

TIRO A TRAVÉS DE LA HÉLICE

Las velocidades o cadencias de fuego en las ametralladoras sincronizadas

Por ISMAEL WARLETA  
Capitán de Aviación

QUIZÁS haya perdido alguna actualidad este estudio, ahora que se presentan modelos de aviones con las armas montadas fuera del círculo barrido por la hélice; pero aun la mayoría de los aviones de caza efectúan su tiro en sincronización con el motor, y, por otra parte, el no haber encontrado en ninguna publicación nacional o extranjera tratado el problema de las cadencias de fuego con la generalidad y precisión apetecibles, me ha llevado a su investigación. El fruto de la atención prestada a este problema es lo que ofrezco a los compañeros a quienes pudiera interesar, por intermedio de la REVISTA DE AERONÁUTICA.

El dispositivo general para el tiro sincronizado consiste, en que entre cada dos palas de la hélice, un saliente de leva pueda producir un empuje que, actuando sobre el disparador, efectúe el disparo del arma. Concretándonos al caso más general—hélice de dos palas y levas de sincronización movidas por el árbol de levas del motor—, se utilizará una leva de cuatro salientes, girando a la mitad de revoluciones de la hélice. De este modo, cada media vuelta de la hélice, se producirá un empuje del saliente de leva al disparador, y este empuje será capaz de producir disparo, no sólo en el punto más alto del saliente, sino a un lado y otro del mismo, en una extensión más o menos grande, según reglaje, que determina un sector llamado de percusión.

Para que el disparo se produzca por un saliente, será preciso que, antes de que termine de pasar su sector de percusión bajo el empujador, el arma haya terminado por completo el ciclo de su funcionamiento, correspondiente al disparo anterior, y esté lista para un nuevo disparo. Se comprende que si esto no ocurre, no se producirá disparo en esa media vuelta de hélice y el arma tendrá que esperar, más o menos, después de terminar su ciclo, hasta que la dispare el comienzo del sector de percusión del saliente inmediato. De aquí pérdida de velocidad o cadencia de fuego del arma.

Veamos cómo puede calcularse la cadencia para un número cualquiera de vueltas de hélice, tomando como unidad la *cadencia propia* del arma, que es su velocidad de fuego en tiro independiente del motor.

Refiriéndose a la figura 1, supongamos que estén el arma y el disparador de mano del piloto en disposición de fuego; cuando se presente bajo el empujador el primer punto del sector de percusión de un saliente cualquiera se producirá entonces el primer disparo;  $1/c$  de minuto después, el arma estará lista otra vez para hacer fuego, y la leva habrá girado un ángulo igual a  $180 N \cdot 1/c$  grados, determinado por las vueltas de la hélice y el intervalo de disparo  $1/c$ .

Este ángulo girado ( $180 N/c$ ) puede considerarse descompuesto en un número exacto de cuartos de vueltas, que llamaremos ( $q$ ), y un resto menor de 90 grados, que llamaremos ( $\alpha$ ). ( $q$ ) tomará los siguientes valores, según los de  $N/c$ :

Para valores de $N/c$	$q$	Y en el caso en que la amplitud del sector de percusión se considere reducida a un punto ( $s = 0$ ) producirán disparo:
Desde 0 hasta 0,5...	0	Todos los salientes, cada 1/2 vuelta de hélice..... $c' = 2 N$
» 0,5 » 1 ...	1	1 saliente sí y otro no, cada 1 vuelta de hélice..... $c' = N$
» 1 » 1,5..	2	1 saliente sí y 2 no, cada 3/2 vuelta de hélice..... $c' = 2/3 N$
» 1,5 » 2 ...	3	1 saliente sí y 3 no, cada 2 vueltas de hélice..... $c' = 1/2 N$
» 2 » 2,5..	4	1 saliente sí y 4 no, cada 5/2 vuelta de hélice..... $c' = 2/5 N$
» 2,5 » 3 ...	5	1 saliente sí y 5 no, cada 3 vueltas de hélice.. $c' = 1/3 N$

