LA MISSILE TRAP Y SUS CONSECUENCIAS

www.radarmalvinas.com.ar/ miguel angel silva

LA MISSILE TRAP
Y SUS CONSECUENCIAS

La *missile trap* (trampa de misiles) a que hacen referencia tanto el Almirante Woodward en su libro *One Hundred Days* como varios escritos británicos, consistió en el emplazamiento adelantado y en pareja de un destructor tipo 42 con misiles Sea Dart y una fragata tipo 22 con misiles Sea Wolf.

Para poder apreciar en su justa dimensión lo que significó esta missile trap, debemos analizar todo el entorno en el que debieron actuar nuestros aviones para atacar a los buques británicos; considerando todos aquellos elementos que intervinieron y que determinaron la forma en que finalmente se realizaron los ataques.

Al considerar el lado británico, además de los buques con Sea Dart y Sea Wolf, se deben tener en cuenta todas las otras armas *contra-aire* a bordo de buques, así como la amenaza de los Harrier.

Sea que empleasen unas u otros, los británicos necesitaban detectar a nuestros aviones a la mayor distancia posible, para así tener suficiente tiempo de reacción; por lo que también se debe tener en cuenta el cubrimiento de los sensores, en particular radares, utilizados para detectar y localizar a nuestros aviones atacantes.

Por el lado argentino debemos considerar el armamento utilizado para atacar a los buques, y las condiciones de lanzamiento que requerían.

De esta forma podremos realizar la confrontación entre aviones atacando y buques defendiéndose, y así tratar de vislumbrar qué fue lo que pasó.

En esta breve introducción, acabamos de definir los cuatro elementos principales que intervinieron:

- Las armas argentinas para atacar a los buques, y los aviones portadores.
- Las armas contra-aire de los buques británicos.
- El accionar de los Harrier.
- Los cubrimientos de detección británicos.

Las Armas Argentinas para Atacar a los Buques, y los Aviones Portadores

La Doctrina Conjunta y la Ley de Competencia de las Fuerzas Armadas Argentinas (expresadas en la Resolución 1/69) establecían que los buques eran objetivos primarios de Armada, y que Fuerza Aérea no debía desarrollar medios y armamento para atacarlos.

Por eso fue que para 1982 tanto los aviones de Fuerza Aérea y su armamento, como las tácticas y procedimientos, estaban orientados al ataque al suelo; para realizar operaciones aero-terrestres.

Pero las circunstancias hicieron que aviones y armamento terminasen siendo empleados contra los buques, por lo que el personal de Fuerza Aérea tuvo que improvisar, y tratar de aprender rápidamente las tácticas y procedimientos contra buques, todo a partir del 05 o 06ABR82, fecha en que comenzamos a tomar conciencia de que Gran Bretaña no nos iba a entregar las *Irredentas Islas* a través de Naciones Unidas, como habíamos concebido en nuestro planeamiento original, sino que ya había ordenado a su flota que zarpara y pusiera rumbo a las *Falklands* para echarnos.

Para cuando llegó el 01MAY nuestra capacidad contra-buques estaba dada por:

- La Flota de Mar de nuestra Armada, organizada en la Fuerza de Tareas 79, como componente principal para la guerra.
- Aviones A-4 de Armada: con bombas configuradas contra buques, y cañones.
- Aviones Super Etendard de Armada: con 5 misiles Exocet; y con capacidad para portar bombas y cañones.
- Aviones Dagger, A-4 y Canberra de Fuerza Aérea: con bombas configuradas contra suelo, improvisadas contra buques; y cañones en los dos primeros.

Como sabemos, una vez iniciada la guerra nuestra Flota de Mar lamentablemente se vio impedida de actuar, por lo que todo el peso del combate con los buques británicos debió ser soportado por los aviones.

En el caso de los aviones de ataque, los Dagger, y los A-4 tanto de Fuerza Aérea como de Armada, a igual que el bombardero Canberra, sea cual fuere el tipo de bombas y su configuración, todas eran bombas sin ningún tipo de guiado, de trayectoria balística por acción de la gravedad.

Sus envolventes de lanzamiento eran amplias en cuanto a altura, y como eran de caída libre, más alto era el lanzamiento, a mayor distancia del blanco se hacía, pero era menor la probabilidad de impactar en un blanco de determinadas dimensiones, un buque en nuestro caso; ya que las bombas tenían más tiempo de vuelo para desviarse de su trayectoria ideal.

Esto llevaba a establecer un error de precisión que fuese aceptable acorde con el tamaño del blanco, lo que fijaba una altura y distancia óptimas de lanzamiento, sin considerar por el momento las amenazas contra-aire en el lugar del blanco.

Las bombas también tienen una limitación de altura y distancia mínimas de lanzamiento, debido al tiempo de armado de la espoleta por un lado, y a la seguridad de que su explosión no afectará al avión lanzador por el otro.

Si el lanzamiento se realiza a baja altura para buscar precisión, existen dos opciones para alejar al avión de la explosión de sus bombas: que la espoleta tenga un tiempo de retardo antes de hacer explotar la bomba, o hacer que la bomba se vea frenada en su avance, mediante algún artilugio en su cola, paracaídas o aletas por ejemplo, que ofrezca resistencia al avance y la aleje del avión lanzador.

En cuanto a los Super Etendard de Armada, el misil Exocet permitía ser lanzado por fuera de la envolvente letal del misil Sea Dart, el arma de mayor alcance de los buques británicos. Estos aviones lamentablemente no fueron empleados para atacar portando bombas.

Las Armas Contra-aire de los Buques Británicos

A los buques británicos los podemos agrupar arbitrariamente en tres categorías:

- De guerra, con armamento para defenderse.
- De apoyo a las operaciones, logísticos, de desembarco, etc. pertenecientes a la flota auxiliar de la Royal Navy.
- Civiles requisados.

Los buques de guerra desde ya tenían todo lo necesario en armamento, radares, etc. para poder enfrentar un combate; los otros barcos de la Royal Navy y los civiles nada.

Hay numerosos escritos posteriores al conflicto referidos a que los británicos no esperaban que los aviones argentinos atacaran en la forma tan osada en que lo hicieron. Pero cuando esto se tornó realidad, los hechos llevaron a que todos los buques procuraran buscar un algo con que repeler a los atacantes, por más primitivo que fuera; normalmente ametralladoras.

La falta de defensas adecuadas también hizo que los buques de apoyo y civiles tuviesen que permanecer cerca de los de guerra y estar dentro de las envolventes letales de las armas de éstos si querían sobrevivir; o tener la suerte de que los atacantes optaran por los de guerra antes que por los de desembarco o los logísticos.

En cuanto a los buques de guerra, las armas contra-aire con que contaban eran:

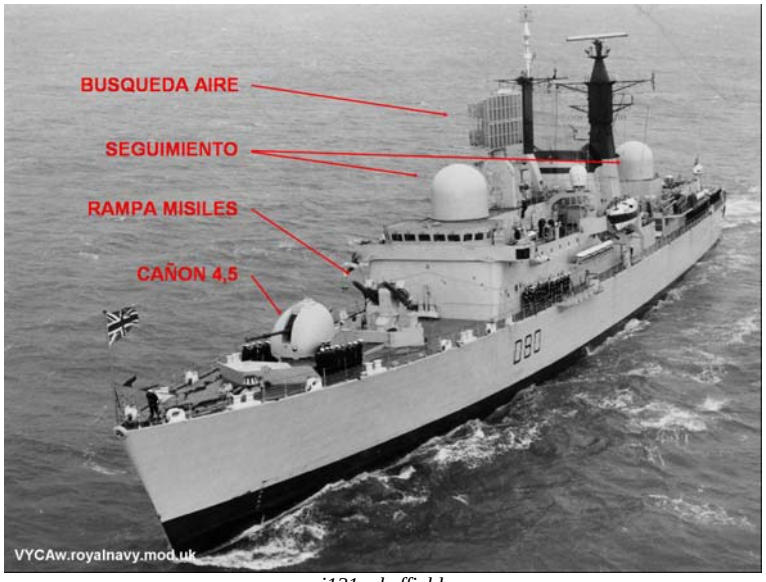
- Misiles Sea Dart a bordo de los destructores tipo 42, el portaaeronaves *Invincible*, y el destructor tipo 82 *Bristol*. Las fotos de página 5 los muestran a bordo de la Sheffield y la Coventry.
- Misiles Sea Wolf en las fragatas tipo 22 y algunas Leander. En la página 6 se ve a la Brilliant y a estos misiles.
- Misiles Sea Cat. Se aprecian en la página 7 junto con la Yarmouth.
- Misiles Sea Slug. Mostrados en la página 8 con uno de sus buques portadores, la Antrim.
- Cañones de 4,5 pulgadas. Se los puede ver en las fotos de página 5.
- Cañones antiaéreos Boffors de 40 mm (foto en la página 9), y varios de 20 y 30mm.

A esto agregaron en forma improvisada todo lo que sirviese para degradar, disuadir, o lo que sea, a los aviones argentinos; como se puede apreciar en las imágenes de páginas 9 y 10, utilizando bolsas de arena y maderas como protección, y un hierro soldado a una baranda como afuste. Como muestra la última imagen de página 10, hasta los fusiles individuales servían.

Pero estas armas livianas eran de corto alcance y relativa eficacia; servían más para desahogarse que para derribar aviones, salvo por supuesto que como producto del azar el proyectil de la ametralladora o del fusil impactase justo en un elemento vital del avión.

En cuanto a los misiles; el Sea Dart, con un alcance de aproximadamente 40 km, y el Sea Wolf, con alrededor de 6 km y diseñado para actuar en forma casi automática contra misiles antibuque, eran desarrollos de la década 70, y por tanto las armas más eficientes a bordo de los buques. Más adelante los trataremos en detalle al analizar la missile trap.

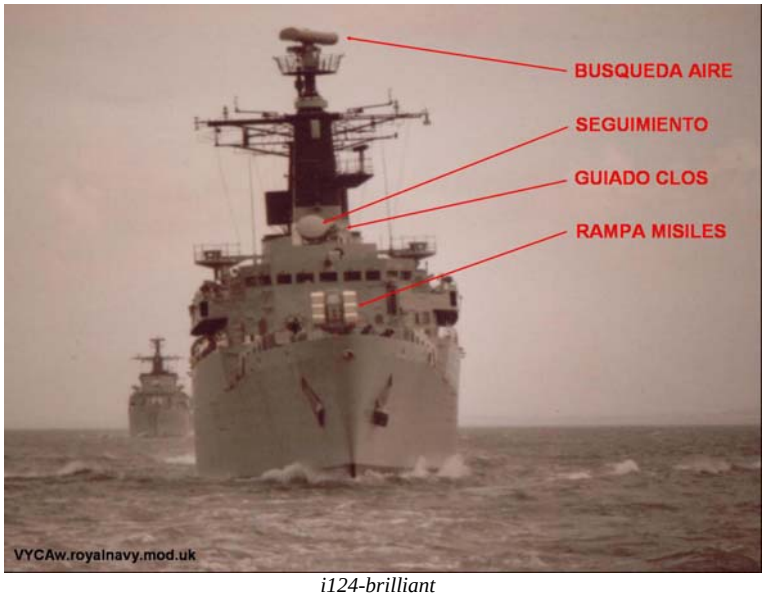
Los misiles Sea Cat, con un alcance de aproximadamente 4 km, y los Sea Slug con alrededor de 25km, eran diseños de fines de la década 50, y por tanto sus sistemas de detección y guiado eran demasiado primitivos como para oponerse con éxito a los aviones penetrando a 10 metros sobre el mar.



