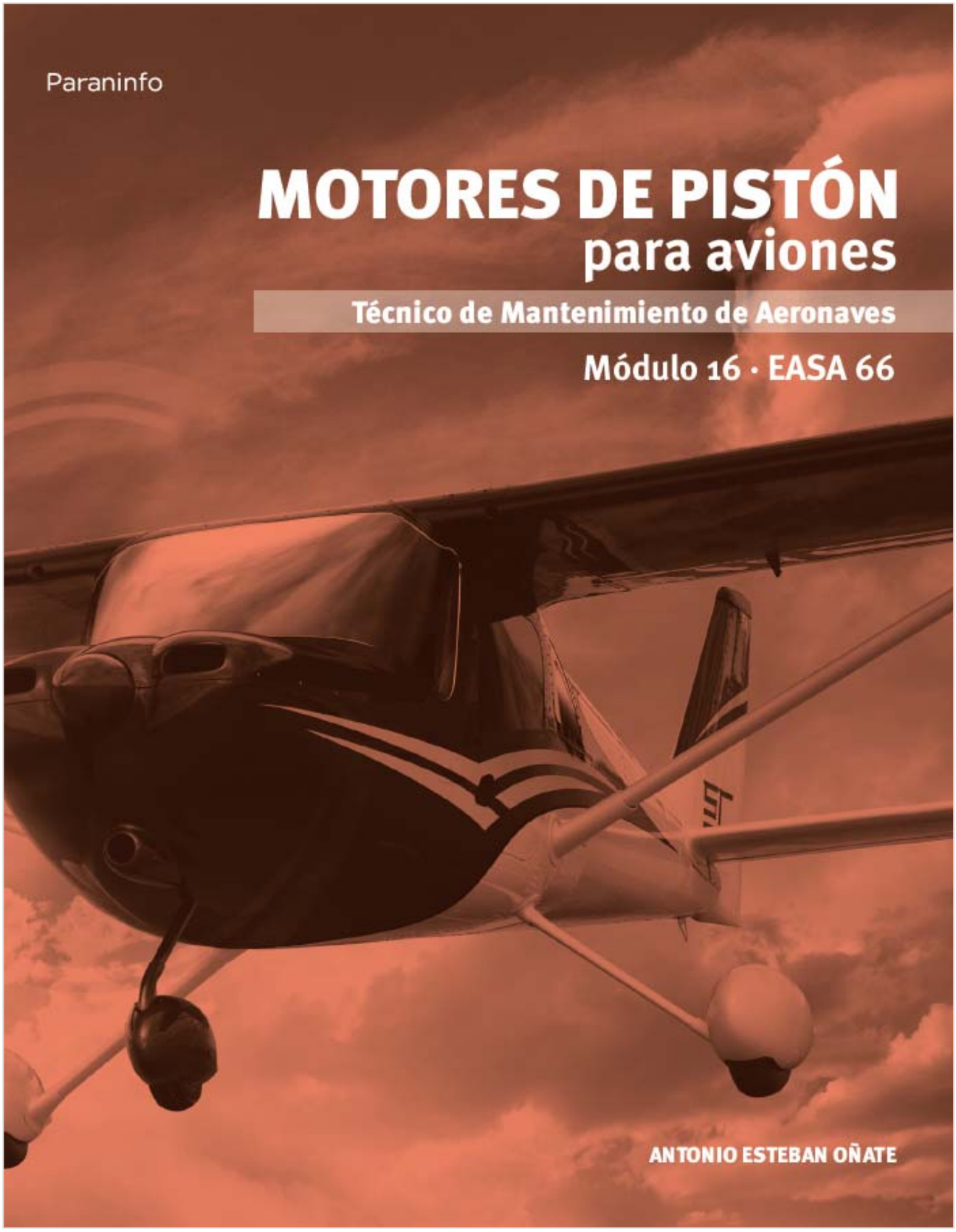
