

LA REVOLUCIÓN NAVAL DE LA ARMADA COMIENZA EN TRES, DOS, UNO...

Introducción

TODO comenzó con esta pregunta inocente: ¿Como ingenieros, no os aburrís de hacer siempre lo mismo en la Armada? Echando la vista atrás, parece que un poco sí. Nos habíamos habituado a seguir los pasos de Navantia. Nosotros les decíamos nuestras necesidades a través de los Requisitos de Estado Mayor (REM) y ellos hacían la especificación de contrato (EdC), y fin... se acabó. Siempre se trababa de programas de muchísimos millones de euros, así que ¿para qué arriesgar si Navantia como astillero seguro que sabe mejor que nosotros cómo está el estado del arte naval?

Todo cambió con el programa del buque de acción marítima de intervención subacuática (BAM-IS), pues no era goloso para ningún astillero. Un programa de presupuesto contenido, del que no se iba a realizar una gran serie. Un hijo único, al fin y al cabo.

Los ingenieros del programa pensamos: bueno, ¿y no le vamos a dar lo mejor a nuestro hijo único? Así que nos pusimos manos a la obra, hicimos nosotros la especificación de contrato, en vez de Navantia, y así ahorramos algo del escaso presupuesto. Y la hicimos, vaya si la hicimos: redactamos lo que realmente quería la

Armada, empleando incontables horas de ingeniería, de «volver al cole y estudiar», de encontrar lo mejor de lo mejor en el mercado para incorporarlo en nuestro barco. No nos importó porque, al fin y al cabo, éste sería el primer buque de intervención subacuática de la Armada, de rescate de submarinos, de apoyo a buceadores, de salvamento de compañeros que se van a jugar la vida por nosotros, intentando —Dios no lo quiera— salvar vidas, a veces a costa de la propia. No importaron las horas extras, las ojeras, dejar Netflix al cuidado de la familia... Sesenta almas bien lo valían.

Debemos tener en cuenta que la necesidad y el proyecto venían acumulándose desde 2010, cuando se planeaba que éste fuera un buque de acción marítima de salvamento y rescate (BAM-SR) perteneciente a la extensión de la serie BAM. Sin embargo, todos recordaremos



David MÍNQUEZ CARRALERO



Vanesa MARTÍNEZ TAMARGO
ESSOR Programme Manager OCCAR

La suerte es donde se encuentran la preparación y la oportunidad.

Lucio Anneo Séneca

esa época por sus recursos reducidos y el panorama económico desolador que nos tocó afrontar.

¿Qué misiones va a desarrollar este buque?

Éste se concibió con los siguientes perfiles operativos:

- Perfil 1: buque de salvamento y apoyo al rescate de submarinos.
- Perfil 2: buque de rescate de submarinos.
- Perfil 3: buque de apoyo a operaciones de buceo.
- Perfil 4: intervención y rescate en accidentes y naufragios.
- Perfil 5: vigilancia y monitorización del patrimonio subacuático.

Finalmente, se le añadió un perfil 0 como buque auxiliar en apoyo a operaciones navales, cuyos requisitos operativos no afectan al diseño conceptual de buque de intervención subacuática.

Resulta evidente que existe un núcleo importante de misiones, no enunciadas taxativamente en el párrafo anterior, a las que este buque será capaz de enfrentarse con altas probabilidades de éxito, puesto que el empleo dual de los medios IS y la rápida evolución del entorno operativo así lo requerirán. En concreto, la mo-

nitorización de las infraestructuras submarinas de interés o la protección de los recursos energéticos o vivos en sondas propias de nuestra zona económica exclusiva (de hasta 5.500 m) serán una herramienta fundamental al servicio de la seguridad, la disuasión y, en definitiva, la acción del Estado en la mar. Todo ello se debe en gran parte a los medios de intervención o exploración que llevará embarcados, como el vehículo submarino operado remotamente (ROV), el vehículo autónomo subacuático (AUV) o el sonar de barrido lateral (SBL).

Por último, antes de pasar al siguiente punto, permítanme una analogía a la competición del motor. Todos sabemos que no basta con que el piloto de MotoGP sea el mejor, al igual que la dotación del BAM-IS, sino que el estado del arte que incorpora la moto debe permitir que se trabaje con la máxima eficacia y, sobre todo, seguridad. Esto mismo sucede en el *Poseidón*, en el que la tecnología que «trabaja en la sombra» permitirá ejecutar las misiones reseñadas, en condiciones que pueden ser realmente adversas, además de verse agravadas por factores como estrés, fatiga, recurso humano limitado, extensión temporal de las operaciones, etcétera.

Veamos, pues, uno de estos elementos clave: el puente integrado.

David contra Goliat: puente integrado INS cota de clase SYS-IBS-1

Todo el mundo se pregunta qué es eso del puente integrado de navegación (INS) que trae loca a media Navantia. La exigencia de su certificación para alcanzar la cota de clase SYS-IBS-1 se ha convertido en una auténtica guerra cuerpo a cuerpo.

Basándonos en la MSC.252(83)¹, la IEC 61162² y la IEC 61924-2³, todo puente integrado INS se caracteriza por tener un núcleo integrado de navegación compuesto por los sistemas de presentación de *conning*⁴, de gestión de alarmas centralizado (NAMS), radar en banda X y S y WECDIS (*Warship Electronic Chart Display and Information System*). Todo ello integrado en unos procesadores y una red certificada denominada INS.