i121- sheffield

i122-coventry

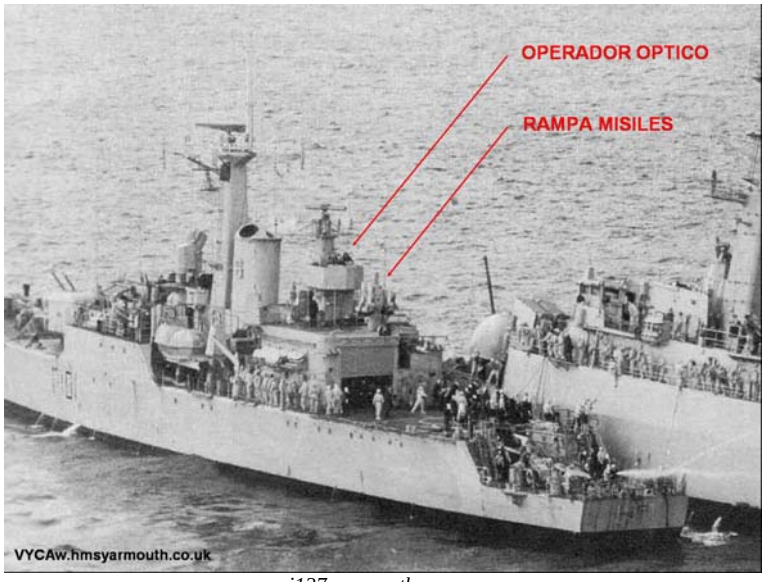
i123-rampa sea dart



i124-brilliant

i125-rampa sea wolf

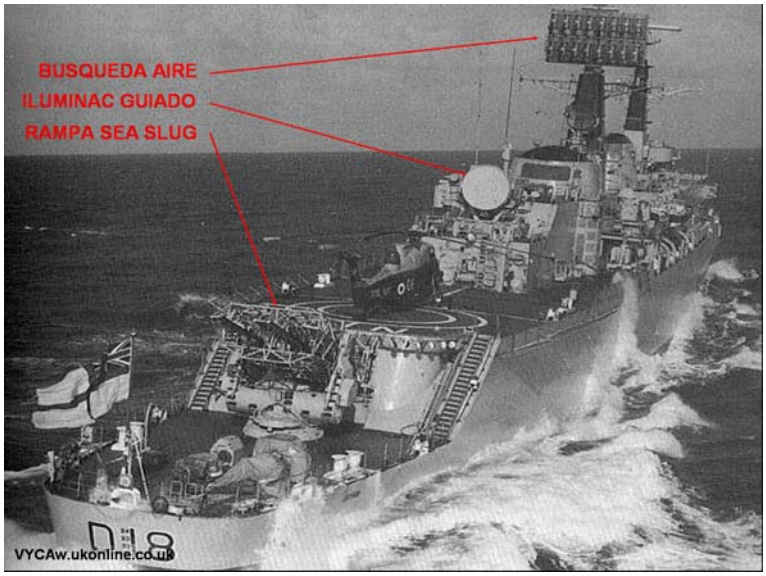
i126-lanzamiento sea wolf



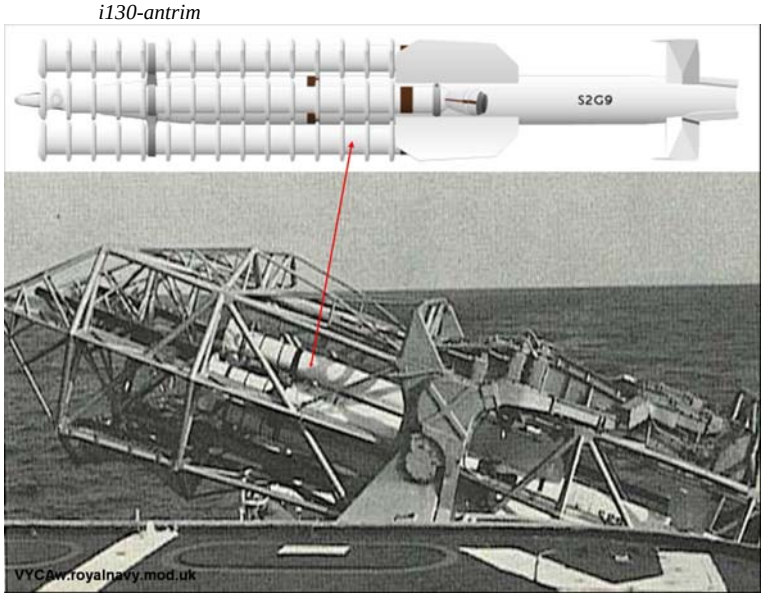
i127-yarmouth

i128-rampa sea cat

i129-lanzamiento sea cat



i130-antrim



i131-rampa sea slug

i132-lanzamiento sea slug

i133-cañón 40 mm

i134-antiaéreo fearless

i135-antiaéreo

i136-antiaéreo yarmouth 1

i137-antiaéreo yarmouth 2

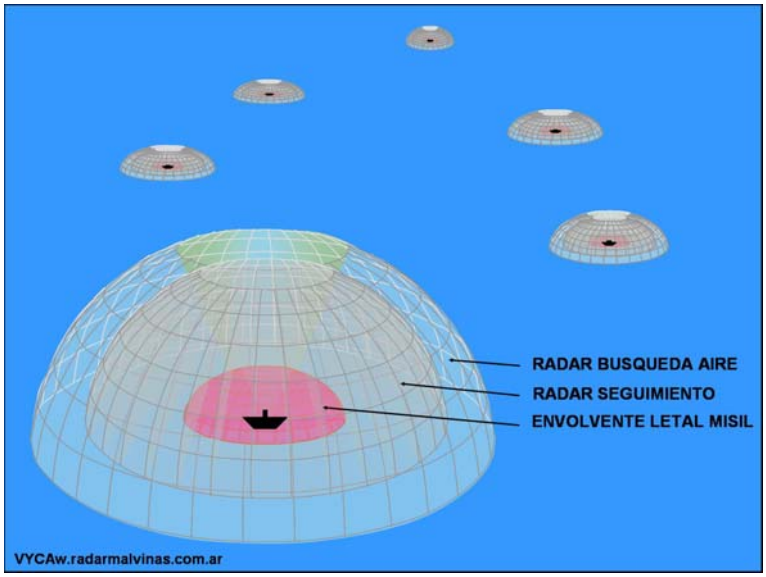
i138-fusiles

Su tecnología hacía que su peligrosidad fuera relativa, y por eso justamente se habían realizado los desarrollos del Sea Wolf y el Sea Dart que eran sus reemplazos.

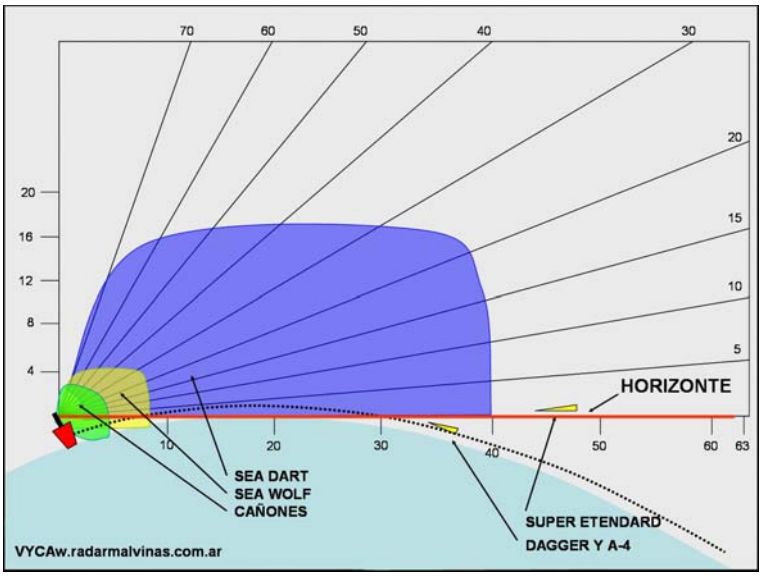
Los cañones de 4,5 pulgadas con su lenta cadencia de fuego, que también fueron usados para batir a nuestras tropas en las zonas costeras, los Boffors de 40 mm, con 3 a 4 km de alcance, y algunos de 20 y 30 mm eran la última línea de defensa de los buques.

Por lo que acabamos de ver, podemos considerar a los buques de guerra como pequeñas burbujas letales en el mar. Burbujas con un radio y una altura que eran función del misil o los cañones que tuviese el buque. 40 km y 15.000 metros para los poseedores del Sea Dart, 6 km y 4.000 m con el Sea Wolf, 25 km y 10.000 m con Sea Slug, y 3 km y 3.000 m con Sea Cat.

La imagen *i139-burbujas* sería su representación, incluyendo dos burbujas más, las de los alcances de detección de los radares de búsqueda y de seguimiento, necesarios para que funcione el sistema. En la imagen *i140-envolventes* se puede apreciar, utilizando los cortes verticales de las burbujas letales, la superposición de los volúmenes que cubrían. Hemos agregado la trayectoria rasante de los Dagger y A-4 y el lugar de lanzamiento del Exocet por los Super Etendard.



i139-burbujas



i140-envolventes

En la confección del gráfico se ha considerado: la curvatura de la tierra, la altura aproximada de los sensores y armas en los buques, y la altura de alrededor de 10 metros a la que atacaban nuestros aviones.

Mientras los aviones argentinos atacantes no penetrasen en estas burbujas nada les pasaría. Pero esto iba a depender de los blancos a atacar, ya que si éstos eran los buques de guerra u otro barco próximo a ellos, estaban justo en el centro de estas burbujas, y con excepción de los Super Etendard, que podían disparar sus misiles Exocet a 45 km, el resto no tenía opción, para arrojar sus bombas o si o si debían penetrar hasta el centro de estas burbujas.

El Accionar de los Harrier.

Para completar la situación y aumentar el desaliento de los pilotos argentinos, estaban los Harrier, que con sus desplazamientos podían cubrir con toda facilidad los espacios vacíos que quedasen entre las burbujas letales. Y pocos días antes del 01MAY, Estados Unidos le proveyó a Gran Bretaña el misil aire-aire *Sidewinder L* para sus Harrier, que era superior a los *Magic* y *Shafrir* que dotaban a los aviones argentinos, y no a todos, sólo a los Mirage III y Dagger que actuaban como cazas de acompañamiento o sombrilla aérea.

Pero no entraremos en el aspecto aire-aire de la confrontación, aunque sí lo debemos recordar, porque su amenaza influía en el planeamiento de las trayectorias de vuelo para las penetraciones hasta las burbujas letales de los buques.

Los Cubrimientos de Detección Británicos

Para que tanto las armas contra-aire de los buques como los Harrier pudiesen actuar sobre los aviones atacantes argentinos necesitaban detectarlos a la mayor distancia posible, sea para tratar de utilizar a los misiles a su mayor alcance, sea para posicionar correctamente a los Harrier.

El elemento más utilizado para lograr esta detección lejana era el radar denominado *de búsqueda aire* de los buques.

A lo que *ve* un radar, a su campo visual, se lo llama *cubrimiento*. Como las antenas de estos radares giran azimutalmente en los 360º, el cubrimiento es una especie de burbuja semiesférica (ver imagen *i139*), con un radio que está dado por el alcance máximo en km o en millas náuticas, y con una altura de 15.000 a 30.000 metros. El borde inferior de este cubrimiento es un plano tangente a la superficie de la tierra en el punto geográfico en donde está emplazado el radar.

Debido a la curvatura de la tierra, entre ésta y ese plano tangente que es la parte inferior del lóbulo se crea un hueco con forma de cuña, con su vértice en el radar. A medida que nos alejamos del radar, la altura de esa cuña aumenta (ver la imagen *i140* y la *i146* en página 21).

Si el lector recuerda las operaciones aéreas de Malvinas, tendrá presente que los pilotos argentinos procuraban volar por debajo del lóbulo, dentro de esa cuña, para que los buques británicos no los detectaran con sus radares, o recién lo hicieran cuando estaban próximos, con lo que disminuían los tiempos disponibles para que reaccionaran los sistemas de armas de los buques.

Debido a esta forma de cuña, nuestros aviones, a medida que se acercaban a los buques debían descender cada vez más, hasta pegarse al agua, volando a 9 o 10 metros, como se puede apreciar en la fotografía *i141-ataque de A-4*, tomada desde la Coventry o la Broadsword, que muestra a dos A-4 en su corrida final de ataque. Era la única opción que tenían, ya que no disponían de dispositivos de guerra electrónica que pudiesen degradar a los radares.

Si la antena del radar está colocada a una cierta altura, por ejemplo en la parte superior de uno de los mástiles de un buque, el lóbulo del radar se puede inclinar haciendo que apunte levemente hacia abajo, con lo que el plano se transforma en un cono tangente a la tierra. El vértice del cono estará ubicado en la antena del radar, y su línea de contacto con la tierra será el horizonte. Y la cuña se formará recién a partir de esta línea de contacto.

La amenaza para los buques, el avión atacante argentino, debía volar por arriba del horizonte para poder ser detectado.

En los casos que estamos analizando, el Sea Dart y el Sea Wolf de la missile trap; los buques tenían un radar para la detección y adquisición de la amenaza-blanco que eran nuestros aviones, el radar de *búsqueda aire*, ubicado en uno de sus mástiles. También tenían uno o dos radares, llamados de *seguimiento*, para el apuntado de las armas, y si éstas eran misiles, para su guiado, normalmente colocados en plataformas a mediana altura.

Las imágenes de página 5 muestran ambos radares y la rampa de misiles para el sistema Sea Dart, denominado GWS-30; las imágenes de página 6 muestran los radares y la rampa de misiles del sistema Sea Wolf, denominado GWS-25.

Lo mismo sucede con el sistema del Sea Cat, designado GWS-22, en página 7; y con el GWS-1, que es el del Sea Slug, en página 8.

i141-ataque de A-4

Volviendo a los gráficos de página 11, a las burbujas formadas por las envolventes letales de las armas les debemos agregar otras burbujas, de mayores dimensiones, que corresponden a los cubrimientos de los sensores de los buques.

Estos cubrimientos y envolventes son los que permiten, y permitieron cuando Malvinas, confeccionar un *modelo* de cada tipo de buque, sea como blanco, sea como amenaza.

Para la construcción de ese modelo se comenzaba con dos datos: la altura del sensor, el radar a bordo del buque británico, y la altura a la que volaría nuestro avión atacante. Esto nos daría la distancia a la que el avión sería detectado, cuando cruzara por arriba del horizonte.

Esta distancia se puede calcular teóricamente mediante las fórmulas

$$\text{Distancia}_{(km)} = 4{,}12\sqrt{h_{sensor(m)}}$$

$$\text{Distancia}_{(nm)} = 1{,}23\sqrt{h_{sensor(ft)}}$$

La primera calcula la distancia en kilómetros para alturas de radares o blancos en metros, la segunda nos da distancias en *millas náuticas* para alturas de radares o blancos en *pies*. Estas dos últimas unidades de medida, junto con *nudos* para las velocidades, son las que normalmente se utilizan en la actividad aérea, pero para simplificar el presente análisis, hemos colocado todo en metros, kilómetros y kilómetros por hora.

Utilizando estas fórmulas y el gráfico *i-140* de página 11 como referencia, y yendo al caso concreto de Malvinas, se podía determinar que para un buque de guerra con una antena de radar a aproximadamente 19 metros de altura, y un avión volando a 10 metros del agua, la máxima distancia de detección resultante sería 31 km. Si el avión volase a 100 metros sería detectado a 59 km, y si lo hiciera a 12.000 metros se lo vería a 469 km.

Por supuesto que hay otros dos factores a considerar en la detección radar, uno es el alcance del sensor, dado por su potencia de transmisión y la sensibilidad de su receptor, y el otro es la reflectividad (intensidad del eco) de la amenaza-blanco. A esto se deben agregar otros factores que normalmente se traducen en una ¨*k*¨ por la que se multiplica el resultado. Estos son detalles en los que no entraremos.

Pero volviendo a Malvinas, lo recién calculado quiere decir que, por más que nuestros aviones volasen a 9 o 10 metros del agua, a partir de los 30 o 32 km iban a volar por arriba del horizonte radar, y por tanto iban a ser detectados.

Nuestros aviones, atacando a 550 o 570 nudos (283 a 293 metros/segundo) recorrían esa distancia en aproximadamente 110 a 105 segundos. Este tiempo teóricamente era suficiente para que reaccionaran tanto el Sea Wolf como las otras armas de corto alcance, pero no les dejaba a los británicos margen para ningún tipo de duda previo al disparo. Y en el caso del Sea Dart, resultaba casi insuficiente, como después veremos.

Los británicos buscaron desesperadamente una solución a este problema del escaso tiempo de reacción. Había que poner la antena del radar más alta, y la solución existía, eran los radares aeroportados de los AWACS y los Hawkeye de Estados Unidos, pero aunque este país les entregó otro material, como los Sidewinder L, a estos aviones no se los facilitó.

Hacía varios años que Gran Bretaña estaba tratando de desarrollar el equivalente al AWACS a bordo de un Nimrod, pero sin éxito, por lo que aceleró la puesta en operación de otro desarrollo, un radar de alerta temprana, el *Searchwater*, a bordo de un helicóptero Sea King, como muestra la imagen siguiente, pero tampoco llegó a tiempo.

i142-sea king con searchwater

Esto obligó a los británicos a colocar buques, llamados *piquete radar*, adelantados hacia el Oeste respecto a la posición del grueso de la flota. Los buques que mejores radares tenían para esta tarea eran los destructores tipo 42, como el Sheffield, el que fue alcanzado por un Exocet lanzado por los Super Etendard mientras cumplía justamente estas funciones al sur de las Islas.

LA MISSILE TRAP

Para la década 60, los avances tecnológicos habían permitido el desarrollo de misiles con un alcance y eficacia tales que hicieron que se tuviese que replantear cómo resolver el enfrentamiento entre la amenaza y el arma para defenderse.

En cuanto al ataque a buques se refiere, tanto en NATO como en el Pacto de Varsovia aparecieron misiles con capacidad para ser lanzados por fuera (stand off) de la envolvente letal de las armas defensivas del buque, por lo que el avión lanzador ya no tenía necesidad de penetrar esa envolvente, y quien lo hacía era el arma, el misil.

