

Análisis de la respuesta a firmas en minas multi-influencia

CF José M^a Riola Rodríguez Jefe de Unidad de Prospectiva y Estrategia Tecnológica, Juan Jesús Díaz Hernández, OT SNAV, Cristina Mateos Fernández de Betoño, Nodo Gestor

Palabras clave: firmas multi- influencia, minas, MCM.

Metas Tecnológicas relacionadas: MT 3.5.6.

Introducción

Actualmente las minas representan una amenaza no sólo para los buques militares, sino para el tráfico marítimo en su globalidad, suponiendo un reto muy importante en la sociedad. Su mera presencia o incluso la probabilidad de su existencia obliga a cerrar puertos, playas y rutas marítimas, con las terribles pérdidas económicas que eso conlleva hasta que no se realice una limpieza en profundidad del área de influencia u operación. Lanzadas por buques especiales, permanecen activas incluso cuando la guerra ha terminado al continuar navegando a la deriva o ancladas en sus lugares de destino, pudiendo causar graves daños. Se debe añadir a todo lo dicho que se trata de un medio relativamente económico, como lo son también las minas terrestres o los explosivos improvisados (IED), ya que sólo precisan de un contenedor estanco que las proteja de la humedad, pero su funcionamiento interno no difiere de los tipos más básicos de cualquier IED usado por un grupo terrorista. También son silenciosas y difíciles de detectar, atacan en el momento más inoportuno y en el punto más frágil de cualquier embarcación (por debajo de la línea de flotación).

Solamente en España se produce la explosión controlada de una o dos minas reales al año, que aparecen súbitamente en zonas donde hubo actividad naval durante la Guerra Civil, mientras que en el resto de Europa la proliferación se multiplica por la aparición de material de las Guerras Mundiales.

En la actualidad, las zonas donde existen más minas o barcos hundidos con munición sensible de estallar son el mar Báltico, el canal de Malta y la costa francesa de Normandía,



Fig. 1. Diseño de baja firma radar. (Fuente: Ver referencias).

tratándose de material que permanece hundido desde la II Guerra Mundial.

Las primeras minas, terrestres y navales, datan del siglo XVII, concretamente en China y son descritas como un cordón de apertura que desde la orilla giraba un mecanismo que producía chispas y encendía su mecha. Posteriormente, después de la Guerra de la Independencia, aparecen las primeras minas útiles que consistían en barriles con pólvora que se detonaban por un mecanismo de chispas al golpear contra los buques.

En el siglo XIX, existen muchas referencias a daños por explosiones bajo el agua. Tras la Guerra Civil Estadounidense, los Estados Unidos adoptaron la mina como su arma principal para la defensa costera y en las últimas décadas del siglo XIX se realizaron muchos experimentos con minas amarradas que explotaban al ser golpeadas, generalizándose su uso a partir de entonces.

Durante la I Guerra Mundial las minas se utilizaron ampliamente para defender las costas, puertos y bases navales en todo el mundo. En la II Guerra Mundial su uso fue masivo. A partir de estas fechas la mayoría de las naciones desarrollaron minas acústicas, de presión y magnéticas.

Fue a raíz del estudio de las mismas como se esclareció el funcionamiento de las minas magnéticas tomándose a partir de este momento una serie de medidas para anularlas, como la desmagnetización de los buques mediante un enrollado de alambre (*degaussing*) que se energizaba con la planta eléctrica del propio buque, superponiendo a su campo original otro de sentido contrario, que anulaba la magnetización e impedía que la mina detectara el buque.

Las minas navales constan básicamente de tres partes principales: los

sensores (sistemas de ignición), los sistemas de armado y el explosivo. Los sistemas de ignición son los que determinan si hay o no un blanco cercano que sea el adecuado. En el caso positivo, generan una señal a los sistemas de armado, los cuales hacen detonar el artefacto. Éste reconoce el acercamiento de un buque y analiza las señales para determinar de qué tipo de embarcación se trata. Si existe una correspondencia entre la distancia del buque y la posibilidad de destrucción, el dispositivo de ignición genera la orden de fuego.

Firmas del buque

Todos los buques, independientemente de su forma y tamaño, emiten al mar un conjunto de radiaciones que configuran la denominada firma del buque, que lo caracteriza e identifica de forma unívoca del mismo modo que las huellas dactilares identifican al ser humano. Un adecuado estudio de estas firmas desde las fases iniciales de diseño de los buques, permite tomar en consideración medidas apropiadas que inciden en su reducción. No obstante, la firma del buque no permanece inalterada con el paso de los años, sino más bien todo lo contrario, se ve modificada por la influencia del medio, por las condiciones de carga del buque, por posibles modificaciones que se realicen en el mismo (cambio en sistemas propulsivos, exhaustaciones), etc.