Se podría decir que es una configuración típica, pero no lo es, pues el INS tiene por finalidad incrementar la seguridad de la navegación, ofreciendo funciones integradas y mejoradas para evitar peligros geográficos, del tráfico y ambientales. Con todo esto, refuerza la seguridad evaluando las señales de entrada de distintas fuentes, comparándolas para detectar posibles errores entre ellas y emitiendo oportunamente alertas de situaciones peligrosas, fallos en los sistemas y degradación de la integridad de esta información. INS coordina la red y puede seleccionar el mejor dato obtenido del conjunto de sensores, que gestiona

de forma automática o manual si se desea. La principal ventaja respecto a los demás «puentes integrados» de anteriores generaciones, como los IBS o INBS, es la integración de todos los sistemas como si fuera uno sólo y no un conjunto de consolas en el que cada función de navegación se ejecuta de manera aislada, lo cual previene del principal error de navegación: que la consciencia situacional difiera de la realidad.

El manejo se simplifica enormemente, ya que cualquier modificación que realice en una de las cuatro consolas se propaga a lo largo de la red, evitando así ejecutar los cambios en cada una de ellas; sería como un cuatro en uno. De esta manera, nos aseguramos de que, teniendo en cuenta el factor humano, el volumen de trabajo se mantenga dentro de la capacidad de un solo operador.

¿Y qué ventaja operativa aporta? Principalmente, la seguridad dentro de los perfiles de misión en los que el buque se desempeñará. Se debe tener en cuenta que existe una alta probabilidad de que los accidentes de submarinos ocurran en las entradas o salidas de puerto y, consecuentemente, próximos a la línea de costa. En esos momentos, cuando se está trabajando en una zona de maniobrabilidad restringida, en modo DP, con buzos en el agua o los sistemas de ventilación conectados al submarino siniestrado, concurren todos los ingredientes que elevan el estrés y la fatiga mental, en ocasiones con una dotación

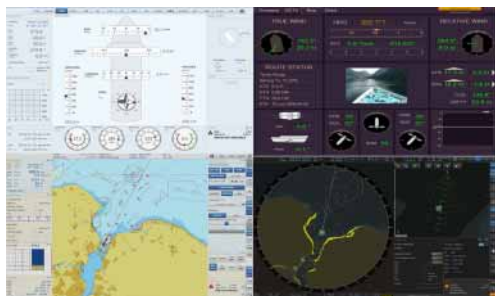
1. The Maritime Safety Committee MSC.252(83): *Adoption of the revised performance standards for integrated navigation systems (INS)*.

2. Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) 61162: *Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems. Digital interfaces*.

3. IEC 61924-2: *Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems. INS. Part 2: Modular structure for INS*.

4. Pantalla de datos de navegación centralizada para el gobierno del buque que permite acceder fácilmente a todos los datos de navegación del puente y del estado de las máquinas.

restringida y en un periodo de tiempo que suele ser extendido. Ahí es donde el trabajo en la sombra del puente integrado descrito será altamente relevante.



(Imagen facilitada por los autores)

SENDA

Tras varias vueltas y revueltas se nos presentó la oportunidad de añadir SENDA al buque, que es una solución de navegación y referencia temporal avanzada para unidades de la Armada. Incorpora una tecnología de navegación por satélite multiconstelación compatible con señales militares y civiles, y correcciones DGPS. También admite sensores externos para conseguir una navegación robusta y segura en el campo de batalla o teatro de operaciones en caso de *jamming* de la señal GNSS (Sistema Global de Navegación por Satélite). Además, incorpora un servidor de sincronización de tiempo que genera señales temporales de alta precisión y estabilidad, que son cruciales para la sincronización de todos los sensores de a bordo, sistema de combate, etcétera.

En nuestro caso, incluimos un interfaz certificado por el suministrador del sistema DP para que, en caso de denegación completa de la

señal de GNSS civil, se pudiese alimentar el algoritmo con la de posición militar. Esto es una ventaja operativa muy valiosa en escenarios como el espacio de batalla entre Ucrania y Rusia. Debemos tener en cuenta que allá donde existan unidades en combate también habrá buques, aeronaves o submarinos siniestrados a los que será necesario rescatar o auxiliar.

Pero no se vayan todavía, que aún hay más...

Sistema de posicionamiento dinámico DP2

Hoy en día el sistema de posicionamiento dinámico es un método preciso de posicionamiento de buques y/o embarcaciones, que se basa en los datos recibidos de los GNSS, giros, inerciales, anemómetros y MRU⁵. Se considera una técnica establecida, generalizada y aplicada en toda navegación desde sus comienzos en el mundo *off-shore*, pasando por buques de pasaje hasta sus primeras aplicaciones en embarcaciones de recreo.

Utiliza un algoritmo propio como parte de su funcionalidad de control. De esta manera, predice y corrige continuamente y en tiempo real las posiciones, cabeceos y velocidades, lo que permite a su vez el cálculo de comandos de empuje.

