

# Aerotecnica

## El ala auxiliar

Por EMILIO HERRERA

EL ingeniero mejicano Humberto Ramírez Villarreal, ha patentado la idea de utilizar un ala auxiliar (figura 1) para el despegue y primeras horas de vuelo en un viaje aéreo a gran distancia, desprendiéndola del avión cuando éste se halla suficientemente descargado por el consumo de combustible.

Es sabido que, en los diferentes ángulos de incidencia que un avión puede adoptar en vuelo horizontal, según su peso total y la potencia que desarrolle su motor, hay uno en que el *rendimiento aerodinámico*  $\beta = k_z / k_x$  es máximo, y otro, más encabritado, para el cual la *calidad sustentadora*  $b = k_z^{3/2} / k_x$  es máxima, siendo  $k_z$  y  $k_x$  los coeficientes de sustentación y de resistencia al avance del avión para el ángulo de incidencia considerado. Si el avión vuela con el ángulo de incidencia en que  $\beta$  es máximo, logrará el mínimo consumo por kilómetro recorrido, y si su posición corresponde al ángulo en que  $b$  es máximo, tendrá el mínimo consumo por cada kilo levantado.

Es, pues, necesario, para alcanzar el máximo recorrido, que el avión vuele continuamente con el ángulo de incidencia de máximo rendimiento, pero como esto no será posible al principio del vuelo cuando la carga de combustible es excesiva, habrá que comenzar todo viaje aéreo a gran distancia con el avión volando al ángulo de incidencia de máxima calidad sustentadora, que es el que permite elevar la mayor carga con la potencia máxima del motor, continuar a la máxima potencia hasta que pueda volarse en el ángulo de máximo rendimiento, y, desde entonces, ir disminuyendo la potencia para que, a pesar de ir perdiendo peso el avión, pueda seguir siempre con este último ángulo de inclinación invariable.

Si el avión tuviera superficie variable podría conseguirse la constancia del ángulo de incidencia disminuyendo la superficie en lugar de la potencia, lo que tendría la ventaja de aumentar la velocidad en lugar de disminuirla, como ocurre con el procedimiento anterior, alcanzándose de todos modos igual distancia, pero en menor tiempo si se emplea superficie variable y potencia constante.

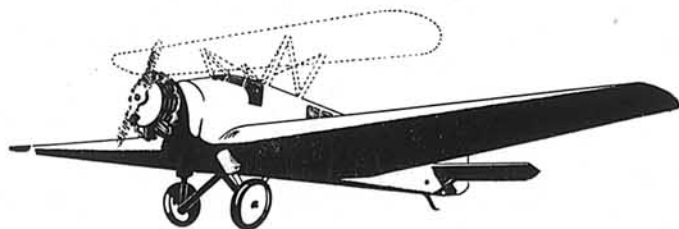


Fig. 1.

Para conseguir esta ventaja se han ideado algunos tipos de alas de superficie variable, extensibles, telescópicas o plegables, pero todos ellos adolecen de los inconvenientes de su difícil construcción, mayor peso, menor solidez y rendimiento y complicado manejo.

La idea del ingeniero Ramírez Villarreal salva todos

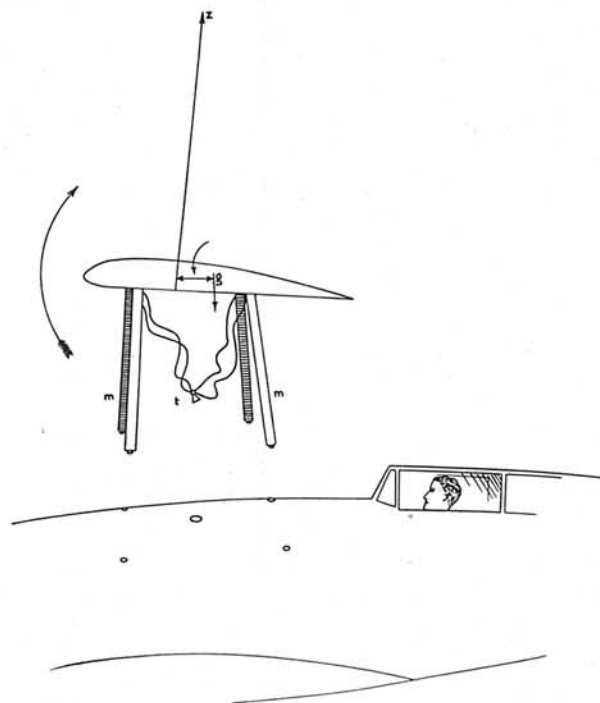


Fig. 2.

estos inconvenientes y además proporciona la ventaja de disminuir el peso muerto del avión al mismo tiempo que reduce su superficie.

