

Vigilando la colocación de un torpedo antes del ataque a la flota italiana en Tarento.

Aviación torpedera

Por el Capitán RICO DE SANDOVAL

Entre los procedimientos de ataque del avión a los barcos, el torpedo tiene, evidentemente, una gran importancia.

El bombardeo aéreo horizontal a pequeñas alturas no consigue extraordinarios resultados por la eficacia de la DCA de a bordo de los navíos y por el escaso poder de penetración de las bombas en las corazas, pues aquéllas llegan al blanco animadas de pequeñas velocidades debido a la poca altura a que fueron lanzadas. El bombardeo horizontal a grandes alturas adolece del defecto de su imprecisión por la naturaleza de los objetivos a atacar (de pequeñas dimensiones y, además, en movimiento), defecto que subsiste aun cuando se empleen grandes formaciones; además, y este inconveniente es quizá más importante, con este sistema de bombardeo es difícilísimo, atacando a buques de guerra, conseguir alcanzarles en algún punto vital o, mejor dicho, vulnerable.

Se creyó que la solución estaría en el empleo del bombardeo en picado, pero, sobre todo, contra buques de guerra; los resultados consigui-

dos no fueron todo lo satisfactorios que se esperaba. Aparte de la protección que representan los cañones y ametralladoras AA. (eficacísima la de éstas), fué un gran obstáculo para la consecución de resultados prácticos por parte del bombardeo en picado el aumento del espesor de la coraza horizontal de los navíos; el proyectil lanzado por este sistema de bombardeo llega al objetivo con una velocidad remanente demasiado pequeña para ser absolutamente eficaz contra tales corazas, y bastante más pequeña, desde luego, de la conseguida con el bombardeo horizontal, que ha alcanzado valores del orden de 300 y aun más m/s., susceptibles de aumentarse con la altura, pues las bombas modernas no han llegado a su velocidad límite.

El empleo del avión como torpedero reúne en sí ventajas de los sistemas examinados anteriormente, eliminando a la vez buena parte de sus inconvenientes. Uno de los principales, si no el principal, de todo ataque con bombas aéreas, es la dificultad de alcanzar al barco en puntos vulnerables; el impacto conseguido con el torpedo

está situado en una parte vulnerable y altamente peligrosa para la estabilidad del navío alcanzado, lo que hace sean mucho mayores sus efectos que los conseguidos con bombas. Por otra parte, debido a la poca distancia a que se hace el ataque, la precisión que se consigue es casi igual a la del bombardeo en picado y, desde luego, incomparablemente mayor que la del bombardeo horizontal a gran altura. Además, el fuego antiaéreo que desde el barco se haga parece que ha de ser de menos efecto contra el avión torpedero que contra el bombardero en picado (excepto en el caso de que aquél ataque por el sistema de "rumbo de colisión"), puesto que la distancia mínima a que el torpedero ha de encontrarse del barco para poder lanzar, es normalmente mayor que la existente desde el punto más bajo del picado, y además, la marcación con que se ve al torpedero desde el barco varía más rápidamente que la correspondiente al avión que pica, lo que hace aumentar las dificultades del tiro antiaéreo.

No es, pues, de extrañar que el empleo del torpedero aéreo en la pasada guerra se extendiese en la forma que lo hizo, incluso por parte de Alemania, que al principio parecía resistirse a aceptar esta forma de empleo de la aviación.

En los últimos meses de la guerra 1914-18 se supuso ya que el avión, usado como torpedero, podía prestar grandes servicios en la lucha naval; pero no se llegó a incorporar esta arma a las ya existentes, pues los primeros intentos fracasaron por deficiencias en el proyectil (faltaban torpedos especiales para este fin) y en el material de vuelo (era difícil hacer maniobrar en la forma adecuado al avión). Después de aquella guerra se paralizó toda investigación sobre este punto, y hasta los últimos años no se reanudaron, por parte, principalmente, de Inglaterra y los Estados Unidos, con torpedos ya especiales y dedicando principalmente hidroaviones a este uso. Posteriormente, y por motivos de los que más adelante trataremos, se fué abandonando el empleo del hidroavión y dedicando al torpedeamiento aviones del tipo terrestre.

El lanzamiento.

