BOLETÍN TÉCNICO DE INGENIERÍA

Diciembre 2018
Número 15

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE ARMAS NAVALES

(ETSIAN-JEPER-DIENA)

MINISTERIO DE DEFENSA

Edita:

MINISTERIO DE DEFENSA
SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA

NIPO: 083-17-202-1 (edición en línea)
NIPO: 083-17-203-7 (impresión bajo demanda)

Este Boletín se puede solicitar en papel en la modalidad de impresión bajo demanda.
Los números editados se pueden consultar en formato electrónico en: https://publicaciones.defensa.gob.es/revistas.html
App Revistas Defensa: disponible en tienda Google Play (http://play.google.com/store) para dispositivos Android, y en AppStore para iPhones y iPads.

A NUESTROS COLABORADORES

El acuse de recibo de los artículos enviados por nuestros estimados colaboradores no supone, por parte del BOLETÍN, compromiso de publicación. Normalmente no se devolverán los originales ni se sostendrá correspondencia sobre ellos hasta transcurridos seis meses de la fecha de su recibo, en cuyo momento el colaborador que los desee podrá reclamar la devolución.

Los originales habrán de ser inéditos, escritos en *Word* y se entregarán por vía informática (*Internet*, *Lotus Notes*) o grabados en CD. La extensión del texto no sobrepasarán las seis páginas y se presentará escrito a un espacio. La Redacción se reserva la aplicación de las correcciones ortográficas o de estilo que considere necesarias.

Las siglas y acrónimos se aclararán con su significado completo la primera vez que se utilicen (excepto las muy conocidas: ONU, OTAN, etc.) y deben corresponder a su versión en español cuando la haya (OTAN en lugar de NATO, Marina de los Estados Unidos en vez de *US Navy*, etcétera).

Las fotografías, gráficos e ilustraciones se acompañarán con un pie o título y tendrán una resolución de 300 dpi como mínimo, preferiblemente en formato JPG. Si no son del propio autor, se citará su procedencia y el autor realizará los trámites precisos para que se autorice su publicación. El BOLETÍN no se responsabilizará del incumplimiento de este requisito. Las ilustraciones enviadas en papel pasarán a formar parte del archivo del BOLETÍN y sólo se devolverán en casos excepcionales.

Se citará la bibliografía consultada.

Al final del artículo se incluirá el nombre y apellidos del autor, su categoría o profesión, el NIF, la dirección completa, con distrito postal, el número de teléfono y su dirección de correo electrónico.

Maquetación:

Mª José Pizarro García

Índice

EDITORIAL Pág. 3

SISTEMA HÍBRIDO NO TRIPULADO DE ALTA AUTONOMÍA BASADO EN PILAS DE COMBUSTIBLE «AUV SIROCO» Pág. 4
VA. ING (R) D. Ángel Martínez Martínez

FIABILIDAD. RCM (Mantenimiento centrado en la Fiabilidad. ARM (Disponibilidad, Fiabilidad y Mantenibilidad). Misión de la Plataforma. Pág. 13
CA (CIA) (R) D. Miguel Illán Rivera

APLICACIÓN DEL LÍMITE ELÁSTICO DINÁMICO EN LA EJECUCIÓN DE CÁLCULOS DE CHOQUE A BORDO DE SUBMARINOS Pág. 23
CF (CIA) DR. D. Pedro Antonio Casas Alcaide

BUQUES AUTÓNOMOS: ¿Desparecerán los tripulantes de los barcos? Pág. 34
CC (CIA) DR. D. Raúl Villa Caro

¿QUÉ ES *FILELESS MALWARE?* Pág. 39
TN (CIA) D. Mario Guerra Soto

ESTUDIO DE LA DEGRADACIÓN DE LA DIFENILIMINA (DFA) Y CENTRALITA I. (C-I) CON TEMPERATURA/TIEMPO MEDIANTE HPLC Pág. 43
DR. D. Manuel Laguna Iglesias
TN (CIA) D. Javier López Muñoz

