

Aerotecnia

¿Puede el rotor de un autogiro pararse en el aire?

Por EMILIO HERRERA

Ingeniero Aeronáutico

Al ver volar un autogiro, desprovisto totalmente de alas, suspendido de aquellas flexibles palas de su rotor que, impulsadas por el viento relativo de la marcha, producen la sustentación del aparato, es frecuente oír la siguiente pregunta, principalmente de labios de los más directamente interesados, los aviadores que esperan y desean probar el nuevo sistema de vuelo mecánico que está revolucionando la Aviación: ¿Qué pasa si se para el rotor en el aire?

Desde luego la contestación es inmediata: Si se para el rotor en el aire, los tripulantes no tienen más salvación que la que puede proporcionarles el paracaídas.

Pero, ¿es posible que ocurra esta desagradable contingencia?

Para contestar a esta nueva pregunta es necesario estudiar más detenidamente el caso aerodinámico del autogiro.

Para simplificar la cuestión vamos a suponer que las palas del rotor son de perfil simétrico con ángulo de ataque nulo con relación a su movimiento tangencial al girar alrededor del eje de rotación, y consideremos el perfil medio de una de las palas y el de su opuesta (suponiéndose que el rotor tiene un número par de ellas, pues si no fuera así, entre las dos palas más opuestas a la considerada, producirían un efecto equivalente).

Sea ab (fig. 1) el perfil medio de una pala proyectada sobre el eje de giro zz' , bajo el que también se proyecta la pala opuesta $a'b'$. La pala ab tendrá una cierta velocidad v tangencial de rotación representada por el vector ot , y si el conjunto del aparato tiene una velocidad w con relación al aire, representada por el vector ts , la pala recibirá un viento relativo u determinado por el tercer lado del triángulo de velocidades so .

La intensidad y la dirección de este viento relativo variará según la posición de la pala que se considere, al efectuar su giro, y según la velocidad y dirección del autogiro con relación al aire. Suponiendo que el aparato pueda hacer todas las acrobacias imaginables y que pueda recibir el viento relativo en cualquier dirección con relación a su plano de giro, desde 0 a 180 grados por arriba o por abajo, la reacción que este viento podrá producir en la pala ab vendrá determinada por el producto del cuadrado de su velocidad por un vector correspondiente al ángulo de ataque que está representado en coordenadas polares con relación al origen o , por la curva de trazo continuo $ccc'c'$, en la cual están indicados en algunos puntos el ángulo de ataque a que corresponden. Esta es la llamada «polar de reacciones sobre el ala».

Se ve en esta curva que solamente está por detrás del

eje zz' la parte correspondiente a los ángulos de ataque comprendidos entre -10 y $+10$ grados, por lo que sólo en este caso la reacción del viento relativo puede originar una componente tangencial contraria al movimiento de rotación y capaz de frenarlo, o sea, que para que disminuya la velocidad de rotación es necesario que el viento u resultante del giro y de la traslación quede comprendido dentro del ángulo $snon'$ con relación al perfil medio ab de la pala.

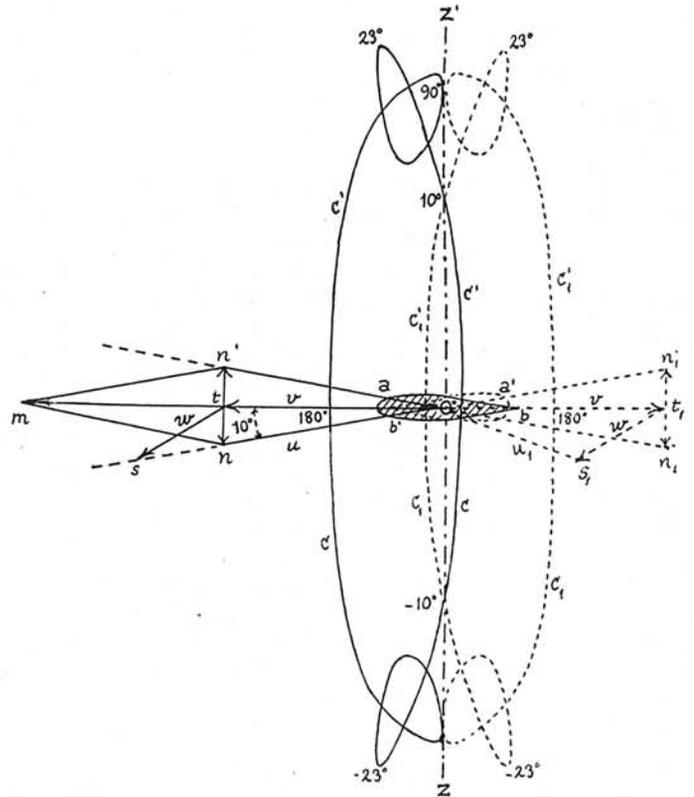


Fig. 1.