Esto planteó dos problemas a resolver: destruir, inutilizar o degradar al avión lanzador antes de que disparara, y hacer otro tanto con el misil una vez lanzado.

Muchos toman como referencia clave en esta toma de conciencia de las nuevas amenazas, al ataque y hundimiento del destructor israelí *Eilat* por misiles *Styx* durante la guerra árabe-israelí de 1967.

Este replanteo del enfrentamiento entre la amenaza y el arma defensora impulsó nuevos desarrollos; en el caso de Gran Bretaña, dos misiles: el Sea Dart en procura del mayor alcance posible, con el avión portador como blanco primario; y el Sea Wolf, para las distancias cortas, para las amenazas de aproximación directa (close-in), tanto aviones como misiles, tomando a éstos como blanco primario para los diseños.

También para esa época cambió el concepto en cuanto al nivel de vuelo para los ataques. En la Unión Soviética habían hecho su aparición el SA-2 y otros misiles que tornaban alcanzables a los aviones que trataban de volar lo más alto posible; y se pasó al otro extremo, volar lo más bajo posible, pegado al terreno o al mar.

Volviendo a Gran Bretaña, como recién dijimos su respuesta al replanteo de ese enfrentamiento para el caso de los buques fueron dos misiles: el Sea Dart y el Sea Wolf.

Lo ideal hubiese sido un único misil que cumpliera ambos requisitos, pero eso no era posible. También hubo estudios para colocar ambos misiles en un solo buque, pero tampoco fue factible.

Resultado: un tipo de buques con Sea Dart, otro tipo de buques con Sea Wolf.

Y así llegamos a la segunda mitad de la década 70, con los prototipos de ambos sistemas de misiles finalizando sus pruebas de aceptación y con la iniciación de la producción e instalación a bordo de los buques.

En ese entonces Gran Bretaña tampoco pensaba en Malvinas como un posible elemento de conflicto con Argentina, y por eso nos vendió, paradoja del destino, dos destructores tipo 42, la *Santísima Trinidad* y la *Hércules*, con lo último de su tecnología, el Sea Dart.

El Misil Visto Como Sistema

Para que un sistema de misiles buque-aire funcione, necesita:

- Un radar de búsqueda aire para la detección y adquisición de blancos aéreos; que puede variar según el buque en el que se instala el sistema.
- Uno o dos (normalmente dos) sistemas de apuntado y seguimiento del blanco, conformado por un radar, que puede estar complementado o no por un sistema de TV y un sensor infrarojo.
- Una o dos rampas de lanzamiento, con una cierta cantidad de misiles listos para ser disparados.
- Los misiles en sí.

Hay una relación entre el alcance máximo del misil y los alcances de los radares de seguimiento y de búsqueda debido a los tiempos involucrados desde que el blanco es detectado hasta que es alcanzado por el misil. Esto lo veremos en los cálculos que a continuación haremos para poder apreciar la eficacia teórica de los misiles.

Cuando uno va a enfrentarse con un sistema de misiles, es esencial conocer sus parámetros y modo de operación para poderlo analizar y determinar sus capacidades, pero sobre todo sus debilidades, para así planear la mejor forma de enfrentarlo.

Pero normalmente la información que siempre se suministra es: cuanto pesa y cuanto mide el misil, algunos otros datos sueltos, y una fotografía. Si bien estos datos nos pueden dar una idea muy limitada, nada nos dicen de las performances del misil.

Lo que a nosotros nos interesa saber es:

- Hasta donde llega, tanto en distancia como en altura.
- Cuanto tarda en llegar.
- Cuanto tiempo consume todo el sistema, desde que detecta al blanco hasta que el misil está en el aire.
- Cual es la capacidad de maniobra del misil, y como varía con el tiempo y la altura.
- Como es el procedimiento de guiado.
- Como es la trayectoria (ley de guiado) que seguirá el misil en su vuelo.
- Cual es el tiempo de reacción para maniobrar, y su precisión.
- Muchos etcéteras más.

Esta información, que es vital para poder planear cómo enfrentar al misil, es muy difícil de obtener. El ejemplo es lo mostrado en los facsímiles de la imagen *i143-información sobre sea wolf*, que son de documentos de la época de Malvinas.

El de la izquierda es información pública que obtuvieron los radaristas un par de días antes de partir hacia Comodoro Rivadavia el 01ABR; es un artículo sobre el Sea Wolf aparecido en la revista International Defense Review de MAY76.

El de la derecha es información *secreta* brindada por la Jefatura de Inteligencia del Estado Mayor General de la Armada, referida al mismo misil.

Ahora resulta fácil, ya han transcurrido 25 años y se dispone de mucha información sobre Malvinas y sobre los buques y misiles británicos, por eso sabemos que colocaban juntos a buques con Sea Dart y Sea Wolf formando la missile trap; pero para 1982 ni los radaristas ni los pilotos tenían suficiente información, sobre todo estos últimos, que eran quienes debían penetrar las burbujas letales de los buques procurando la supervivencia de su avión y de ellos mismos.

Para ese momento todo era más suposición que certeza, y con eso debían trabajar, evaluando primero en forma individual cada una de las amenazas contra-aire a enfrentar, no sólo la missile trap. Y después evaluarlas nuevamente como un todo integrado. Y según el resultado, los pilotos planear y realizar las misiones de ataque, y los radaristas ver qué podían hacer, según las posiciones de buques y Harrier, para guiar a los aviones atacantes y utilizar a la caza de acompañamiento en procura de buscar la máxima supervivencia de los aviones argentinos.

i143-información sobre sea wolf

El Sea Dart

Respecto a la información sobre el Sea Dart, teníamos una gran ventaja, era el arma de dotación de los destructores tipo 42 de nuestra Armada. Analizar al Santísima Trinidad o al Hércules era analizar a uno de sus gemelos británicos. Rara vez en las guerras sucede un hecho así; disponer directamente del sistema enemigo para analizarlo y probar las tácticas y procedimientos a emplear contra él.

Los parámetros con los que trabajaremos a continuación no son exactamente los del Sea Dart, lo mismo sucede con el Sea Wolf, pero sus valores aproximados nos permitirán apreciar cual fue la situación en Malvinas.

Para la mayoría de los cálculos se requiere utilizar una fórmula muy simple, esa que nos dice que el espacio es igual a la velocidad por el tiempo. En procura de clarificar los conceptos, usaremos muchos términos en inglés, aunque parezca lo opuesto. No siempre las traducciones expresan exactamente la idea que se quiere significar, y a veces hay dos o más traducciones diferentes para un mismo concepto.

La explicación sin dudas le parecerá tediosa y llena de conceptos técnicos, pero lamentablemente son necesarios para entender lo que pasó.

Lo explicado para el Sea Dart también sirve para el Sea Wolf y los otros misiles.

El análisis que haremos es similar al que hicieron pilotos y radaristas en 1982, aunque como dijimos, en ese entonces toda la información que se poseía era ambigua y estaba llena de incertidumbres, y las conclusiones eran más suposiciones que certezas.

El Sea Dart como sistema era denominado GWS-30, y para su funcionamiento utilizaba al radar búsqueda aire de dotación de los buques para detectar y adquirir al avión-blanco. La información brindada por este radar apuntaba a la rampa de lanzamiento de los misiles y a uno de los dos radares de seguimiento 909 (ver las fotografías de página 5). A continuación, el radar de seguimiento iluminaba permanentemente al avión para que el misil se guiase por el eco devuelto por éste hasta impactarlo.

El *RADAR BÚSQUEDA AIRE* de dotación de los buques con Sea Dart era el *Type 965 M* en la mayoría, y el *Type 1022* en el segundo lote de los destructores 42. En las fotografías de página 5 se puede ver la diferencia de las antenas; la del 965 en la Sheffield, y la del 1022 en la Coventry.

El radar 965 era viejo, por lo que había comenzado a ser reemplazado por el 1022. Su antena *AKE 2* era de las que podríamos denominar de primera generación, y estaba formada por un conjunto de dipolos delante de un plano reflector, y por su forma era llamada *bedstead* (elástico de cama). La de dotación de las 42 del primer lote y del Invincible, tenía un doble conjunto de dipolos superpuestos para tratar de mejorar la forma del lóbulo y lograr más precisión y mayor alcance, pudiendo detectar a un avión de combate a los 180 km.

El radar 1022 era de una nueva generación y con una nueva tecnología de antena, con un reflector curvo y una hilera de bocinas de guía de onda como emisores, con lo que lograba una forma de lóbulo, llamado *cosecante cuadrada*, más estrecho y consistente y con un alcance de 265 km.

Tanto uno como otro radar, pero especialmente el 965, tenían problemas para detectar y recuperar el eco de un avión de entre el ruido (clutter) de los ecos devueltos por el mar cuando el avión

estaba próximo a, o por debajo del horizonte, por lo que el sistema no podía ser utilizado adecuadamente contra aviones que, como los nuestros, volaban pegados al agua.

El problema que tenían estos radares electromagnéticamente lo podemos apreciar visualmente en la fotografía *i141-ataque de A-4* de página 13, en donde cuesta distinguir a los aviones, sobre todo al de la derecha, que está por debajo del horizonte.

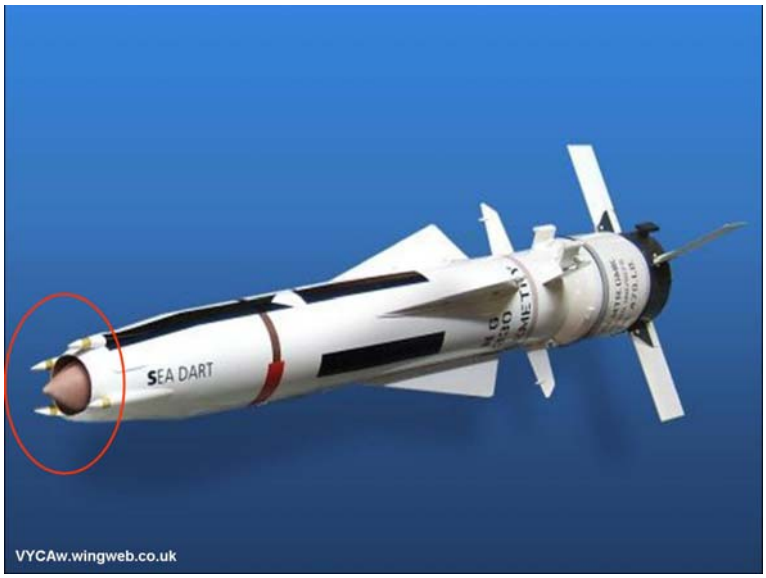
El *RADAR DE SEGUIMIENTO Type 909* era el que mantendría permanentemente apuntado al avión-blanco para que el misil pudiese impactarlo o pasar lo suficientemente cerca como para activar la espoleta de proximidad.

Este era un radar de *onda continua*, que se basa en el principio del corrimiento doppler de frecuencias para determinar velocidades de blancos; y por lo tanto no se veía afectado severamente por el clutter del mar como el de búsqueda aire, pero su tecnología hacía que no pudiese suprimir completamente los corrimientos doppler producidos por el oleaje del mar. Esto sumado a otros efectos de modulación del eco, hacían que el radar tuviese dificultades para mantener al avión-blanco centrado, con lo que se degradaba su eficiencia para permanecer apuntado y seguir al avión-blanco cuando éste volaba pegado al mar.

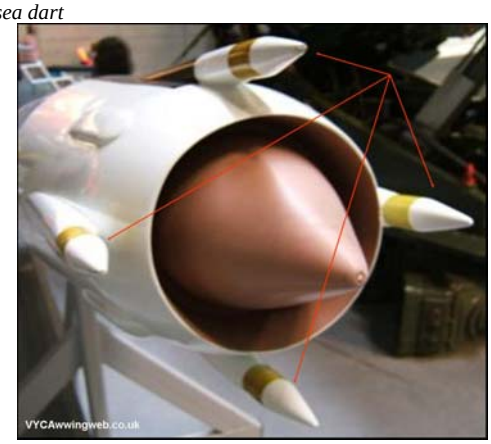
El *MISIL SEA DART* en si, se basaba en un método de guiado llamado *semiactivo* para dirigirse hacia el blanco.

Este guiado semiactivo consiste en iluminar permanentemente con el radar de seguimiento al avión-blanco, para que el eco devuelto por éste sea captado por un receptor de radar montado a bordo del misil, y sobre la base de la posición angular relativa entre la dirección de arribo del eco y el eje del misil, comandarlo al misil para que esta diferencia angular sea cero.

En el caso del Sea Dart, para que el misil sepa donde está su blanco respecto a su eje, utiliza una antena de radar que en realidad está formada por 4 antenas, por lo que el lóbulo del radar queda conformado por 4 sublóbulos superpuestos parcialmente, y el centro de este conjunto de lóbulos coincide con el eje del misil. Las fotografías siguientes permiten apreciar estas antenas.



i144 e i145-antenas misil sea dart



Esta técnica para determinar la posición angular relativa del blanco respecto al eje del misil se llama *monopulso*. Significa que el mismo eco reflejado por el blanco es captado por las cuatro antenas al mismo tiempo, lo que permite establecer fácilmente, por comparación de las características que presenta el eco en cada uno de los lóbulos, si el avión-blanco está arriba o abajo y a derecha o izquierda del eje.

La diferencia angular y su posición azimutal relativa producirán la señal de guiado que hará maniobrar al misil.

Este proceso, desde que el receptor de radar del misil capta la diferencia angular hasta que la corrige

mediante la maniobra, lleva un cierto tiempo, y aunque se mide en milisegundos, en este tiempo las posiciones relativas de misil y avión ya habrán nuevamente cambiado, ya que uno se desplaza a 670 metros por segundo y el otro lo hace a 300 m/s.

El resultado sería que el misil estaría siempre atrasado, apuntando a una posición en la que ya no estaría el blanco, haciendo que al final el misil pasase por detrás o lejos del avión, más allá del radio de efecto de la carga explosiva del misil.

Para solucionar esto, al misil se lo hace volar hacia una posición adelantada del avión-blanco. En el caso del Sea Dart, éste lo hace siguiendo una ley de guiado llamada de *navegación proporcional*.

Esta ley consiste en estimar, basándose en las variaciones angulares de las posiciones relativas del avión-blanco y el misil, cual sería la posición futura de aquel, y hacia allí dirigir al misil. Como la maniobra de corrección es proporcional al error angular, a esta ley se la llamó de navegación proporcional.

Como conclusión, a bordo del misil se utilizan 3 líneas, ejes o direcciones para calcular las maniobras. Una es el eje físico del misil. La otra es el *boresight*, que algunos traducen como línea de mira; y que es el centro o *eje de apuntado* del sensor, y que no coincide con el eje del misil. La diferencia angular entre estas dos líneas es la que se tiene que tratar de mantener constante para asegurar que misil y avión se vayan a encontrar. Por ejemplo, si ambos tuviesen la misma velocidad y el ángulo de cruce de sus trayectorias fuese 90º, este ángulo sería de 45º, manteniendo esos 45º tenemos la certeza de que misil y avión se van a encontrar.