La firma global de un buque está compuesta por la suma de diferentes elementos radiados que comprenden principalmente las siguientes firmas: la firma radar es aquella que está relacionada con la energía electromagnética reflejada por el buque; la firma infrarroja está asociada con la radiación electromagnética emitida en la franja infrarroja del espectro; la firma magnética, relacionada con la energía electromagnética reflejada por el buque; la

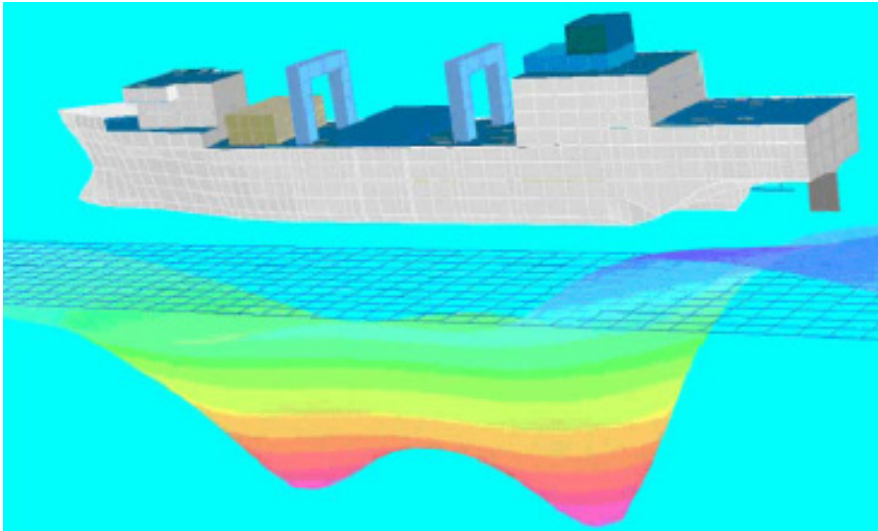


Fig. 2. Simulación del campo magnético generado. (Fuente: Ver referencias).

magnéticos integran magnetómetros triaxiales tipo *fluxgate*.

Como se mencionó en el Boletín de Defensa n° 35, se está llevando a cabo un proyecto dentro de la Agencia Europea de Defensa (EDA) bajo el paraguas del programa *European Unmanned Maritime Systems for Mine-Counter-Measures and other naval applications* (UMS) denominado SIRAMIS (*Signature Response Analysis on Multi-influence mines*), cuyo principal objetivo es mejorar el conocimiento de la interacción de las firmas de buques con las minas multi-influencia en escenarios reales y relevantes. Este proyecto en el que participan doce entidades, de las cuales siete son de carácter gubernamental¹ y cinco conforman el consorcio industrial², pretenden proporcionar las bases de conocimiento necesarias para especificar, cualificar y apoyar el uso operacional de los futuros sistemas MCM (*Mine Counter Measures*).

Los objetivos específicos que persigue el proyecto son el establecimiento de los requisitos de las medidas (procedimientos, formatos de datos, etc.), la realización de pruebas de calibración en una estación fija con la participación de los sistemas de medida móviles proporcionados por cada una de las entidades, con objeto de analizar el efecto de los sensores, la adquisición de datos y el acondicionamiento de señal en cada sistema en los datos de las firmas, la realización de pruebas con fuentes calibradas y los mismos parámetros en diferentes localizaciones, para evaluar la influencia del entorno en los datos adquiridos y la recolección de datos de buques mercantes por los diferentes sistemas de medida para configurar una base de datos.

Posteriormente se realizará el análisis de los datos previamente obtenidos,

¹ *Maritime and Technology Research Center* WTD-71 y *Center for Ship Signature Management* - CSSM (Alemania); Dirección General de Armamento y Material -DGAM- y en particular la Subdirección General de Planificación, Tecnología e Innovación - SDGPLATIN - (España); *General Directorate for Armament* - DGA - y en concreto el *Atlantic Underwater Research Group* - GESMA - (Francia); CSSM y la *Defence Materiel Organization* - MO (Francia); *Norwegian Defence Research Establishment* - FFI- (Noruega) y *Swedish Defence Materiel Administration* - FMV- (Suecia).

