ARTILLERÍA A BORDO DE AVIONES

Por RAMÓN NUEZ CASANOVA

Es de todos conocido el empleo que en los modernos aviones de combate se hace de los cañones de pequeño calibre para batir objetivos en tiro directo, empleándose exclusivamente en la lucha contra aeronaves enemigas o en ametrallamiento de objetivos terrestres o marítimos, volando a baja altura. Sin embargo, creo que podría sacarse todavía más partido de este arma, aumentando su calibre hasta el límite posible y empleándola en tiro indirecto, es decir, como verdaderas "baterías volantes"; claro que para ello habría que resolver una serie de problemas técnicos, de que más adelante trataremos; pero primeramente vamos a examinar las posibilidades balísticas, deducidas de las leyes de la Mecánica sobre lanzamiento de proyectiles.

Sea MN el nivel del suelo y O el punto desde donde se efectúa el disparo, con una velocidad inicial v_0, formando un ángulo α con el horizonte.

Para el estudio de la trayectoria tomemos un sistema de ejes coordenados, con el origen en el punto O, y como ejes x e y, respectivamente, la horizontal y la vertical ascendente que pasan por O.

Las proyecciones de la velocidad v_0 sobre estos ejes serán:

$$v_x = \frac{dx}{dt} = v_0 \cos \alpha \quad ,,$$

$$v_y = \frac{dy}{dt} = v_0 \operatorname{sen} \alpha - g t \quad ,,$$

el movimiento es uniforme según el eje x, y uniformemente retardado según el eje y.

Integrando con respecto al tiempo, obtendremos las proyecciones del espacio recorrido al cabo del tiempo t:

$$x = v_0 t \cos \alpha \quad ,,$$

$$y = v_0 t \operatorname{sen} \alpha - \frac{1}{2} g t^2 \quad ,,$$

Si entre estas ecuaciones eliminamos el tiempo, obtenemos la ecuación de la trayectoria:

$$t = \frac{x}{v_0 \cos \alpha} \quad ,, \quad y = -\frac{g x^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} + \frac{x \operatorname{sen} \alpha}{\cos \alpha} = -$$

$$= -\frac{g x^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} + x \operatorname{tg} \alpha \quad ,,$$

que es una parábola de eje vertical que vuelve su concavidad hacia abajo, pues el coeficiente de x^2 es negativo.

El punto más alto de la trayectoria, o vértice de la parábola, se alcanzará cuando v_y se anule, es decir, cuando v_0 sen $\alpha = gt$, al cabo del tiempo:

$$t_1 = \frac{v_0 \operatorname{sen} \alpha}{g} \quad ,,$$

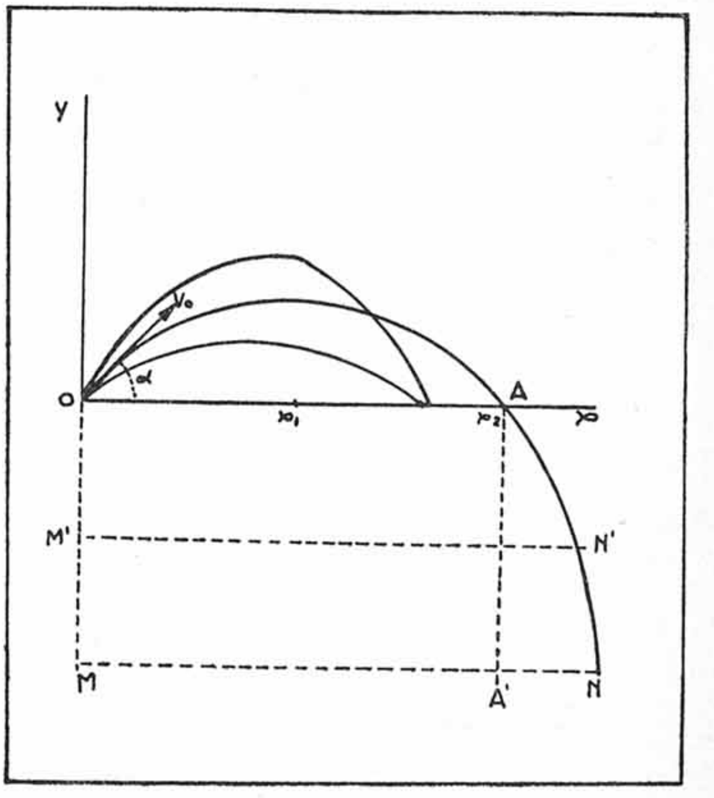
Las coordenadas de este punto se obtendrán sustituyendo este valor de t en las expresiones de x e y:

$$x_1 = \frac{v_0^2 \operatorname{sen} 2\alpha}{2g} \quad ,, \quad y_1 = \frac{v_0^2 \operatorname{sen}^2 \alpha}{2g} .$$

A partir de este instante v_0 sen α se hace negativo, y por tanto v_y es negativo y el proyectil desciende.