La figura 2 indica la instalación del ala auxiliar sujeta por un juego de tirantes  $t$  convergentes en un punto y cuya tracción comprime los cuatro montantes  $m$  sobre unos alojamientos esféricos situados en el fuselaje quedando así el sistema indeformable, hasta que, suelto el punto de unión de los tirantes, se desprende el ala elevándose rápidamente por la acción de su sustentación propia  $z$  que, para mayor seguridad, se hace que pase por delante de su centro de gravedad  $g$  para que, al soltarse, se encabrite y aumente su velocidad ascensional separándose del avión, por lo que es imposible que pueda llegar a chocar con su cola ni en ninguna otra parte de él.

Puede suponerse, aproximadamente, que el ala auxiliar

tendrá un rendimiento aerodinámico igual al de la totalidad del avión, admitiéndose que la parte de montantes y tirantes perjudican a la superficie sustentadora en igual proporción que el fuselaje y demás partes accesorias a las del avión total; por lo tanto, consideraremos que el rendimiento máximo  $\beta$  queda constante antes y después de soltarse el ala auxiliar, y lo mismo los coeficientes  $k_z$  y  $k_x$ .

El máximo alcance en el mínimo tiempo se obtendrá evidentemente partiendo a pleno motor con el avión cargado al máximo y provisto de su ala auxiliar, volando con el ángulo de máxima cualidad sustentadora; se seguirá con potencia máxima disminuyendo gradualmente el encabritamiento a medida que se consume peso de combustible, hasta volar en el ángulo de máximo rendimiento  $\beta$ , y desde este momento se disminuirá la potencia para seguir en mismo ángulo hasta que el peso total, descontado el del ala auxiliar, sea tal que pueda volarse a todo motor en este mismo ángulo de máximo  $\beta$  sin el ala auxiliar, y entonces debe soltarse este ala y meter todos los gases nuevamente, continuando, desde este momento, siempre con igual ángulo de incidencia, reduciendo potencia hasta consumir totalmente el combustible, y entonces se habrá alcanzado la máxima distancia en el menor tiempo posible.

Sea  $G'$  el peso del avión sin combustible ni ala auxiliar,  $G''$  el de ésta y  $U$  el peso del combustible que haya en el momento de desprender el ala auxiliar.

El recorrido máximo  $l$  que, desde este momento, se puede efectuar sin el ala auxiliar, estará dado por la fórmula

$$l = \frac{\rho \beta}{\tau} \log \text{ nep } \frac{G' + U}{G'}$$

en que  $\rho$  es el rendimiento mecánico de la hélice,  $\beta$  el rendimiento aerodinámico del avión y  $\tau$  el peso del combustible consumido por unidad de tiempo y de potencia, o sea la inversa del rendimiento térmico del motor.

Si no se desprendiera el ala auxiliar, se obtendría un recorrido máximo:

$$l' = \frac{\rho \beta}{\tau} \log \text{ nep } \frac{G' + G'' + U}{G' + G''}$$

y la diferencia entre ambos, o sea lo que se gana en alcance por el desprendimiento del ala auxiliar:

$$\begin{aligned} l - l' &= \frac{\rho \beta}{\tau} \log \text{ nep } \frac{(G' + U)(G' + G'')}{G'(G' + G'' + U)} \\ &= \frac{\rho \beta}{\tau} \log \text{ nep } \left( 1 + \frac{G''}{G'} \frac{U}{G' + G'' + U} \right) \end{aligned} \quad [I]$$

y si llamamos  $s'$  a la superficie sustentadora del avión sin ala auxiliar, y  $s''$  a la de ésta,  $P$  a la potencia máxima del motor, en el momento de desprenderse el ala debe verificarse la siguiente relación entre estas distintas cantidades:

$$\rho P = \frac{(G' + U)^{\frac{3}{2}}}{\beta \sqrt{k_z s'}}$$

según las fórmulas generales del equilibrio del avión en vuelo horizontal, de donde se tiene

$$U = \sqrt[3]{(\rho \beta P)^2 k_z s'} - G'$$

valor que, sustituido en la fórmula [I], da

$$l - l' = \frac{\rho \beta}{\tau} \log \text{ nep } \left( 1 + \frac{G''}{G'} \frac{\sqrt[3]{(\rho \beta P)^2 k_z s'} - G'}{\sqrt[3]{(\rho \beta P)^2 k_z s'} + G''} \right) \quad [II]$$