² SAES (España), TNO (Holanda), PNA (Polonia) y Kockums y Saab (Suecia).

firma acústica, que está asociada a la energía vibratoria transmitida al agua; la firma de campo eléctrico, formada por una componente estática y una componente alterna (la componente estática se denomina UEP (*Underwater Electric Potential*) y representa la influencia en campo cercano y la firma eléctrica alterna se denomina ELFE (*Extremely Low Frequency Electric*)); la firma de presión, ya que la variación de presión que origina un buque a su paso constituye su firma de presión, origina un incremento de presión en la proa y popa y una disminución de presión en su zona central, cuyo pico es directamente proporcional a la velocidad del buque y depende en gran medida de la forma de la obra viva y por último la firma sísmica, donde las ondas sísmicas se encuadran dentro de la categoría de ondas elásticas, que corresponden a perturbaciones tensionales que se propagan a lo largo de un medio elástico. Las ondas sísmicas se clasifican en ondas internas y ondas superficiales.

Sistemas Multiinfluencia

A lo largo de los últimos años, se han venido realizando grandes esfuerzos en el desarrollo de medidas orientadas a reducir la influencia acústica, con el doble objetivo de disminuir la detectabilidad del buque y reducir el nivel de contaminación acústica generada en el entorno marino, al objeto de aumentar la discreción de los buques (*stealth*), la seguridad en puertos e infraestructuras críticas y la protección ambiental.

Los actuales sistemas de medida multi-influencia de última generación

incorporan genéricamente la integración de varios sensores capaces de medir campos físicos de diferente naturaleza como pueden ser el: magnético, eléctrico, sísmico y de presión; la operación de los sensores de forma síncrona entre ellos y con otros elementos externos como sistemas de posicionamiento GPS, sistemas de identificación automática de buques tipo AIS, videocámaras, etc. y la capacidad de grabación de todos estos y su posterior análisis.

Estos sistemas se presentan para contrarrestar las minas navales más avanzadas multi-influencia que hoy en día han adquirido la consideración de sistemas estratégicos de uso militar, equipadas con sensores para la detección y proceso de las influencias magnéticas, eléctricas, de presión, acústicas y sísmicas, así como de mecanismos de contra-detección. Como elemento clave para poder caracterizar la firma global de un buque y proteger el entorno marino, es de gran importancia tener a nuestra disposición sistemas de medida adaptables y altamente modulares que cubran el conjunto total de las radiaciones de los buques, con alta capacidad de transmisión de datos a centros base, con objeto de tener la capacidad de realizar medidas en toda clase de entornos marinos.

Los sensores comúnmente integrados en estos sistemas multi-influencia son de los siguientes tipos: acústicos, magnéticos, eléctricos, sísmicos y de presión. Normalmente, los sensores acústicos se basan en un hidrófono omnidireccional y los sensores

tecnologías emergentes

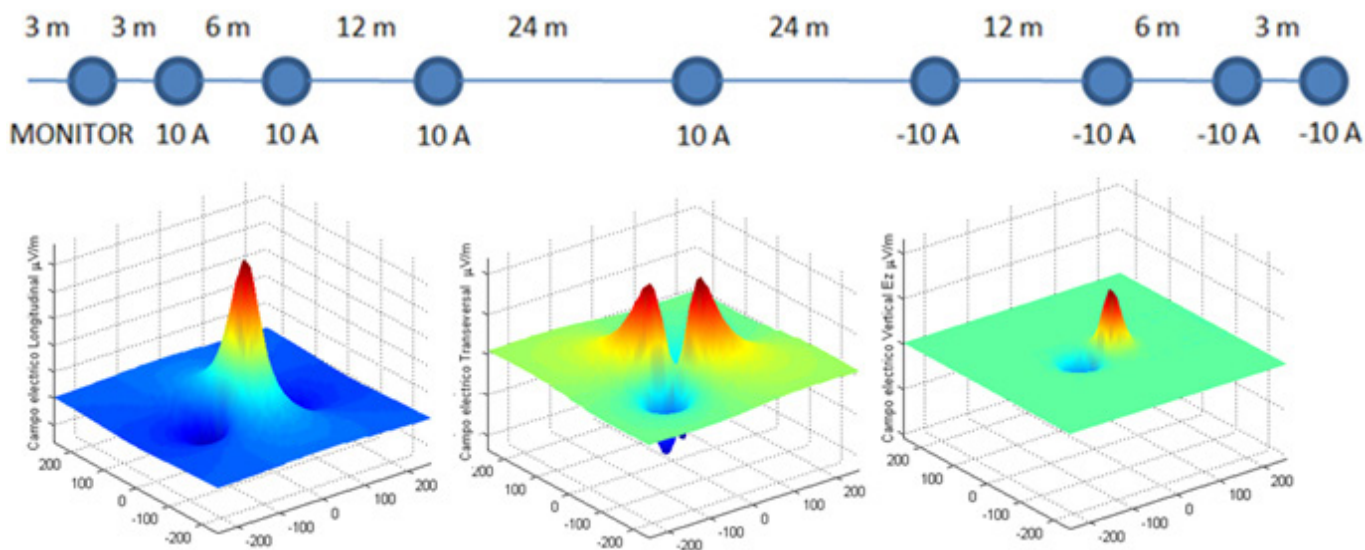


Fig. 3. Simulación de firma eléctrica. (Fuente: Ver referencias).