En términos de requisitos operativos, se traduce de dos formas:

—Cota de clase IMO DP (DYNAPOS AM/AT R): para el caso del BAM-IS, es la cota DP-II, que conlleva que los elementos activos del sistema se encuentren duplicados (redundancia),

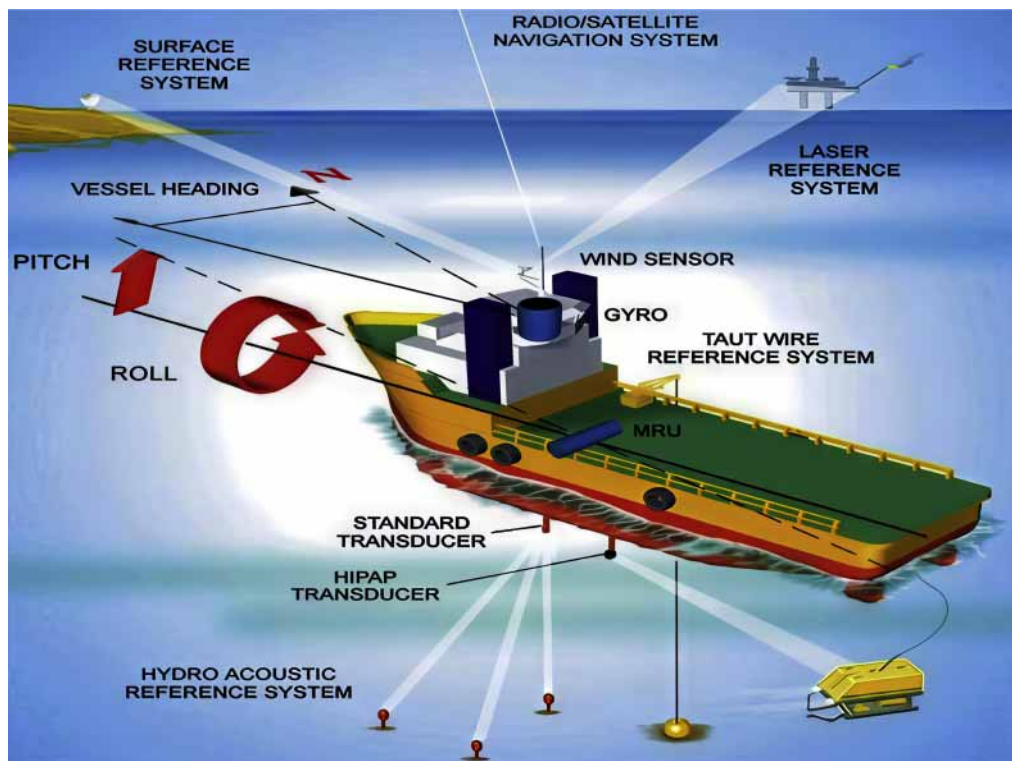
5. *Motion Reference Unit*: dispositivo que mide el cabeceo, balanceo y desplazamiento vertical del buque.

de forma que, en caso de fallo de uno de ellos, el buque no verá mermadas sus capacidades iniciales (condición intacta) de mantenimiento de la posición y rumbo.

—*Excursión y heading*: siendo la excursión el radio máximo de la circunferencia con centro en la posición de referencia inicial dentro de la cual el buque debe mantenerse (dos metros para el caso del BAM-IS), y el *heading* la desviación lateral (en términos angulares) que puede experimentar la proa respecto a su plano longitudinal de referencia (3° para el caso del BAM-IS). Los valores anteriores son los márgenes dentro de los cuales el buque debe permanecer, y éstos siempre van

asociados a un estado de mar⁶. La realidad es que debe ser capaz de mantener su posición con olas de hasta cinco metros y vientos de 20 nudos. En la práctica, si las condiciones meteorológicas son favorables, el buque podrá mantener su posición de manera centimétrica.

De forma simplificada, se puede afirmar que la cota de clase DP condiciona la configuración física de los sistemas (número de propulsores, motores, generadores, controladores...), y la excursión y *heading* supeditan el rendimiento o desempeño de estos sistemas (potencia, precisión, tiempo de respuesta...).



Cuaderno Profesional Marítimo, n.º 482. ANAVE, abril 2024.
(Imagen facilitada por los autores)

6. Estado de mar: se denomina así a la altura significativa y al periodo de pico del oleaje, velocidad del viento y de la corriente.

Una de las claves del éxito de este sistema es la «amigable» interfaz hombre-máquina. Es intuitiva y muy accesible hacia los comandos que son necesarios controlar, tal y como se puede observar en la siguiente imagen.



Captura de pantalla de la consola de operador del sistema DP2. (Imagen facilitada por los autores)

Adicionalmente, y para darle más precisión en cuanto a referencia, se le ha incorporado el sistema de referencia mecánico Taut Wire⁷.

De nuevo, nos hacemos la misma pregunta: ¿cuál es su ventaja operativa? Sin duda, la seguridad de los buzos y sistemas que se encuentran en el fondo. Debemos tener en cuenta que para realizar operaciones de buceo con suministro de superficie es preceptivo que el buque disponga de este sistema DP2.

De lo contrario, como así ha ocurrido en algunos accidentes, el buque arrastraría a los buzos por el fondo con alta probabilidad de seccionar su línea de vida con resultado catastrófico. Asimismo, desde el punto de vista funcional permite ser mucho más eficientes. Sirva de ejemplo la frecuente situación en la que el buzo se encuentra desarrollando un trabajo en el fondo y el buque es el que le aproxima la guindola (plataforma para izado o descenso de buzos) con el módulo de herramientas sin que éste deba desplazarse. Esto es eficiencia pero, sobre todo, seguridad, pues para el buzo el tiempo es... ¡vital!

