

# CAÑONES EN LA DEFENSA AEREA

Por

D. O'NEIL, III

Capitán de Corbeta U.S. Naval Reserve (R).

La mayoría de las personas sostiene que el cañón naval cumple un papel importante en el bombardeo de costa o tiro de apoyo naval y muchos aún le asignan uno significativo aunque limitado en un encuentro entre dos fuerzas navales de superficie. Sin embargo pocos se imaginan al cañón amenazándole al misil su primacía como medio de defensa aérea.

De su experiencia en la Segunda Guerra Mundial la Armada Norteamericana concluyó que los cañones AA. fueron vitales en la defensa aérea. Si la Patrulla Aérea de Combate lograba dispersar una fuerza aérea atacante por lo general las baterías AA. de los buques bastaban para repeler a los aviones enemigos restantes. No obstante los Kamikazes hicieron cambiar algo el panorama ya que la avería que pudiera hacer que un piloto de bombardeo desistiera de su ataque no afectaba a aquel que iba dispuesto al suicidio. La respuesta al Kamikaze fueron el cañón rápido de 3"/50 cal. con su mayor alcance y peso de proyectil que las ametralladoras de 20 mm. y 40 mm. y el advenimiento de los sistemas de control de tiro controlados por radar que no alcanzaron a operar durante la Segunda Guerra Mundial.

Alemania desarrolló varios tipos de misiles superficie-aire (SAM) para contrarrestar los bombardeos aliados de gran altura y casi alcanzó a tener dos en servicio. Por otra parte, la Armada Norteamericana también les dedicó cierto esfuerzo a los SAM, pero la experiencia en la mar demostró que un bombardeo de gran altura representaba poco peligro a un buque en movimiento comparado con el de un bombardeo en picada o un kamikaze. Luego llegó la bomba atómica y con ella la doctrina que una flota necesitaría de una defensa aérea inexpugnable contra bombardeos de gran altura. Los cañones AA. no podían cumplir este requerimiento; sólo un cañón pesado (5" ó 6") era capaz de disparar un proyectil a una altura de 30.000 pies o más; tales cañones eran lentos y los buques tenían limitada capacidad para esta pesada munición, además que el tiempo de vuelo (Tf) sería del orden de los 20 a 30 segundos, de modo que cualquier error en el cálculo del viento de altura, mala apreciación de los datos del blanco o evolución de él durante el Tf produciría un enorme error en el punto de impacto. Esta combinación de una baja rapidez de fuego y poca exactitud resultaba no práctica y muy onerosa si se pudiera llegar a perfeccionar un sistema.

La Armada Norteamericana decidió continuar la idea de los alemanes. Un SAM provisto de sistema de guiamento al blanco no perdería exactitud durante un tiempo prolongado y una ganancia en exactitud compensaría ampliamente la baja rapidez de fuego y alto costo de un sistema SAM. Las opiniones respecto a porcentajes de impacto fluctuaban entre un 50% a un 100% con lo cual la Armada Norteamericana invirtió enormes sumas en desarrollar y producir sistemas SAM tales como el TERRIER, TALOS, TARTAR y últimamente el AEGIS. Inglaterra, Francia y la Unión Soviética también se dedicaron al desarrollo de sistemas SAM en forma proporcional a sus recursos.

El SAM ha demostrado su efectividad contra aviones bombarderos de mediana y gran altura; por lo tanto resulta un hecho normalmente aceptado que un ataque de este tipo con bombas lanzadas por gravedad contra blancos bien defendidos por SAM significa a la fuerza atacante sufrir bajas costosas y por lo tanto resulta poco probable que se efectúe; en cambio la táctica más común en misiones contra buques es la de emplear ataques de baja altura con aviones caza bombarderos, ya que el punto débil de la mayoría de los SAM es precisamente un blanco rápido a muy baja altura.

Lo anterior no sería muy significativo si el costo de un SAM fuera bajo; pero como se trata de cifras superiores a US\$ 25.000 cada uno, se tiene que una instalación completa en un buque equivale al valor de un crucero de la época Segunda Guerra Mundial; y es justamente esto lo que ha limitado el empleo del SAM como arma de autodefensa para cada buque en reemplazo de sus cañones AA. y así tenemos que el TARTAR, originalmente diseñado como SAM, de precio medio para servir de armamento principal de un buque liviano y secundario para un buque pesado ha pasado hoy en día a constituir el armamento principal de una fragata de 10.000 ton. con propulsión nuclear de un costo de US\$ 200 millones y está clasificado como arma de defensa de área para una fuerza de tarea en lugar de la defensa local de un buque; pero es dudoso que pueda cumplir su cometido al ser enfrentado con ataques a baja altura. No obstante, es factible des-

