BOLETÍN TÉCNICO DE INGENIERÍA

Mayo 2017
Número 12

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE ARMAS NAVALES

(ETSIAN-JEPER-DIENA)

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.

Editora:
Mª José Pizarro García

ÍNDICE

EDITORIAL Pág. 2

CONVERSIÓN DE BUQUES MERCANTES Pág. 3
CF (CIA) D. Indalecio Seijo Jordán
Dª. Nuria Gontad Souto

NORMATIVA NORTEAMERICANA EN NUESTRA CONSTRUCCIÓN NAVAL Pág. 9
CF (CIA) D. Luis de la Puente del Pozo

PROGRAMACIÓN DINÁMICA. PRINCIPIO DE OPTIMIZACIÓN DE BELLMAN Pág. 14
CF (CIA) D. Enrique Barrios Bueno

CONSIDERACIONES SAFETY SOBRE RESISTENCIA A CHOQUE DE SUBMARINOS EN INMERSIÓN Pág. 20
CF (CIA) Dr. D. Pedro Antonio Casas Alcaide

DESARROLLO DE NUEVOS BLINDAJES CON MATERIALES COMPUESTOS Pág. 35
TN (CIA) D. Alejandro de Ory Guimerá

CÓDIGO "IGF": NUEVO REGLAMENTO INTERNACIONAL DE SEGURIDAD PARA LOS BUQUES QUE UTILICEN GAS NATURAL LICUADO PARA SU PROPULSIÓN Pág. 42
TN (CIA) Dr. D. Raúl Villa Caro

INTELIGENCIA DE LA AMENAZA Pág. 47
TN (CIA) D. Mario Guerra Soto

PARAMETRIC ROLL Pág. 78
GM1 (CIA-EOF) D. Alejandro Gómez Guzmán

APLICACIONES DE USO MILITAR EN LOS SMARTPHONES Pág. 84
GM1 (CIA-ETO) D. Francisco de Asís Navarro Madueño

HACIA UN MANTENIMIENTO PREDICTIVO BASADO EN LA CONDICIÓN (CBM) DE EQUIPOS EMBARCADOS UTILIZANDO REDES NEURONALES Pág. 87
GM1 (CIA-MO-EO) Dr. D. Francisco Lamas López

BIOGRAFÍA Pág. 98
EXCMO. SR. D. JOSÉ PRATS Y DE MIRALLES

Foto portada: "JUAN SEBASTIÁN ELCANO"
Autora: Elena Fernández del Campo Carreño

ANIVERSARIO 300 1717-2017
REAL COMPAÑÍA DE GUARDIAMARINAS

CÓDIGO "IGF": NUEVO REGLAMENTO INTERNACIONAL DE SEGURIDAD PARA LOS BUQUES QUE UTILICEN GAS NATURAL LICUADO PARA SU PROPULSIÓN

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

INTRODUCCIÓN:

El 1 de enero de 2017 entró en vigor el código IGF (código internacional de seguridad para los buques que utilicen gas natural licuado para su propulsión), con la finalidad de establecer una norma internacional para todos los buques que consuman combustibles de bajo punto de inflamación, a excepción de aquéllos que ya estén regidos por el Código CIG, específico para buques metaneros (también conocidos como gaseros). Y junto al código han llegado también los nuevos requisitos de formación para los marinos que embarquen en estos buques. La resolución de 21 de septiembre de 2016, de la Dirección General de la Marina Mercante, sobre el reconocimiento del curso para capitanes, oficiales y marineros de los buques regidos por el código IGF, establece los cursos de "Formación básica y avanzada para los buques regidos por el Código IGF". Este código incluye disposiciones obligatorias para la disposición, instalación, control y vigilancia de maquinaria, equipo y sistemas que utilicen combustibles de bajo punto de inflamación, centrándose en principio en el gas natural licuado (GNL), ya que parece que puede ser el combustible naval del futuro.

