BOLETÍN TÉCNICO DE INGENIERÍA

Diciembre 2019
Número 17

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 (impreso bajo demanda)
ISSN: 2659-6458 (edición en línea)

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 solo 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. 2

RESISTENCIA LONGITUDINAL DISPONIBLE EN UN BUQUE TRAS SUFRIR UNA VARADA ACCIDENTAL Pág. 3
CF (CIA) Dr. D. Pedro Antonio Casas Alcaide

ICMASS: CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE BUQUES AUTÓNOMOS DE SUPERFICIE Pág. 19
CC (CIA) Dr. D. Raúl Villa Caro

DESCRIPCIÓN DE METODOLOGÍA DE CLASIFICACIÓN DE MODOS DE FALLO PARA INTEGRACIÓN EN SISTEMA PREDICTIVO Pág. 25
D. Manuel Paredes Algarra
AN (CIA) Dr. D. Francisco Lamas López

INDUSTRIA 4.0 EN LA CADENA LOGÍSTICA DE MANTENIMIENTO MARÍTIMA Pág. 33
Dª. Patricia Pérez Sabater
AN (CIA) Dr. D. Francisco Lamas López

Foto portada: Salida de Rota. Fragata Numancia
Autor: AF (CGA) D. Carlos Celedonio Ameyugo Fernández del Campo.

75 ANIVERSARIO 1944 2019
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE ARMAS NAVALES
ETSIAN

ICMASS: CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE BUQUES AUTÓNOMOS DE SUPERFICIE

CC (CIA) D. 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

El primer congreso internacional sobre buques autónomos de superficie (ICMASS) se llevó a cabo el pasado año 2018, convirtiéndose de esta forma en el encuentro más importante en abordar todas las investigaciones actuales destacables referentes al desarrollo de la tecnología de los buques autónomos (MASS). Este congreso se organizó dentro un ciclo que estará formado por congresos anuales, celebrándose el siguiente, los próximos trece y catorce de noviembre de 2019, en Trondheim, Noruega.

ICMASS nació con el objetivo de que tanto los investigadores como los desarrolladores de los sistemas de los buques, pudieran intercambiar información sobre los MASS. Por ello, en la pasada y primera edición, se invitó a participar en la misma a investigadores de todo el mundo, tanto del ámbito académico, como de la industria. En 2018 el ICMASS se celebró en el «Busan Exhibition and Convention Center (BEXCO)», en Busan (República de Corea), los días ocho y nueve de noviembre de 2018.

2. Temas tratados en el «ICMASS» 2018

En este congreso, y entre otros, se estudiaron aspectos relacionados con:

- Desarrollos tecnológicos referentes a los buques MASS.
- Criterios de aceptación de los mismos.
- Aplicaciones innovadoras importantes.
- Infraestructuras de puertos, muelles y costas.
- Desarrollos legislativos y normativos, nacionales e internacionales, necesarios.

Respecto al último punto anterior, no se debe olvidar, que el propietario de un buque MASS siempre será el responsable de la seguridad de sus tripulantes, por lo que cuando un armador contrate una tripulación, deberá ser consciente de todos aquellos riesgos que puedan afectar a sus trabajadores, por lo que estará obligado a velar por que se adopten todas las medidas necesarias para minimizar los riesgos que puedan surgir durante las operaciones de los buques autónomos. Por ello, en el ICMASS 2018 se emitió un código o documento en el que se definieron todas las áreas operativas que se deberían tener en cuenta, con el objetivo de minimizar los riesgos, en función de las condiciones meteorológicas y medioambientales existentes en cada momento. Por lo tanto, y en función de ellas, se indicaron unos apartados de obligado cumplimiento, más o menos restrictivos, según la situación existente en cada momento. De esta forma, dependiendo de la fuerza del viento, y de la altura de las olas, se definieron unas categorías de diseño; y dependiendo de la distancia a costa o a zonas seguras, se establecieron diferentes zonas de operación.

