

DEFENSA CONTRA MISILES ANTIBUQUE

Mario A. Rozas Vera
Teniente 2º

INTRODUCCION

*E*l misil antibuque –disparado desde tierra, buques, aeronaves o submarinos– constituye una de las amenazas más peligrosas con que se enfrentan hoy las Armadas. Quien no se entero, por medio de las noticias, de los devastadores efectos del misil Exocet en los buques de la Armada británica, durante el conflicto de las Falkland. Y quizás a muchos sorprendió el gran poder de estas armas.

Sin embargo, las Armadas de muchos países hace largo tiempo vienen preocupándose del problema planteado por los misiles antibuque. La primera voz de alarma surgió después del hundimiento del destructor israelí *Eilat* por misiles soviéticos Styx, lanzados desde lanchas de la Armada egipcia, en el año 1967.

Occidente se dio cuenta que no poseía armas similares y tampoco medios para anularlas, con lo cual comenzaron a desarrollarse los primeros sistemas de misiles antibuque y sistemas de armas antimisiles, las cuales fueron empleadas con gran éxito por la Armada israelí, durante la guerra del Yom Kippur en octubre de 1973.

EL PROBLEMA

La tecnología moderna ha contribuido a que el misil antibuque tenga una gran probabilidad de alcanzar el blanco; la nave atacada, normalmente se dará cuenta muy tarde de la presencia del misil, y aunque lograra hacerlo con alguna anticipación la gran velocidad de éste obligará a una reacción rapidísima de los sistemas de armas del buque, para destruir o anular la amenaza antes de que ésta llegue a su objetivo.

Si suponemos que un misil Exocet, que vuela a ras de las olas con una velocidad de 315 m/seg y presentando un diámetro de sólo 0,34 metros, es detectado a 12 kilómetros del buque, el tiempo de advertencia antes de que el misil llegue a su blanco es de 38 segundos, y para poder batir al misil a la distancia efectiva de las armas de defensa el tiempo de reacción debe ser mucho menor.

La situación sería crítica si se tratara de un misil del tipo AS-6 ruso, que efectúa su ataque desde el zenit y con una velocidad de mach 3. Mayor será la amenaza en el futuro, cuando los misiles antibuque de vuelo rasante tengan velocidades supersónicas y efectúen maniobras evasivas durante el vuelo. Es de esperar que el enemigo ataque simultáneamente con varios misiles desde distintas demarcaciones, a fin de saturar las defensas.

Los modos de guiado que usan los misiles antibuque incluyen, entre otros, el autodirector radárico activo, autodirector radárico semiactivo, televisión, radio-comandos, autodirector infrarrojo, antirradiación, por haz de radar y autodirector laser.

La solución para enfrentar el problema de los misiles antibuque es compleja, y los mejores medios sólo los tienen las grandes potencias, las cuales cuentan con aviones de Alerta Aérea Temprana (AEW), patrullas aéreas de combate embarcadas, misiles de defensa de área y sistemas de defensa puntual.

DETECCION

El problema inicial en la defensa antimisil es la detección del misil o de la plataforma lanzadora. La detección debe ser lo suficientemente temprana, a fin de proporcionar el tiempo necesario para poder clasificar, evaluar, seleccionar y batir la amenaza a la distancia efectiva del arma de defensa. Ha sido desarrollada una amplia gama de equipos de detección, los cuales –al trabajar en forma simultánea o coordinada– aumentan las probabilidades de detectar. Los más importantes son:

- Radares de vigilancia;
- Detectores infrarrojos;
- Medios de Apoyo Electrónico (MAE);
- Medios ópticos.

- Los radares de vigilancia están siendo desarrollados para aviones y/o helicópteros de AEW y especialmente para buques, a fin de detectar los misiles que tienen una pequeña área de reflexión de radar (aprox. 0.1 m²), y –en el caso de los rasantes– solucionar el problema que plantea el retorno de mar.

Para evitar, en parte, el problema del retorno de mar, han sido diseñados medios especiales, entre los cuales encontramos el MTI (Moving Target Indicator), amplificadores logarítmicos, etc.

Los aviones de AEW más conocidos son los siguientes: E-3A AWACS, E-2C Hawkeye y Nimrod. El helicóptero Sea King británico ha sido transformado para dar una alerta aérea temprana, instalándole el radar Thorn-EMI Searchwater.

Para los buques, los radares con capacidad de lograr la detección de un misil a más de 10 kilómetros son, entre otros, los siguientes: DRBV-15 Sea Tiger, francés; Dolphin y 2459 F/I Racal/Decca, británicos; SMART, holandés; y Sea Giraffe, sueco.

- Los detectores infrarrojos están siendo creados para detectar las radiaciones infrarrojas de misiles, aeronaves y buques. Un ejemplo es el sistema israelí SPIRTAS, que funciona en la banda de 3 a 5 μm .

- Los MAE existen en muchos modelos. Su misión es detectar y determinar los parámetros y dirección de una emisión radárica. En la defensa antimisil, su función más importante es informar sobre las emisiones radáricas de las plataformas lanzadoras y/o de los autodirectores activos. Los equipos más modernos usan la técnica de IFM (Instantaneous Frequency Measurement) y tienen la capacidad de almacenar en memoria los parámetros de posibles radares enemigos, para dar la alarma en forma automática cuando los detectan.

- Los medios ópticos son usados con gran profusión; van desde el simple vigía premunido de sus prismáticos, hasta los modernos sistemas de visión nocturna, como televisión de bajo nivel de luz e intensificador de imagen.

CONTRAMEDIDAS ELECTRONICAS

Las Contramedidas Electrónicas (CME) en la defensa antimisil están destinadas principalmente a bloquear o engañar los sensores y sistemas de guiado del misil antibuque. Están compuestas, principalmente, por los perturbadores electrónicos (de ruido y engaño), *chaff* y señuelos infrarrojos.

Los perturbadores electrónicos de ruido pueden ser:

a) Tipo barrera, que radia el ruido en una banda ancha con el fin de evitar que el misil enemigo se trinquen en el blanco;

b) Tipo barrido, que transmite a través de una banda de frecuencia más angosta, que se supone usaria el radar del misil;

c) Tipo bloqueo puntual, que es el más efectivo. Transmite el ruido en una frecuencia específica, que corresponde a la usada por el misil. Para efectuar este tipo de perturbación se debe contar con una precisa Inteligencia electrónica.

Los sistemas de misiles modernos cuentan con radares que pueden escapar a la perturbación, usando agilidad en frecuencia o usando circuitos especiales de trincado sobre la fuente emisora del ruido electrónico.

Los perturbadores electrónicos de engaño estan orientados a imitar el eco de radar, de modo que el sistema de misil se concentre en la imitación y no en el verdadero eco. Principalmente, el perturbador de engaño entregará falsa información en distancia y/o demarcación.

La mas usada contramedida antirradar es el *chaff*, que consiste en disparar al aire masas de laminas de metal, mediante tiros de cañón, rockets o morteros, a fin de crear un numero de ecos falsos, los cuales pueden bloquear o confundir los radares de vigilancia, control de fuego o autodirectores radáricos de los sistemas de misiles antibuque. Estas laminas de metal son cortadas generalmente a un largo de $\lambda/2$, pudiendo así estos dipolos trabajar en forma mas eficiente en una determinada banda del espectro electromagnetico.