El problema del lanzamiento es, a grandes rasgos, el siguiente:

Supongamos (fig. 1) que un buque *N* navega con un rumbo *NN'* y una velocidad *V_B*; para que un torpedo lanzado desde *A* le alcance, reco-

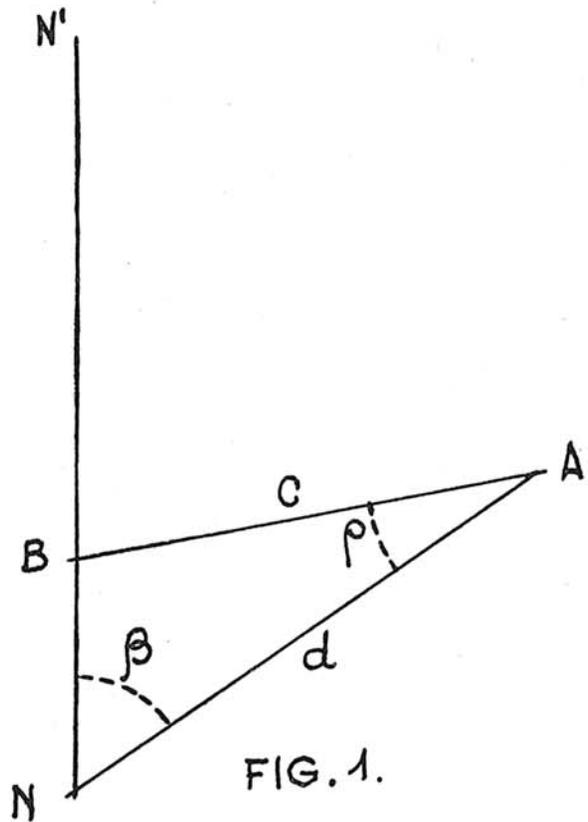
riendo una carrera *C* a velocidad *V_T*, habrá de ser apuntado a un punto *B*, del rumbo de *N*, para el que se verifique:

$$\frac{NB}{V_B} = \frac{AB}{V_T};$$

la figura nos da el valor del ángulo ρ de mira o de tiro, puesto que del triángulo *NAB* podemos deducir:

$$\text{sen } \rho = \frac{V_B}{V_T} \text{sen } \beta \tag{1}$$

(llamamos β al ángulo formado por el rumbo del blanco y la visual dirigida a él desde el pun-



to de lanzamiento; se le conoce por ángulo de inclinación y se mide de 0° a 180°.)

En esta fórmula conocemos *V_T*, por poderla calcular en los polígonos de tiro, y desconocemos *V_B* y β , o sea los elementos definidores del movimiento del blanco.

El mismo triángulo nos permite establecer:

$$\frac{C}{\text{sen } \beta} = \frac{a}{\text{sen } (\beta + \rho)};$$

y de aquí podemos deducir los valores de la distancia d de lanzamiento, una vez fijada la carrera C , y viceversa:

$$d = \frac{\text{sen } (\beta + \rho)}{\text{sen } \beta} C \quad \text{y} \quad C = \frac{\text{sen } \beta}{\text{sen } (\beta + \rho)} d$$

(al ángulo $\beta + \rho$ le llamamos ángulo de impacto del torpedo.)

También se puede determinar el ángulo de tiro por el sistema del "rumbo de colisión", muy en boga antes de existir los medios actuales. Consiste en que el torpedero navegue o vuele con un rumbo tal que se mantenga constante la marcación con que ve al blanco (ángulo α), rumbo con el que llegaría a la colisión con él (fig. 2).