ESTUDIOS DE SIMULACIÓN Y DE CAMPO DE LA INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA BALÍSTICA DE ACERO TRATADO CON POLIUREA Pág. 51
DR. D. Manuel Laguna Iglesias
TN (CIA) D. Carlos De Zavala Díaz
COMTE (CIP) D. Julio R. Tortosa Del Carpio
D. José Antonio Loya Lorenzo

ESTUDIO CUALITATIVO DE LOS ESTABILIZANTES Y SUS POSIBLES ESTADOS DEGRADADOS DE PÓLVORAS DE USO CORRIENTE EN LA ARMADA Pág. 56
DR. D. Manuel Laguna Iglesias
TN (CIA) D. Manuel Pérez-Pardo Blanco

USO DE REDES NEURONALES COMO TÉCNICA DE CLASIFICACIÓ DE EVENTOS A BORDO SOBRE DATOS DE SICP Pág. 62
AN (CIA) DR. D. Francisco Lamas López

JORNADA TÉCNICA DE THALES ALENIA SPACE Pág. 76

BIOGRAFÍA: D. JOSÉ ROMERO FERNÁNDEZ DE LANDA Pág. 78

Foto portada:
<https://www.flickr.com/photos/armadamde/26184489649/in/album-72157656330834603/>

BUQUES AUTÓNOMOS:
¿Desaparecerán los tripulantes de los barcos?

CC (CIA-EOT) RAÚL VILLA CARO
Ingeniero Naval y Oceánico / Capitán de la Marina Mercante
Doctor por la Universidad de A Coruña
Jefe de Ingeniería de Plataforma de ICOFER

1. Introducción

Desde hace un par de años se lleva hablando de buques inteligentes. De la mano de los «Smart-phones» han llegado ante nosotros los que se podrían denominar «Smart-ships». Pero dejando de lado los términos anglosajones, los podríamos llamar simplemente buques inteligentes, ya que de igual forma que los móviles de última generación, los nuevos barcos inteligentes necesitan la interacción humana para poder realizar sus operaciones. Por muy inteligente que sea un teléfono móvil, siempre necesitará de un humano para que lo utilice, porque de lo contrario, ¿para qué servirá? Pues algo parecido ocurre con los nuevos buques inteligentes, ya que por muchos sistemas avanzados que posean, a día de hoy necesitan a la tripulación para que opere con ellos. Aunque otro tema será el conocer el nivel de exigencia humana que requerirán esos buques inteligentes, que obviamente dependerá del grado de automatización de cada buque.

Actualmente ya existen buques mercantes con sistemas automáticos de ayuda al atraque y al amarre, o buques de guerra con sistemas integrados de control de plataforma. Este tipo de buques estarían encasillados dentro de lo que serían buques inteligentes, ya que poseen sistemas que lo son, pero que necesitan a las dotaciones para que interpreten los resultados o las posibles averías que puedan surgir. Junto a todo esto, la llegada de los Astilleros 4.0, formará parte de esa inteligencia de la que hay que dotar a los buques.

Figura 1. Buque mercante «inteligente» (Fuente: <www.prosertek.com>)

2. ¿Es lo mismo un buque inteligente que uno autónomo?

Una vez que ha quedado clara la definición de lo que sería un buque inteligente, llega ante nosotros una nueva acepción, la de buque autónomo. En este caso la definición es un poco más compleja. Evidentemente sería absurdo intentar acudir a la Real Academia Española (RAE) para intentar solucionar este enigma, ya que estamos ante un reto mucho más complicado, ya que se trata de términos muy actuales y correspondientes a tecnología muy avanzada.

De una forma básica, podríamos considerar como buque autónomo, a aquel que no necesita la interacción humana a bordo para llevar a cabo sus operaciones. De esta forma el control del buque se podría hacer de una forma remota (tripulantes virtuales) o bien podría ocurrir que el buque no necesitara tripulantes a distancia que lo manejaran, por poseer inteligencia suficiente para poder navegar de manera autónoma.