Contra los misiles que usan autodirectores infrarrojos o radar infrarrojo, los sistemas de rockets o morteros son usualmente equipados con *chaff* y señuelos infrarrojo. Estos señuelos son verdaderas

bengalas que se queman a una alta temperatura, con desprendimiento de calor y emitiendo radiaciones infrarrojas más atractivas que las del blanco, atrayendo de esta forma al autodirector infrarrojo. Un buen señuelo infrarrojo debe producir, por más de 20 segundos, una emisión intensa que cubra todo el espectro infrarrojo, hasta 14 μm .

Han sido definidos los siguientes modos de uso de los señuelos, especialmente para el *chaff*:

- **Confusión.** El *chaff* es disparado a gran distancia, 5-12 kilómetros, a fin de introducir blancos falsos en los radares de vigilancia y confundir el proceso de designación de blancos. La dificultad está en el largo tiempo necesario para desplegar el *chaff*.

- **Dilución.** Una vez que el enemigo haya lanzado sus misiles son disparados los señuelos *chaff* infrarrojo a una distancia más corta, rodeando el buque, de modo que cuando el autodirector inicie su exploración se trinquen en un señuelo y no en el blanco verdadero. Si el autodirector se fija en el blanco, la eficiencia del señuelo es nula.

- **Engaño.** Su uso es sólo para cuando el autodirector radárico del misil ya está trincado en el blanco. Para esto, se dispara el *chaff* a corta distancia del buque, mientras el perturbador de engaño saca en distancia al autodirector del misil. Al cesar la perturbación, el misil inicia una nueva exploración, trincándose posiblemente sobre los blancos falsos. Este modo hace necesaria la existencia de un sistema MAE/CME muy eficaz y una adecuada integración, ojalá automatizada, entre este y el sistema de señuelos.

- **Efecto centroide.** Es el último recurso que proporcionan los señuelos contra los misiles antibuque. Consiste en lanzarlos a una distancia horizontal y a una altura convenientes, cuando el autodirector del misil está trincado sobre el buque y no ha sido afectado por dilución o engaño. Al lanzar casi sobre el buque un

gran número de señuelos y a corta distancia, forman en conjunto con el buque un gran eco, haciendo que el misil se dirija hacia el centro de este eco, el cual se encontrará fuera del blanco. El buque deberá efectuar las maniobras necesarias para alejarse del peligro, y es probable que de todas maneras reciba algunos daños en su superestructura.

Entre los sistemas de señuelos infrarrojo y/o *chaff* más conocidos, en servicio o en desarrollo, se hallan los siguientes: Corvus, Barricade y Shield, británicos; Magaie, Dagaie y Sagaie, franceses; Sibyl, franco-británico; RBOC y SRBOC, estadounidenses; SCLAR, italiano, y L/SRCR, israelí.

CAÑONES ANTIMISILES

El problema de la artillería antimisil radica en el hecho de destruir o anular un blanco tan pequeño y rápido como es un misil, con un proyectil que tiene como característica una baja efectividad y precisión unitaria. Buscando una solución al problema han sido establecidas dos alternativas básicas:

a) Uso de cañones de pequeño calibre y gran rapidez de fuego. Colocando en el aire una gran cantidad de tiros, algunos de ellos darán en el blanco. Los proyectiles tendrán un alto explosivo o serán núcleos de uranio empobrecido o acero al tungsteno, que deberán desarrollar una gran energía cinética; y

b) Uso de cañones de mediano calibre, 40-76 mm, de más baja cadencia de fuego, con proyectiles prefragmentados que explotan mediante espoletas de proximidad, de manera que los fragmentos diseminados a una alta velocidad den en gran cantidad en el misil enemigo.

Es posible usar cañones de gran calibre como armamento antimisil, pero su efectividad será muy reducida debido a su gran tiempo de reacción, baja cadencia de fuego y sistemas de control de fuego no optimizados ni apropiados para efectuar un tiro contra un blanco tan difícil como lo es un misil. Luego, los cañones

de gran calibre no se consideran como un verdadero armamento antimisil.

Las características principales que debe reunir un sistema de cañones antimisiles, son las siguientes:

- **Reacción rápida.** Desde el momento de detección del misil enemigo, hasta el momento en que se debe comenzar a disparar, pasa muy poco tiempo. Este pequeño lapso en que debe reaccionar el sistema es logrado con una elevada automatización y optimización de los tiempos de reacción de los subsistemas.

- **Exactitud.** Para batir eficazmente un blanco tan pequeño como es un misil se debe disparar en la forma más precisa posible. Las medidas necesarias para lograr esto, entre otras, son las siguientes:

- 1) Uso de un excelente sistema de traqueo, ojalá el uso de radares centimétricos y milimétricos para seguimiento en forma simultánea, capacitados para evitar las dificultades en el traqueo de misiles a ras de las olas, en presencia de ecos no deseables, y evitar el problema del efecto "imagen", en donde el radar tiende a trincarse alternativamente entre el misil y su imagen simétrica en relación a la superficie del mar. Los radares de control de fuego pueden completarse con sistemas electro-ópticos (televisión, laser, infrarrojo), que en presencia de buen tiempo tienen un mejor poder de resolución;

- 2) Integrar de manera efectiva los subsistemas de vigilancia, traqueo y estabilización, con el montaje de cañones, evitando los errores por desalineamiento dinámico y estático;

- 3) Uso de un calculador que mida el desvío angular entre el blanco y una ráfaga de proyectiles, de modo de efectuar las correcciones mediante el principio de *loop* cerrado de espoteo;

- 4) Obtener una baja dispersión balística del cañón y una alta cadencia de fuego, de modo que aumente la probabilidad acumulativa de dar en el blanco durante el vuelo del misil atacante.

- **Letalidad.** Un misil dañado puede seguir su trayectoria en forma casi balística y alcanzar el blanco. Por lo tanto, es necesario que los proyectiles que den en el misil causen su destrucción o severos daños, impidiendo que llegue a su objetivo. Esto, básicamente, se logra con:

- 1) Alta velocidad inicial de los proyectiles; y

- 2) Uso de materiales especiales en los proyectiles, como el acero al tungsteno o el uranio empobrecido, que le dan un gran peso específico, con lo cual se mejora el coeficiente balístico, que junto con la alta velocidad inicial aumenta la velocidad terminal del proyectil y, por ende, su energía cinética, que será sinónimo de penetración en el cuerpo del misil.

- **Rápido cambio de blanco.** Para amenaza de múltiples misiles atacantes es necesario un rápido cambio a un segundo o sucesivos blancos. Esto es realizado en buena forma por un computador que va traqueando simultáneamente los blancos y determina las prioridades y los blancos destruidos, ya sea porque se dio cuenta de su destrucción o porque con la cantidad de proyectiles disparados existe una alta probabilidad de destrucción y es urgente cambiar a otro blanco de peligro para el buque.

- **Alimentación de munición.** La alta cadencia de fuego hace necesaria una gran cantidad de munición disponible en forma inmediata y alimentada en forma totalmente automática. Igualmente, debe ser lo suficientemente rápido el reaprovisionamiento de los depósitos de munición de uso inmediato.

Algunos sistemas de cañones antimisiles son los siguientes

Phalanx

En 1968, la Armada estadounidense decidió adquirir un sistema de defensa aérea de corta distancia, y General Dynamics se encargó del desarrollo

El primer tiro de demostración de un Phalanx fue en 1970, en Point Mugu (California), y en 1972 la fábrica terminó la construcción de dos prototipos.

