

PRINCIPIO DE DETECCIÓN

Juan DEL POZO BERENGUER



Siempre estoy dispuesto a aprender, pero no siempre estoy dispuesto a que me enseñen.

(Winston Churchill).

NESDE tiempos inmemoriales, la guerra en general y la naval en particular se han visto drásticamente afectadas por un aspecto muy simple: quién ha localizado primero a su enemigo.

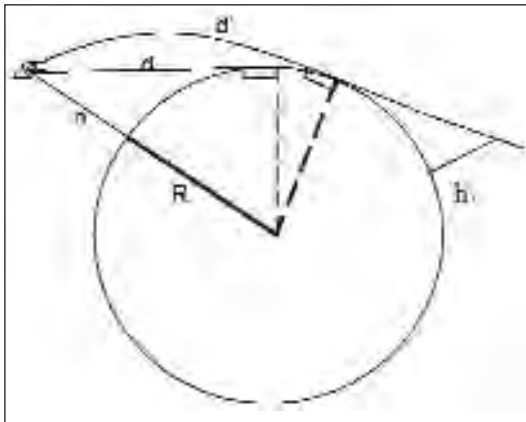
No hay duda de que en los tiempos, no tan remotos, en que no había radar todo se reducía a qué barco disponía de los mejores serviolas. ¡O de los palos más altos! Y centrándonos precisamente en la detección por encima de la superficie, la evolución ha sido extraordinaria pero, irónicamente, los problemas desde el punto de vista analítico son idénticos. Claro que ya no me centro en el clásico e insustituible serviola de carne y hueso, sino en el ahora omnipresente radar.

Exposición

La importancia de la detección es crucial, no sólo porque permite colocarnos en una posición ventajosa, sino porque con ella evitamos que sea nuestro adversario el que maniobre hacia esa posición de ventaja. Táctica elemental, no hay duda. El problema, sin embargo, adquiere unas dimensiones perfectamente descriptibles si tenemos en cuenta que, en ocasiones, la acción enemiga puede venir por múltiples sectores, complicando la compleja labor de vigilancia y alcanzando a menudo niveles de esfuerzo inaceptables cuando hay que mantenerlos durante periodos de tiempo prolongados. Y es por este motivo que todo medio capaz de detectar es fundamental, desde el modesto pero atento serviola hasta el más eficaz de los radares, independientemente de su banda

de trabajo, su velocidad de giro o su altura. ¡Ah, su altura! Qué aspecto tan fascinante. Y es que incluso en los tiempos en que la vela y el remo eran los únicos medios de propulsión, la altura a la que se podían colocar los serviolas en los palos ya era de enorme importancia.

Robert Massie describe con extraordinaria sencillez en su libro *Castles of Steel* cómo los grandes cruceros y acorazados del precavido almirante Jellicoe hacían uso de estos individuos no sólo como medios de detección, sino también como directores de tiro; cuanto más alto los colocaban, mayor era la distancia a la que podían abrir fuego con sus extraordinarios montajes de quince pulgadas. Claro que hoy en día el problema del fuego con montajes desde la mar tiene otras dificultades conceptuales más complejas que aún quedan por resolver en la Armada, así como en otras tantas marinas de guerra, y que poco tienen que ver con la detección. Pero a pesar de todo, continúa existiendo la necesidad de ver más allá del horizonte.



Analicemos el problema desde un punto de vista analítico para poder comprender los efectos que se producen en la distancia de detección por parte de la refracción atmosférica y la insoportable manía de la Tierra de persistir en su empeño de mantener sus propiedades geométricas intactas.