Pero ante la llegada de los nuevos buques, la OMI (Organización Marítima Internacional) ha tomado cartas en el asunto y ha empezado por definir con exactitud lo que es un buque autónomo (en inglés es conocido con las siglas de MASS, «Maritime Autonomous Surface Ship»). La OMI ha decidido clasificar a los buques con diferentes grados de autonomía, dependiendo del grado de automatización que posean. De esta forma tenemos la siguiente clasificación:

- Buque con procesos automatizados y apoyo en la toma de decisiones: en ellos la tripulación se encuentra a bordo para controlar el buque, aunque algunas operaciones podrían estar automatizadas.
- Buque controlado a distancia pero con tripulación reducida a bordo: en este caso el barco es controlado en remoto, desde una estación en tierra, pero en cualquier caso existe dotación a bordo para cubrir posibles eventualidades que puedan surgir.
- Buque controlado a distancia sin tripulación a bordo: ahora, y de nuevo, el barco se controla desde tierra, pero en este caso no existe tripulación a bordo.
- Buque totalmente autónomo: aquí ya nos referimos al buque del futuro. En este caso el barco será capaz de tomar decisiones por sí solo, sin necesidad de interacción humana.

En cualquier caso esta clasificación no es cerrada para cada buque. Por ello un barco podría cambiar su grado de automatización a lo largo de sus navegaciones, de forma que podría poseer para las maniobras más delicadas (entrada en puerto, atraque, amarre, recogida de práctico, navegación por aguas restringidas, etcétera) un grado de autonomía más exigente, y cuando estuviera en mar abierto, un grado de autonomía más relajado. O incluso se podría estudiar la posibilidad de que un barco no llevara tripulación a bordo durante las navegaciones en aguas abiertas, y la embarcara al acercarse a la entrada en puerto, en el momento por ejemplo de embarcar al práctico del puerto.

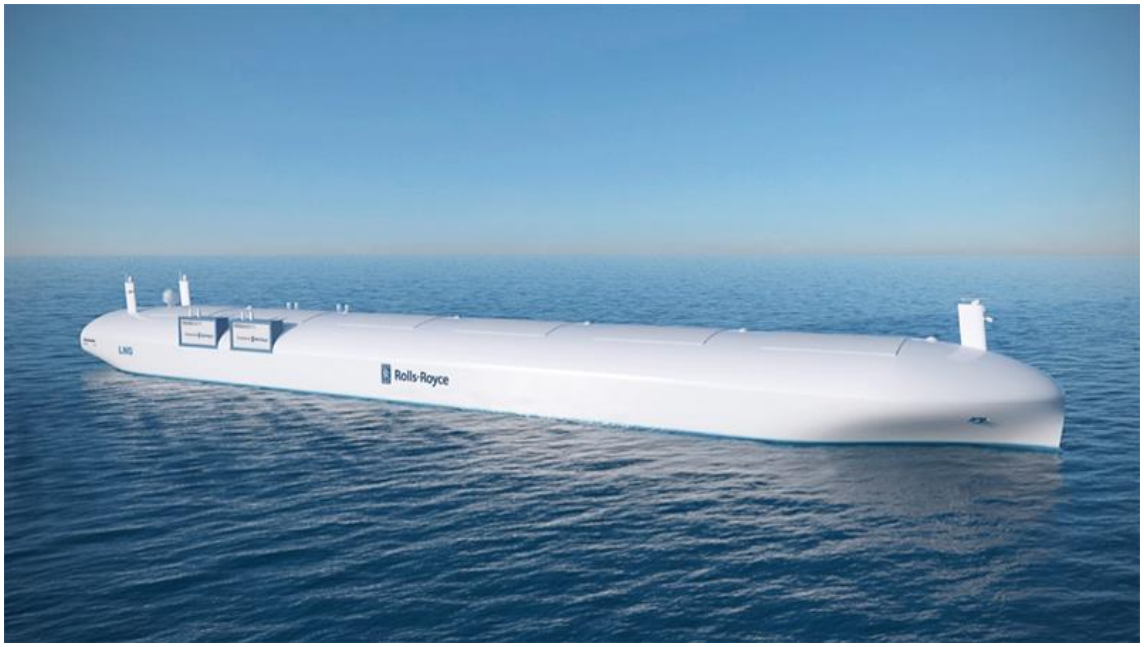

Figura 2. Buque autónomo (Fuente: Rolls-Royce)

3. Proyectos de buques autónomos

A día de hoy ya existen varios proyectos que están estudiando la viabilidad de los buques autónomos. Entre ellos destacan tres, dos internacionales y uno nacional.