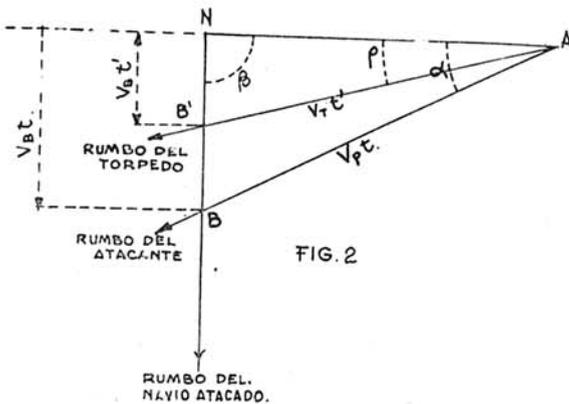


FIG. 2

Llamando V_P a la velocidad del torpedero, si $V_T > V_P$, el ángulo de tiro ρ sería menor que el α , porque el torpedo encontraría al blanco en un punto B' más cerca de N que el B , donde se habrían encontrado el blanco y el torpedero; si $V_T = V_P$, el lanzamiento se haría en la misma dirección del rumbo de colisión y sería $\rho = \alpha$; y, por último, si es $V_T < V_P$, caso que ocurre siempre con los aviones torpederos, entonces $\rho > \alpha$ y el impacto del torpedo se produciría en un punto del rumbo del blanco más lejos de N que el punto de encuentro entre el torpedero y el blanco.

En esta figura los triángulos NAB y NAB' permiten escribir:

$$\frac{V_P}{\text{sen } \beta} = \frac{V_B}{\text{sen } \alpha} \quad \text{y} \quad \frac{V_T}{\text{sen } \beta} = \frac{V_B}{\text{sen } \rho}$$

y, $V_P \text{ sen } \alpha = V_B \text{ sen } \beta = V_T \text{ sen } \rho$.

De estas últimas igualdades deducimos:

$$\text{sen } \alpha = \frac{V_B}{V_P} \text{sen } \beta, \tag{2}$$

$$\text{sen } \rho = \frac{V_B}{V_T} \text{sen } \beta, \text{ deducida anteriormente, } \tag{1}$$

$$\text{sen } \rho = \frac{V_P}{V_T} \text{sen } \alpha. \tag{3}$$

Así, pues, las fórmulas [1], [2] y [3] nos permiten calcular los elementos necesarios para el lanzamiento, al resolver el triángulo, en función de los elementos conocidos o apreciados. En la práctica existen tablas para simplificar la operación.

Buscando eludir la necesidad del rumbo de colisión y procurando encontrar soluciones más exactas, existen procedimientos de medida y de lanzamiento más precisos, de uso normal en las unidades de superficie, y que se conocen con el nombre de direcciones de lanzamiento.

Círculo de lanzamiento.

Se llama círculo de lanzamiento al lugar geométrico de los puntos desde los que se puede lanzar contra un buque un torpedo de carrera y velocidad determinadas.

Su construcción es la siguiente (fig. 3): mien-

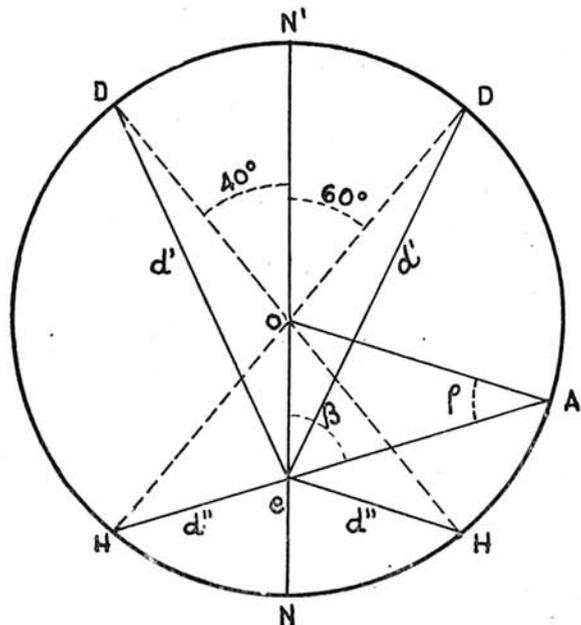


FIG. 3

tras el torpedo recorre una carrera C , el buque recorrerá una distancia que será:

$$C \frac{V_B}{V_T};$$

luego, a partir del buque B , y en el sentido de su marcha, tomaremos esa magnitud, representada por $B O$; desde el punto O trazaremos un círculo con un radio C , y se tiene el círculo de lanzamiento; en él se verifica la igualdad

$$\text{sen } \rho = \frac{V_B}{V_T} \text{sen } \beta$$

en cualquiera de los triángulos, que se pueden formar uniendo B y O con cualquier punto de la circunferencia.