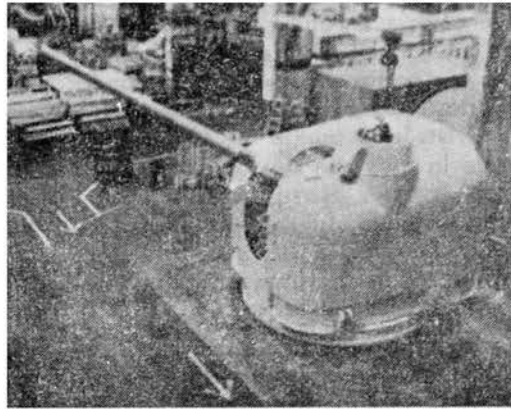
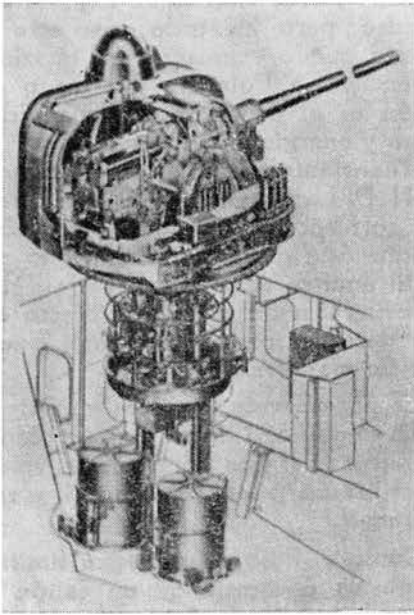
arrollar SAM que puedan contrarrestar ataques múltiples a baja altura y de alta velocidad a unas 10 millas de distancia pero su costo sería elevadísimo.

Con el advenimiento del misil anti-buque se hizo imprescindible desarrollar la defensa aérea contra blancos de baja altura en cualquier lugar, ya que hasta entonces un ataque aéreo a baja altura sólo era posible cuando la fuerza propia operaba relativamente cerca de una base aérea o portaaviones enemigo y hoy estos misiles han transformado hasta la unidad naval más pequeña en un potencial de peligro, ya que pueden ser lanzados desde buques, submarinos, aviones de reconocimiento, baterías costeras o lanchas patrulleras.

La Unión Soviética estuvo en la vanguardia del desarrollo de misiles anti-buque y conocido es el STYX (Sigla NATO), misil pequeño subsónico con alcance de unas 13 millas que fue lanzado por una lancha patrullera egipcia para hundir al destructor israelí "Elath" en 1967. Existen otros como el SAAB Rb 08 de la Marina sueca montado en destructores; el GABRIEL de diseño israelí empleado en lanchas patrulleras; el EXOCET de origen francés empleado por Francia e Inglaterra. El SEA KILLER de la firma Contraves en dos modelos uno de los cuales el MK-2 tiene un alcance de sobre 25.000 yardas.

Los misiles anti-buque se fabrican en una amplia gama de tipos desde aquellos destinados a ser lanzados desde un avión de reconocimiento marítimo que por lo general podía detectar blancos a 200 y 300 millas de distancia, los que tenderían a ser más grandes y de mejor alcance que aquellos destinados a ser lanzados desde una lancha patrullera que por su baja altura de palo sólo tienen un alcance de radar de 20 millas, no obstante, tienen algo en común y es que el misil en la medianía de su trayectoria es guiado de una forma a otra por el medio lanzador y a una distancia prudente del blanco, su propio radar guiador entra en acción.

La altura de vuelo de los misiles anti-buque tiende a ser muy baja. El EXOCET y el SEA KILLER tienen su vuelo rasante sobre la superficie del mar que es mantenido a unos 3 metros por un radar al-



Cañón Nº 12 de la Tabla.

tímetro y solo necesitan ser guiados en azimut. Su control de altura es preciso sobre las crestas de las olas aún con mar gruesa y esto mismo es lo que hace poco probable contrarrestar un ataque de estos misiles rasantes con otros SAM de la actualidad.

Los misiles anti-buque no dejan de tener problemas, puesto que han de ser compactos para que puedan ser llevados en los distintos buques o aviones que los emplean. Del estudio de la aerodinámica se desprende que un misil pequeño no puede volar tan lejos ni rápido como uno de tamaño mayor. Si se desea duplicar la velocidad sin sacrificar su alcance, es preciso cuadruplicar el tamaño del misil. El hecho de estar dotado de un completo equipo de radar en su interior lo hace más oneroso y su confiabilidad es de cuidado. No obstante, un sistema de misiles anti-buque es un arma que infunde respeto y si no se cuenta con un arma de defensa contra él, resulta temible.

El hundimiento del "Elath" dio qué pensar y de pronto se constató que los buques debían estar dotados de un medio razonable de defensa o simplemente deberían eludir el contacto con el enemigo.

Una solución a lo anterior la constituye el desarrollo de lo que podríamos catalogar como "MINI SAM" tales como

SEA CAT británico y el SEA SPARROW o B.P.D.S.M.S. (American Basic Point Defense Surface Missile System) y otros que están en etapa de experimentación. La idea general es la de reducir el costo y peso de un sistema SAM a cambio de ciertas limitaciones en su funcionamiento; pero de aquí a tener un sistema de costo y peso aceptable manteniendo un buen rendimiento como arma de defensa es otra cosa.

También se ha hecho un gran despliegue de contramedidas electrónicas como defensa contra los misiles anti-buque o contra aviones que atacan guiados por radar en condiciones de baja visibilidad, orientado a generar una cantidad adecuada de emisiones electrónicas para lograr desviar a un misil de su rumbo de ataque basado en la suposición que el tipo de "cerebro electrónico" que pueda comprimirse en el interior de un misil no posee la capacidad de discriminación suficiente. Por otro lado se sabe que para lograr esto en un radar relativamente bueno es preciso conocerlo en bastante detalle, cosa que el enemigo no facilitará y aprenderlo durante una guerra resulta muy costoso en pérdidas de buques; además las contramedidas electrónicas tienen en su contra el hecho que un misil emplea su radar durante un lapso muy corto y es posible que algunos misiles ni lo empleen.

