BOLETÍN TÉCNICO DE INGENIERÍA

Mayo 2018
Número 14

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

IN MEMORIAM Pág. 4

TECNOLOGÍAS DEL SIGLO XXI Pág. 5
CF (CIA) Dr. D. José Mª Riola Rodríguez

INFLUENCIA DEL NIVEL DE PARTICIPACIÓN EN EL RESULTADO DE UNA ENCUESTA DE PRESTIGIO Pág. 12
CF (CIA) Dr. D. Pedro Antonio Casas Alcaide

«EQUIPOS» DE AYUDA AL «ATRAQUE» Y «AMARRE» DE LOS «BUQUES» Pág. 21
CC (CIA) Dr. D. Raúl Villa Caro

TELECOMUNICACIÓN SUBMARINA: ANÁLISIS DE UN CANAL ACÚSTICO SUPERFICIAL Pág. 27
Dr. D. Vicente Gallego Muñoz

LA ANTIGÜEDAD, ES UN GRADO… O MÁS SI CABE Pág. 37
TN (CIA) D. Héitor Martínez Grueira

EL EFECTO SQUAT, UN PELIGRO OCULTO Pág. 49
AN (CIA) D. Miguel Rodríguez Hernández

RESISTENCIA AL AVANCE Pág. 53
AN (CIA) D. Rafael Blasco Aznar

EL PANEL HÍBRIDO SÁNDWICH: UNA ALTERNATIVA EN LAS CONSTRUCCIONES NAVALES Pág. 57
AN (CIA) Dª. Victoria González García

POWER TO GAS Pág. 61
AN (CIA) Dª. Carlota Peralta Alonso

PORPOISING Pág. 66
AN (CIA) D. José Ignacio Suárez Feito

LA CONSTRUCCIÓN DE UN BUQUE CIVIL VS LA CONSTRUCCIÓN DE UN BUQUE MILITAR Pág. 69
AN (CIA) Dª María Galdón Navarro

CONSTRUCCIÓN NAVAL MODULAR INTEGRADA Pág. 74
AN (CIA) D. Yeray Manuel Estévez Cerviño

BIOGRAFÍA Pág. 78
D. ANTONIO SARMIENTO Y MARTÍNEZ DE VELASCO

Foto portada:
<htpp://es.freeimages.com/photo/segelmasten-mest-sails-3-1505602>

«EQUIPOS» DE AYUDA AL «ATRAQUE» Y «AMARRE» DE LOS «BUQUES»

CC (CIA-ETO) D. RAÚL VILLA CARO
Ingeniero Naval y Oceánico / Capitán de la Marina Mercante
Doctor Ingeniero Naval y Oceánico por la Universidad de A Coruña
ICOFER

1. Introducción

El atraque y desatraque de buques son maniobras que entrañan mucho riesgo en el mundo naval, lo que explica el por qué la mayoría de los accidentes se producen en puertos. Por ello existen muchos factores que se deben tener en cuenta durante el transcurso de estas operaciones, tales como la presencia de buques en las inmediaciones, las condiciones meteorológicas, las estructuras del propio muelle, etcétera. Esta diversidad de factores implica que se trate de una maniobra compleja, que muchas veces exige auxilio de prácticos y remolcadores, lo que a su vez supone un gasto extra para la empresa armadora.
En el momento de atracar un buque existen numerosos elementos de seguridad que protegen tanto al buque como al muelle. Entre ellos se deben destacar las defensas, que se encargan de absorber la energía cinética provocada por el buque en el impacto inicial con el muelle, para que el atraque sea lo más seguro posible. De esta forma estos elementos pueden evitar cualquier tipo de daño. Pero cuando hablamos de buques de gran porte, el depender exclusivamente de estas defensas para absorber el impacto podría ser demasiado arriesgado, ya que en el caso de que la velocidad del barco fuera excesiva, las defensas podrían ser incapaces de absorber el exceso de energía provocado por el impacto, y producir daños, bien en el casco del buque o bien en el cantil del muelle. Por ello los sistemas de atraque y amarre de los buques, formados por dispositivos que hasta ahora habían evolucionado muy poco, hoy en día se están actualizando gracias a algunas empresas que están llevando a cabo innovaciones en las maniobras de aproximación del buque y posterior amarre, con la inclusión de novedosos sistemas automatizados de ayuda en estas maniobras.
Adicionalmente, cada año las empresas portuarias gastan mayores cantidades de dinero en la reparación de buques, defensas y otras instalaciones de atraque, dañados como consecuencia de los impactos recibidos durante las maniobras. Esto probablemente ocurra porque el atraque y amarre del buque sean las operaciones más peligrosas y dificultosas para el responsable del gobierno del buque, es decir, para su comandante o capitán. Por ello están surgiendo nuevos y revolucionarios sistemas de atraque y amarre que intentan finalizar con la «soledad» ante la que se enfrentaban los «encargados» de atracar los buques.

