro.

Para inspeccionar las superficies de contacto de los puntos de ruptura, es necesario saber cómo es un juego de contactos de funcionamiento normal, qué condición de la superficie se considera desgaste permisible, y qué condición de la superficie es causa de rectificación o reemplazo (Champion Aerospace, 2021). La causa probable de una condición anormal de la superficie puede determinarse a partir de la apariencia del contacto.

La superficie de contacto normal tiene una apariencia gris opaca, arenada, casi áspera sobre el área donde se hace el contacto eléctrico. La figura 56 muestra la apariencia gris, arenada indica que las puntas se han desgastado y se han acoplado entre sí y están proporcionando el mejor contacto eléctrico posible (Continental Motors, INC, 2011).

Figura 56

Superficie de contacto normal

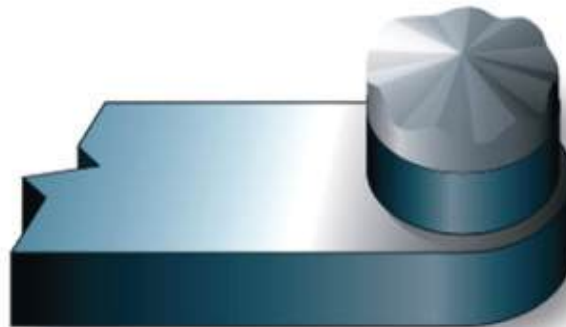


Nota. Tomado de Federal Aviation Administration (2025).

Esto no implica que esta sea la única condición aceptable de la superficie de contacto. Ligeras irregularidades de superficie lisa, sin hoyos profundos o picos altos, como se muestra en la figura 57, se consideran desgaste normal y no son causa de reemplazo.

Figura 57

Punto de ruptura con irregularidades normales



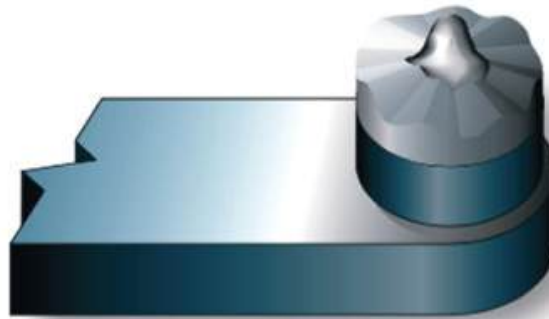
Nota. Tomado de Federal Aviation Administration (2025).

Sin embargo, cuando el desgaste avanza a un punto donde las irregularidades leves y suaves se convierten en picos bien definidos que se extienden notablemente por encima de la superficie circundante, los contactos del interruptor deben ser reemplazados como se muestra en la figura 58. Si el contacto tiene una fosa o agujero correspondiente. Esta picadura es más problemática que el pico porque penetra en la almohadilla de platino de la superficie de contacto.

A veces es difícil determinar si una superficie de contacto está lo suficientemente picada como para tener que sustituirla, ya que depende de la cantidad de platino original que quede en la superficie de contacto. El peligro surge de la posibilidad de que la almohadilla de platino ya esté delgada como resultado de una larga vida útil y de apósitos anteriores. Por lo tanto, si el pico es bastante alto o la fosa bastante profunda, retírelos y sustitúyalos por un conjunto nuevo.

Figura 58

Puntos de ruptura con irregularidades definidas por lo que se debe reemplazar



Nota. Tomado de Federal Aviation Administration (2025).

Mantenimiento de los cables de encendido

Aunque el arnés de encendido es simple, es un vínculo vital entre el magneto y la bujía. Debido a que el arnés está montado en el motor y expuesto a la atmósfera, es vulnerable al calor, la humedad y los efectos de los cambios de altitud. Estos factores, además del aislamiento envejecido y la erosión normal del espacio, actúan en contra del funcionamiento eficiente del motor. El aislamiento puede romperse en un cable dentro del arnés y permitir que el alto voltaje se escape a través del aislamiento hasta el blindaje del arnés en lugar de ir a la bujía. Los circuitos abiertos pueden deberse a cables rotos o conexiones deficientes (Continental Motors, INC. , 2011).

Cualquier defecto grave en un cable individual impide que el impulso de alta tensión llegue a la bujía a la que está conectado el cable. Como resultado, este enchufe no se disparará. Cuando sólo se enciende una bujía en un cilin-

dro, la carga no se consume tan rápido como si se dispararan ambas bujías. Este factor hace que la presión máxima de combustión se produzca más adelante en la carrera de potencia.

Si la presión máxima en el cilindro ocurre más tarde, se produce una pérdida de potencia en ese cilindro. Sin embargo, la pérdida de potencia de un solo cilindro se convierte en un factor menor cuando se consideran los efectos de un tiempo de combustión más prolongado. Un tiempo de combustión más prolongado sobrecalienta el cilindro afectado, provocando detonación, posible preignición y quizás daño permanente al cilindro.

Fallas en el arnés de encendido de alta tensión

Quizás las fallas más comunes y difíciles de detectar en el sistema de encendido de alta tensión sean las fugas de alto voltaje. Se trata de una fuga desde el conductor central a través del aislamiento hasta la tierra del colector blindado. Durante el funcionamiento normal, existe una pequeña cantidad de fugas, incluso en cables de encendido nuevos. Varios factores se combinan para producir primero una alta tasa de fugas y luego una avería completa. De estos factores, la humedad en cualquier forma es probablemente el peor.

Bajo tensión de alto voltaje, se forma un arco que abre un camino a través del aislante donde existe la humedad. Si hay gasolina, aceite o grasa, se descompone y forma carbón. El camino quemado se llama rastro de carbono, ya que en realidad es un camino de partículas de carbono. Con algunos tipos de aislamiento, es posible quitar la pista de carbón y restaurar el aislador a su antigua condición útil.

Esto suele ser cierto en el caso de la porcelana, la cerámica y algunos plásticos porque estos materiales no son hidrocarburos y cualquier huella de carbono que se forme en ellos es el resultado de una película de suciedad que se puede limpiar. Las diferencias en la ubicación y la cantidad de fugas producen diferentes indicaciones de mal funcionamiento durante el funcionamiento del motor.

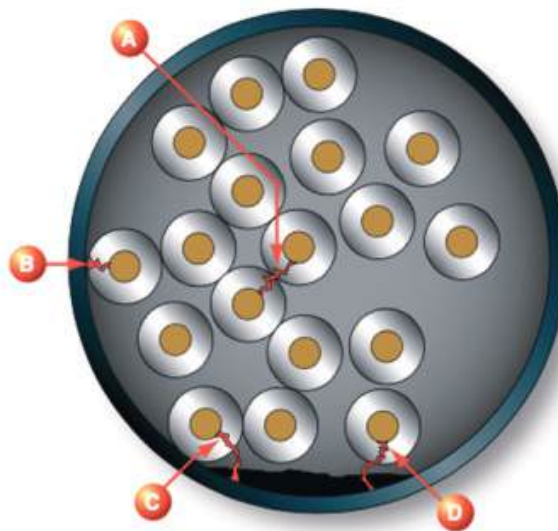
Por lo general, los indicios son disparos fallidos o disparos cruzados. La indicación puede ser intermitente y cambiar con la presión del colector o con las condiciones climáticas. Un aumento en la presión del colector aumenta la presión de compresión y la resistencia del aire a través del entrehierro de las bujías.

Un aumento en la resistencia en el entrehierro se opone a la descarga de la chispa y produce una tendencia a que la chispa se descargue en algún punto débil del aislamiento. Un punto débil en el arnés puede verse agravado por la acumulación de humedad en el colector del arnés. Con humedad presente, el funcionamiento continuo del motor hace que las fallas intermitentes se conviertan en huellas de carbón permanentes.

Por lo tanto, el primer indicio de que el arnés de encendido no funciona puede ser un fallo de encendido del motor o asperezas causadas por una fuga parcial del voltaje de encendido. La figura 59 muestra cuatro fallas que pueden ocurrir.

Figura 59

Falla en la sección transversal de un arnés de encendido.



Nota. Tomado de Federal Aviation Administration, (2025).

La falla A muestra un cortocircuito de un conductor de cable a otro. Esta falla generalmente causa fallas de encendido, ya que la chispa se cortocircuita a una bujía en un cilindro donde la presión del cilindro es baja.

La falla B ilustra un cable con una parte de su aislamiento desgastada. Aunque el aislamiento no está completamente roto, existen más fugas de lo normal y la bujía a la que está conectado este cable puede perderse durante el despegue cuando la presión del colector es bastante alta.

La falla C es el resultado de la acumulación de condensación en la parte más baja del colector de encendido. Esta condensación puede evaporarse por

completo durante el funcionamiento del motor, pero la pista de carbono que se forma por la descarga inicial permanece para permitir la descarga continua, siempre que exista una presión alta en el colector.

El fallo D puede ser causado por un defecto en el aislamiento o como resultado de un punto débil en el aislamiento agravado por la presencia de humedad. Sin embargo, dado que la pista de carbono está en contacto directo con el blindaje metálico, probablemente se produzca una descarga eléctrica en todas las condiciones de funcionamiento.

Inspección dieléctrica del magneto

Otra fase de la inspección que se deben realizar a los magnetos es la inspección dieléctrica. Esta inspección es una comprobación visual de limpieza y grietas. Si la inspección indica que las carcassas de las bobinas, los condensadores, el rotor del distribuidor o los bloques están aceitosos o sucios o tienen algún rastro de carbonilla, es necesario limpiarlos y posiblemente reemplazarlos para restaurar sus cualidades dieléctricas (Champion Aerospace, 2021).

Limpie todos los condensadores accesibles y las carcassas de las bobinas que contienen condensadores pasándoles un paño sin pelusa, humedecido con acetona. Muchas partes de este tipo tienen una capa protectora. Esta capa protectora no se ve afectada por la acetona, pero puede resultar dañada por el raspado o por el uso de otros líquidos de limpieza (Champion Aerospace, 2021).

No utilice nunca disolventes de limpieza no autorizados ni métodos de limpieza inadecuados. Asimismo, cuando limpie condensadores o partes que contengan condensadores, no sumerja, ni sature las partes en ninguna solución, ya que la solución utilizada podría filtrarse en el interior del condensador y provocar un cortocircuito en las placas.

Las carcassas de las bobinas, los bloques de los distribuidores, los rotores de los distribuidores y otras piezas dieléctricas del sistema de encendido se tratan con un recubrimiento de cera cuando son nuevos. El encerado de los dieléctricos ayuda a su resistencia a la absorción de humedad, al rastreo de carbono y a los depósitos de ácido. Cuando estas partes se ensucian o se engrasan, se pierde parte de la protección original y puede producirse carbonilla.

Si la superficie del dieléctrico presenta rastros de carbonilla o depósitos de ácido, sumerja la parte en un disolvente de limpieza aprobado y frótelas energicamente con un cepillo de cerdas duras.

Preguntas propuestas

1. El interruptor de encendido de un sistema de encendido por batería se instala en _____ los puntos del interruptor.

2. Los dos tipos de sincronización necesarios para un magneto son:

a) _____

b) _____

3. Los tipos de suciedades más frecuentes que se forman en una bujía a baja temperatura son:

4. El equipo que sirve para verificar el correcto de funcionamiento de los cables se lo conoce como...

a) _____

b) _____

5. La bujía superior extraída del cilindro número 1 en un motor de seis cilindros horizontalmente opuestos con un orden de encendido de 1-6-3-2-5-4 debe sustituirse en el cilindro _____

6. ¿Qué es el ajuste del E-Gap en un magneto y por qué es importante?

7. ¿Cómo se realiza la sincronización del magneto de alta tensión con el motor?

8. ¿Por qué se recomienda rotar las bujías durante el mantenimiento?

9. ¿Cómo se detecta una falla en el arnés de encendido de alta tensión?

10. ¿Cómo influye el torque de instalación en la vida útil de las bujías?

ANEXOS

Anexo A

MAGNETOS BENDIX

FEATURES

- **Rugged All-Weather Design** – Built to withstand extreme operational conditions.
- **Dual Magneto Option** – Available in both single and dual magneto configurations.
- **Impulse Coupling** – Provides reliable starting performance.
- **High Output Spark** – Ensures efficient ignition at all engine speeds.
- **Long Service Life** – Proven durability with robust components.



TECHNICAL INFORMATION

The Bendix magneto is an engine-driven electrical ignition system used in most aircraft piston engines. Magnetos are self-contained units that generate high-voltage sparks independently of the aircraft's electrical system.

- Bendix magnetos feature a sophisticated mechanical and electrical design for enhanced reliability.
- Regular maintenance is essential to prevent failures; refer to the *4200/6200 Series Magneto Service & Overhaul Manual* for proper procedures.
- Dual ignition systems using Bendix magnetos provide redundancy, firing two spark plugs per cylinder for increased safety.
- Routine inspections should include checks of the contact points, capacitor, rotor, and impulse coupling.
- Using genuine Bendix parts is crucial to ensure performance and safety.
- Bendix mag checks and timing adjustments are necessary for optimal engine operation.

Reliable and robust, Bendix magnetos are integral to aircraft ignition systems, providing consistent and powerful performance in demanding aviation environments.

Anexo B



SLICK MAGNETO

FEATURES

Champion Slick Magnets make timing, installation, inspection, and maintenance simpler and more convenient than ever before. We also incorporated mechanic-endorsed features to improve performance and service life.