Veamos la analítica que hay detrás de la detección. En la figura tenemos un radar cualquiera colocado a una altura \$h\$ sobre la superficie

terrestre, y en la que \$R\$ es el radio de la tierra. En nuestro caso, dicho radar tiene un alcance teórico \$d\$ y un alcance real \$d'\$, debido entre otras cosas a la refracción. A la vista de la figura tenemos que:

$$R^2 + d'^2 = (R + h)^2 = R^2 + 2Rh + h^2$$

De lo que se deduce que:

$$d'^2 = 2Rh + h^2$$

y por tanto,

$$d'^2 = h(2R + h)$$

Y si tenemos en cuenta que R es aproximadamente 3.960 millas, entonces h puede considerarse despreciable (un radar sobre un barco está colocado a unas pocas decenas de metros). Por tanto, nos queda que:

$$d'^2 \approx 2hR$$

$$d' = \sqrt{2hR}$$

Sin embargo, éste es un valor teórico, y para condiciones atmosféricas normales y teniendo en cuenta la forma de la Tierra (una vez más, haciendo que el problema sea aparentemente más complejo para comprender), corregimos el efecto de la refracción aceptando un radio terrestre equivalente a $4/3R$ (valor puramente experimental, tal como contempla la publicación «Naval Operations Analysis»); luego

$$d' = \sqrt{2h4/3R}$$

pero siendo $R \approx 3960$ nm, y habiendo aproximadamente 5.280 pies en 1 nm, se deduce que

$$d'(\text{en nm}) = \sqrt{2h}(\text{en pies})$$

Claro, que este caso es específico para cuando nuestro blanco se encuentra pegado a la superficie, no levantando más de un palmo sobre el agua. Si se tratara de un objeto con una cierta altura, o colocado a una altura h_1 , la distancia de detección con el efecto de la refracción será, finalmente:

$$d'(\text{en nm}) = \sqrt{2h}(\text{en pies}) + \sqrt{2h_1}(\text{en pies})$$

Pues bien, ahora vamos a analizar un caso cualquiera para poner este simple cálculo analítico en contexto. Sin duda, uno de los casos más interesantes para la aplicación de este razonamiento es el de la detección de un blanco que se encuentra a una altura más bien baja sobre la superficie, y que se desplaza a una velocidad muy considerable. Y afortunadamente no tengo que inventarme ningún móvil que cumpla con estos requisitos, puesto que hay uno en concreto que reúne estos pareceres: el misil antibuque, arma típicamente naval.

El abanico de misiles antibuque actualmente disponible en el mercado es ciertamente amplio, pero todos comparten un denominador común: se acercan a su objetivo manteniendo un perfil de vuelo bajo y rápido. Revisten particular interés, al menos de cara a este pequeño análisis, aquellos que logran perfiles de vuelo muy bajos y velocidades muy altas. Y no es casualidad que así sea, ya que buscan en la velocidad y la altura de vuelo la mejor



Morsa 509 sobre Sancti Petri. (Foto: E. Grueso García).

medida contra las contramedidas electrónicas y los sistemas de armas antimisiles.

Entre los casos de misiles antibuque más estudiados se encuentra el SS-N-19 Sandbox, que tiene un alcance de 270 millas y una velocidad de crucero de 1.612 nudos volando en su fase intermedia a 80 pies de altura. Suponiendo que nuestro radar se encuentre a 52 pies, por poner un caso hipotético, lograríamos la primera detección a 22,8 millas. Y teniendo en cuenta su velocidad de aproximación, tendríamos 0,85 minutos para reaccionar. Por supuesto, todo esto es válido en el caso de que detectemos al misil a la distancia máxima posible.

La detección, sin embargo, está enormemente afectada por otro fenómeno que voy a denominar «fenómeno eco», y me explico. Para que un individuo detecte un blanco, bien visualmente o bien por medio de un radar, lo primero es que se dé cuenta de ello. Parece razonable, ¿verdad? No es aceptable

pensar que, como físicamente y bajo determinadas circunstancias la detección es posible, ésta vaya a tener lugar.