Figura 1. Buque atracado (Fuente: <www.prosertek.com>)

En consonancia con lo anteriormente descrito, se demuestra que cada vez juega un papel más importante la automatización en los buques, y en esa línea se están desarrollando herramientas que proporcionen al capitán información adicional para realizar las maniobras de atraque y amarre, de forma más eficaz. De esta forma se están diseñando y fabricando sistemas de asistencia al atraque consistentes en dispositivos láser dispuestos en estructuras verticales del muelle, dirigidos hacia los buques. Cada láser envía la información a través de un ordenador situado en tierra, que muestra a través de una gran pantalla la distancia a la que se encuentra el buque del muelle y su velocidad. La distancia es la medición más importante aportada, ya que en la mayoría de los buques se obtiene a «ojo marinero», por lo que son mediciones imprecisas y sujetas a fallos de factor humano. Y unida a esta automatización del atraque hoy en día nos encontramos con sistemas revolucionarios de amarre que incluso prescinden de las estachas.

2. Sistemas de ayuda al atraque «DAM»

Una vez que un buque de gran porte comienza la maniobra de atraque, generalmente auxiliado por sus hélices de maniobra en proa, se va situando paralelo al muelle, al tiempo que controla su velocidad, la cuál debe ser prácticamente nula cuando el buque se encuentre en su posición de atraque. Tras esta dificultosa y laboriosa maniobra, se dan las amarras correspondientes para afirmar al buque en su posición de atraque y amarre.

Para prevenir accidentes, y gracias a la tecnología láser, los sistemas de ayuda al atraque permiten controlar y facilitar las operaciones de acercamiento y atraque de los barcos, lo que a su vez proporciona lecturas de velocidad y distancia muy precisas. Estas lecturas se muestran en grandes paneles electrónicos en el propio muelle, para que el personal de a bordo pueda disponer de esta información. Todo el sistema de medición analiza los datos obtenidos por los sensores a través de un software propio y proporciona, además de los datos en tiempo real, avisos y alarmas in situ, en caso de prever peligro de colisión.

Para auxiliar en estas situaciones de dificultad, existe un sistema denominado «DAM», desarrollado por una compañía vizcaína del grupo Prosertek, llamada Kareletik, que permite monitorizar en los muelles de los puertos una serie de datos que pueden auxiliar en las maniobras de aproximación y atraque de los barcos. Estos nuevos datos son de gran utilidad para el capitán responsable de atracar el buque.

Entre las ventajas que se obtienen por el uso del sistema DAM, se podrían destacar las siguientes:

- Optimización y mejora de la eficiencia en las maniobras de atraque y desatraque, reduciendo posibles daños que pudieran aparecer en muelles, defensas y buques.
- Aumento de la seguridad y reducción de riesgos en las operaciones de atraque y desatraque.
- Posibilidad de realización de estadísticas y de almacenamiento de histórico de datos, para su análisis posterior.
- Cumplimiento de las normativas UNE-EN 1532 y UNE-EN 1472, relacionadas con el interfaz necesario, entre buque y tierra, para instalaciones de GNL (gas natural licuado).