Según la OMI, el transporte marítimo sólo es responsable del 3% de las emisiones globales de CO2, aunque también le adjudica el 15% de las emisiones globales de óxidos de azufre (SOx) y sobre el 25% de las emisiones de óxidos de nitrógenos (NOx), amén de otros contaminantes que tienen repercusiones sobre la salud de las personas y el medio ambiente. En el marco del Anexo VI del MARPOL se indica que el límite máximo del contenido de azufre a nivel mundial se reducirá del actual 3,50% al 0,50%, con efectos a partir del 1 de enero de 2020. Y de acuerdo con el Anexo VI del Convenio se restringen también los principales contaminantes atmosféricos contenidos en los gases de escape de los buques, en particular los óxidos de azufre (SOx) y los óxidos de nitrógeno (NOx), y se prohíben las emisiones deliberadas de sustancias que agotan la capa de ozono. En el citado Anexo VI se establecen límites de emisiones de SOx y NOx globales, así como zonas de control de emisiones, conocidas como zonas "ECA" en las que se fijan límites de emisiones aún más restrictivos. Las zonas ECA las componen el Mar Báltico, el Mar del Norte, el Canal de la Mancha y la mayor parte de las costas estadounidenses y canadienses, donde las emisiones SOx están limitadas al 0.1%. Fuera de las zonas ECA las restricciones globales se sitúan en la actualidad, pero por poco tiempo, en el 3.5% para el SOx. En el marco del Anexo VI, el límite máximo del contenido de azufre a nivel mundial se reducirá del actual 3,50% al 0,50%, con efectos a partir del 1 de enero de 2020.

TIPOS DE TANQUES EXISTENTES EN LOS BUQUES GASEROS:

Tradicionalmente, los buques gaseros eran fácilmente identificables gracias a sus grandes tanques esféricos que se veían sobre cubierta. Pero en la actualidad existen también buques metaneros con tanques de otro tipo, basados en la tecnología de la "membrana". En este tipo de tecnología, la carga se distribuye en varios tanques octogonales que disponen de dos barreras para contener y aislar el GNL. La primera barrera (generalmente de acero inoxidable corrugado) soporta y absorbe las deformaciones causadas por los cambios extremos de temperatura, por el peso del GNL u otros factores. La segunda barrera (o membrana) está diseñada para retener el GNL en caso de fuga del mismo. Existe una capa aislante entre ambas, y entre la segunda membrana y el casco. Estos tipos de buques también son fácilmente identificables a causa de la gran estructura que sobresale sobre sus cubiertas, generalmente con forma prismática.

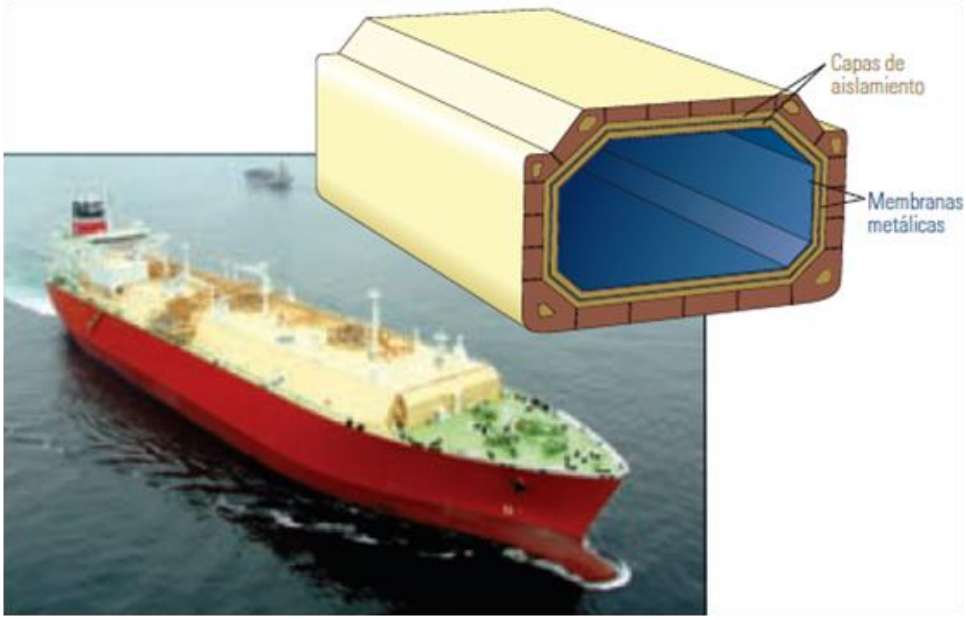

Figura 1: Metanero con tanque tipo membrana (Fuente: http://maquinasdebarcos.blogspot.com.es)

ALTERNATIVAS AL FUELOIL:

El sector naval viene investigando desde hace muchos años la búsqueda de alternativas a los combustibles tradicionales, y entre ellas lleva ya destacando, desde hace varios años, la alternativa del gas natural licuado (el GNL ó LNG). Se trata de una solución eficiente para reducir las emisiones, sin necesidad de invertir en soluciones alternativas a base de equipos costosos para el tratamiento de gases de escape. Se trata de una tecnología, sobre la que pocos dudan. Y prueba de la confianza en este combustible es la existencia actual de 73 buques propulsados por GNL, existiendo otros 80 pedidos en cartera, por lo que en 2018 se deberían doblar las unidades de existencias actuales. A esta cantidad habría además que añadir los más de 400 buques metaneros ya existentes, que ya queman este combustible en su propulsión.

Figura 2. Buque metanero Bilbao Knutsen (tanques tipo membrana)

Figura 3. Buque metanero saliendo de Ferrol (tanques esféricos)

CONSUMO DE LOS MOTORES A GNL:

En un estudio de mercado que se llevó a cabo en uno de los buques que se adaptó a GNL, el Viking Energy, el consumo diario de GNL representaba del orden de 7,7 toneladas al día frente a un consumo tradicional de diésel de 9,5 toneladas, y con unos precios de combustible que podrían llegar a generar un ahorro anual en combustible del orden de 600.000 euros al año. Este ahorro sería mayor en aquellos buques en los que el coste del combustible fuera un factor decisivo a la hora de calcular el coste total del barco. Estudios sobre la evolución del precio del GNL estiman que, para los años venideros, el GNL podría mantenerse por debajo de los precios equivalentes del fueloil marítimo. En cualquier caso, aunque el gas fuera más barato que el petróleo, el coste de los barcos será más caro, y como consecuencia de ello, los tiempos de amortización serán mayores que en las alternativas convencionales.

Figura 4. Buque Viking Energy

TANQUES DE ACUERDO AL CÓDIGO "IGF":

Los tanques de almacenamiento de combustible de estos buques deben estar protegidos ante posibles daños mecánicos, y en concreto, aquellos que estén situados en cubiertas expuestas deberán estar instalados de modo que tengan suficiente ventilación natural para evitar la acumulación de gas en caso de fugas.

De cara a protegerse de averías externas causadas por abordaje o varada, los tanques de combustible deben instalarse de la siguiente forma:

- Los tanques de combustible estarán emplazados a una distancia mínima de B/5 o 11,5 m, si ésta es menor, medida desde el costado del buque perpendicularmente al eje longitudinal en el nivel de calado de la línea de carga de verano ("B" es la manga máxima de trazado del buque, medida a la altura del calado máximo o por debajo de este calado de la línea de carga de verano).
- Se considera que los límites de cada tanque de combustible son los límites exteriores extremos longitudinales, transversales y verticales de la estructura del tanque, incluidas sus válvulas.
- Para los tanques independientes, la distancia de protección se medirá con respecto al forro del tanque (la barrera primaria del sistema de contención del tanque). En los tanques de membrana, la distancia se medirá con respecto a los mamparos que rodean el aislamiento del tanque.
- En ningún caso se emplazará el límite del tanque de combustible a una distancia de las planchas del forro o del extremo popel del buque que sea menor que B/10 en los buques de pasaje, y en ningún caso menor de 0,8 m. No obstante, esta distancia no necesita ser superior a B/15 o 2 m, si este valor es menor, cuando las planchas del forro estén situadas por dentro de una distancia igual a B/5 u 11,5 m, si este valor es menor.
- En el caso de los buques de carga, para un volumen de carga igual o inferior a 1000 m3, el valor será 0,8 m. Para volúmenes de carga de 30000 m3, 2m, y para valores intermedios se utilizará una fórmula que dicta el código.