Sistemas de posicionamiento GNSS con SBAS y EGNOS

Inicialmente, el buque iba a entregarse con los DGPS⁸, pero estos sistemas se están dando de baja, además de que sólo operan en las cercanías de la estación DGPS, normalmente en puertos. En la actualidad, la tecnología DGPS está siendo sustituida por la capacidad SBAS⁹ y EGNOS¹⁰ (cobertura europea). De esta manera, se mejora la exactitud del GPS, ya que el sistema proporciona mensajes de corrección

7. Es un sistema de referencia de posición mecánico, a babor o estribor, montado en cubierta en buques de superficie. Su propósito es proporcionar datos precisos de los movimientos de un buque de superficie con respecto a la posición de un peso depresor en el fondo del mar. Un cable se mantiene a tensión constante mediante un peso depresor en el fondo marino y un sistema de «amarre» servoasistido neumático y eléctrico. Cualquier movimiento del buque hará que el cable tensado se desvíe de su inclinación inicial. Este movimiento activa los potenciómetros montados en el cabezal del cardán (sensor) y produce cambios de señales analógicas directamente proporcionales a la desviación de la inclinación.

8. El GPS Diferencial (DGPS) ofrece una mayor precisión al captar la posición respecto al GPS normal. Éste puede corregir el error, permitiendo un cálculo muy exacto y fiable de la posición. Actualmente, está en desuso, ya que cuenta con la limitación de que los puntos de control han de tener horizonte despejado y ausencia de elementos cercanos que puedan causar multirayectoria.

9. SBAS: amplía y mejora la precisión y fiabilidad de la información GNSS, corrigiendo errores de medición de señales y proporcionando información sobre la exactitud, integridad, continuidad y disponibilidad de éstas, creando una precisión en zona cubierta similar a la del GPS militar.

10. EGNOS (precursor de Galileo: sistema mundial de navegación por satélite que se desarrolla en Europa): Consiste en una red de tres satélites geoestacionarios y otra de estaciones de anclaje terrestres, encargadas de transmitir los errores en las señales de GPS y actualizar los mensajes de corrección enviados por EGNOS. Los satélites EGNOS giran con la misma velocidad angular que la Tierra, es decir, permanecen inmóviles en un determinado punto sobre nuestro globo.

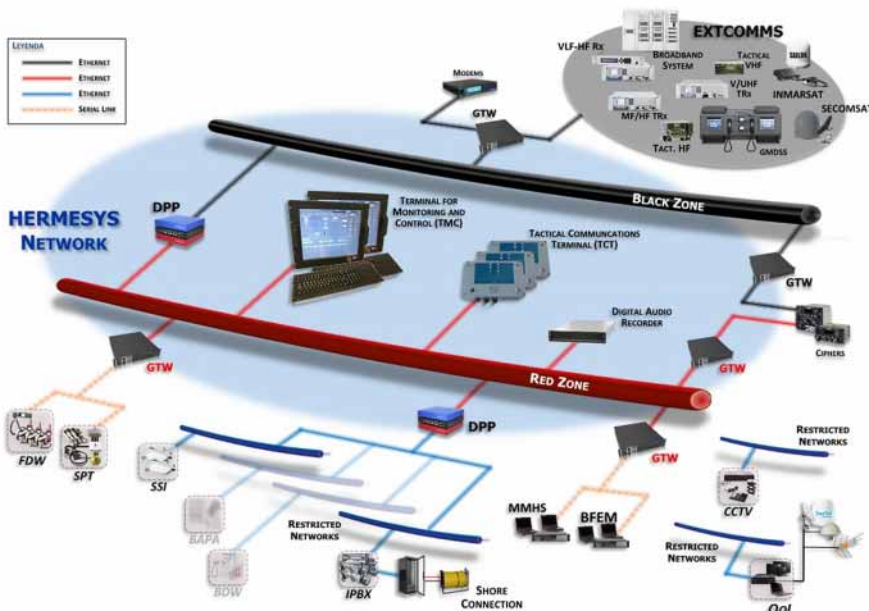
diferencial y datos de integridad para los satélites geoestacionarios, conjuntamente con una red de estaciones de vigilancia ubicadas en tierra (estaciones de anclaje).

Comunicaciones HERMESYS; seguridad e interoperabilidad con la I3D

Las comunicaciones y tecnologías de la información son y serán el talón de Aquiles de nuestros sistemas de comunicaciones. Se hace más que nunca necesario securizarlas. Para ello, y para asegurar la interoperabilidad OTAN, se cumplirá con los STANAG 4246, 4205 y 4372 de los equipos de radio UHF que operan en el modo de salto rápido de frecuencias HQ, y además estará preparado para SATURN. Son sistemas radio con medidas de protección electrónica (EPM) que operan mediante un salto rápido de frecuencias en la banda UHF.

Navantia Sistemas ha desarrollado el HERMESYS, que está basado en la conmutación de datos en redes IP (Protocolo de Internet), apoyándose para ello en las tecnologías de VoIP con una arquitectura distribuida en el diseño del sistema. Entre sus ventajas, permite realizar sus funciones sin necesidad de servidores, eliminando potenciales puntos singulares de fallo, y además simplificar las labores de integración y cableado a bordo de las plataformas.

Se encarga de gestionar, supervisar y monitorizar las comunicaciones y los subsistemas de comunicaciones del buque, administrar las comunicaciones internas y externas y facilitar su gestión, planificar la creación de los circuitos y la utilización eficiente de los recursos de comunicaciones, además de proporcionar las funciones que permiten configurar y controlar remotamente los equipos de los sistemas de comunicaciones del buque.



