

EVOLUCIÓN RECIENTE DE RADARES Y SISTEMAS DE COMBATE A BORDO DE LOS BUQUES DE LA ARMADA

Antonio VALLES CASTRO



Introducción



N lejano día de octubre del año 1980 crucé las puertas del antiguo Cuartel de Instrucción de San Fernando e ingresé en la Armada. Era la época de «¡Muchacho, la Marina te llama!», y con toda la ilusión del mundo elegí la especialidad de Electrónica, que en aquel tiempo se decía que era de las mejores. Mi primer destino fue el *Vicente Yáñez Pinzón* que, después de muchas vicisitudes y ya en la última etapa de su vida, se había convertido en un patrullero con base en Ferrol. Aquel venerable buque tenía una electrónica muy básica, un radar de exploración aérea MLA-1B, ya

inoperativo, y otro de superficie AN/SPS-5 obsoleto y con una fiabilidad bastante baja.

Ha pasado el tiempo, y hoy, en 2024, tenemos en la Armada buques con sensores y sistemas de combate que se encuentran entre los más modernos del mundo. En relativamente pocos años la evolución de estos equipos ha sido muy importante y el salto tecnológico abismal.

En este artículo se pretende repasar la evolución reciente de los sistemas de combate y de los sensores asociados a ellos. No va a ser un estudio técnico exhaustivo, sino una reflexión de un «electrónico» que ha visto la evolución de estos equipos desde la válvula, desconocida para las nuevas generaciones, hasta los provistos de tecnología digital e inteligencia artificial que ya forman parte de los sistemas instalados a bordo de los buques de nuestra Armada.

Antecedentes históricos

En el puente de un buque actual el oficial de guardia pide la situación. El cabo que está en el puente, también de guardia, va al Sistema de Posicionamiento Global (GPS) o a la consola de la carta electrónica y allí tiene a su disposición la situación en la que se encuentra. En el Centro de Información de Combate (CIC) el operador de la consola de superficie maneja todos los datos de los contactos que hay en 30 millas a la redonda.

Pero esto no siempre fue así. Durante siglos los marinos no disponían de ayudas a la navegación, utilizaban métodos rudimentarios y el cálculo de la situación no era tan fácil. Colón navegaba sin radares y, como todos sabemos, llegó a América. La guerra naval era una prolongación de la guerra en tierra; los buques llevaban tropa a bordo, se abordaban y se producía la lucha cuerpo a cuerpo. Con la llegada de los navíos de línea y de las fragatas, la táctica se limitaba a maniobras muy simples, por lo que la necesidad de sistemas que controlaran estos movimientos no era muy perentoria.

En una de las visitas que realicé al Museo Naval de Madrid, me encontré la mesa calculadora de derrotas de Juan José Navarro, primer marqués de la Victoria, que fue desde su juventud un estudioso de la maniobra y la táctica naval. Se trataba de un diseño que utilizaba el Comandante de la escuadra para explicar a los comandantes de los buques a su mando las diferentes maniobras a realizar, y está considerado como uno de los primeros simuladores

que se utilizaron en la Armada. Yo me atrevería a decir que fue el precursor de los sistemas de mando y control.

La electrónica aparece en los buques de guerra de la mano de la telegrafía sin hilos (TSH), siendo el paquebote estadounidense *St. Paul* el primero en llevarla a bordo. Aunque la primera instalación de TSH con que contó la Armada se instaló en el yate real *Giralda*, el primer barco de guerra propiamente dicho que dispuso de ella fue el crucero protegido de 3.^a clase *Extremadura*. En abril de 1904 se le incorpora un equipo experimental de la casa Telefunken.



Mesa calculadora de derrotas del marqués de la Victoria (siglo XVIII). (Fuente: Museo Naval de Madrid)



Crucero protegido de 3.^a clase *Extremadura*. (Fuente: Museo Marítimo de Barcelona)

En el año 1935 comienzan en Inglaterra las investigaciones para la detección de aviones mediante un sistema de radio. Aparece entonces el radar, que tuvo un desarrollo importante durante la Segunda Guerra Mundial, y en 1940 se instala el primer radar marino en los Estados Unidos. En 1943 se intentó instalar en España un radar embarcado, el «De Te», en el crucero *Canarias*, aunque no se consiguió, pues el material se perdió durante el camino debido a los bombardeos aliados. Éste ya se había montado en el acorazado de bolsillo alemán *Graf Spee*, que realizó sus pruebas de mar en aguas de la costa española en 1939.