Pero el círculo de lanzamiento tiene algunas limitaciones: el blanco ofrecido por el buque en el sentido de proa a popa, o viceversa, es muy pequeño, y basta una pequeña guiñada para evitar el impacto; además, el buen funcionamiento de la espoleta situada en la cabeza del torpedo exige que los ángulos de impacto tengan valores comprendidos entre los 40° y los 140° , lo que hace que sólo se pueda lanzar con éxito desde dos sectores laterales de 100° de amplitud cada uno, y las distancias máxima y mínima de lanzamiento ya no serán las correspondientes a los puntos N y N' , sino las d' y d'' . El sector DBH se llama "sector útil de lanzamiento", o también "zona peligrosa del buque".

Por otra parte, es preciso tener en cuenta las condiciones de seguridad del atacante. Este tendrá interés en lanzar desde una dirección próxima a BD , pues cuanto más lejos lo haga más probabilidad tiene de no ser alcanzado por las defensas de B ; además, la velocidad relativa de acercamiento es máxima entonces, lo que perjudica el tiro del atacado. No conviene lanzar desde puntos del círculo para los que la distancia al blanco sea menor que la carrera del torpedo, lo que establece el límite del sector útil en el punto A , en donde la distancia y la carrera son iguales.

Nos queda así un sector de unos 60° a 80° , el ABE , que recibe el nombre de "sector práctico de lanzamiento". Las probabilidades que el atacante tiene de conseguir llegar a ocupar una buena posición de lanzamiento en este sector práctico, serán tanto mayores cuanto mayor sea su velocidad con respecto a la del navío atacado, o sea, cuanto más pequeño sea el valor de la razón $\frac{V_B}{V_P}$.

Posibles errores del lanzamiento.

Prescindiendo de si el torpedero es un avión o es otro buque cualquiera, vamos a deducir algunas consecuencias del estudio de los errores que pueden influir en el lanzamiento.

En la fórmula [1] el ángulo de puntería viene dado por tres variables; de ellas, la velocidad del blanco (V_B) es la que puede tener más influencia, ocasionando, de ser errónea, mayores desvíos o separaciones entre el centro del blanco y el punto en que su ruta sea cortada por el torpedo; este error no varía aunque lo haga la posición ocupada en el círculo de lanzamiento por el torpedero. El segundo error, en orden de importancia, es el que se puede cometer en el cálculo del ángulo de inclinación (β), y es origen también de grandes desvíos; pero como es mínimo para un valor de $\beta = 90^\circ$, es relativamente fácil conseguir reducirlo notablemente, si se busca una posición tal para el lanzamiento que nos dé para β un valor de 90° aproximadamente. El error que la velocidad del torpedo (V_T) puede producir, aunque no debe prescindirse de él por completo, es, desde luego, de mucha menos importancia que los anteriores; no tiene tampoco relación con la posición ocupada por el atacante, y si no se consigue eliminarlo, al menos se logrará reducirlo en forma muy considerable si, mediante numerosos ejercicios de comprobación en los polígonos de tiro, se trata de conseguir la determinación más exacta posible de esa velocidad.

Vemos, pues, la gran importancia que tiene llegar al conocimiento exacto de la velocidad del blanco y de su rumbo (pues, determinado éste, se determina el ángulo β). Los aparatos que se empleen y los sistemas de ataque deben ir encaminados a facilitar este fin.

De todas formas, como los aviones suelen llevar a bordo pocos medios para fijar esos elementos del blanco, y es, por ello, fácil que los datos calculados no sean muy precisos, el único sistema para conseguir una aceptable probabilidad de lograr impacto con aviones torpederos, es hacer el lanzamiento lo más cerca posible del buque atacado. Asimismo, el torpedo que se emplee debe poseer una elevada velocidad, pues al disminuir la duración de la carrera aumenta el porcentaje de probabilidades de alcanzar el blanco.

Comparación entre los barcos y el avión como torpedero.

Podría caber la duda de cuál sea el medio más idóneo para realizar prácticamente los lanzamientos. Vamos, pues, a comparar los distintos medios torpederos (buques, de superficie y submarinos, y aviones) para ver cuál resuelve mejor el problema.