(Fuente: Navantia Sistemas)

Por otra parte, tiene en cuenta el nivel de confidencialidad y proporciona otros servicios adicionales, tales como la integración de cifradores de audio y datos, con el fin de garantizar la seguridad de las comunicaciones. La arquitectura del sistema cuenta con dos zonas diferenciadas (zona roja y negra) que permiten mantener una separación entre equipos que manejan información sensible (zona roja) y equipos que manejan información no sensible o encriptada (zona negra).

Asimismo, éste será el primer buque de la Armada que contará con el nuevo cifrador español multiplataforma del Grupo Oesía: CERBERUS. Tiene la capacidad de cifrado de voz, datos serie y datos IP según estándares OTAN (STACIS, NINE), y permite comunicaciones seguras hasta nivel SECRET (OTAN) con la capacidad de manejar diferentes niveles de clasificación en el mismo sistema. Se trata, en resumen, de un salto técnico primordial para el Ministerio de Defensa, además de garantizar la interoperabilidad, fundamental para actuar como multiplataforma.

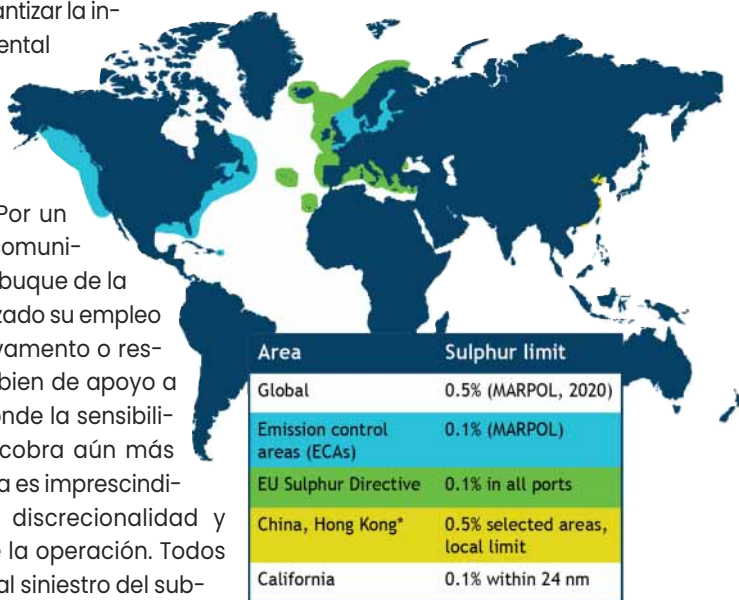
La ventaja operativa de este sistema es doble. Por un lado, la intrínseca a las comunicaciones seguras en un buque de la Armada. Pero particularizado su empleo a una operación de salvamento o rescate a un submarino, o bien de apoyo a una catástrofe aérea donde la sensibilidad de la información cobra aún más importancia, este sistema es imprescindible para mantener la discrecionalidad y adecuado desarrollo de la operación. Todos recordaremos respecto al siniestro del submarino argentino ARA *San Juan* cómo la comunicación pública al exterior tiene un impacto en los 360° tremendamente notable.

Propulsión en corriente continua híbrida con apoyo de baterías

Diseñado con el concepto de buque eléctrico, tiene aspectos de última generación, como planta eléctrica en corriente continua con el apoyo de baterías, propulsores Voith de imanes permanentes y hélices VIT en proa.

Diésel-generadores Tier III

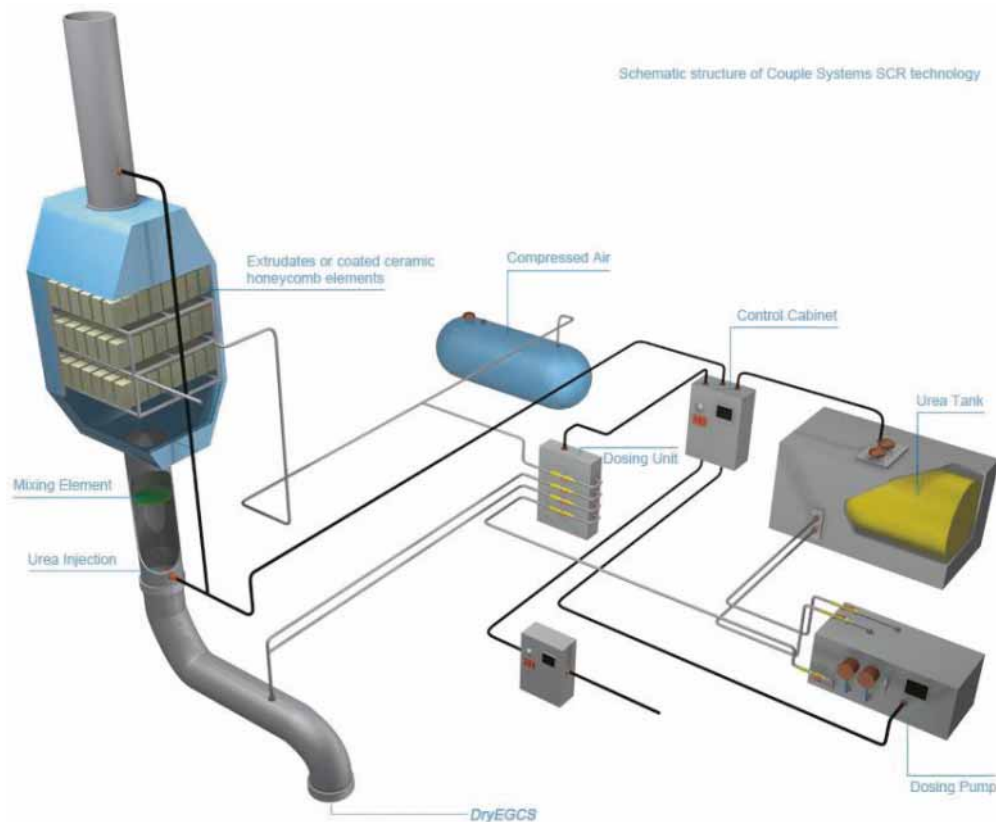
La nueva regulación IMO Tier III, que entró en vigor en 2016, restringe aún más los límites de emisión en las ECA (Áreas de Control de Emisiones). En este caso, se quiere establecer una reducción del 80 por 100 de las emisiones de NOx (óxido de nitrógeno) en comparación con la regulación IMO Tier I en las ECA, con lo que el contenido en azufre en estas zonas deberá ser del 0,1 por 100 a partir de 2015.



