III Congreso Nacional de i+d en Defensa y Seguridad

Editores:

Rafael Asorey Cacheda

Rosa Devesa Rey

M. Mercedes Solla Carracelas

José M. Pousada Carballo

Universidade Vigo

Cátedra Isdefe

MINISTERIO DE DEFENSA

DESEi+d 2015

III Congreso Nacional de i+d en Defensa y Seguridad

Actas

Celebrado en:
Centro Universitario de la Defensa de Marín
Escuela Naval Militar
19 y 20 de noviembre de 2015

IEEE

Universidade Vigo

Cátedra Isdefe

MINISTERIO DE DEFENSA

Para citar la obra, por favor utilice la siguiente referencia:

Asorey-Cacheda, R. et al., Actas: III Congreso Nacional de i+d en Defensa y Seguridad, DESEi+d 2015. Ed. Centro Universitario de la Defensa de Marín, 2015.

Los contenidos son fieles a los originales presentados como artículos definitivos por sus autores.

No se admite la reproducción total o parcial de este libro, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio, sea éste electrónico, mecánico, reprográfico, gramofónico u otro, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del copyright.

© Rafael Asorey Cacheda, Rosa Devesa Rey, M. Mercedes Solla Carracelas, José M. Pousada Carballo
© De la presente edición, Centro Universitario de la Defensa de Marín, 1ª edición, 2015

Edita: Centro Universitario de la Defensa de Marín
Escuela Naval Militar, Plaza de España s/n, 36900 Marín

ISBN: 978-84-944537-0-0

Índice de Contenidos

Sesión I-A. *Adquisición de Información y Procesado.*

Jueves 19 de noviembre de 16:00 a 17:30h.

Modera: Norberto Fernández García – *Centro Universitario de la Defensa de Marín*

- Martín-Rodríguez, Fernando, *"Autentificación Segura de Documentos Escaneados mediante Marcado al Agua"* 3
- Luque-Nieto, Miguel A.; Moreno-Roldán, José M.; Poncela, Javier; Otero, Pablo; Fernández-Salas, Luis M. y Díaz-del-Río, Víctor, *"Planificación S-TDMA en Redes Submarinas de Comunicaciones Inalámbricas"* 11
- Zazo Bello, Santiago; Pérez Álvarez, Iván A. y Montesdeoca Hernández, Miguel, *"Diversidad de Recepción. La Piedra Angular de las Comunicaciones HF"* 19
- Sánchez Azqueta, Carlos; Aznar Tabuenca, Francisco; García Bosque, Miguel; Gimeno Gasca, Cecilia y Celma Pueyo, Santiago, *"Sistema Hardware de Cifrado Caótico de Señales de Voz para Comunicaciones Seguras"* 27
- Lozano Albalate, Mayte y Trillo-Lado, Raquel, *"Monitorización de la Temperatura en Camiones Frigoríficos"* 35
- Serrano Pitti, Juventino Encarnación; Calderón Godoy, Antonio José y Carmona Fernández, Diego, *"Avances de la Mecatrónica en un Escenario de Operaciones Militares en Ambiente de Selva Húmeda Tropical"* 43

Sesión I-D. *Entorno, Sistemas y Modelado.*

Jueves 19 de noviembre de 16:00 a 17:30h.

Modera: Roberto Bellas Rivera – *Centro Universitario de la Defensa de Marín*

- Bardera Mora, Rafael, *"Aerodinámica de Buques con Operación de Aeronaves a Bordo"* 173
- Villa Caro, Raúl, *"Automatización de los Sistemas de Amarre de los Buques. Evolución Futura"* 181
- Espinal Durán, Francisco José, *"Centro de Integración de Sistemas en Tierra para las F-110 (CIST). El Mayor Reto en la Integración de Sistemas Navales en España"* 189
- García Gómez, Amadeo; Prieto Estévez, María Eugenia; Gutiérrez Revilla, César y Ponce Gómez, Juan Manuel, *"Ensayos Hidrodinámicos con Propulsión POD: Ejecución y Extrapolación para Predecir la Velocidad del Buque"* 197
- Alonso Pardo, Bienvenido, *"Proyecto I+D PHANTER: Propulsor de Hélice Anular en Túnel de Elevado Rendimiento"* 205
- Carrascal Villar, Francisco Manuel; Arce Fariña, María Elena; Ulloa Sande, Carlos y Cacabelos Reyes, Antón, *"Influencia de Condiciones Exteriores en la Demanda Energética del Buque de Vela Juan Sebastián de Elcano"* 211