En los años 50, el Instituto Nacional de Electrónica, dependiente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), comenzó a desarrollar algunos radares de vigilancia de puertos y de vigilancia aérea, así como uno de tiro para artillería de costa. Empezaba entonces a llegar material americano para la Armada, lo que creó una dependencia tecnológica con los Estados Unidos en este campo que se mantuvo durante varias décadas.

Evolución reciente

Buques procedentes de la ayuda de los Estados Unidos

Durante los años 50 y principios de los 60, la Armada tenía diferentes tipos de buques: destructores clase *Audaz*, *Oquendo* y *Liniers*, fragatas clase



Palo de señales del destructor *Blas de Lezo* en la Escuela de Especialidades «Antonio de Escaño». (Fuente: Armada)

Descubierta (1) y *Pizarro*, etc. Éstos estaban tecnológicamente muy atrasados, con equipos radar muy antiguos y, por supuesto, sin ningún tipo de sistema de mando y control. De hecho, las antiguas clase *Descubierta* no llevaban ni siquiera radar de exploración aérea.

A finales de los 50 llegaron a España los destructores clase *Fletcher* —los Cinco Latinos—, gracias al acuerdo suscrito con los Estados Unidos en el año 1953. Eran buques construidos en la Segunda Guerra Mundial y modernizados en electrónica y armamento en los 50.

Más tarde, en 1970, nos trasladaron los tipo FRAM (*Fleet Rehabilitation and Modernization*), también procedentes de la Segunda Guerra Mundial y modernizados a partir de 1959. Eran buques muy marineros, pero tecnológicamente poco más avanzados que sus predecesores los Latinos. Llevaban instalados tres radares —de navegación y de exploración de superficie y aérea— y un equipo de identificación amigo-enemigo (IFF). No tenían sistema de mando y control y en el CIC sólo había repetidores radar. La información de los contactos se le daba a un marinero punteador, que la pintaba

(1) No confundir con las corbetas clase *Descubierta* que se entregaron a la Armada a partir del año 1978.

en unas pantallas de metacrilato para así tener clara la situación, tanto aérea como de superficie.

Al no disponer de sistemas de mando y control, todos los cálculos se hacían manualmente. El primer ordenador que llegó a los buques fue el prehistórico Spectrum, que las nuevas generaciones no conocen pero que fue la antesala del *boom* informático que vivimos los siguientes años. Resolvía sencillos problemas de táctica y navegación, y para cargar el programa, que venía en una casete, se necesitaban de 30 segundos a un minuto; aun así, fue una revolución entre los radaristas, que por fin ya podían hacer cálculos sin utilizar la regla de los tres minutos.



Marinero punteador en pantalla de metacrilato.
(Foto proporcionada por el autor)

Fragatas clase *Baleares* (F-70)

El año 1973 fue importante para la Armada. Se entregaba la primera de las fragatas de la clase *Baleares*, construidas en España con proyecto y licencia de los Estados Unidos, y que significaron un salto tecnológico considerable. Llevaban instalado un radar tridimensional, el AN/SPS-52, con un calculador digital y una dirección de tiro de misiles también digital: habían llegado a los buques de la Armada los misiles y la electrónica digital.

De repente, hay que empezar a estudiar el comportamiento de los ceros y de los unos por una serie de circuitos totalmente nuevos, los digitales. Acostumbrados a las válvulas, todavía en aquel tiempo en gran cantidad en los equipos de radar, cambiamos, casi sin pasar por el transistor, a los circuitos lógicos. Muchos de los cabos de la especialidad de Electrónica que egresaban de la Escuela de Transmisiones y Electricidad de la Armada (ETEA) iban directamente a hacer los cursos en Estados Unidos.

Visto desde la perspectiva de hoy, aquellos circuitos eran sencillos y de una tecnología antigua. Sólo como ejemplo decir que los circuitos integrados



Fragata *Asturias* (F-74). Antena del radar AN/SPS-52. (Foto: Armada)

originales que implementaban el computador del radar AN/SPS-52 estaban fabricados con componentes discretos.

Aunque estos buques seguían sin tener un sistema de mando y control, el salto tecnológico fue importante; a mi modo de ver, tanto como el que años después supuso la construcción de las fragatas *F-100*.

Corbetas clase Descubierta

En el año 1978 se entregaba la primera de la serie, la *Descubierta*. Eran buques construidos en España, pero con equipos procedentes de diferentes países. Llevaban instalado un radar de exploración aérea holandés, el DA-05, con muy buenas prestaciones. Aportaban una tecnología muy novedosa para su tiempo y tenían una buena presentación, con una dirección de tiro moderna y muy fiable, la WM-25, un computador digital más potente que el que llevaban las fragatas tipo *Baleares* y una consola de presentación digital, aunque tampoco tenían sistema de mando y control y su sistema de armas era totalmente independiente.