* Note! China and Hong Kong may go down to 0.1% earlier than 2020.

(Fuente: Deltamarin Ltd. HQ)

Schematic structure of Couple Systems SCR technology



(Fuente: Technical Courses)

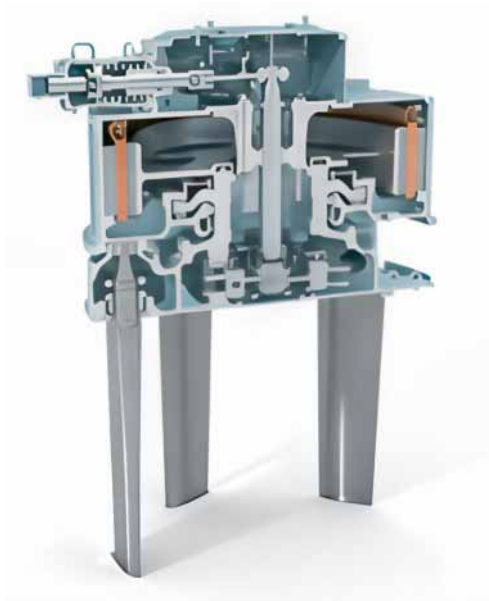
En este sentido, el BAM IS cumplirá con este requisito al incorporar SCR (Reducción Catalítica Selectiva) a las exhaustaciones, con el fin de reducir los óxidos de nitrógeno. El sistema se basa en la inyección de urea a los gases de escape. Este compuesto reacciona con los óxidos de nitrógeno produciendo nitrógeno y vapor de agua, que no son contaminantes para el medio ambiente, cumpliendo así con las normativas sobre emisiones Tier III de la EPA e IMO II.

Entrar y poder atracar en zonas ECA se ha convertido en un tema crítico para buques de la Armada, ya que se ha dado el caso, por ejem-

plo en Canadá, de tener que fondear a más de 200 millas por no permitirse la entrada en puerto.

Propulsores cicloidales

El buque consta de dos hélices eléctricas del tipo Voith Schneider (Electric Voith Schneider Propellers o eVSP) y tres propulsores de tipo Voith (Voith Inline Thrusters o VIT) con motores eléctricos de imanes permanentes integrados de ELIN Motors, filial de Voith Turbo. Es un sistema especializado de propulsión marina, que se caracteriza por su maniobrabilidad,



(Fuente: Voith y OP BAM)

permitiendo al buque cambiar de dirección casi instantáneamente, manteniendo la potencia suministrada al buque, ampliamente empleado en remolcadores y transbordadores.

La combinación eVSP y VIT se tomó sobre la base de extensas simulaciones CFD (Dinámica de Fluidos Computacional) y pruebas de modelos que se llevaron a cabo en estrecha colaboración con el equipo de hidrodinámica de Navantia y cubrieron una amplia gama de criterios, desde la resistencia del barco y la interacción entre la hélice y el casco hasta el posicionamiento dinámico durante un período más largo.

En particular, el rendimiento superior del eVSP, combinado con un menor requisito de potencia optimizado, fue el criterio de selección decisivo sobre todos los demás conceptos de propulsión para permitir que el sistema de posicionamiento dinámico, que es crítico, y el

core de este buque (*Dynamic Positioning* o DP) fueran capaces de mantener la posición en las condiciones de mar más restrictivas.

Hélices VIT en proa

El buque, a su vez, se apoya en tres hélices VIT 2000-1650H en la proa, que proporcionan la propulsión necesaria para mantenerlo en la posición requerida durante largos períodos en condiciones de mar exigentes. Ambas tecnologías de accionamiento utilizan un motor eléctrico de imán permanente integrado de ELIN Motors.

Este buque, especializado en operaciones submarinas, debe cumplir con las cotas de clase de Bureau Veritas: COMF-NOISE, COMF-VIB. Adicionalmente a lo contemplado por la Sociedad de Clasificación, para las cotas de ruido y vibraciones consideradas se requiere

el control y, eventualmente, reducción de la firma acústica submarina y el nivel de vibraciones, de forma que se garantice la correcta operación y las prestaciones especificadas para los sistemas de exploración, comunicación e intervención subacuática. En este sentido, destacar que el eVSP tiene una excelente hidroacústica y se espera que genere emisiones de ruido reducidas bajo el agua, además de un sistema integrado de estabilización del balanceo, que proporciona una mejora notable tanto en la



Hélice de proa. (Fuente: Voith)

comodidad como en las condiciones de trabajo y operación a bordo del barco. Consecuentemente, esta baja emisión de ruido tiene una ventaja operativa muy favorable en las operaciones de buceo con suministro de superficie, pues no sólo afecta a la ergonomía del buzo, sino también a la seguridad al mantener unas comunicaciones bajo el agua más nítidas, lo que redundará en la seguridad una vez más.