La tercera línea es la *line of sight*, que también se suele traducir como línea de mira, pero que no es la misma que el *boresight*. Esta line of sight es la posición angular en donde se encuentra el avión-blanco respecto al eje de apuntado (boresight) del sensor. Esta diferencia angular es la que el misil debe corregir para tratar de mantenerla en cero.

Lo descrito nos permite apreciar que, hacer que el misil impacte al avión-blanco es algo bastante complejo debido a todos los factores que intervienen en los cálculos. A la producción de estos errores que harán que el misil falle, puede ayudar el avión-blanco si sabe como hacerlo y tiene la información adecuada.

Nada de Contramedidas

Después de finalizado el conflicto de Malvinas se habló y escribió bastante sobre el uso que se había hecho de la guerra electrónica, pero, ¿cual fue la realidad en cuanto al uso por los aviones de ataque argentinos?; nada.

Unos años antes del conflicto de Malvinas la Fuerza Aérea Argentina había iniciado un proceso para dotar a sus medios con capacidades de guerra electrónica, pero los presupuestos primero, y los tiempos de entrega después, hicieron que para Malvinas sus aviones no tuvieran ninguna capacidad al respecto.

Para degradar a un sistema como el del Sea Dart, uno va a tratar de atacarlo electrónicamente a través de todos sus componentes, o va a maniobrar para llevarlo más allá de sus límites de operación.

Comenzando por el radar de búsqueda aire, sea el 965 o el 1022, si el avión volaba por debajo de su horizonte, dentro de esa cuña que se formaba entre la parte inferior del lóbulo y el mar, lograba disminuir los tiempos de reacción del buque y su sistema. Unos párrafos más adelante haremos unos cálculos al respecto.

Para descender en forma correcta y mantenerse dentro de la cuña, el avión necesitaba conocer la posición más o menos precisa del buque; esto lo podría haber hecho si hubiese estado equipado con un alertador de que estaba siendo iluminado por un radar (un radar warning receiver – RWR). Es lo que hacían los Vulcan en sus misiones Black Buck. Nuestros aviones no tenían este dispositivo, así es que lo único que podían hacer era, por pálpito, comenzar a bajar de nivel a partir de cierta posición geográfica al oeste de las islas.

También se podía, mediante un avión dedicado a contra medidas electrónicas, degradar al radar empastándole la pantalla para que el operador no pudiese discriminar al avión-blanco. Por supuesto no lo teníamos. Pero la tecnología vieja, sobre todo del 965, no podía competir con el clutter (ruido o empastamiento) que producían los ecos del mar encrespado, por lo que el efecto era bastante parecido.

Para degradar al radar de seguimiento, el 909, se podían usar técnicas que hicieran que el radar apuntase a un lugar erróneo, lo que haría que el misil no recibiese el eco del avión, necesario para su guiado. O se podría emplear otra técnica que hace que la antena del radar oscile continuamente, con lo que no se podrían realizar los cálculos para el guiado. O el avión podría lanzar chaff, para que tanto radar como misil se enganchasen en él; pero tendríamos que haber tenido el radar warning para saber cuando

tirarlo, y un chaff de una calidad más o menos aceptable, que cumpliera con su función. Por supuesto, nada, sólo coraje.

Por último se podría tratar de degradar al misil, o al receptor de radar que portaba para ser más correctos; ya que al ser de guiado semiactivo necesitaba del eco del avión-blanco para guiarse. Las técnicas de contramedidas serían las mismas que recién explicamos para el radar de seguimiento. Pero nada.

No obstante aquí también la tecnología vieja y el mar ayudaron, ya que el misil una vez lanzado tomaba altura y trataba de captar al eco del avión con su receptor de radar. Pero el avión estaba abajo, por debajo del horizonte, y por tanto el misil miraba hacia el mar y sus olas; y como el receptor de radar era simple para poder ser instalado a bordo del misil, no tenía la adecuada capacidad como para poder lidiar con el clutter del mar.

Resultado: el sistema Sea Dart GWS-30 con sus radares era bastante ineficiente para poder lidiar con aviones volando a ras del agua, y prácticamente no ofrecía ninguna autoprotección; de esto pueden dar fe los sobrevivientes de la Coventry, que fue alcanzada mientras cumplía funciones dentro de la missile trap. En el mapa-esquicio *i151* de la página 25 se puede apreciar donde se encontraba en el momento de ser atacada.

No obstante el Sea Dart fue responsable de 3 o 4 derribos. Dos A-4 el 25MAY justamente a manos de la Coventry poco antes de que ésta fuera alcanzada por las bombas de los A-4 que siguieron a los derribados; y uno o dos el 30MAY por el/los misiles del Invincible o de la Exeter.

A todo lo hasta aquí analizado debemos agregar que el comportamiento del sistema de misiles variará según el avión atacante lo enfrente directamente o desfile (ver gráfico *i155* en página 27).

Pero aunque el Sea Dart tuviese una eficiencia relativa como arma contra vuelos rasantes, y fuese motivo de muchas quejas por parte de los británicos después de la guerra, lo mismo cumplía un rol más que importante. Era el principal motivo por el cual los aviones argentinos debían pegarse al agua para poder atacar. Y al hacer esto, nuestros aviones se autodegradaban notablemente, como veremos a continuación, ya que anulaban una de las componentes de maniobra, la vertical.

Conclusión: nada de contramedidas para supervivir.

Nada de Maniobras

Misiles y aviones maniobran de formas completamente diferentes.

Los misiles en general son simétricos, y la ubicación de sus aletas les permite maniobrar hacia cualquier dirección en forma indistinta, con el único agregado de la fuerza de gravedad. Por eso se suele decir que poseen 6 grados de libertad.

Los aviones en cambio tienen alas, y dependen de la fuerza de sustentación que éstas producen. Si un piloto quiere realizar maniobras más o menos bruscas debe primero hacer rolar su avión para que su cabeza quede apuntando hacia el centro de viraje de la dirección hacia donde quiere ir, y luego llevar su palanca completamente atrás, para que la fuerza de sustentación le permita hacer un viraje lo más cerrado posible.

Si por ejemplo quiere realizar un viraje completamente cerrado hacia su izquierda, lo que llaman *notch*, debe inclinar su avión 90º hacia la izquierda colocando sus alas verticales, y llevar la palanca contra su estómago. Si quiere conservar su altura, debe realizar la maniobra con un poco de cuidado, ya que al poner al avión a 90º casi no tiene sustentación vertical, mientras que sí actúa la gravedad, que hará que el avión descienda, para lo cual debe compensar con timón para tener la nariz arriba del horizonte.

Si esta maniobra se realiza a cierta altura, no hay problemas si el avión desciende un poco, es más, se suele aprovechar la acción de la gravedad. Pero si esta maniobra se realiza a 9 o 10 metros del agua existen grandes probabilidades de que se pierdan un par de metros, y éstos bastan para que la puntera del ala se clave en el agua. Si se compensa con demasiado timón, el avión va a subir, y se va a ofrecer aún más como blanco.

Conclusión: a 9 o 10 metros del agua nada de maniobras bruscas, sólo virajes casi planos.

Pero antes vimos que lo que el misil debe corregir para alcanzar a su blanco es el error angular entre el boresight y el line of sight. A mayor error angular, mayor maniobra, más G´s, más difícil seguir al avión-blanco. Por lo tanto lo que el piloto del avión atacante tendría que procurar producir, es la mayor variación angular posible; cosa que no puede hacer si se encuentra a 10 metros del agua y con virajes casi planos.

Si el avión se desplaza tangencial al buque que lanza el misil, la gran variación angular se puede lograr con velocidad (ver el avión 2 de la imagen *i155* en página 27), pero si la dirección de avance del avión es enfrentando al buque, la variación angular es ínfima, y por tanto le resulta fácil al misil seguir al avión atacante e impactarlo, sólo tiene que ponerse delante de él.

Este no era el caso del Sea Dart, por lo que antes vimos respecto a sus problemas con blancos a ras del agua, pero si lo era para el Sea Wolf, para el que, un avión atacando de frente sin casi desplazarse lateralmente, era el blanco ideal. Después volveremos sobre esto.

Como vemos, la elección del blanco a atacar ya pesa en el resultado final. Si el buque-blanco no es un buque de guerra y no está junto a uno de éstos, la trayectoria del ataque será tangencial al sistema de misiles, las variaciones angulares serán mayores, y las componentes trigonométricas cambiarán notablemente. Es lo que sucede en los ataques sobre tierra, en donde el blanco a atacar normalmente no es el arma antiaérea, y la trayectoria del avión generalmente es tangencial a ella, y tratando de evitarla.

Pero en Malvinas sucedía algo especial con los buques de guerra, había una cierta fascinación, ya que en lugar de considerarlos una amenaza a evitar, como se haría con un Roland o un Rapier en tierra, se los elegía como los blancos a atacar.

Por Qué el Vuelo a Ras del Agua

Recién acabamos de analizar que el Sea Dart tenía serios problemas con los vuelos atacantes a ras del agua; pero esto no lo sabíamos con certeza los argentinos en 1982. Nuestros pilotos habían buscado el asesoramiento del personal de Armada de los destructores tipo 42, e incluso habían practicado algunos ataques en diversas condiciones, para determinar cual era la mejor forma de hacerlo, pero la ineficiencia del Sea Dart contra vuelos rasantes lamentablemente no se expresó; por lo que se asumió que también era eficiente aunque el avión volase bajo.

Y como consecuencia surgieron especulaciones como la que muestran el gráfico y los cálculos que siguen, con la esperanza de al menos disminuir las probabilidades de derribo.

La información que se poseía sobre el Sea Dart era:

- Que era dotación de los destructores tipo 42, de la tipo 82 *Bristol*, y del portaaeronaves *Invincible*.
- Que estaba compuesto por un radar de búsqueda aire *965 M* de 180 km de alcance si eran los destructores de la primera serie, y por el *1022* de 265 km de alcance si eran los buques de la segunda serie.
- Que cada buque tenía dos radares de seguimiento *909* que podían actuar en forma simultánea guiando misiles contra dos blancos diferentes.
- Que tenían una sola rampa con dos misiles listos para disparar, que podían ser disparados en salva con una cierta distancia entre ambos misiles; y que la recarga de nuevos misiles era automática y tardaba entre 7 y 10 segundos.
- Que su envolvente letal era de 40 km de alcance y 16.700 metros de altitud; y su velocidad promedio de Mach 2,1 (702 metros por segundo).
- Que su guiado era semiactivo, por lo que el radar de seguimiento tendría que iluminar continuamente al avión atacante, y la trayectoria del misil era por navegación proporcional.
- Que los tiempos involucrados hasta el lanzamiento del misil eran:
  - 10 seg para adquirir y seguir al blanco
  - 7 seg para realizar los cálculos de intercepción
  - 1 seg a 2 seg para que el humano tomara la decisión de disparo
  - 1 seg para la respuesta del misil

Esto daba 19 a 20 segundos para todo el proceso; y había otros 5 seg de tiempo muerto entre el momento de impacto de un misil, y la condición de listo para reiniciar el proceso y lanzar el misil siguiente a un nuevo blanco.

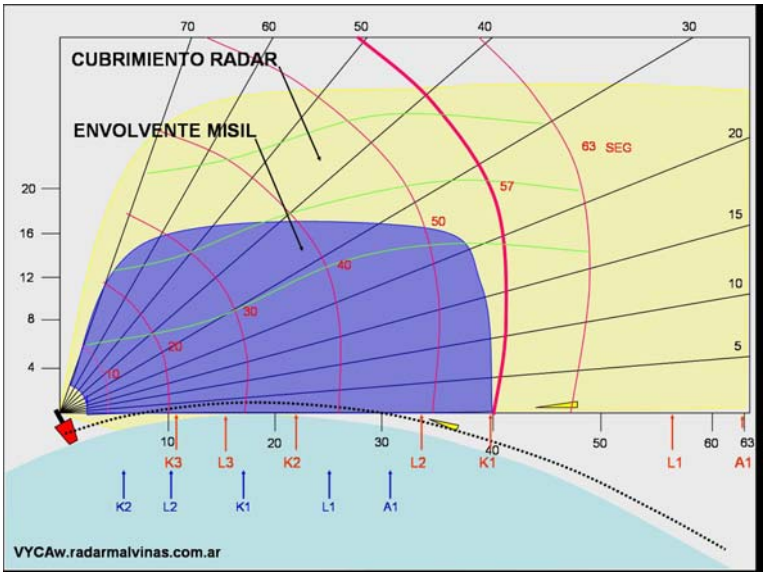
A esta amenaza la enfrentarían nuestros aviones penetrando a una velocidad de aproximadamente 585 nudos (301 metros por segundo).

Con estos datos se confeccionó el siguiente gráfico (*i146-capacidad derribo*) que muestra cual podría ser el resultado teórico del enfrentamiento entre aviones Dagger o A-4 y un buque con misiles Sea Dart.

Se hicieron dos cálculos; el primero tomando como referencia el alcance máximo del misil Sea Dart, 40 km; y el segundo tomando como dato inicial la altura de 9 o 10 metros sobre el agua como nivel de vuelo en la penetración de nuestros aviones.

En el primero de los cálculos, para que misil y avión se encontrasen a 40 km, al máximo alcance del misil, los aviones debían estar a 57 km del buque en el momento de lanzamiento del primer misil. A esta distancia se le debían agregar, en función de la velocidad de los aviones, los 19 a 20 seg que demandaba el proceso de lanzamiento; lo que daba por resultado una distancia para adquisición del blanco de 63 km.

Esto es lo marcado en rojo en el gráfico: el buque detectaba a los aviones a 63 km, lanzaba el primer misil cuando estaban a 57 km, y derribaba al primero de los aviones a 40 km.



i146-capacidad derribo

Iniciaba otra vez el proceso, agregando los 5 seg de tiempo muerto, y el resultado daba que el segundo misil sería lanzado a los 33 km, encontrándose con el segundo de los aviones a 23 km del buque.

Nuevo inicio del proceso, lanzamiento a 16 km y derribo del tercer avión a 11 km.

Ya no había tiempo para un cuarto avión, pues el lanzamiento se efectuaría a 3,5 km, sin tiempo para maniobras.

Esto era simple cálculo matemático y físico, sin considerar los factores *k* que siempre intervienen. Pero desde ya, presentaba un resultado completamente inaceptable; enviar cuatro aviones para que, por saturación, uno sólo llegara y arrojara sus bombas. Un régimen de pérdida imposible de sostener.

Y aquí interviene la altura de los aviones atacantes. Recurriendo a las fórmulas de unas páginas antes, para que el buque detectase a los aviones a 63 km, estos debían estar volando a 100 metros o más sobre el mar.