- **Lift-off housing** – Internal timing is not disturbed during inspections.
- **Simplified internal timing** – Improved internal markings and unique Slick E-gap tool make timing easier and more accurate.
- **Fully sealed bearings** – Keeps contaminants out and grease in for smoother operation and less maintenance.
- **Lower EMI Levels** – Redesigned housing improves sealing and results in less radio noise.
- **OEM Approved** – Models are available for more than 225,000 engines – all compatible with existing Slick Ignition Harnesses.



TECHNICAL INFORMATION

The function of the aviation piston engine ignition system is to provide an electrical spark to ignite the fuel/air mixture in the engine cylinders. The ignition system of the engine is a separate system and is not part of the airplane's overall electrical system. The magneto type ignition system is used on most reciprocating aircraft engines. Magneto is engine-driven self-contained units that supply electrical current without using an external source of current. Magneto are frequently not maintained to requirements specified in L1363 Manual- 4300/6300 Series Magneto Maintenance and Overhaul Manual, probably because they're so reliable and all engines have a redundant magneto. Magneto need regular maintenance, and the consequences of neglect can be devastating.

Modern airplane engines are required by to have a dual ignition system – that is, two separate magnetos to supply the electric current to the two spark plugs contained in each cylinder. One magneto system supplies the current to one set of plugs, while the second magneto system supplies the current to the other set of plugs. The airplane's double ignition system provides better performance because of more efficient combustion and a higher level of safety through redundancy.

Champion Slick magnetos have applications on nearly all piston engines and are known for the following design features:

- **Smaller and lighter unique design** allowing for a dimensionally smaller magneto, resulting in easier installation and lighter weight- as much as one pound lighter than competitive magnetos.
- **Radio noise suppression**- Slick magnetos feature superior noise suppression, eliminating the need for magneto filters.
- **Easy to maintain**- Slick magnetos use up to 50% fewer parts than the competitive aircraft magnetos. In addition, 70% of the parts in any Slick magneto are interchangeable with the comparable parts in other current production Slick magnetos.



SPARK → IGNITE → EXCITE

Champion Aerospace, LLC • 4930 Old Morris Road | Liberty, SC 29557 | O: 864-643-1162 | F: 864-643-5469 | www.ChampionAerospace.com

Slick magnetos are engineered so that mechanical parts wear at a balanced rate. Consistent and complimentary wear patterns establish the recommended maintenance intervals defined in Champion Aerospace service literature, so used and service-worn parts should never be used to troubleshoot or repair a magneto, nor should original parts be replaced by used service worn parts on magnetos being returned to service.

Further, non-Champion Aerospace manufactured parts may wear at uneven and different rates than original Champion Aerospace manufactured parts, making Champion Aerospace service literature an inappropriate guide to proper maintenance. Parts not manufactured by Champion Aerospace, even if FAA/PMA Approved, may not fit or operate like original Champion Aerospace manufactured parts. FAA testing of PMA parts does not require operation on an engine or flight tests and does not require the test duration to exceed the maintenance intervals called out in Champion Aerospace literature. For these reasons, used service worn parts or parts not manufactured by Champion Aerospace may adversely affect magneto reliability in ways not anticipated by Champion Aerospace and its service literature.

Genuine Champion Aerospace parts are produced and inspected under rigorous procedures to ensure airworthiness and suitability in Slick magnetos. Parts purchased from sources other than Champion Aerospace (even though outwardly identical in appearance) may not have had the required tests and inspections performed, may be different in fabrication techniques and materials, and may be dangerous when installed in a Slick magneto. Salvaged magneto parts, reworked parts obtained from non-Champion Aerospace approved sources, or parts the service history of which is unknown or cannot be authenticated may have been subjected to unacceptable stresses or temperatures or have other hidden damage, not discernible through routine visual or usual nondestructive testing techniques. This may render service work with this part, even though originally manufactured by Champion Aerospace, unsuitable or unsafe for use in a Slick magneto. Champion Aerospace expressly disclaims any responsibility.

Slick magnetos can also be economically serviced at 500-hour intervals. To ensure their reliability, all AD's are complied with and the following high wear parts are replaced:

- Brush
- Capacitor(s)
- Points
- Rotor Gear
- Impulse Spring (as applicable)

For aircraft that operate in demanding environments, use Champion SlickSTART™ technology; Cold Start, Hot Start, Any Start, SlickSTART. SlickSTART unleashes a firestorm of ignition energy to get your engine started under the worst environmental conditions. SlickSTART is so effective, even sub-optimal fuel mixtures and seriously fouled spark plugs won't stop the capacitive discharge output from providing the ignition boost your engine needs for reliable starts under demanding conditions. SlickSTART's sure starting power:

- Delivers up to 340% more spark energy to your plugs during starting
- Increase output voltage by more than 30%
- Overcomes poor engine priming
- Reduces costly electrical stress to your battery and starter
- Is approved for use with Slick Magnetos

Plus, it's inexpensive and easy to install. Just add SlickSTART to your impulse coupled magnetos or replace your antiquated starting vibrator.

Anexo C

IGNITION SWITCHES

ACS KEYED IGNITION SWITCHES



MFG BY ACS PRODUCTS CO.

These fine quality switches are being used in many aircraft. The switch housing is now machined from billet aluminum which makes this switch 25% lighter. They provide "ON" and "OFF" electrical control of both magnetos on single engine aircraft. The key-operated switches mount from the rear of the panel in a 7/8" dia. hole. Available with or without starter position.

Experimental aircraft only or 337 Form required for Production aircraft. Made in the U.S.A.

A-510-5 Experimental, without Starter Position, Supplied with switch plate and two keys. (diode not required).....P/N 11-03169

A-510-2 FAA/PMA with Starter Position, Supplied with switch plate two keys. (diode included).....P/N 11-03170

ACS DOOR AND BAGGAGE LOCK SETS



The door and baggage locks furnished with the ignition switches above are also available separately. Set of two locks (one door and one baggage lock) furnished with one key mated to both locks. The baggage lock may be used as second door lock if preferred.....P/N 11-01800

REPLACEMENT ACS CUT KEYS



ACS Cut key based upon your ACS key number. Multiple ignition switches & lock sets are available with the same key. This is a special order and extra charges & lead times will apply.

Description	Part No.	Price
A-3551-A: Double Sided Cut Key (Key Numbers 001-199) With Boot	05-04103	---
A-3543-A: Single Sided Cut Key (Key Numbers ACS200-299) Without Boot	11-01625	---

EL



ACS LEVER TYPE IGNITION SWITCH

A-510-1 Lever Type - Twist-Knob Without Starter Position. (diode not required).....P/N 11-03176

Notice: The keys for ACS ignition switches are imported from Belgium and are the only keys that are approved replacements for use on ACS ignition switches. Aircraft Spruce furnishes only pre-cut keys and does not offer key blanks. Generic keys can create an unsafe condition and may void the FAA approval for the ACS ignition switch. Aircraft Spruce is the only approved provider of replacement keys for ignition switches manufactured by ACS Products Co.

ACS IGNITION SWITCH AND LOCK SETS



MODEL NO. A-510-5K

Includes ignition switch without starter position, two aircraft locks (one door and one baggage lock)* and two keys mated to ignition switch and locks. (Diode not required).....P/N 11-03171

MODEL NO. A-510-2K

Includes ignition switch with starter position, two aircraft locks (one door and one baggage lock)* two keys mated to ignition switch and locks. (diode included).....P/N 11-03172

* Baggage lock may be modified to second door lock if preferred.

ACS IGNITION SWITCH PLATES



Plate without start - A-2255-A1.....P/N 11-03668.....Plate with start - A-2255-A.....P/N 11-03667

ACS STARTER SOLENOID DIODE ASSEMBLY

This is required for all new A-510-2 and A-510-2K ignition switches for compliance with ACS Service Bulletin SB92-01. Diode Assembly for Starter Solenoid with one or Two Coil Contacts P/N 16050-2

BENDIX IGNITION SWITCHES



MODEL NO. 10-357200-1

With Starter Position. Includes two keys. Furnished with Switch Plate

MODEL NO. 10-357210-1

With push to start feature. Includes two keys. Furnished with Switch Plate

BENDIX SWITCH PLATES



Without Starter Position Switch Plate.....P/N 10-51127
With Starter Position Switch Plate.....P/N 10-126676



BENDIX STARTING VIBRATORS

Part Number	Description	Used with Ignition System	Price
10-176487-121	12V DC	S-200, S-600, S-700	---
10-357487-241	24V DC	S-200, S-600, S-700	---
10-357487-242	24V DC	S-1200	---
10-176485-121	12V DC W/Relay	S-200, S-600, S-700	---
10-176485-242	24V DC W/Relay	S-1200	---

INTELLIKEY NG NORSEE CERTIFIED



Note: For Certified Aircraft
Certified for Part 23 aircraft under NORSEE

The Smart Way To Start Your Plane!

Start your plane similar to how you would start your car—with your key in your pocket. When you approach your plane your connected lights will turn on to help light up a dark hangar or night. Once you turn on your master, Intellikey will determine authenticity of the key to enable start circuit activation and allow start if the key is valid. Alternatively, you can connect to Intellikey with your phone to activate with your 4 digit pin.

Intellikey NG is the latest edition of our Intellikey product offering bringing many new features and will be the first product in the Intellikey lineup of products that we will be bringing to market...P/N 11-20062

640

WWW.AIRCRAFTSPRUCE.COM

Prices Subject to Change without Notice - Valid as of June 1, 2024.
Please visit our website for current prices.

Anexo D



IGNITION HARNESS

FEATURES

- Full one year or 500 hour new part warranty on Slick components
- Over 100 years of aviation ignition manufacturing experience
- All manufacturing and customer service based in the USA
- Heat-resistant polymer coating specifically engineered for high-temperatures
- Coiled center wire for greater flexibility eliminating the need for old style elbows
- Flexible, 16 strand silicone impregnated scuff resistant braid greatly reduces EMI
- Heavy-gauge contact spring for greater contact force reducing the chance of flashover
- Completely repairable and all pieces are independently available through distribution.



TECHNICAL INFORMATION

FAA-PMA approved Slick Harnesses by Champion are built to handle the demanding environmental conditions, maximum spark energy produced, and maintain optimized levels of electromagnetic Interference protection. Using anything less could result in more than a 50% reduction of radio sensitivity in commonly used communication frequencies, as tested by Champion.

Aircraft ignition harness assemblies prevent the entrance, formation, and accumulation of impurities within the shielded distribution systems universally employed on airplanes using high-sensitivity radio receivers.

Champion Slick ignition harnesses feature corrosion resistant connections, a heavy-gauge contact spring to provide more contact area and force against the spark plug contact, plated ground path overbraid and a center conductor wire design that provides flexibility to reduce fatigue and breakage of the specialized plated stainless steel coiled conductor core from repeated temperature cycling and engine vibration. Fluid susceptibility concerns are addressed by the silicone based sheathing that protects the ignition wire from spark plug termination to the harness backplate. This extremely flexible wire lends itself to sharp bends, thereby eliminating the need for old style harness elbows. There are no soldered joints in the grounding circuit, and they are custom made for most 4 and 6 cylinder engine applications using Slick magnetos. Harnesses for Slick magnetos are furnished with the backplates installed.

FAA-PMA approved Slick Harnesses by Champion are built to handle the demanding environmental conditions, maximum spark energy produced and maintain optimized levels of electromagnetic Interference protection. Using anything less could result in more than a 50% reduction of radio sensitivity in commonly used communication frequencies, as tested by Champion.

SPARK → IGNITE → EXCITE

Champion Aerospace, LLC • 4230 Old Norris Road | Liberty, SC 29657 | O: 864-643-1162 | F: 864-643-5469 | www.ChampionAerospace.com

Anexo E

NOTE : PART NUMBERING SYSTEM & CROSS REFERENCE

The Kelly Aerospace part numbering system is "user Friendly" for quickly cross-referencing to both Champion and Unison Harnesses. Our "KA1" prefix is equivalent to the Champion "CH1" or the Unison "M" with the balance of the part number remaining the same. Add the suffix "E" to the part number to designate the 90 degree steel elbow terminations whenever ordering an "Elbow" harness. (EXAMPLE: KA12121E).