Al medio de defensa aérea que rara vez se le otorga alguna consideración es el cañón antiaéreo. Por lo general se estima que los cañones son útiles contra blancos de velocidad subsónica baja, punto de vista que puede ser lógico si se piensa que la mayoría de los sistemas de artillería AA., por ejemplo de la Armada Norteamericana, fueron diseñados antes del término de la Segunda Guerra Mundial; pero no se toma en consideración sus progresos posteriores.

La Tabla 1 adjunta nos indica los datos de 18 cañones de los cuales 13 han sido desarrollados con posterioridad a la Segunda Guerra Mundial. Todos con excepción del N° 18 son de empleo naval. El peso del montaje incluye todo el equipo móvil, su control, coraza y montacargas; pero no incluye los pañoles de granadas o santabárbaras ni fundaciones o bases. La rapidez de fuego es la máxima, y se sabe que algunos de los cañones de menor calibre sólo la podrán mantener por unos 15 a 30 segundos por limitaciones en el aprovisionamiento o por necesidades de enfriamiento. La "Munición Lista" se refiere a aquellos tiros que pueden mantenerse en los dispositivos de Carga estando el buque en la mar y que pueden ser disparados en cualquier instante por el sirviente de guardia de la pieza; la capacidad de un cañón de dar fuego de inmediato es muy importante debido a que un avión o misil atacante a baja altura y alta velocidad sólo requiere de uno a dos minutos para alcanzar el blanco desde su detección inicial por radar.

La velocidad en el brocal se da para cañón o ánimas nuevas disparando munición antiaérea con carga de combate. La energía en el brocal representa una constante del cañón, puesto que cualquier combinación de paso del proyectil o variación de velocidad en el brocal que se haga deben mantener una relación que no sobrepase esta constante, por ejemplo, el cañón de 5" | 54 calibres bien podría disparar un proyectil de 55 libras del cañón 5" | 38 calibres a una velocidad de 2990 pie/seg., aunque lógicamente aumentaría el desgaste del ánima.

Un cañón que dispara proyectiles a una determinada razón puede compararse con un motor de combustión interna, en que los pistones o proyectiles en lugar de mo-

ver un eje cigüeñal salen expulsados del cilindro; pero en todo caso este movimiento puede expresarse en términos de Potencia. La Potencia de Fuego de un cañón es el producto de la rapidez de fuego y energía en el brocal, dividido por una constante de 33000 para expresarse en H.P. La Potencia de Fuego de la Tabla corresponde a aquella en el brocal, aunque ésta decae a medida que el proyectil avanza en su trayectoria debido a la resistencia del aire; este efecto es mayor para un proyectil liviano que para uno de mayor calibre.

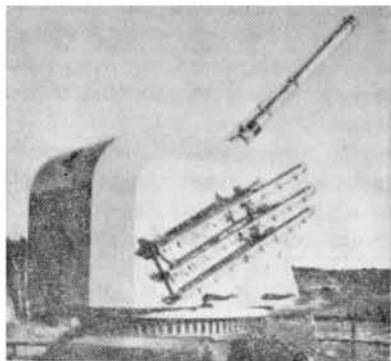
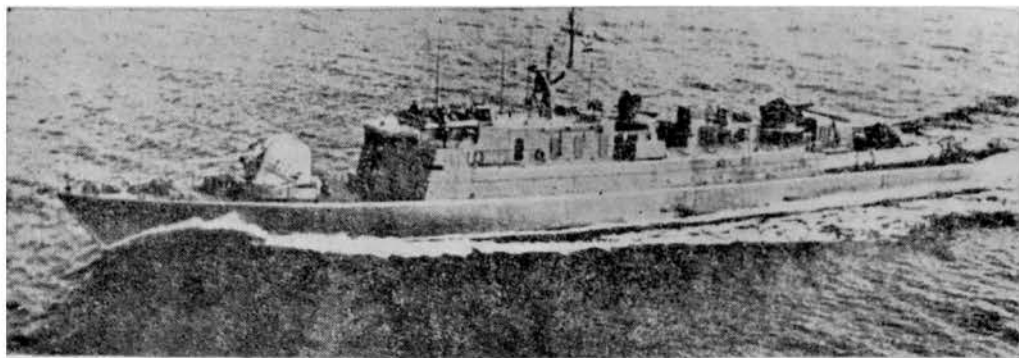
La potencia de fuego es un dato clave de la efectividad de un cañón como arma antiaérea, ya que combina la velocidad en el brocal, peso del proyectil y rapidez de fuego.

Como el Peso es un factor limitador a bordo, la eficiencia de un cañón se ve afectada por él; un dato para esta eficiencia se tiene dividiendo su potencia de fuego por el peso del montaje, dato que se indica en la última columna de la Tabla como razón de Potencia-Peso.

La exactitud del cañón no se indica en la Tabla, y es obvio que tendrá un efecto primordial en su habilidad para derribar un blanco; su representación en un cuadro resulta engorroso, pero en general se puede afirmar: 1) La exactitud de un cañón disminuye cuanto más aumenta el tiempo de vuelo; 2) los cañones de gran rapidez de fuego pierden exactitud debido a la tendencia de vibrar, y 3) los cañones de menor calibre por lo general tienen menos exactitud que los de mayor calibre. La exactitud de una batería depende en gran parte de la exactitud de su sistema de control de tiro, lo que se analizará más adelante.