Por todo lo anteriormente citado, el sistema DAM se ha convertido en uno de los sistemas de ayuda al atraque más avanzados y precisos, gracias a la utilización de tecnología láser que proporciona situaciones precisas e instantáneas que reducen los riesgos de accidentes. El DAM está dotado de una serie de sensores de medición (velocidad buque, distancia al muelle, tensión amarras, rendimiento defensas, velocidad y dirección del viento, etcétera), conectados a un software que analiza en tiempo real todas las variables posibles, con el fin de evitar accidentes en buques y en muelles de atraque. Este sistema permite que las operaciones de atraque y desatraque se lleven a cabo con mayor rapidez, y está dotado de una serie de alarmas de aviso. El sistema permite que este equipo sea capaz de monitorizar una serie de variables, referentes a la posición «in situ» del buque. Como ya se ha mencionado, los datos de los sensores de medición pueden ser observados desde el puente de gobierno del buque, o desde el propio muelle, a través de grandes paneles electrónicos instalados a tal efecto en los muelles. De esta forma los datos están disponibles para las tripulaciones y para los operarios de los muelles.

Figura 2. Paneles del DAM indicando distancia al muelle y velocidades en proa y popa del buque (Fuente: <www.prosertek.com>)

3. ¿Qué es el BAS?

Se trata de un software desarrollado por Prosertek (software Dockmoor) gracias al cual se ha obtenido uno de los sistemas de ayuda al atraque más avanzados dentro de los existentes en el mercado. Este sistema permite monitorizar las operaciones de atraque y amarre en las terminales marítimas, proporcionando información que permite mejorar y garantizar la posición de atraque del buque. Este sistema permite la obtención de maniobras más seguras y efectivas. El «BAS» es un sistema integral que proporciona datos del estado de la maniobra en tiempo real. De esta forma los operadores disponen de mayor información, existiendo la posibilidad de que puedan tomar medidas correctoras si se exceden los límites prefijados. La información que este software proporciona puede ser visualizada a través de plataformas, tales como un panel digital dispuesto en el muelle, monitores portátiles remotos (incluso Smart-phones), monitores en puente de gobierno, o vía web.

Esta aplicación se fundamenta en los siguientes módulos:

- Dockmoor control: cerebro del sistema que recoge la información y la transforma en datos.
- Dockmoor viewer: interface software que monitoriza los datos del atraque en tiempo real y configura el sistema de alarmas del buque.
- Dockmoor web: servidor web que permite el acceso mediante explorador web a través de internet.
- Base de datos: almacén donde se almacenan los datos y la configuración del sistema.
- Hardware: servidor, tarjetas de comunicación, puestos de control, unidades portátiles, sensores y equipos de medida.

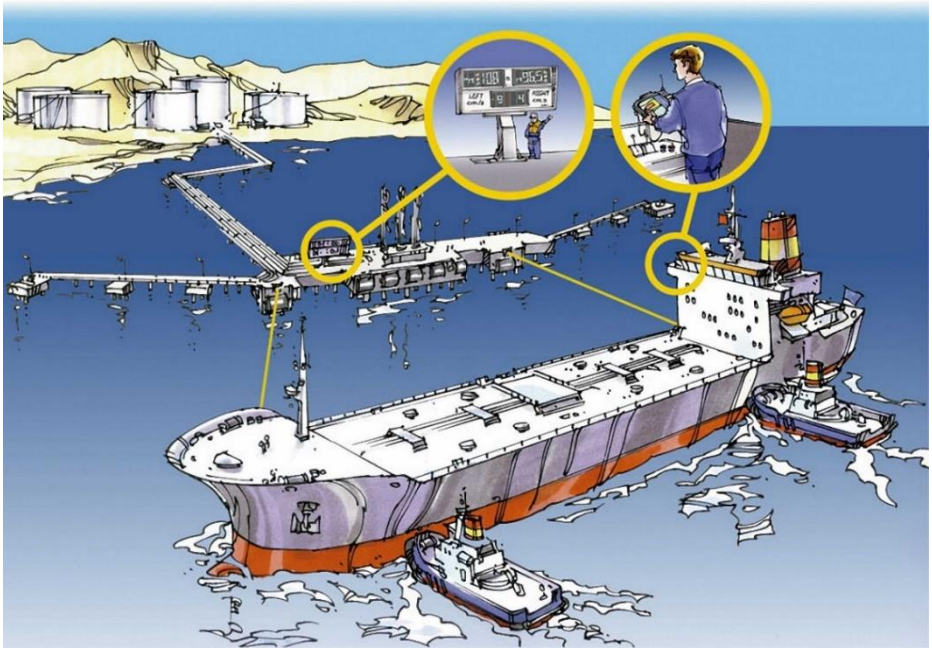

Figura 3. PC´s software DAM (Fuente: <www.prosertek.com>)