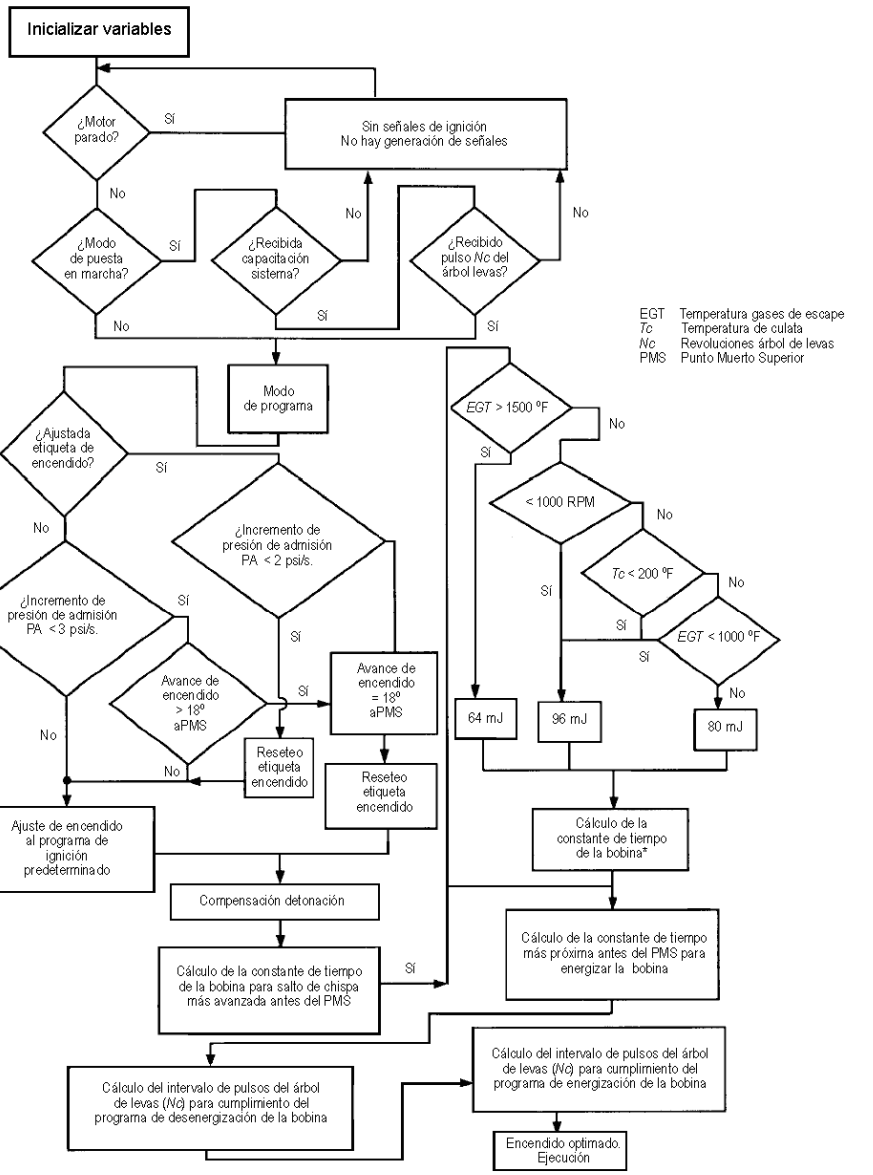