Ignition Harness - Franklin Engines:

Engine	Engine Model	Magneto	5/8" x 24 Spark Plug Termination	3/4" x 20 Spark Plug Termination
::NOTE:: All Kelly Aerospace Harnesses are available with elbow "swivel" terminations. Part numbers for elbowed harnesses is the same with the addition of an "E" suffix.				
6A4-150	B3, B31, B4	Eisemann LA-6	KA17002	KA17001
6A4-165	B3, B4	Eisemann LA-6	KA17002	KA17001

Ignition Harness - Lycoming Engines:

Engine	Engine Model	Magneto	5/8" x 24 Spark Plug Termination	3/4" x 20 Spark Plug Termination
::NOTE:: All Kelly Aerospace Harnesses are available with elbow "swivel" terminations. Part numbers for elbowed harnesses is the same with the addition of an "E" suffix.				
O-235	C1, C1A, C1B, C1C, C2A, C2C, E1, E1B, E2A, F1, F1B, F2A, G1, G1B, G2A, H2C, J2A, K2A, K2C, L2A, L2C, M1, M2C, M3C, N2A, N2C, P1, P2A, P2C, P3C	S4-20, S4-200	KA12364	KA12360
O-235	C2B, E2B, F2B, G2B, J2B, K2B	S4-1200	KA12365	KA12235
O-235	C2B, E2B, F2B, G2B, J2B, K2B	4200, 4300	KA14001	KA12508
O-290	D, D2, D2A, D2B, D2C	S4-20, S4-200	KA12364	KA12360
O-290	D2, D2B	4200, 4300	KA14001	KA12508
O-290	D, D2, D2B, D2C	4200, 4300	KA14004	KA12508
AEIO-320	E1A, E1B, E2A, E2B	S4-20, S4-200	KA12364	KA12360
AEIO-320	E1A, E1B, E2A, E2B	4200, 4300		KA12508
AIO-320	A1A, A1B, A2A, A2B, B1B, C1B	S4-1200	KA12365	KA12235
AIO-320	A1A, A1B, A2A, A2B, B1B, C1B	4200, 4300	KA14001	KA12508
IO-320	A1A, A2A, B1A, B1B, B1C, B2A, C1A, C1B, E1A, E1B, E2A, E2B, F1A	S4-20, S4-200	KA12364	KA12360
IO-320	B1A, B2A, C1A	S4-20, S4-200	KA12112	KA12360
IO-320	B1D, B1E, D1A, D1B, D1C	S4-1200	KA12365	KA12235
IO-320	B1D, B1E, D1A, D1B, D1C	4200, 4300	KA14001	KA12508
IO-320	E2A	4200, 4300	KA14004	KA12508
LIO-320	B1A, C1A	S4-20, S4-200	KA12364	KA12360
LIO-320	B1A, C1A	S4-1200	KA12365	KA12235
O-320	A1A, A1B, A2A, A2B, A2C, A2D, A3A, A3B, A3C, B1A, B1B, B2A, B2B, B2C, B3A, B3B, B3C, C1A, C1B, C2A, C2B, C2C, C3A, C3B, C3C, D1A, D1B, D1D, D2A, D2B, D2G, D2H, D2J, D3G, E1A, E1B, E2A, E2B, E2D, E2G, E2H, E3H	S4-20, S4-200	KA12364	KA12360
O-320	B1A, B1B, B2B, B3A, B3B	S4-20, S4-200	KA12112	KA12360
O-320	D1C, D1F, D2C, D2F, E1C, E1F, E1J, E2C, E2F	S4-1200	KA12365	KA12235
O-320	A2A, A2B, A2C, A3A, A3B, A3C, B3C, D1A, D2A, D2B, E2B	4200, 4300	KA14004	
O-320	D1C, D1F, D2C, D2F, E1C, E1F, E1J, E2C, E2F	4200, 4300	KA14001	KA12508
O-340	A1A, A2A, B1A	S4-20, S4-200	KA12364	KA12360
O-340	A1A, A2A	4200, 4300	KA14004	
AEIO-360	A1A, A1D, A1E, A2A, B1B, B4A, H1A	S4-20, S4-200	KA12364	KA12360
AEIO-360	A1B, A1B6, A2B, B1F, B1F6, B1G6, B2F	S4-1200	KA12365	KA12235
AEIO-360	A1B, A1B6, A2B, B1F, B1F6, B1G6, B2F	4200, 4300	KA14001	KA12508
AIO-360	A1A, A1B, A2A, A2B, B1B	S4-1200	KA12365	KA12235
AIO-360	A1A, A1B, A2A, A2B, B1B	4200, 4300	KA14001	KA12508
HIO-360	A1A, B1A, B1B, C1A	S4-20, S4-200	KA12364	KA12360
HIO-360	C1B, D1A	S4-1200	KA12365	KA12235
HIO-360	C1B, D1A	4200, 4300	KA14001	KA12508
HIO-360	B1A	4200, 4300	KA14004	

Ignition Harness - Lycoming Engines (Continued):

Engine	Engine Model	Magneto	5/8" x 24 Spark Plug Termination	3/4" x 20 Spark Plug Termination
::NOTE:: All Kelly Aerospace Harnesses are available with elbow "swivel" terminations. Part numbers for elbowed harnesses is the same with the addition of an "E" suffix.				
HO-360	A1A, B1A, B1B	S4-20, S4-200	KA12364	KA12360
HO-360	A1A	4200, 4300	KA14004	
IO-360	A1A, A1D, A2A, B1A, B1B, B1C, B1D, B4A, C1A, K1A	S4-20, S4-200	KA12364	KA12360
IO-360	A1B, A1B6, A1C, A1D6, A2B, A2C, B1E, B1F, B2E, B2F, B2F6, C1B, C1C, C1C6, D1A, E1A, F1A	S4-1200	KA12365	KA12235
IO-360	C1E6	S4-1200	KA12423	KA12616
IO-360	A1B, A1B6, A1C, A1D6, A2B, A2C, B1E, B1F, B2E, B1F, B2E, B2F, B2F6, C1B, C1C, C1C6, E1A, F1A	4200, 4300	KA14001	KA12508
IO-360	A1C, A2B, A2C, B2E, C1B, C1C, D1A	4200, 4300	KA14002	KA12508
IO-360	B1A, B1B, B1D,	4200, 4300	KA14004	
I/O-360	A1A	S4-20, S4-200	KA12364	KA14033
I/O-360	A1A	S4-20, S4-200	KA12364	KA12360
LIO-360	C1E6	S4-1200	KA12365	KA12235
LIO-360	C1E6	S4-1200	KA12423	KA12616
LIO-360	C1E6	4200, 4300	KA14001	KA12508
O-360	A1A, A1C, A1D, A1H, A2A, A2D, A2E, A2H, A3A, A3D, A4A, A4D, A4J, A4K, A4M, A4N, B1A, B1B, B2A, B2B, C1A, C1C, C2E, D1A, D2A, D2B, F1A6, G1A6,	S4-20, S4-200	KA12364	KA12360
O-360	A1F, A1F6, A1G, A1G6, A2F, A2G, A4G, C1F	S4-1200	KA12365	KA12235
O-360	A1F, A1F6, A2G, A1G6, A2F, A2G, A4G, C1F	4200, 4300	KA14001	KA12508
O-360	A1A, A1D, A2A, A2D, D2A, D2B	4200, 4300	KA14004	
VO-360	A1A, A1B, B1A	S4-20, S4-200	KA12364	KA12360
VO-360	A1A, A1B, B1A	S4-20, S4-200		KA14033
GO-435	C2A2, C2B2, C2B2-6	S6-20, S6-200	KA12474	
TVO-435	F1A	S6-20, S6-200	KA12712	KA12865
TVO-435	A1A, B1A, D1B, G1B	S6-1200	KA12709	KA12447
VO-435	A1D, A1E, A1F	S6-20, S6-200	KA12709	KA12447
VO-435	B1A	S6-20, S6-200	KA12712	KA12865
GO-480	G1J6	S6-1200	KA12742	
GSO-480	B1J6	S6-1200	KA12745	
GSO-480	B1A6, B1B6, B1C6, B1E6, B1F6, B1G6, B2C6, B2D6, B2G6, B2H6	S6-20, S6-200	KA12854	
IGSO-480	A1D6, A1E6	S6-1200	KA12854	
IGSO-480	A1A6	S6-20, S6-200	KA12244	KA12247
AEIO-540	D4A5	S6-1200	KA12154	KA12157
AEIO-540	D4A5	S6-20, S6-200	KA12121	KA12120
IGSO-540	A1D, A1E, A1F, B1C	S6-1200	KA12259	
IO-540	A1A5, B1A5, B1B5, B1C5, C1B5, C1C5, C2C, C4B5, D4A5, E1A5, G1A5, K1C5, K1D5, N1A5, P1A5, R1A5, S1A5	S6-20, S6-200	KA12121	KA12120
IO-540	A1A5, B1A5, B1B5, B1C5, C1B5, C1C5, C2C, C4B5, D4A5, E1A5, G1A5, K1C5, K1D5, N1A5, P1A5, R1A5, S1A5	S6-1200	KA12154	KA12157
O-540	A1A, A1A5, A1B5, A1C5, A1D, A1D5, A2B, A3D5, A4A5, A4B5, A4C5, A4D5, B1A5, B1B5, B2A5, B2B5, B4A5, B4B5, D1A5, E4A5, E4B5, F1A5, F1B5, H1A5, H2A5	S6-20, S6-200	KA12121	KA12120
O-540	A1A, A1A5, A1B5, A1C5, A1D, A1D5, A2B, A3D5, A4A5, A4B5, A4C5, A4D5, B1A5, B1B5, B2A5, B2B5, B4A5, B4B5, D1A5, E4A5, E4B5, F1A5, F1B5, H1A5, H2A5	S6-1200	KA12154	KA12157
TIO-540	A1A, A1B, A2A, A2B	S6-1200		KA12037
TIO-540	C1A	S6-1200	KA12790	KA12851
TIO-540	C1A	S6-1200	KA12154	KA12157
TIO-540	C1A	S6-20, S6-200	KA12121	KA12120
TIVO-540	A2A	S6-1200	KA12709	KA12447
VO-540	A1A, B1A, B1B, B1D, B2D, C1C3	S6-1200	KA12709	KA12447
TIGO-541	E1A	S6-1200		KA12890
TIO-541	E1A4, E1B4, E1C4, E1D4, E1E4	S6-1200		KA12628
IO-720	A1B, B1B	S8-1200		KA17012

NOTE

- All mounting hardware is included with harnesses.
- Where applicable, all harnesses listed are FAA-PMA Approved for use on the engines listed.
- All application data contained in this brochure is for reference only.
- The Spark Plug Termination Column is in reference to the harness spark plug termination size, not the size of the wrench required to remove the spark plug.
- All Kelly Aerospace Harnesses are available with **elbow** "swivel" terminations. Part numbers for elbowed harnesses is the same with the addition of an "E" suffix.

Ignition Harness - Teledyne Continental Motors:

Engine	Engine Model	Magneto	5/8" x 24 Spark Plug Termination	3/4" x 20 Spark Plug Termination
::NOTE:: All Kelly Aerospace Harnesses are available with elbow "swivel" terminations. Part numbers for elbowed harnesses is the same with the addition of an "E" suffix.				
A-50		Slick 400 Series	KA17005	
A-65		Slick 400 Series	KA17005	
A-75		Slick 400 Series	KA17005	
A-80		Slick 400 Series	KA17005	
C-75	12, 15	Eisemann LA-4	KA17008	KA17007
C-75		Slick 400 Series	KA17005	
C-75	8	Slick 400 Series	KA17005	
C-75	12, 15	S4-20, S4-200	KA12007	KA17006
C-75	12, 15	4200, 4300	KA11780	KA17011
C-85	12, 12FJ, 14, 15	Eisemann LA-4	KA17008	KA17007
C-85	12, 12FJ, 14, 15	S4-20, S4-200	KA12007	KA17006
C-85	12, 12FJ, 14, 15	4200, 4300	KA11780	KA17011
C-90	12, 14, 16, 16F	Eisemann LA-4	KA17007	KA17008
C-90	12, 14, 16, 16F	S4-20, S4-200	KA12007	KA17006
C-90	12, 14, 16, 16F	4200, 4300	KA11780	KA17011
C-125	2	S6-20, S6-200	KA12130	
C-125	ALL	6200, 6300	KA12932	
C-145	2, 2H	S6-20, S6-200	KA12130	
C-145	ALL	6200, 6300	KA12932	
E-165	2, 3, 4	S6-20, S6-200	KA12176	KA12339
E-165	1, 2, 3, 5, 8, 9, 10, 11	S6-20, S6-200	KA12176	KA12339
O-200	A, B, C	Eisemann LA-4	KA17008	KA17007
O-200	A, B, C	S4-20, S4-200	KA12007	KA17006
O-200	A, B, C	4200, 4300	KA11780	KA17011
E-225	2, 4, 8, 9	S6-20, S6-200	KA12176	KA12339
O-300	A, B, C, D, E	Slick 600 Series	KA11884	KA12318
O-300	A, B, C, D, E	S6-20, S6-200	KA12130	
O-300	A, B, C, D, E	6200, 6300	KA12932	
IO-360	A, C, CB, D, DB, G, GB, H, HB, J, JB, K, KB	S6-20, S6-200		KA12015
IO-360	C, D, G	6200, 6300		KA12778
LTSIO-360	E, EB, KB	S6-20, S6-200		KA12015
TSIO-360	A, AB, B, C, CB, D, DB, E, EB, F, FB, GB, H, HB, JB, KB, LB, MB	S6-20, S6-200		KA12015
TSIO-360	A, B	6200, 6300		KA12778
GIO-470	A	S6-20, S6-200	KA11978	KA11730
IO-470	A, C, D, E, F, G, H, J, K, L, LO, M, N, P, R, S, T, U, V, VO	Slick 600 Series	KA11878	KA11480
IO-470	C, D, E, F, G, H, L, M, N, P, R, S, U, V	S6-20, S6-200	KA11978	KA11730
IO-470	F, J, K, N, S	S6-1200		KA12216
IO-470	F, J, K, N, S	S6-1200		KA11740
IO-470	A, C, D, E, F, H, J, K, L, LO, M, N, P, R, S, T, U, V, VO	6200, 6300	KA12828	KA12381
O-470	A, B, BC1, E, G, GC1, H, J, K, KC1, L, LC1, M, MC1, N, P, R, S, U	Slick 600 Series	KA11878	KA11480
O-470	A, B, BC1, E, G, GC1, H, J, K, KC1, L, LC1, M, MC1, N, P, R, S, U	6200, 6300	KA12828	KA12381
O-470	A, B, E, M, P, R	S6-20, S6-200	KA11978	KA11730
O-470	R, S, U	S6-1200		KA11740
O-470	R, S, U	S6-1200		KA12216
TSIO-470	B, C, D	S6-20, S6-200	KA11978	KA11730
GTSIO-520	C, D, F, H, K, L, M, N	S6-1200		KA11950
IO-520	A, B, BA, BB, C, CB, D, E, J, K, L, M, MB, N, NB	Slick 600 Series	KA11878	KA11480
IO-520	B, BB, E	S6-20, S6-200	KA11978	KA11730
IO-520	A, BA, BB, C, CB, D, F, J, K, L	S6-1200		KA12216
IO-520	A, B, BA, BB, C, CB, D, F, J, K, L	S6-1200		KA11740
IO-520	A, B, BA, BB, C, CB, D, E, J, K, L, M, MB, N, NB	6200, 6300	KA12828	KA12381
LTSIO-520	AE	S6-1200		KA11740
LTSIO-520	AE	S6-1200		KA12216
TSIO-520	AE, AF, C, D, DB, G, H, J, JB, K, KB, L, LB, M, N, NB, P, R, T, UB, WB	S6-1200		KA11740
TSIO-520	AE, AF, C, DB, G, H, J, JB, K, KB, L, LB, M, N, NB, P, R, T, UB, WB	S6-1200		KA12216
TSIO-520	A, B, BB, BE, C, CE, D, DB, E, EB, G, H, J, JB, K, KB, L, LB, M, N, NB, P, R, T, U, UB, VB, WB	Slick 600 Series	KA11878	KA11480
TSIO-520	A, B, BB, C, CE, D, DB, E, EB, G, H, J, JB, K, KB, L, LB, M, N, NB, P, R, T, U, UB, VB, WB	6200, 6300	KA12828	KA12381