4. Ventajas derivadas de la utilización del sistema DAM

Aunque ya se han comentado, de forma general, las ventajas principales de este sistema, se podrían añadir las siguientes:

- Incremento del control de la seguridad y de la protección de las estructuras.
- Reducción de costes referentes a daños en muelles, defensas y buques, gracias a la reducción del número de siniestros.
- Monitorización en tiempo real, registro de datos, informes, reproducciones e históricos.
- Contribución a una navegación más segura.
- Mayor eficiencia en el transporte marítimo.
- Aprovechamiento de un sistema de gestión de la información que ofrece información en tiempo real al personal del puente y a los operarios del puerto.
- Medición de alta precisión con tecnología láser.
- Análisis inteligente en tiempo real de las múltiples variables que confluyen en un atraque.
- Información «in situ» en tiempo real tanto en el muelle como en el buque.
- En definitiva, mayor seguridad para el barco, el muelle y el medio ambiente.

5. Monitorización del atraque y desatraque

Por medio de la monitorización se puede llevar a cabo la medición de la distancia, de la velocidad de proa y popa del buque, así como del ángulo formado por el barco respecto a la línea de defensas. La monitorización se efectúa en tiempo real, reproduciendo a escala una imagen del muelle y del buque, mientras que los datos de la aproximación y alejamiento del buque respecto al muelle se representan de forma numérica y gráfica. También se puede ver en los monitores el comportamiento de las defensas, así como los datos de energía y reacción a que están sometidas.

El sistema consta de dos sensores láser, un servidor/PC central con monitor y varias opciones de visualización de datos. El práctico y operadores del buque interpretan los datos recibidos para actuar en consecuencia, permitiendo de esta forma un atraque efectivo y seguro.

Figura 4. Monitorización atraque (Fuente: www.prosertek.com)

6. Sistemas revolucionarios de amarre y defensas

Una vez se tiene al buque en el lugar exacto de atraque, existen ganchos de amarre que pueden medir la tensión de las líneas de amarre, gracias a un sensor de carga del que disponen. Los datos medidos por estos sensores son transferidos a un ordenador central situado en el muelle, que permite las lecturas. Este tipo de ganchos se pueden observar en la derecha de la figura 1 de la introducción de este artículo.
El sistema más revolucionario de amarre existente, no es otro que aquel que no utiliza «amarras» para la maniobra. Y es que aunque no lo parezca, esta operación técnicamente es posible si se consigue trincar el buque al muelle con algún tipo de dispositivo, aunque este no disponga de amarras. Y entre esos sistemas, en estos últimos años destaca el sistema de amarre por vacío. Este sistema representa un salto importante en la tradición del amarre, ya que no exige instalaciones específicas en el barco y permite la adhesión directa del muelle a la mayoría de los cascos de los buques. El modelo, de cara al muelle, tiene la gran ventaja del almacenamiento retráctil (recogido), cuando no está en uso. Esto permite al equipo el poder permanecer detrás de la línea de defensas para resguardarse del impacto inicial, durante el acercamiento previo al atraque. Cuando se activa el sistema, la estructura de soporte de la ventosa se extiende hacia el exterior y la conexión de amarre por vacío se afirma en escasos treinta segundos. Este sistema está diseñado para usarse en a la mayoría de los buques y cuenta con varias características importantes que incluyen:

- Actuación en tres grados de libertad.
- Posicionamiento de Buques.
- Control mediante monitorización en tiempo real a través de redes informáticas, y registro de los datos obtenidos.