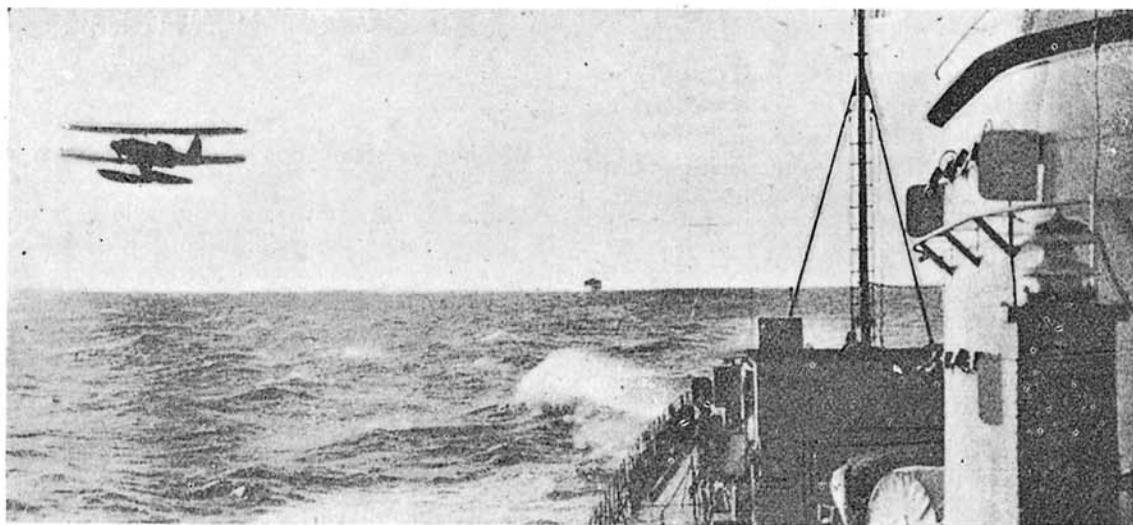
Por lo que se refiere a la velocidad que puede desarrollar el atacante, la ventaja del avión torpedero es evidente. Los submarinos, a este respecto, se encuentran en condiciones difícilísimas; su velocidad en inmersión no es mayor de los ocho nudos, y esta escasísima movilidad hace que sólo puedan llegar a ocupar una posición en el "sector práctico de lanzamiento" del buque enemigo, si en el momento de avistarlo está situado en los sectores proeles de éste, y tanto más cerca de la ruta por que ha de pasar, cuanto mayor sea la velocidad del citado buque enemigo. En resumen: el submarino, por su escasa movilidad (sus velocidades oscilan alrededor de los ocho nudos en inmersión y de los 20 en superficie), las más de las veces se encontrará en situación tal, respecto a los buques enemigos, que no le sea posible alcanzar una buena posición de lanzamiento siempre que no esté apostado en un punto a la espera del enemigo que, necesariamente, haya de pasar por allí.

Las unidades de superficie normalmente no suelen poseer mayor velocidad que los posibles

blancos, y, cuando la tienen, la diferencia entre esas velocidades es muy pequeña. Esto hace que el poderse encontrar en posición favorable para atacar con torpedos, lo deban más bien al azar que a maniobras por ellos realizadas con tal fin; y si están en esa posición favorable, es suficiente, casi siempre, que el atacado vire a un costado, para que el torpedero quede por los sectores de popa y en posición tal, que le ha de ser difícilísimo volver a ponerse en condiciones favorables para el lanzamiento, condiciones que, desde luego, no alcanzará si no está dotado de una gran velocidad.

En cambio, el margen de velocidad que los aviones poseen sobre cualquier tipo de buque es tan grande, que se puede tener la seguridad de que en cualquier circunstancia, independientemente de la posición ocupada al avistar al blanco y de la maniobra que éste haga, les es posible situarse en el círculo de lanzamiento del buque y en el sector más conveniente de ese círculo.

Inmediatamente después de lanzar, el peligro para el atacante es muy grande—quizá máximo—, por ser más pequeña que en cualquier otro momento la distancia al buque torpedeado y desarrollar éste toda la capacidad defensiva de sus armas de a bordo. En ese momento destaca también la inmensa ventaja que supone para el atacante poderse mover con una gran velocidad; llevando ésta a su máximo y variando constantemente la altura, aumenta el avión torpedero las



Torpederos alemanes, ayudados por aviones embarcados, exploran las aguas del Mediterráneo para la protección de sus convoyes a Africa.

probabilidades de escapar a esa reacción del atacado.