Al hacer una comparación entre cañones de la época de la II Guerra Mundial (N° 4, 5, 11 y 12) y sus equivalentes más modernos, se aprecian grandes progresos. La eficiencia (Razón Potencia-Peso) se ha duplicado tanto en los cañones de 5" y 3". La exactitud ha mejorado, en especial los cañones de 20 y 40 mm. Las necesidades de dotación o sirvientes de la pieza han disminuido apreciablemente: el cañón OTO Melara de 3" (N° 10) sólo requiere 3 hombres para superar al cañón norteamericano de 3" / 50 calibres doble (N° 11) que necesita 14. Por último, el desarrollo de sistemas automáti-

Aprovisionamiento	Munición Lista	Peso del Proyectil	Velocidad en el Brocal (Pie/Seg.)	Energía en el Brocal (Pie/Lbs.)	Potencia de Fuego (h p )	Razón de Potencia-Peso (h p /Ton.)	Nº
En Tambor	20	70	2,650	7.63 x 10 <sup>6</sup>	4,630	210	1
Dos Tambores	40	70	2,650	7.63 x 10 <sup>6</sup>	9,260	153	2
Tres Tambores	66	70	2,650	7.63 x 10 <sup>6</sup>	10,420	326	3
A mano	0	55	2,600	5.77 x 10 <sup>6</sup>	5,240	100	4
A mano	0	55	2,600	5.77 x 10 <sup>6</sup>	2,620	131	5
Dos tambores múltiples	300	46,3	2,950	6.28 x 10 <sup>6</sup>	13,330	271	6
Dos Tolvas	48	46,3	2,630	4.95 x 10 <sup>6</sup>	12,020	429	7
Dos Tolvas	46	36	2,900	4.70 x 10 <sup>6</sup>	5,700	191	8
Tambor	35	29,8	2,850	3.76 x 10 <sup>6</sup>	6,830	333	9
Tres anillos giratorios	115	13,7	3,040	1.96 x 10 <sup>6</sup>	5,350	850	10
Ruedas estrella	0	13,1	2,700	1.48 x 10 <sup>6</sup>	4,050	296	11
Ruedas estrella	0	13,1	2,700	1.48 x 10 <sup>6</sup>	2,030	246	12
Tolva	40	5,3	3,360	9.30 x 10 <sup>5</sup>	5,640	883	13
Tolva	18	2,1	3,300	3.58 x 10 <sup>5</sup>	3,250	1,102	14
Dos Fajas	780	1,2	3,860	2.80 x 10 <sup>5</sup>	9,330	1,820	15
Dos Tolvas	112	1,2	3,860	2.80 x 10 <sup>5</sup>	9,330	2,210	16
Dos Fajas	294	0,79	3,540	1.55 x 10 <sup>5</sup>	6,120	4,170	17
Tambor Helicoidal	2,000	0,22	3,380	7.81 x 10 <sup>4</sup>	6,920	5,480	18



Cañón N° 7 de la Tabla montado en una lancha cañonera finlandesa (a popa se ve un cañón de 40 mm. L70 y al centro un antiguo de 40 mm. L60).

cos de carga ha traído consigo el concepto de Mayor Munición Lista. Bien se puede afirmar que el cañón AA. ha progresado desde la II Guerra Mundial, tanto como su adversario, el avión de ataque.

Mayor aún ha sido el progreso en los sistemas de Control de Tiro de la última década en especial en las etapas de la adquisición y traqueo del blanco, debido precisamente al tipo de blanco de baja altura y alta velocidad con que debían enfrentarse. Por lo general esto se ha solucionado incorporando al sistema un radar estabilizado, de adquisición de blanco que mida con precisión la distancia y demarcación; que esté protegido a las Contra Medidas Electrónicas y que sea capaz de discriminar y detectar blancos a muy baja altura. El radar ideal es el que pueda detectar y traquear automáticamente un blanco con gran razón de cambio en distancia cerrando, lo que reduce el tiempo de reacción.

El radar de traqueo por lo general tiene un haz angosto para dar en forma continua y precisa la elevación, azimut y distancia al blanco; normalmente será del tipo monopolso (o lóbulos simultáneos); el sistema más antiguo de "Scannig Cónico"

da buenos resultados siempre que el enemigo no emplee contramedidas electrónicas sofisticadas. La mayoría de los Radares de Control de tiro usan el efecto Doppler para medir la razón instantánea de cambio en distancia, lo que requiere un diseño especial para no incurrir en otros problemas. En los buques mayores que cuentan con muchos cañones es conveniente tener varios radares independientes, de modo que se pueda traquear varios blancos a la vez.

Los computadores de los Sistemas de Control de tiro se han desarrollado de dos formas. La mayoría de los fabricantes han reemplazado los computadores análogos del tipo electro-mecánico por el tipo electrónico que aunque más exactos, funcionan en forma similar a los primeros. Otras firmas han adoptado el computador digital al control de tiro, que presenta más flexibilidad y se presta para cumplir varias funciones complejas, además que es compatible su incorporación al sistema digital de computación de datos tácticos instalado en algunos buques (NTDS en la Armada Norteamericana y ADS en la Armada Británica, Action Data System). Por otro lado, un computador análogo resulta menos oneroso.

La firma N.V. Hollandse Signaalapparaten fue la primera en emplear computadores digitales a bordo. Su sistema M-22, empleado por varias Marinas tales como Canadá, Finlandia, Malasia, Noruega, Suecia y EE.UU de América (este último lo fabrica con licencia como el GFCS MK-87) tiene su radar montado en la misma plataforma estabilizada junto a los elementos de traqueo, puede proporcionar ángulos aproximados de elevación, lo que disminuye el tiempo de trínca en el blanco, tiene una capacidad de rebusca de 30° en azimut y en altura un ángulo de elevación de unos 20° cada 4,5 segundos; es capaz de detectar un avión de ataque a retroimpulso a 35.000 yardas.