Veamos ahora la influencia del empleo de un sector de percusión de una amplitud determinada ( $s$ ). Dentro de

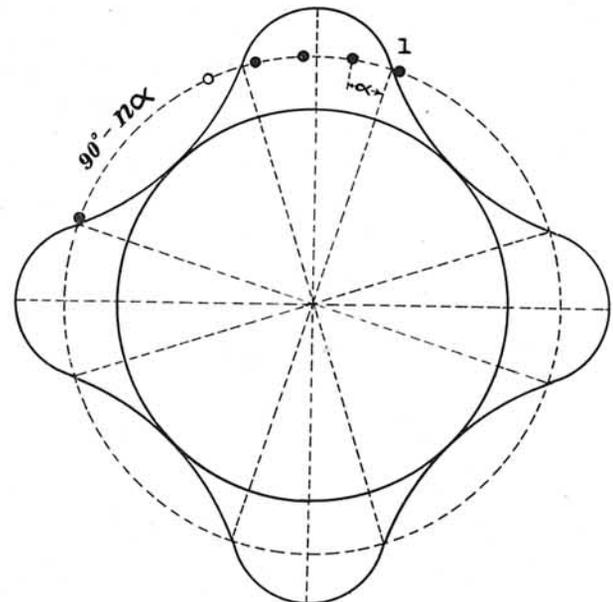


Fig. 1.

cada valor de ( $q$ ), puede conseguirse que el arma no tenga que esperar al saliente de leva que le corresponde, sino que efectúe el disparo en el saliente anterior, cuando el corrimiento ( $\alpha$ ) sea menor que ( $s$ ) o uno de sus submúltiplos.

