



Fig. 4.<sup>a</sup>

la cruz que forman estos muelles pasa la palanca de pilotaje que se prolonga hasta el asiento del piloto. Próximo al borde inferior de la figura se ve sobre la palanca de

mando una boquilla oblicua en la que se enchufa una palanca para doble mando. La figura 4.<sup>a</sup> muestra las superficies de cola. Todas ellas son fijas durante el vuelo.

## Influencia del valor antidetonante de los combustibles en las características de los motores de aviación

Por MANUEL TORRADO VARELA

Capitán de Artillería, Ingeniero de los Servicios Técnicos de Elizalde, S. A.

### Gasolinas de Aviación utilizadas

EL rendimiento de un motor de combustión interna para una cilindrada y una velocidad de rotación dadas, es función de la relación de compresión y de la de sobrealimentación.

Así, pues, en un mismo motor puede conseguirse una potencia más interesante, bien por el empleo de grandes relaciones de compresión, bien por el aumento de la presión de alimentación, o bien por el empleo simultáneo de estas dos soluciones. De este modo se podría complacer a los constructores de aeroplanos y a las Compañías de navegación aérea que desean motores más potentes y más ligeros.

En las siguientes tablas se indica el crecimiento proporcional de potencia en función del valor antidetonante del carburante. Estas cifras corresponden a una curva obtenida por Taylor, que publicó el *S. A. E. Journal*, en su número de abril de 1931 y se refieren a motores de Aviación americanos.

Número de octano (S. 30/600 r. p. m. 150° C)	Presión media efectiva al freno en Kg./cm <sup>2</sup>	Aumento de potencia por 100
73	10,47	0
80	11,60	11
87	12,72	21
95	14,06	34

Según datos de estudios publicados por los constructores, en algún caso el aumento de 73 a 80 de índice de octano (Método motor C. F. R. Procedimiento normalizado) permite un aumento de potencia de 19 por 100, consiguiéndose una disminución de 14,5 por 100 en la relación  $\frac{\text{peso}}{\text{potencia}}$ .

Más interesantes son aún las mejoras que se pueden conseguir utilizando grandes presiones de sobrealimentación, porque la potencia es directamente proporcional a la presión absoluta de admisión.

En motores de serie con carburantes de 80 y 87 de

octano (Método motor C. F. R.) las presiones de admisión se pueden aumentar 12 y 19 por 100 respectivamente con respecto a la correspondiente a un carburante de 73 de octano.

Es posible, pues, conseguir sin aumento del peso mayor potencia, de donde se deduce que el aumento de potencia equivalente a una disminución del peso por caballo.

Es indispensable, sin embargo, tener en cuenta lo siguiente: Por sobrealimentación conseguiremos obtener aumentos de potencia superiores a los que resultan de los aumentos de compresión, *pero el gasto de combustible es mayor.*

Si lo que aumentamos en cambio es la relación de compresión, el rendimiento térmico del motor se mejora de acuerdo con las leyes fundamentales de termodinámica; es decir, que este mayor rendimiento se traduce en un menor consumo específico de carburante.

De manera que en algunas circunstancias puede ser aconsejable emplear un motor de gran compresión con menor consumo específico, antes que un motor más potente del mismo peso, sobrealimentado; ya que debe tenerse en cuenta no sólo el peso del motor sino el de éste y del carburante que pueda consumir en un vuelo determinado.

Es posible, sin embargo, coordinando la sobrealimentación y la compresión, construir motores susceptibles de satisfacer a las variadas necesidades del mercado y cuyos límites por el momento son: avión potente de combate de radio de acción pequeño y aviones comerciales de gran radio de acción. Teniendo en cuenta las calidades de los carburantes, los fabricantes de motores pueden de una manera segura satisfacer las necesidades discrepantes de los aviones militares y de los aviones comerciales.

Es un hecho sabido que la relación de compresión y la presión de sobrealimentación están limitadas por las características de detonación de las gasolinas, y aun cuando en estos últimos años la técnica de producción de gasolinas (destilación directa) ha permitido aumentar considerablemente el poder antidetonante, ha sido insuficiente para satisfacer las exigencias de los nuevos motores de Aviación. Por lo tanto, el empleo de gasolinas etilizadas se ha hecho necesario. Hasta el momento el tetraetilato de plomo, que es el constituyente antidetonante esencial del «Ethyl-fluide», es el producto antidetonante más eficaz y más barato. Su empleo en los motores de Aviación no ha producido, a veces, el resultado esperado por el desconocimiento de los efectos de los productos de descomposición del citado antidetonante, sobre válvulas de escape y asientos de las mismas.