Entre los años 1972 y 1977, la Armada y General Dynamics efectuaron una serie de pruebas tanto en la mar como en polígono. Fueron llevados a cabo exitosos tiros contra blancos volantes supersónicos, en donde se observó la gran exactitud en el tiro y el excelente rendimiento del radar de traqueo –a pesar de las malas condiciones atmosféricas y el devastador efecto de los proyectiles subcalibrados de uranio empobrecido– en los blancos.

Terminada la evaluación, en 1977, la Armada encargó 37 sistemas Phalanx en una primera serie. En 1979, después de 11 años, comienza la fase de producción de los 420 sistemas que se terminarán de entregar en 1986.

El Phalanx cubre un sector de tiro de -25° a 80° , en elevación. El cañón es un Vulcan de seis tubos de 20 mm, con culatas independientes; dispara proyectiles subcalibrados, de uranio empobrecido, de 12 mm, a una cadencia de fuego de 3.000 tiros por minuto. La alimentación inmediata de munición está compuesta por 1.000 tiros.

Se considera como distancia máxima efectiva del sistema 1.500 metros, obteniéndose la máxima probabilidad de destrucción a los 450 metros. La velocidad inicial del proyectil es de 1.100 m/seg y la dispersión del sistema es de 1,5 mrad (1 desviación estándar).

El tiro es controlado por un computador, el que determina si el blanco fue destruido, pudiendo cambiar automáticamente a otro blanco. El sistema cuenta con un *loop* cerrado de espoteo automático, lo que es una inapreciable ayuda en la dirección del tiro.

General Dynamics construyó el Phalanx de modo que es relativamente fácil integrar dispositivos electro-ópticos y

efectuar un cambio de cañón, por otro de mayor calibre.

Los países que ya han adoptado el Phalanx como arma antimisil son: Estados Unidos, Australia, Japón, Gran Bretaña y Arabia Saudita.

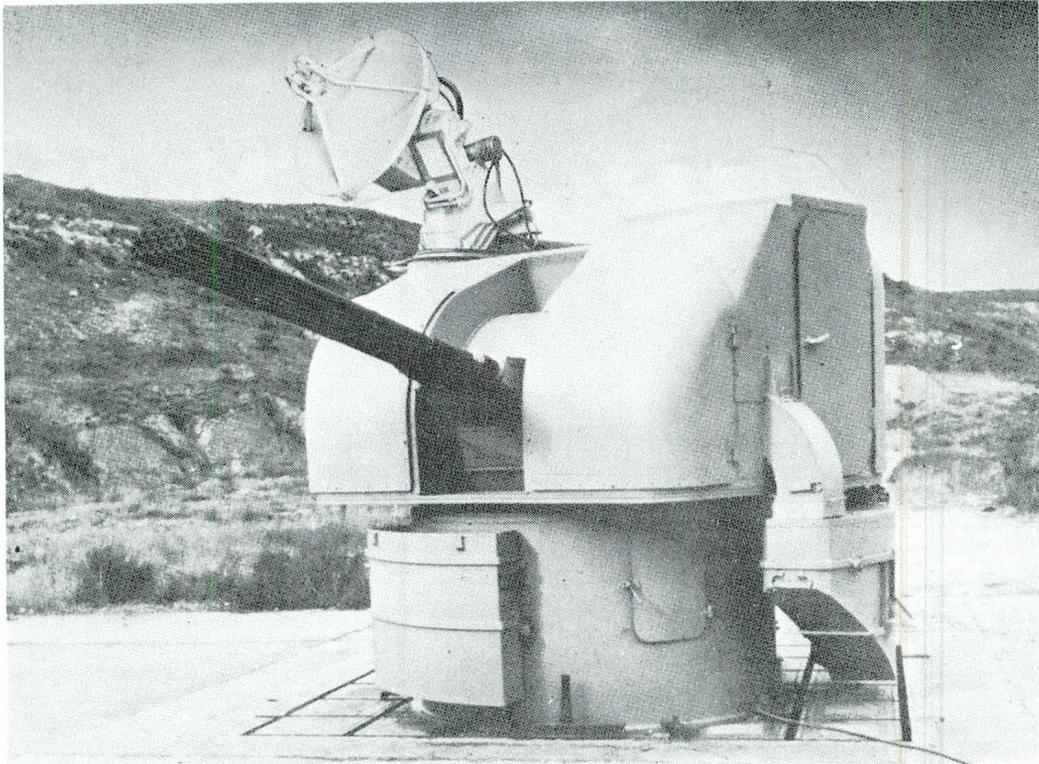
Meroka

Este sistema de cañones antimisiles ha sido desarrollado y construido en España por la Compañía de Estudios Técnicos de Materiales Especiales. El diseño es de origen alemán; en España fue adoptado como arma antimisil, existiendo una versión naval y otra terrestre.

Está compuesto por dos corridas de seis cañones de 20 mm, 120 cal. (Oerlikon).

Para compensar el desgaste de los tubos, el calentamiento y el torque producido por el retroceso, cada tubo dispara 2 tiros por segundo. La salva de los 12 tubos se efectúa en 80 mseg y se va repitiendo cada medio segundo, lo que hace una cadencia de fuego de 1.440 tiros por minuto del montaje completo.

El efecto que se desea con el tiro es el de "perdigonada". Se emplea munición de 20 mm, subcalibrada con núcleo de acero al tungsteno.



SISTEMA DE DEFENSA AEREA. MEROKA

Todas las unidades del sistema Meroka van en el mismo montaje, siendo las siguientes las principales: radar de traqueo doppler monopulsante Lockheed Sharpshooter, conjunto óptico-TV con visor de bajo nivel de luz, telémetro laser, unidad procesadora de datos, central de alimentación, panel control y —por último— el cañón de 12 tubos.

El sistema comienza a disparar a una distancia futura de 2.000 metros, teniendo 600 tiros para uso inmediato en el montaje.

El montaje está preparado para ser montado en cualquier buque, necesitando alimentación eléctrica y un equipo designador de buena calidad.

La Armada española tiene intención de adquirir unos 20 sistemas para ser instalados en el portaaviones *Principe de Asturias* y en fragatas y corbetas.

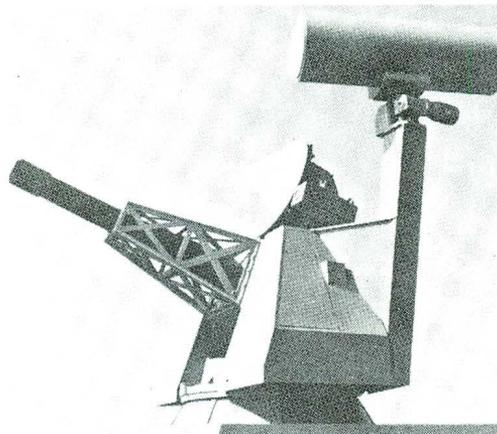
Goalkeeper SGE-30

Esta arma antimisil comenzó a materializarse a finales de la década del setenta, bajo los auspicios de la firma Hollandse Signaalapparaten. Inicialmente se decidió usar cañones Mauser de 30 mm en el montaje, pero finalmente se optó por el cañón General Electric GAU-8A, compuesto por siete tubos giratorios de 30 mm, usado en el avión A-10 estadounidense.

En septiembre de 1980, después de exitosas pruebas realizadas, la Real Armada holandesa decidió llevar adelante el programa, a fin de equipar inicialmente, con esta arma, a las fragatas tipo Kortenaar.