Fe de erratas

Se modifican las siguientes páginas por erratas.



* Tiempo para alcanzar máximo nivel de energía en la bobina inductora.

Optimación del encendido con FADEC. Cuadro complementario de la **Figura 13.15.**

Ediciones Paraninfo

aceite y carbonilla, se depositan con más facilidad en la bujía para motor de aviación que en otra de motor de automóvil.

Antiguamente, en los primeros motores para aviación, las bujías eran idénticas a las empleadas en automóviles. Sin embargo, el problema de las interferencias electromagnéticas que el salto de la chispa producía en la radio de a bordo, que entonces empezaba a usarse, fue el elemento principal de diferenciación entre una especialidad y otra, más que la propia fiabilidad de la bujía, que en aquellos tiempos no era, comparativamente, el elemento más inseguro del motor. De esta forma, se introdujo la bujía blindada, apantallada, que deriva a masa del motor (el propio cárter) una gran parte de los impulsos eléctricos que transmite la bujía.

Constitución de la bujía

14.2 La bujía consta de cuerpo, aislador y electrodos, **Figura 14.35.**

Cuerpo

14.3 Está fabricado en acero y constituye la parte exterior de la bujía. El cuerpo de la bujía {*shell*} es el medio de fijación a la culata del cilindro, en un orificio roscado. La zona central del cuerpo tiene por ello sección hexagonal, y forma la tuerca a la cual se ajusta la llave de apriete de la bujía.

La superficie exterior del cuerpo recibe un tratamiento electroquímico de baño de níquel sobre toda la superficie, con dos objetivos:

1) El niquelado es una barrera frente a la corrosión, que es el ambiente natural en el que trabaja la bujía.
2) El baño que reciben los filetes de rosca mantienen las superficies de fijación en buen estado. De esta forma se facilitan la operación de montaje y desmontaje de la bujía en el orificio de la culata del cilindro.

Aislador

14.4 El aislador {*insulator*}, o cuerpo aislante, es un núcleo de material cerámico hecho con diversos óxidos de aluminio. Actúa como capa intermedia divisora entre el cuerpo de la bujía, de acero, y el electrodo central, que está en comunicación eléctrica con el distribuidor de la magneto. La función primordial del aislador es, por tanto, aislar el electrodo central del cuerpo metálico de la bujía, que está conectado a masa. Cualquier fisura de la cerámica, cualquier grieta producida por los cambios repentinos de temperatura, puede ocasionar la pérdida de la capacidad aislante. La corriente encuentra en estos casos un camino de recorrido más fácil que el que conduce hacia las puntas del electrodo. La derivación de la corriente por estas zonas impide el salto de la chispa entre los electrodos de la bujía.

Las bujías para motores de aviación de los años 1930 empleaban porcelana como material aislante, sin duda un buen aislante, pero frágil. Más tarde se empleó la mica, pero hoy —como se ha dicho— se emplean materiales cerámicos elaborados a base de compuestos de óxidos de aluminio, a los que se agregan otros materiales. La compo-

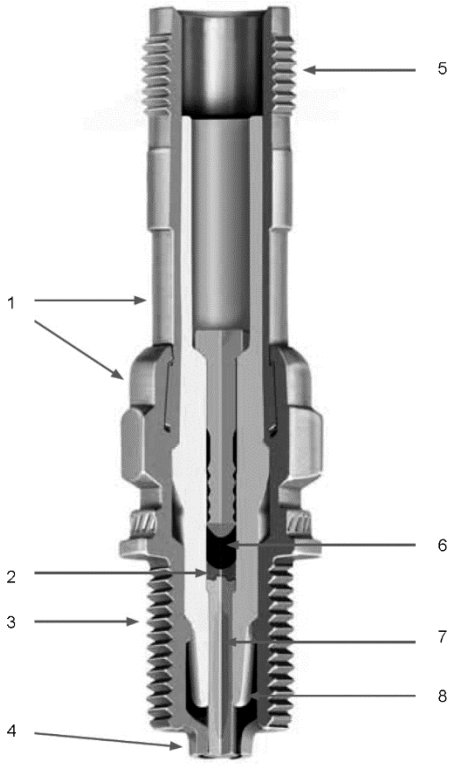
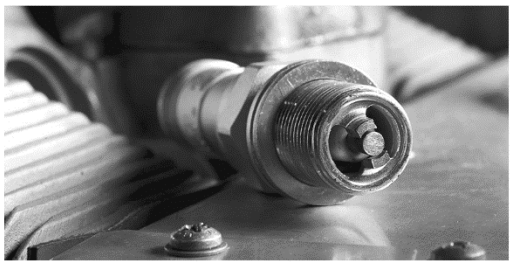


Figura 14.35. Anatomía de una bujía para motor alternativo de aviación. 1 - Revestimiento de níquel con capa de pintura epoxi. 2 - Sello de vidrio de retención del electrodo central y de prevención de fugas de gas. 3 y 5 Roscas con revestimiento plateado antiagarrotamiento. 4 - Electrodos de aleación de níquel. 6 - Resistencia de drenaje. 7 - Núcleo de cobre (transmisión de calor). 8 - Cuerpo aislante.