Los medios de defensa que éste puede emplear también parecen dar ventaja al avión torpedero. Contra torpederos de superficie es eficazísima la reacción de la artillería, de fuerzas o unidades similares, y aun de aviones; estos medios son eficacísimos y pueden ser bastantes para obligar al atacante a que haga el lanzamiento a nueve o diez kilómetros de distancia; suponiendo al torpedo una velocidad de unos 50 kilómetros-hora, esa distancia da al atacado tiempo para esquivar el torpedo mediante una maniobra. La acción torpedera del submarino habrá de salvar, también, grandes dificultades; para él son obstáculo difícilísimo de superar los destructores de escolta—con su artillería, cargas de profundidad y abordaje—y los aviones—no sólo como localizadores, sino también arrojando cargas de profundidad—. La defensa antiaérea de los actuales buques de guerra es muy considerable, pero por la forma en que se realizan los ataques de los aviones torpederos, las armas más eficaces contra ellos son las de pequeño calibre, y la acción de éstas es sensible únicamente a pequeñas distancias; como el avión recorrerá éstas rápidamente, sigue teniendo grandes probabilidades de llegar a posición de lanzamiento. La mejor defensa contra el avión torpedero es la caza; pero ésta habrá de ser avisada con la suficiente anticipación para que esté ya en vuelo al producirse el ataque; de no ser así, aunque despegue de portaviones próximos, llegará tarde para evitar los torpedeamientos.

La sorpresa es altamente necesaria; si el blanco se da cuenta de que se ha lanzado contra él, con un cambio de rumbo puede esquivar el torpedo. De día, el torpedero de superficie no puede conseguir la sorpresa, pues es visible desde más de 20 kilómetros. La especial aptitud del submarino para conseguir la sorpresa en estos ataques fué siempre su principal característica; los modernos sistemas de localización se la han reducido en tal forma, que ya no es, ni con mucho, un peligro tan grave para la navegación como lo fué en otro tiempo; pero, naturalmente, conserva sobre los buques de superficie una gran ventaja como medio de atacar por sorpresa. Desde este punto de vista son también numerosas las cualidades positivas del avión empleado como torpedero; aunque puede ser visto hasta a unos 10 kilómetros de distancia, su gran velo-

cidad hace que en poquísimos tiempo—un minuto y aun menos—pueda llegar a posición de lanzamiento; esta gran rapidez le permite conseguir la sorpresa, principalmente en la amanecida o al anochecer, partiendo de la zona oscura del horizonte; ejemplos de ataques llevados a buen término en esta forma los tenemos en los que consiguieron reducir la velocidad del "Bismarck", al ser perseguido por fuerzas navales inglesas en mayo de 1941 en el Atlántico, y en el combate del Cabo Matapán, en marzo del mismo año. Además, como puede realizar el ataque desde varias direcciones, y no solamente por un sector, como los torpederos de superficie y sumergibles, mantiene más tiempo la incertidumbre en las unidades a atacar, obstaculizando la concentración de medios defensivos.

Asimismo es de tener en cuenta que la amenaza del torpedero aéreo se mantiene aún cuando los buques estén fondeados en sus bases.

En resumen: el avión supera grandemente a los submarinos y torpederos de superficie en velocidad para el ataque y en maniobrabilidad; exige muchos menos hombres para tripularlo (de dos a cinco; el submarino, de 30 a 55 hombres; el destructor, de 100 a 130), permanece mucho menos tiempo bajo el fuego enemigo y su coste y el de los torpedos que emplea son menores que los de los otros medios; únicamente está en inferioridad de condiciones por el número de torpedos que lleva a bordo; pero, por todas las demás ventajas, esta desventaja se compensa aumentando el número de aviones, mucho más económica y más prácticamente que empleando un submarino o un torpedero de superficie.

Métodos de ataque con aviones torpederos.