El montaje que aloja el cañón GAU-8A fue denominado EX-83, y cuenta con 1.190 proyectiles para uso inmediato. El cañón tiene un volumen de fuego de 4.200 tiros por minuto, con una velocidad inicial de 1.400 m/seg, y dispara un proyectil subcalibrado de acero al tungsteno, de 16 mm de diámetro. La dispersión de tiro del conjunto es de 1.2 mrad.

El radar de vigilancia es de nuevo tipo, desarrollado especialmente para detectar misiles antibuque, dotado de contra-contra medidas electrónicas, IFF y la técnica de seguimiento y vigilancia simultáneos (TWS: Track-Whilst-Scan), que le da una gran capacidad para actuar cuando hay más de un blanco a batir.



CAÑÓN ANTIMISIL GAU-8A

El radar monopulsante de traqueo se deriva del sistema de dirección de tiro Flycatcher y tiene la particularidad de funcionar simultáneamente en las bandas de frecuencia I y K. Este doble seguimiento de haz estrecho soluciona, en parte, los problemas del traqueo con retorno de mar y efecto "imagen".

El Goalkeeper es totalmente automático, desde la vigilancia, detección, selección y cambio de blanco. El proceso de trabajo automático del sistema puede ser interrumpido en forma manual, en cualquiera de sus etapas.

Estados Unidos está muy interesado y participa en el proyecto, previendo la necesidad de sustituir los Phalanx en el decenio 1990-1999.

Gatling ADG 6-30

La Armada soviética no se ha quedado atrás; ha desarrollado sus propios

sistemas de defensa puntual, para hacer frente a los aviones y misiles antibuque modernos.

El ADG 6-30 es un cañón compuesto de 6 tubos de 30 mm, enfriados por agua y que disparan en forma rotatoria. El volumen de fuego es de 3.000 disparos por minuto, con un alcance efectivo de 3.000 metros.

El sistema de control de fuego es el Bass Tilt, que está compuesto por un radar de seguimiento y un director visual, para ser usado cuando falle el radar o cuando éste sea afectado por perturbación electrónica.

El ADG 6-30 es un sistema estándar en la Armada soviética y es usado principalmente en los siguientes tipos de buques: portaaviones *Kiev*; cruceros *Kirov*, *Kara*, *Kresta I* y *Kresta II*; destructores *Kashin mod*, *Sovremenny* y *Udaloy*; fragatas *Grisha III*; corbetas *Nanuchka III* y *Taran-tul*; y buque de desembarco *Ivan Rogov*.

Sea Guard

La firma Contraves, en cooperación con otras industrias de armamento y electrónica, ha desarrollado el sistema antimisil multinacional Sea Guard. El sistema completo ha sido diseñado no sólo para controlar el arma antimisil, sino que a una gran variedad tanto de armamento defensivo como ofensivo, no antisubmarino, incluyendo misiles y cañones mayores.

Para cumplir con sus funciones, el sistema trabaja en base a módulos, entre los cuales se cuentan: radar de vigilancia, guerra electrónica, control y comando, sistema de traqueo para cañón de defensa puntual, cañón de defensa puntual, sistema de traqueo de propósito general, sistema de traqueo optrónico, consola control del armamento y equipos alimentadores de poder eléctrico.

El radar de vigilancia es el Dolphin, de Plessey; funciona en la banda c y puede efectuar una rebusca superficial y otra casi zenital en forma simultánea, a 60

rpm. Según Contraves, detectará un blanco de 0.1 m², a una distancia de 10 a 12 kilómetros.

El radar de seguimiento del arma de defensa puntual es monopulsante, trabaja en la banda Ku y está estabilizado en tres ejes. Junto al radar de seguimiento va instalado un sistema de traqueo alternativo, compuesto de un seguimiento angular mediante el FLIR (Forward Looking Infra-Red) y un seguimiento en distancia mediante telémetro láserico.

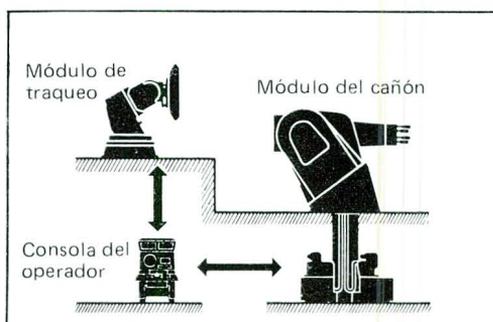


DIAGRAMA BASICO DEL SEA GUARD

El montaje del cañón Sea Zenith está compuesto por 4 tubos Oerlikon de 25 mm, 80 cal., dando una cadencia de fuego de 3.400 tiros por minuto, con una velocidad inicial del proyectil de 1.470 m/seg. La cantidad de proyectiles para uso inmediato es de 1.300 tiros. La munición a usar puede ser la tradicional o el proyectil subcalibrado de acero al tungsteno.

Es importante resaltar que el montaje Sea Zenith tiene capacidad para batir misiles de ataque zenital, ya que los límites en elevación del arma van de -15° a $+125^{\circ}$.

Según el fabricante, el sistema demora sólo dos segundos entre la designación del blanco y la apertura del fuego. Asimismo, fijó en 1,6 segundos el tiempo de fuego sobre el misil, lo que significa 90 proyectiles, que serían suficientes para lograr una probabilidad de destrucción

conveniente para destruir los misiles hostiles.

La dispersión del tiro es insignificante y la mínima distancia de fuego es suficiente para detener al misil oportunamente.

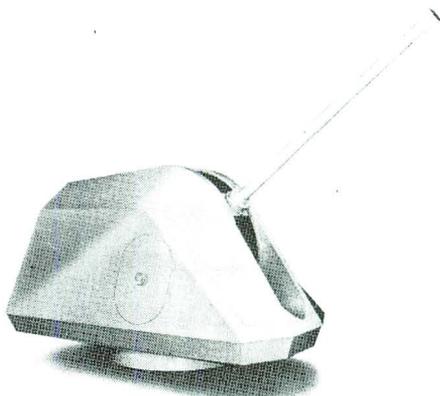
Hasta la fecha ningún sistema Sea Guard ha sido comprado, aunque las Armadas italiana y británica estarían interesadas en adquirirlo.

Bofors 57 mm, Mk.2 L/70

Bofors ha desarrollado un nuevo cañón, basado en el conocido 57 L/60, aumentando su automatización y velocidad de fuego.

La capacidad antimisil de este montaje está dada por el uso de un proyectil prefragmentado con uso de espoleta de proximidad, la cual tiene un control automático de sensibilidad. Para un blanco que vuela a 5 metros de altura, el radio de acción de la espoleta es de 1 metro; para uno que lo hace a 20 metros de altura, es de 3 metros; por último, para más de 40 metros de altura, el radio de acción es de 5 metros.

El motivo del uso de sensibilidad variable en la espoleta es para evitar ser accionada por retorno de mar.



CAÑÓN ANTIMISIL BOFORS 57 mm Mk 2

La cadencia de fuego del cañón es de 220 tiros por minuto y el montaje tiene 120 tiros para alimentación automática inmediata.

La distancia futura de apertura de fuego contra misiles es de 2.500 metros y la distancia de cese de fuego está considerada en 600 metros, ya que si el misil es alcanzado a menor distancia seguiría su vuelo en una trayectoria casi balística y alcanzaría su blanco.