Una detección radar implica un mínimo de dos ecos sucesivos del mismo blanco. El motivo es simple. Un único eco, que no vuelve a aparecer, posible y probablemente sea producto del ruido electromagnético o de un arrastre, mientras que si tiene lugar en dos barridos consecutivos con idéntico resultado, hay indicios para la sospecha: ahí hay algo. Y tanto es así que son numerosos los radares que funcionan a partir de ese principio, como el viejo Searchwater Mk-II y el modernísimo Mk-2000, dotados de integración barrido a barrido y pulso a pulso, que se basan precisamente en este principio probabilístico.

Adicionalmente, a pesar de que el nivel de alerta del operador se vea mermado por motivos de fatiga, falta de atención u otros factores propios de los seres mortales, el papel del propio operador es crucial, porque puede aparecer nuestro eco y no encontrarse nuestro sistema debidamente programado. No sería la primera vez que un sistema de armas engancha a una gaviota o deja de ver un *Mirage F 1* volando a 300 nudos y 100 pies de altura, habiendo pensado que normalmente hacen la aproximación a una velocidad mucho mayor o cualquier otra variable. Al fin y al cabo, estos sistemas no los programan pilotos de caza o personal de inteligencia especializados en este tema. Parece sensato pensar que la intervención humana en algún momento es necesaria, a pesar de esos factores mortales a los que he hecho mención.

Supongamos, pues, que efectivamente nuestro operador radar o nuestro avanzadísimo sistema de combate, que previamente ha sido adecuadamente programado, no advierte la presencia de un blanco en el primer momento en que físicamente es posible hacerlo. Esos 51 segundos que antes mencionamos como un caso perfectamente factible se reducirían hasta un valor que puede ser ciertamente mortal, si es que no lo es ya. La cuestión es la siguiente: ¿no sería de gran ayuda que alguien nos advirtiera de antemano por dónde va a haber un eco radar y poder así centrar los recursos de nuestro sistema de armas y la atención del operador radar en la demora en cuestión? Todo apunta a que sería de gran ayuda saberlo. Y no es ningún secreto que los operadores de sistemas de alerta previa aeroembarcados en la Armada saben cómo hacerlo. Es cuestión de tener fe en otro medio de detección alternativo, que necesariamente ha de ser independiente de cualquier barco o medio de detección; su optimización se logra precisamente porque es independiente del sistema de armas de un barco, con sus múltiples operadores y sistemas auxiliares que facilitan el procesado de la señal. Y es necesario que sea siempre autónomo, puesto que de lo contrario si el barco fallase, necesariamente lo haría también la unidad aeroembarcada. Por si fuera poco, un sistema de combate de un barco cualquiera programado erróneamente, fenómeno perfectamente factible como lo demuestra el caso del USS *Vincennes* (crucero clase *Ticonderoga* con sistema de combate Aegis y radar AN/SPY-1) que derribó un avión comercial iraní, desvirtuaría por completo la existencia de la unidad de alerta previa.

Conclusión

No cabe duda de que esta pequeña reflexión es de aplicación fundamentalmente a una situación de enfrentamiento en aguas abiertas. Pero tampoco cabe duda de que mientras que en este escenario aún podía albergarse alguna duda sobre la existencia de unidades de alerta previa y su independencia de un barco y su sistema de armas, no hay discusión alguna cuando el enfrentamiento tiene lugar sobre tierra, donde ejerce su labor la Infantería de Marina y donde la cobertura radar de los barcos —que no han de acercarse a tierra más que lo imprescindible para proporcionar fuego naval de apoyo con una u otra arma— no puede garantizar la seguridad de los infantes. La época de las grandes batallas en mar abierta ha sido reemplazada por las propias de las misiones anfibas, donde considerar un anillo de protección de digamos veinte millas alrededor de un barco ya no es factible. Es necesario que las aeronaves de alerta previa queden sujetas a las necesidades de la Infantería de Marina, puedan integrarse con sus medios y no tenga que depender todo de una única fragata que, desgraciadamente, no puede ver a través de las montañas, aunque éstas estén dentro de las veinte millas de distancia. Sería un lamentable error táctico.