Figura 1.- Buques autónomos del futuro (Fuente: Rolls-Royce)

3. Niveles de autonomía de los «MASS»:

En la actualidad se han desarrollado una serie de sistemas para clasificar el nivel de control aplicable sobre los buques autónomos no tripulados. Las categorías existentes son las siguientes:

Tabla 1.- Niveles de autonomía (Fuente: elaboración propia)

NIVELES DE AUTONOMÍA		
Nivel	**Nombre**	**Descripción**
0	Convencional	Embarcación controlada por tripulación a bordo.
1	Operado	Buque bajo control del operador. El operador toma todas las decisiones. Dirige y controla todas las operaciones y misiones del buque.
2	Dirigido	Embarcación bajo control dirigido. Se implementa cierto grado de razonamiento y capacidad de respuesta en el buque no tripulado. Puede sugerir acciones. Sin embargo, la autoridad para tomar decisiones radica en el operador. El buque no tripulado solo actúa si se le permite hacerlo.

3	Delegado	El barco no tripulado ahora está autorizado para ejecutar algunas funciones. Puede definir acciones e informar de sus intenciones. El operador tiene la opción de vetar esas acciones durante un cierto tiempo, antes de que el buque no tripulado actúe. Por lo tanto la toma de decisiones se comparte entre el operador y el barco no tripulado.
4	Monitorizado	El buque no tripulado define las acciones, decide, actúa e informa de sus maniobras. El operador puede observar y controlar.
5	Autónomo	El sistema operativo del buque es capaz de tomar decisiones y de determinar acciones por sí mismo, sin interacción humana.

4. La navegación del futuro. Tipos de «MASS»

El Código ICMASS identifica varias clases de buques MASS en función del uso previsto de los mismos, de su tamaño y velocidad, y de los peligros potenciales que presentan. El objetivo de esta clasificación es el poder identificar a aquellos tipos de MASS con mayor probabilidad de poder suponer un peligro para otros buques, del resto, en función de su mayor tamaño o velocidad. Obviamente esta clasificación será acorde con la establecida en el RIPPA, Reglamento internacional para prevenir abordajes (o COLREG, según las siglas en inglés).

Hay que destacar que, en los MASS del futuro, el sistema de navegación autónomo poseerá la capacidad de poder maniobrar el buque dentro de unos parámetros marcados. Para ello, deberán navegar de acuerdo a las reglas del RIPPA, evitando situaciones de riesgo de abordaje, y siendo capaces de mantener en todo momento una vigilancia del tráfico marítimo que exista en sus inmediaciones. Y todo esto sin olvidar que también deberán cumplir todas las prescripciones que ordenan otros reglamentos o convenios, tales como el convenio STCW (guardias de mar), SOLAS (seguridad en la mar), BPG (guía de navegación del puente) o Código IS (protección de buques).

Por lo tanto, se convierte en una necesidad fundamental, el poseer el control exacto de la posición, trayectoria y comportamiento del buque en una carta electrónica, que ayude en la detección y presentación de los obstáculos. Detección que se conseguirá gracias a un conjunto de sensores que capten la información del entorno, desde el propio buque, sin depender de información externa. Obviamente estos sensores tendrán que ser capaces de discriminar la información relevante, de la superflua.

En lo referente al apartado de comunicaciones de los MASS, hay que pensar que serán similares a la existentes en la actualidad en los buques convencionales (satélite, vía terrestre, etcétera).

Figura 2.- Esquema de aparición futura prevista de los MASS

5. Desventajas de los "MASS" en seguridad:

A pesar de que las ventajas que presentan los buques autónomos puedan estar más o menos claras, uno de los puntos principales existentes de desconfianza hacia los MASS, es el de la posible falta de fiabilidad de sus sistemas autónomos a bordo. Ya se ha mencionado que los MASS deben ser al menos tan seguros como los buques existentes, por lo que uno de los mayores retos que se presenta, es el de legislar todos los temas referentes a la seguridad de los buques. Paro ello, uno de los valores frontera más difícil de establecer será el de fijar el punto límite que marque si la toma de decisiones debe ser llevada a cabo por tripulantes humanos o por sistemas autónomos.