Para completar el sistema, se estima que se usará como radar de vigilancia al Sea Giraffe 150 HC, y como traqueador al Philips 9 LV 200 Mk.2.

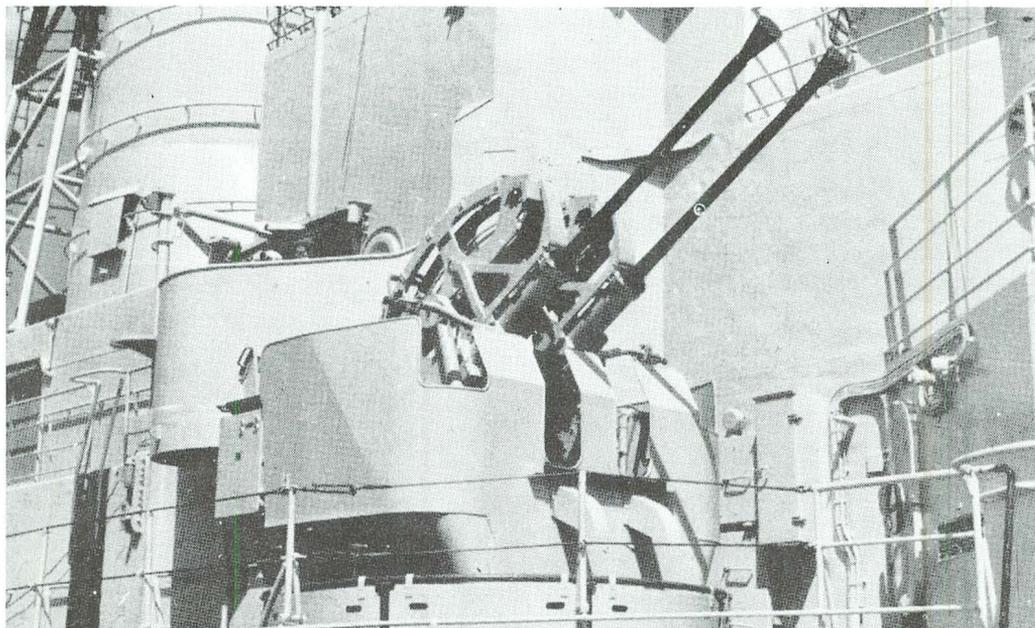
Dardo

Este sistema antimisil, operativo desde el año 1977, ha sido desarrollado por Elsag-Selenia, de Italia. Cuenta para su funcionamiento con medios automáticos de procesamiento de datos y de control de tiro.

El computador de tratamiento de datos ejecuta las siguientes funciones: traqueo automático del blanco, asignación de prioridades y selección del blanco más peligroso, designación automática al sistema de control de fuego y actualización de datos de nuevos blancos.

El radar de control de fuego es el Orion RTN-20X, de Selenia. Trabaja en la banda I, es monopulsante, cuenta con MTI, técnicas especiales para minimizar el problema del efecto imagen y medios de contra-contra medidas electrónicas, como agilidad en frecuencia y PRF.

El montaje usado es el Breda Compact 40/70 de dos cañones. La munición usada es prefragmentada, con espoleta de proximidad de control automático de sensibilidad. La velocidad inicial del proyectil es de 1.000 m/seg, disparados a una cadencia de 600 tiros por minuto. En 2.500 metros se considera la distancia futura para comenzar a disparar contra un misil. La reserva de munición del montaje estándar es de 736 proyectiles.



MONTAJE DEL BREDA 40/70 AA

El sistema Dardo está instalado en las fragatas clase Lupo de las Armadas italiana, peruana y venezolana; asimismo, lo está en las fragatas Maestrale, crucero *Vittorio Veneto* y portaaviones *Garibaldi*.

Una versión parecida, pero usando como traqueador al STIR de Hollandse Signaalapparaten, está instalada en las fragatas Meko 360 de Argentina y Nigeria. Al parecer, este sistema está dando resultados tanto o mejores que el original Dardo.

MISILES ANTIMISILES

Una alternativa para defenderse de los misiles antibuque son los misiles antimisiles, los cuales han sido desarrollados sólo en el último tiempo.

Lo que se busca es obtener una alta probabilidad de impacto con un solo misil. La tendencia de desarrollo de estos sistemas ha seguido dos caminos: misiles antimisiles de nuevo diseño y los basados

en misiles antiaéreos de corto alcance existentes, dándoles alguna capacidad antimisil.

Los problemas planteados a los medios de vigilancia, traqueo y servomecanismos de lanzadores, son similares a los que afectan a los sistemas de cañones antimisiles.

Lo que diferencia y plantea un difícil problema a los misiles antimisiles es el sistema de guiado, de los cuales se han destacado tres modelos: Teleguiado CLOS (Command to line of sight), radar semiactivo y autoguiado infrarrojo.

Características que debe reunir un sistema de misiles antimisiles:

- **Reacción rápida.** Mediante el uso de automatización en todas las etapas de funcionamiento. Uso de lanzadores verticales; gran velocidad del misil antimisil a fin de lograr una interceptación lejana que permita lanzar nuevamente sobre el mismo blanco si el primer misil ha fallado.

- **Lanzamiento sobre varios blancos.** El uso de varios directores de control de fuego permitirá hacer frente a un ataque de saturación y facilitará el disparo simultáneo de misiles sobre diferentes blancos. En el caso de no contar con lanzadores verticales, se deberá tener múltiples montajes lanzadores.

- **Guiado.** Deberá contar preferentemente de las siguientes etapas: guiado inicial semiactivo, adquisición del blanco por el autodirector infrarrojo y guiado terminal por autodirector infrarrojo. Los misiles antimisiles de la próxima generación serán del tipo "dispare y olvide".

- **Letalidad.** Deberá llevar gran carga explosiva para asegurar la destrucción del blanco. Uso de espoleta de proximidad a fin de hacer explotar la carga, ya que un impacto directo sobre un misil antibuque será casi imposible.

- **Recarga automática.** Es necesaria debido a la lentitud que supondría una recarga manual de misiles. Esto sería crítico si hay que defenderse de múltiples y sucesivos ataques.

Algunos sistemas de misiles antimisiles son los siguientes:

Seawolf

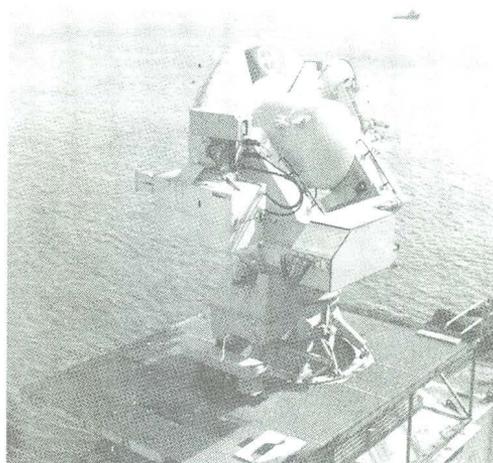
El sistema antimisil GWS-25 Seawolf es el único sistema de este tipo, operacional en la Armada británica, y que ha sido probado en combate durante la campaña de las Falkland. El modo de guiado usado por el Seawolf es el CLOS.

El sistema está compuesto por el radar de vigilancia 967/968, el radar de seguimiento 910 y el lanzador séxtuplo cargado manualmente.

El arma está siendo instalada en las fragatas tipo 22, así como en varias fragatas tipo Leander.