La firma Contraves A.G. de Suiza, hace poco puso en servicio un Sistema de Control de tiro liviano designado como SEA HUNTER 4, con una variada gama de radares que se le pueden instalar; además puede contar con un computador análogo de diseño avanzado o con una versión digital. Su radar es estabilizado y puede girar una revolución cada 1.2 a 2.0 segundos. Su progreso más significativo es su resistencia a las contramedidas electrónicas.

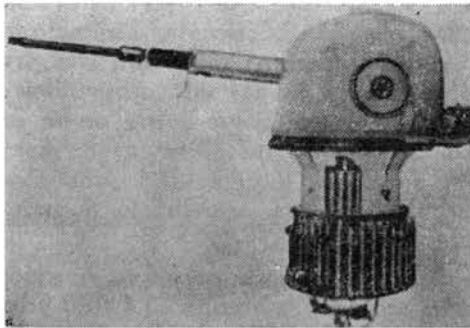
El sistema de control de tiro Vega-Castor, desarrollado por Thompson-CSF de Francia tiene su radar Triton estabilizado solamente de través, pero puede detectar blancos aéreos pequeños a 50.000 yardas. También se dispone del sistema Vega-Pollux con un radar de traqueo menos sofisticado; ambos emplean computación analógica.

Aunque parezca extraño, algunos sistemas de reciente desarrollo no tienen incorporados sus radares de adquisición del blanco; así tenemos el ARGO italiano, el "Gun System Automation GSA4/GWS 24" británico y el MK-86 norteamericano. Este último que originalmente se diseñó para blancos de superficie, tiene incorporado un aditamento AA. lo que no lo califica como un sistema ideal AA., además que resulta de un costo muy elevado.

La mayoría de estos sistemas puede controlar cañones de hasta 5" (efectuando los cambios necesarios para las correcciones balísticas). También pueden emplearse para controlar SAM de corto alcance, y los primeros tres mencionados pueden adaptarse para controlar misiles anti-buques. Algunos pueden incorporarse además al sistema de control de armas anti-submarinas o de torpedos.

En resumen, todos estos sistemas están muy por encima de los empleados en la II Guerra Mundial; se ha mejorado la exactitud y los tiempos de reacción se han disminuido a menos de diez segundos; además, estos modernos sistemas de control son igualmente eficientes en cualquier condición de tiempo y pueden entrar en acción con la intervención de un solo sirviente de guardia. Los nuevos diseños de los computadores y los avances técnicos en radar han aumentado considerablemente la confiabilidad y han reducido los tiempos de mantenimiento.

El punto de mayor interés respecto a un sistema o batería AA. es ¿con qué eficiencia puede derribar aviones y misiles?



Cañón N° 10 de la Tabla.

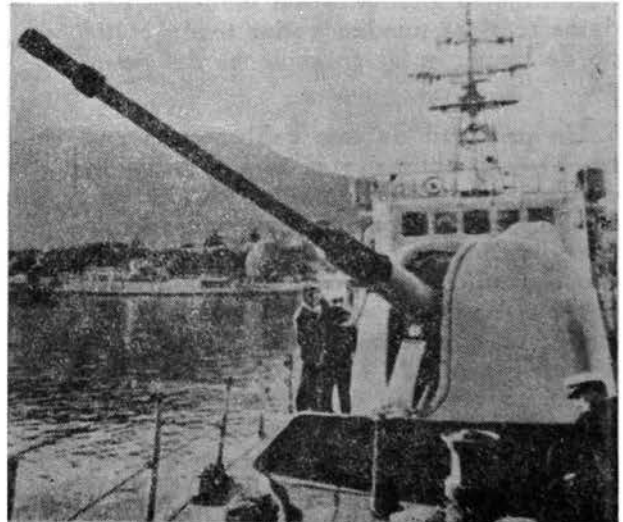
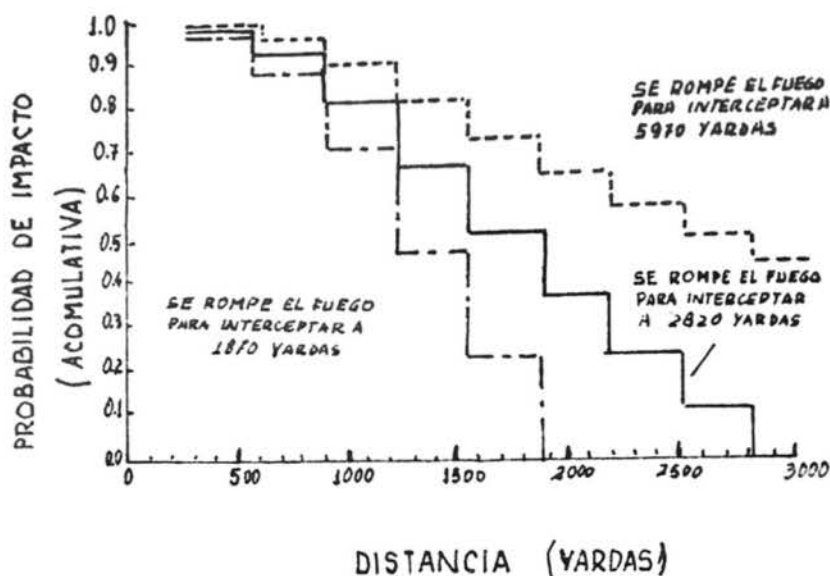