El peso  $G''$  del ala auxiliar es proporcional a su superficie  $s''$ , siendo  $C$  el coeficiente de proporcionalidad, y si llamamos  $G$  al peso total del avión en vacío,  $= G' + G''$ , y  $s$  a la superficie total  $s' + s''$ , se tiene:

$$\begin{aligned} l - l' &= \frac{\rho \beta}{\tau} \log \text{ nep } \\ &\left( 1 + \frac{C(s - s') \left[ \sqrt[3]{(\rho \beta P)^2 k_z s'} - G + C(s - s') \right]}{[G - C(s - s')] \left[ \sqrt[3]{(\rho \beta P)^2 k_z s'} + C(s - s') \right]} \right) = \\ &= \frac{\rho \beta}{\tau} \log \text{ nep } \left( 1 + \frac{\frac{\sqrt[3]{(\rho \beta P)^2 k_z s'} - 1}{G - C(s - s')}}{\frac{\sqrt[3]{(\rho \beta P)^2 k_z s'} + 1}{C(s - s')}} \right) \end{aligned} \quad [III]$$

Diferenciando esta expresión con relación a  $s'/s$  e igualando a cero la derivada, se obtiene que el valor de la relación entre la superficie fija  $s'$  y la total  $s$  que hace máxima la ganancia en alcance lograda, tiene que satisfacer a la siguiente igualdad:

$$\begin{aligned} \left( \frac{G}{C(s + 2s')} - 1 \right) \frac{\frac{a \sqrt[3]{s'}}{C(s - s')} + 1}{\frac{a \sqrt[3]{s'}}{G - C(s - s')} - 1} &= \\ &= \left( \frac{G}{C(s - s')} - 1 \right)^2 \end{aligned}$$

en la que se representa por  $a$  el valor

$$\sqrt[3]{(\rho \beta P)^2 k_z}$$

En un avión de gran alcance puede suponerse que

$$G = 3Cs \quad \text{y} \quad a \sqrt[3]{s} = 6Cs$$

con cuyos valores la ecuación anterior se transforma en:

$$6 + 6 \frac{s'}{s} + 15 \left( \frac{s'}{s} \right)^2 - 54 \left( \frac{s'}{s} \right)^3 = 0$$

que da un valor de  $s'/s$  igual a 0,25.

Resulta, pues, que la máxima ganancia en alcance que puede producir el ala auxiliar se obtiene cuando el ala fija es la cuarta parte de la superficie sustentadora total. En este caso se obtendría un aumento de radio de acción:

$$l - l' = \frac{\rho \beta}{\tau} \log \text{nep} \left( 1 + \frac{8 - 3 \sqrt[3]{4}}{24 + 3 \sqrt[3]{4}} \right) = \\ = \frac{\rho \beta}{\tau} \log \text{nep} 1,12$$

y como según los valores numéricos adoptados, el recorrido total para el avión cuyo peso en vacío sea la mitad del peso a plena potencia en su ángulo de máximo rendimiento, y los 3/7 del peso total levantado con su máxima cualidad sustentadora, sería:

$$l' = \frac{\rho \beta}{\tau} \log \text{nep} \frac{7}{3} = \frac{\rho \beta}{\tau} \log \text{nep} 2,33,$$

la relación de la ganancia en alcance y el recorrido que haría sin desprender el ala auxiliar, será:

$$\frac{\log \text{nep} 1,12}{\log \text{nep} 2,33} = 0,2 \text{ aproximadamente};$$

luego, el ala auxiliar desprendible podría producir un aumento del 20 por 100 en el radio de acción, como máximo, si tuviera una superficie igual a los 3/4 de la total.