Ignition Harness - Teledyne Continental Motors (Continued):

Engine	Engine Model	Magneto	5/8" x 24 Spark Plug Termination	3/4" x 20 Spark Plug Termination
::NOTE:: All Kelly Aerospace Harnesses are available with elbow "swivel" terminations. Part numbers for elbowed harnesses is the same with the addition of an "E" suffix.				
IO-550	A, F	S6-20, S6-200	KA11978	KA11730
IO-550	A, B, C, D, E, F, G	S6-1200		KA12216
IO-550	B, C, D, E, L	S6-1200		KA11740
IO-550	A, B, C, D	6200, 6300	KA12828	KA12381
TSIOL-550	B	S6-1200		KA12216
TSIOL-550	B	S6-1200		KA11740

Notes:

Magneto Type	Description
4200, 4300	Slick 4 Cylinder Magneto
6200, 6300	Slick 6 Cylinder Magneto
600	Slick 6 Cylinder Magneto with individual leads
S4-20, S4-200	TCM/Bendix 4 Cylinder
S4-1200	TCM/Bendix 4 Cylinder
S6-20, S6-200	TCM/Bendix 6 Cylinder
S6-1200	TCM/Bendix 6 Cylinder



Clockable Swivel Elbow for Hard-to-Fit Installs:

Kelly's unique **clockable** steel elbow allows you to "point" the lead end in any direction (360°) without putting a strain or twist in the lead wire. Excellent for those tight installations and closely cowled engines where heat and accessibility are a problem. Eliminates wire damage due to tight bends at the plug. Just add an "E" to the end of the part number when ordering.

Straight Lead Termination:

Kelly's Straight Lead termination is economical and suitable for most installations. It features a durable **steel** nut and a **hex** ferrule insuring a "strainless" installation.



Magneto Backplate to Harness P/N - Cross Reference Chart

Harness Used: KA17007, KA17008. Left Backplate  Right Backplate  Eisemann LA-4	Harness Used: KA12007, KA12112, KA12360, KA12364, KA14033, KA17006. Left Backplate  Right Backplate  TCM/Bendix S(C) 4-20, S(C) 4-200
Harness Used: KA17001, KA17002. Left Backplate  Right Backplate  Eisemann LA-6	Harness Used: KA11730, KA11978, KA12015, KA12120, KA12121, KA12130, KA12176, KA12244, KA12247, KA12339, KA12474, KA12712, KA12769, KA12772, KA12854, KA12865. Left Backplate  Right Backplate  TCM/Bendix S(C) 6-20, S(C) 6-200
Harness Used: KA17005. Left Backplate  Right Backplate  Slick 400 Series	Harness Used: KA12235, KA12365, KA12423, KA12616. Left Backplate  Right Backplate  TCM/Bendix S4-1200
Harness Used: KA11480, KA11878, KA11884, KA12318. Left Backplate  Right Backplate  Slick 600 Series	Harness Used: KA11740, KA11950, KA12037, KA12154, KA12157, KA12216, KA12259, KA12447, KA12628, KA12709, KA12742, KA12745, KA12790, KA12851, KA12890. Left Backplate  Right Backplate  TCM/Bendix S6-1200
Harness Used: KA11780, KA12508, KA14001, KA14002, KA14004, KA17011. Left Backplate  Right Backplate  Slick 4200, 4300 Series	Harness Used: KA12828, KA12381, KA12778, KA12779, KA12878, KA12932. Left Backplate  Right Backplate  Slick 6200, 6300 Series
	Harness Used: KA17012 Left Backplate  Right Backplate  TCM/Bendix S8-1200

KELLY AEROSPACE ENERGY SYSTEMS 1400 E.SOUTH BLVD. • MONTGOMERY, AL 36116 • 334.286.8551 • FAX 334.286.1992
CERTIFIED REPAIR STATION #9KPR369B • WWW.KELLYAEROSPACE.COM



Ignition Harness

FAA/PMA APPROVED FOR:

- Franklin
- Teledyne Continental Motors
- Textron Lycoming

For more information on Kelly Aerospace Energy Systems or a listing of your nearest Distributor, visit our website at: www.KellyAerospace.com or call: (334) 286-8551

UNIQUE SPRING DESIGN:

Kelly Aerospace Energy Systems ignition harnesses incorporate a negative-pitch spring design (the tip of the coil spring extends inward) allowing the coil spring tip to lie flat against the spark plug electrode, providing 360° contact. Ignition energy is maximized and flashover is reduced to a minimum.

PERFORMANCE - PLUS:

Using a tinned-copper, nickel plated braid shielding substantially reduces EMI and combined with a very flexible 19 strand conductor of stainless steel wire provides the ultimate in wire conductivity and ease of installation.

PLATED STEEL NUT:

Steel nuts offer superior strength compared to aluminum nuts and reduce the potential for galling during installation.

ABRASION AND HEAT RESISTANT:

The abrasion resistant red polymer cover has been engineered specifically for the high-temperature environment of reciprocating engines.

REPLACEABLE CONTACT SPRINGS:

Replacement springs are available separately saving you time and money when a field repair is necessary.

STRAIGHT AND 90 DEGREE STEEL ELBOW LEADS AVAILABLE:

You have the option of using straight or clockable 90° elbow leads to make the installation neat and easy.



KELLY AEROSPACE ENERGY SYSTEMS 1400 E.SOUTH BLVD. • MONTGOMERY, AL 36116 • 334.286.8551 • FAX 334.286.1992

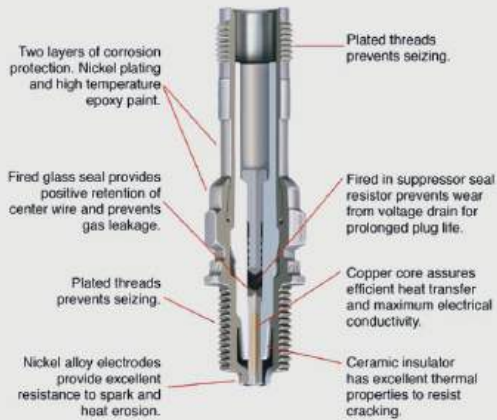
WWW.KELLYAEROSPACE.COM

Anexo F



SPARK PLUGS

FEATURES



TECHNICAL INFORMATION

Champion Spark Plugs have been the first choice of aviation technicians (aircraft maintenance technicians/ aviation maintenance technicians) since the very earliest days of aviation. When you ask a tech what spark plug they prefer and rely upon, they will most likely say Champion.

Advanced-engineered Champion Aerospace spark plugs are designed for the critical difference in performance, far beyond the ordinary. Champion spark plugs stand up to high temperatures, pressures, and deposits.

Longer lasting than platinum spark plugs, Iridium "S" plugs resist lead attack and provide better scavenging than standard platinum plug designs. Iridium "S" offers exceptional performance, even under the most demanding conditions.

As the preferred supplier of spark plugs for general aviation aircraft, Champion Aerospace designs, engineers and manufactures piston-engine ignition components for both OEM and aftermarket applications. Every spark plug manufactured has built-in design advantages that assure longer life and greater reliability.

Champion Aviation Spark Plugs are designed, engineered, manufactured, tested, inspected and packaged all under one roof. There is no outsourcing or outside companies involved in the production of Champion Spark Plugs. The quality of our product is in our exclusive ability to produce our own ceramics—key to high performance spark plugs.

Champion is known for:

- World-class quality manufacturing in our AS9100/ISO facilities
- Made in the U.S.A.
- 100% inspected and testing — every unit
- Zinc plating — for better corrosion resistance in high humidity
- High temperature painted — two layers corrosion protection

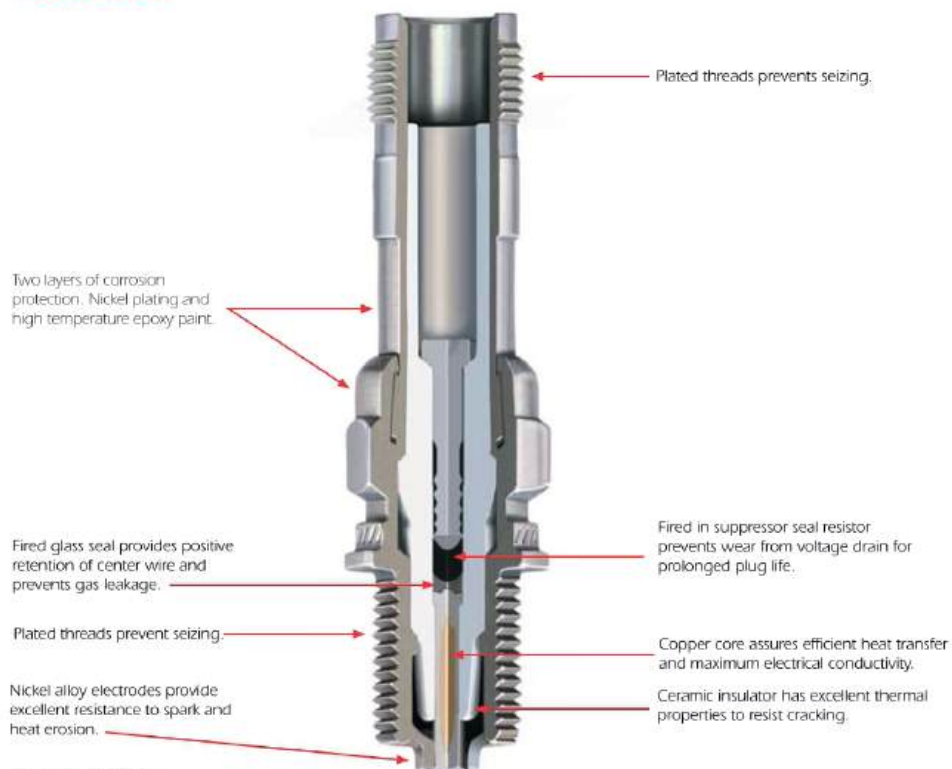
SPARK → IGNITE → EXCITE

Champion Aerospace, LLC, 7030 Old Morris Road | Liberty, SC 29557 | O: 864-643-1162 | F: 864-643-5463 | www.ChampionAerospace.com

Anexo G

Spark Plugs

Product Features



Design Features

Advanced-engineered Champion Aerospace spark plugs are designed for the critical difference in performance, far beyond the ordinary. Champion spark plugs stand up to high temperatures, pressures and lead deposits, with a performance second to none. When you're up in the air, count on quality Champion spark plugs.

The #1 Choice Worldwide - OEM for all U.S. Piston Engines

Champion spark plugs are a product of Champion Aerospace's commitment to quality and advanced technology, a commitment that has made Champion spark plugs the #1 choice of engine manufacturers, maintenance technicians and pilots around the world.

Choose Iridium "S" spark plugs for high-performance engines.

Longer-lasting than platinum spark plugs, Iridium "S" plugs resist lead attack better and provide better scavenging than standard platinum plug designs, resulting in exceptional performance, even under the most demanding conditions.



S P A R K P L U G S

Spark Plug Type Designation System

All Champion Aerospace spark plugs are identified by type designations as indicated on the following spark plug number and symbol chart. The symbol is composed of a rating position number, together with prefix and suffix numbers to indicate major plug design characteristics.

Typical Types of Electrode Construction



Two-Prong E Ground Electrodes



Fine Wire



Projected Core Nose



Two-Prong B Tangent to Center



Single-Ground Electrode Automotive Gap Configuration

Typical Spark Plug Number with Symbol Explanation

R

H

B

37

E

Resistor

None — No Resistor

R — Mil Spec.