Automatización de los sistemas de amarre de los buques. Evolución futura

Villa Caro, Raúl [1,*]

[1] Inspección de buques del Arsenal de Ferrol (ICOFER) / Dr. Ingeniero Naval y Oceánico (Universidad de la Coruña) / Secretario EXPONAV

* Autor Principal y responsable del trabajo; E-Mail: rvilcar@exponav.org

---

Abstract: Los sistemas de propulsión de los buques representan un papel importante en los mismos, pero cuando un buque ocupa su lugar de atraque en un puerto para llevar a cabo las operaciones de carga y descarga, su propulsión queda relegada a un segundo plano, y el barco queda sometido a las condiciones de viento y corriente del muelle en el que se encuentra. El amarre, junto al fondeo, es uno de los sistemas que menos ha evolucionado en los buques. Forma uno de los sistemas más arcaicos de la tecnología naval, pero a diferencia del fondeo, el amarre se debería prestar más a la evolución, ya que un buque no se mueve una vez que ha quedado amarrado. Las operaciones de amarre pueden tener consecuencias graves para el personal involucrado en ellas, y por ello se deben estudiar nuevos y revolucionarios sistemas de amarre, sin el uso de las tradicionales amarras, que puedan ayudar a reducir estos accidentes y a disminuir considerablemente los intervalos de tiempo de las operaciones de amarre, con el consecuente ahorro. Estos nuevos sistemas de unión al muelle estarán basados en sistemas de vacío, o en sistemas mixtos, de nuevos sistemas, combinados con los tradicionales.

Keywords: amarre; buque; automatización; accidente

---

1. Introducción

Durante la estancia del buque atracado, una parte más que importante de los gastos corresponderán a los denominados "Costes de Carga y Descarga (C/D)". Ese tiempo mínimo deseado para la C/D va a estar fijado por los movimientos que experimenten los buques atracados. Si se experimentan movimientos de buques demasiado grandes, las operaciones de manejo de la carga disminuirán su

velocidad o incluso cesarán, pudiéndose llegar a producir daños en los buques y las instalaciones de los puertos.

Los tiempos en puerto de los buques, es decir, sus estadías, han sido poco estudiados en los tiempos modernos. Prácticamente no existe ninguna publicación actual que haya analizado los tiempos que permanecen los buques en puerto. Una de las fuentes más fiables, aunque ya algo desfasada, es la representada en el siguiente cuadro en el que se pueden apreciar los valores típicos de viajes de distintos tipos de buques: [2]

Tipo de buque	Tamaño	Duración viaje (millas)	Escalas por viaje	% estancia en puerto
Bulkcarrier grande	110.000 GT	10000	2	23
Bulkcarrier pequeño	25.000 GT	11000	4	31
Ro-Ro	90 remolques	800	2	33
Portacontenedores	2300 TEU	12000	6	29
Costero	3000 GT	1400	2	45

Tabla 1. Tiempos de estancia en puerto.

(FUENTE: Buxton, Daggitt y King – CARGO ACCESS EQUIPMENT FOR A MERCHANT SHIP)

2. Sistema de amarre por vacío

Existen compañías especializadas en el diseño de amarre automatizado que están revolucionando los sistemas de amarre para buques civiles y militares. Estos sistemas de amarre han sido adoptados por importantes compañías portuarias, debido a su elevado tráfico, entre las que están incluidas algunas que operan en el Puerto de Dover (Reino Unido). En 1999 se instaló por primera vez un sistema llamado "IronSailor" en un buque de pasaje. Después de su puesta en marcha este sistema se ha utilizado de forma segura en 10.000 operaciones de amarre automático sin amarras. [3]

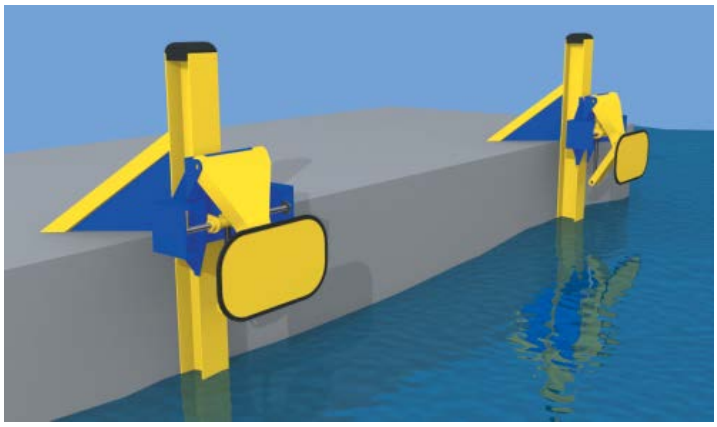

Figura 1. Dispositivos de amarre por vacío (Fuente: www.cavotec.es)