Sistema de Control Operaciones de Intervención Subacuática

En este apartado llegamos al *core* de este buque: la integración de los medios IS y la gestión masiva de la información que permitirá alcanzar el éxito de las misiones con alta probabilidad.

De manera extremadamente resumida, los sistemas de búsqueda y exploración con que contará este buque son:

- Sonar de barrido lateral (SBL).
- Vehículo operado remotamente (ROV) para trabajos hasta 6.000 metros.
- ROV de observación hasta 1.000 metros.
- Sistema de posicionamiento hidroacústico (HPR).
- Localizador de *pingers* o balizas de emergencia.
- Vehículo submarino autónomo (AUV) hasta 6.000 m, dotado de sonar de apertura sintética y un paquete de sensores de exploración.
- Sondas monohaz y multihaz.
- Teléfono submarino fijo interoperable en el marco de la OTAN.

La información que proporcionan estos sistemas se integrará en un sistema robusto y seguro. En el local de operaciones, equivalente al Centro de Información para el Combate (CIC) de una fragata, se proporcionará una visión completa de todas las señales de video y datos procedentes de los equipos, con toda la información útil para apoyo a las decisiones operativas, maximizando su eficacia. Asimismo, el sistema permitirá la planificación de misiones mediante el empleo de una variedad de herramientas.

A continuación, podemos observar lo que sería una representación gráfica de un pecio obtenida con diferentes sistemas. Asimismo, se incluye una presentación del sistema de

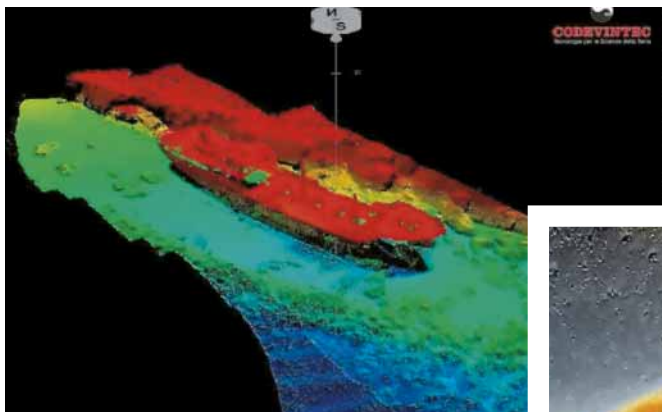


Imagen batimétrica de sonda multihaz.

(Facilitadas por los autores)

Imagen de un pecio obtenida con un sonar de apertura sintética de un AUV.



posicionamiento hidroacústico (HPR), que resulta fundamental para la coordinación segura 3D de medios y buzos en el agua.

Los medios IS de los que el *Poseidón* dispondrá a bordo serán modulares y de empleo dual. Además, algunos de ellos pueden reconfigurarse para un perfil de misión concreto a través de los sensores o accesorios que admite su carga de pago (*payload*).

Esta versatilidad permitirá adaptarse al entorno operativo que, como hemos observado recientemente, muta con un alto dinamismo.

¿Cuál es el elemento diferenciador? El conjunto de medios y la profundidad (6.000 m) a la que podrán actuar, sin duda, aportarán una capacidad operativa fundamental de especial trascendencia en España, cuyo litoral y extensión de la ZEE son considerables. En este sentido, la Armada tendrá la capacidad de monitorear infraestructuras submarinas

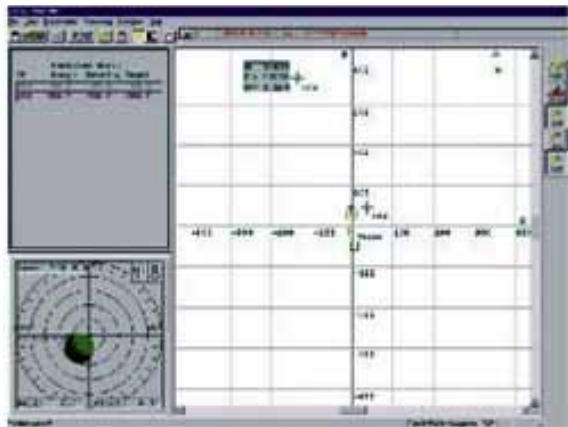




Imagen obtenida con la cámara de un ROV. (Imagen facilitada por los autores)

de interés, áreas de recursos del lecho marino, investigación de incidentes y recuperación de evidencias. Todo ello al servicio de la cadena operativa.

Pero esto no termina aquí y debe ser sólo el comienzo. El trabajo en modo enjambre de los vehículos autónomos, en todos los dominios (no únicamente el subacuático), será un multiplicador de capacidades. Nos encontraremos ante un nuevo campo de batalla, con diversos cambios: 1) en la organización, al haberse creado nuevas estructuras en el seno de la OTAN y la UE para la protección de infraestructuras submarinas; 2) con nuevas amenazas no sólo en la zona híbrida, sino con esos mismos medios de empleo dual, que pueden multiplicarse de forma exponencial sin aumentar proporcionalmente el coste, y 3) con nuevas misiones a mayores profun-

didades, donde hace escaso tiempo eran inalcanzables.