Resistor — Erosion Protection

Barrel Style

None — Unshielded

E — Shielded 5/8" - 24 Thread

H — Shielded 3/4" - 20 Thread (All-weather Plug)

Mounting Thread	Reach	Hex Size
B - 18mm	13/16" (2.06cm)	7/8" (2.22cm)
M - 18mm	1/2" (1.27cm)	7/8" (2.22cm)
J - 14mm	3/8" (0.95cm)	13/16" (2.06cm)
L - 14mm	1/2" (1.27cm)	13/16" (2.06cm)
U - 18mm	1-1/8" (2.85cm)	7/8" (2.22cm)
N - 14mm	3/4" (1.90cm)	13/16" (2.06cm)

Electrode Design

None — Conventional Single

E — Two Electrode Massive

N — Four Electrode Massive

S — Single Electrode (Iridium)

B — Twin Electrodes

R — Push-wire - 90° to Center

Y — Projected Core Nose

Heat Rating Position

Low Number — Cold

High Number — Hot

Operating Period

The useful operating life of a spark plug varies greatly with operating conditions, engine models, ignition systems and spark plug types. Scheduled service intervals should be established by the individual operator.

It is normally recommended that spark plug gaps and deposit conditions be checked at 50-hour intervals. In addition, removal time specifications are usually available from the engine manufacturer and may be supplemented by past experience with a particular engine model.

Checking spark plug gaps and deposits at appropriate regular intervals is crucial to preventing engine misfires. Since plug deterioration can vary with operating conditions, the operating period could increase somewhat or be sharply reduced, depending on manufacturer gap width recommendations, increased voltage needed to fire the gap or deterioration of magneto components and ignition harness.

S P A R K P L U G S

Selection Criteria

Champion Aerospace spark plugs are manufactured within all military and commercial standards established for aviation spark plugs. All plug types are designed to meet specific engine and aircraft requirements for thread size, reach, heat rating, shielding and terminal connectors.

The following Champion application catalog and charts display in red print the recommended spark plugs by aircraft and engine model for the most satisfactory service.

- Champion aviation catalog AV-12
- Champion pocket size catalog AV-14
- Champion wall chart AV-33

Reach

The reach of a spark plug is the distance from the shell gasket seat to the end of the shell threads. A proper-reach plug ensures that the electrodes are appropriately positioned in the combustion chamber to ignite the fuel-air mixture, based on requirements of the cylinder head design.



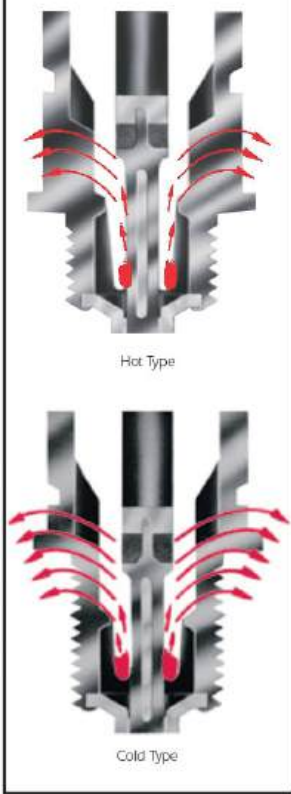
Shell threads are furnished in 14mm- and 18mm-diameter, long reach and short reach.

Thread Diameter	Long Reach	Short Reach
14mm	1/2"	3/8"
18mm	13/16"	1/2"

Heat Rating

The heat rating of a spark plug is the measure of its ability to transfer heat received from the combustion chamber to the cylinder and engine cooling system. The correct heat rating for the engine design ensures that the plug operates cool enough to prevent preignition but warm enough to resist accumulation of conductive, plug-fouling deposits. Champion aviation spark plugs are available in a wide range of heat ratings to meet all engine and operational requirements.

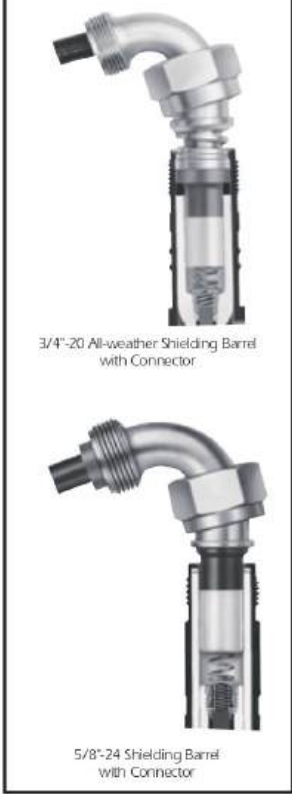
A hot-type spark plug has a longer core nose and transfers heat more slowly than a cold-type plug.



Shielded Terminal Designs

Shielded terminal connections are used on aviation spark plugs to prevent radio interference by the engine ignition system. The current industry standard is the all-weather 3/4"-20 spark plug, although some engine models are still equipped with 5/8"-24 spark plug connectors. We strongly recommend that these ignition harnesses be modified and updated during engine overhaul to accept the improved all-weather spark plug.

The all-weather design uses an improved terminal seal with greater terminal well insulation that prevents entry of moisture.



S P A R K P L U G S

Electrode Conditions

Normal erosion of spark plug electrodes can be expected because of the constant blasting effect of the high-voltage current jumping the gaps and corrosive gases and high temperatures in the combustion chamber. However, excessive center electrode erosion is not normal, and should you observe such erosion, check carefully to determine if proper heat-rated plugs are being used. Also check whether engine timing and operating procedures conform to manufacturer's recommendations.

Electrode Wear Patterns

	Fine Wire Electrode	Massive Electrode
Normal Electrode Condition. - Insulator tip gray, tan or light brown. - Few combustion deposits. - Electrodes not burned or eroded. - Proper type and heat range plug for engine and service. - Spark plug should be cleaned, regapped and tested before reinstallation.		
Normal Worn-Out Condition. - Electrodes eroded by high-voltage sparking and by corrosive gases formed during combustion to less than 1/2 original thickness. - More voltage needed to fire spark plugs - often more than ignition system can produce. - Replace with new Champion aviation spark plugs.		
Severe Worn-Out Condition. - Excessively eroded center and ground electrodes plus extensive necking of fine wire ground electrodes indicate abnormal engine power or plugs long overdue for replacement. - Check fuel metering and magneto timing. - Discard spark plugs and check heat range before installing new ones. - Replace with new Champion aviation spark plugs in appropriate heat range.		

Other conditions that cause excessive electrode erosion are constant magneto-polarity firing and capacitance after-firing.

Electrode Wear Patterns

Constant polarity occurs with even-numbered cylinder magnetos. One plug fires with positive polarity, causing excessive ground-electrode wear, while the next plug fires negatively, causing excessive center-electrode wear. Capacitance after-firing wear is caused by the stored energy in the ignition-shielded lead unloading after normal-timed ignition.

Spark Plug Fired Positive
Adverse Ground-Electrode Wear



Spark Plug Fired Negative
Adverse Center-Electrode Wear



To equalize this wear, keep spark plugs in engine sets, placing them in trays identified by cylinder locations. After servicing the plugs, rotate as indicated in the following illustrations.

S P A R K P L U G S

Electrode Conditions

Spark plug caddy layouts for four- and six-cylinder opposed engines. Swap the long-lead spark plugs with the short-lead plugs, as shown, at each recondition overhaul to equalize wear caused by constant polarity and high capacitance.

NOTE: Four cylinder engines equipped with single drive dual magneto fire with constant polarity; therefore, it is not necessary to rotate plugs to maintain even electrode wear. You may wish to rotate top to bottom to minimize deposit build up.

REM37BY Electrode Wear

While providing excellent protection against lead fouling, the projected core nose design on the REM37BY lends itself to an unusual wear pattern. This wear condition shown below constitute criteria for spark plug replacement.

New REM37BY



Worn REM37BY



Compare typical wear patterns to new REM37BY.

Center-electrode bottlenecking. Erosion adjacent to the ground electrode is the result of electrical erosion and chemical corrosion. Replace with new Champion aviation spark plugs.

Ground-electrode erosion. Ground electrodes eroded to knife-edge pointed condition. Replace with new Champion aviation spark plugs.

S P A R K P L U G S

Electrode Conditions

An engine's spark plugs can reveal a lot of information about how the engine is running. Many times, examining the used spark plugs can be useful in diagnosing the cause of engine roughness or other erratic engine operating conditions. In some cases, it may be that it is simply time to change the spark plugs, but the type of wear the plugs experience could

also reveal the cause of adverse cylinder-piston conditions.

When removing spark plugs from an aircraft engine, it is necessary to keep track of each spark plug's corresponding cylinder number, so you'll be able to relate any diagnosed problems back to the appropriate cylinder. Mark the cylinder number on each plug or use

Champion CT-446 pre-numbered spark plug tray, placing each plug in the correct position in the tray.

Some typical adverse conditions that cause spark plug malfunctions are shown here. For more detailed illustrations, refer to the Champion check-a-plug card, Form AV-27.

Carbon Fouling

Carbon fouling can be identified by sooty, black deposits indicating that the spark plug is operating too cold. Common causes of carbon fouling can be both fuel- and ignition-related.

Typical fuel-related causes to look for are over-rich fuel mixture, excessive idle or excessive operation at closed-throttle idle. Other causes might be improper idle mixture setting or improper (too cold) spark plug application. Ignition-related causes of carbon fouling include improper magneto timing, a failing lead or failed spark plug.

After replacing the faulty spark plugs, and as an additional aid in cleaning up any partially fouled plugs, increase engine

power *slowly* to normal magneto-check power and hold for one minute before making the magneto check. With a

Fine Wire Electrode



satisfactory magneto check, idle the engine and check idle mixture for proper adjustment.

Massive Electrode



Oil Fouling

Oil fouling deposits appear as wet, black carbon deposits on the firing end. Oil fouling deposits are conductive at all temperatures and will cause plug misfiring under all power conditions.

It is not uncommon to find this condition in mild form on lower plugs of some horizontal opposed engine models or in lower cylinders of radial engines. It may be caused by oil draining by the piston rings and collecting in the combustion chamber during extended engine shut-down periods. Such mild conditions can usually be cleared up by cycling the engine with slow increases of power until misfiring stops.

If the oil fouling condition is persistently repetitious and is found on both spark plugs of a cylinder, a possible adverse

Fine Wire Electrode



engine condition of faulty rings, damaged piston or worn valve guides, may be present, requiring corrective action.

Massive Electrode



Lead Fouling

Under normal conditions, the lead oxybromide deposits from the tetraethyl-lead (TEL) of high-octane aviation fuels form an even, fluffy coating ranging from

light tan to light brown in color. A darkening of these colors near the core tip indicates adverse temperature conditions. Mal-distribution of the TEL

causes severe lead fouling, which appears as hard cinder-like globules of lead on the firing end, and in time will gradually fill the firing end cavity.

S P A R K P L U G S

Electrode Conditions

Severely fouled spark plugs, like those shown here, will operate colder, causing misfires, and will also misfire at higher power because of the conductive nature of the deposits at elevated temperatures.

Replace the malfunctioning spark plug with a serviceable unit.
If not too severely fouled, removed spark plugs can be reconditioned for further

use, but if severely fouled like these shown, they should be scrapped.

Fine Wire Electrode



Massive Electrode



The REM37BY Extended Core Nose spark plug does not prevent the accumulation of lead deposits, but its design makes it capable of firing with severe lead deposit buildup.

Bridged Electrode Gaps

In rare circumstances, free combustion chamber deposits will lodge in, or bridge the gap, as a fused deposit, shorting out the spark plug. Such a malfunctioned plug will misfire at all powers in a manner similar to an oil-fouled plug.

To clear out small carbon particles lodged in the gap, cycle the engine with slow increases in power until the misfiring stops, as for mild oil fouling.

The bridged gap condition shown represents a gap bridged by a beaded lead globule. Such a condition will not clear up by engine operation and can be

corrected only by replacing the malfunctioning spark plug with a serviceable unit.

Normally, the removed plug can be reconditioned for further use.

Fine Wire Electrode



Massive Electrode

**Cracked Core Nose**

Normal engine operation cycles thermal shock to the core nose, and insulator materials and designs are chosen to avoid core nose cracks from such thermal shock. However, occasional abnormal engine operation will exceed even the built-in safety factors, resulting in infrequent core nose cracking.

The typical cracked core nose condition shown may be caused by improper cleaning or gapping procedures and by detonation. These conditions are discussed in detail elsewhere in this manual.

Fine Wire Electrode



Massive Electrode



S P A R K P L U G S

Operating Data

Preignition

Preignition occurs when the combustion charge is ignited ahead of the normal, timed ignition spark. Effectively, it produces a condition of extremely advanced ignition timing. The hot spot causing this advanced timing or preignition, may be an overheated spark plug, valve head or glowing combustion chamber deposits. Preignition can cause serious damage to the engine because of the extreme increase in cylinder combustion pressures and temperatures.

The cylinder-head temperature gauge will show a rapid rise in temperature if preignition occurs in the thermocouple-connected cylinder. If it occurs in other cylinders, the only indication is engine roughness.

If you suspect that an engine has operated in preignition, remove all spark plugs and inspect for possible damage. Often, combustion chamber parts such as pistons, rings, valves and guides are

damaged when an engine has been subjected to preignition. If damage has resulted, follow the engine manufacturer's recommendations for inspection, damage correction and operational protective procedures.

Detonation

Detonation occurs during normal burning of the combustion charge with an abrupt, spontaneous burning or explosion of the balance of the unburned charge ahead of the normal flame front. Detonation subjects the combustion chamber to adverse mechanical shock pressures of

short duration, which do not cause an extensive rise in cylinder temperature. The effect of this mechanical shock will sometimes damage spark plug electrodes or crack the insulator core nose.