El paso por el punto A, situado al mismo nivel que O, se verifica cuando

$$y = v_0 t \operatorname{sen} \alpha - \frac{1}{2} g t^2 = 0 \quad ,,$$



es decir, al cabo del tiempo:

$$t_2 = \frac{2\, v_0 \text{ sen } \alpha}{g} \;,,$$

y a una distancia de O:

$$x_2 = v_0 \cos \alpha \, \frac{2\, v_0 \text{ sen } \alpha}{g} = \frac{v_0^2 \text{ sen } 2\, \alpha}{g} \;,,$$

es decir, el alcance horizontal x_2 es doble que la abscisa x_1 del vértice de la parábola.

El ángulo de llegada a A vendrá dado por:

$$tg\, \alpha' = \frac{v_0 \text{ sen } \alpha - g\, t}{v_0 \cos \alpha} = \frac{v_0 \text{ sen } \alpha - 2\, v_0 \text{ sen } \alpha}{v_0 \cos \alpha} = -$$

$$= - \frac{\text{sen } \alpha}{\cos \alpha} = - tg\, \alpha \;,,$$

el ángulo de llegada es, pues, igual al ángulo de salida, pero en sentido contrario.

Para que el alcance OA para una velocidad inicial dada sea máximo, es preciso que en la expresión de x_2, siendo el denominador constante y v_0 constante, el valor de sen $2\, \alpha$ sea máximo, es decir, que sea $\alpha = 45°$. Para este valor del ángulo se obtiene el mayor alcance horizontal; para ángulos igualmente apartados de $45°$, $\alpha = 45° \pm \beta$, el alcance es el mismo.

La velocidad en un punto cualquiera de la trayectoria vendrá dada por la expresión:

$$v^2 = v_x^2 + v_y^2 = v_0^2 \cos^2 \alpha + (v_0 \text{ sen } \alpha - g\, t)^2 = v_0^2 +$$

$$+ g\, (g\, t^2 - 2\, v_0\, t \text{ sen } \alpha) = v_0^2 - 2\, g\, y \;,,$$

y en el punto A, siendo $y = o$, será: $v = v_0$, igual a la velocidad inicial.

En el vértice de la parábola v_x es máximo, y v_y nulo, pero a partir de ese punto v_y aumenta progresivamente en valor absoluto, hasta igualarse con v_x en el punto A, pasado el cual va haciéndose indefinidamente mayor.

La llegada al suelo en N se verificará si h es la altura de A, cuando sea:

$$- y = h = v_0\, t \text{ sen } \alpha + \frac{1}{2}\, g\, t^2 \;,,$$

es decir, al cabo del tiempo:

$$t_3 = \frac{- v_0 \text{ sen } \alpha + \sqrt{v_0^2 \text{ sen}^2 \alpha + 2\, g\, h}}{g} \;,,$$

contado a partir del momento del paso por A, y la proyección horizontal del espacio recorrido a partir de este momento es:

$$A_1 N = v_0 \cos \alpha \, \frac{- v_0 \text{ sen } \alpha + \sqrt{v_0^2 \text{ sen}^2 \alpha + 2\, g\, h}}{g} =$$

$$= \frac{- \dfrac{v_0^2 \text{ sen } 2\, \alpha}{2} + v_0 \cos \alpha \sqrt{v_0^2 \text{ sen}^2 \alpha + 2\, g\, h}}{g} \;,,$$

El alcance total, o sea la distancia MN, será, pues:

$$M\, N = x_2 + A_1\, N = \frac{v_0^2 \text{ sen } 2\, \alpha}{g} - \frac{v_0^2 \text{ sen } 2\, \alpha}{2\, g} +$$

$$+ \frac{v_0 \cos \alpha \sqrt{v_0^2 \text{ sen}^2 \alpha + 2\, g\, h}}{g} =$$

$$= \frac{v_0^2 \text{ sen } 2\, \alpha + 2\, v_0 \cos \alpha \sqrt{v_0^2 \text{ sen}^2 \alpha + 2\, g\, h}}{2\, g} \;,,$$

Para determinar el ángulo bajo el cual hay que lanzar el proyectil para alcanzar un punto dado $P\ (x, y)$ del plano de la trayectoria, haremos $tg\, \alpha = u$, y tendremos, para determinar u, la ecuación de segundo grado:

$$y = - \frac{g\, x^2}{2\, v_0^2 \cos^2 \alpha} + x \text{ tg } \alpha = - \frac{g\, x^2}{2\, v_0^2}\, (1 + \text{tg}^2\, \alpha) + x \text{ tg } \alpha = -$$

$$= - \frac{g\, x^2}{2\, v_0^2}\, (1 + u^2) + u\, x \;,,$$

Ahora bien: del examen de la figura se deduce que si la altura a que se efectúa el disparo fuese menor, es decir, si el nivel del suelo, en lugar de estar en N estuviera en N', el alcance sería sólo $M'N'$. Inversamente, si la altura aumentase, es decir, si el nivel del suelo estuviese por debajo de MN, el alcance sería mayor. Sin embargo, éste no puede aumentar indefinidamente por varias razones; en primer lugar, por ser limitada la altura máxima de vuelo. En segundo lugar, porque los espacios recorridos en sentido horizontal son constantes, pues se trata de un movimiento uniforme; pero los espacios recorridos en sentido vertical, siendo un movimiento uniformemente acelerado, crecen como los números impares, y para obtener un aumento de alcance igual a 1, 2, 3, ..., veces $A'N$, habría que elevarse a una altura igual a 3, 5, 7, ..., veces h. Además, la parábola tiende a unirse asintóticamente con una recta paralela al eje, la asíntota, que en este caso es vertical, y, por tanto, el movimiento, pasando de cierta altura, sería prácticamente vertical.