Entretanto, en la pala opuesta $a'b'$ ocurrirá algo análogo, con la única diferencia de que, si suponemos que el aparato marcha hacia la izquierda con la velocidad e inclinación que sea, el triángulo de velocidades de la pala $a'b'$, representado por ot_1s_1 , será más abierto en o , y podrá dar una componente tangencial en el sentido de acelerar el giro del rotor que anule a la acción frenante del viento relativo sobre la pala $a'b'$. La curva de puntos $c_1c_1c_1c_1'$ es la «polar de reacciones» correspondiente a la pala $a'b'$.

Se ve fácilmente que, para que ambas palas opuestas ejerzan una reacción frenante, es necesario que el triángulo de velocidades quede comprendido dentro del rombo $onmn'o$, o sea, que el vector ts que representa la velocidad del aparato con relación al aire tenga su extremo s entre las rectas mn y mn' que forman 10 grados con la dirección om del plano de giro del rotor.

También se observa en la figura que, si accidentalmente se hiciera el ángulo de ataque menor de 10 grados y la reacción del aire sobre las palas tuviera componente frenante, al disminuir v , o sea la velocidad tangencial ot conservándose w , el ángulo de ataque en o aumentaría inmediatamente y el efecto frenante desaparecería.

Además, por otro orden de consideraciones, el autogiro no puede permanecer marchando con una velocidad w con relación al aire tal que origine un frenado en su rotor. En efecto, el autogiro no es un helicóptero; necesita una cierta velocidad de traslación con relación al aire para que su rotor produzca una fuerza sustentadora equivalente al peso total. Para cada dirección del viento relativo correspondiente a la velocidad de traslación w

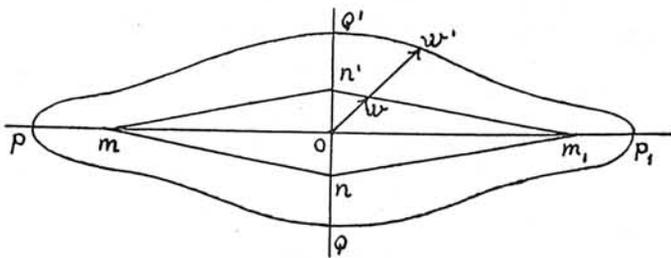


Fig. 2.

con relación al plano del rotor, se origina en éste una velocidad de rotación y una reacción que ha de equilibrar el peso del aparato; y si trazamos desde el punto o (fig. 2) que suponemos centro del rotor cuyo plano es pp_1 , vectores que nos marquen la velocidad del viento debido a la marcha w correspondiente a cada una de las direcciones y que origine en el rotor una reacción igual al peso del aparato, se obtiene una curva, en coordenadas polares, tal como la pqp_1q' , y para que haya equilibrio entre la acción de la gravedad y la reacción del aire sobre el autogiro, en cualquier posición que éste se encuentre, natural o invertido, picado o encabritado hasta la vertical, subiendo o bajando, siempre la velocidad de traslación w deberá estar representada por un vector de esa curva, que, en un autogiro debidamente calculado, envuelve al rombo $onmn_1n'$, que ya sabemos determina los valores límites de la velocidad de traslación w que pueden frenar

el giro del rotor. Es, pues, imposible que éste se frene hasta pararse por la acción del aire en cualquier posición en que se coloque el autogiro, incluso en las acrobáticas, como ya se ha demostrado al efectuarse en los Estados Unidos por primera vez la maniobra del *rizo* en un aparato de este tipo sin que el rotor se frenara en su movimiento de rotación.

En lo anterior hemos supuesto que habría equilibrio entre el peso del autogiro sostenido y las fuerzas sustentadoras aerodinámicas, pero se puede presentar la objeción de que esto no se verifica en los cambios de régimen permanente, cuando el viento o el aparato están sujetos a aceleraciones que pueden producir momentáneamente velocidades relativas w comprendidas dentro del rombo límite, y que puedan frenar al rotor hasta detenerlo antes de que el equilibrio se haya restablecido. Si el rotor no tuviera masa, esto podría ocurrir fácilmente, pero en la realidad, la rotación del rotor almacena una cantidad de energía suficiente para mantener su movimiento durante la acción de las perturbaciones en la velocidad del viento o del aparato, pues aun en el viento más arrachado la energía de las aceleraciones de su masa que actúe sobre el rotor es insuficiente para vencer la fuerza viva almacenada en éste, que desempeña el papel de volante regularizador de las variaciones accidentales en la velocidad del viento relativo que recibe el aparato. Y si a pesar de todas las previsiones, se produjera una perturbación tan prolongada que amenazase con un frenado del rotor hasta límites peligrosos, aun queda al piloto el recurso de embragar el rotor con el motor para impedir que su fuerza centrífuga se debilite tanto, que las palas se levanten por la reacción aerodinámica y se destruya la sustentación.