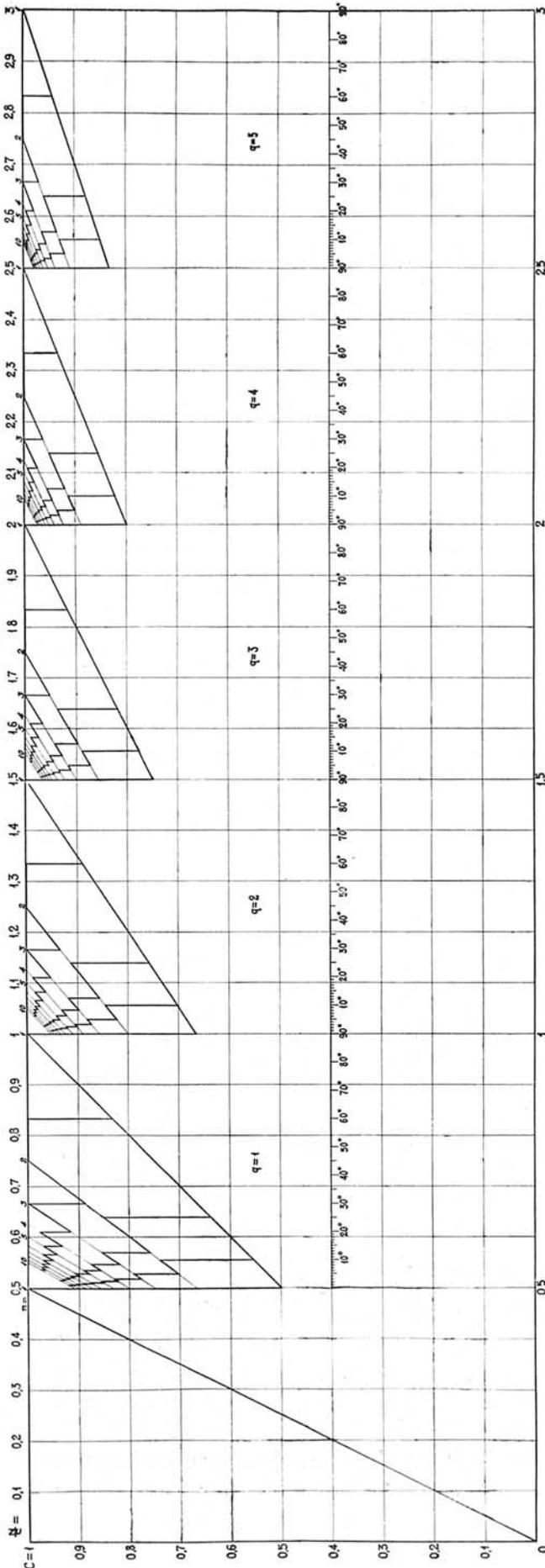


Fig. 2. GRAFICO DE CADENCIAS/ EN TIRO SINCRONIZADO A TRAVEZ DE LA HELICE SECTORES DE PERCUSION = 10°, = 25°, = 60°

Efectivamente; supongamos, en la figura 1, que a determinado número de vueltas de la hélice ( $N$ ) corresponda un corrimiento ( $\alpha$ ); el ángulo girado en el intervalo de disparo propio del arma ( $1/c$ ), será:

$$180^\circ \cdot \frac{N}{c} = 90^\circ \cdot q + \alpha^\circ$$

de donde

$$\alpha = 180 \left( \frac{N}{c} - \frac{q}{2} \right).$$

Se ve en la figura 1, que si al intentar disparar el arma el tirador, no está el empujador actuado por el sector de percusión, el arma esperará a que esto ocurra en el primer punto de un sector ( $1 -$  por ejemplo) y disparará entonces el primer tiro; luego no volverá a estar lista para el disparo hasta que hayan pasado bajo el empujador  $q$  salientes, más el corrimiento  $\alpha$ ; si  $\alpha < s$ , un segundo disparo partirá sin espera, o sea, a la cadencia propia del arma, y estará dispuesta para el tercer disparo cuando hayan pasado bajo el empujador otros  $q$  salientes, más el corrimiento  $2\alpha$ ; si  $\alpha < \frac{s}{2}$ , el tercer disparo partirá sin

espera, y así sucesivamente. En general, el arma podrá efectuar sin espera, o sea, a la cadencia propia, un número de disparos igual al cociente entero  $\frac{s}{\alpha}$  más uno. (En el caso de la figura se ha supuesto:  $q = 3$  y  $n = \frac{s}{\alpha} + 1 = 4$  disparos.

El disparo  $n + 1$  (5.º de la figura) hubiera debido producirse en el punto marcado con el círculo blanco, pero por estar este punto fuera ya del sector de percusión tendrá que esperar el giro del arco  $90^\circ - n \cdot \alpha$ , y se producirá en el primer punto del sector de percusión del saliente inmediato. A partir de este momento se repetirá el mismo régimen de fuego que se inició.

En resumen: el tiempo durante el cual se tira a la cadencia propia, será:  $t = \frac{n}{c}$  y el tiempo perdido, el que invierte la leva en girar el arco  $90^\circ - n \cdot \alpha$ , o sea,  $\frac{90 - n \cdot \alpha}{180 \cdot N}$ ; luego la cadencia alcanzada la dará:

$$\frac{c'}{c} = \frac{t}{t + t'} \quad [1].$$

Para dar forma gráfica a esta solución, se sustituyen en la fórmula  $t$  y  $t'$  por sus valores y se tendrá:

$$\frac{c'}{c} = \frac{\frac{n}{c}}{\frac{n}{c} + \frac{90 - n \cdot \alpha}{180 N}} = \frac{1}{1 + \left( \frac{1}{2n} - \frac{\alpha}{180} \right) \frac{c}{N}}$$

y como

$$\frac{\alpha}{180} = \frac{N}{c} - \frac{q}{2} \quad , \quad \frac{c'}{c} = \frac{1}{\frac{1}{2n} + \frac{q}{2}} \cdot \frac{N}{c}$$