Solución simple; bajemos la altura de vuelo, de forma que el buque nos detecte lo más tardíamente posible. Con los aviones volando a 9 o 10 metros del agua, la detección recién sería a los 31 km.

Y con este dato se realizó el segundo de los cálculos. Los aviones son detectados a 31 km, el primer misil es lanzado a los 25 km, y derriba al primero de los aviones a 18 km; nueva adquisición, lanzamiento a 10 km y segundo derribo a 7 km. Sin tiempo para un tercer lanzamiento.

Tomando las simples leyes matemáticas y físicas, la saturación se podía lograr con 3 aviones. Pero por suerte estaban todos esos factores *k* que hacían que, o algo fallase en los misiles, o los cálculos de guiado no fueran lo suficientemente precisos, o la composición de velocidades hiciera que el misil pasase lejos, o el humano dudase, o que los radares y el misil tuviesen dificultades para recuperar a los ecos de los aviones de entre el clutter del mar, aunque en las pruebas contra nuestros propios destructores 42 no se había expresado que existiesen estos problemas.

Conclusión: sin otras opciones posibles, lo único que se podía hacer era tratar de bajar aunque más no sea el régimen de pérdida teórico, volando pegados al agua. Y esperar que el acomodamiento Divino del azar hiciese que hubiera los suficientes *factores K* involucrados como para que el régimen de pérdida no fuera el del simple cálculo matemático.

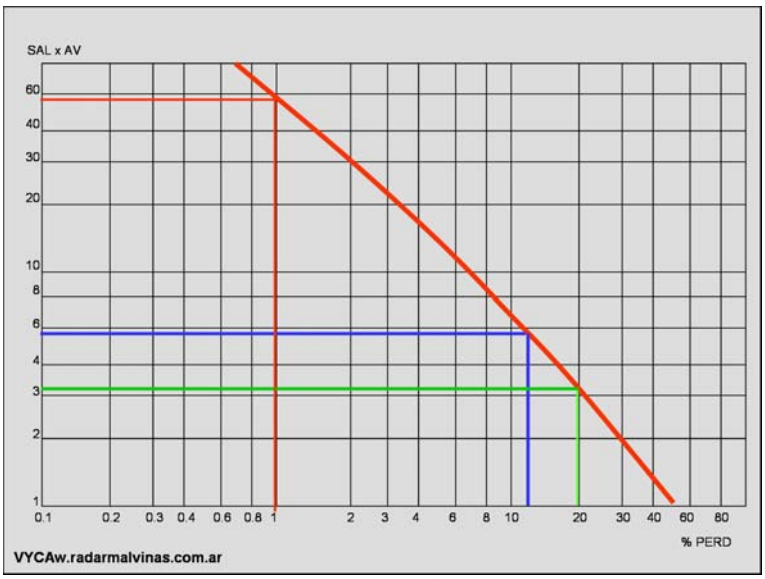
Pero, estos resultados eran sólo de la confrontación escuadrilla de aviones atacantes contra un buque con Sea Dart; faltaba agregar los resultados de las confrontaciones con los otros sistemas contra aire, y contra los Harrier; y así determinar cual era la real probabilidad de supervivencia de los aviones atacantes contra la sumatoria de las armas contra-aire británicas.

Por suerte, el acomodamiento Divino del azar que recién mencionamos hizo que hubiese los suficientes factores *k* como para que los cálculos no se cumplieran.

No obstante, el régimen de pérdida de los aviones atacantes fue altísimo. En el período del 21 al 25MAY, el de los combates más intensos en el estrecho de San Carlos, de 106 aviones que llegaron a la zona de sus blancos, se perdieron 22, lo que nos da un régimen de pérdida del 20%. Uno de cada cinco aviones quedó en el estrecho.

Durante toda la campaña, a sus blancos llegaron 272 aviones, de los que 34 no regresaron, con un régimen de pérdida del 12%.

Si comparamos estos datos con las posibilidades que daban los cálculos podemos sentirnos optimistas, pero no es así si analizamos un poco las cifras. Para ello utilizaremos el siguiente nomograma, que permite determinar cuanto tardaremos en quedarnos con la mitad de nuestros aviones en función de esos regímenes de pérdida.



i147-mitad de la fuerza

Si entramos con el porcentaje de pérdida por el eje horizontal, en el eje vertical podremos leer la cantidad de salidas que realizaremos hasta que nuestra dotación quede reducida al 50%.

Como ejemplo de cálculo, si 10 aviones salen hacia sus blancos, la cantidad de salidas es ¨10¨, si los 10 aviones salen 3 veces durante el día, el total de salidas de ese día son ¨30¨, aunque los aviones son sólo 10.

En verde está graficado el régimen del 20% y en azul el del 12%, y nos permiten apreciar que, si el esfuerzo hubiese demandado una salida por avión por día, en apenas tres días en un caso y a los 6 en el otro, nos quedábamos con la mitad de los Dagger y los A-4.

Si nuestro esfuerzo sostenido hubiera sido de 3 salidas por avión por día, y el régimen de pérdida el que tuvimos entre el 21 y el 25 de Mayo, el 20%; en un solo día de combate nos quedábamos con la mitad de nuestros aviones; con el 25% al finalizar el segundo día, y con sólo hilachas al finalizar el tercero.

Esto muestra lo altísimo del régimen de pérdida que enfrentaron los aviones de ataque. Si se hubiera cumplido lo de 3 salidas por avión por día, en poco más de 72 horas no teníamos más aviación de combate.

El Sea Wolf

El Sea Wolf era un misil completamente diferente al Sea Dart. Había sido concebido para enfrentarse a los misiles antibuque, mucho más veloces que los aviones, con una superficie reflectora de radar mucho más chica, con una estructura a la cual dañar también mucho más chica, y con capacidad para volar pegados al agua. El ejemplo: el Exocet.

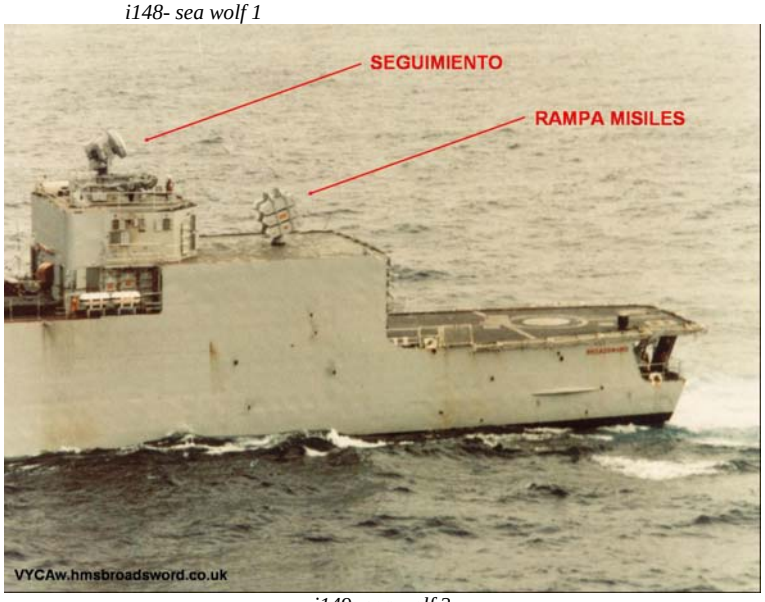
El objetivo del Sea Wolf no era destruir, era sólo dañar al misil antibuque, el Exocet en nuestro caso. Dañarlo lo suficiente como para que no pudiese seguir volando, y dañarlo lo suficientemente lejos como para que sus restos no alcanzasen al buque.

A igual que el Sea Dart, el sistema del Sea Wolf, el GWS-25, estaba compuesto por el radar de búsqueda aire del buque portador, uno o dos radares de seguimiento y una o dos rampas de misiles.

Ya lo mostramos en la página 6, y en las imágenes siguientes lo podemos apreciar a bordo de la Broadsword.

La primera muestra al radar de búsqueda aire, que en realidad está compuesto por dos radares, un *Type 967* y un *Type 968*, que se complementan para mejorar la detección de blancos próximos y a baja

i148- sea wolf 1



i149- sea wolf 2

i150- sea wolf 3

cota, con sus antenas colocadas espalda contra espalda. Sobre la cubierta superior se ve al radar de seguimiento *909* de proa, y delante del puente a su correspondiente rampa de misiles.

La segunda imagen muestra la popa de la Broadsword con el otro conjunto de radar de seguimiento y rampa de misiles. Utilizaba dos sistemas completos de radar de seguimiento y rampa de misiles para asegurarse el cubrimiento en los 360º.

Los puntos negros de los costados del buque son impactos de los cañones de nuestros aviones.

La tercera imagen permite ver las antenas utilizadas para el guiado de los misiles, que están colocadas junto con la del radar de seguimiento. En las fotografías no se alcanza a distinguir el conjunto de puntería electro óptica que también estaba montado en forma solidaria con las antenas.

La información que se poseía sobre el sistema Sea Wolf GWS-25 era:

- Que era dotación de las fragatas tipo 22 y algunas Leander, porque era el reemplazo del Sea Cat.
- Que para la adquisición de blancos aéreos contaba con dos radares, un radar de búsqueda aire 967 y un 968 de alerta de superficie, con sus antenas montadas espalda con espalda, y con un alcance sobre avión de aproximadamente 120 km.
- Que cada buque tenía dos radares de seguimiento 910 que podían actuar en forma simultánea guiando misiles contra dos blancos diferentes.
- Que tenían dos rampas con seis misiles listos para disparar, que podían ser disparados en salva con una cierta distancia entre ambos misiles; y que la recarga de nuevos misiles era manual.
- Que su envolvente letal era de 6,5 km de alcance y 3.500 metros de altitud; y su velocidad promedio de Mach 2,5 (835 metros por segundo).
- Que su guiado era automático y por comando hacia la línea de mira (ACLOS), por lo que el radar de seguimiento tendría que iluminar continuamente al avión atacante, y la trayectoria del misil era por persecución adelantada.
- Que los tiempos involucrados hasta el lanzamiento del misil eran:
  - 3 seg para adquirir al blanco y apuntar uno de los radares de seguimiento y su rampa.
  - 5 seg para realizar los cálculos de intercepción y tener al misil en el aire.

Esto daba sólo 8 segundos para todo el proceso, comparado con los 19 o 20 seg más otros 5 seg, que tardaba el Sea Dart.

Tanto el *RADAR BÚSQUEDA AIRE 967* como el de *ALERTA DE SUPERFICIE 908* eran del tipo *doppler pulsado*, una tecnología que los hacía muy aptos para lidiar con el empastamiento que pudiera producir el oleaje del mar. Al trabajar en distintas bandas de frecuencia se complementaban para lograr lo mejor de los ecos, y la velocidad de rotación de sus antenas a 30 RPM aseguraba una renovación de la información del blanco cada segundo (cada 301 metros).

La información provista por ambos radares de búsqueda permitía apuntar a cualquiera de los dos radares de seguimiento y su correspondiente rampa de misiles; con lo que nos estaba ya mostrando que podía lidiar sin problemas con dos aviones atacando desde diferentes direcciones.

Apuntado el *RADAR DE SEGUIMIENTO 910* y centrado el blanco, se disparaba el misil.

El lóbulo del radar tenía la particularidad de que era lo suficientemente ancho como para captar simultáneamente al blanco y al misil, y recurriendo a una técnica llamada *differential radar*, podía determinar la diferencia angular entre las posiciones de ambos. Para asegurar la detección y localización del misil, este tenía unas bengalas (flares) en los extremos posteriores de sus aletas.

El paso siguiente era transmitirle órdenes de guiado al misil para hacer que esa diferencia angular fuera permanentemente cero. A esta técnica de guiado que hace que el misil vaya hacia la *línea de mira* del radar se la conoce como CLOS (Command to Line of Sight – comando hacia la línea de mira).

En el caso del Sea Wolf, este cálculo y transmisión de comandos era automático, a igual que el resto del proceso, desde que se asignaba el blanco hasta que el misil lo impactaba. El humano sólo intervenía si por alguna razón había que detener el proceso.

El CLOS hace que la trayectoria de vuelo del misil siga la forma de una curva de persecución; pero las grandes velocidades involucradas, las grandes posibles variaciones angulares, y el tiempo de reacción del misil a las órdenes de maniobra, hacen que el misil quede atrasado respecto al blanco. La corrección a este atraso no era tan sofisticada como en el caso del Sea Dart, y estaba basada en una ley de guiado llamada de persecución adelantada.

Para asegurar el funcionamiento del sistema aún cuando resultara difícil discriminar al blanco de entre el clutter del mar, el operador del sistema podía recurrir a un sistema de apuntado óptico que complementaba al radar 910, y que conservaba el procedimiento automático de guiado.

La Probabilidad de Derribo

La realización de cálculos similares a los que mostramos para el Sea Dart, daba que para que el

misil impactase en un avión a su máximo alcance, a 6.500 metros, los aviones debían ser detectados a 11.600 m, y el misil ser lanzado cuando se encontraban a 9.200 m. A los 4.100 m se lanzaba el segundo misil y el segundo avión era alcanzado a los 2.800 m. Sin tiempo para un tercer lanzamiento.

Con la antena de los radares 967 y 968 a unos 14 metros, la distancia de detección posible era de 28 km, 16 más de los que necesitaba, por lo que el vuelo bajo nada podía hacer para degradar este aspecto. No obstante, el radar de seguimiento, el 910, tenía 20 km como rango máximo, por lo que en la realidad, el buque disponía de 26 segundos extras, desde que los aviones cruzaran por encima del horizonte, para iniciar su proceso con el derribo a su máximo alcance.

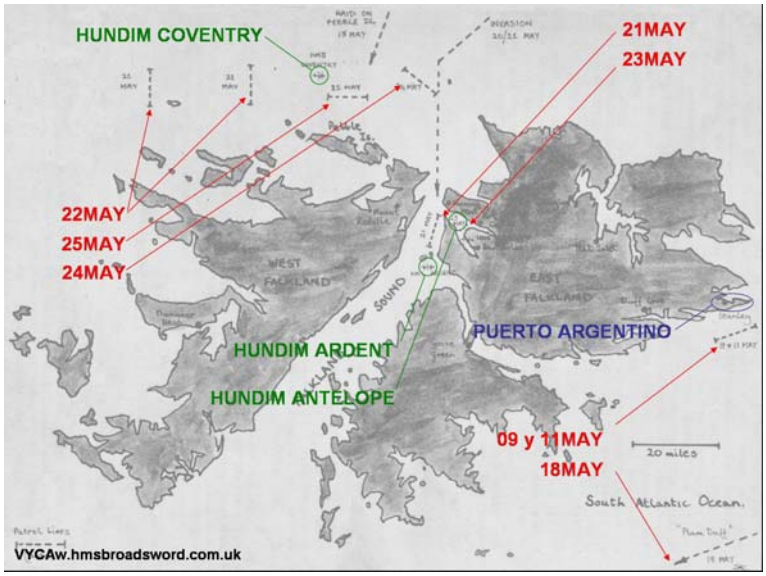
Como el buque tenía dos rampas de misiles con sus correspondientes radares de seguimiento, estaba en condiciones, teóricamente, de batir 4 aviones.