Electrodos. Vista próxima de electrodos de una bujía. *Foto Champion.*

© Ediciones Paraninfo

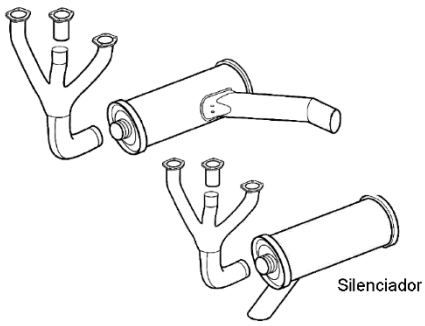


Figura 16.6. Esquema de sistema de escape para un motor atmosférico de seis cilindros horizontales y opuestos.

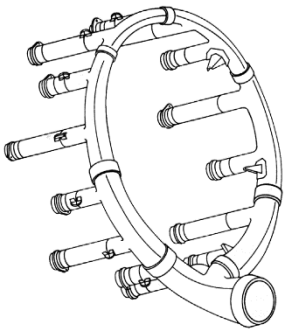


Figura 16.7. Sistema de escape para motor radial.

partes calientes del silenciador, en cuyo interior están los gases de escape. La cesión de calor es fundamentalmente por convección. El aire caliente se envía a la cabina a través de una válvula montada en el mamparo cortafuego.

La integridad de la camisa que rodea el silenciador es un tema de inspección fundamental para evitar que a su través, y en general en el sistema de escape, haya fugas y pase monóxido de carbono, producto de la combustión, al interior de la cabina {*Ref. 7*}. La cantidad de calor que recibe el aire exterior depende de la superficie de contacto exterior del silenciador, que se puede aumentar soldando cortas varillas metálicas tal como muestra la **Figura 16.8.** Un inconveniente de esta construcción, frente a la de superficie lisa, es el aumento de zonas donde pueden producirse fugas de monóxido de carbono (grietas en las soldaduras).

Requisitos del sistema de escape

3.2 Son los siguientes:

1) El conjunto de los tubos debe acomodar los cambios dimensionales por dilatación de las tuberías (presencia de juntas deslizantes o junta de bola). En la junta deslizante, **Figura 16.9**, el tubo interior de la junta tiene mayor temperatura que el exterior cuando alcanza su temperatura de trabajo, de manera que se ajusta sobre el manguito externo de modo hermético. En comparación con el tubo rígido, la junta alivia todos los esfuerzos que se producen durante el proceso de calentamiento de las tuberías hasta que alcanzan su temperatura normal de funcionamiento.
2) El material empleado debe ser resistente a la corrosión.
3) El conjunto de tuberías está sometido a las cargas de vibración y de inercia debidas al motor.

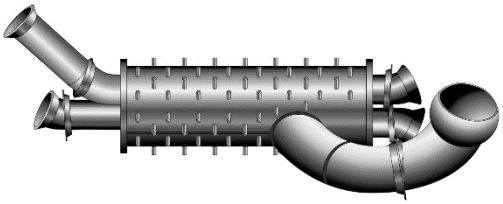


Figura 16.8. Silenciador sin camisa con el fin de mostrar el conjunto de varillas soldadas. Las varillas aumentan la superficie de contacto de transmisión de calor gases de escape-aire caliente para cabina. *Fuente: FAA.*

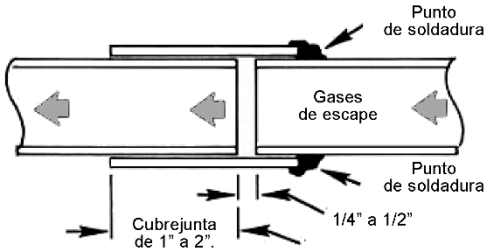


Figura 16.9. Junta deslizante.

Silenciadores

3.3 Se usan en los motores atmosféricos de aviación general para reducir el nivel de ruido emitido, y el propio que llega a cabina.

Los motores alternativos de aviación general están sujetos también a medidas de emisión de ruido, aparte, claro está, de su influencia en el confort del vuelo para los ocupantes de cabina. Un avión con motor alternativo está sujeto a tres fuentes de ruido: el producido por la hélice, el motor y el ruido aerodinámico.

Este último, el producido por el rozamiento del aire sobre la superficie del avión, no es importante (salvo en reactores) y los fabricantes se centran en atenuar el ruido de las dos primeras fuentes.