El sistema de amarre por vacío representa un salto importante en la técnica, desde el primer sistema desarrollado en el año 1999, ya que no exige instalaciones específicas en el barco y permite y permitiría adhesión directa al casco de la mayoría de los buques civiles y militares. El modelo, de cara al muelle, tiene la gran ventaja del almacenamiento compacto (retráctil), cuando no esté en uso. Esto permite al sistema el poder permanecer detrás de la línea de defensa para resguardarse del impacto, durante el 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 establece en unos pocos segundos. Este sistema está diseñado para atender 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.

La primera serie QuaySailor 40 se instaló en Picton (Nueva Zelanda) en 2002 y desde entonces se han realizado más de 40000 operaciones de amarres seguros.

Se podría decir que nos enfrentamos al desafío de un cambio en el antiguo, tradicional y aceptado sistema de amarre con estachas. Debido a la dinámica y a las cargas inherentes que afectan a los cuerpos grandes, como los barcos, que se mueven en un ámbito fluido, cualquier cambio que se quiera aplicar a esta práctica requerirá una innovación significativa para que los nuevos sistemas sean más rentables y más seguros que sus predecesores.

Automatizar el proceso de amarre representa un nuevo campo en la tecnología marítima. Se trata de un área muy complejo y multidisciplinario, relacionado con el diseño de nuevos productos, por lo que se debe realizar un análisis en profundidad de las condiciones del medio ambiente y las cargas, las formas del casco, los requisitos estructurales, las sociedades de clasificación, y las necesidades de los clientes.

Las terminales de contenedores se han convertido en un eslabón crucial en la actual economía global. A menudo son el centro logístico principal para una amplia región geográfica, que debe garantizar el intercambio fluido de bienes de consumo, materias primas y productos industriales. Las ganancias en eficiencia y productividad debidas a la mejora del interface “buque-tierra” son potencialmente significativas en la cadena logística y pueden tener un profundo impacto en el éxito comercial de los operadores portuarios. Por otro lado los buques portacontenedores son cada vez más grandes y en muchos puertos el tiempo de atraque de estos barcos puede exceder los 30 minutos. Con los nuevos sistemas, estos buques pueden estar amarrados en cuestión de segundos, lo que permitirá comenzar las operaciones de carga y descarga rápidamente.

Figura 2. Dispositivos de amarre por vacío para portacontenedores (Fuente: www.cavotec.es)

3. Resultados y Discusión

Es probable que en un futuro no muy próximo, los puertos empiecen a dotarse de los equipos necesarios para el amarre sin estachas. Hasta ese momento puede que se asienten los sistemas híbridos tipo “shoretension”, que son una situación intermedia, y utilizan los sistemas hidráulicos y las estachas.

Aunque en muelles previstos para tráfico de buques portacontenedores, por ejemplo, tarden más en asentarse estos sistemas, de cara a aquellos puertos que alberguen tráfico de buques de pasaje de línea regular, los dispositivos de “amarre por vacío” seguro que se asientan con mayor celeridad. Estos sistemas de amarre por vacío dan una flexibilidad uniforme a las líneas convencionales, manteniendo una tracción horizontal en el casco del buque. El empuje hacia el muelle es absorbido por unos amortiguadores pasivos o cilindros hidráulicos incorporados en el equipo que sujetan las ventosas en raíles verticales mientras permiten un ligero movimiento de proa a popa. Las ventosas sobrecargadas se deslizan a lo largo del casco y unos sensores que monitorizan el sistema avisan al personal del buque y de tierra ante situaciones no deseables.