La necesidad de usar este sistema de arma contra misiles de vuelo rasante fue planteada cuando ya estaba en pleno

desarrollo, con lo cual algunos componentes, como el radar 910 de seguimiento, resultaron inadecuados para este tipo de ataque.



DIRECTOR DE TIRO PARA SISTEMA SEAWOLF VM40

Para solucionar los problemas encontrados, dando al Seawolf una verdadera capacidad contra misiles rasantes, se ha propuesto el radar de seguimiento 911 con canales en la banda I y J, llamado sistema GWS-25 Mod. 2. Otra alternativa está dada por el uso del director de tiro VM40, desarrollado a partir del STIR. Asimismo, se propone el uso de un lanzador doble de recarga automática o de un sistema de lanzamiento vertical.

El alcance del Seawolf es de 6.500 metros, su longitud es de 1,9 metros y la velocidad es de 2,2 mach.

Rolling Airframe Missile (RAM)

Este sistema, desarrollado por la división Pomona de General Dynamics, representa una de las alternativas más originales para enfrentar los misiles antibuque.

Estados Unidos, Alemania y Dinamarca son los países que están financiando la puesta a punto de esta nueva arma antimisil.

A fin de economizar, usando equipos ya probados, se decidió ocupar en el sistema partes de otras armas. Es así como la cabeza de combate, espoleta y motor, son similares a los del Sidewinder; el montaje y partes de la elevación y ronza son del Phalanx y el autodirector pasivo (radar infrarrojo) proviene del misil suelo-aire Stinger.

La Armada alemana espera instalar en las fragatas tipo Bremen dos lanzadores RAM EX-114 con 24 misiles cada uno; mientras, las Armadas estadounidense y danesa modificarán los lanzadores Sea Sparrow, alojando cinco RAM en una de las rampas centrales superiores.

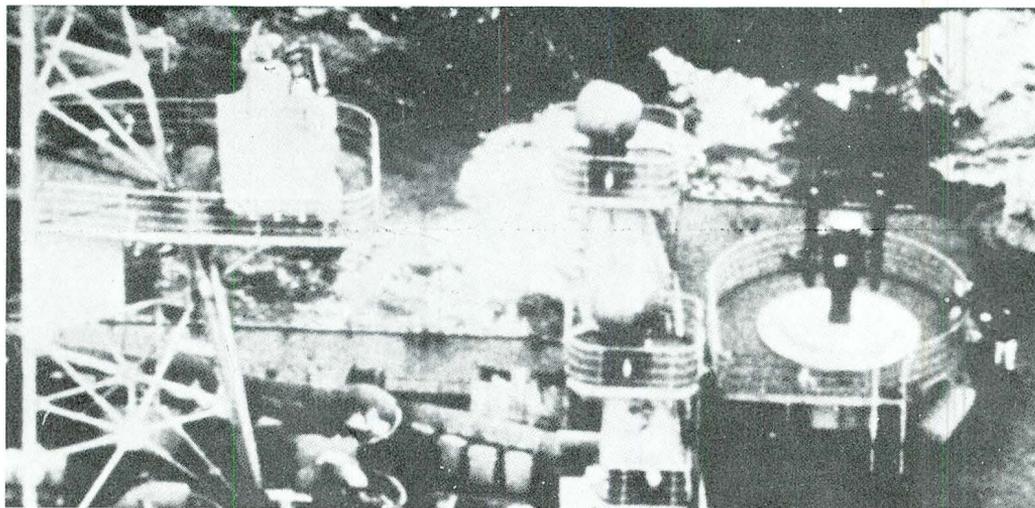
El funcionamiento del sistema comienza con la designación del blanco, se posiciona al lanzador, el autodirector recibe datos de los parámetros de radar del misil antibuque y se produce el disparo.

El misil sale rotando debido al ánima rayada del tubo contenedor, guiándose en una primera fase por las emisiones radáricas del blanco, para terminar su guiado en una fase final con autodirector infrarrojo. Es posible un guiado radárico durante toda la trayectoria, y a futuro se prevé lo mismo para guiado infrarrojo.

SA-N-4

Este sistema de misiles antiaéreos de corto alcance es usado extensamente por los buques de la Armada soviética, y tendría alguna capacidad antimisil.

El sistema de guiado del misil sería uno de doble modo, IR/CLOS (infrarrojo/teleguiado). El radar de seguimiento y guiado es el Pop Group, que tendría una alternativa óptica en caso de falla o contra medidas electrónicas al radar.



LANZAMIENTO DE UN MISIL SA-N-4. EL RADAR POP GROUP PUEDE APRECIARSE EN LA PLATAFORMA DE ELEVACION, A LA IZQUIERDA

El lanzador de los misiles es doble, teniendo una posición externa para el momento de disparo y otra interna, bajo cubierta, para cuando el sistema no está siendo utilizado.

El misil tiene una longitud de 3,2 me-

tros; alcance, 12 kilómetros; velocidad, mach 2.

Los principales tipos de buques de la Armada soviética que usan el SA-N-4 son los siguientes: portaaviones *Kiev*; cruceros *Kirov*, *Kara*, *Sverdlov*, *Krivak I* y *Krivak*

II; fragatas *Koni*, *Grisha I* y *Grisha III*; corbeta *Nanuchka*; hidroala *Sarancha* y buque de desembarco *Ivan Rogov*.

Barak

Este sistema de defensa puntual, desarrollado por Israel Aircraft Industries, es el resultado de la necesidad de contar con este tipo de arma por parte de la Armada israelí.

El Barak usa guiado de radar semi-activo, a pesar de que no es el mejor método contra misiles antibuque rasantes, debido a que la Armada israelí planteó como requerimiento que el arma fuera capaz de enfrentar, con alto rendimiento, la amenaza de aviones con armamento convencional, misiles antibuque y bombas "inteligentes". Esto es porque no se cuenta con medios para efectuar una defensa aérea en profundidad y en forma escalonada; luego, una Armada compuesta de pequeñas unidades debe contar con un arma multirrol.

El radar usado para el sistema se deriva del radar de aeronaves Elta EL-2021, teniendo como punto sobresaliente la capacidad de efectuar la triple función de rebusca, seguimiento e iluminación del blanco. La designación del blanco es dada normalmente por la C.I.C., pero si el radar de seguimiento es usado en el modo de rebusca, el Barak es capaz de efectuar una autodesignación e iniciar una secuencia de fuego en forma totalmente automática.

Inicialmente se desarrolló un lanzador óctuple, usando partes del montaje doble de 30 mm, TCM-30, que llevaba sobre sí el radar de control de tiro; este lanzador sería emplazado, en lugar del cañón OTO 76/60 de popa, en las lanchas misileras. Posteriormente, a fin de mejorar el tiempo de reacción y aprovechamiento de espacio a bordo, se decidió el desarrollo de un sistema de lanzamiento vertical, el cual reemplazará al lanzador óctuple.

El misil tiene un alcance de aproximadamente 5.500 metros, longitud de 2,5 metros y una velocidad de mach 2.

Se espera que el sistema Barak esté operacional a principios de 1985.

Sea Sparrow

La firma Raytheon es la encargada de producir este misil de defensa puntual, usado profusamente en los países de la Otan.

Este misil, de guía semiactiva, fue desarrollado para dar defensa aérea de corto alcance a buques de superficie, usando el Sea Sparrow RIM-7H.