Otro cálculo que se debía hacer en el caso del Sea Wolf era determinar su última posibilidad de detección de un avión para cumplir con todo el proceso hasta su derribo.

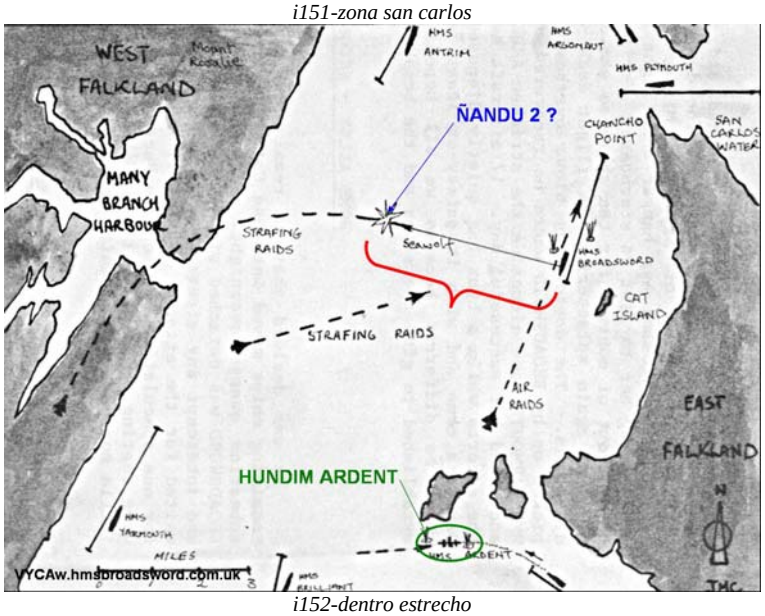
El misil estaba en condiciones de interceptar e impactar en un avión a los 1,5 segundos de su lanzamiento, lo que significaba aproximadamente 1.000 metros. Para lograr esto la detección debía hacerse a los 3.900 m, y el lanzamiento a los 1.500 m.

Como podemos apreciar, nada alentador para nuestros pilotos. Pero siempre se debe considerar que habrá muchos factores k interviniendo que degradaran al sistema. No obstante, si lo colocado en el sitio web de la Broadsword es correcto, el Sea Wolf estuvo muy próximo a sus performances teóricas.

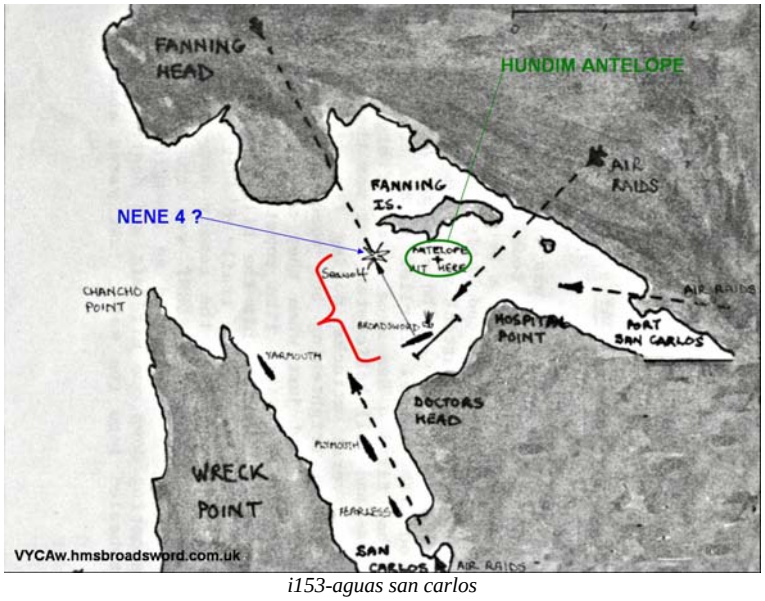
En el sitio se encuentran los tres esquicios de mapas que aquí agregamos, y que nos resultan útiles.



i151-zona san carlos



i152-dentro estrecho



i153-aguas san carlos

El primero, *i151-zona san carlos*, permite que ubiquemos a los otros dos dentro de la zona del estrecho, y nos muestra los lugares y fechas en que el buque estuvo cumpliendo funciones, tanto fuera como dentro del estrecho; e incluso grafica el lugar donde fue atacada la Coventry mientras ambas cumplían funciones de missile trap.

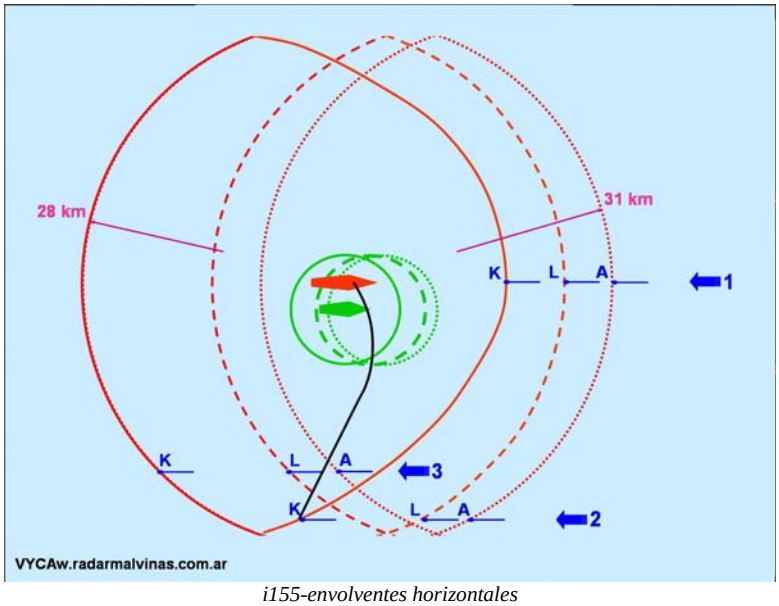
Los otros dos, *i152-dentro estrecho* e *i153-aguas san carlos* nos permiten apreciar que el Sea Wolf podía funcionar a pesar del poco tiempo de alerta que permitía el estar dentro del estrecho debido a la altura de sus costas, lo que se puede apreciar en la siguiente fotografía *i154-costas estrecho*.

i154-costas estrecho

El estrecho tenia unos 10 a 12 km de ancho, y en el esquicio *i152-dentro estrecho* se aprecia que la Broadsword tuvo capacidad para interceptar y derribar a un avión que la atacó desde la costa oeste. El otro esquicio, *i153-aguas san carlos*, es más elocuente, porque la distancia desde la costa es probablemente esos escasos 3.900 m que recién mostramos que resultaban de los cálculos para la mínima posibilidad de interceptar a un avión.

Las Envolventes

Para completar el análisis hemos agregado el gráfico *i155-envolventes horizontales*, que muestra hasta donde podían llegar ambos misiles, en lo que sería la missile trap, contra aviones atacando a 10 m del agua.



i155-envolventes horizontales

Esta imagen es complementaria de la *i140* de página 11, en la que la graficación de las envolventes la habíamos hecho en vertical, para aviones atacando directamente al buque con Sea Dart. Sería el caso del avión ¨1¨; lo adquiere a 31 km (línea roja punteada), lanza el misil cuando el avión se encuentra a 25 km (línea roja segmentada), y lo derriba a los 18 km (línea roja contínua).

Estas líneas constituyen las envolventes de primera oportunidad del sistema de misiles para adquirir al blanco (A), lanzar el misil (L) y derribarlo (K).

Hemos dibujado otras dos situaciones, aviones ¨2¨ y ¨3¨, en donde los aviones no atacan al buque sino que pasan lateral a él, desfilando.

Para el caso del avión ¨2¨ la graficación corresponde también a la primera oportunidad, encontrándose casi en el límite lateral de las envolventes.

El avión ¨3¨ en cambio está graficado para la última oportunidad que tiene el sistema Sea Dart para realizar todo el proceso y alcanzar al avión justo cuando está por salir del máximo alcance del misil (en realidad, del radar de seguimiento, a 28 km) para un blanco a 10 m sobre el mar.

También hemos graficado, en negro, la trayectoria de vuelo que seguiría el misil para interceptar al avión ¨2¨, ya que es un misil de guiado semiactivo y navegación proporcional.

Hemos completado el gráfico con las envolventes similares, y en escala, que corresponderían al Sea Wolf (en verde).

Como vemos, con estos datos podríamos seguir trabajando hasta construir un *modelo* en tres dimensiones (no una maqueta) de lo que enfrentaríamos como amenaza. Por simplicidad, en el gráfico hemos asumido que el avión vuela recto y nivelado a 10 m hasta que sale de la envolvente.

Si en el modelo agregamos las posibilidades de maniobra del avión y otros elementos, lograremos determinar lo que se denomina la *zona de no escape*, que será aún más chica, pero en la que por ningún motivo debemos entrar, salvo que confiemos en que habrá muchos de esos factores *k* que degradan a los sistemas.

Lo correcto, es poseer un armamento adecuado que permita ser lanzado por fuera de esas envolventes, como era el caso del Exocet y los Super Etendard en Malvinas.

Pero, si como sucedía con los A-4 y Dagger, tenemos que entrar en esa zona o si o si para lanzar nuestro armamento, las bombas de gravedad, deberíamos portar nuestros propios generadores de factores *K*, las adecuadas contramedidas electrónicas.

Hablando ahora de Malvinas; pilotos y radaristas construyeron estos modelos de amenazas, no como missile trap, ya que los británicos recién la emplearon a partir del desembarco en San Carlos, y los argentinos no sabíamos que habían recurrido a ella; pero sí los *modelos* como amenaza de cada uno de los sistemas de misiles.

Los resultados, como antes vimos al hacer los cálculos, no eran nada halagüeños, pero no había opción, sólo volar lo más bajo posible y procurar saturar las defensas británicas; y pedir a Dios que les generara muchos factores *k* a los sistemas de los buques.

Los pilotos además estaban autonegándose capacidad de maniobra. Al mantenerse pegados al agua anulaban su posibilidad de maniobra vertical, y lo escaso de la altura también les impedía realizar maniobras bruscas en horizontal, ya que corrían el riesgo de clavar la puntera de ala en el agua.

En la página 26 mostramos la fotografía *i154* de las costas dentro del estrecho y un buque, que nos sirve como referencia para juzgar las alturas.

Si colocamos los buques del gráfico *i155* dentro del estrecho, veremos que las envolventes se reducen notablemente debido al apantallamiento que produce la costa, con alturas por encima de la de los radares, y no tendría sentido colocar en ese lugar a un buque con Sea Dart, ya que no tendría ni distancia ni tiempo para reaccionar. Si funcionaría un Sea Wolf, como lo demuestran los esquicios *i152* e *i153* de páginas 25 y 26.

Resumiendo; luego de haber considerado casi todos los factores involucrados, y si nuestras apreciaciones han sido correctas, vemos que la dupla Sea Dart – Sea Wolf, la missile trap, en realidad obedeció a una necesidad británica de darle protección a sus destructores tipo 42, a los que debía dejar en mar abierto si quería aprovechar tanto su capacidad de detección temprana como el alcance del Sea Dart.

Y cumplió su cometido, no por los derribos que produjo, sino porque obligó a los pilotos argentinos a realizar gran parte de su vuelo en condiciones extremas, penalizando notablemente las capacidades de nuestros aviones.

El concepto de destrucción o daño (kill) al blanco o sistema de armas enemigo cubre un amplio espectro, y va desde la destrucción, o el derribo en el caso de nuestros aviones, hasta la perturbación para que no pueda cumplir su cometido. A esto último contribuyó no sólo la missile trap, sino también el resto de las armas contra aire británicas.

Los Otros Misiles

Aunque no formaban parte de la missile trap, los otros misiles, cañones, ametralladoras, y todo lo que tirase para arriba, influía en los ataques de nuestros aviones.

Ya comentamos sobre el Sea Slug y el Sea Cat. Eran el equivalente, pero de una generación anterior, del Sea Dart y el Sea Wolf, y por tanto sus performances eran muy inferiores y sus envolventes menores, por lo que podemos obviar analizarlos ya que lo hemos hecho con sus reemplazos. No eran una gran amenaza, pero podían derribar aviones, y había que tenerlos en cuenta.

Los Cañones y Ametralladoras

Estos eran la última posibilidad de los buques británicos para tratar de frenar a los aviones argentinos. Ya vimos las imágenes de páginas 9 y 10, en donde todos los buques buscaron lo que sea para defenderse de los aviones atacantes.

Como recién dijimos, aunque su probabilidad de que derribaran un avión era muy baja, cumplían con la función de degradar las condiciones para el ataque de nuestros aviones, perturbando y desconcentrando al piloto en su corrida de ataque.

LAS CONSECUENCIAS DE LA MISSILE TRAP Y LAS OTRAS ARMAS CONTRA AIRE

La Corrida Final de Ataque

Ya vimos la opción para la aproximación, vuelo bajo, pegado al agua, para evitar la detección temprana y la amenaza del Sea Dart.

Pero al acercarse al blanco, en la zona del estrecho sobre todo, los aviones atacantes iban entrando en más y más envolventes de armas, que aunque de poco alcance, se superponían unas con otras; y si en el vuelo de aproximación nuestros pilotos habían procurado mantenerse por debajo del horizonte para dificultar tanto la detección como la utilización de los misiles, más aún debían hacerlo en la corrida final de ataque.

El trepar, aunque sean pocos metros, era decirle a las armas británicas *aquí estoy*, y ofrecerse como blanco, contrastando con el cielo; por lo tanto nuestros pilotos seguían pegados al agua. Pero debían detectar y localizar a sus blancos, y maniobrar para ponerse en posición para atacarlos.

Así como al principio utilizamos unas fórmulas para calcular a que distancia los buques británicos detectarían a nuestros aviones, lo mismo podemos hacer ahora, pero con el alcance óptico, asumiendo que el elemento a detectar seria la superestructura de los buques, a partir de los 10 metros de altura aproximadamente.

La fórmula a aplicar en este caso es:

$$\text{horizonte óptico} = 3{,}57\sqrt{h_{sensor(m)}}$$

Esto nos permitiría especular que, debido a su contraste con el cielo, el piloto estaría en condiciones de distinguir a la superestructura del buque sobresaliendo justo por encima del horizonte a partir de los 22 km aproximadamente.

Pero, siempre los peros, el piloto hacía rato que venía con su avión pegado al agua, amontonando en su parabrisas la sal del agua en suspensión. Resultado, si en condiciones de visibilidad óptima el alcance visual es de 10 km, y aún cuando se especulara con que podría distinguir al buque sobresaliendo del horizonte a 22 km, la realidad era que con suerte lo distinguía a 8 o 9 km; a mucho menos si detrás del buque estaba la costa como fondo.