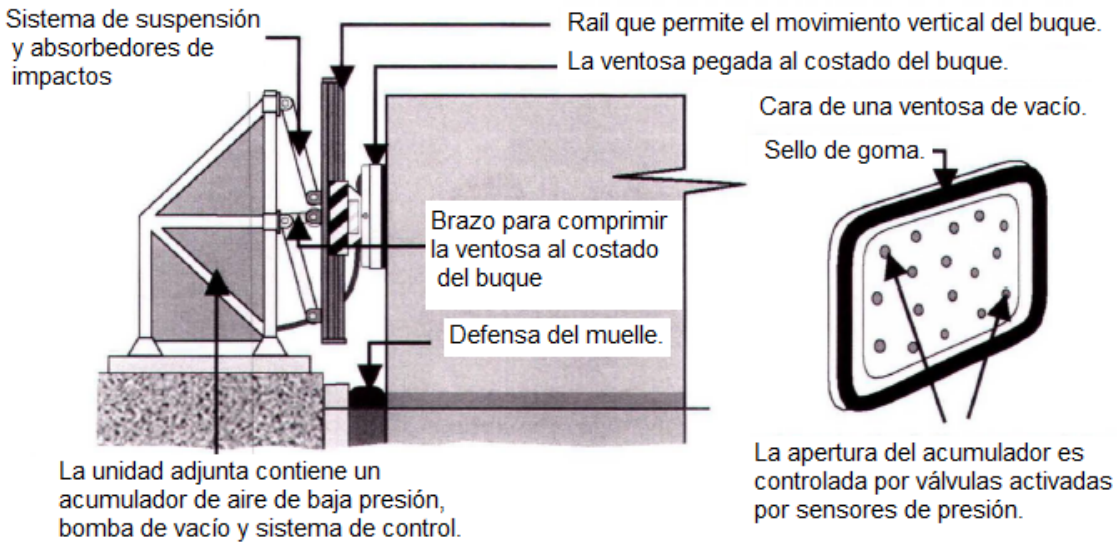

Figura 3. Dispositivos de amarre por vacío

Los sensores continuamente miden la carga en las ventosas mientras estas se encuentran sujetas al buque, por lo que el sistema puede ser monitorizado y operado en remoto, por radio, desde un ordenador con unidades de pantallas situado en el puente de mando y en la sala de control del puerto. El modo en el que las ventosas están montadas en la unidad permite normalmente trincar y afirmar los buques en puertos sujetos a gran oleaje. Sin embargo, el buque con los movimientos de marea y los traslados de carga puede hacer que sus ventosas se deslicen por los raíles verticales. Si las ventosas alcanzan la parte superior o inferior del raíl, el sistema desconecta automáticamente las ventosas, una a una, reposicionándolas arriba o abajo en el casco del buque. El montaje horizontal sobre el que están las ventosas permite un ligero movimiento de proa a popa y puede, en algunas configuraciones, ser usado para ajustar la posición del buque en el muelle. Las ventosas pueden inclinarse ligeramente en el plano vertical para permitir un movimiento de escora, y también pueden rotar en el plano horizontal para ajustarse a regiones del buque que no estén totalmente paralelas al muelle. [1]

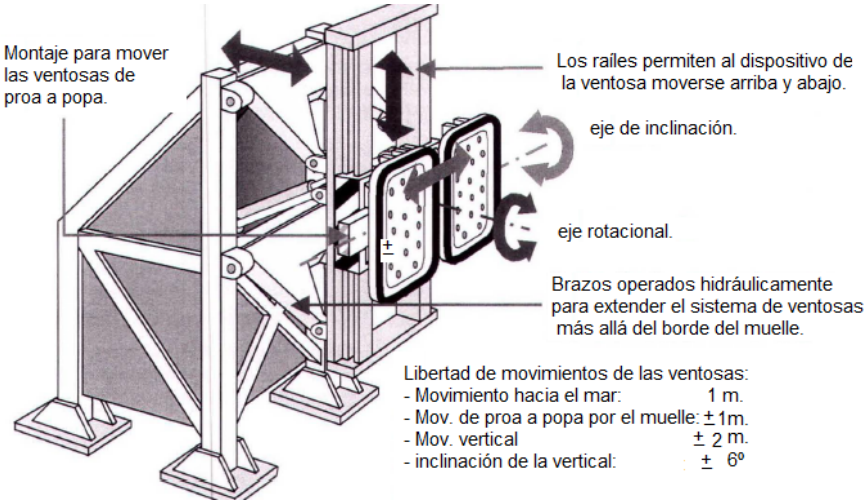

Figura 4. Dispositivos de amarre por vacío

Los remolcadores o las hélices de proa y popa de los propios buques, pueden ser usados para empujar el buque hacia el muelle, donde deben estar dispuestas al menos dos unidades separadas a lo largo del muelle. Los sellos de goma de las ventosas son entonces comprimidos contra el costado del buque por medio de cilindros hidráulicos mientras las válvulas entre el acumulador de baja presión y las ventosas se abren para producir la succión que asegure el buque a las ventosas. La aplicación del vacío a las ventosas lleva unos 15 segundos, que es mucho menos tiempo que el necesario para los amarres convencionales.