Fragatas clase Santa María (F-80)

Por fin, en 1986 se entrega la *Santa María*, primera de la serie de fragatas tipo FFG. De construcción española con diseño americano, estos buques suponen una mejora sustancial. Llevan instalados a bordo unos sensores modernos, con dos radares —de exploración aérea y de superficie— buenos y fiables y el primer sistema de combate integrado en buques de la Armada. Poseen dos calculadores, que son el corazón del sistema, y una serie de consolas en el CIC donde, además de tener la presentación de los diferentes sensores, se pueden realizar todo tipo de operaciones. El sistema de armas ya está enlazado con las consolas del CIC, de manera que se pueden controlar las diferentes funciones desde éstas. Disponen también de un sistema de seguimiento automático de trazas (ADT), que en las cuatro primeras fragatas de la serie no tenía muy buenas prestaciones, pero en las dos últimas, con la instalación del AN/SYS-2, el resultado que se obtiene es excelente. En el año 2005 se comenzó una modernización del sistema de combate a las cuatro primeras de la serie, con la incorporación de consolas CONAM y otros elementos, como el AN/SYS-2.

Estos buques llevan el sistema de enlace de datos Link-11, que permite recibir la presentación táctica de otras unidades de una agrupación y enviar la nuestra a éstas, con lo que podemos integrarnos en agrupaciones de diferentes nacionalidades. Además, cuentan con un helicóptero orgánico *SH-60* con un sistema de mando y control muy sofisticado (LAMPS). Éste tiene un enlace de datos con el buque (*data link*) que posibilita, por ejemplo, ver la presentación de su radar en



Fragata *Santa María* (F-81). (Foto: Armada)

las consolas del barco y la de un helicóptero situado a una distancia de 50 millas por la proa del buque, que a su vez cubre una superficie de otras tantas millas, dando como resultado la capacidad de obtener una presentación de la situación de superficie en 100 millas por la proa del buque.

Modernización de las fragatas clase Baleares (F-70)

A principios de los años 80 se empieza a estudiar la modernización de las fragatas tipo *Baleares*. Al no tener un sistema de mando y control ni enlace de datos Link-11, estos buques no se podían integrar en ninguna agrupación o grupo de combate, con lo que la capacidad de la Armada en ese campo era muy limitada. Entre 1987 y 1991 se les instaló el sistema de mando y control TRITAN (Tratamiento Informático de la Táctica Naval) y el Link-11, que les aportó la posibilidad de integrarse en un grupo de combate. El corazón del sistema TRITAN era un ordenador AN/UYK-20 con sus periféricos asociados, y en el CIC se montaron cuatro consolas multifunción con ocho puestos de operador. Aunque las limitaciones operacionales del sistema eran importantes, el TRITAN estuvo operativo en estas fragatas hasta principios de los años 2000 en que se empezaron a dar de baja estos buques.

En este punto me gustaría destacar el gran esfuerzo realizado por el personal que desarrolló el *software* del programa operativo del TRITAN en una época en que la informática no estaba muy avanzada y los conocimientos de programación eran escasos. Es indiscutible que podía haberse hecho mejor,

pero el resultado fue más que satisfactorio y sirvió para que unos buques de la Armada tuvieran un programa operativo que no dependiera de nadie más que de ellos mismos.



AN/UYK-20, el ordenador central del sistema TRITAN. (Fuente: www.awm.gov.au)

Fragatas clase Álvaro de Bazán (F-100)

Por fin, en 2002 se entregó a la Armada la fragata *Álvaro de Bazán*, primera de la serie que lleva su nombre. En la actualidad, cinco de estas unidades siguen operativas y en pleno funcionamiento. Significaron un salto tecnológico



Fragata *Almirante Juan de Borbón* navegando por aguas de Noruega. (Foto: Armada)

definitivo, posicionándonos en los primeros puestos a nivel mundial. Fabricados por la empresa española Navantia, llevan a bordo el sistema más fiable y moderno del mundo, el Aegis, con el radar AN/SPY-1D. Además, Navantia supo integrar los sensores y equipos nacionales con los de fabricación americana, dando como resultado un buque a la cabeza de la tecnología mundial.

Las exigencias de formación para el mantenimiento y operación de estas unidades, al igual que sucedió en su momento con las fragatas clase *Baleares*, llevó a muchos de nuestros compañeros a realizar cursos específicos del radar y del sistema de combate en los Estados Unidos.