Sin embargo, puede afirmarse que se han resuelto prácticamente todas las dificultades y que todos los motores que se construyen actualmente son susceptibles de emplear las gasolinas etilizadas con resultados tan satisfactorios y con la misma ausencia de perturbaciones que las *gasolinas puras que se empleaban antiguamente.*

Las soluciones a las dificultades apuntadas (corrosión sobre válvulas y asientos producida por los productos de descomposición del antidetonante) son:

- a) Válvula de acero austenítico sobre asiento de acero austenítico o de aleación N. M. C. (níquel, manganeso, cromo), siendo preferible esta solución.
- b) Válvula de acero austenítico «estelitizada» en su tulipa sobre asiento no «estelitizado».
- c) Válvula y asiento «estelitizado» empleando los mismos materiales de a).
- d) Válvula de acero austenítico sobre un asiento de los mismos materiales de a) «estelitizado».

Así, pues, empleando un juego de palabras que servirá para definir conceptos diremos que el uso de gasolinas «etilizadas» (a base de tetraetilato de plomo) aconseja el empleo de aceros «estelitizados», esto es, recargados con «Stelita» por medio del soplete o del arco eléctrico. La composición química de la «Stelita» es:

Carbono.....	2'5 a 2'75
Cromo.....	25 a 30
Cobalto.....	45 a 50
Tungsteno....	15 a 20

Volviendo al «Ethyl-fluide» insistiremos en que el cuerpo activo es el traetilato de plomo, y que para las mezclas es preciso referirse a la proporción del tetraetilato y no a la del «Ethyl-fluide».

La proporción de tetraetilato en el ethyl-fluide es la de 65,4 por 100 en el «IT. Mix ethyl-fluide», que está coloreado de azul y constituye la calidad adecuada para Aviación. Para indicar la composición de una gasolina etilizada, el método habitual consiste en expresar la cantidad de tetraetilato de plomo contenido por unidad volumétrica.

Por ejemplo:

Medida inglesa:  $X \text{ cm}^3 \text{ Pb } (C_2 H_5)_4$  por galón imperial.

Medida métrica:  $X \text{ cm}^3 \text{ Pb } (C_2 H_5)_4$  por litro.

Medida americana:  $X \text{ cm}^3 \text{ Pb } (C_2 H_5)_4$  por galón americano.

Las fórmulas usuales de conversión de estas unidades, según sus concentraciones, son las siguientes:

$$X \text{ cm}^3 \text{ Pb } (C_2 H_5)_4 \text{ por galón imperial} = \frac{X}{4,54} \text{ cm}^3$$

$$\text{Pb } (C_2 H_5)_4 \text{ por litro.}$$

$$= \frac{X}{1,2} \text{ cm}^3 \text{ Pb } (C_2 H_5)_4 \text{ por galón americano.}$$

$$X \text{ cm}^3 \text{ Pb } (C_2 H_5)_4 \text{ por galón americano} = \frac{X}{3,78} \text{ cm}^3$$

$$\text{Pb } (C_2 H_5)_4 \text{ por litro.}$$

$$= \frac{X}{0,8325} \text{ cm}^3 \text{ Pb } (C_2 H_5)_4 \text{ por galón imperial.}$$

$$X \text{ cm}^3 \text{ Pb } (C_2 H_5)_4 \text{ por litro} = \frac{X}{0,22} \text{ cm}^3$$

$$\text{Pb } (C_2 H_5)_4 \text{ por galón imperial.}$$

$$= \frac{X}{0,264} \text{ cm}^3 \text{ Pb } (C_2 H_5)_4 \text{ por galón americano.}$$

Diversas especificaciones y reglamentos limitan la proporción de tetraetilato de plomo que se puede emplear. Para aviones comerciales esta proporción es de 0,77 centímetros cúbicos-litro (3,5 centímetros cúbicos por galón imperial), pero para aviones militares se autorizan porcentajes más elevados. Las especificaciones del Ejército

americano para el carburante destinado a aviones de combate permiten utilizar hasta 1,58 centímetros cúbicos-litro ( $6 \text{ cm}^3 \text{ Pb (C}_2 \text{ H}_5)_4$ ) por galón americano, mientras que la proporción máxima tolerada para el carburante de normas DTD 230 del Ministerio inglés del Aire es de 0,88 centímetros cúbicos por litro ( $4 \text{ cm}^3 \text{ Pb (C}_2 \text{ H}_5)_4$ ) por galón imperial (índice de octano 87).

El ethyl-fluide es un veneno extremadamente peligroso y su manipulación requiere precauciones especiales que siempre se toman en las factorías destinadas a mezclar la gasolina con este producto. Sin embargo, en la gasolina etilizada la proporción de tetraetilato es tan pequeña que su acción nociva no puede ejercer influencia, y aun cuando no es aconsejable introducir las manos en gasolina etilizada, no son de temer desagradables consecuencias aun cuando sea recomendable lavárselas inmediatamente, especialmente cuando se tienen arañazos o cortaduras. Por otra parte, los vapores de gasolina etilizada no son más peligrosos que los de gasolina corriente. Se ha extendido la idea de que los gases de escape de motores que emplean tetraetilato son peligrosos, y la razón es que su olor es distinto a los producidos por una mezcla gasolina-benzol, pero en realidad, el porcentaje de gases deletéreos es tan pequeño, que no debe tomarse en consideración. El riesgo de envenenamiento por el óxido de carbono contenido en los gases de escape, que es totalmente independiente del tetraetilato de plomo, es infinitamente mayor que el que se deriva del empleo de este producto. En cuanto el público se acostumbre al olor especial de los gases de escape producidos por gasolinas etilizadas cesará de preocuparse por el supuesto peligro que cree ver en ellos y comprenderá que no son más nocivos que los que corresponden a los de los carburantes ordinarios.