enfocado inicialmente a obtener datos calibrados en relación a los sistemas y el entorno a partir de la aplicación de métodos de normalización y modelos de transformación a los datos inicialmente medidos con las fuentes calibradas, el análisis de las características de las firmas individuales y el estudio de una posible correlación entre las firmas, sobre la base de posibles relaciones entre características de buques individuales y características de diferentes clases de firma. Algunos de los resultados obtenidos hasta ahora se han centrado en la compilación de una extensa base de datos de medidas multi-influencia de buques mercantes y su posterior análisis a

nivel de firmas individuales y combinadas. El proyecto permitirá disponer de información contrastada sobre la interacción entre las firmas de los buques y los sensores que integran las modernas minas multi-influencia, en entornos relevantes de operación y diferentes condiciones de propagación.

Conclusiones

El intercambio de toda esta información con los países participantes contribuirá asimismo a un mejor entendimiento de las características de la propagación en diferentes entornos medioambientales de las distintas influencias, así como de su interacción

con sensores específicos diseñados para la detección de amenazas a la seguridad y al medioambiente. En particular en el ámbito de la seguridad, contribuirá al diseño de sistemas más efectivos para la prevención sobre las denominadas amenazas asimétricas en el entorno submarino, que se caracterizan por ataques aislados llevados a cabo por grupos reducidos de buceadores que se desplazan de forma autónoma o mediante sistemas propulsados, o mediante vehículos no tripulados o dispositivos que alojan explosivos y que pueden causar un daño apreciable sobre infraestructuras críticas como instalaciones portuarias,

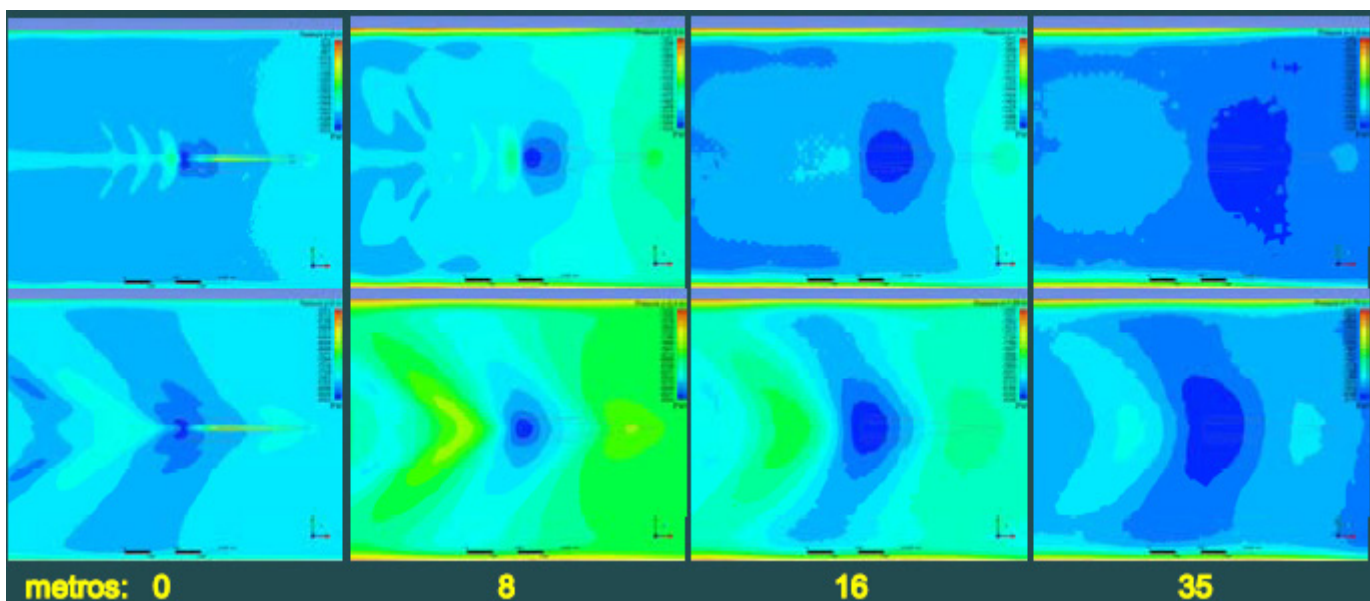


Fig. 4. Firma de presión. (Fuente: Ver referencias).

centrales térmicas o refinerías de petróleo, o contra buques.