que nos dice, que fijados valores para  $q$  y  $n$ , queda la

ecuación de una recta que pasa por el origen y cuyo coeficiente angular es:

$$\frac{1}{\frac{1}{2n} + \frac{q}{2}}$$

*Gráficos.* — Fundado en lo anterior, se ha construido el gráfico de la figura 2, en que las ordenadas representan  $c/c'$ , y las abscisas  $N/c$ . Uniendo el origen con los puntos  $N/c = 0,5 - 1 - 1,5 - 2 - 2,5$  y 3, y limitando estas rectas por las ordenadas 0,5 - 1 - 1,5 - 2 y 2,5, se obtiene una línea en diente de sierra que representa el régimen de fuego para  $s = 0$ .

Uniendo el origen con los puntos  $n = 2 - 3 - 4 - \dots$ , que están a  $1/2 - 1/3 - 1/4 - \dots$ , de  $c/2$ , dentro de cada diente, se obtienen rectas con los mismos coeficientes angulares de la fórmula [2]. Para determinar  $n$ , observe-

mos que es igual al cociente entero  $\frac{s}{\alpha}$  más uno. Por lo tanto:

Para  $s < \alpha \dots \dots \dots n = 1$   
 $\frac{s}{2} < \alpha < s \dots \dots n = 2$   
 $\frac{s}{3} < \alpha < \frac{s}{2} \dots n = 3$   
 .....

Dividiendo ahora cada intervalo  $q = 1 - 2 - 3 - \dots$ , o lo que es lo mismo, la anchura de cada diente en 90 partes iguales, cada una de estas partes representará un grado. Para cada valor  $N/c$  se encontrará su correspon-

diente valor de  $\alpha$  en grados, bajando su ordenada sobre la graduación inferior en grados, con lo que podrá obtenerse  $n$  dado un sector  $s$  de percusión.

*Trazado del gráfico para un sector de percusión determinado*

Sobre la escala inferior en grados, márchense los valores de  $s, s/2, s/3, \dots$ ; por estos puntos, levántense las ordenadas, marcando los segmentos de éstas, comprendidos entre las rectas  $n = 1$  y  $n = 2, n = 2$  y  $n = 3, n = 3$  y  $n = 4, \dots$ , y uniendo los extremos de estos segmentos, como se ve en el gráfico, resultarán también líneas en diente de sierra, aunque más irregulares.

En el gráfico de la figura 2 se han trazado las correspondientes a los sectores de percusión de  $10^\circ, 25^\circ$  y  $60^\circ$ , que corresponderán, naturalmente, a arcos dobles de  $20^\circ, 50^\circ$  y  $120^\circ$  descritos por la hélice y con percusión posible dentro de ellos.

La necesidad de impedir el que pueda atravesarse la hélice, limita la amplitud a dar al sector de percusión. En el *Nieuport 52* se hace el reglaje con un sector de  $12^\circ,5$ , o sean,  $25^\circ$  de recorrido de hélice. Puede verse en el gráfico, la influencia que tiene el sector de percusión en la elevación de la cadencia. En la Escuela de Los Alcázares se ha llegado a emplear hasta el sector de  $19^\circ$ , máximo que permite el montaje de varillas en el *Nieuport* sin que se produjeran impactos en la hélice. La causa más importante de producción de éstos parece ser el estado de la munición y, sobre todo, su humedad. Otros aviones en los que el plano de giro de la hélice está más cerca de la boca del arma, permiten mayor sector y, por tanto, mayor elevación de cadencia.



Monoplano de carreras *Wedell-Williams*, ganador de numerosas pruebas de velocidad. Provisto de un motor *Pratt & Whitney*, ha efectuado el viaje Chicago-Nueva York, de 900 kilómetros, a una media horaria de 503, velocidad superior a la de los records internacionales sobre base de 3 kilómetros y sobre base de 100 kilómetros.