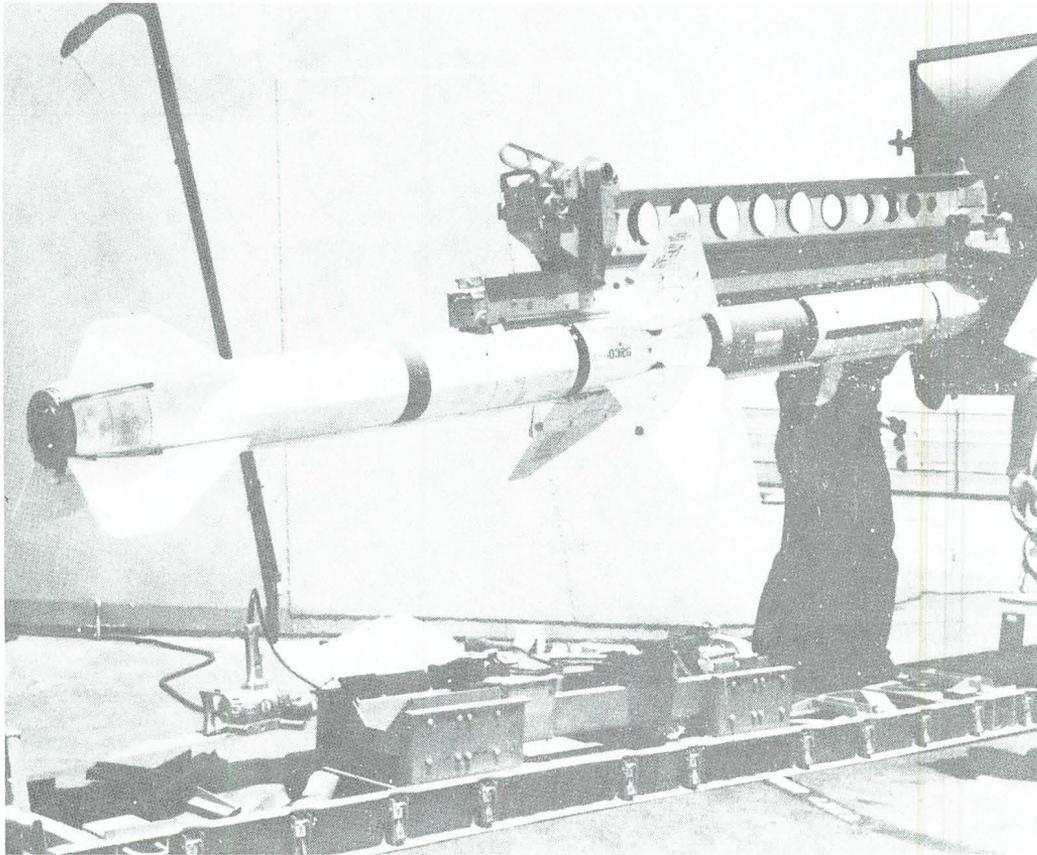
La capacidad antimisil del RIM-7H es limitada; más aún cuando se detectaron fallas de funcionamiento en la espoleta de proximidad, debido al retorno de mar.

El lanzador usado en la Armada estadounidense tiene capacidad para ocho misiles y se deriva del lanzador Asroc. La versión usada por los países de la Otan es también óctuple; sin embargo, se trata de un montaje mucho más liviano.

A fin de mejorar la eficiencia del Sea Sparrow contra aeronaves y misiles rasantes, se desarrolló un nuevo modelo, llamado RIM-7M, el cual tiene un mayor alcance, espoleta de proximidad perfeccionada y un nuevo radar y autodirector monopulsante, que reemplazará al antiguo de exploración cónica.

Raytheon ha comenzado la puesta a punto de un nuevo lanzador vertical, con lo que se mejorará el tiempo de reacción del sistema, se dará una cobertura hemisférica y se eliminarán las zonas ciegas. El destructor canadiense *Huron* ya ha efectuado exitosos lanzamientos de prueba con el sistema vertical.

El RIM-7M tiene un alcance de entre 3 y 18 kilómetros, una longitud de 3,66 metros y una velocidad de mach 3.



MISIL SEA SPARROW

Crotale naval

La necesidad, por parte de la Armada francesa, de contar con un sistema de defensa puntual la llevó a escoger el Crotale, de extenso uso como misil suelo-aire, producido por Thompson CSF y Matra.

Este misil, con modo de guiado CLOS, es efectivo contra aviones y misiles anti-buque no rasantes. Para dar efectividad al Crotale contra misiles rasantes, se han efectuado diversas modificaciones al sistema.

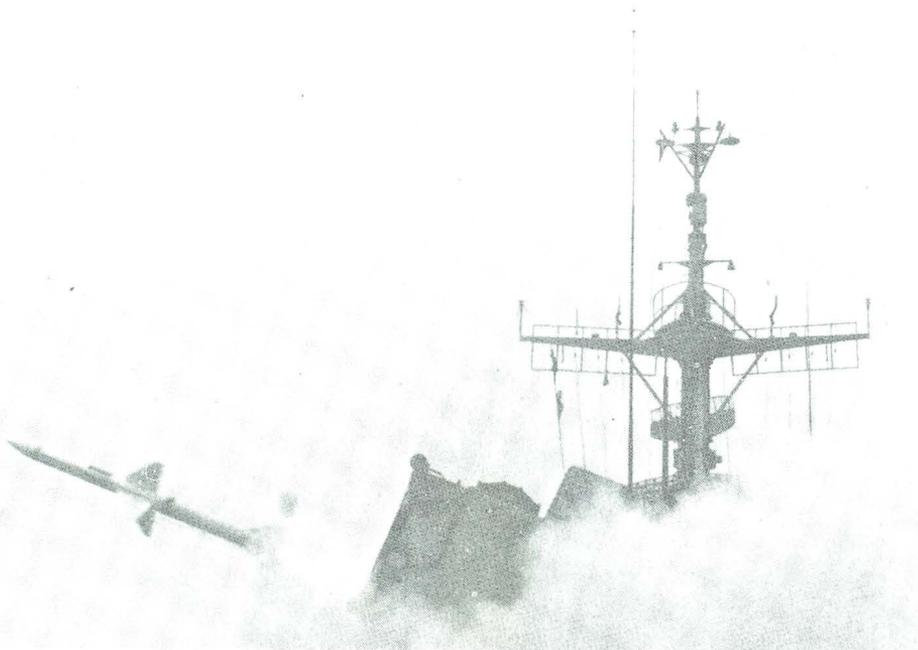
El lanzador usado en la versión naval tiene capacidad para ocho misiles. A su vez, los misiles tienen un alcance de 8,5 kilómetros, una longitud de 2,93 metros y una velocidad de 2,3 mach.

La Armada francesa decidió instalar el Crotale naval en los destructores tipo C-70 (A/S) y tipo F-67. Asimismo, Arabia Saudita instalaría el sistema en las fragatas tipo F-2000.

Albatros

Este sistema es una versión italiana del Nato Sea Sparrow. El Albatros utiliza el misil Aspide, desarrollado por Selenia, o también el Sea Sparrow.

Utiliza un radar de control Selenia Orion para traqueo y un radar para iluminación de onda continua, llamado Sirio. El lanzador es óctuplo, existiendo una versión cuádruple para buques menores.



LANZADOR ALBATROS DISPARANDO UN MISIL ASPIDE

Las características y capacidad del Aspide son muy similares a las del Sea Sparrow RIM-7M. Es, además, notable tomar en cuenta que los países que han adquirido el Albatros no han hecho gestión para cambiar el misil Aspide por el estadounidense. Sí ha sucedido lo contrario en el caso de las fragatas tipo Kortenaer griegas, que teniendo el sistema Nato Sea Sparrow, usan el misil Aspide.