La configuración del sistema de combate cambia totalmente, siendo su alma el magnífico radar AN/SPY-1D, y el corazón que maneja el flujo de datos entre las diferentes unidades que conforman el sistema son los ordenadores AN/UYK-43. Tiene además instalados a bordo los sistemas Link-11, Link-16, Link Pro y LAMPS, lo que permite una interoperabilidad completa con buques, aeronaves y unidades en tierra.

Hemos tenido que actualizarnos, y si antes pasamos de la válvula al transistor y de éste al circuito integrado, ahora tenemos que aprender nuevos conceptos, como redes de datos, protocolos, servidores, Ethernet, fibra óptica, etcétera.

El sistema de combate de los buques de la Armada (SCOMBA)

La experiencia conseguida por Navantia y la transferencia de tecnología de la Lockheed Martin en el desarrollo e instalación de nuevos sistemas de combate es muy importante. Como consecuencia de ello, después de un período de estudio previo, en el año 2005 se comienza a desarrollar el SCOMBA. Se trata de conseguir un sistema de combate fiable y moderno de fabricación española que acabe con la dependencia tecnológica de otros países. Utiliza la arquitectura cliente-servidor, arquitectura abierta y elementos COTS (*Commercial Off The Shelf*). Este sistema se ha instalado a bordo del *Juan Carlos I*, del *Cantabria* y de los BAM (buques de acción marítima).

Fragatas clase Bonifaz (F-110)

En el mes de mayo de 2009 asistí en el salón de actos del Cuartel General de la Armada a las «Jornadas tecnológicas del futuro *F-110*» que, organizadas por el Estado Mayor de la Armada (EMA), constituyeron la primera aproximación a la tecnología que debería llevar a bordo este nuevo tipo de buques. En mi opinión, el EMA tuvo un gran acierto al juntar en estas jornadas a la empresa privada, la universidad y a otros organismos implicados en el proyecto, adelantándose más de diez años sobre la fecha prevista de construcción.

A día de hoy, las fragatas clase *F-110* ya están en fase de construcción y está prevista la entrega a la Armada de la primera de la serie, la *Bonifaz*, en 2025. Este buque contará con sensores avanzados y con un mástil integrado donde irán instaladas las antenas de array de los radares de las bandas S y X; además llevará una versión más avanzada del SCOMBA, del que hemos hablado anteriormente.

Como se puede ver, la Armada sigue apostando fuerte por la carrera tecnológica, en la que ocupamos puestos de cabeza.

Conclusiones

A lo largo de las cuatro últimas décadas, el salto tecnológico a bordo de nuestros buques ha sido impresionante. En pocos años pasamos de la válvula, mayoritaria en los destructores, a los circuitos integrados y a las redes de datos de las *Álvaro de Bazán*, a la tecnología digital de última generación y a la inteligencia artificial en las futuras fragatas tipo *F-110*.

La Armada continúa con la carrera tecnológica, y su previsión para un futuro es el desarrollo e implementación a bordo de los buques de nuevas tecnologías que nos mantengan en los primeros puestos del *ranking* mundial. En ese aspecto, cabe destacar la magnífica iniciativa que, adelantándose en el tiempo,

supusieron las jornadas tecnológicas de 2009, que sirvieron para aunar conocimientos y voluntades para que las futuras fragatas *F-110* sigan la senda tecnológica de sus predecesores.

Al hilo de esto, una última reflexión. Durante muchos momentos de nuestra historia, la Real Armada tuvo los mejores buques del mundo. Basta recordar al *Santísima Trinidad*, único navío de cuatro puentes construido en el mundo, o a otros muchos buques que eran la envidia de las demás potencias navales. Pero también es verdad que en ciertos períodos adolecimos de falta de preparación en nuestras dotaciones, lo que hizo que perdiéramos algunos de los combates en los que participamos.

En la actualidad, tenemos una Armada de tamaño medio, pero compuesta de buques punteros en tecnología a nivel mundial, por lo que no debemos descuidar el aspecto de la formación porque de nada nos vale tener buenos buques si no contamos con unas dotaciones con una gran preparación y un gran nivel de profesionalidad para mantener y operar los sistemas instalados a bordo.



Recibimiento de la 3.^a Escuadrilla al buque escuela *Juan Sebastián de Elcano* tras su Crucero de Instrucción de guardiamarinas frente a la ciudad de Cádiz.
(Foto: Jesús López de la Roda, Servicio Marítimo de la Guardia Civil)