No podemos olvidar que el MASS también necesitará un mantenimiento, incluso más exigente que el actual en un buque convencional, por lo que deberá ser personal de tierra el que efectúe estas labores de mantenimiento mientras el buque se encuentre atracado. Otro aspecto a estudiar será el de las estadías de los buques en puerto, ya que inicialmente da a sensación de que los MASS exigirán mayor tiempo de permanencia de los buques en puerto, aspecto que inicialmente se presenta como negativo, al menos desde el punto de vista económico.

Otro tema que me gustaría destacar es el de las grandes dudas que suscita la calidad del trabajo a distancia en tierra. Ya se conoce que muchos estudios recalcan la importancia del factor humano, al que se suele culpar de la mayoría de los accidentes marítimos, pero se nos presenta el siguiente interrogante: «*¿Prescindir de los seres humanos realmente reducirá el número de accidentes?»* Parece demasiado fácil el pensar que, eliminando al hombre o la mujer, eliminaremos el riesgo. Porque, aunque bien es verdad que el humano está detrás de gran número de accidentes marítimos existentes, también es verdad que el humano posee la capacidad para poder enfrentarse a situaciones nuevas, inesperadas e imprevisibles, que se antojan como necesarias, para responder a las situaciones que suelen aparecer en la mar.

Para finalizar este apartado haré referencia a otro factor que se presenta como muy importante, el de la ciberseguridad. Todos los sistemas del MASS, incluidos los medios de comunicación, estarán informatizados, y su integridad dependerá de las conexiones con las estaciones en tierra. Por ello será muy importante el que los MASS estén preparados para poder defenderse de los ataques de posibles piratas informáticos.

6. Conclusiones

Con las posibles ventajas que pueda aportar la llegada de los MASS (de las que no he hablado en este artículo) y sus desventajas, parece que, aunque de forma muy lenta, se presenta ante nosotros un cambio en la forma de entender el negocio marítimo.

En cualquier caso, y aunque quieran empezar a aparecer ante nosotros los buques del futuro, siguiendo un calendario similar al indicado en la figura 2 de este artículo, lo que está claro es que todavía, y durante muchos años, seguirán existiendo buques convencionales navegando. Hay que darse cuenta de que en la actualidad existen más de 65000 buques mercantes navegando por el mundo, cantidad a la que hay que añadir un número superior de buques pesqueros (más de 70.000), y una estratosférica cantidad de embarcaciones de recreo. Pues todas esas embarcaciones nunca llegarán a la categoría de MASS, a pesar de que aún estarán navegando muchísimos años. Lo más probable que ocurra es que los primeros MASS, parcialmente autónomos, lleguen en silencio, para gradualmente ir aumentando su grado de autonomía. Primero se empezará a reducir la tripulación, para ir transfiriendo poco a poco las funciones de manejo del buque a las estaciones de control en tierra.

Por otro lado, destacar que el factor que más juega en contra de la navegación autónoma, es el referente a la fiabilidad de sus sistemas. A pesar de que estudios, como el del proyecto MUNIN, indiquen que los MASS podrían obtener niveles de fiabilidad y eficiencia asombrosos, en un futuro muy cercano, precisamente esos plazos de tiempo tan cercanos, son los que también generan cierta desconfianza en muchos sectores.

Para finalizar, y repitiendo lo que ya se ha indicado en muchos foros, me gustaría recalcar que parece que la tecnología necesaria para que los MASS autónomos comiencen a navegar, ya existe, aunque no se puede decir lo mismo de toda la reglamentación necesaria para que estos nuevos buques autónomos puedan surcar los mares y océanos del mundo.

7. 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.

[10] Villa Caro, R. (2019). *Impacto y adecuación de los buques inteligentes «sin tripulación» sobre la normativa nacional e internacional existente*. Ingeniería Naval, 74-80.

[11] Villa Caro, R. (2019). *El estudio de los buques de superficie autónomos, inteligentes y sostenibles: la extinción de las tripulaciones de los buques*. Rihumso, 45-56.