Por un lado tenemos el Proyecto «MUNIN» (Maritime Unmanned Navigation trough Intelligence in Networks). Se trata de un proyecto de investigación ya finalizado en 2017, que estaba financiado por la Comisión Europea. Entre sus objetivos se encontraba el de desarrollar y verificar el concepto de buque autónomo.

Por otro lado habría que destacar el proyecto «AAWA» (Advanced Autonomous Waterborne Applications). Se trata de una iniciativa promovida por la Agencia de Innovación de Finlandia (Tekes), junto con Universidades de dicho país y la empresa Rolls-Royce, que lidera el proyecto. Este proyecto es el más ambicioso dentro de la filosofía de buque autónomo. Busca la posibilidad de que los barcos puedan ser manejados de forma remota y/o autónoma. La empresa cree que ya dispone de la tecnología necesaria para llevar a cabo la navegación autónoma y remota, y piensa que las tripulaciones virtuales, que manejen los buques a distancia, son una realidad cercana en el tiempo. En cualquier caso Rolls-Royce también es consciente de que todavía se debe encontrar la forma óptima de combinar esa nueva tecnología con las especiales circunstancias que rodean las navegaciones de los buques en la mar, y sus operaciones en puerto.

Figura 3: Tripulantes virtuales en remoto, a distancia (Fuente: Rolls-Royce)

Finalmente se debe destacar un proyecto nacional, concretamente gallego. La empresa Industrias Ferri ha diseñado un vehículo autónomo, tipo dron, que dispone de un sistema inteligente de navegación para realizar las operaciones de forma remota, o incluso de manera totalmente autónoma. Para llevar a cabo su trabajo la embarcación dispone de un ordenador industrial que genera rutas eficientes libres de obstáculos a la navegación. Por supuesto ese ordenador dispone de algoritmos para que la embarcación actúe en sus maniobras de acuerdo con las reglas de navegación establecidas en el RIPA (Reglamento Internacional para Prevenir Abordajes). Los citados algoritmos interactúan con la información que el buque recibe de sus múltiples sensores, hasta que la embarcación alcanza su destino pre-fijado.

La embarcación posee doce metros de eslora, desplaza cinco toneladas y alcanza los cincuenta nudos de velocidad. Estas características junto a una cubierta corrida y diáfana la convierten en la plataforma ideal para trasporte de elementos auxiliares. La «Victoria», nombre con el que se ha denominado a este buque, corrige su rumbo y derrota de forma automática en base a la información que recibe de sus sensores, sin que sea necesaria la interacción humana exterior. En cualquier caso también está dotada de la posibilidad de poder ser manejada por control remoto.

Entre las funciones que puede desarrollar la Victoria, se podrían destacar las de alcanzar un punto fijo, seguimiento de un objeto móvil, mantenimiento de la posición mediante navegación en círculos alrededor de un punto, etcétera.

Figura 4: VICTORIA, embarcación autónoma (Fuente: Industrias Ferri)

4. Tripulaciones mínimas de seguridad en los buques

La OMI lleva años intentando concienciar a los diferentes estados en su carrera hacia la seguridad y por ello las diferentes normativas existentes en el sector marítimo, reguladas por medio de los mismos, deben centrarse en la búsqueda de la seguridad total de los tripulantes.

Es bien conocida la actual tendencia a la baja en las dotaciones de los buques, y sin que éstas lleven a cabo una adecuada restructuración de sus guardias de mar. Por ello, estas reducciones de personal podrían afectar a la seguridad de los buques debido al aumento de la fatiga en los tripulantes existentes, al aumentar el número de guardias que tendrían que llevar a cabo. Esto exige que los tripulantes, al representar un número menor de personas para la misma carga de trabajo (a pesar de que los buques inteligentes exigirán menos personal), deberán realizar un esfuerzo mayor, ya que deberán poseer todos los conocimientos adecuados que dicta el convenio STCW (Convenio Internacional sobre normas de Formación, Titulación y Guardia para la gente de mar, de 1978). Además no debemos olvidar que estos tripulantes deben vivir a bordo con un ambiente de confort idóneo que establezca una calidad de vida óptima para que puedan llevar a cabo sus funciones de manera efectiva, tal como establece la Convención de Trabajo del 2006 (Maritime Labour Convention).