En todo lo anterior hemos prescindido de la resistencia del aire, suponiendo el movimiento en el vacío. En la práctica habrá que introducir en estas fórmulas la corrección correspondiente, pues sabido es que la resistencia del aire al movimiento depende de varios factores, entre ellos la forma y extensión de la superficie de ataque, el cuadrado de la velocidad y la densidad del mismo aire; esta densidad sabemos que depende de la altura y de la temperatura. Además, por la gran altura del vértice de la trayectoria, habrá bastante diferencia entre la densidad de las capas altas y de las que están junto al suelo. Sin embargo, en este aspecto está favorecido el tiro desde aviones con respecto al tiro terrestre, porque precisamente en las capas altas, donde la resistencia del aire es menor, es donde tiene mayor valor la componente horizontal de la velocidad y menor la componente vertical.

Hasta ahora hemos considerado esta cuestión desde el aspecto puramente teórico; vamos ahora a tratar de sus posibilidades de realización.

La primera dificultad que se nos presenta es la de elevar un cañón de cierto calibre a bordo de un avión y su dotación de municiones, ya que el peso de un cañón de regular calibre, con sus municiones, es considerable si se compara con la capacidad de carga de un avión, aunque sea de los mayores conocidos. Esto es un problema que se podría intentar resolver empleando aviones de gran tamaño y potencia, el máximo que los medios técnicos permitieran, y calculando el calibre máximo que, sin perjuicio de su estabilidad, pudieran soportar; o bien combinando el tipo de avión corriente con el helicóptero, a fin de aumentar su estabilidad y su fuerza sustentadora.

Otro inconveniente es la perturbación producida en la estabilidad del avión en el momento del disparo, a causa de la fuerza de retroceso del arma. Este inconveniente no es tan grande como a primera vista parece, porque la cantidad de movimiento desarrollada por el avión, que depende de su masa y de su velocidad, neutraliza en parte la desarrollada en el movimiento de retroceso, siempre que el disparo se efectúe en la misma dirección de vuelo. A pesar de todo, es considerable, y para determinada potencia de la carga, sumamente peligroso para la estabilidad del avión.

Este inconveniente se podría disminuir haciendo tomar al avión en el momento del disparo un cierto ángulo de inclinación sobre la horizontal y disminuyendo en un ángulo igual el ángulo de tiro, a fin de que sin variar este ángulo la fuerza de retroceso producida por el disparo y la del avance del avión sean sensiblemente paralelas y la neutralización de sus efectos sea lo mayor posible al aumentar el coseno del ángulo y la proyección de una sobre otra. O mejor aún, manteniendo el cañón fijo en la dirección del eje longitudinal del aparato e iniciando éste, momentos antes del disparo, un movimiento hasta colocarse, formando con la horizontal un ángulo igual al ángulo de tiro.

Vamos a ver ahora la aplicación práctica de esto. Se podrá objetar que, para conseguir largos alcances, este sistema no podrá nunca competir con las baterías terrestres de largo alcance y cañones de la Marina, ni en cuanto a alcance ni en cuanto a calibre de los proyectiles, ya que nunca habrá un avión, al menos con los medios técnicos de que se dispone hoy día, capaz de llevar a bordo un cañón de tan extraordinarias dimensiones; pero hay que considerar que tanto las baterías terrestres como las de Marina sólo pueden emplearse en el límite de las fronteras o del frente terrestre, o bien en el del mar; no hay batería ni acorazado que pueda lanzar sus fuegos más allá de algunas decenas de kilómetros dentro del territorio enemigo; pero siendo la Aviación un arma cuyo cometido esencial es la ofensiva sobre zonas situadas muy al interior de la retaguardia enemiga, se comprende cuál ha de ser el papel importantísimo de esta que pudiéramos llamar "nueva arma". Cuando se trate de atacar objetivos en el interior del territorio enemigo, fuertemente protegidos por la D. C. A., donde es a veces sumamente peligroso, cuando no irrealizable, situarse en la vertical, con estas baterías aéreas se podría tranquilamente bombardearlos desde algunos kilómetros de distancia, sin más peligro para el aviador que la caza enemiga, ya que para impedir por medio de la D. C. A. tales incursiones, habría que cubrir materialmente de tales puestos el interior del país, cosa prácticamente irrealizable.

Es claro que las ventajas del empleo de esta nueva arma las disfrutará casi exclusivamente aquel de los contendientes que tenga supremacía aérea, pues lo mismo para su empleo que para defenderse de ella, es condición necesaria poseer una aviación de caza superior a la del adversario.