Por si esto fuera poco, aún tenemos un motivo más para estar orgullosos de esta revolución naval. Enfocándonos en una de sus principales misiones, será el primer buque en España en estar certificado como MOSHIP¹¹ para el embarque de los vehículos de rescate de la OTAN (NSRS) y de la US Navy (SRDRS). El camino no ha sido fácil y todavía queda la demostración efectiva mediante el embarque real, lo cual, se intentará realizar en alguno de los múltiples ejercicios en los que la Armada suele adiestrarse, como el CARTAGO (ejercicio anual nacional de salvamento y rescate de submarinos) o el DYNAMIC MONARCH (ejercicio trienal con participación masiva de medios de muchas marinas).

11. Buque nodriza o *mobilisation ship*.

Pionero en aplicar IA a la ciberdefensa

La IA está arrasando en todos los ámbitos; todos queremos una aspiradora inteligente, un robot de cocina inteligente o una pulsera inteligente que nos diga cuántas calorías hemos quemado para así tomarnos ese postre de chocolate sin ningún cargo de conciencia.

A las arquitecturas tradicionales por dominios (confidencial, difusión limitada o sin clasificar) se le han añadido elementos pasivos y activos, como Firewall de Nueva Generación (NGFW) o un Sistema de Gestión de Eventos e Información de Seguridad (SIEM), los cuales tienen incorporadas capacidades de detección de intrusiones en el sistema no deseadas para bloquearlas a través de la recopilación, normalización y correlación de eventos de seguridad, proporcionando inteligencia al sistema. De esta manera, a través del «aprendizaje automático» (*machine learning*) tan de moda en nuestros tiempos, y basándonos en patrones de comportamiento anteriores, son capaces de dar una respuesta automática a muchas de las amenazas, potenciando la detección y respuesta no sólo de descartar falsos positivos, sino de detectar nuevos ataques *Zero Day*¹².

A medida que la definición de detalle del buque avanzaba, tanto Navantia como la OP BAM consideramos añadir seguridad a nuestros sistemas. Por ello, en sistemas vitales como el SICP, que es un sistema de control industrial en el que además interaccionan subsistemas de diferentes fabricantes como ABB, Kongsberg o Voith, se debería considerar

la normativa CCN STIC 480, teniendo en cuenta que, por ejemplo, un ataque podría dejar inoperativos los servicios a equipos vitales, sistemas contraincendios, de refrigeración, de lubricación y combustible, etc. Para ello, se añadieron NGFW, que son el siguiente escalón a los tradicionales *firewalls* que tienen capacidad de IPS/IDS (Sistema de Detección de Intrusos), etc.

El mejor buque del mundo mundial, aunque ¿es suficiente?

¿Qué hace que un buque sea único? Además de ser sólo uno, también lo hacen la dedicación y el cariño que se le presta en el diseño y selección de cada uno de sus sistemas. Por todo lo expuesto hasta ahora, este buque de la Armada es el vivo «estado del arte naval», del que podemos estar plenamente convencidos, y orgullosos, de que será la mejor unidad de buceo y salvamento de submarinos si la comparamos con otras de similares dimensiones y desplazamiento. Incorpora novedosos sistemas, aplicando a su vez tecnologías disruptivas y emergentes, además de ser el primero en España en ser certificado como buque MOSHIP de ambos sistemas de rescate de submarinos (NSRS y MOSHIP). Será sin duda, el «conejo de Indias» precursor de los sistemas que incorporará la futura fragata *F-110*. De esta manera, se podrán evaluar a pequeña escala todas las funcionalidades y virtudes de estos nuevos sistemas.

No obstante, el salto cualitativo tan notable que va a suponer su entrada en servicio debe

12. *Zero day exploit*: se aprovecha de una vulnerabilidad de seguridad todavía desconocida por la comunidad de ciberseguridad. En muchos casos, el código de explotación lo escribe la misma persona u organización que descubrió la vulnerabilidad. Se trata de una de las amenazas más serias, ya que abre una ventana de vulnerabilidad de los sistemas desde el momento en que se desarrolla el *exploit* hasta que la vulnerabilidad es parcheada.

ir acompañado de una serie de acciones que multipliquen su eficiencia. En la opinión de los autores que suscriben el presente artículo, debe incrementarse la interacción entre los equipos autónomos para actuar en modo «enjambre» y explotar las ventajas operativas del nuevo espacio de batalla.

«sensorización» de los activos de interés ubicados en el lecho marino, como los cables submarinos de datos o de suministro eléctrico, patrimonio arqueológico, infraestructuras submarinas de interés, etcétera.

Por último, de manera transversal, debe tenerse en consideración que el creciente volumen de información ha de acompañarse de

(Fuente: OP Navantia)



Al ser equipos modulares, debe aprovecharse la ventaja que los nuevos buques multipropósito proporcionan como plataforma ideal para su despliegue.

Asimismo, puesto que los recursos son limitados, debe de potenciarse aún más la

una red robusta y fiable, de una interfaz hombre-máquina altamente funcional y de servidores que sean capaces de procesar de manera fluida dicha información.

Joaquín Sabina, en su canción *Peces de ciudad*, dice algo que define a los del BAM-IS: «... desafiando el oleaje sin timón ni timonel...».

BIBLIOGRAFÍA

<https://www.defensa.com/defensa-naval/votih-suministrara-sistema-propulsion-bam-is-para-armada>
Martínez Tamargo, Vanesa: «BAM de intervención subacuática. Primer buque ciberinteligente de la Armada». Revista General de Marina, marzo 2023.

Varada del LHD *Juan Carlos I.* (Foto: Flickr Armada)