Dadas las características de los aviones y de los pocos medios de que a su bordo podrá disponerse, hay que adoptar sistemas de ataque que, con tablas e instrumentos lo más sencillos posible, resuelvan el triángulo de lanzamiento fácilmente. Los sistemas de general aplicación son:

- 1.º Ataque con rumbo de colisión.
- 2.º Ataque con un rumbo cualquiera.
- 3.º Ataque de vuelta encontrada, con rumbo paralelo al del blanco.

Ataque con rumbo de colisión.—Consiste en

volar con este rumbo (α) hasta llegar a la posición de lanzamiento; una vez en ella, es preciso que el eje longitudinal del avión adopte, para poder lanzar, la dirección correspondiente al ángulo de tiro (ρ). Del examen de las fórmulas [1] y [2] deducimos que, por ser siempre V_P (velocidad del avión) mucho mayor que V_T (velocidad del torpedo), el ángulo α , correspondiente al rumbo de colisión, será siempre menor que el de tiro ρ , y al llegar el avión al círculo de lanzamiento habrá de dar un viraje igual a $\rho - \alpha$.

Este viraje es el principal inconveniente de este método de ataque, pues, como no puede ser instantáneo, produce errores en la puntería, según que el lanzamiento se haga con anticipación o con retraso. Si se espera a que el avión, luego de terminado el viraje, se estabilice en el nuevo rumbo, tendríamos otro error imponderable, puesto que el torpedo recorrería parte de su rumbo con velocidad V_P y no V_T . Si, por un sistema especial, se pudiera dar al torpedo una dirección variable y diferente de la del eje longitudinal del avión, aparentemente se habría resuelto el problema, pues, sin necesidad del viraje del avión, se haría adoptar al torpedo la dirección correspondiente al ángulo de tiro y se procedería a lanzar; pero no se adopta este sistema, pues sería un tiro anómalo a consecuencia de que el torpedo entraría en el agua animado de una velocidad muy considerable y dirigida en un sentido que no sería el de su eje longitudinal; incluso se podrían producir graves averías y roturas en el arma. También es un inconveniente, sobre todo para aviones grandes, la realización de ese viraje $\rho - \alpha$, que podía ser peligroso a muy baja altura; pero hoy día los torpedos consienten ser lanzados a cerca de 100 metros de altura, habiendo disminuído, por tanto, este inconveniente, aunque siempre es preferible hacer el lanzamiento desde poca altura; aproximadamente unos diez metros es la ideal.

En la práctica, la forma de llevar a cabo el ataque suele ser ésta: se parte de un punto situado a unos 9.000 metros de distancia del blanco y 1.000 ó 2.000 metros de altura; en un cierto punto del recorrido (naturalmente muy variable) se comienza a picar, para conseguir llegar con la altura adecuada para lanzar a la posición de lanzamiento; este picado, que puede superar los 25°, da al avión gran libertad de maniobra al aumentarle considerablemente la velocidad. Por tanteos se ha ido calculando el valor

del ángulo α con un grafómetro; al ser α constante, lo será también ρ , lo que permite tener calculada una tabla con los valores de éste en función de α ; se introduce en el grafómetro el valor de ρ , y al llegar al círculo de lanzamiento, se hace el viraje $\rho - \alpha$; en el momento de ver al blanco por la alidada, se desengancha el torpedo.

Si los elementos del movimiento del buque enemigo no son suministrados por unidades de la flota propia, es preferible fijarlos previamente en un vuelo preliminar.

Ataque con un rumbo cualquiera.—El avión se encamina a la posición prevista de lanzamiento siguiendo el camino más corto. El valor del ángulo de tiro se calcula por la fórmula [1]; entrando en unas tablas con los valores velocidad del blanco y ángulo de inclinación, se obtiene el valor del ángulo de tiro, bien entendido que por ser éste instantáneo, para tener el valor correspondiente al punto de lanzamiento es preciso entrar con la inclinación correspondiente a dicho punto, ya que ésta varía constantemente.

Como en el ataque a rumbo de colisión, los elementos del blanco se deberán calcular antes de empezar el ataque, y mejor aún es que sean dados por la flota del avión atacante.