FIGURA 1



Lo anterior se puede contestar como sigue: Consideremos una Batería compuesta de uno o más cañones de calibre mediano (4" o 5") y un Sistema de Control de Tiro. Para el corto tiempo de vuelo en tiro AA, la dispersión standard de una buena batería es de unos 2,5 mils., lo que en otras palabras significa que el 50% de los tiros estará dentro de un área de 3 mils. del punto medio de impacto. Si el blanco no efectúa acción evasiva entre el momento de disparo y el momento de impacto del proyectil, el punto medio de impacto debería estar aproximado un metro alrededor del blanco. Estos datos teóricos pueden variar según el tipo de blanco y las condiciones del tiempo.

Un proyectil de este calibre pesa entre 35 y 70 libras, y si está dotado de espoleta de aproximación, puede destruir a la mayoría de los aviones o misiles a una distancia considerable. Supongamos que el Radio letal contra aviones pequeños sea 4 yardas; según lo cual las probabilidades de impacto serían de un 50% a una distancia de 1.500 yds. y prácticamente un 100% a una distancia de 500 yds. Supongamos que una batería tiene una potencia de fuego total de 12.000 HP y una rapidez de fuego de 60 T.P.M. (Puede ser un cañón con 12.000 HP.,

dos cañones de 6.000 HP c/u o doce cañones de 1.000 HP c/u) y una velocidad en el brocal de 3.000 pies/seg.; supongamos además que las espoletas de aproximación fallan en un 20% por una u otra razón. El blanco se supone acercándose a muy baja altura y a una velocidad de 500 yds/sg., lo que equivale a 890 nudos o Mach 1.35 a nivel del mar, velocidad que se estima poco probable de sobrepasar por un tiempo. La figura 1 muestra la posibilidad de dar en blanco con la batería y condiciones expuestas.

Para evaluar mejor la Fig. 1 es preciso recordar algo de tácticas y limitaciones de aviones atacantes: un avión del presente no puede lanzar sus proyectiles a velocidades supersónicas como se ha supuesto en el presente ejemplo; en cambio, al acercarse a velocidad subsónica, la probabilidad de derribarlo aumenta considerablemente.

La distancia máxima para que un avión lance un proyectil o bomba es 1.000 yds., siendo preferible 500 yds. El piloto debe mantener un rumbo recto por unos cuatro o cinco segundos antes de lanzar. Para mejorar las posibilidades de cumplir su misión, un piloto normalmente efectuará maniobras evasivas desde que entra en el alcance máximo de la artillería



AA y el instante que debe alinear sus miras o apuntar al blanco, y es poco probable que sea derribado en este tramo; pero si a las 4.500 yds. endereza su rumbo de ataque para tener de 7 a 8 seg. para apuntar al blanco, comenzará a recibir proyectiles bien apuntados cuando se encuentre a una distancia de 3.000 a 2.800 yds., como lo muestra la línea sólida escalonada de la Fig. 1. Si en cambio no endereza su rumbo de ataque hasta las 3.000 yds. sólo tendrá 4 a 5 seg. para apuntar, y recibirá castigo a las 2.000 ó 1.800 yds. como lo muestra la línea interrumpida de la Fig. 1.

Un avión con 8 seg. para apuntar y un lanzamiento a 500 yardas, sólo tiene un 2% de probabilidades de salir con éxito, en cambio con 4 segundos para apuntar y un lanzamiento a 1.000 yds., sus probabilidades de sobrevivir suben a 30%. No obstante un riesgo de un 70% normalmente le resulta inaceptable.

La Fig. 2 muestra que se puede obtener un alto grado de protección al duplicar la potencia de fuego de la batería, ya sea usando dos cañones de 12.000 HP; cuatro de 6.000 HP o cualquier combinación que totalice 24.000 HP.

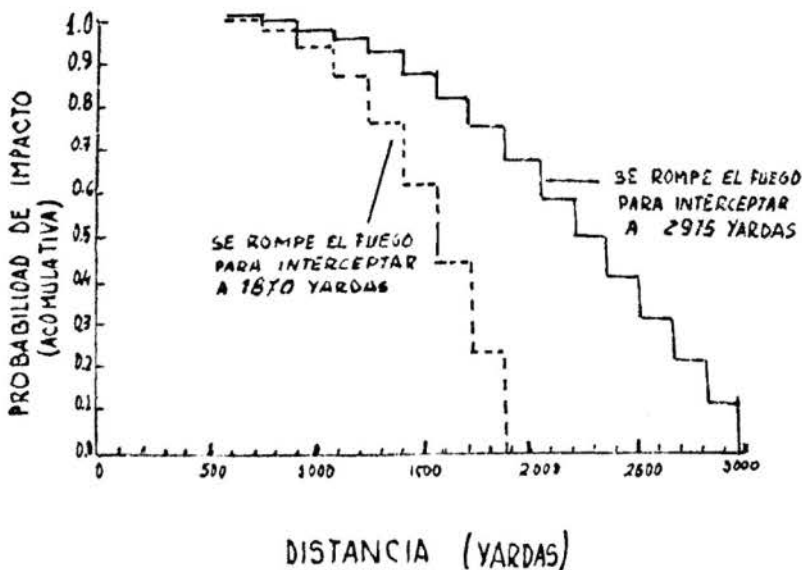
Con respecto a misiles, tenemos que hay tendencia a equipar aviones con mi-

siles aire-buque (ASM) los que pueden ser lanzados desde fuera del alcance efectivo de las baterías AA. y ser guiados hacia el buque; su velocidad actual no alcanza a MACH 2, aunque es posible una mejora en el futuro.