Como datos complementarios a esta información, añadiremos que el posmol antidetonante nacional que nosotros hemos empleado con éxito en algunas pruebas de nuestro motor *Dragon* contiene  $0,40 \text{ cm}^3 \text{ Pb (C}_2 \text{ H}_5)_4$  centímetros cúbicos de posmol, lo que es muy interesante tener en cuenta para preparar gasolinas con una proporción de tetraetilato de plomo análoga a la que la experiencia ha aconsejado como buena en otros países.

Por otra parte, el índice de octano de una gasolina de Aviación de las empleadas en España es de 64, determinado por la «Station Nationale de recherches et d'expériences techniques de Bellevue» (método CFR a 60 vueltas y  $150^\circ \text{ C.}$ ) sobre una muestra que envió Elizalde, S. A., en 3 de mayo de 1933 para estudio, en vista de que no había posibilidad de determinar tan interesante dato en nuestro país, y aunque este dato no es definitivo, pues debiera determinarse en cada partida, es lo bastante elocuente para hacernos ver nuestro atraso en esta cuestión. Todas nuestras luchas en el sentido de conseguir gasolinas análogas a las empleadas en otros países, han sido infructuosas. C. A. M. P. S. A., triste es decirlo, no colabora y hemos de resignarnos a utilizar lo que nos entrega.

Tenemos, pues, planteado un problema análogo al de obtener motores de poco peso por caballo, empleando en

su fabricación exclusivamente aceros ordinarios ( $F_3$  de la TSA) y siéndonos vedado el empleo de aleaciones ligeras. Afortunadamente, el espíritu de los aceristas nacionales y fundidores de aluminio y magnesio es muy distinto al de C. A. M. P. S. A., y tenemos un verdadero placer en hacerlo constar así.

### Resumen

Como consecuencia de todo lo anterior, se deduce que es inútil la técnica desarrollada en nuestros Servicios Técnicos con objeto de conseguir modernas soluciones mecánicas y mayor aligeramiento de los motores a base de empleo de materiales seleccionados, si no se da al mismo tiempo la importancia debida a los combustibles a emplear. De no proceder en esta forma, nunca conseguiremos soportar comparaciones con los fabricantes de otros países, pues, fatalmente, el peso por caballo de nuestros motores será mayor. De nada servirá, por otra parte, adquirir licencias de motores extranjeros si su utilización nos ha de ser limitada por el combustible de que disponemos.

El total abandono de la cuestión combustibles en nuestro país se traducirá en nuestro desprestigio, ya que se nos achacará que somos incapaces de conseguir lo que otros han logrado, y probablemente se nos tendrá en cuenta que para resolver nuestros problemas no disponemos de los medios que otros, más afortunados, tienen a su disposición.

Es preciso, pues:

a) Conocer el índice de octano de las gasolinas empleadas, sustituyendo nuestros procedimientos arcaicos de análisis por este dato.

b) Conociendo el índice de octano, preparar gasolinas etilizadas adecuadas para el empleo a que han de ser destinadas, clasificándolas según sus usos y dándoles denominaciones especiales.

c) Interesa, por otra parte, fijar la cantidad mínima de gomas que debe contener la gasolina de Aviación, pues el «cracking» (procedimiento moderno de obtención de combustible) tiene el inconveniente de aumentar el número de hidrocarburos diolefínicos, que engoman y pueden, por tanto, producir perturbaciones.

d) Establecer una colaboración intensa entre los Servicios Técnicos oficiales C. A. M. P. S. A. y fabricantes de motores, para que con el conocimiento mutuo de las dificultades de cada uno pueda lograrse una solución armónica o, cuando menos, que quede patente quién es el que frena los avances técnicos.

Aun cuando este problema de combustibles debiera dársele resuelto, como consecuencia del estudio de las necesidades de Aviación por C. A. M. P. S. A., lo consideramos de una importancia tan transcendental que no hemos dudado un momento de subrayarla, estando dispuestos a ofrecer nuestra modesta colaboración, creyendo con ello cumplir con un deber. Los beneficios que resulten de esta manera de proceder redundarán, sin duda, en beneficio de todos. Está será nuestra mayor satisfacción.

Barcelona, 1 marzo 1934.