Si hacemos las cuentas, con el avión penetrando a 300 m/seg, a esos 9 km los recorría en 30 segundos. Consumía sólo 20 segundos para estar sobre la vertical del buque si lo detectaba a 6 km, y 10 seg si recién lo hacía a los 3 km.

A esto debemos descontarle la distancia para el lanzamiento de la o las bombas. Lo que nos muestra que el tiempo para reaccionar, coordinar con los otros aviones de la escuadrilla, y acomodar su avión para realizar un lanzamiento correcto, era demasiado escaso.

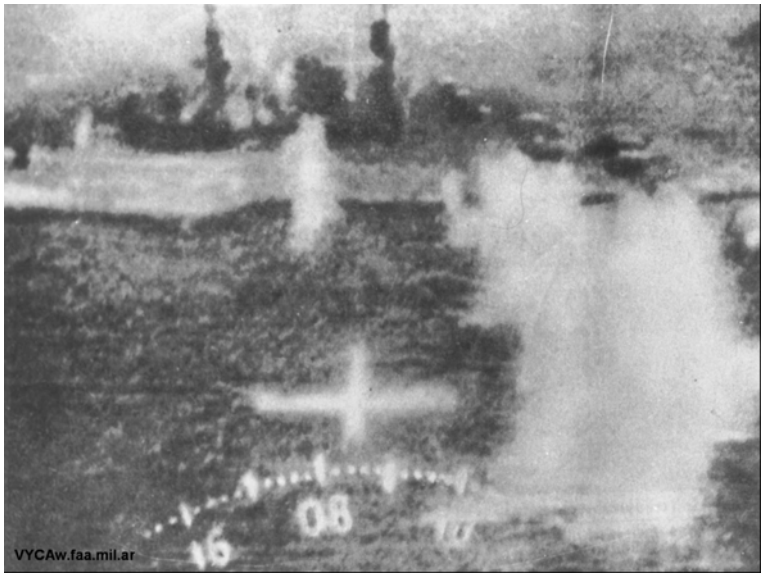
El piloto debía lanzar sus bombas a una distancia y una altura precisas respecto al blanco si quería lograr impactarlo. Para eso necesitaba concentración y calma alrededor, como en tantos deportes, como el golf por ejemplo, donde todo el mundo guarda silencio mientras el jugador prepara su golpe.

En Malvinas, el público que rodeaba al piloto-golfista, en lugar de guardar silencio, hacia una gran algarabía y le tiraba piedras, perturbándolo y desconcentrándolo en esos escasos segundos que tenía.

El lector recordará muchos escritos y comentarios de nuestros pilotos respecto a los piques de la munición en el agua delante de sus aviones. Estas *aguas danzantes* se sumaban a los 10 metros de vuelo y a todos los otros factores que presionaban sobre el piloto en el momento del ataque.

Resultado, el lanzamiento lo hacía en condiciones extremas, y a veces más allá de los parámetros físicos establecidos para que fuera correcto.

Las imágenes *i156-vision argentina*, *i157-visión británica*, y la *i141* de página 13 muestran, aunque no en su total magnitud, el efecto de los piques en el agua.



i156-vision argentina

Para finalizar, en las páginas anteriores fuimos analizando una a una las amenazas contra aire británicas, el mismo trabajo se había hecho durante Abril de 1982. Pero en esos escasos segundos de la corrida final de ataque, era muy difícil determinar si el buque que estaba al frente tenía Sea Dart, o Sea Wolf, o cualquier otra cosa. Era una lotería, el piloto sólo podía tratar de acomodar su avión y tirar, y pedirle a Dios que se apiadara y lo dejara regresar con vida.

Resultado: lo que desde un confortable estudio de televisión en Buenos Aires comentaban especulativamente y criticaban, mientras se rasgaban las vestiduras, los que se habían autoerigido en jueces de las acciones, los también autotitulados estrategas, y cuanto opinólogo se encontrase a mano, aunque ni unos ni otros tuviesen la más mínima idea de por qué:

- Las bombas no explotaban.
- Las bombas atravesaban los buques de lado a lado.
- Las bombas hacían patitos y saltaban por arriba de los buques.

i157-visión británica

Pidiendo disculpas por lo tedioso de lo que sigue, trataremos de analizar esos por qué.

Las Bombas no Explotaban

La imagen *i158-bombas argentinas* muestra a un armero de Fuerza Aérea colocando y verificando las espoletas de nariz de 3 bombas de 250 kg en uno de nuestros aviones.

La siguiente imagen, *i159-espoletas nariz*, no es de Malvinas ni de nuestros aviones y bombas, pero nos permite apreciar en detalle las espoletas de nariz, similares a las que nosotros usamos. El dibujo de la imagen *i160-espoleta mk904* muestra esa espoleta, la Mk 904, que usaremos como referencia para el análisis que realizaremos.

La otra bomba usada por nuestros aviones era la Mk 17 de 1.000 libras (450 kg). La fotografía *i161-mk17* muestra una instalada en un A-4, y la *i162-bomba argonaut* corresponde a la que quedó sin explotar dentro de la Argonaut el 21MAY.

Uno de los factores importantes que siempre se consideran cuando de bombas se trata, es la seguridad de que no estallarán por accidente, sea durante su almacenaje y su manipulación, como durante su portación por el avión lanzador; e igualmente se busca que, una vez lanzada no esté en condiciones de explotar hasta que se haya alejado lo suficiente del avión lanzador como para que éste no corra riesgos.

El dispositivo que asegura todo esto es la espoleta, la que deberá previamente *armarse*, para luego hacer detonar la bomba. Hay espoletas de armado mecánico y otras de armado eléctrico.

Las espoletas como la 904 que estamos utilizando como ejemplo, son de las llamadas de *armado mecánico*. Para hacerlo utilizan esa especie de hélice que se aprecia en las imágenes *i159* e *i160*, la que al girar accionada por el aire, hará que varios elementos en el interior de la espoleta, que conforman el *tren de fuego*, queden alineados para permitir la detonación de la bomba.

Para que esta hélice sólo gire después de lanzada la bomba, tiene un pequeño *pin* o *chaveta* que la retiene, y que está unido a un cable (su sombra se ve en una de las bombas de la imagen *i159*) enganchado mediante una especie de anillo a un vástago de un solenoide en el pilón del avión.

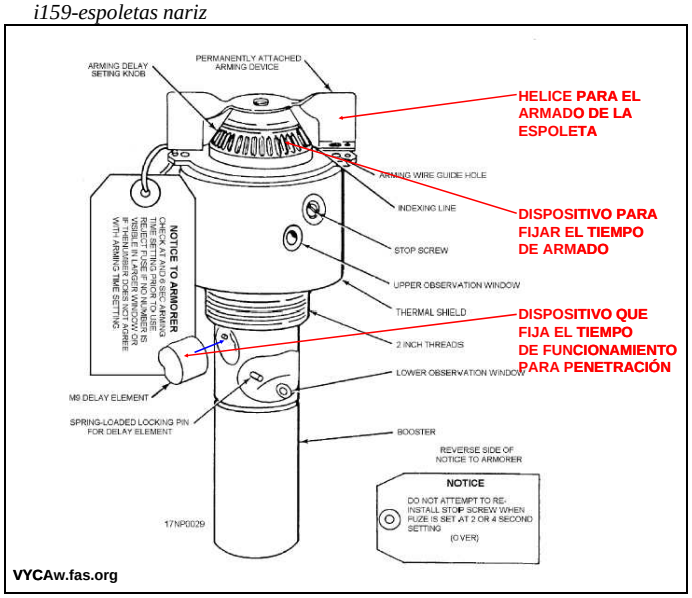
Al lanzarse la bomba, el cable libera el pin permitiendo que la hélice gire. Si por algún motivo o emergencia la bomba debe ser lanzada en forma inerte, sin que explote, el solenoide permite liberar el anillo del cable, haciendo que el pin siga trabando la hélice aunque se lance la bomba, la que no explotará porque no se armó su espoleta.

También dijimos que la espoleta debe estar en condiciones de hacer detonar la bomba recién después de que ésta se alejó lo suficiente del avión. Para ello la espoleta tiene un dispositivo temporizador que fijará el *tiempo de armado*. En el tipo de espoleta que estamos analizando, a este tiempo lo puede seleccionar el mecánico previo al vuelo, girando esa especie de tuerca con muescas que está debajo de la hélice en la imagen.

El tiempo a colocar será función del radio de efecto de las esquirlas de la bomba y de su onda expansiva. En el caso de las bombas de 250 kg esa distancia mínima de seguridad era de aproximadamente 425 metros, y 500 metros para las bombas de 1.000 libras (450 kg).

i158-bombas argentinas

i159-espoletas nariz



i160-espoleta mk904

i161-mk17 e i162-bomba argonaut

La 904 que usamos como ejemplo permite 9 tiempos de armado diferentes, cada 2 segundos, Tiempo durante el cual la bomba volará en condiciones de *segura*, hasta haberse apartado lo suficiente del avión lanzador.

Este *tiempo de armado*, como ya podemos ir apreciando está fijando una distancia al blanco y una altura mínimas para el lanzamiento.

Cuando por razones operativas el lanzamiento debe ser efectuado a muy baja altura, existen dos alternativas para lograr esa distancia de separación necesaria entre bomba y avión, y al mismo tiempo utilizar un tiempo de armado corto. Por ejemplo 2 ó 4 segundos para la 904.

Una es frenar la bomba para que se retrase rápidamente respecto al avión; y esto a su vez también tiene dos alternativas.

Una es utilizando aletas de cola de formas especiales, que crearán una gran resistencia al avance, disminuyendo la componente horizontal de la velocidad de lanzamiento. A estas bombas se las conoce como de *cola frenada*, o *snakeye*, por la forma de las aletas. Armada tenía algunas bombas con este tipo de cola.

La otra forma de frenar la bomba es recurriendo a un pequeño paracaídas en su cola, que se despliega apenas lanzada la bomba, utilizando el mismo cable que libera el pin de armado. Son las bombas BRP (Bombas Retardadas por Paracaídas). Fuerza Aérea tenía algunas de 250 kg con estas características.

Las imágenes *i163-bombas paracaidas* e *i164-bombas salva*, aunque no pertenecen a Malvinas, permiten apreciar el comportamiento de las bombas con y sin paracaídas de frenado.

En la *i164-bombas salva* que muestra a un Vulcan lanzando bombas en salva, vemos que, aunque las primeras bombas se han separado del avión bastante en vertical, siguen volando casi a la misma velocidad que el avión.

En la imagen *i163-bombas paracaidas* en cambio, las primeras bombas han caído poco en vertical, pero se han atrasado notablemente respecto al avión.

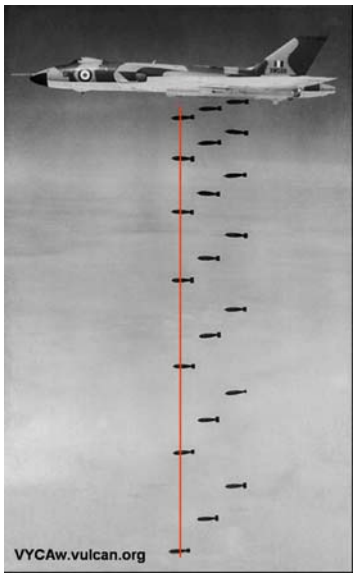
El paracaídas de la foto es diferente del empleado por las bombas de Malvinas, y más eficiente, mitad globo y mitad paracaídas, llamado *ballute* (*ball*oon parach*ute*).

Pero lo que en realidad nos interesa de estas fotografías, es poder apreciar la diferencia de comportamiento de las bombas.

La segunda (tercera) opción para lograr la separación de avión y bomba, es utilizar espoletas con retardo, que hacen que la bomba recién explote después de algunos segundos de haber impactado contra el blanco.

En este caso, la espoleta utiliza otro temporizador que regulará el *tiempo de funcionamiento*. El tiempo que transcurre desde que la bomba impacta contra el blanco hasta que detona.

i163-bombas paracaidas e i164-bombas salva



Las espoletas suelen tener hasta tres tipos diferentes de temporizadores.

Ya describimos el primero, el que fija el *tiempo de armado* de la espoleta, desde que se libera el pin al lanzar la bomba, hasta que la espoleta está armada, lista para hacer detonar la bomba, normalmente por impacto.

Los otros dos temporizadores regulan dos diferentes *tiempos de funcionamiento*, ambos, desde que la bomba impacta en el blanco hasta que detona.

Uno de estos temporizadores está relacionado con las características del blanco a atacar, fijando cuanto va a penetrar la bomba en el blanco antes de estallar. Los tiempos son normalmente milisegundos. En el caso de la espoleta Mk 904, dispone de 6 tiempos distintos, desde 5 milisegundos (considerado como instantáneo o sin retardo) hasta 250 milisegundos. Según el tiempo deseado será el dispositivo *retardador* que se instalará en la espoleta (ver imagen *i160* en página 31).

Especulando con tiempos y distancias, los 250 milisegundos significan 75 metros para un avión atacando a 300 metros por segundo, todavía dentro del radio de efecto de la bomba si ésta no es del tipo frenada.

El otro temporizador *de funcionamiento*, el del verdadero *retardo*, que puede ir de algunos segundos a varias horas, normalmente se suele colocar en espoletas de cola, en donde su ubicación lo preserva de los posibles daños que pueda producir el impacto contra el blanco. Normalmente es iniciado (activado) por la brusca desaceleración que se produce al impactar contra el blanco.

¿Qué es lo que posiblemente pasó en Malvinas?.

Resumiendo lo recién descrito, se requiere un *tiempo de armado* de la espoleta, aunque sea mínimo, para darle seguridad al avión lanzador. En el ejemplo de la 904, 2 ó 4 segundos.

Una vez lanzada la bomba, según sus características aerodinámicas, volará y caerá unas ciertas distancias, las que fijarán las posibles posiciones espaciales de lanzamiento respecto al blanco. Y el tiempo de armado de la espoleta fijará una distancia horizontal mínima, y una altura también mínima.

En Malvinas, por lo que describimos al hablar de la missile trap, las condiciones en que los aviones debían volar para penetrar las defensas británicas, hacían que el lanzamiento:

- Fuera a menor distancia de la requerida: el resultado era que la bomba impactaba contra el blanco antes de que la espoleta llegase a armarse. El impacto trababa o destruía el mecanismo y la bomba quedaba inerte.
- Fuera a menor altura de la requerida: como consecuencia la bomba golpeaba el agua antes de que la espoleta se terminase de armar. El impacto trababa o destruía el mecanismo y la bomba quedaba inerte.