En estos entornos, los sistemas de detección, seguimiento y localización de amenazas que incorporan sensores que miden diferentes influencias presentan una clara ventaja sobre los sistemas de detección que se basan en un único sensor, sobre la base del aumento de la probabilidad de detección y la disminución de la probabilidad de falsa alarma, con lo que se incrementa la efectividad en la protección.

En el ámbito medioambiental, este tipo de sistemas también han demostrado su efectividad en la vigilancia de espacios protegidos, como reservas naturales marinas, y bienes culturales como pecios y restos arqueológicos submarinos, como protección ante accesos no deseados y son la base de proyectos para el estudio y la preservación medioambiental.

Los resultados obtenidos en el proyecto SIRAMIS hasta el momento se muestran como ampliamente positivos, a pesar de la complejidad de los procesos llevados a cabo por el número de sistemas de medida empleados, los diferentes entornos operativos seleccionados y el número de parámetros analizados. La cooperación internacional está mostrando su efectividad en



Fig. 5. Daño causado por una mina iraní el 14 de abril de 1988 en el Golfo Pérsico. (Fuente: U.S. Navy).

términos de relación coste-beneficio y utilización de protocolos comunes. Finalmente señalar que durante el pasado 53º Congreso de Ingeniería Naval e Industria Marítima celebrado en Cartagena entre los días 8 y 10 de octubre se presentó un artículo referente a este proyecto, siendo meritorio del primer premio, lo cual nos lleva a constatar la importancia del tema tratado.

Referencias

Análisis de la respuesta a firmas en minas multi- influencia, 53º Congreso de Ingeniería Naval e Industria Marítima, Cartagena, España.

Análisis en tiempo real del estrés del combatiente

²Sagrario Alonso Díaz, ¹Lorena Álvarez, ²Manuel Bernal Guerrero, ⁴Liliana Díaz Gracia, ²Dolores Fernández Martínez, ^{1,3}Javier Ferreira, ¹Roberto Gil Pita, ¹Inma Mohíno Herranz, ⁴Bernardo Moreno Jiménez, ⁴Raquel Rodríguez Carvajal, ¹Manuel Rosa Zurera, ^{1,3}Fernando Seoane, ²Carmen Ybarra

(¹ Departamento de Teoría de la Señal y Comunicaciones. Universidad de Alcalá, ² Instituto Tecnológico "La Marañosa". Ministerio de Defensa, ³ Escuela de Ingeniería. Universidad de Borås, ⁴ Universidad Autónoma de Madrid)

Palabras clave: factores humanos, ergonomía, sensores biomédicos.

Metas Tecnológicas relacionadas: MT 4.3.1.

Introducción

Según la Organización Mundial de la Salud, el estrés es "la respuesta no específica del organismo a toda demanda que se le haga". Es decir que, ante una determinada demanda o exigencia –bien sea externa o interna–, el organismo va a responder con la misión de satisfacer las necesidades metabólicas del organismo ante aquella. Ahora bien, la cuestión que se plantea es si la respuesta que el organismo genera ante un determinado requerimiento es adecuada y adaptativa, en el sentido de que le permita afrontar/resolver la situación con éxito para volver a recuperar posteriormente el estado de activación basal o de partida.

Los miembros de las fuerzas armadas expuestos a numerosas situaciones límites, experimentan reacciones físicas y emocionales que no presentan normalmente en otras circunstancias.

En ocasiones, algunas reacciones pueden resultar de gran ayuda, ya que agudizan o potencian habilidades para sobrevivir y son adaptativas. Sin embargo, otras reacciones pueden producir comportamientos perjudiciales o negativos y amenazar la seguridad individual o de la unidad. Estos comportamientos adversos, denominados globalmente *reacciones al estrés en combate*, tienen influencia directa en la seguridad y el éxito de la misión.

Debido a estas reacciones o comportamientos adversos, resultaría interesante que tanto el combatiente como el líder de su unidad pudieran reconocer los estados de estrés y, si fuera posible, intervenir con celeridad para la seguridad y beneficio del combatiente y de la unidad.

Con el objetivo de detectar dichas reacciones se ha desarrollado el proyecto ATREC, que ha tratado