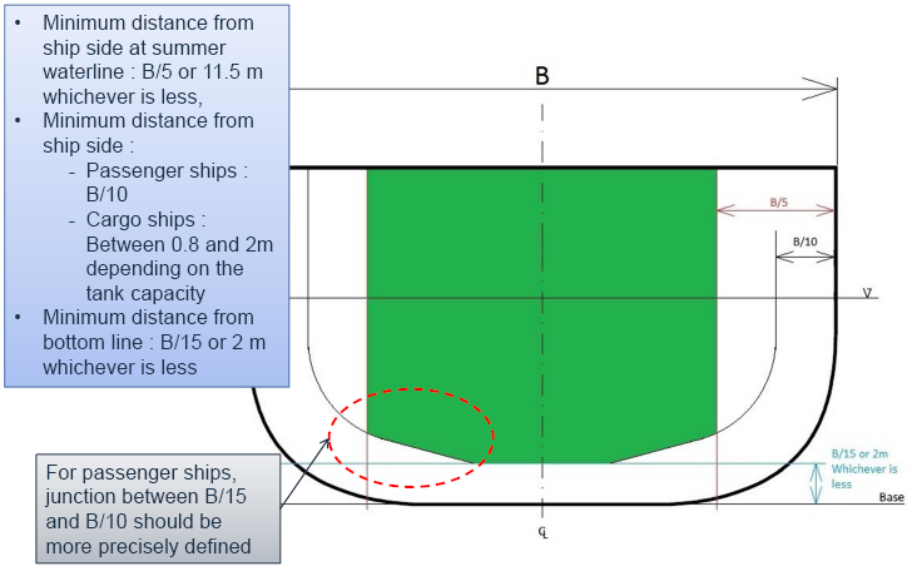

Figura 5: Requerimientos Código IGF

EVOLUCIÓN FUTURA:

La compañía Wasrtsila, gran fabricante de motores de buques, y que posee el motor "Wartsila 31", reconocido como el motor de cuatro tiempos más eficiente del mundo (disponible en versiones Diésel, Dual-Fuel y Pure-Gas), vaticina que el 80% de los buques de crucero contratados en 2025, quemarán GNL.

Por ello ha firmado un contrato con el astillero Construcciones Navales del Norte SL (LaNaval) en Sestao, para diseñar y suministrar la instalación completa de propulsión para un nuevo ferry RoRo de pasajeros y vehículos, y existe también la opción para la construcción de otros tres buques. El ferry está siendo construido para el armador Balearia. La empresa Wartsila suministrará también servicios de soporte en la integración de equipos al astillero incluyendo la integración de la ingeniería y consultoría in situ. Este ferry será el primer RoRo de pasajeros y vehículos en operar propulsado a gas natural en el Mediterráneo, y uno de los mayores buques ferry de Europa. Tendrá una eslora de 232 metros y capacidad para 331 vehículos y 1700 pasajeros, el 70% de los cuales podrán ser alojados en camarotes.

Figura 6. Balearia

Con una visión de futuro se debe apostar por el que las terminales de gas natural dispongan de buques propios que permitan el aprovisionamiento de buque-buque (bunkering), bien en las proximidades de las terminales, o bien a mayor distancia. Estos buques reducirán los costes del aprovisionamiento al evitar que los barcos propulsados a gas tengan que atracar en los puertos para avituallarse, evitando así el que incurran en los correspondientes gastos de estancia en puerto.

En la actualidad trece puertos de España participan en un proyecto comunitario, liderado por Puertos del estado, para establecer una red de puntos de suministro de GNL (Proyecto “Core LNGas ive”). Además, la llegada de estos buques para ser abastecidos puede ayudar a mejorar el negocio marítimo de otros sectores.

La empresa naronesa “Gabadi” lidera con un proyecto de innovación para diseñar y construir el prototipo de un tanque de membrana para el almacenaje de GNL que permitirá adaptar buques que naveguen con combustible convencional, para que lo puedan hacer con gas natural licuado. Este tanque de membrana podrá utilizarse tanto en buques como en tierra, para sustituir los que actualmente se utilizan en las plantas de GNL, aportando mayor seguridad, ya que permite almacenar el gas a menor presión.

Por último, destacar otro proyecto promovido por una empresa coruñesa llamada “Nueva Insimar”, denominado Buque Mistral. Con este proyecto se está apostando por la construcción de un buque “todo eléctrico” que emplee GNL como combustible para su propulsión.

REFERENCIAS:

[1] Antonio Llardén; El gas natural licuado (GNL): combustible de presente y futuro para el transporte marítimo. May 2016.

[2] VVAA; Ponencia de estudio de las vertientes técnica y económica de la utilización del gas natural licuado (LNG) como combustible marino, constituida en el seno de la Comisión de Medio Ambiente y Cambio Climático. Abril 2014.

[3] Anexo VI CONVENIO MARPOL 1974 (y enmiendas)