- Fuera a menor altura que la requerida, y aunque el impacto contra el agua no trabase el mecanismo, si desestabilizaba a la bomba, haciendo que impactase contra el buque pero creando un problema de ángulo de impacto; y aunque se desaceleraba, no lo hacía según su eje longitudinal, y el mecanismo iniciador de la espoleta de retardo, en lugar de activarse por la desaceleración, se trababa. El ejemplo tal vez sea la bomba de la Argonaut que muestra la imagen *i162* de página 32. Esperando no dejarnos llevar por la fantasía, y que en realidad sólo sea un efecto de luz, en la fotografía pareciera que la bomba ha perdido toda la pintura de uno de sus costados pero conservado el de la otra mitad, tal vez porque entró inclinada.
- Fuera a mayor velocidad de la que podía soportar la espoleta, por ejemplo, la 904 puede ser lanzada entre 170 y 525 nudos (87 a 270 m/seg). Probablemente al ser lanzada a mayor velocidad, la resistencia del aire producía la torcedura de la hélice y el trabado del mecanismo.

Esta sería la explicación técnica de por que no explotaron las bombas.

La explicación operativa, basada en esta explicación técnica, es que no explotaron porque los pilotos se vieron obligados a lanzarlas más allá de sus límites físicos de funcionamiento, y sin opciones, porque si querían buscar la altura mínima para poder lanzarlas correctamente, debían trepar por arriba del horizonte, contrastando contra el cielo limpio, sea el electromagnético de los radares o el visual de los cañones. Y tampoco habrían explotado las bombas, porque no habrían llegado a lanzarlas, y el régimen de pérdidas hubiese sido mucho más del 20 o el 12%.

Volviendo a la bomba de la Argonaut, y considerando a la que finalmente hundió a la Antelope, aparentemente en ambas las espoletas de retardo tuvieron el mismo comportamiento, por lo que en estos casos la responsable de que no explotaran las bombas era esta espoleta; sobre lo que hemos elucubrado, tal vez fantasiosamente, que se debió al rebote en el agua y la desestabilización de las bombas.

Según narran los británicos, la Mk17 de la imagen *i162* penetró en la Argonaut por babor, atravesó al buque de lado a lado y golpeó, por dentro, contra la chapa del casco de estribor. Un poco más de energía remanente y la bomba salía al mar.

Cuando los especialistas la estudiaron, vieron que la espoleta de retardo había quedado sin armar, por lo que recurrieron a una técnica que utiliza unas pequeñas cargas explosivas dirigidas para deformar o arrancar parte de la espoleta de la bomba, y así anular su posibilidad de explosión.

En la Argonaut tuvieron éxito e intentaron lo mismo en la Antelope, ya que la condición en que había quedado la espoleta era la misma. Pero en este caso, las pequeñas cargas explosivas, en lugar de trabar definitivamente la espoleta, la activaron.

Las Bombas Atravesaban los Buques

No teniendo posibilidades de lanzar las bombas a la altura mínima correcta que permitiese el *tiempo de armado* de la espoleta, no teniendo bombas de cola frenada, la única opción que tuvieron nuestros técnicos para lograr que bomba y avión lanzador se separasen lo suficiente fue utilizar espoletas de retardo, y recurrir al ingenio modificando las pocas espoletas disponibles.

A la búsqueda de solución para el problema de la distancia de seguridad avión-bomba, en Malvinas hubo que agregar otro.

Vimos, al considerar la missile trap, que nuestros pilotos buscaban saturar a los sistemas de defensa aérea británicos atacando con varios aviones simultáneamente. Esto significaba que al momento de lanzar las bombas, los aviones estaban demasiado juntos, y por lo tanto, esa distancia de seguridad avión-bomba debía incluir a todos los aviones de la escuadrilla.

Una vez que los cálculos determinaron un *tiempo de funcionamiento* para retardo que asegurase que los aviones se habían alejado lo suficiente de las bombas para cuando éstas explotasen, surgió otro problema: la resistencia a la penetración por las bombas de las estructuras de los buques.

Las bombas eran lanzadas a cerca de 300 m/seg, y llegaban a los buques apenas por debajo de esta velocidad, y con una gran energía; y aunque la estructura de los buques absorbía gran parte de esa energía, no era suficiente, salvo que en su trayectoria por dentro del buque la bomba chocase con algo mucho más resistente que los paneles divisores y quedara adentro, como la de la Argonaut.

El resultado normal era que la bomba entrase por un lado del buque y saliese por el otro, porque el tiempo que esto le demandaba era inferior al tiempo de funcionamiento para retardo que tenía la espoleta, y que era el mínimo necesario para que la bomba, al explotar, no dañase al avión portador o a los próximos.

Conclusión, problema sin solución, ya que aunque la bomba no hubiese tenido los problemas que describimos al explicar por que no explotaban, y cuando comentamos los casos de la Argonaut y la Antelope, la espoleta terminaba de armarse una vez que había salido del buque. Por eso las narraciones de que explotaban después, en el mar.

La explicación técnica: una incompatibilidad de tiempos que en ese momento no tenía solución. El tiempo de funcionamiento para retardo *mayor* que el tiempo que tardaba la bomba en atravesar al buque.

La explicación operativa: si se hubiera contado con el armamento adecuado, bombas de cola frenada, no habría sido necesario recurrir a las espoletas de retardo. A esto debemos agregar lo ya dicho respecto a que los pilotos se vieron obligados a lanzarlas más allá de sus límites físicos de funcionamiento.

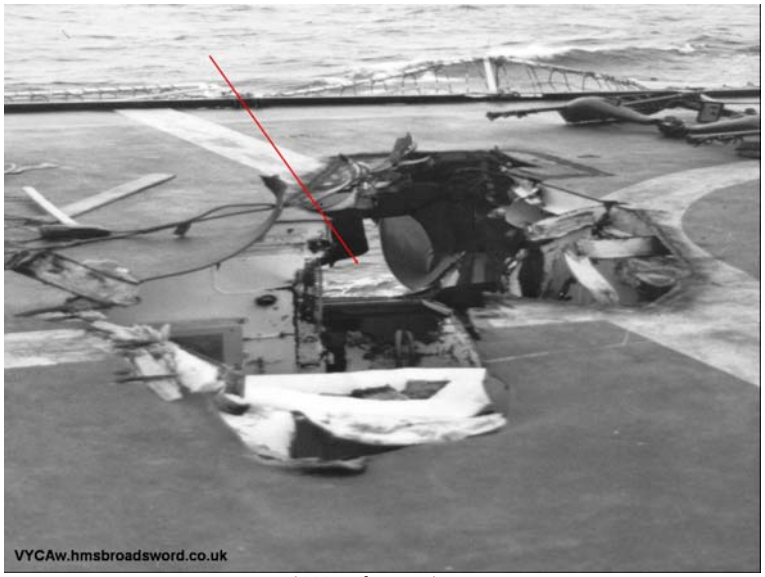
Las Bombas Hacían Patitos y Saltaban por Arriba de los Buques

Para que una bomba de caída libre recorra una determinada distancia horizontal, requiere que sea lanzada a una cierta altura mínima. En Malvinas, al ser lanzadas a muy baja altura, aún cuando lo fueran a la distancia correcta, las bombas golpeaban el agua antes de llegar a los buques, y lo hacían con un ángulo de incidencia muy pequeño, por lo que en lugar de sumergirse rebotaban, haciendo *patitos*.

Según la distancia hasta el buque-blanco del primero de los *patitos*, la bomba en su rebote pasaba por arriba del buque, lo *saltaba*, como narran algunos británicos. Si el rebote era más próximo al buque, la bomba lo impactaba en su trayectoria hacia arriba. Simple ley física.

La siguiente secuencia de fotografías muestra a la Broadsword con lo que fue el resultado de todas las situaciones recién explicadas. Una bomba que hace patitos, que no estalla porque su espoleta no llega a activarse, y que atraviesa al buque, saltándolo en parte.

i165-entrada bomba



i166-ambos agujeros

i167-salida bomba

i168-reparaciones

i169-todo arreglado

La primera, *i165-entrada bomba*, muestra el agujero de entrada de la bomba por el costado del buque, ya reparado; la flecha coincidiría con la posible trayectoria de la bomba, ascendiendo después del *patito*.

La segunda, *i166-ambos agujeros*, es del agujero de salida en la cubierta, a través del que se puede ver el de entrada, y a través de éste el mar, desde donde llegó la bomba.

La tercera, *i167-salida bomba*, muestra al helicóptero, cuya trompa, por esas cosas del azar, quedó justo en la trayectoria de la bomba, la que se está comportando como si fuera una gran piedra de 500 kg, que sigue su vuelo saltando por la borda opuesta y perdiéndose en el mar. La flecha indica su probable trayectoria de vuelo.

La cuarta, *i168-reparaciones*, muestra las reparaciones de la cubierta en pleno proceso, y la quinta, *i169-todo arreglado*, la cubierta ya reparada y el helicóptero reemplazado.

Explicaciones técnica y operativa; las ya expresadas en los títulos anteriores.

Los Efectos Cascada y su Relación con las Bombas que no Explotaban

En toda Organización, las decisiones de los niveles superiores determinan lo que harán los niveles inferiores. Si aquellos niveles no realizan sus apreciaciones en forma correcta, analizando todas las posibles variantes, y se equivocan en sus decisiones, el efecto cascada hará que los resultados sean catastróficos para los niveles inferiores. Esto fue Malvinas.

El nivel político apreció, y tomó como única posibilidad, que Gran Bretaña nos devolvería las Islas vía negociaciones en Naciones Unidas. No se molestó en hacerse una simple pregunta, la que los radaristas se hacían permanentemente en Malvinas: ¿qué pasaría si…?.

Así como los radaristas se preguntaban por ejemplo: ¿qué pasaría si… somos elegidos como blanco a batir?, y buscaban las posibles soluciones alternativas; el nivel político nacional debería haber hecho lo mismo: ¿qué pasaría si… no nos las devuelven vía N.U. y vienen a echarnos por la fuerza?.

No se hizo esta pregunta, y pasó lo que tenía que pasar. Gran Bretaña mandó a sus buques. Y el error de apreciación del nivel político tuvo su efecto cascada en su nivel inferior, el estratégico.

Este nivel tampoco se hizo la simple pregunta, y determinó que la solución era la guerra de flota contra flota, en la cual seríamos los vencedores; y sólo se necesitaba que la Guarnición Militar Malvinas aferrase a los británicos en el momento del desembarco.

Esa simple pregunta era: ¿qué pasaría si… vienen los submarinos?. Y los submarinos vinieron, por lo que la apreciación resultó errónea, y se derivó, por el efecto cascada, al nivel siguiente.

Y aquí esperamos que el lector nos permita ser un poco irónicos y fantasear con la situación.

La cascada ya era en realidad una catarata; y el diálogo fue: ¿Qué hay que hacer?. Pegarle a los barquitos. Y allá fue nuestra aviación de combate, a pegarle a los barquitos.

Vino la búsqueda de información, los estudios y análisis, los modelos de las amenazas, la missile trap, y todo lo que anteriormente relatamos.

Por eso el título del efecto cascada.

Y el lógico resultado; debido a las malas decisiones y apreciaciones erróneas de nuestro niveles más altos en el orden nacional, nuestros pilotos de combate, sin ninguna opción y reemplazando tecnología con coraje, terminaron llegando hasta la vertical de los buques británicos para tirarles la mayoría de las veces tres piedras de 250 kg, o a veces una de 500 kg.

LAS LECCIONES… ¿APRENDIDAS?

Al finalizar los conflictos y las guerras, tanto los que intervinieron como el resto de los países del mundo hacen un análisis de lo sucedido, para sacar experiencias y sobre todo, para solucionar los errores y no volver a cometerlos. Todo esto se agrupa normalmente en documentos cuyo título es: Lecciones Aprendidas.

¿A que se debió lo que pasó en Malvinas?. ¿Por qué todo lo que acabamos de relatar?. ¿Por qué hubo que improvisar?. ¿Por qué hubo que reemplazar tecnología con coraje y usufructuar del gran espíritu de PATRIA de los combatientes?

Algunas posibles lecciones, no sabemos si aprendidas:

1. Cuando al más alto nivel las apreciaciones son erróneas, el resultado al que éstas conducen es catastrófico, no importa lo que hagan los niveles inferiores para tratar de revertir la situación. Es el efecto cascada al que acabamos de referirnos. Y no debemos echarle la culpa a los niveles inferiores.
2. Desde la paz, y no importa cual sea la situación, se deben poseer sistemas de armas con el armamento y medios adecuados para realizar las operaciones a que pueda derivar la posible situación, sea en el futuro inmediato o el mediato. Iniciado el conflicto, de nada sirve improvisar.

Nuestros aviones, salvo los Super Etendard que tenían la tecnología adecuada, el Exocet, debieron penetrar las envolventes letales de los sistemas de defensa británicos, por no tener la tecnología adecuada. El resultado entre el 21 y 25 de Mayo fue un régimen de pérdida del 20%. Si el clima hubiese permitido mantener el régimen de salidas con el que normalmente se planeaban las operaciones, 3 salidas por avión por día, al finalizar el tercer día de combate ya no existía la aviación de combate.

3. Los números muestran que de poco sirve que la tecnología sea reemplazada por el coraje de los combatientes.

Señor lector, la próxima vez que se reúna con sus amigos a tomar un café, imagínese que lo están haciendo para planear una misión a Malvinas, y que uno de sus amigos, o tal vez usted, no va a volver; y que para el próximo café-misión, una de las sillas estará vacía.

A pesar de que cada vez había más sillas vacías, los pilotos de Fuerza Aérea siguieron yendo a Malvinas una y otra vez, algunos hasta 7 y 8 veces. Sin dudas hay que tener mucho más que coraje para hacerlo. Pero dejando de lado el romanticismo, la vanagloria y su orgullo, ¿a cambio de qué?.

Nuestros pilotos, en una extraordinaria demostración de coraje, llegaban hasta la vertical de los buques para arrojar sus bombas, tan bajo y cerca que terminaban cruzando entre sus antenas, o golpeando alguna, como muestra el círculo rojo de la imagen *i170-antelope*. Pero el otro círculo rojo muestra claramente el resultado obtenido a cambio, un agujero, que en el caso del buque de la imagen, por azar después explotó la bomba, cuando los británicos trataron de desarmarla.

Todo ese esfuerzo y sacrificio, ofrendando a veces la vida, para tirarle a los buques con grandes piedras de 250 o 500 kg; piedras que algunas veces explotaban.

4. Las responsabilidades y competencias de las Fuerzas Armadas deben ser fijadas a conciencia y con seriedad.

La Resolución 1/69 fue el fruto de acaloradas discusiones y disputas para determinar qué Fuerza hacia qué operaciones.

Esta postura es la que se sostuvo cuando se planeó la recuperación de las *Irredentas Islas*, y hasta fines de Abril de 1982, mes en el que hubo grandes conflictos y disputas entre nuestras Fuerzas Armadas por las competencias que fijaba la 1/69.

Pero cuando llegó el momento de ir a atacar a los buques, ninguno de los señores que tan acaloradamente habían sostenido sus posturas de empleo de los medios se opuso, es más, algunos se quejaban de por qué los aviones no iban más seguido.

5. Los errores sirven para aprender lecciones. Los nuestros costaron muchas vidas. ¿Aprendimos?

i170-antelope