El rotor de un autogiro, en buenas condiciones de funcionamiento, no puede, pues, llegar a pararse durante el vuelo cualquiera que sea el viento en que se navegue y la posición que tome el aparato. Únicamente podrían pararse las palas por avería en el eje del rotor, agarrotamiento por falta de engrase; pero esta contingencia, con tan pequeña velocidad de rotación, la tercera parte de la que tienen las ruedas de un automóvil en que nunca suele ocurrir, es remotísima y demostraría un abandono injustificable del principal punto vital del autogiro.

Puede, pues, descartarse por improbable el peligro de que se detengan y se cierren las aspas de un autogiro en vuelo. Si está bien calculado y no descuidado en absoluto, el sistema giratorio del rotor ofrece el mismo o mayor grado de seguridad que las alas rígidas de un aeroplano.

Algunos detalles del autogiro Cierva «C. 30-P»

EL modelo más reciente de autogiro, conocido en España por la *tournee* triunfal que acaba de realizar pilotado por su inventor, D. Juan de la Cierva, fué descrito en líneas generales en esta REVISTA (pág. 338 del año 1933). Las siguientes fotografías del rotor y de la cola dan idea de los difíciles problemas mecánicos que ha planteado la

concepción del rotor, de la ingeniosidad con que han sido resueltos y de la robustez de este órgano vital del autogiro.

En la figura 1.^a se ve claramente, en la parte superior, el arranque de las tres palas del rotor. Junto al extremo superior del eje del rotor y a su izquierda se destaca una

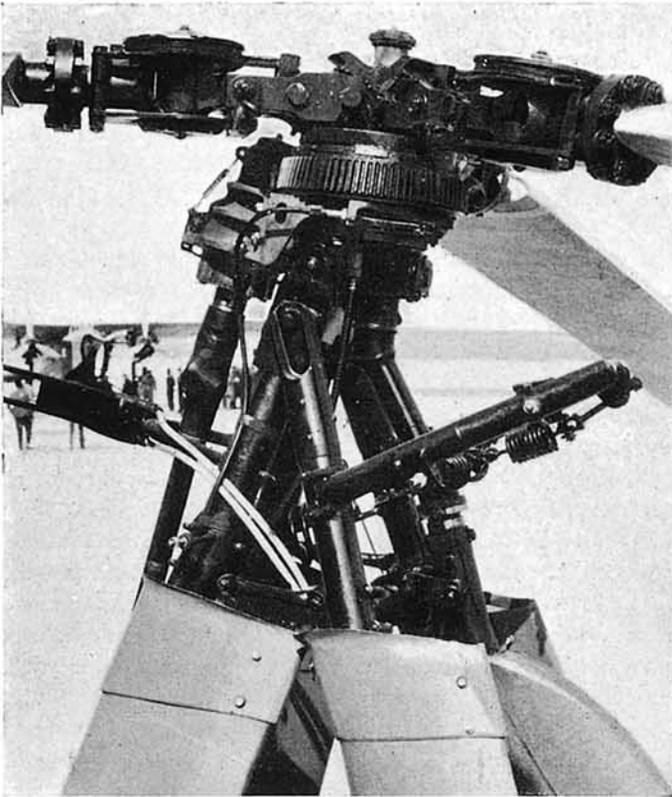


Fig. 1.ª

uña cuyo objeto es limitar el desplazamiento hacia arriba de la pala izquierda. Siguiendo hacia la izquierda por esta pala, vemos un platillo horizontal constituido por discos alternados de ferodo y acero que hacen elástica la unión de la pala al rotor, cuyo objeto es absorber las reacciones bruscas que se producen durante cada rotación