Supongamos que el efecto destructivo de los proyectiles del cañón analizado anteriormente sea similar en ASM que sobre aviones. Si la velocidad del ASM es 750 yds./seg. (1.340 nudos o MACH 2 al nivel del mar), la Fig. 1 indica la probabilidad de dar en blanco para una batería de 18.000 HP; asimismo, si la velocidad del ASM es de 1.000 yds./seg. (1.775 nudos o MACH 2,7 al nivel del mar), entonces la potencia de la batería debe aumentarse a 24.000 HP para mantener el mismo grado de protección.

En vista que un ASM es más barato que un avión de ataque, y se dispone de ellos en mayor número, se requiere una mejor defensa contra ellos. El grado de defensa mostrado en la Fig. 2 resulta adecuado, ya que la oportunidad de que un ASM llegue a acercarse a 250 yds. de un buque es casi nula, y la explosión de uno de estos misiles por impacto de proyectil a esa distancia, en el peor de los casos produciría daños insignificantes por esquirlas.

FIGURA 2



La mayoría de los misiles anti-buque tiene velocidades menores a 500 yds./seg. (el STYX sólo tiene 350), y como no es práctico que estos misiles hagan evoluciones evasivas, resultan blanco fácil para la batería de mediano calibre analizada.

Claro está que hay otros factores importantes que considerar en la eficiencia de una batería, y una buena probabilidad de impacto es inútil si no se entra en acción con tiempo suficiente para destruir al atacante antes que lance su arma. El cañón en sí no es problema; la Tabla indica que casi todos los cañones modernos tienen suficiente munición lista como para contrarrestar por lo menos un ataque aéreo antes que cubran sus puestos la dotación completa; en un sistema moderno, todos los cañones de una batería podrán dispararse con toda su eficiencia accionados por un solo hombre de guardia.

Si se cuenta con un buen radar de adquisición de blanco, integrado al sistema de control de tiro, el blanco será traspasado al radar de traqueo a los 10 ó 15 seg. de ser detectado (Por lo general a unas 20.000 yds.) y el traqueo se afina a los pocos segundos.

Tal vez el mayor problema en el tiempo de reacción sea la decisión de disparar, y para ello una doctrina práctica sería romper el fuego sobre cualquier blanco que se acerque a alta velocidad a las 5.000 yds. sin contestar al IFF. Esto mismo, debido al corto alcance de los cañones resulta una ventaja a este tipo de arma, puesto que para una batería de misiles, la doctrina equivalente sería romper el fuego sobre cualquier blanco que se acerque a 40 millas; luego hay más probabilidades de cometer un error, pero en todo caso la decisión de romper el fuego debe tomarse y sin demora que pueda resultar fatal al buque. Si un avión propio se ve en aprietos, tendrá que dar media vuelta y hacer evoluciones evasivas.

Las mejores baterías modernas tienen una buena combinación de distancia de adquisición y tiempo de reacción para batar blancos que se acercan a cualquier velocidad factible; un solo sistema podría saturarse si aparecen dos o más blancos simultáneamente, en cambio este mismo sistema rechazaría muy bien ataques es-

calonados con intervalos de 10 a 20 segundos. De aquí se desprende la importancia de la habilidad de la Patrulla Aérea de Combate de dispersar a los aviones atacantes, aun cuando no pueda derribarlos. Los buques mayores, como portaaviones y cruceros, que obviamente serán los blancos más atacados, podrán estar dotados con dos o más baterías múltiples cada uno con su propio radar de traqueo y capaz de tomar blancos en forma independiente.

Se ha demostrado que un buen sistema de cañones le dará a un buque una buena defensa contra ataques de aviones o misiles y es lógico preguntarse: ¿Cuál sistema es el mejor? y ¿Cuánto costará?; aunque no se puede dar una respuesta concreta, se puede aportar lo siguiente:

La tabla 2 adjunta muestra una gama variada de cañones de diversos calibres sin pretender ser la lista completa de cañones disponibles. Por facilidad de cálculo se eligió un cañón de 4,5", para demostrar la efectividad de un sistema de cañones; un calibre mayor es más exacto que uno menor a la misma distancia; por otro lado un calibre menor tiene mayor razón Potencia-Peso, unas 10 veces más en calibres de 1 a 2 pulgadas que de 4 a 5 pulgadas; claro que si se considera la limitación de espacio a bordo para dotación y munición esto se reduce a unas tres veces solamente, lo que de todos modos compensa la menor exactitud. Claro es, que si de por medio es menester hacer bombardeo de costa los calibres menores no servirán de mucho.

La mayor diferencia entre los calibres grandes y pequeños en cuanto al problema que nos concierne radica en las espoletas; por lo general los proyectiles de calibres mayores llevan espoleta de aproximación que dañan al blanco aun cuando yerran por varias yardas; en cambio, a los calibres menores de 3 pulgadas, resulta inofensivo dotarlos de estas espoletas, ya que si su impacto no es directo el daño que pueden causar es ínfimo.