Los sellos de goma en las ventosas son muy rígidos, por lo que movimientos ligeros del buque respecto a las ventosas provocan grandes fuerzas de las mismas contra el casco. Por consiguiente, cualquier variación en la fuerza del viento sobre el buque se ve compensada por imperceptibles movimientos del buque contra las ventosas. Sin embargo, las ventosas se mueven con el barco mientras este es sometido a fuerzas alternativas producidas por las olas, aunque el movimiento resultante es muy reducido por el efecto amortiguador de los cilindros hidráulicos en el dispositivo articulado, que sujeta las ventosas y está fijado al muelle. El sistema aguantará al buque sin potencia dado que las ventosas que retienen sus sellos al buque no se soltarán sin previo aviso.

Los fabricantes pueden producir unidades que tienen un rango de capacidad de 20 a 80 toneladas.

Las ventosas de vacío deben sujetar partes del buque que:

1. Consistan en planchas casi planas cercanas a la parte paralela al muelle.
2. Estén libres de hielo y no tengan bultos significativos, tales como remaches u ojos de buey con portillos.
3. Sean suficientemente fuertes para soportar la fuerza de succión de las ventosas. Una diferencia de presión de unas 9 t/m2 doblaría las planchas a las que estén sujetas las ventosas, así como la compresión de los sellos de goma también doblaría las chapas traseras de las ventosas, con lo que cualquier distorsión debe estar entre los límites elásticos de la plancha del casco.

Sin embargo, la diferencia de presión creada por la succión de las ventosas puede ser reducida si la fuerza de succión pudiera producir deformaciones permanentes en el casco del buque con un escantillonado relativamente ligero.

4. Conclusiones

Los tiempos de estancia en puerto de los buques suponen un tanto por ciento muy importante de la vida operativa de los mismos, por lo que se debe estudiar la mejora los sistema de amarre que se utilizan en puerto, apostando por los sistemas de amarre por vacío.

Aunque los costes de instalación y mantenimiento de estos sistemas serán mucho mayores que los de los norays y bolardos a los que el sistema reemplaza, los puertos deberían ser capaces de recuperar esta inversión con la obtención de mayor efectividad en el uso de los muelles por medio de una mayor

rotación y el menor espacio entre buques a lo largo del muelle que este sistema permite. También se producirán menos paradas en el trabajo de carga y descarga debido a movimientos excesivos en puertos expuestos a oleaje. Sin embargo, como cualquier otro sistema de aseguramiento del buque, la capacidad del sistema tiene sus límites y los usuarios deben seguir las recomendaciones e instrucciones de los fabricantes.

Las ventajas que podrá aportar este nuevo sistema de amarre serán, entre otras:

- Reducción del número de accidentes acaecidos en las maniobras por ruptura de las estachas, lo que conlleva intrínsecamente una reducción de los accidentes del personal involucrado en las citadas maniobras, lo que a su vez conlleva a un ahorro en coste (reducción del seguro, de gastos médicos, etc.)
- Incremento de la velocidad de las operaciones de atraque y desatraque, lo que redunda en 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, con funciones de alarma y aviso.
- Estos sistemas ya empiezan a estar certificados por las Sociedades de Clasificación.
- Reducción del tiempo necesario de uso de remolcadores y prácticos.
- Desde el punto de vista del medio ambiente, se obtiene un amarre rápido, lo que implica menor tiempo de funcionamiento de la propulsión del buque y de los remolcadores, lo que significa menores emisiones contaminantes en los puertos.

Referencias

1. Oil Companies International Marine Forum. (2008). *Mooring Equipment Guidelines 3rd Edition*. Great Britain: OCIMF. ISBN: 978-1-905331-32-1
2. Villa Caro, R., Carral, L., & Fraguela, J. (2011). *Costes portuarios de un buque frigorífico dotado de sistemas propios de transferencia de la carga*. XXII Congreso Panamericano de Ingeniería Naval, Transporte Marítimo e Ingeniería (págs. 11-12). Buenos Aires: IPIN. ISBN: 978-987-27394-0-9
3. Villa Caro, R. (Abril de 2014). *Revolución en los sistemas de amarre de los buques*. Revista General de Marina, 266(4), 475-490. ISSN: 0034-9569

DESEi+d

2015

http://goo.gl/jUDyO1