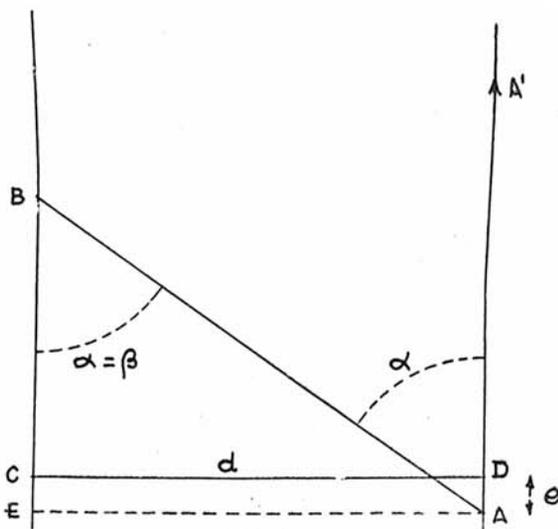


FIG. 4.

Ataque de vuelta encontrada con rumbo paralelo al del blanco (fig. 4).—Supongamos que al realizar el lanzamiento, el avión, proyectado en A, vuela a una altura h y con un rumbo AA' ,

exactamente contrario al del buque enemigo B . El torpedo, con ángulo de giroscopo de 90° , para alcanzar al buque en C debe recorrer, desde que es lanzado, tres espacios: h , correspondiente a la caída hasta el agua; e , avance en la dirección en que fué lanzado, antes de virar los 90° , y d , distancia entre las rutas del avión y del blanco. Luego el tiempo que tardará el torpedo en llegar al blanco vendrá representado por la suma de los empleados en recorrer esos tres espacios:

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} + \frac{e}{V_T} + \frac{d}{V_T}$$

(llamando g a la aceleración de la gravedad); y mientras tanto el barco habrá hecho un recorrido BC , igual al producto de su velocidad por ese tiempo:

$$BC = V_B \left(\sqrt{\frac{2h}{g}} + \frac{e+d}{V_T} \right).$$

Luego el lanzamiento se deberá hacer en el momento de ver al blanco con un ángulo de marcación, cuya tangente valdrá:

$$\text{tag } \alpha = \frac{AE}{BE} = \frac{d}{V_B \left(\sqrt{\frac{2h}{g}} + \frac{e+d}{V_T} \right) + e}$$

(Esta fórmula no es rigurosamente exacta, puesto que el torpedo no hará absolutamente todo su recorrido con velocidad V_T , por no alcanzarla instantáneamente; pero sí es lo suficientemente aproximada.)

Los torpedos para aviones deben tener una única velocidad V_T y una sola carrera máxima, que puede oscilar alrededor de los 3.000 metros; entonces, en la última relación se conocerán: g , valor fijo; h , que suele ser muy pequeña y variar entre reducidos límites; e , avance del torpe-

do, determinado por experiencias en el polígono, y V_T . Las únicas variables serían V_B y d , lo que da la posibilidad de contar con tablas que para determinadas velocidades del torpedo y en función de esos datos den los valores correspondientes a α .

En este método de ataque no es preciso conocer la velocidad del avión, siempre imprecisa de determinar. Es necesario saber los elementos del movimiento enemigo; su velocidad entra directamente en la fórmula, y el rumbo determina el que ha de adoptar el avión; los errores en la apreciación de ambos elementos se reflejan en el ángulo α , ocasionando desviaciones del torpedo. Por todo ello es preferible que sean proporcionados por buques amigos, siempre que sea posible, y cuando no, determinarlos el avión previamente en un vuelo fuera de las vistas enemigas.

También aminora la precisión del torpedeamiento el retraso del operador al lanzar; pero se puede determinar este retraso haciéndolo constante con un gran entrenamiento.

La realización práctica de este método suele ser: dirigirse a un punto a unos 10.000 metros por la proa del buque; desde allí se adopta una ruta paralela y contraria a la de éste, separada alrededor de los 1.500 ó 2.000 metros (siempre algo menos, naturalmente, de la carrera máxima del torpedo a tiro de velocidad), y se lanza al ver al blanco en la dirección preparada según sus elementos de movimiento.

Con el fin de no dar extensión excesiva al presente artículo, dejamos para otro la comparación entre los diversos medios de lanzamiento, el examen de algunos casos particulares en los ataques y el de los torpedos y aviones a usar en las misiones de torpedeamiento desde el aire.