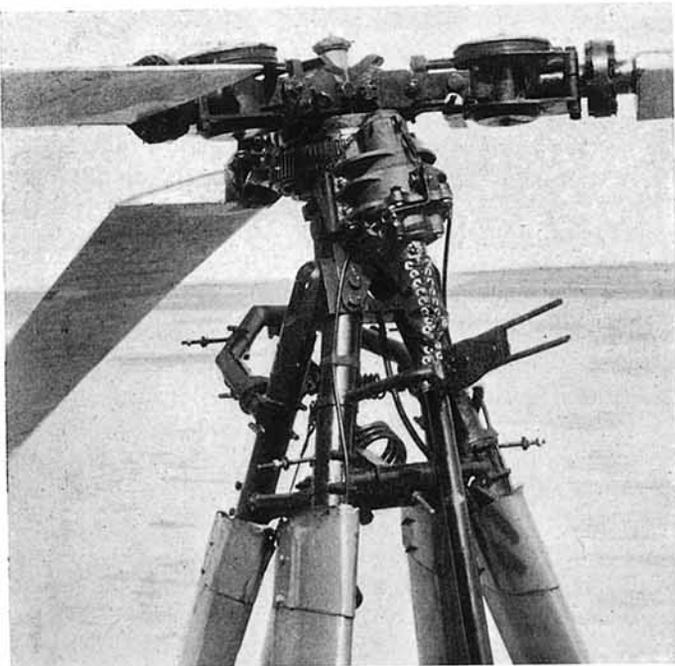


Fig. 2.ª

de las palas al cambiar con respecto a ellas la intensidad del viento de la marcha; la presión de los ferodos se regula exactamente por medio de una tuerca que lleva el extremo superior del eje del platillo, para que se venza el rozamiento de los ferodos aplicando una fuerza de 6,35 kilogramos (14 libras) en el extremo de la pala.

El árbol de la izquierda que engrana con la rueda dentada del rotor es la transmisión del giro del motor para la puesta en marcha del rotor.

A la derecha, incidiendo normalmente sobre dos patas sustentadoras del rotor, se ven unos tubos, y debajo de

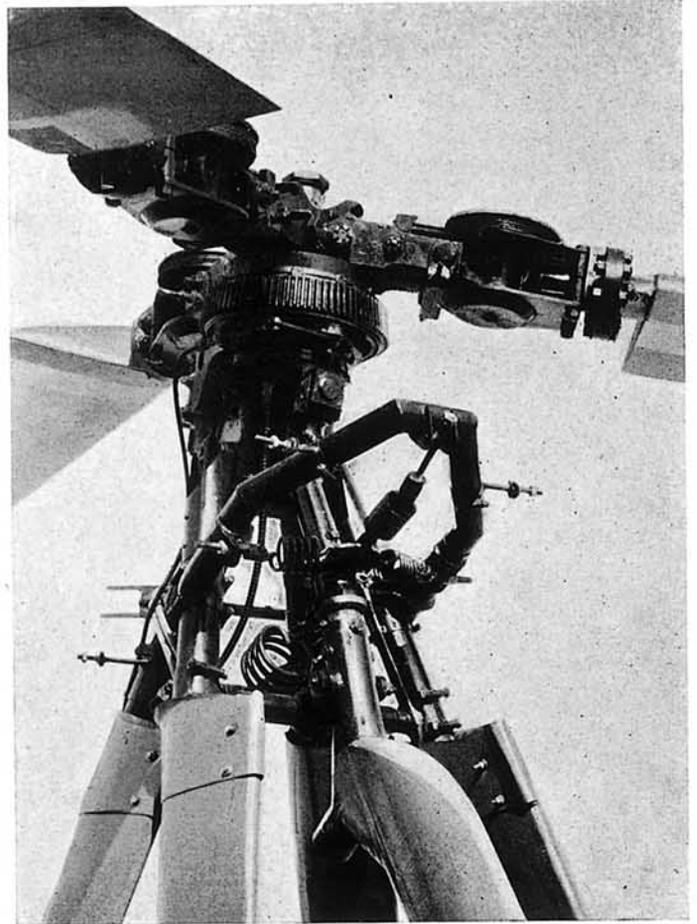


Fig. 3.ª

ellos unos muelles cuyo objeto es compensar las reacciones del rotor sobre la palanca de pilotaje.

En la figura 2.ª son visibles las cuatro patas que forman la pirámide sustentadora del rotor y el árbol de transmisión para su puesta en marcha.

En la parte superior derecha se destaca el platillo de ferodos que sirve de unión elástica entre la pala y el núcleo central del rotor; en la parte inferior del eje del platillo vemos un disco y a su izquierda una abrazadera que sirve de tope, en los dos sentidos, para limitar los desplazamientos relativos entre la pala y el núcleo del rotor.

En la figura 3.ª se manifiestan los muelles compensadores de las reacciones del rotor sobre la palanca de pilotaje; la tensión de estos muelles es regulable en vuelo. Por



Fig. 4.^a

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.^a 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 ²	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