Esto no será posible, generalmente, por dificultades de adaptación de un ala auxiliar tan grande, y además por que la velocidad mínima del avión al final del viaje, y por

lo tanto al tener que aterrizar, sería  $\sqrt{12/7} = 1,3$  veces mayor que a la partida cuando lleva la máxima carga, lo que es peligroso; pero aunque no se llegue al máximo aprovechamiento, cuanto mayor sea el ala auxiliar cuya instalación sea posible, más se aproximará la ganancia en radio de acción al 20 por 100 límite calculado.

Parece, pues, que el empleo del ala auxiliar, ideada por el ingeniero Ramírez Villarreal, representa una importante ventaja en los vuelos a gran distancia, no sólo como medio de acortar su duración, sino para lograr un aumento apreciable en el radio de acción.

## Construcción metálica para planeadores

LA construcción metálica en la aeronáutica se ha convertido, en los últimos diez años, en una técnica autónoma con su correspondiente base científica. El proceso de perfeccionamiento de esta técnica ha demostrado que hay que sopesar cuidadosamente, según las condiciones de solidez, peso y sencillez que haya de tener la construcción, el empleo del tubo de acero o el de los metales ligeros.

Ahora ya ha llegado el momento de dar a conocer a los constructores de veleros y planeadores algo sobre los principios de la construcción metálica, pues se ha comenzado a introducir el metal en la construcción de los fuselajes y empenajes, e incluso de las alas. Sin embargo, existe una general repulsión a la construcción metálica, por atribuírsele fabulosas dificultades de realización.

Las dificultades no son tan grandes como parecen. Consideremos primero la construcción en tubo de acero. Se emplean tubos de acero de paredes delgadas, que pueden ser unidos por soldadura corriente, soldadura fuerte o por medio de nudos de tipo adecuado.

La soldadura de tubos de acero con paredes delgadas, exige mucha escrupulosidad, además de gran experiencia. Por eso en las Sociedades de vuelo sin motor, debiera cuidarse este punto de gran interés para un futuro próximo. Lo mismo puede decirse de la soldadura fuerte, cuyo conocimiento y práctica, utilizando el soplete de gasolina, es de gran importancia para el aviador.

Además, convendría propugnar la realización de los enlaces por medio de nudos. Con el tiempo no hay duda que se dispondrá en el comercio de diversos tipos de nudos, fácilmente adaptables a los más variados usos.

El empleo de costillas de tubo de acero con nudos soldados no es de recomendar en todos los casos. Más

ventajoso parece en este caso la construcción de las costillas con pletina de metales ligeros.

La construcción más sencilla y barata de costillas de metales ligeros es la que utiliza pletina en U de aluminio. Se puede emplear largueros de cajón, o simplemente puede hacer de larguero un tubo de acero de paredes delgadas, lo cual es mucho más barato.

Una construcción más perfeccionada y adecuada para la fabricación en serie, es la de borde de ataque desmontable, porque permite una reparación más fácil de los desperfectos de esta sección (la que más pronto se lesiona), y facilita el reconocimiento del interior del ala.

Potez, con este objeto, estampa costillas en serie, y las matrizas en cinco fases de trabajo, después de las cuales, salen con las perforaciones y reborde necesarios. Las fases de trabajo son las siguientes: 1.<sup>a</sup>, las piezas son cortadas de una cinta de la anchura determinada y con un ángulo dado, de modo que no se desperdicie material; 2.<sup>a</sup>, se estampa un relieve que sirve de guía; 3.<sup>a</sup>, estampación de las perforaciones y taladros, así como del perfil exterior; 4.<sup>a</sup>, formación de los rebordes, y 5.<sup>a</sup>, estampación exacta de los bordes. Para cada fase son necesarias las correspondientes matrices y formas. Naturalmente, las costosas instalaciones que se necesitan no son adecuadas para la construcción de aviones sin motor, y se indican tan sólo como prueba de que la obtención de las piezas es sencilla.

En Alemania hace ya bastante tiempo que los grupos de construcción de las diversas Asociaciones locales de vuelo sin motor, vienen entrenándose en la construcción metálica aplicada a los planeadores, y en España ya se ha iniciado esta orientación con la construcción del C. Y. P. A. 17, cuyo fuselaje es de tubo de acero.