Un proyectil dotado de espoleta de aproximación depende de la energía cinética de sus fragmentos para dañar al blanco, mientras que uno con espoleta de percusión explotará en el interior del blanco; por otro lado la probabilidad de impacto de un proyectil con espoleta de percusión disminuye a medida que decre-

Nº	FABRICANTE	IDENTIFICACION	Calibre (Pulgadas) (Calibres)	Largo (Calibres)	Cantidad	Peso d. Montaje (Tons. L.)	capacidad de Fuego
1	FMC. Corp. Minneapolis Minnesota	5"/54 Mk. 45 Mod. 0 (U.S. Navy)	5	54	1	22,1	20
2	FMC. Corp. Minneapolis Minnesota	5"/54 Mk. 42 Mod. 9 (U.S. Navy)	5	54	1	60,4	40
3	S. p. A. OTO Melara, La Spezia, Italia	127 mm./54 COMPACT	5	54	1	32,0	45
4	Fuera de Producción	5"/38 Mk. 32 Mod. 2 (U.S. Navy)	5	38	2	52,3	30
5	Fuera de Producción	5"/38 Mk. 30 Mod. 24 (U.S. Navy)	5	38	1	20,1	15
6	Aktiebolager Bofors, Bofors, Suecia	TAK 120 L/50-93	4,7	50	1	92,2	70
7	Aktiebolager Bofors, Bofors, Suecia	TAK 120 L/46	4,7	46	1	28,1	80
8	Vickers Ltd. Londres, Inglaterra	Mk. N (R)	4	62	1	30,0	40
9	Direction Technique des Constructions Navales, Paris, Francia	100 mm.	3,9	55	1	20,5	60
10	S. p. A. OTO Melara, La Spezia, Italia	76 mm./62 COMPACT	3	62	1	6,3	90
11	Fuera de Producción	3"/50 Mk-33 Mod. 13 (U.S. Navy)	3	50	2	15,2	90
12	Fuera de Producción	3"/50 Mk-34 (U.S. Navy)	3	50	1	8,3	45
13	Aktiebolager Bofors, Bofors, Suecia	SAK 57 L/70	2,2	70	1	6,4	200
14	Aktiebolager Bofors, Bofors, Suecia	SAK 40	1,6	70	1	3,0	300
15	S. p. A. OTO Melara, La Spezia, Italia (Gunby Oerlikon-Buhrle Ltd.).	OE/OTO 35 mm. Mod. AO	1,4	90	2	5,1	1,100
16	Oerlikon-Buhrle Ltd., Zurich, Suiza	35 mm. GDM-A	1,4	90	2	4,2	1,100
17	British Mft & Research Co. Ltd., Grantham, Inglaterra	30 mm.	1,2	70	2	1,5	1,300
18	General Electric Co., Burlington, Vermont	20 mm. Vulcan turret	0,8	76	1	1,3	6,000

ce el tamaño del blanco, mientras que esto no afectará mayormente una espoleta de aproximación bien diseñada; de aquí podríamos concluir, aunque parezca extraño, que los cañones de pequeño calibre son más efectivos contra blancos mayores (v.g. aviones) y los cañones de mayor calibre lo son contra blancos menores (v.g. misiles).

Un buen sistema de mediano calibre con Potencia de Fuego superior a 18.000 HP., puede obtenerse por unos cinco millones de dólares y pesaría de 65 a 150 toneladas; en cambio uno de pequeño calibre con aproximadamente el mismo comportamiento costaría menos y pesaría apenas una 20 tns., pero no tendría la multiplicidad de propósitos del primero. Tal vez lo más económico sería combinar baterías de ambos calibres con el mismo sistema de control de tiro.

Tardaría un mínimo de cinco años y unos 25 millones de dólares desarrollar por completo un sistema o batería de alto rendimiento; y en ningún caso se puede asegurar éxito debido a todos los inconvenientes técnicos y humanos que tienden a presentarse.

Afortunadamente no hay mayor necesidad de embarcarse en un proyecto costoso de dudoso resultado, ya que uno u otro de los calibres mencionados en la Tabla reúnen los requisitos en forma económica y la mayoría de ellos está disponible en el mercado mundial, con lo que la elección de alguno de ellos con su sistema de control de tiro resultará una sabia medida, ya que además todos tienen

un margen más o menos amplio para continuar su avance tecnológico; y una inversión en este sentido será más provechosa al presupuesto de cualquier Marina. También hay bastante margen para la investigación y desarrollo en el campo de la munición y espoletas.

Previo a toda inversión grande, es preciso analizar a fondo los requerimientos de una Marina; eso sí que sin olvidar que los estudios solos no defienden a los buques; no debe olvidarse que mientras más suposiciones o bondades se le quiere asignar a una batería, más requisitos deberá cumplir, sin que en el fondo contribuya en alguna mejora significativa o asegure su confiabilidad.

También es un error común el rechazar un equipo bueno y probado por estar encaprichado con la oferta de una "nueva maravilla" capaz de hacer muchas cosas teóricas, pero después resulta que en la práctica la cosa es bien distinta.

Este artículo no pretende afirmar que los cañones deben ser el único medio de defensa contra aviones o misiles, ni mucho menos. Las Patrullas Aéreas de Combate constituyen sin duda la mejor defensa; y los buques porta SAM. tienen su calzo en una flota moderna, aunque sea para contrarrestar ataques de mediana o gran altura, pero todo buque expuesto a un ataque aéreo debe estar dotado de una batería de cañones para oponerse a los ataques de baja altura que la Patrulla Aérea de Combate no logre interceptar o detener.

(De "Proceedings", de Marzo de 1971).