© Ediciones Paraninfo

© Ediciones Paraninfo

Tacómetro magnético

1.3 Muy usado en aviación general, pero ha perdido vigencia con el paso del tiempo en favor del tacómetro eléctrico.

En esencia es una transmisión flexible desde el motor a la caja del instrumento. El cable flexible hace girar un imán permanente a través de un juego de engranajes, siendo su giro proporcional a la velocidad del motor.

El campo magnético giratorio del imán arrastra al inducido que lo rodea, que está formado por un tambor metálico que tiene su propio eje de giro. El tambor se llama a veces de arrastre, y está construido en aluminio o cobre. El tambor no puede girar libremente por la acción de un resorte antagonista. Cuando hay equilibrio entre la acción de arrastre del campo magnético y la del resorte antagonista la aguja del tacómetro queda en una posición, señalando el número de RPM del motor.

El imán está hecho de una aleación de acero de alta fuerza magnética. Suele ser de alnico (cobalto, aluminio y níquel, principalmente).

El tambor se monta en cojinetes de relojería para reducir la fricción.

La **Figura 17.1** es un esquema simple del mecanismo.

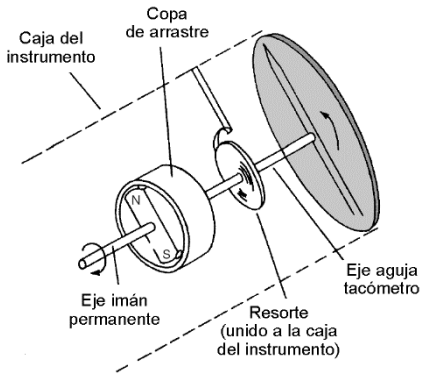


Figura 17.1. Tacómetro magnético.

Tacómetro eléctrico

1.4 Como era de esperar su principal ventaja es la capacidad de dar indicaciones a distancia, eliminando los inconvenientes de las transmisiones mecánicas, ligadas por su naturaleza a distancias cortas entre el elemento sensor y el tablero de instrumentos, como es propio del tacómetro centrífugo.

Consta de generador eléctrico acoplado directamente al motor mediante engranaje o transmisión flexible de corta longitud, **Figura 17.2.**

La tensión que produce el generador (o la frecuencia de la corriente en el caso de alternador) es proporcional a RPM.

El generador de corriente continua hace tiempo que no se usa por la caída de tensión que se produce en los hilos y su dificultad para corregirla en el instrumento; además, es precisa la presencia de escobillas y colectores para recoger la corriente.

El tacómetro de c.a. es el estándar. Se trata de un pequeño alternador trifásico, conectado en estrella, en el cual el imán permanente recibe el movimiento de giro del motor a través de la caja de accesorios.

En este sistema la variable de medición es la frecuencia de la corriente, mejor que la tensión de salida como es el caso de una dinamo. Las tensiones inducidas en los devanados del estátor del alternador se transmiten —vía línea trifásica— al estátor de un motor síncrono situado en la caja del instrumento. El rotor de este pequeño motor y el imán permanente que conduce giran a velocidad proporcional a la frecuencia del alternador. A partir de aquí el funcionamiento es el mismo que

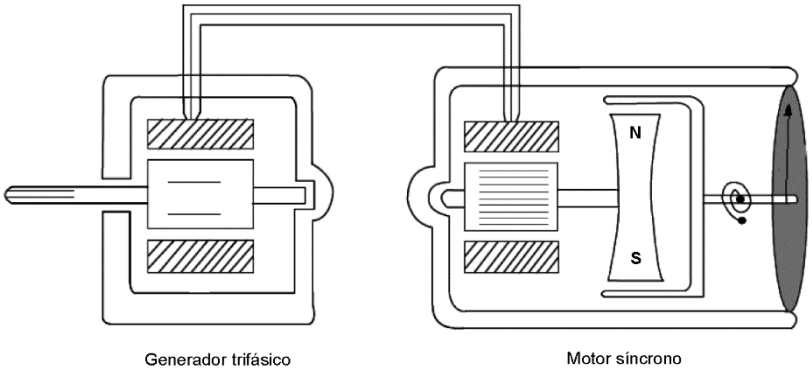


Figura 17.2. Esquema de tacómetro eléctrico. Nótese la semejanza con el anterior.