A mildly rough engine with audible knock indicates the presence of detonation. If

you suspect that an engine has been experiencing detonation, remove the spark plugs for inspection as soon as possible and follow the engine manufacturer's recommendations for cause and correction.

Connector Well Flashover

The connector terminal transmits the high-voltage ignition system current to the spark plug by providing a means of disconnecting, and reconnecting, the shielded spark plug from the ignition harness.

As the electrode gaps increase from normal wear, the ignition system voltages increase, placing more stress on the insulation in the connector terminal well. As the terminal well becomes dirty with moisture or other foreign matter, the insulation value of the connector continues to decrease. Eventually, flashover of the ignition current will occur when the current tracks across the widened gap, through the dirty terminal well, to ground on the shell.

In turn, flashover can cause the spark plug to misfire in an erratic manner that is difficult to isolate. If caused by moisture,

the engine may be difficult to start, but the misfiring may fully or partially cease as the engine warms up. Spark plugs with dirty connector wells are likely candidates for flashover and should be replaced with serviceable units. Fully recondition and test the removed plug before reuse.

Good, preventive maintenance is the best way to guard against flashover. Clean and inspect ignition harness connector terminals and seal grommets, making certain that no moisture enters the connector well through the seal grommet. Any possibility of moisture is cause for inspection to isolate the source for potential failure of the shielding lead. Even touching the terminals with your fingers after cleaning could leave enough salt deposits from perspiration to attract moisture and lose insulation value in service.



To help avoid flashover problems, all-weather connector plugs with their superior-sealing grommet are recommended, however, they will not eliminate the need for inspection and preventive maintenance.

Some 5/8"-24 ignition systems have 1" terminal sleeves and no seal grommets. To improve flashover protection, modify such ignition systems with the 9/16" terminal sleeve and silicone rubber terminal sleeve grommet.

Improper Gaskets

Aviation spark plug gaskets are manufactured to precise dimensions and material standards, based on the effective reach of a spark plug as determined by its installed thickness. An ideal installation has the firing end flush with the combustion chamber wall, with no plug threads or

cylinder bushing exposed to combustion gases. Exposed threads can become hot spots for initiating preignition.

Use and installation of proper gaskets are essential to reliable engine operation. Two gaskets or a non-standard thin gasket will expose the threads, contribut-

ing to preignition. Use of new gaskets ensures a tight, gas-sealed plug. A gas leak at the installation gasket can cause higher-than-normal operating temperatures, also contributing to the possibility of preignition.

S P A R K P L U G S

Installation Procedures

Preinstallation

Even though electrode gaps are preset to manufacturer's specifications, it is good practice to spot-check gap settings to ensure that they have not changed during shipment or handling.

Gaskets

Always install both new and reconditioned Champion aviation spark plugs with a new copper gasket. Champion gaskets are manufactured to prevailing military and commercial aircraft standards to ensure proper seal and heat transfer. New spark plugs are packaged with a new gasket. The new gasket numbers shown are available for reconditioned spark plugs.



Gaskets
M-674
18mm Solid Copper
M-677
18mm Folded Steel
N-673
14mm Solid Copper

CAUTION: Thermocouple gaskets, when used, should be carefully removed from the spark plugs without damaging or breaking the thermocouple wire leads. Usually only one thermocouple gasket is used on an engine, and no regular gasket is required on this particular spark plug.

Anti-Seize Compound

Apply anti-seize compound sparingly to the firing end threads but never to the first thread, to prevent the material from

running onto the electrodes. Anti-seize compound can cause the spark plug to misfire if it contacts the electrodes.



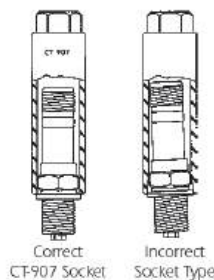
Applying anti-seize compound.

CAUTION: Never apply anti-seize compound to the terminal threads of the shielding barrel.

Installation

Correct Socket Tools

Use the correct tools for installing aviation spark plugs to prevent spark plug damage during installation and to ensure proper operation. Always use a six-point socket such as the Champion CT-907 to avoid damage to spark plugs. As shown, 12-point sockets can contact the terminal thread area and damage the threads. Enough side pressure exerted on the shielding barrel can crack the insulator, causing the plug to misfire.



Spark Plug Installation

Always visually check the spark plugs before installing them. Check the firing end for ceramic cracks or foreign matter, and inspect the condition of the threads.

Never install a spark plug that has been dropped. Throw it out immediately.

Install only one new gasket on the spark plug before inserting it into the cylinder head. When a thermocouple gasket is used, no other gasket is required.



Tightening spark plugs with torque handle.

Turn the spark plug by hand into the cylinder head to within one or two threads of the gasket. If this is not possible, the cylinder head threads need cleaning. Remove deposits from the cylinder head threads with a thread clean-out tool until hand tightening to one or two threads of the gasket is possible. Using the proper-size deep-socket wrench with a torque-indicating handle, tighten the spark plugs to the torque limits specified by the engine manufacturer.

Avoid over-tightening to prevent damage to the spark plug and bushing. If a torque-indicating handle is not available, use a handle no more than 10 in. long.

NOTE: 14mm spark plugs should be torqued at 20-25 ft.-lb. (240-300 in.-lb.).

CAUTION: To prevent possible internal cracks to the insulator, always support socket and wrench to ensure against putting side loads on the spark plug shielding barrel.

Engine Manufacturer	Ft.-lb.	In.-lb.
Teledyne Continental	25-30	300-360
Textron Lycoming	35	420
Pratt & Whitney Aircraft	25-30	300-360
Wright Aeronautical	35-40	420-480

Spark Plug Connector Installation

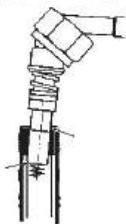
The key to successful installation of the connector onto the spark plug is keeping everything clean and dry.

- Handle terminal sleeves only with clean, dry hands.
- Before installing the connector, wipe it with a clean, lint-free cloth moistened in methylethylketone, acetone, wood alcohol or naphtha.
- Inspect all terminal assemblies and replace those showing evidence of mechanical or electrical failure. (If Dow Corning Compound is to be used, see next section now.)
- Make certain that the inside of the spark shielding barrel is clean and dry.
- Without touching the connector or spring with the fingers, insert the assembly in a straight line with the spark plug.

S P A R K P L U G S

Installation Procedures

- Screw the connector nut into place until finger-tight.
- Tighten an additional 1/8 turn with the proper wrench, as shown. **Damaged threads or cracked shielding barrels may result if the connector nuts are over-tightened.**
- If an open-end wrench is used, avoid excessive side load while tightening.
- Where an unshielded ignition system is used, inspect the cable connector for cleanliness and good mechanical condition. Then wipe the exposed insulator with a clean, dry cloth before attaching the terminal to the spark plug.
- Check the security of the connector with a light pull; use safety wire if required.



Connectors and spark plugs can be damaged by careless installation.



Using Leadmaster T-Handle wrench.



Using Leadmaster straight-handle wrench.

Proper application is essential to normal spark plug life. It is unlikely that a Champion Aviation harness will ever require a lubricant for installation.

A clean dry connection is strongly recommended. For the technician who insists on using a lube, we have found that Dow Corning DC 3452 Compound only can be used with 5/8"-24 spark plugs. Apply a thin coating with a clean brush or cloth to the **clean** connector. Remove any compound from the shielding barrel threads to ensure an adequate electrical bond between the spark plug and the shielded lead.

Do not apply DC3452Compound with the fingers and do not place any quantity of compound in the spark plug barrel.



CAUTION: DC 3452 Compound may be used on silicone connector materials as well as on neoprene.

Removal Procedures

Shielded Terminal Connectors

To remove shielded terminal connectors, loosen the elbow nut with the appropriate size crow foot or open-end wrench. Pull out terminal sleeve assemblies in a straight line to avoid damaging either the wire, terminal sleeve or barrel insulator.

Unshielded Terminal Connectors

To remove unshielded terminal connectors, carefully pull them off the spark plug terminal. If the ignition cable connectors are safety-wired to the plug terminal, cut the safety wire before removal.

Spark Plug Handling

Loosen spark plugs with the proper size deep-socket wrench by seating the socket securely on the spark plug hex. Do not cock the wrench, because damage to the insulator or connector threads could result. **Do not use an impact wrench.**

See the chart on page 11 for wrench sizes required to remove Champion aviation spark plugs. Always use a six-point socket, such as Champion CT-907 aviation spark plug socket, to avoid damage to spark plug.

Place removed spark plugs in spark plug trays to make handling easier and to minimize danger of damaging electrodes, threads and insulators. Be sure to remove the gasket with each spark plug. It is good practice to remove spark plugs in pairs from each cylinder and to place them in the tray by cylinder number. This pre-numbering system will simplify troubleshooting should one or more spark plugs in a set be noticeably different in firing end appearance.



Removing Terminal in a Straight Line



Removing Spark Plug



Champion CT-446 spark plug tray.

S P A R K P L U G S

Reconditioning Service

Successful reconditioning service of aviation spark plugs results in a spark plug possessing the following characteristics.

- Firing and terminal barrel ends with the cleanliness equivalent of a new spark plug.
- Mechanically sound.
- Sufficient electrode material for an

additional service period. **Discard any plug with electrodes worn beyond half their original thickness.**

- Satisfactory electrode contours.
- Properly gapped electrodes.
- Electrically sound, based on passing prescribed tests.
- Properly stored and handled.

Tools

Satisfactory reconditioning of spark plugs can be accomplished only with proper and adequate tools. Champion offers a complete line of required equipment for this work. See the Champion aviation products catalog for details.

Preliminary Visual Inspection

Preliminary inspection of all spark plugs should be made before servicing to eliminate those obviously unfit for further service. Discard all spark plugs with any of the following defects.



Shell hex mutilated.



Ceramic in the firing end or shielding barrel chipped or cracked.



Connector seat and/or threads at top of shielding barrel badly nicked or corroded. Terminal barrel sleeve cracked.



Terminals on unshielded spark plugs badly worn, burred or damaged.



Electrodes too badly worn to permit satisfactory regapping.



Threads on shell badly nicked, damaged or corroded.

Degreasing

The recommended method of degreasing spark plugs is the solvent method, using synthetic or petroleum solvents such as Stoddard Solvent or Varsol. **Do not use carbon tetrachloride. Do not soak spark plugs in solvent and keep solvent out of the shielding barrel.**

CAUTION: After degreasing, dry all plugs with an air blast. Any oil or solvent present in the firing end or connector well of the spark plug will cause packing of abrasive between the shell and the insulator during abrasive blasting.

Cleaning the Firing End

Model 2600A Vibrator/Cleaner

The Champion Model 2600A vibrator/cleaner for aviation spark plugs is specifically designed to remove heavy lead deposits which are difficult or impossible to remove from the firing end of the fine wire and massive electrode plugs with standard abrasive blast cleaning.

Each Model 2600A vibrator/cleaner comes equipped with accessories for cleaning fine-wire and two-electrode plugs.

Operating Instructions

- Install proper cutter head and align firing end of plug. Move the cutter blades past the ground electrodes into the firing end cavity. To allow the cutter blades to pass freely between the ground electrodes, one or more may require finger-bending adjustment.
- With moderate pressure, hold the plug in line with the cutter blades. Firmly depress the cleaner switch with the other hand.
- Lightly work the plug against the cutter blade with a right-left rotating motion. The vibrating action will release the loosened lead deposits through the firing end of the plug. Do not force the plug against the cutter – fastest cleaning is accomplished with the blades picking at the deposit surface.
- After the deposits are removed, use an abrasive cleaner to complete the cleaning process and ensure that all conductive material has been removed from the ceramic insulator.

S P A R K P L U G S

Reconditioning Service



CT-435A

CT-435A Assembly
Fine-Wire and Two-Electrode



CT-435F

CT-435F:
Replacement Cutter Blades. Fine quality, steel cutter blades are available for Model 2600A under Champion Part No. CT-435F.

CAUTION: If you are cleaning a large number of spark plugs in a small restricted area, wear a mask to prevent inhaling abrasive dust.

Cleaning the Firing End (cont'd)

Model CT-475AV Cleaner/Tester



Cleaning firing end with model CT-475AV Cleaner/Tester.

The CT-475AV requires P/N 91893 Abrasive Compound, 1.5-ounce size.

- Select the proper size rubber adapter and secure in place with the hold-down cap.
- Insert spark plug into the rubber adapter and press red button labeled Abrasive Blast. Wobble the top of the plug in a complete circle for three to five seconds.

- Continue wobbling action and press black button labeled Air Blast to remove abrasive particles from the spark plug firing end.
- Remove and inspect the spark plug. If cleaning is incomplete, repeat the cleaning cycle.

Cleaning the Barrel End

Model CT-475AV Cleaner/Tester



Cleaning barrel end with Model CT-475AV Cleaner/Tester

- Insert the barrel end approximately half the length into the rubber adapter and press red button labeled Abrasive Blast. Rotate the plug for three to five seconds.
- Pull the spark plug up until barrel threads rest against the rubber adapter. Continue rotating action and press the black button labeled Air Blast to remove abrasive particles from the barrel end.

- Remove and inspect the spark plug. If cleaning is incomplete, repeat the cleaning cycle.