Entre los países que usan el Albatros están Perú, Italia, Ecuador, Venezuela, Nigeria y Argentina.

MULTI-ROCKETS

El uso de multi-rockets como arma de defensa antimisil es una idea reciente y presenta una alternativa muy interesante. A la fecha no existe un sistema operativo, pero sí algunos proyectos, esperándose resultados concretos para mediados de la década del ochenta.

Básicamente, el arma es un intermedio entre el misil y un cañón, ya que consiste en disparar una salva de cohetes contra el misil antibuque, y mediante espoletas de proximidad hacer explotar la carga y, al usar munición prefragmentada, destruir o dañar el blanco.

Los cohetes pueden tener algún tipo de guiado, como ser, infrarrojo o, más comúnmente, sin ningún tipo de guiado, para ser usado en la defensa ultracorta, y la distancia máxima efectiva será, en este caso, el límite de la trayectoria predecible de los cohetes.

Este sistema de arma tiene una serie de ventajas con respecto a otros, como ser, un bajo costo comparativo, menor peso y relativamente fácil instalación a bordo. Además puede ser usado contra aviones, helicópteros, bombas inteligentes y en ocasiones contra buques y concentración de tropas en tierra. La desventaja es que su uso es sólo para cortas distancias, lo cual sería suficiente para cumplir completamente su rol antimisil.

Las características más importantes que debe tener este sistema son: un excelente radar de vigilancia, un computador para clasificar y dar prioridades, un radar de seguimiento liviano y compacto, una alternativa de traqueo oprónico, un computador muy rápido para resolver el problema de tiro, un lanzador liviano de rápida reacción y cohetes con alta carga de combate y gran velocidad.

Seafox

Si bien es cierto que existen en proyecto varios tipos de sistemas multi-rockets, el Seafox es uno de los más conocidos, representando fielmente las características básicas de un arma de este tipo.

Esta arma está siendo desarrollada en Gran Bretaña por Hunting Engineering, Marconi Space and Defence Systems, Ferranti y Vickers.

El Seafox ha sido diseñado para funcionar en forma totalmente autónoma y automática. La intervención del operador humano no es necesaria, aunque tiene la facultad de vetar una acción y supervisar el funcionamiento del sistema. Un computador control es el encargado de verificar el trabajo del sistema, desde la elección del blanco hasta la posición óptima del arma, tomando en cuenta los arcos ciegos.

La vigilancia está dada por un radar de corto alcance, tridimensional y de alta rotación de antena, lo que significa mejorar el tiempo de reacción al designar el blanco en tres dimensiones y tener constantemente actualizado al computador, sobre la posición del blanco; asimismo, se puede integrar un sistema de vigilancia oprónica.

El radar de traqueo es de tipo liviano; no necesita efectuar rebusca en elevación, ya que recibe designación tridimensional y está propuesto que sea del tipo milimétrico. Será posible usar como alternativa un sistema oprónico de traqueo complementario. La información del traqueo es entregada a un computador digi-

tal, que se encargará de solucionar el problema de control de fuego en forma muy rápida. La solución del problema de control de fuego se efectúa mediante un proceso iterativo entre la predicción del blanco e interpolación balística, tomando en cuenta variables como viento, datos propios, etc., para finalmente llegar a entregar los datos de posicionamiento del lanzador y permitir el disparo de los cohetes.

El lanzador está hecho para disparar seis rockets en dos salvas; la recarga puede ser manual, pero naturalmente será preferible un método totalmente automático.

El cohete está compuesto de un motor de combustible sólido, carga de combate con munición prefragmentada y espoleta de proximidad con su sistema de seguridad y armado. El cohete podrá usar otra munición y espoleta cuando se le use con otro fin que no sea el antimisil. La distancia máxima efectiva estará dada por la máxima distancia predecible de la trayectoria del cohete.

CONCLUSIONES

La amenaza de los misiles antibuque es una realidad y la única forma de hacerles frente, eficazmente, es mediante la acción coordinada de diferentes medios y sistemas.

La vigilancia es fundamental y en ella se deben conjugar tanto los medios aéreos como los de superficie, usando sensores activos como son los radares y los sensores pasivos, tales como MAE, detectores infrarrojos y ojo humano, los cuales serán muy útiles cuando el control de radiación electromagnético disponga silencio, para no evidenciarse. La experiencia indica la necesidad de una alternativa oprónica de traqueo, la que, si bien es afectada por las condiciones atmosféricas, no lo es por las CME.

La elección de un sistema antimisil es difícil, ya que se debe tomar en cuenta factores como el costo, características

deseadas, amenaza potencial, recursos humanos, etc.; además, sistemas antimisiles como CME, cañones, misiles y multi-rockets, son en cierto modo complementarios. De todas maneras, se considera que a lo menos se debe contar con CME y un sistema de armamentos.

A futuro, el sistema de multi-rockets se ve muy interesante, ya que podría aparecer como uno de los sistemas antimisiles de menor costo.

Las firmas constructoras de armas antimisiles dan datos de probabilidad, normalmente alta, de alcanzar un blanco determinado. Sin embargo, no hay que engañarse, porque esa información es obtenida de simulaciones en computador, con modelos matemáticos, los cuales muchas veces no representan fielmente la situación real. Además, las prácticas de tiro se han hecho sobre blancos que no siempre reúnen las características verdaderas de un misil antibuque moderno; más aún, no todos los misiles son iguales, por lo tanto, si a un determinado sistema se le asigna una efectividad de 0,95 contra el Styx, bien podría tener un 0,8 contra el Exocet y hasta un 0,65 contra el Penguin. A lo anterior hay que agregar las condi-

ciones atmosféricas y de mar, que se consideraron para dar esa efectividad.

Si tenemos en cuenta que un sistema antimisil tiene un costo de entre 3 a 11 millones de dólares, aproximadamente, nos puede parecer una suma sideral en un principio; no lo será posteriormente si pensamos que un moderno destructor o fragata tiene un costo superior a los 300 millones de dólares y lleva una tripulación de 150 a 200 hombres, entrenados después de años de instrucción.

Un buque con armamento antimisil tendrá, obviamente, una mayor probabilidad de éxito en el cumplimiento de su misión, ya que contará con los medios para rechazar una importante amenaza. Pretender hacer frente a los misiles antibuque con armamento convencional, no optimizado para el rol antimisil, es un error, debido a la bajísima probabilidad de dar en el blanco, suponiendo que el misil ha sido detectado a tiempo, y si –en el mejor de los casos– se logra dañar al misil antibuque puede que este daño no sea suficiente para detenerlo, alcanzando el misil su objetivo, con las devastadoras consecuencias por todos conocidas.

BIBLIOGRAFIA

- M. Battini, *The Missile Threat*, International Navy Technology, Expo 1978.
- Doug Richardson, *La lucha contra los misiles de trayectoria rasante*, Revista Internacional de Defensa N° 5/1981.
- W.J.I. Johnston, *Seafox: A new naval point defence concept*, International Naval Technology, Expo 1978.
- Lon Nordeen, Jr., *Countering the anti-ship missile*, Naval Forces N° 5/1982.
- *Jane's fighting ships*, 1982-1983.
- *El conflicto de las islas Falkland*, Revista Internacional de Defensa N° 9/1982.