© Ediciones Paraninfo

© Ediciones Paraninfo

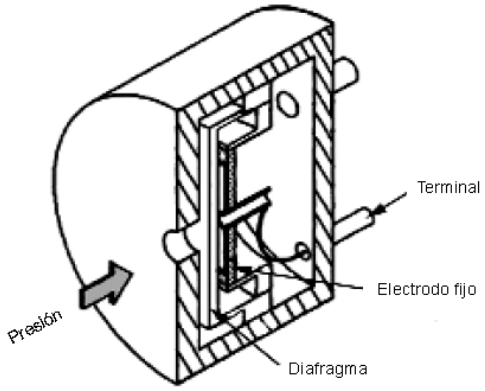


Figura 17.8. Esquema de transductor capacitivo *{Ref. 8}*.

objeto metálico se mueve en el interior del campo generado por el sensor se produce una corriente inducida que carga el oscilador y produce una caída de tensión en él.
El objeto metálico es, de nuevo, un diafragma metálico que se desplaza sometido a la presión de medida.

3) El transductor con potenciómetro (elemento de resistencia eléctrica variable) tiene la ventaja de generar una señal que no necesita amplificación. Hay dos tipos, uno que genera señales de salida logarítmicas y otro lineales, que es el empleado por su idoneidad a la aplicación. El brazo móvil del potenciómetro está unido a la parte también móvil del sensor de manera que aquel proporciona al circuito de medida una señal eléctrica proporcional a la presión aplicada.

7. INDICADOR DE GASTO DE COMBUSTIBLE

7.1 Es un instrumento que señala el gasto (flujo) instantáneo de combustible y, en su caso, el valor medio en un período de tiempo determinado.

La medida se presenta en el salpicadero en kg/h, gal/h o lb/h, medida en peso de combustible.

En combinación con otros de vuelo este instrumento permite obtener una aproximación sobre el alcance máximo del avión en las condiciones de vuelo actuales, o bien para obtener velocidad o economía de gasto de combustible máximas.

El indicador de gasto de combustible {*fuel flow indicator*} se usa sobre todo en los motores con sistema de inyección, ya se ha dicho, el gasto es proporcional a la caída de presión que se produce en los inyectores de combustible. La lectura se puede usar como punto de ajuste de la potencia del motor. Un estudio más detallado sobre este tema se ofrece en el capítulo siguiente.

7.2 Los medidores de gasto de combustible se clasifican en tres grupos de acuerdo con el método de detección: sensor de obstrucción, de turbina, y de paleta.

Sensor de obstrucción

7.3 Los distintos tipos que existen son en realidad sensores de presión diferencial, basados en el paso del combustible por un venturi o también por un orificio restrictor situado en la tubería (la exactitud obtenida con un venturi calibrado es mayor). La modificación de la ecuación de Bernoulli (fluidos incompresibles) permite determinar el gasto de combustible una vez que se conoce la constante del tubo de medida o del orificio. Esta constante es la relación entre el gasto real de fluido que pasa por el venturi y el ideal (considerando que no hay rozamiento). La constante se obtiene en laboratorio.

Sensor de turbina

7.4 Es el tipo más utilizado. Consiste en un pequeño rotor sumergido en el interior de un tubo por el que pasa el combustible. El rotor cuenta con un imán permanente. El tubo tiene forma geométrica calculada para que el gasto volumétrico de combustible que pasa por él sea proporcional a la velocidad angular del rotor de la pequeña turbina. Un captador magnético situado frente al rotor recibe un pulso por revolución de la rueda. El número de revoluciones por minuto es proporcional al gasto volumétrico de combustible.

Sensor de paleta

7.5 La sonda de paleta giratoria está encerrada en una cámara en forma de espiral, como se ve en la **Figura 17.9.** A lo largo de su ángulo de giro, desde su posición de cierre o reposo, permite más paso de combustible entre la paleta y la carcasa de la cámara cuanto mayor es el ángulo de desplazamiento.

Al giro de la paleta se opone la tensión de un resorte antagonista que ejerce una fuerza $k \cdot \theta$, siendo k la constante del

© Ediciones Paraninfo

© Ediciones Paraninfo