5. Conclusiones

Me gustaría focalizar estas conclusiones intentando responder al interrogante expuesto en el título de este artículo, referente a si desaparecerán o no los tripulantes de los buques.

La respuesta al interrogante es difícil, pensemos en los siguientes escenarios:

1. El buque navega gobernado por un sistema de control automatizado que corrige sus propios errores.
2. El buque es controlado a distancia, mediante interacción humana.
3. El buque en alta mar navega de forma automatizada y utiliza interacción humana, a distancia, al entrar y salir de puerto.

Pero me surge este interrogante, ¿se ha pensado en las averías de los buques?

Llegados a este punto también me pregunto, ¿y alguien ha pensado en la obligatoriedad de los buques de recoger práctico al llegar a puerto? Se me presenta al menos como curioso, el pensar en la cara que pondrá el práctico cuando embarque en un buque en el que no exista tripulación. Aunque pensándolo en frío, ¿podría existir también el «tele-practicaje»? Creo que nos queda aún mucho camino por recorrer hasta que lleguemos al escenario de buques con tripulación «cero». Pero hasta que alcancemos esa meta, pensemos en hasta qué punto podríamos reducir la tripulación. Es indudable que los buques deberán poseer muchos sensores que serán imprescindibles, pero no parece esa la parte difícil del asunto. Pensemos por un momento en los tripulantes a distancia que dirigirán el buque, ¿cuántos buques podrán manejar simultáneamente? Pues si la respuesta es sólo uno, ya no termino de ver cuál es la ventaja del desplazamiento a tierra de los tripulantes. Pero volvamos a bordo, ¿hasta qué punto podemos reducir el personal? Pensemos de nuevo en el número total de oficiales a bordo del buque, ¿hasta qué número se podría reducir la totalidad de los oficiales?

Pues para contestar a esa serie de interrogantes habría que empezar diciendo que sería necesaria una reestructuración de todos los planes de estudios, para que los nuevos oficiales, estuvieran formados para todo lo que exigen los nuevos buques. Esos nuevos «super-oficiales» deberían poder montar guardia en el puente, y tener conocimientos sobre todo lo que exija el buque. Aun así, ¿podríamos reducir de tres oficiales: el capitán y dos oficiales más, a menos de tres? Yo creo que no. Esos tres superhombres, o supermujeres, deberían ser capaces de poder atender a todas las necesidades y exigencias del buque «semiautónomo». Su formación debería ser la equivalente a las dos secciones actuales, puente y máquinas, pero complementada y actualizada con todas las nuevas necesidades de estos buques (informática, electrónica, ciberseguridad, etcétera).

6. Referencias bibliográficas

[1] Bureau Veritas; Guidelines for Autonomous Shipping. Diciembre de 2017.

[2] Cordero, M. (2017). Autonomía marítima: objetivo de las regulaciones. Recalada, 18-19.

[3] Corte, J. d. (2017). Retos legales de la operativa de los buques autónomos. Recalada, 20-24.

[4] Cruz, E. (2017). Buques autónomos: ha comenzado su regulación. Recalada, 9-11.

[5] Filgueira, J. J. (2017). La tecnología que viene ¿acabará con el empleo en la mar? Recalada, 6-8.

[6] Lloyd´s Register; Unmanned Marine Systems Code. Febrero de 2017.

[7] MUNIN. (2016). MUNIN Project . Obtenido de <http://www.unmanned-ship.org/munin/>.

[8] Organización Marítima Internacional. (1972). Reglamento internacional para prevenir abordajes (COLREG). OMI.

[9] Uriarte, J. I. (2017). Enseñanzas náuticas y los proyectos de buques autónomos. Recalada, 12-14.

PUBLICACIONES
Pd
DE DEFENSA

GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE DEFENSA

SECRETARÍA
GENERAL
TÉCNICA

SUBDIRECCIÓN GENERAL
DE PUBLICACIONES
Y PATRIMONIO CULTURAL