- **Do not attempt to remove terminal contact screws.**

Cleaning Terminal Well

Solvent Method

Clean shielding barrel insulators with a cotton or felt swab saturated with Standard Solvent, wood alcohol or methylethylketone. **Do not use carbon tetrachloride.** Swabs should be approximately 5/8" x 1" x 3/16" in size and should project slightly beyond the end of a slotted holder to safely clean the terminal contact. **Do not use a metal brush for cleaning.**

Other Methods

If solvent alone does not remove stains from the barrel insulator, you may use abrasives such as Kennebec Corporation's Aloxite (325 mesh sieve fineness), Bon Ami or finely powdered flint.

- Dip the swab in the solvent and then in the abrasive. Scrub the barrel insulator with a twisting motion long enough to remove the stains.

- Wet a second swab with solvent only and clean out all residue. Then blow out the shielding barrel.

S P A R K P L U G S

Reconditioning Service

Cleaning Connector Seats



Connector seats may be cleaned with fine-grained garnet or sand paper.

Clean the connector seat located at the top of the shielding barrel to ensure a satisfactory seal and shield bond when the ignition lead is installed.

- If solvent alone does not remove dirt and rust from this chamfered surface, use fine-grained garnet or sand paper. **Do not use emery paper.**

- Hold the spark plug in a partially inverted position to prevent abrasive particles from entering the shielding well.

- After cleaning, thoroughly blow out the shielding barrel with an air blast. Examine the shielding barrel for cracks and discard those plugs showing evidence of damage.

Firing End Inspection



Inspecting firing end.

Use a suitable inspection light. A lighted magnifier is an excellent aid in making these examinations.

- The firing-end insulator must be thoroughly clean.
- Shielded spark plugs must also have thoroughly clean terminal wells.
- Spark plugs must be thoroughly dry to eliminate all traces of solvent.

Cleaning the Threads



Cleaning threads with a rotary brush.

Clean the threads on the shell and shielding barrel with either a wire hand brush or a power-driven brush.

- Inspect the threads for condition and size with a suitable ring gauge. Slightly damaged threads may be restored to a suitable condition by using a #2 three-cornered file.



With a wire hand brush.

- Plugs with badly nicked threads should be discarded to avoid damaging the cylinder-head bushing.



Do not wire brush firing end.

CAUTION: If using power-driven brush, do not use wire size exceeding 0.005" diameter. NEVER BRUSH THE INSULATOR OR THE ELECTRODES. Wire brushing the electrodes will cause the metal to flow. Wire brushing will cause side pressure on the nose insulator tip. This may result in hairline cracks that could develop into insulator tip fractures. A fractured insulator can cause preignition and piston burning.

S P A R K P L U G S

Gap-Setting Tools and Procedures

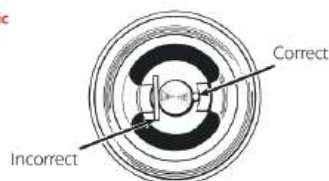
Gap Setting

All spark plugs should be cleaned thoroughly before setting the gaps. Tools and methods used to set spark pluggaps will vary with electrode configuration.

In all gap-setting procedures, **never bend the center electrode and never apply pressure to the ground electrode with feeler wire gauge,**

because this will fracture the ceramic material. Always use round wire feeler gauges of the GO and NO-GO type for measuring gap spacing.

Champion recommends the same spark plug gap settings as new plugs, specified in the Champion Aviation Products Catalog.



CT-482 Erosion Gauge



This gauge eliminates the guesswork in identifying a spark plug that should be replaced. It has been calibrated to allow insertion of properly gapped worn plug (see pg. 6).

Gap the spark plug to 0.016". If electrode enters the center hole from the chamfered side, remove the spark plug from service. Gauge hole dimension is .261".

Operating and Maintenance Procedures Model 2500 A Tool



Since the Champion Model 2500A gap-setting tool adjusts two electrodes simultaneously, it is particularly useful for high-volume gap-setting requirements. This tool easily adjusts four-electrode N Type and two-electrode E Type aviation spark plugs.

Operating Instructions

- With the stationary finger retracted and the adjusting lever reversed, insert the spark plug into the upper collet bushing. Align the centering bushing over the spark plug installation threads.
- Rotate the lower collet, adjusting bushing clockwise or counter-clockwise until the firing end of plug is flush with centering bushing.
- Swing the stationary finger onto the spark plug and turn the plug until the finger aligns with the electrode.
- Insert the proper spacing gauge vertically between the electrode gap openings. Holding the gauge in position, move the adjusting lever forward until the toggle arm meets the electrode. Exert moderate pressure on lever, moving electrodes to the prescribed gap.
- Reverse the adjusting lever. Withdraw the spacing gauge and remove plug.

For N Type, rotate spark plug 90 degrees and repeat above procedure.

Maintenance Procedures

The Champion Model 2500A gap-setting tool requires minimum shop maintenance. However, like all shop tools, it should be kept clean and be lubricated periodically for most efficient operation.

- Lubricate the adjusting levers and fingers with light machine oil.
- Clean and lubricate the upper collet bushing and frame collet bearing surface with a light grease or Champion thread lubricant, part no. 2612, as required. It is important that the collet float freely in the frame at all times.
- Cover the gap-setting tool when not in use.

S P A R K P L U G S

Gap-Setting Tools and Procedures

Gap Setting with Model CT-415 Tool

The Champion CT-415 gap-setting tool adjusts two-electrode E Type and four-electrode N Type, both short- and long-reach spark plugs.

- Adjust gaps by applying pressure on the ground electrode only.
- To avoid the possibility of fracturing the insulator ceramic, **always remove the wire feeler gauge while actually adjusting the gap.**

Do not attempt to open gaps that are too close. Spark plugs with gaps accidentally set too closely over 0.004" less than recommended) require special attention and work. Request instructions for this special work from Champion aviation service department.



Setting one gap at a time with Model CT-415.

NOTE: Use GT-204 Adapter (cadmium plated) for gap-ping 18mm spark plugs. Use GT-208 Adapter (gun metal blue) to gap REM37BY spark plug.

Gap Setting with Model CT-457 Tool

To gap fine-wire (platinum or iridium) spark plugs, use the Champion CT-457 gap-setting tool. The spark plug can be supported in a vise-mounted socket wrench as shown, or hand held in place.

- Place gap-setting tool slot on the ground electrode and carefully adjust the gap, making sure not to disturb the center electrode.
- Check gap clearance with the Champion CT-450 gauge. Setting should be 0.015 GO and 0.019 NO-GO.



Setting gap on fine-wire spark plug.

CAUTION: Do not bend iridium electrodes excessively. Iridium is a very brittle material and fractures easily. It isn't necessary to regap iridium plugs unless gap exceeds .019.

S P A R K P L U G S

Testing Tools and Procedures

Testing Spark Plugs with Model CT-475AV Cleaner/Tester

- Select the proper size steel adapter and install in test chamber. Finger tighten the serviced plug into the compression chamber.

NOTE: Air leakage at the adapter or spark plug threads helps facilitate steady control of air pressure and permits the exhaust of ionized air.

- Connect the high-voltage lead to the shielding barrel contactor. Insert in barrel end.
- Press tester switch button and observe spark jumping gaps satisfactorily. Open tester air valve until gauge indicates the proper pressure for the gap setting on the plug being tested. Observe satisfactory spark.

Voltage required to spark the plug gap varies directly with the electrode gap opening and bomb test pressure. To ensure satisfactory plug operation in the engine, the plug being tested should spark steadily at the following gap settings and their corresponding test pressures.

Electrode Gap	Test Pressure (psi)
0.016	135
0.019	115

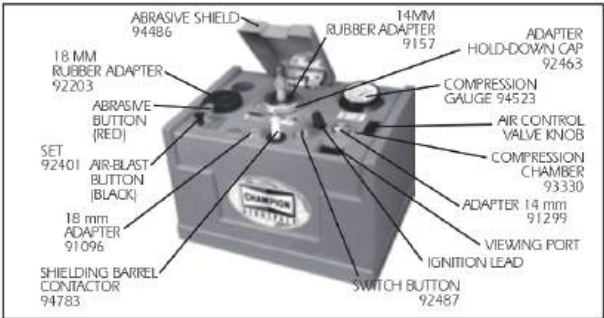
Tester Calibration

- Set a new RJ12YC to 0.035" (0.9mm) gap.
- Install plug in the pressure chamber, increase the pressure until indicator needle reaches 125 psi.
- Adjust the voltage control on the

bottom of the electronic control module just until the arc is extinguished.

The unit is now properly calibrated for all plug testing.

NOTE: Champion recommends this calibration procedure at least once a year.



Preservation and Storage

To preserve reconditioned spark plugs, use a rust-proofing compound meeting the requirements of Specification MIL-C-6529A Type III. Brush the compound lightly on the shielding barrel and shell threads of the serviced spark plugs.

Do not dip spark plugs in corrosion-preventive compound.

Package spark plugs carefully for lengthy storage or shipping to another location. You may use individual tubular cartons for packaging reconditioned spark plugs

equipped with new gaskets. If tubular cartons are not available, install new gaskets and thread protectors, wrap plug in waxed paper and place in any suitable carton.

If you are storing large quantities of spark plugs, place plugs in wooden boxes having suitable drilled partitions. Label all storage containers with the plug type and gap setting.

Champion recommends using ventilated storage cabinets heated with an

ordinary light bulb for storing spark plugs over long periods of time. This storage method is particularly recommended for damp, humid climates or near salt water.

¹ALCOTE is the registered trademark of Kennecott Corporation. ²BON AM is the registered trademark of Fautler Starch/Bon Ami Company. ³COMING is the registered trademark of Tiedtne Industries, Inc.

⁴COMING is the registered trademark of Textron Inc. ⁵ROLLS ROYCE and ⁶AVION are the registered trademarks of Rolls Royce PLC. ⁷GENERAL ELECTRIC and ⁸G.E. are the registered trademarks of General Electric Company.

⁹TRW & WHITNEY is the registered trademark of United Technologies Corporation. ¹⁰VARISCAL is the registered trademark of Exxon Corporation.



Aviation Service Manual

AV6-R

Spark Plugs
Oil Filters

Distributed by:

Printed in U.S.A. AV6R110420

Referencias

- A, G Rivas. (2003). *Sistemas de Arranque e Ignición*. En G. R. A, Sección 15.13: Sistemas de Ignición y Arranque (págs. 139-150).
- Administration Federal Aviation. (2023). *Engine Ignition & Electrical System*. En A. F. Aviation, Handbook (págs. 4-1; 4-47). Washington: FAA.
- Aero Accessories, Inc. (12 de 2020). *AVIATION SPARK PLUGS. Installation and Maintenance Manual Guidance*: <https://aeroaccessories.com/wp-content/uploads/2020/12/Sparkplug-Maint-Manual-100114.pdf>
- Aerocadet. (2006). *Chapter 6: Aircrafts Systems. Ignition System*: <https://aerocadet.com/cbts/faa/PHAK%20-%20Chapter%2006.pdf>
- Aircraft Magneto Service. (2024). *Aircraft Magneto Service. Shower of Sparks*: <https://www.aircraftmagnetoservice.net/shower-of-sparks>
- Aircraft, Spruce. (05 de 2009). *Champion AeroSpace*. <https://www.aircraftspruce.com/catalog/pdf/champion-slick-app.pdf>
- Aircraft, Spruce. (2025). *TEMPEST AVIATION SPARK PLUG. APPLICATION CHART*: <https://www.aircraftspruce.com/pdf/2025Individual/Cat25357.pdf>
- Antonio Esteban, Oñate. (2016). *Motores de pistón para aviones*. Madrid, España: Paraninfo.
- Antonio Esteban, Oñate. (2018). *Conocimiento del Avión*. Paraninfo.
- AOPA Asoiation. (20 de 05 de 2024). *Piston Engine Basics. Piston Engine Basics*: <https://www.aopa.org/training-and-safety/students/solo/special/piston-engine-basics>
- Avco Corporation. (05 de 2020). *Lycoming Certificated Aircraft Engines. Aircraft Engines*: <https://www.lycoming.com/sites/default/files/attachments/SSP-110-2%2520Certified%2520Engines.pdf>
- Avco, Corporation. (2017). *IGNITION SYSTEM*. En L. Engines, MAGNETO MAINTENANCE (pág. 256;261). Avco, Corporation.
- Aviation Maintenance, Technician Series. (s.f.). Power Plant. En D. Crane, *Ignition Systems*. Aviation Supplies & Academics, Inc.
- Cessna Aircraft Company. (2016). *Service Manual*. En Chapter 74: IGNITION SWITCH (págs. 601-602). Textron Aviation.
- Cessna Textron Company. (2019). *Maintenance Manual*. Cessna Aircraft Company.
- CFI, Notebook. (2025). *Operation of aircraft systems. Ignition*: <https://www.cfi-notebook.net/notebook/operation-of-aircraft-systems/ignition>