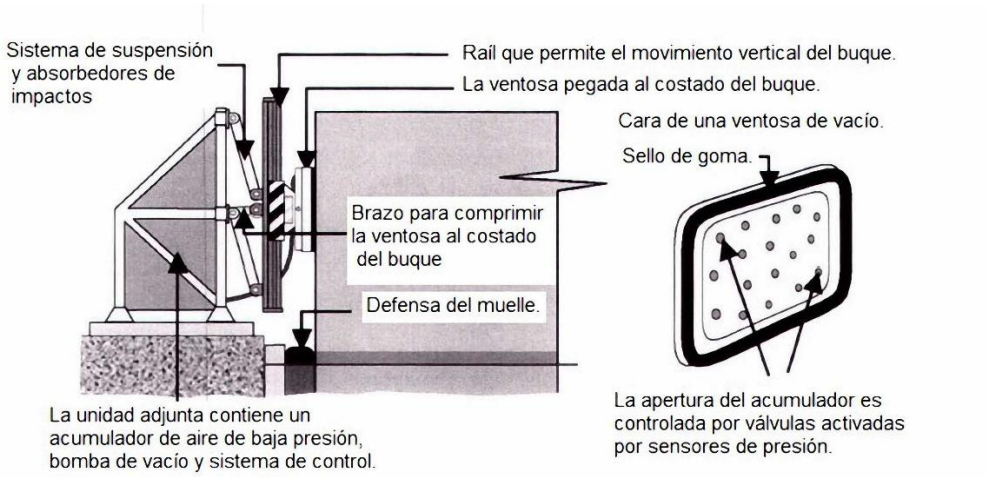

Figura 5. Dispositivo de amarre por vacío (Fuente: Cavotec)

Los sensores de estos sistemas miden continuamente la carga en las ventosas mientras estas se encuentran sujetas al buque, por lo que el sistema puede ser monitorizado y operado a distancia, desde un ordenador situado en el puente de mando y en la sala de control del puerto.
Las ventajas que puede aportar este nuevo sistema de amarre son las siguientes:

- Reducción del número de accidentes acaecidos en las maniobras por ruptura de las estachas, lo que conlleva una reducción de los accidentes del personal.
- Incremento de la velocidad de las operaciones de atraque y desatraque, lo que supone un ahorro de tiempos en las operaciones de carga y descarga.
- Mejora de la maniobrabilidad del buque mientras se realiza el atraque.
- Versatilidad en lo referente a la instalación en muelles.
- Posibilidad de control de las tensiones existentes en las estachas.
- Reducción del tiempo necesario de uso de remolcadores y prácticos.
- Reducción del tiempo de funcionamiento de la propulsión del buque y de los remolcadores, lo que implica menores emisiones contaminantes en los puertos.

7. Bibliografía

- Carral Couce J., Carral Couce L., Fraguela Formoso, J, Villa Caro R., 2015. Anchor Windlasses, a design proposal to standardise regulations, International Journal of Maritime Engineering (RINA Transactions Part A).
- Carral Couce J., Carral Couce L., Fraguela Formoso, J, Villa Caro R., 2015. Standardising the design and production of mooring winches through more cohesive regulations: a necessary step, International Journal of Maritime Engineering (RINA Transactions Part A).
- EXPONAV. (24 de noviembre de 2017). “SISTEMAS” de ayuda al “ATRAQUE” de los “BUQUES”. Obtenido de http://www.exponav.org/sistemas-de-ayuda-al-atraque-de-los-buques/
- Prosertek. (9 de junio de 2016). Sistemas de asistencia al atraque: un plus de seguridad. Obtenido de https://prosertek.com/es/blog/sistemas-asistencia-al-atraque-plus-seguridad/
- Villa-Caro, R., Carral, J.C., Fraguela, J.Á., López, M., Carral, L. (2018). A REVIEW OF SHIP MOORING SYSTEMS. Brodogradnja: Teorija i praksa brodogradnje i pomorske tehnike, 69(1). DOI: 10.21278/brod69108
- Villa-Caro R., 2014. Revolución en los sistemas de amarre de los buques, Revista General de Marina num. Abril pp. 475-490
- Villa-Caro R., 2015. Sistemas de amarre en buques: situación actual y evolución futura. RUC Universidade da Coruña (<http://hdl.handle.net/2183/14759>)
- Villa Caro, R., Carral, L., & Fraguela, J. (2014). Estudio de viabilidad técnica para la implantación de novedosos sistemas de amarre en buques en el puerto de Ferrol (España). II Congreso Panamericano de Ingeniería Marítima, Portuaria y Naval (CIMYN) y I Congreso de Corrosión. Panamá: IPIN. DOI:10.13140/2.1.3864.5443

PUBLICACIONES
Pd
DE DEFENSA

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE DEFENSA
SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE PUBLICACIONES Y PATRIMONIO CULTURAL