- Champion Aerospace LLC. (2021). ALIGN DISTRIBUTOR GEAR. En C. A. LLC, *Magneto Maintenance* (pág. 44). Liberty, South Carolina: Champion Aerospace.
- Champion Aerospace LLC. (2021). *Magneto Maintenance and Overhaul Manual*. Champion Aerospace LLC.
- Champion Aerospace. (2009). *Consolidated Application Data*. Champion Aerospace LLC.
- Champion Aerospace. (2014). *Aviation Service Manual Spark Plug*. Champion Aerospace. Aviation Service Manual Spark Plug.
- Champion Aerospace. (2014). Aviation Service Manual Spark Plug. En C. Aerospace, *Carbon Fouling* (pág. 8).
- Champion Aerospace. (2014). Aviation Service Manual. En C. Aerospace, *Bridged Electrode Gaps* (pág. 9).
- Champion Aerospace. (2014). Aviation Service Manual. En C. Aerospace, *Gap Setting Spark Plug* (págs. 16-17).
- Champion Aerospace. (2014). Aviation Service Manual. En C. Aerospace, *Installation Procedures Spark Plug* (págs. 11-12).
- Champion Aerospace. (2014). Aviation Service Manual. En *Champion, Spark plug* (pág. 7).
- Champion Aerospace. (2014). Aviation Service Manual. En *Champion, Testing Spark Plugs with Cleaner/Tester* (pág. 18).
- Champion Aerospace. (2021). *Magneto Maintenance and Overhaul Manual*. En C. Aerospace, *Clean Impulse Coupling* (págs. 3-3;3-5).
- Champion AeroSpace. (2021). *Magneto Maintenance*. En C. A. LLC, *IMPULSE COUPLED MAGNETOS ONLY*. Champion Aerospace LLC.
- Champion Aerospace. (2021). *Overhaul Manual*. En C. Aerospace, *Inspect the Distributor Block* (págs. 3-9).
- Champion Aerospace. (2021). *Overhaul Manual*. En C. Aerospace, *INSPECT CONDENSER*.
- Champion AeroSpace. (2025). *IGNITION HARNESS*. <https://www.championaerospace.com/products/ignition-harness#tech-sheets>
- Champion, Aerospace Inc. (2025). *Ignition Harness*. <https://www.championaerospace.com/products/ignition-harness>
- Champion, AeroSpace. (07 de 2022). *IGNITION HARNESS*. Technical Information: https://www.championaerospace.com/wp-content/uploads/2022/07/ignition_harness_2.pdf
- Champion, AeroSpace. (12 de 03 de 2025). *Slick Magnetos*. <https://www.championaerospace.com/products/slick-magnetos>

- Champions, AeroSpace. (2025). *Champion Aerospace Inc. Spark Plugs*: <https://www.championaerospace.com/products/spark-plugs>
- Chuck, Holsclaw. (2019). *The National FAA Safety Team Presents. Aviation Professionals*: <https://www.faa.gov/files/notices/2019/Jul/Preignition.pdf>
- Continental Motors, INC. (2011). *SERVICE SUPPORT MANUAL*. Continental Ignition Systems.
- Continental Motors, INC. (2011). *SERVICE SUPPORT MANUAL*. CONTINENTAL MOTORS High Tension Magneto.
- Continental Motors, INC. (2011). *SERVICE SUPPORT MANUAL*. En C. Motors, Detailed Maintenance Procedures (págs. 6-2;6-6).
- Continental Motors, INC. (2011). *SERVICE SUPPORT MANUAL*. En C. Motors, Periodic Maintenance (págs. 6-2).
- Continental Motors, INC. (2011). *HIGH TENSION HARNESSSES*. Continental Motors.
- Continental Motors. (11 de 07 de 2019). CONTINENTAL MOTORS®. *Engine Supplemental Type Certificate (STC) Installation Instructions for CMI Unpressurized Shower-of-Sparks S-1200 Series Magnetos*: <https://continental.aero/service-bulletins/SIL672.PDF>
- Continental Motors. (2017). Continental Aerospace Technologies. *MAINTENANCE MANUAL STANDARD PRACTICE FOR SPARK IGNITED ENGINES*: <https://pceonline.com/wp-content/uploads/2017/04/M-0standardpractice2017-01-15.pdf>
- Continental Motors. (29 de 09 de 2017). *TECHNICAL PORTIONS FAA APPROVED. SERVICE BULLETIN* Continental Motors Ignition Systems: <https://continental.aero/service-bulletins/SB17-05.PDF>
- Dave, Prizio . (10 de 2013). *Ac Versailles. Timing Magnetos*: http://acversailles.free.fr/documentation/08~Documentation_Generale_M_Suire/Moteur/Allumage-Magnetos/Magnetos/SLICK/Timing_Slick_magneto.pdf
- Dr. Ronald, Sterkenburg; Dr. Peng Hao Wang. (2022). *Reciprocating Engines* (Vol. First Edition). Alemania, New York: McGraw Hill.
- Eastern Technology Corporation. (2022 de 07 de 2022). *Aircraft Tool Supply. Model E-5 HI VOLTAGE TESTER*: <https://www.aircraftspruce.com/catalog/pdf/E5instructions.pdf>
- Esteban, Oñate. (2019). Conocimiento del Avión 7 Edición. En E. Oñate, Chapter 17: *Sistema de Encendido* (pág. 968). Paraninfo.

- European Aviation Safety Agency. (2022). *Aircraft Technical Book Company. Aviation Maintenance Technician Certification Series*: https://www.atech-books.com/samples/0136-sample.pdf?srsltid=AfmBOoq__i2JTWhng-2CIc_Zo_QiUAlU_RBw-n2ub1omviHwm3Ose9_8F
- Federal Aviation Administration . (2023). *Aviation Maintenance Technician - Handbook General*. U.S., Department of Transportation .
- Federal Aviation Administration. (15 de 03 de 2025). Chapter 4: *Engine Ignition & Electrical Systems*. https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/06_ampa_ch4.pdf
- Federal Aviation Administration. (2023). *Aviation Maintenance Technician Powerplant*. En F. A. Administration, Chapter 4: *Engine Ignition & Electrical Systems*. U.S, Departament of Transportation.
- Federal Aviation Administration. (2023). *Handbooks*. Chapter 10, *Engine Maintenance & Operation*: http://faa.gov/sites/faa.gov/files/12_ampa_ch10_0.pdf
- Federal Aviation Administration. (2023). *Pilot's Handbook of Aeronautical Knowledge Aeronautical Knowledge*. Estados Unidos: FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION.
- Federal Aviation Administration. (2023). *Powerplant*. En FAA, Chapter 7: *Aircraft Systems* (págs. 7.2-7.42). U.S, Department Transportation.
- Federal Aviation Administration. (2025). *Engine Starting Systems*. https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/07_ampa_ch5.pdf
- Flight Standards Service. (2012). FAA-H-8083-32. *FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION*.
- Flight Standards Service. (2012). *FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION*. U.S. Department of Transportation: <https://www.rexresearch1.com/FlightMechanicsLibrary/AviationMaintenanceTechHandbkPowerplantFAAH808332.pdf>
- Hartzell, Engine Tech. (09 de 2024). *Powerup Aircraft Ignition System. Aircraft Magneto Maintenance Manual*: <https://powerupignition.aero/wp-content/uploads/2024/09/PM6001-Mag-Maint-and-ICARev.-New.pdf>
- Jeppesen Company. (2011). *PowerPlant*. En Jeppesen, Chapter 8: *Ignition System* (págs. 416-419). Boeing Company.
- Jeppesen, Boeing Company. (2019). *A&P Technician Power Plant TextBook*. Waco, Texas: RAM, Aircraft, LP.
- John B. Heywood. (2018). *Internal Combustion Engine Fundamentals*, 2nd Edition. McGraw-Hill Education.

- Julie Summers, Walker. (1 de 12 de 2019). *Aircraft Owners and Pilots Association. HOW IT WORKS: MAGNETO*: <https://www.aopa.org/news-and-media/all-news/2019/december/flight-training-magazine/how-it-works-magneto>
- Ken, Gardner. (06 de 1978). *Aero Resources Inc. Ignition Systems*: <https://aero-resourcesinc.com/uploads/197806-1978%20Know%20Your%20Airplane%27s%20Ignition%20System.pdf>
- Lycoming Engines . (2025). *LYCOMING OPERATOR'S MANUAL. En Lycoming, MAINTENANCE PROCEDURES* (pág. SECTION 5). Lycoming.
- Lycoming Engines. (02 de 2017). *Technical Publications. Engine Maintenance Manual, Spark Plug Inspection*: <https://www.lycoming.com/sites/default/files/attachments/MM-IO-360-P1A.pdf>
- Lycoming Engines. (02 de 2017). *Technical Publications. Spark Plug Rotation*: <https://www.lycoming.com/sites/default/files/attachments/MM-IO-360-P1A.pdf>
- Lycoming Engines. (2006). *Technical Publications. Operator's Manual Lycoming*: <https://www.lycoming.com/sites/default/files/file/2025-02/60297-10%20-%20O-540%20and%20IO-540%20Series.pdf>
- Manual de vuelo. (2022). *Manual de vuelo. Sistema de encendido*: https://www.manualvuelo.es/3sifn/35_encen.html?utm_source=chatgpt.com
- Mauna Loa Helicopter Training. (2024). *Aircraft Reciprocating Engine Ignition Systems. Ignition System*: https://www.maunaloahelicopters.edu/library/Other_Documents_And_Handouts/MLH_Documents/Ignition_Systems_Overview.pdf
- National Archives and Records Administration. (2025). *Code of Federal Regulations. AIRWORTHINESS STANDARDS: AIRCRAFT ENGINES*: <https://www.ecfr.gov/current/title-14/chapter-I/subchapter-C/part-33>
- Ojeda Caicedo, Paul Alexander. (2021). Repositorio ESPE. Inspección de 500 horas en el conjunto de magnetos del motor Continental O-200-A, mediante el manual de servicio de Mantenimiento y Overhaul de magnetos L-1037, en la Escuela de Aviación Pastaza.: <https://repositoriobe.espe.edu.ec/server/api/core/bitstreams/c60158c0-93d9-4d6c-9c55-7fd-f5956c99f/content>
- Orissa School, of Mining Engenieering. (04 de 2020). *Magneto Ignition System*. <https://osme.co.in/wp-content/uploads/2020/04/Ignition-system.pdf>
- Pascual Santos Lopez. (2011). *Ignition System for Aviation Engines*. Researchgates, 25-31.

- Study Aircrafts. (2024). *Piston Engine Systems. Starting and Ignition System*: <https://www.studyaircrafts.com/piston-engine-systems>
- Tempest. (12 de 2020). *Aviation Spark Plugs. Installation and Maintenance Manual Guidance*: <https://aeroaccessories.com/wp-content/uploads/2020/12/Sparkplug-Maint-Manual-100114.pdf>
- Testbook Edu, Solutions Pvt. Ltd. (25 de 08 de 2023). *Testbook. Magneto Ignition System: Learn Diagram, Parts, Working, Advantages, and Applications*: <https://testbook.com/mechanical-engineering/magneto-ignition-system>
- Textron Aviation. (2016). *Service Manual*. En C. A. Company, Section 11: Magneto Check (págs. 11-20; 11-21). Cessna Aircraft Company.
- Thomas W, Wild. (2018). *Aircraft Powerplants*, novena edición. McGraw - Hill Education.
- TITLE 14 OF THE CODE OF FEDERAL REGULATIONS (14 CFR). (09 de 08 de 1998). *Advisory Circular*. En F. S. Service, ACCEPTABLE METHODS, TECHNIQUES, AND PRACTICES AIRCRAFT INSPECTION AND REPAIR (págs. 8-7). Airworthiness Programs Branch. ACCEPTABLE METHODS, TECHNIQUES, AND PRACTICES AIRCRAFT INSPECTION AND REPAIR: https://www.faa.gov/documentlibrary/media/advisory_circular/ac_43.13-1b_w-chg1.pdf
- Training Academy. (2022). *Ignition System*. <https://fsacta.weebly.com/ignition-systems.html>
- U.S. Department of Transportation. (2022). *Federal Aviation Administration. Airframe & Powerplants*: https://www.bmaa.org/files/ii_ac_65-12a_a_p_mechanics_powerplant_handbook_28mb.pdf
- U.S., Department of Transportation. (2008). *Manual del Piloto de Conocimientos Aeronáuticos*. Federal Aviation Administration, Flight Standards Service.
- United States Department of Transportation. (08 de 09 de 1998). *Document Information. Advisory Circulars (ACs) 4313-1B*: https://www.faa.gov/documentlibrary/media/advisory_circular/ac_43.13-1b_w-chg1.pdf
- United States Department of Transportation. (1998). *Acceptable Methods, Techniques, and Practices - Aircraft Inspection and Repair*. En F. A. Administration, *IGNITION HARNESSSES INSPECTION*. (págs. 8-14; 8-16).

Sistema de encendido del motor recíproco de las aeronaves

El libro "Sistema de Encendido del Motor Recíproco de las Aeronaves: Teoría, Análisis e Inspección" presenta el desarrollo del sistema de encendido mediante magnetos, abordando los principios aplicados a la generación de alta tensión y su influencia directa en la eficiencia de la combustión y la seguridad operacional del motor. Analiza el funcionamiento de los magnetos, el sistema de doble encendido y los componentes asociados como bujías, arnés de encendido, interruptores y mecanismos de sincronización, evaluando parámetros críticos como el tiempo de encendido.

Asimismo, examina los criterios de operación e inspección de sistemas convencionales, destacando su impacto en el rendimiento del motor y la confiabilidad del sistema motopropulsor. El libro enfatiza los procedimientos de inspección, diagnóstico de fallas, mantenimiento preventivo y correctivo, alineados con manuales del fabricante y regulaciones técnicas, consolidándose como una referencia técnica para el personal de mantenimiento aeronáutico.

ISBN: 978-9942-652-41-6



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA