

Boletín

DE OBSERVACIÓN TECNOLÓGICA EN DEFENSA



SUBDIRECCIÓN GENERAL DE TECNOLOGÍA Y CENTROS
Boletín de Observación Tecnológica en Defensa nº 27 • 2º Trimestre de 2010

Predicción de Periodos Quiescentes en Buques (QPP)



Visión Nocturna y MTF
Proyecto COINCIDENTE: WIMAX Táctico
Proyectos EDA: EW COMARMS y OSEMINTI



Edita:



NIPO: 076-10-132-5 (papel)
NIPO: 076-10-133-0 (en línea)
Depósito legal: M-8179-2009

Autor: Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica (SOPT), Subdirección General de Tecnología y Centros (SDG TECEN) de la Dirección General de Armamento y Material (DGAM). C/ Arturo Soria 289, 28033 Madrid; teléfonos: 91 395 46 31 (Dirección), 91 395 46 87 (Redacción); observatecno@oc.mde.es.

Director: CF Ing José María Riola Rodríguez. **Redacción:** Patricia López Vicente. **Consejo Editorial:** T.Col. Vicente Infante Oliveras, Cap. Aurelio Hinarejos Rojo, Oscar Jiménez Mateo. **Equipo de Redacción:** Nodo Gestor: Guillermo González Muñoz de Morales, David García Dolla, Sarah Marr; Observatorio de Armas, Municiones, Balística y Protección (OT AMBP): T.Col. CIP Nicolás Braojos López, Jorge Lega de Benito; Observatorio de Electrónica (OT ELEC): C.N. Ing. Arturo Montero García, Yolanda Benzi Rabazas, Fernando Iñigo Villacorta; Observatorio de Energía y Propulsión (OT ENEP): Héctor Criado de Pastors; Observatorio de Defensa NBQ (OT NBQ): T.Col. Alfredo Fernández López, Angélica Acuña Benito; Observatorio de Materiales (OT MAT): Cte. CIESO Jesús M. Aguilar Polo, Luis Requejo Morcillo; Observatorio de Óptica, Óptica y Nanotecnología (OT OPTR): Ing. D. Fernando Márquez de Prado Urquía, Pedro Carda Barrio; Observatorio de UAVs, Robótica y Sistemas Aéreos (OT UAVs): Ing. D. José Ramón Sala Trigueros, Jesús López Pino; Observatorio de Sistemas Terrestres y Navales (OT STN): Col. CIP Manuel Engo Nogués, Juan Jesús Díaz Hernández, Juan Manuel Acero Gómez; Observatorio de Tecnologías de la Información, Comunicaciones y Simulación (OT TICS): Ing. D. Francisco Javier López Gómez, Fernando Cases Vega, Nuria Barrio Santamaría.

Portada: imagen artículo "Jornada de Trabajo de la Red Temática AUTOMAR".

El Boletín de Observación Tecnológica en Defensa es una publicación trimestral en formato electrónico del Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica orientado a divulgar y dar a conocer iniciativas, proyectos y tecnologías de interés en el ámbito de Defensa. El Boletín está abierto a cuantos deseen dar a conocer su trabajo técnico. Los artículos publicados representan el criterio personal de los autores, sin que el Boletín de Observación Tecnológica en Defensa comparta necesariamente las tesis y conceptos expuestos.

Colaboraciones y suscripciones:
observatecno@oc.mde.es

<http://www.mde.es/areasTematicas/investigacionDesarrollo/sistemas/>



CONTENIDOS

3 Editorial

Actualidad

OTAN Research and Technology Organization (RTO)

4 RTO-SET-135: Sistemas Activos y Pasivos en Ondas Milimétricas

5 Jornada Temática: "RTO: la I+T en la OTAN"

Agencia Europea de Defensa (EDA)

7 5 Años de I+T en la EDA

Otras noticias

9 Jornada Tecnológica: Materiales de Gap Ancho y Electrónica de Potencia

10 Conferencia: Gobernanza en los Programas Europeos del Espacio

11 Jornada de Trabajo de la Red Temática AUTOMAR

12 El Síncrotrón Alba

Tecnologías Emergentes

13 Proyecto COINCIDENTE: WIMAX Táctico

15 Proyecto EDA: EW COMARMS

17 Proyecto EDA: OSEMINTI

19 Visión Nocturna y MTF

20 Enlaces

En profundidad

21 Predicción de Periodos Quiescentes en Buques (QPP)

Automática, Robótica e Inteligencia Artificial

Es inevitable resaltar la creciente invasión del área tecnológica cubierta por la automática, la robótica y la inteligencia artificial en las distintas ramas de la ingeniería. Esta área está llamada a tener un desarrollo todavía más creciente y progresivo en los tiempos venideros. En su acepción corriente, esta área alude a cualquier mecanismo con cierta autonomía o que actúa sin intervención humana, y posee en sí mismo un elemento que determina su movimiento. El papel de la ingeniería de control en el funcionamiento de estos aparatos se centra en desarrollar las leyes matemáticas que deben introducirse en el software de los ordenadores de a bordo para lograr que cumplan los objetivos para los que han sido creados, sin necesidad de un control remoto.

Tecnológicamente hablando, nos solemos referir a los aspectos constructivos, mecánicos, electrónicos y de gestión, basados en el control y su programación. Todo ello le infunde un marcado carácter multidisciplinar. Así, la automatización de un determinado proceso se reduce a la elección de los sensores necesarios que suministren las señales adecuadas y el procesamiento de estas señales para generar otras que a su vez activen unos determinados actuadores.

De entre dichas aplicaciones, tienen especial relevancia para Defensa los vehículos no tripulados en sus distintas versiones; UAV si es aéreo, UGV si se mueve sobre el suelo, USV si se desplaza sobre la

superficie de la mar y UUV si trabaja debajo de ella. O incluso se suele utilizar el término general de UXVs para designar a todos ellos.

El motivo principal de su éxito operativo es el de poder responder a una amplia gama de misiones garantizando la seguridad de las dotaciones. No cabe duda que el mercado de los vehículos no tripulados, que ha tenido a los vehículos aéreos como punta de lanza, está en alza, tanto en el campo civil como en el militar, por las ventajas económicas y logísticas que pueden proporcionar. Está escrito que en la próxima década una gran parte de los aviones de ataque de los países de la OTAN serán no tripulados y que muchas de las operaciones de nuestras flotas tendrán a estos buques como su mejor arma. Aunque sin duda este objetivo parece ambicioso, sí que muestra el interés de las naciones en conseguir una tecnología que les permita defenderse más fácilmente, a un coste bajo y sin necesidad de arriesgar a su personal.

Desde la Subdirección General de Tecnología y Centros, y en esta línea que se refleja en la nueva Estrategia de Tecnología e Innovación para la Defensa (ETID), se están llevando a cabo de un modo prioritario, diversos programas de I+T que permitirán contar con estas tecnologías aplicables a los vehículos no tripulados y que cubrirán las futuras capacidades requeridas por las FAS.

OTAN Research and Technology Organization (RTO)



RTO-SET-135: Sistemas Activos y Pasivos de Ondas Milimétricas

Ramón Gonzalo, Universidad Pública de Navarra (UPNA)

Los sistemas de imagen que trabajan en frecuencias milimétricas han demostrado ser robustos y versátiles para complementar a los actuales equipos que funcionan en las bandas de frecuencia del visible y del infrarrojo (IR). Dentro de la OTAN se ha identificado la necesidad de evaluar el potencial y desarrollar la tecnología basada en milimétricas, con la intención de diseñar y fabricar cámaras en el futuro. Actualmente existen diversos paneles de la RTO (*Research and Technology Organisation*, organización de I+D de la OTAN) trabajando en el desarrollo de tecnología de milimétricas y terahercios por su claro potencial para aplicaciones militares y civiles. Dentro de esta tecnología, ya se han realizado algunos avances en los últimos años, pero lo que está todavía por desarrollar y donde se pretende dar un importante impulso es en el diseño de sistemas de agrupaciones de antenas planas con el objetivo de integrar las cámaras y mejorar sus prestaciones obteniendo altas sensibilidades. Por ese motivo nace el grupo SET-135/RTG-074 *High performance passive/active Radiometric Millimeter-Wave Imaging Using Thinned Arrays*, que cuenta con 5 países participantes: EE.UU., Reino Unido, Alemania, Turquía y España.

Los objetivos fundamentales que se plantean dentro del grupo son:

1) Formulación de los requisitos de sistemas radiométricos activos, con

iluminación incoherente y pasivos basados en agrupaciones de antenas planas para crear sistemas de altas prestaciones de formación de imágenes en frecuencias milimétricas para aplicaciones de seguridad como: vigilancia en puntos de control, vigilancia perimetral, vigilancia de personas a distancia en zonas de gran afluencia, valoración de daños en combate de forma remota o vigilancia encubierta en entornos urbanos.

2) Diseño de sistemas de imagen, identificación de las limitaciones tecnológicas y posibles alternativas.

3) Aumentar el conocimiento en esta banda de frecuencias para diversas aplicaciones, como mejorar la discriminación de objetivos, reconocimiento en condiciones climatológicas severas, identificar objetos ocultos bajo la ropa,.. Como parte de las actividades del grupo SET-135/RTG 0074 se definirán una serie de escenarios, como punto de partida para la utilización de los sistemas activos y pasivos de formación de imágenes en milimétricas con *arrays* planos, para aplicaciones militares y de seguridad. Sobre estos escenarios se realizarán las correspondientes evaluaciones, tanto teóricas como prácticas y se obtendrá una serie de datos que se compartirán entre las naciones participantes del panel. Con los resultados se

evaluará la eficacia de los sistemas propuestos.

Actualmente, se trabaja en frecuencias milimétricas mediante dos métodos de captación de imágenes, bien sea de forma pasiva, detectando la radiación emitida de forma natural por los objetos, o de forma activa, emitiendo una fuente de radiación. El gran interés en este rango de frecuencias se debe a la posibilidad de formar imágenes tanto durante el día como de noche, en condiciones de cielo despejado o de baja visibilidad, tales como niebla, nubes, humo o tormentas de arena, e incluso a través de tejidos. Esta habilidad de "ver" en condiciones de baja visibilidad, que normalmente ciegan a los sensores IR o visibles, tiene gran cantidad de aplicaciones. Por ejemplo, en el terreno comercial, la niebla se eliminaría como causa de retraso en aeropuertos y en el terreno de la seguridad se podrían obtener imágenes de forma no intrusiva de armas ocultas o facilitarían la toma de tierra de helicópteros de combate en zonas desérticas donde las hélices levantan una gran cantidad de arena y no permiten al piloto ver la zona de aterrizaje. También, se podría aplicar a la detección de pateras u otros objetos acercándose a los litorales de las costas en condiciones de baja visibilidad.

En cuanto a la formación de imágenes

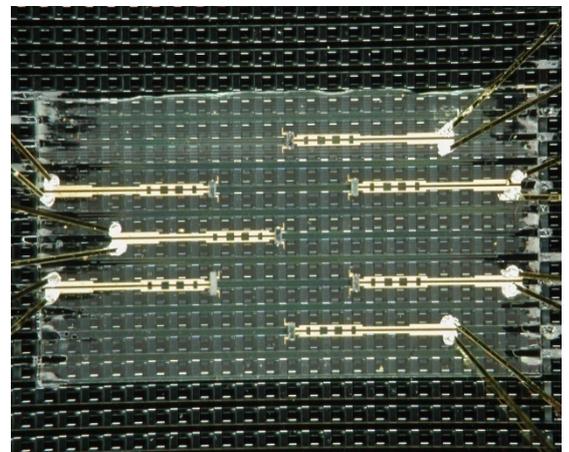
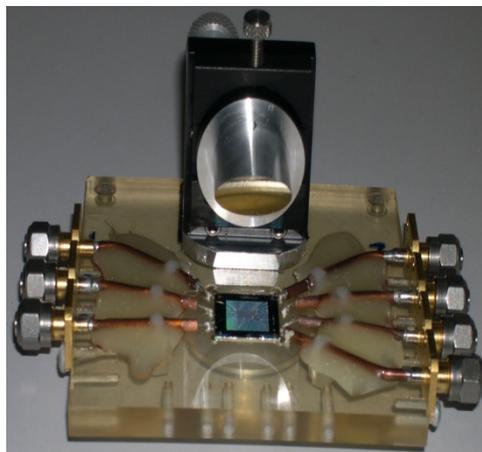


Fig. 1. Array plano construido sobre un sustrato metamaterial: (a) vista global; (b) detalle de los dipolos colocados sobre el metamaterial.

tomadas a frecuencias milimétricas, existen dos importantes propiedades:

1) la firma de los objetos metálicos es muy diferente a la de los fondos naturales u originados por otros objetos.

2) la variabilidad debida al *clutter* es mucho menor que en imágenes tomadas a otras frecuencias.

Ambas características llevan a una detección de objetivos mucho más sencilla y con un número inferior de falsas alarmas.

El estado actual de la tecnología en el desarrollo de agrupaciones de antenas planas que trabajan en el rango de las frecuencias milimétricas está todavía en sus primeros pasos. Los detectores desarrollados hasta ahora están basados en guíaondas metálicas y, aunque funcionan correctamente, presentan algunos problemas relacionados con su fabricación. Además, estos componentes basados en guíaondas son muy costosos, lo que limita el número de elementos de la agrupación y no permiten llevar a cabo barridos bidimensionales, ya que es difícil construir divisores de potencia tridimensionales.

Estos problemas se podrían superar utilizando antenas integradas [1] [2] ya que son más baratas y los avances en técnicas de fotolitografía permiten la

fabricación de las agrupaciones en el mismo sustrato.

Sin embargo, las antenas planas se imprimen en sustratos dieléctricos que sufren un problema de excitación de modos de sustrato cuando su grosor aumenta [3], por lo que su funcionamiento se ve limitado severamente debido a acoplos parásitos entre elementos adyacentes. En particular, en frecuencias milimétricas, es difícil encontrar sustratos suficientemente finos como para no sufrir pérdidas. Para superar este problema, se pueden utilizar antenas basadas en lentes integradas [4], en las que la mayor parte de la radiación atraviesa el material dieléctrico. Sin embargo estas configuraciones resultan voluminosas y con mayores pérdidas.

La tecnología basada en el uso de metamateriales es una alternativa viable para minimizar estos problemas (figura 1) ya que permite resolver los problemas relacionados con excitación de ondas de superficie en sustratos convencionales, permitiendo al mismo tiempo integrar la circuitería de inyección de la señal de oscilador local dentro del sustrato, dando lugar a componentes de menor tamaño y a sistemas más integrados.

En resumen, el grupo SET-135/RTG 0074 pretende dar un paso hacia delante en el desarrollo de la tecnología plana para el diseño de cámaras en frecuencias milimétricas, así como profundizar en el estudio de esta banda de frecuencias y aportar soluciones para múltiples aplicaciones civiles y militares.

Referencias:

- [1] G.M. Rebeiz. (Nov 1992). "Millimeter-wave and terahertz integrated circuit antennas". Proc. IEEE, vol. 80, no. 11, pp. 1748-1770.
- [2] S. Bundy, T. Mader, Z.B. Popoviv. (Oct 1993). "Special issue on quasi-optical techniques". IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques. vol. 41, nº. 10.
- [3] D.M. Pozar. (1983). "Considerations for millimeter wave printed antennas". IEEE. Transactions on Antennas and Propagation. vol. 31, no. 9, pp. 740-747.
- [4] M.J.M. Van der Vorst. (1999). "Integrated Lens Antennas for Submillimetre-wave Applications". Ph.D. Dissertation, Eindhoven University of Technology, Eindhoven, The Netherlands

**Jornada Temática
"RTO: la I+T en la
OTAN"**

J. Matías González, Coordinador Nacional RTO

El jueves 13 de mayo de 2010, la Dirección General de Armamento y Material (DGAM), en colaboración con el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial "Esteban Terradas" (INTA), organizó en las instalaciones de este instituto una jornada de divulgación sobre la Organización de Investigación y Tecnología de la OTAN (RTO) con el fin de dar a conocer a la comunidad de investigación y tecnología española esta organización internacional.

La RTO (*Research & Technology Organization*) fue creada en 1998 como resultado de la fusión del AGARD y del DRG, grupos ambos de la OTAN. Se trata, por tanto, de una organización

con una gran tradición y experiencia en el fomento de la cooperación de la investigación e intercambio de información en materia de defensa.

Esta jornada se enmarca en las actividades que la DGAM está realizando para la divulgación de las actividades de I+T que se llevan a cabo en el Ministerio de Defensa. Con este tipo de jornadas, la Subdirección General de Tecnología y Centros (SDG TECEN) de la DGAM pretende establecer foros de encuentro en los que los expertos nacionales en actividades de I+T tengan ocasión de exponer los resultados de su trabajo y compartir su experiencia, contribuyendo así a la promoción y el fomento de la participación en las actividades de investigación en defensa.

En particular, el objetivo de este evento era dar a conocer la importancia de las actividades científico-tecnológicas de la RTO que la SDG



TECEN coordina y en las que participa personal de la propia DGAM, del INTA y de las Fuerzas Armadas, así como de la industria y del mundo académico. Baste citar como ejemplo que en los últimos años, 200 expertos españoles de diversos ámbitos han trabajado conjuntamente y contrastar sus propios trabajos con otras empresas, centros tecnológicos y universidades de los países de la Alianza.

La jornada temática, que tenía el título de "RTO: la I+T en la OTAN", fue inaugurada por el Director General del INTA D. Jaime Denis Zambrana que destacó la importante presencia del Ministerio de Defensa en la I+T de la OTAN. En el caso del INTA recordó su participación en el AGARD, organización dedicada especialmente al campo aeronáutico.

La jornada comenzó con una introducción sobre la RTO, después de la cual se hizo una presentación del INTA y su participación en dicha organización. A continuación, los representantes de diferentes grupos de trabajo expusieron los resultados de algunos de los grupos RTO más emblemáticos con participación española, como ejemplo de los beneficios que se pueden obtener. La variedad tecnológica de los trabajos de cada uno de los ocho grupos técnicos presentados ofreció una imagen ilustrativa del amplio espectro tecnológico que cubre la RTO. En concreto, se presentaron los siguientes grupos:

- AVT-148 "Launch and Recovery of Aircraft in a Ship Airwake Environment".
- SCI-185 "Electronic Warfare in Joint Littoral Operations".
- HFM-081 "Stress and Psychological Support in Modern Military Operations".
- SET-085 "Radar Signature Prediction of Cavities on Aircrafts, Vehicles and Ships".
- SCI-ET-229 "NATO Space Situational Awareness".
- SAS-082 "Disruptive Technology Assessment Game: Extension and Applications".
- MSG-068 "NATO Education and Training network (NETN)".
- SCI-172 / FT3 "Flight Test Technical Team (FT3)".

Finalizadas estas presentaciones el Subdirector General de Investigación

y Programas del INTA, D. Ángel Moratilla Ramos, destacó que esta jornada había recogido tan sólo una pequeña muestra de las actividades de investigación que se realizan en el marco de la RTO y significó el aspecto multidisciplinar de la organización. Para cerrar su intervención resaltó la utilidad de la RTO para la creación en el marco de la OTAN de redes de expertos en I+T.

Cerró las jornadas el Subdirector General de Tecnología y Centros, el CA. D. Manuel Pereira Rueda, que agradeció a todos los presentes su asistencia y volvió a destacar que las ponencias eran una pequeña muestra de lo que se realiza en el marco del RTO. Finalizó resaltando la importancia que tendrá la Estrategia de Tecnología e Innovación para la Defensa (ETID) que se está desarrollando en la Subdirección de Tecnología y Centros y que previsiblemente se finalizará antes del verano.

La jornada tuvo una buena acogida, con una asistencia de cerca de 130 expertos nacionales de diferentes organizaciones, entre los que destaca la presencia de personal de la industria (36%), Ministerio de Defensa (33%) y del INTA (21%). Así mismo, asistieron representantes de las universidades (7%) y del Ministerio de Ciencia e Innovación (3%).

El intercambio de opiniones producido a lo largo de la jornada permitió mostrar el interés de la comunidad científica e industrial en las actividades de I+T de la OTAN, así como el reconocimiento de los beneficios que ofrece la participación en un entorno de investigación en colaboración internacional como es la RTO, abierto a expertos de todos los ámbitos.

Cualquier consulta sobre la RTO, el contenido de la Jornada Temática o información sobre el trabajo de los grupos RTO puede ser dirigida a: ртоconsultas@oc.mde.es.



Agencia Europea de Defensa (EDA)



5 Años de I+T en la EDA

C.F. Ing. José María Riola Rodríguez,
SOPT – SDG TECEN

La Acción Común del Consejo 2004/551/PESC de julio de 2004 es el marco legal de creación de la Agencia Europea de Defensa y establece la I+T como uno de los cuatro ámbitos de trabajo principales, junto al de capacidades, armamento e industria y mercado de defensa. Para su puesta en marcha, en octubre de 2004 fue nombrado el primer director de I+T y en noviembre la Agencia aprobó la estructura de la Dirección de I+T y el programa de trabajo para el año 2005, donde se definieron las líneas generales de actuación de esta Dirección. Finalmente, en abril de 2005 se aprobó el “Concepto Operacional” que definió con detalle los métodos y procedimientos de trabajo en materia de I+T.

Uno de los puntos incluidos en el Concepto Operacional establecía las denominadas CapTechs, que son grupos de expertos nacionales en 12 áreas de capacidad tecnológica, donde se desarrollan las actividades en cooperación que son de su competencia. En junio de 2005, la EDA se trasladó a su actual dirección en la rue des Drapiers en el centro de Bruselas y las CapTechs fueron activándose progresivamente desde julio a diciembre de 2005. Las áreas de capacidad tecnológica citadas se agruparon en tres grandes bloques: IAP (*Information Acquisition & Processing*), GEM (*Guidance, Energy & Materials*) y ESM (*Environment, Systems & Modelling*). Estas tres agrupaciones están asociadas a su vez a las tres grandes capacidades definidas por la Agencia para sus actividades: Conocimiento, Combate y Maniobra.

Al margen de la gestión y puesta en marcha de los proyectos de I+T transferidos del GAEO (Grupo de Armamento de la Europa Occidental) a partir de agosto de 2005, las primeras actividades prácticas desarrolladas en la Dirección de I+T fueron dos estudios de demostración tecnológica del entorno aéreo: “LE/UAV Datalink Study” y

“Study on sense & avoid technologies for LE-UAVs”.

Como complemento al ya existente MoU (*Memorandum of Understanding*) EUROPA, que no incluía a todos los países miembros (pMS) de la EDA, en la primavera de 2006 fueron aprobadas las Condiciones Generales que serían de aplicación a los proyectos y programas de investigación. Ese mismo año, la Agencia firmó un acuerdo con Noruega, que regulaba la participación de este país en sus diferentes actividades. En definitiva, se puede estimar que a partir del verano de 2006, la maquinaria de la EDA funcionaba ya con un rendimiento satisfactorio y comenzaba a generar actividades de cooperación en I+T, incluyendo proyectos desarrollados en las CapTechs.

Una componente fundamental desarrollada en la Dirección de I+T de la EDA es la Estrategia Europea de Defensa en I+T que fue aprobada en noviembre de 2008. A través de ella, se establecieron las medidas para llevar a cabo la colaboración en investigación de una manera más eficaz, con el fin de suministrar las tecnologías más adecuadas que apoyasen el desarrollo de las ca-

pacidades militares. Asimismo, un importante hito alcanzado en paralelo a la redacción de la Estrategia, ha sido la definición de 22 áreas prioritarias en I+T.

Alternativamente a los mecanismos clásicos de puesta en marcha de proyectos, la EDA ha buscado nuevas formas de cooperación. La más interesante es la conocida como JIP (*Joint Investment Programme*), que es una forma de proyecto definido en la Acción Común como Categoría A. Las características de estos programas se pueden resumir en:

- son programas propuestos por uno o más pMS,
- obedecen a una necesidad común en capacidades o prioridades
- tienen baja interacción de los expertos no gubernamentales en la propuesta
- fácil acceso a los expertos no gubernamentales a la realización de los proyectos
- se adjudican por competencia.

El primer programa de este tipo se puso en marcha a finales de 2006 enfocado a la Protección de la Fuerza

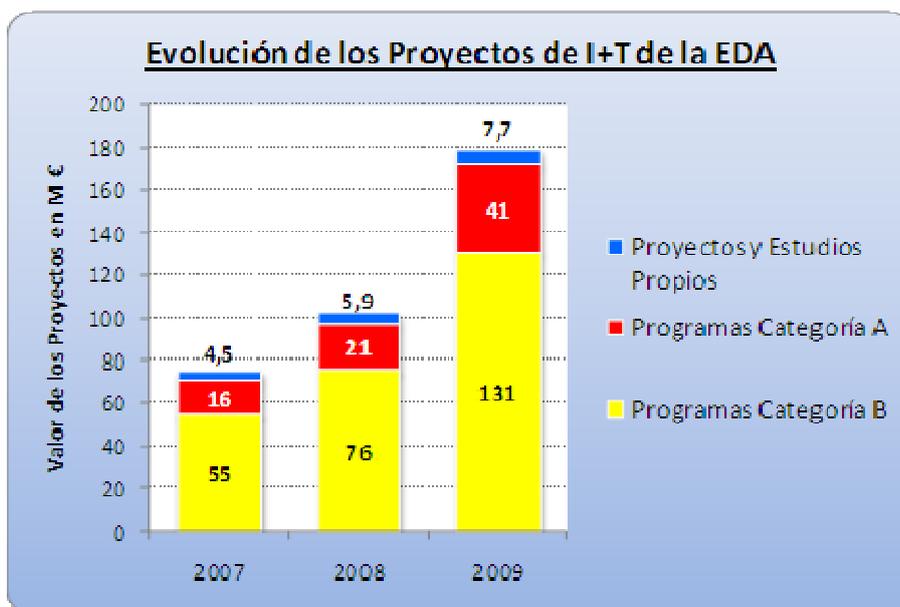


Fig. 1. Evolución de los proyectos de I+T en la EDA.

JIP-FP, en el que 19 pMS y Noruega acordaron invertir 55 M€ en este programa que cubría 18 objetivos de I+T. El desarrollo de este programa significó un importante esfuerzo tanto por parte de la Agencia como de los pMS, ya que se definieron nuevas normas de funcionamiento en materias tan críticas como la gestión financiera, las reglas de competición y los derechos de propiedad intelectual. El aprovechamiento de las experiencias surgidas en el funcionamiento del programa JIP-FP dio lugar a que en mayo de 2008 se lanzara un segundo JIP orientado a Conceptos Innovadores y Tecnologías Emergentes, bajo el nombre JIP-ICET. El presupuesto de este programa es de 15,6 M€ y participan en él 10 países miembros y Noruega.

La figura 1 muestra los datos, en millones de euros, correspondientes a la cooperación entre países miembros en el ámbito de la I+T de la EDA, donde puede apreciarse un aumento significativo desde 2007 a 2009 en los tres tipos de proyectos que se llevan a cabo; los programas financiados con su propio presupuesto, los programas de Categoría A y los de Categoría B.

De esta figura podemos extraer el importante esfuerzo que los pMS han

Más información:
edaconsultasit@oc.mde.es

realizado para aumentar las cantidades invertidas en esos años.

Por otra parte, hay que indicar que si bien hasta el momento, los programas que se financiaban a través de la EDA estaban claramente diferenciados entre las tres categorías anteriormente descritas, y que gracias a ello se podría determinar exactamente las inversiones correspondientes a los mismos, este hecho se va a ver modificado con la incorporación de programas del tipo JIP-UMS (*Unmanned Maritime Systems*), en los que pese a ser programas liderados por la dirección de I+T de la EDA, es una propuesta mixta, un proyecto de Categoría A que incluye para su desarrollo más una docena de proyectos Categoría B.

En concreto este nuevo programa está orientado a actividades de I+T dentro del dominio naval, ligadas a aplicaciones de sistemas no tripulados marítimos. Fue aprobado el 7 de noviembre de 2009, y en su definición combina las dos fórmulas. Este procedimiento tiene un sentido específico cuando se dirige a tecnologías donde se necesita una integración a un nivel superior, con el fin de garantizar la interoperabilidad y coordinación de los proyectos que lo componen.

La cooperación en el ámbito de la I+T de defensa dentro del marco europeo no es en sí un concepto nuevo, sí lo ha sido la creación de la Agencia, y su éxito se ha basado en la creación de herramientas robustas y efectivas, y fundamentalmente en la propia voluntad de los pMS, que se ha visto reforzada con la entrada en vigor del aprobado Tratado de Lisboa. La relación de la EDA con otros actores claves en el ámbito de la I+T, tales como la Comisión Europea, la Agencia Espacial Europea o la OTAN, permitirá mejorar en gran medida las capacidades de la UE en materias de investigación y tecnología.

O dicho en palabras de Catherine Ashton (Directora de la Agencia):

"En estos cinco primeros años, la Agencia ha jugado un importante papel en el desarrollo de las capacidades militares necesarias para la seguridad común y la política europea de defensa. La EDA ha sido el instrumento que ha identificado los gaps para la cooperación y ha permitido encontrar las áreas donde hacer progresos reales. Esto ensalza el valor añadido de la EDA con su enfoque pragmático orientado a resultados".

agenda

ISMOR Conference on "The Use of "Soft" Methods in Military operational research"

Del 31 de agosto al 3 de septiembre de 2010. Hampshire, RU.

<http://www.ismor.com>

Industrial Technologies 2010:
Integrating nanomaterial and
production

Del 7 al 9 de septiembre de 2010.
Bruselas, Bélgica.

<http://www.industrial-technologies2010.eu/>

35th International Conference on Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves, IRMMW-THz 2010

Del 5 al 10 de septiembre de 2010.
Roma, Italia.

<http://www.irmmw-thz2010.org>

Seminario NNEC

Del 28 al 30 de septiembre de 2010.
Lillehammer, Noruega.

<http://www.c2coe.org>

D-CIS Human Factors Event 2010.

Del 1 al 3 de noviembre de 2010. Delft,
Holanda.

<http://humanfactors.d-cis.nl/hf-events/hf-2010/general>

RTO NATO MEETINGS:

SET-119 Waveform Diversity for Advanced Radar Systems"

9 y 10 de septiembre de 2010.
Linköping, Suecia.

AVT-178 Specialist Meeting on "System Thermal Management for Enhanced Platform Efficiency"

Del 4 al 7 de octubre de 2010.
Ámsterdam, Holanda.

SET-160 NCI/ATR in Air, Ground, and Maritime Applications Based on Radar and Acoustics"

11 y 12 de octubre de 2010.
Atenas, Grecia.

HFM-202 Symposium on "Human Modelling for Military Application"

Del 18 al 20 de octubre de 2010.
Ámsterdam, Holanda

<http://www.rto.nato.int>

Otras Noticias

Jornada Tecnológica: Materiales de Gap Ancho y Electrónica de Potencia

Yolanda Benzi Rabazas, OT ELEC

El día 27 de abril tuvo lugar en el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) la Jornada Tecnológica "Materiales de gap ancho y electrónica de potencia", que ha sido organizada de forma conjunta por los Ministerios de Ciencia e Innovación y de Defensa, actores principales en el desarrollo de estas tecnologías.

En consonancia con el interés tecnológico que presentan estos materiales, se ha contado con la asistencia de las entidades más representativas de la base industrial y tecnológica nacional (industria, universidad, centros de investigación, etc.) así como Ministerio de Defensa, Ministerio de Ciencia e Innovación y otros organismos de la Administración.

Las distintas ponencias que tuvieron lugar a lo largo de la Jornada sirvieron para dar a conocer:

- El estado actual, a nivel nacional, de la tecnología de semiconductores de gap ancho.
- Los actores y empresas involucradas en estos desarrollos.
- Las iniciativas nacionales e internacionales actuales y futuras sobre las que se está trabajando.

Aunque muchas de las tecnologías relacionadas con el desarrollo y fabricación de dispositivos basados en estos materiales no han alcanzado todavía el suficiente nivel de madurez, los continuos avances en estas tecnologías permitirán en los próximos años una utilización generalizada de estos dispositivos en un amplio rango de aplicaciones, tales como:

- Defensa (radar, guerra electrónica, comunicaciones, inhibidores, etc.).
- Energías tradicionales y alternativas (aerogeneradores,

fotovoltaica, etc.).

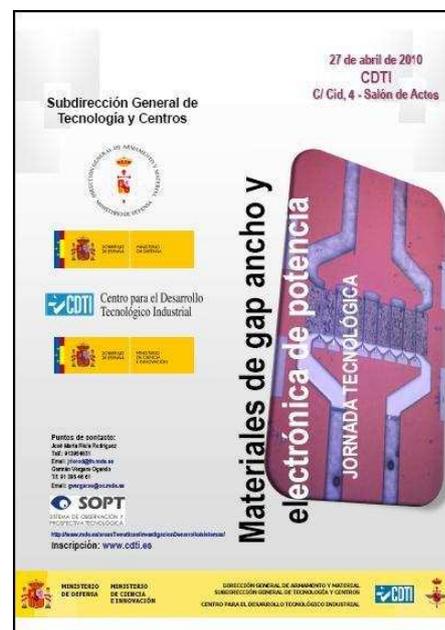
- Automoción (coche eléctrico, coche híbrido, etc.).
- Espacio (comunicaciones, etc.).

Esta gran diversidad de aplicaciones refleja la enorme importancia de estos dispositivos, tanto para el sector civil como para el de defensa (tecnología de interés dual). Todos estos aspectos fueron destacados en las distintas presentaciones que tuvieron lugar a lo largo de la jornada.

La mayor parte de las ponencias abordaron el tema de los semiconductores de gap ancho con mayor potencial futuro, el carburo de silicio (SiC) y el nitruro de galio (GaN). Se revisó el estado del arte de estas tecnologías de semiconductores y se puso de manifiesto, en función de la aplicación específica, las prestaciones que ofrecían cada uno de estos semiconductores en la fabricación de distintos dispositivos electrónicos. De esta manera, se destacaron las características que presenta el carburo de silicio en cuanto a tensiones de ruptura (superiores a los semiconductores actuales) y su magnífica conductividad térmica, lo que permite trabajar a temperaturas superiores a las del silicio. Por su parte, el nitruro de galio presenta excelentes propiedades electrónicas, que lo convierten en un material con un potencial muy superior al silicio o al arseniuro de galio (GaAs) en aplicaciones de electrónica de alta potencia y alta frecuencia (RF).



Fig. 1. Amplificador de banda ancha (2-6 GHz) de 20 W (Proyecto KORRIGAN).



Así, en este último tipo de aplicaciones, el nitruro de galio promete incrementar hasta en dos órdenes de magnitud la potencia de RF que se puede obtener con la tecnología actual de amplificadores de GaAs.

Las presentaciones de los centros y organismos de investigación (Centro Nacional de Microelectrónica de Barcelona, Universidad Politécnica de Madrid, Instituto Tecnológico La Marañosa, Universidad Politécnica de Cataluña) se centraron principalmente en los aspectos de diseño, desarrollo y fabricación de los dispositivos basados

en estos semiconductores (prestaciones, fiabilidad, empaquetado, etc.), mientras que las presentaciones realizadas por las empresas (Indra, Ingeteam, Robotiker-Tecnalia, Acorde) se centraron más en la aplicación futura de estos dispositivos.

Entre las ponencias presentadas, el proyecto KORRIGAN (*Key Organisation foR Research in Integrated Circuits in GaN Technology*) mereció una dedicación especial, ya que dicho proyecto, lanzado por iniciativa de los Ministerios de Defensa de siete países europeos (España, Francia, Alemania, Italia, Holanda, Suecia y Reino Unido), ha

constituido hasta la fecha la iniciativa más importante lanzada en Europa en el campo de la microelectrónica, y ha permitido un avance sin precedentes en el desarrollo tecnológico del GaN en el ámbito europeo.

Concluyó la jornada con una ponencia de la Delegación General de Arma-mento francesa (DGA) que versó sobre

el futuro de estas tecnologías en Europa y las iniciativas actualmente en marcha, materializadas en los programas MANGA (*Manufacturable GaN*) y K2 (KORRIGAN 2). Estos proyectos constituirán sendos pilares básicos del desarrollo en Europa de dispositivos de nitruro de galio.

La jornada fue clausurada por el Subdirector General de Tecnología y Centros, CAI. Manuel Pereira, quien destacó la colaboración de diferentes ministerios (Defensa, Ciencia e Innovación, Industria, Turismo y Comercio) en los programas de I+D+i para el desarrollo de capacidades nacionales en diferentes campos de la tecnología.

Conferencia: Gobernanza en los Programas Europeos del Espacio

Jesús López Pino, OT UAVs, Nuria Barrio Santamaría, OT TICS

Los días 3 y 4 de mayo tuvo lugar en la Granja de San Ildefonso, como parte de las actividades derivadas de la presidencia española de la UE, una conferencia sobre la Gobernanza en los Programas Espaciales Europeos, organizada por el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) dependiente del Ministerio de Ciencia e Innovación. La conferencia fue inaugurada por el alcalde de La Granja, José Luis Vázquez, junto con el director de Aeronáutica, Espacio y Retornos Tecnológicos del CDTI, Juan Carlos Cortés, y el jefe de la oficina política del director general de la ESA, Giuseppe Morsillo.

Este encuentro reunió a representantes de los Estados Miembros de la Unión Europea (UE) y a representantes de la Agencia Espacial Europea (ESA), operadores y empresas del sector, para tratar temas relacionados con la concesión hecha a la UE en materia de espacio tras la firma del tratado de Lisboa.

La UE, los estados miembros y la ESA se han marcado una estrategia común europea para el espacio, y están desarrollando una política espacial conjunta con el fin de impulsar la actividad espacial en Europa.

Algunos de los trabajos necesarios para alcanzar una política común europea en materia espacial se podrían resumir en las siguientes líneas de actuación:

- El diseño de un programa marco que establezca las prioridades y los procedimientos, y que promueva la



innovación y los desarrollos en este campo.

- La regulación de la actividad espacial, enmarcando el papel y las relaciones entre los agentes implicados (estados miembros, industrias, UE y ESA).

A lo largo de las distintas presentaciones se destacó la importancia estratégica de este sector y, por tanto, la necesidad de hacer de Europa un referente en esta área. El hecho de ser líder en el área espacial, ofrece múltiples ventajas en distintos sectores de actividad como pueden ser la seguridad, las comunicaciones, la navegación y la propia gestión del medio ambiente, entre otros. Estos sectores son fundamentales para llevar a cabo una correcta política industrial de los países en temas aeroespaciales.

Durante la conferencia se puso de manifiesto la necesidad de equilibrar la industria espacial en Europa, promoviendo la entrada de las pymes en los programas, fomentando la deslocalización de las actividades y evitando así el monopolio. En estos momentos el 94% de la facturación está concentrado en 6 países (40% Francia, 15% Alemania e Italia, 11% Reino Unido, 4% España y 3% Bélgica).

Inicialmente en la ESA en solitario y en la actualidad conjuntamente con la UE, se han venido desarrollando actividades encaminadas a alcanzar la capacidad espacial europea óptima y garantizar que la inversión en actividades

espaciales siga dando beneficios a los ciudadanos de Europa.

En la conferencia se puso de manifiesto la relevancia de los trabajos efectuados en Europa, especialmente en los siguientes programas:

- GALILEO en el que se está elaborando un Sistema global de navegación por satélite (GNSS), que evite la dependencia de los sistemas no europeos (GPS y GLONASS). Este sistema se espera poner en marcha en 2014 después de haber sufrido una serie de reveses técnicos y políticos para su puesta en marcha.

- GMES (*Global Monitoring for Environment and Security*), iniciativa que proporciona información autónoma y operativa de la observación de la tierra y que permite crear un mapa de la "salud" de la tierra.

A nivel nacional, habría que destacar el esfuerzo del Ministerio de Defensa y el MITYC firmando un acuerdo marco para desarrollar un programa nacional de observación de la Tierra por satélite (SEOSAT/INGENIO) con el objetivo global de hacer una gestión coordinada del desarrollo, financiación y explotación de un satélite óptico (INGENIO), gestionado por CDTI y la ESA y un satélite SAR (PAZ), gestionado por Defensa.

Finalmente resaltar que, al igual que ocurre con el área de defensa, el sector espacial se debe tratar de forma diferenciada, y en este sentido la UE toma el testigo fomentando una industria competitiva en Europa y despertando a las naciones para que vean, en los Programas Europeos del Espacio, una oportunidad de innovación y de desarrollo científico-tecnológico.



Jornada de Trabajo de la Red Temática AUTOMAR

CF Ing. José M^a Riola, SOPT-SDG TECEN

Durante los pasados días 25 y 26 de junio se ha celebrado una jornada organizada por AUTOMAR (Cooperación e Investigación en Automática y Robótica para la Industria Marina), en la Escuela Técnica Superior de Náutica de la Universidad de Cantabria (Santander)

AUTOMAR está constituida como una red de investigación en automática para la industria marítima y las ciencias marinas, cuyo principal objetivo se centran en promover el intercambio de conocimientos, experiencias y la cooperación entre los miembros de la comunidad científica e industrial interesados en este campo.

En la actualidad, esta red reúne a grupos de investigación de 17 instituciones pertenecientes a Universidades, Centros de Investigación y de la industria.

Temas como el control de *flaps*, aletas estabilizadoras, timones y demás apéndices en el buque, la coordinación de vehículos USVs autónomos, los ROVs submarinos con brazos robotizados o el desarrollo de sensores son

algunos de los puntos fuertes de la tecnología desarrollada por los miembros de esta red. Debido a ello, tienen presencia en los programas de la SDGTECEN y de la EDA.

La automática es una disciplina horizontal en la que muchos de sus temas son de aplicación en el campo del sector marítimo, como ejemplos tenemos:

- robótica,
- ingeniería de control,
- inteligencia artificial,
- modelado y simulación,
- sensores y actuadores

Desde que se constituyó en el año 2002, AUTOMAR viene organizando de una forma regular reuniones científicas y técnicas, conferencias, cursos, tutoriales y jornadas de trabajo. En concreto, se han organizado más de 10 eventos en los que, además de los investigadores que participan de la red, han asistido distintas industrias interesadas en los temas marítimos de los que se trata.

Durante esta jornada organizada por el grupo de Informática y Automática de la Universidad de Cantabria, donde además de la presentación de los proyectos actuales de los distintos grupos de investigación, se realizaron aportaciones especiales del Instituto de Hidráulica Ambiental, del Centro Ocea-

nográfico de Santander y del SOPT de la DGAM. Adicionalmente se trataron diversos aspectos como:

- Nuevas estrategias para incrementar los niveles de autonomía en los sistemas de intervención robótica submarina.
- Sistemas de propulsión para posicionamiento dinámico de vehículos marinos.
- Desarrollo de energías renovables marinas
- Oportunidades de colaboración entre la automática y robótica marítima.
- Oportunidades del I+D+i en Defensa

En otro orden de actividades, se exhibieron durante este congreso diferentes vehículos autónomos ROVs de la UC, con varias pruebas de maniobrabilidad a diferentes profundidades, en aguas abiertas de la bahía de Santander.

Cabe resaltar que desde AUTOMAR se creó el capítulo español de la Sociedad de Ingeniería Oceánica (OES) del IEEE (Instituto de Ingenieros Electricistas y Electrónicos)

(<http://www.ieee.org/index.html>), y basándose en las publicaciones de resultados de las diferentes investigaciones llevadas a cabo, en libros multiautor y en dos números especiales de la revista "Journal of Maritime Research", se ha conseguido que en el 2011 se celebre en Santander el congreso del OES-IEEE que con carácter bianual se celebra en Europa.

Para ampliar información se puede consultar en la página web:

<http://ctb.dia.uned.es/automar/home.htm>

Más información: CF Ing. José M^a Riola (SOPT-TECEN), jrirod@fn.mde.es



El Sincrotrón Alba

Luis Miguel Requejo, OT MAT

El pasado mes de marzo se inauguró la mayor y más compleja instalación científica construida en España, el Sincrotrón Alba (Cerdanyola del Vallés, Barcelona). Esta instalación está gestionada por el CELLS (Consortio para la Construcción, Equipamiento y Explotación del Laboratorio de Luz Sincrotrón) y cofinanciado por el Ministerio de Ciencia e Innovación y la Generalitat de Cataluña.

Hasta ahora, los investigadores españoles acudían a laboratorios de otros países o al europeo ESRF (Grenoble, Francia). Con el Alba, se espera que la comunidad de usuarios sea en un primer momento de unos 1000 anuales. El laboratorio de Barcelona no comenzará su funcionamiento experimental sistemático hasta 2011, cuando haya finalizado por completo la fase de puesta a punto.

Es cierto que la creación del sincrotrón Alba no va a repercutir de un modo directo en cubrir las necesidades de Defensa, no obstante tendrá un importante impacto en la comunidad científica que actualmente desarrolla tecnologías aplicables a los futuros sistemas militares. Sin duda, contribuirá a mejorar la investigación fundamental y aplicada en muy diversas áreas con influencia en el ámbito tanto militar como civil.

Pero, ¿sabemos qué es y cómo funciona un sincrotrón? ¿Y por qué es tan importante para la comunidad científica y empresas de tecnología?

¿Qué es un sincrotrón?

Un sincrotrón es a groso modo un acelerador de electrones. Desde el centro del mismo, los electrones emitidos por un cañón de electrones se aceleran primero por un acelerador lineal (*linac*) y luego por un acelerador circular (*booster sincrotrón*) hasta alcanzar casi la velocidad de la luz para llegar a un alto nivel de energía (3 millones de kiloelectronvoltios keV). De allí pasan a un anillo de almacenamiento circular, donde circulan en el vacío, con una energía constante durante horas.

La luz generada, que tiene una longitud de onda que va desde los infrarrojos a los rayos X, sale transversalmente del círculo hacia diferentes cabinas científicas, llamadas líneas de haz, donde están los instrumentos para hacer los diferentes experimentos. Cada línea



Fig. 1. Esquema de la disposición de las líneas de haz en un sincrotrón.

está diseñada para una técnica específica o para un tipo de investigación determinado.

Una de las ventajas de este sistema es que no destruye la muestra y por ello permite trabajar con muestras biológicas aportando información que no puede ser obtenida con otras técnicas. Además, con estos rayos X los investigadores pueden analizar estructuras muy pequeñas, a nivel molecular, con mucho detalle y alta resolución, como si fuera un microscopio gigante.

Aplicaciones

La radiación emitida por el sincrotrón es utilizada básicamente para realizar el análisis de muestras para muchos ámbitos de interés, entre los que se destacan las siguientes por su relación con tecnologías vinculadas al entorno militar:

- **Química:** El análisis químico de los elementos permite la mejora de los procesos de producción de adhesivos y lubricantes (algunos de ellos empleables en sistemas de armas no letales), recubrimientos anticorrosión, preparación superficial de materiales, etc.
- **Ciencia de Materiales:** se pueden obtener imágenes tridimensionales de estructuras en las que su comportamiento funcional depende de la existencia de impurezas o partículas dopantes, que por su tamaño no es posible estudiarlas por otros medios. Estas partículas son de vital importancia para el desarrollo de los materiales que las incorporan, como es el caso de los nuevos nanomateriales compuestos, aplicables en el desarrollo de blindajes

y materiales estructurales ligeros avanzados. También se acude al sincrotrón para el estudio de determinadas aleaciones especiales utilizadas en el sector aeroespacial y el análisis de la estructura atómica y electrónica en semiconductores y superconductores.

- **Magnetismo:** es una técnica única para la observación de dominios magnéticos en láminas delgadas, básicos en sensores y dispositivos de almacenamiento de datos y la detección "in situ" de microestructuras magnéticas.
- **Bioquímica:** el sincrotrón es muy utilizado para estudiar los cambios funcionales y estructurales en el ADN, proteínas, virus, enzimas, hormonas, etc. que por medio de otras técnicas son imposibles de detectar.
- **Industria:** en el pasado, muchos procesos industriales, como la producción de polímeros o de cerámicas, dependían de la destreza del fabricante y la reproducibilidad era en muchas ocasiones incierta. Actualmente, se mantiene un estricto control en muchos de estos procesos, debido a resultados obtenidos del sincrotrón. Las áreas con aplicaciones más directamente relacionadas con este tipo de resultados son la electrónica, nanotecnología, micro-mecánica, aeroespacial, etc.

En definitiva, la creación y funcionamiento del Sincrotrón Alba supondrá un salto cualitativo muy importante a nivel nacional desde el punto de vista científico y tecnológico, que tendrá gran repercusión en una gran variedad de ámbitos vinculados al sector civil y militar.

Tecnologías emergentes

Proyecto COINCIDENTE: WiMAX Táctico

Antonio Morales Méndez, Indra Sistemas

El proyecto "Estudio de Viabilidad Técnica para el Desarrollo de un Sistema de Comunicaciones Táctico basado en el estándar IEEE 802.16e-2005" (WiMAX TÁCTICO) enmarcado dentro del Programa COINCIDENTE, comenzó el pasado mes de junio de 2009 y tuvo una duración de 10 meses, finalizando en marzo de 2010, tras haber cumplido ampliamente los objetivos iniciales fijados. En este proyecto, el Ministerio de Defensa (y en concreto la SDG TECEN (Subdirección General de Tecnología y Centros) a través del PEC (Polígono de Experiencias de Carabanchel) / ITM (Instituto Tecnológico la Marañosa) e Indra trabajaron en un estudio de aplicabilidad del estándar IEEE 802.16e-2005 (WiMAX Mobile) al entorno táctico, con el objetivo de cubrir la necesidad de proveer servicios avanzados de comunicaciones inalámbricas de banda ancha con soporte a movilidad en entornos tácticos. El proyecto estuvo centrado en la especificación e implementación de modificaciones sobre la capa física de la tecnología, como punto de partida hacia la definición completa de la adaptación del estándar civil a los entornos tácticos próximos al campo de batalla. En futuras fases del proyecto se hará hincapié en la capa de acceso al medio.

El proyecto se inició con un estudio del estado del arte de la tecnología WiMAX, con el objetivo de evaluar y validar las prestaciones de esta tecnología en relación con su aplicabilidad a escenarios tácticos. Se partió de las dos fuentes principales de información, el IEEE como entidad estandarizadora y el WiMAX Forum como entidad certificadora de productos WiMAX.

La tecnología WiMAX Mobile, basada en el estándar IEEE 802.16e-2005, es una tecnología de acceso inalámbrico de banda ancha que da soporte a la movilidad. Actualmente, este estándar se engloba dentro del estándar IEEE 802.16-2009, donde se recogen la versión fija (IEEE 802.16d-2004) y móvil

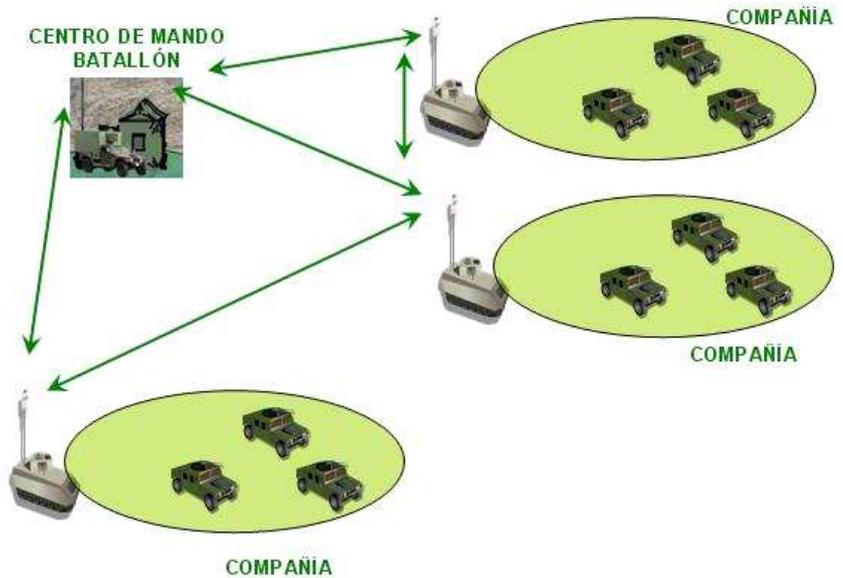


Fig. 1. Escenario táctico.

(IEEE 802.16e-2005) de la tecnología. Esta tecnología está ampliamente validada para redes de área metropolitana, ya que cuenta con despliegues en operaciones por todo el mundo, en entornos civiles y para aplicaciones de uso comercial. El estándar define una capa física (PHY) basada en OFDMA (*Orthogonal Frequency-Division Multiple Access*), caracterizada por una alta tasa de transferencia, una alta resistencia al multi-camino, y un largo alcance. Igualmente, define la capa de acceso al medio (MAC), caracterizada por su alta eficiencia, y por presentar capacidades adicionales, como la gestión de la calidad de servicio (QoS), el soporte a la movilidad, y la capacidad de proveer servicios IP.

Aún con el convencimiento de que la tecnología WiMAX puede mejorar sustancialmente las comunicaciones en entornos tácticos, y además cubrir muchas de las necesidades detectadas en estos despliegues, la aplicación de este estándar comercial a entornos tácticos supone un reto importante.

Si bien WiMAX ha sido identificada como una tecnología aplicable a futuros sistemas de comunicaciones tácticos en los planes de modernización de los diferentes Ejércitos (por ejemplo en el Plan Siglo XXI del Ejército de Tierra español (ET)), en estos mismos planes se indica que la

Necesidades operativas en el escenario táctico:

- Despliegue de red considerando movilidad.
- Gestión del sistema a nivel de Brigada.
- Herramienta de gestión y planeamiento sencilla, rápida e intuitiva.
- Servicios: *streaming* de vídeo, mensajería instantánea, servicio web, transferencia de datos de mando y control, datos de alta criticidad, servicios de voz, transferencia de imágenes de alta resolución.
- Arquitectura IP compatible con IPv4 e IPv6.
- Topología Punto a Multipunto, con capacidades *mesh*.
- Aproximadamente 20 unidades subordinadas.
- Soporte a la movilidad (hasta 100 Km/h) con control de cambio de estación base.
- Capacidades TRANSEC y COMSEC.
- Capacidad *antijamming*.
- Banda de frecuencias NATO IV: 4.4 a 5 GHz.
- Cobertura mínima de 20 Km.
- Plataforma vehicular.

tecnologías emergentes

tecnología civil debe ser adaptada para cubrir los exigentes requisitos de los escenarios tácticos. La piedra angular del proyecto fue la selección de los escenarios tácticos en dónde esta tecnología podría ser aplicable, y la captura de los requisitos operativos asociados a los mismos, a fin de poder identificar las actualizaciones y modificaciones necesarias del estándar civil.

La metodología que se siguió para extraer los escenarios operativos y los requisitos asociados fue, en primer lugar, identificar los interlocutores apropiados dentro de las Fuerzas Armadas españolas; en segundo lugar, iniciar un proceso de contacto con los mismos a través del PEC/ITM; en tercer lugar, elaborar una serie de cuestionarios, a fin de extraer la información necesaria; y por último, realizar un análisis profundo de las respuestas, extrayendo de ellas los escenarios tácticos de aplicación y los requisitos más relevantes a tener en cuenta durante el resto del proyecto.

La Sección CIS de la División de Operaciones del Estado Mayor del Ejército (DIVOPE CIS), la Jefatura de los Sistemas de Información, Telecomunicaciones y Asistencia Técnica del ET (JCISAT), la Jefatura de Servicios Técnicos y Sistemas de Información y Comunicaciones del Ejército del Aire (JSTCIS) y la División CIS del Estado Mayor de la Armada fueron los interlocutores elegidos, cuya colaboración y dedicación ha sido vital para la definición de escenarios y elaboración de requisitos. De sus aportaciones se concluyó que, sin descartar otros posibles escenarios, como las burbujas móviles, existen dos escenarios tácticos principales de referencia donde la tecnología WiMAX puede ser aplicable, aunque con serias modificaciones: comunicaciones inalámbricas entre centros de mando y control a nivel de compañía y a nivel de batallón, y comunicaciones inalámbricas entre centros de mando y control a nivel de brigada y a nivel de batallón.

Teniendo en cuenta la información del Plan Siglo XXI elaborado por el ET y las respuestas al cuestionario recibidas, el primero de los escenarios parece ser clave en el momento actual por presentar un mayor número de retos tecnológicos en lo referente a la adecuación de la tecnología WiMAX a un entorno táctico. No obstante, es necesario recalcar que a la finalización

del proyecto se recibieron respuestas adicionales de la Armada que, en gran medida, se encuentran ya contenidas dentro de los escenarios definidos, pero que se tomarán en consideración de manera detallada en futuras fases del proyecto.

Tomando como punto de partida los dos escenarios tácticos identificados y los requisitos operativos asociados a cada uno de ellos, se procedió a realizar un análisis técnico, que concluyó con la especificación de los requisitos técnicos de aplicación a un futuro WiMAX militarizado, además de con la comparación del estándar civil con dichos requisitos técnicos y con la especificación y evaluación de modificaciones a realizar sobre la capa física del estándar de cara a adecuarla al escenario táctico objetivo.

Con el objetivo de validar las modificaciones especificadas para la capa física, se procedió a realizar una implementación e integración de las mismas sobre la implementación en tiempo real de la capa física del estándar civil que aportó Indra al proyecto, y que reside sobre una plataforma SDR (*Software Defined Radio*) de pruebas compuesta de elementos COTS (*Commercial Off-The-Shelf*). Dicha plataforma SDR de pruebas está compuesta de elementos de procesamiento de diferentes tipos, como GPP (procesadores de propósito general), DSP (procesador digital de señal) y FPGA (matriz de puertas programa-

bles), y está basada en la plataforma digital del Terminal de Radio Software (TERSO). Tanto para el desarrollo de la capa física del estándar civil, como para la implementación de las modificaciones, se contó con la colaboración de Grupo de Tecnología Electrónica en Comunicaciones (GTEC) de la Universidad de la Coruña, grandes expertos en este tema y colaboradores habituales de Indra en tecnologías WiMAX.

Las modificaciones incluidas en la capa física del estándar se han centrado en proporcionar capacidades *antijamming*, TRANSEC y robustez a la capa física de referencia, introduciéndose medidas como el *Frequency Hopping*, las modulaciones diferenciales, o una semilla criptográfica para la aleatorización de ciertas funcionalidades de la capa física. Dichas modificaciones fueron validadas a la finalización del proyecto, haciendo uso de la plataforma SDR de pruebas localizada en los laboratorios de tecnología SDR de Indra en Aranjuez.

Debido al éxito obtenido en el proyecto, en futuras fases se pretende evolucionar hacia entornos tácticos la plataforma de validación de la adaptación de la tecnología WiMAX, mediante el desarrollo, implementación e integración de la capa de acceso al medio (MAC).



Fig. 2. Laboratorios de Indra en Aranjuez.

Proyecto EDA: EW COMARMS

Carlos García Gómez, Área de Electrónica, ITM

This article details the results obtained from the Project commonly known as EW COMARMS (Electronic Warfare Common Modular Architecture for Mission Simulation). This international project originated in the EDA CapTech IAP2, where its activities have been carried out under the framework agreement EUROPA/ERG nº1. Spain, via the ITM has been one of the participating nations. It is thought through the work of this project, costs and development time for future simulation models will be reduced, as well as an improvement in the exchanging of models between research agencies and industry.

Este artículo describe las actividades y resultados obtenidos en el proyecto conocido con el acrónimo EW COMARMS (Electronic Warfare Common Modular Architecture for Mission Simulation: Estudio de viabilidad de una Arquitectura Modular Común de Guerra Electrónica para simulación de misiones). Dicho proyecto internacional se generó en el CapTech IAP 2 de la Agencia Europea de Defensa (EDA) y sus actividades se han realizado bajo el acuerdo marco EUROPA / ERG nº 1. Las naciones participantes han sido Suecia y España y las organizaciones encargadas de realizar los trabajos han sido la Agencia de investigación de Defensa sueca FOI (Swedish Defence Research Agency) y el Área de Electrónica del Instituto Tecnológico La Marañosa (ITM), con apoyo del Gabinete de Investigación Operativa de la Armada (GIMO) y del Área de TICS del ITM. El objetivo del proyecto era la realización de un estudio de viabilidad para la definición de un entorno de simulación común de Guerra Electrónica (GE), para reducir costes y tiempo de desarrollo de futuros modelos de simulación, así como para mejorar el intercambio de modelos entre agencias de investigación e industria.

Inicialmente, se identificaron y analizaron posibles escenarios de simulación de interés para ambas naciones participantes. Un escenario de simulación está formado por un conjunto de entidades o modelos que interactúan entre ellos y, también, con el entorno

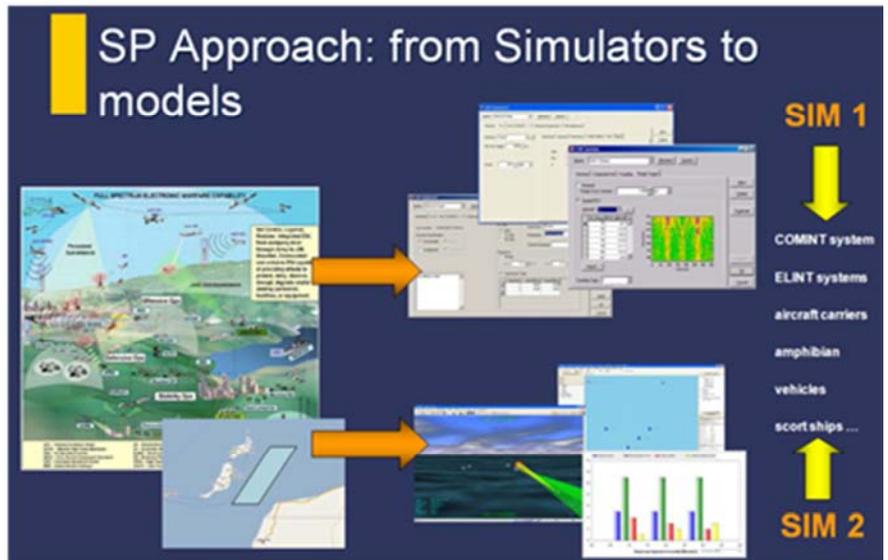


Fig. 1. Método de trabajo del proyecto.

simulado. A partir de los escenarios seleccionados se extrajeron las entidades de interés común para su posterior modelado.

En la figura 1, se resume el método de trabajo seguido por el equipo español para la identificación de los escenarios y modelos de interés, y del uso esperado de modelos. Se analizaron dos simuladores ya existentes y, a partir de ahí, se identificaron escenarios y modelos.

Se escoge, como escenario común a ambos participantes en el que centrar la actividad de los siguientes PTs, un escenario de GE en litoral, y se identifica el uso esperado de los modelos del futuro EW COMARMS, a saber: evaluación de GE tanto a nivel estratégico como táctico, planeamiento táctico de despliegues, tests de *Hardware-In-the-Loop* (HWIL), simulación de comportamientos humanos, simulación *Human-In-the-Loop* (HIL), análisis de coberturas, análisis EMC (*Electromagnetic Compatibility*), análisis detallado de misión, simulación 3D para revisión posterior y análisis de doctrinas de misiones de tierra, mar y aire.

También, se especificó el escenario de GE y los modelos que interactuarían en el mismo: se trata de un enfrentamiento en el litoral entre un buque con sus correspondientes equipos de GE y un misil anti-buque.

Cada uno de los jugadores o entidades que interactúan en el escenario corresponden a un modelo de simulación, cuyo diseño conceptual se acometió a continuación.

La selección de los modelos escogidos se realizó persiguiendo obtener un conjunto lo más representativo posible de una simulación típica de GE y que, a la vez, permitiese enfocar el resto del trabajo, centrado en el análisis de compatibilidad entre modelos, el nivel de detalle / complejidad de los mismos, y en la interacción entre modelos de participantes distintos, lo que requería una definición clara y precisa de sus interfaces. En base a estos criterios, los modelos seleccionados fueron: plataforma naval (buque con sistemas de GE), sistemas ECM (*Electronic Countermeasures*) y ESM (*Electronic Support Measures*) de la plataforma, sensor radar de la plataforma y sistema de mando y control. Las naciones participantes realizarían una versión de cada modelo para su comparación y análisis.

Como paso previo a la modelización, se crea un "Documento de Descripción de Modelos" en el que se detalla cómo definirlos conceptualmente, tanto a nivel de implementación como de comportamiento, así como sus interfaces. Este modo acordado de descripción se realiza tomando como base el estándar de la SISO (*Simulation Interoperability Standards Organization*) SISO-STD-003.1-2006, denominado BOM (*Based Object Model*), al que se le añaden extensiones específicas para GE, plasmadas en un conjunto de tablas con campos que extienden al BOM, y fueron acordadas en el PT2 por los participantes. Cada modelo queda definido por: Descripción de la Implementación del Modelo y la Descripción

del Comportamiento del Modelo, detalladas en el documento citado. Además, esta descripción se acompaña de diagramas de máquinas de estado y de diagramas de flujo (*patterns of interplay*), tanto entre los subsistemas de un modelo, como entre modelos diferentes (v.gr.: interacciones entre modelos de Radar, ESM, ECM y plataforma, con el del sistema de Mando y Control).

En el PT4 se compararon las versiones de cada uno de los diseños conceptuales de los modelos: interfaces, comportamientos y funcionalidad de cada versión, se identificaron incompatibilidades y se propusieron soluciones para las mismas. Las salidas de este PT permitieron dar el siguiente paso en el estudio de viabilidad: el estudio de *frameworks* de simulación, la identificación de las especificaciones deseables para éstos que permitiesen el empleo de los modelos diseñados en el PT2, y pudiesen ser candidatos al *framework* utilizado en las siguientes fases de desarrollo del EW COMARMS; y, por último, el análisis de posibles módulos de simulación y comunicación entre ellos.

El punto de partida de este PT fue una "Matriz de Comparación de *Frameworks*", en la que se trazaron los requisitos deseables frente a *frameworks* ya existentes. Los *frameworks* seleccionados fueron: *High Level Architecture* (HLA 1516 y la versión "Evolved"), *Data Distribution Services* (DDS), *EWSim* (*framework* sueco), *Delta3D* y *SimWare* (*framework* desarrollado, en su versión inicial, como proyecto COINCIDENTE

dirigido técnicamente por el Polígono de Experiencias de Carabanchel y la empresa Nextel Engineering Systems S.L.).

Para el análisis de módulos de simulación y para la comprobación de la viabilidad de llegar al diseño conceptual de un modelo común que aunase las características y el comportamiento de dos versiones diferentes del mismo, se escogió el modelo de ESM: los interfaces fueron analizados parámetro por parámetro y se llegó a la definición de un interfaz común.

El informe final de este estudio de viabilidad cerró la primera fase del EW COMARMS. El estudio ha demostrado que es viable compartir modelos de simulación siempre que la filosofía del diseño conceptual esté bien definida, para ello, se recomienda que la modelización se realice basándose en el Documento de Descripción de Modelos desarrollado. Respecto al diseño de un único modelo común para una entidad concreta: modelo de radar, se concluye que no se puede asegurar que cualquier entidad permita crear un modelo genérico y de uso común para diferentes naciones, siendo el principal inconveniente la filosofía de comportamiento del modelo en sí. Cada entidad debería estudiarse en particular, de modo análogo a como se ha hecho en el PT4 con el modelo de ESM, donde, a partir del modelo sueco y del español, se pudo llegar a la definición de un interfaz común, aplicable a un modelo genérico de ESM.

En cuanto al *framework* de simulación sobre el que utilizar los modelos dise-

ñados, se concluye que no es condición sine qua non el empleo del mismo *framework* para todos los participantes o interesados en participar en el EW COMARMS, es suficiente con que el *framework* de cada participante cumpla unos mínimos requisitos de compatibilidad (v.gr.: que sean compatibles con HLA); en este estudio también se ha suministrado un indicador de este grado de compatibilidad, la denominada "Matriz de Comparación de *Frameworks*". Las principales conclusiones del estudio de viabilidad son:

- La recomendación y metodología de descripción de modelos estudiada en el PT3 es adecuada para definir y desarrollar modelos.
- Existen herramientas (*frameworks*, estándares, especificación de interface, etc.), que hacen EW COMAMRS posible.

Dicho estudio ha sido documentado en detalle con objeto de asentar las bases que permitan continuar con futuras fases del proyecto EW COMARMS, en el que sería de interés contar con el máximo número de participantes para depurar los problemas de compatibilidad en los procesos de modelado y aunar esfuerzos para hacer posible el intercambio fluido de modelos de simulación entre naciones.



Fig. 2. Esquema general del framework SimWare, de Nextel Engineering Systems S. L.

Proyecto EDA: OSEMINTI

Bernardo Martínez Reif, representante nacional en el proyecto

OSEMINTI (Operational Semantic Intelligence Infrastructure) was a cooperative investigation project within the framework of EDA CapTech IAP4. The MODs from France, Italy and Spain participated in the project alongside an industrial consortium lead by Thales. The project finished in December 2009.

The principal objective of the Project was to demonstrate new systems engineering approaches in the construction of intelligent information systems based on semantic representation. It was focused on asymmetric war, crisis management, anti-terrorism and criminal analysis within the field of intelligence.

OSEMINTI (Operational Semantic Intelligence Infrastructure) es un proyecto de investigación cooperativo desarrollado en el marco de la Agencia Europea de Defensa (EDA) dentro del área tecnológica CAPTECH IAP-4 y en

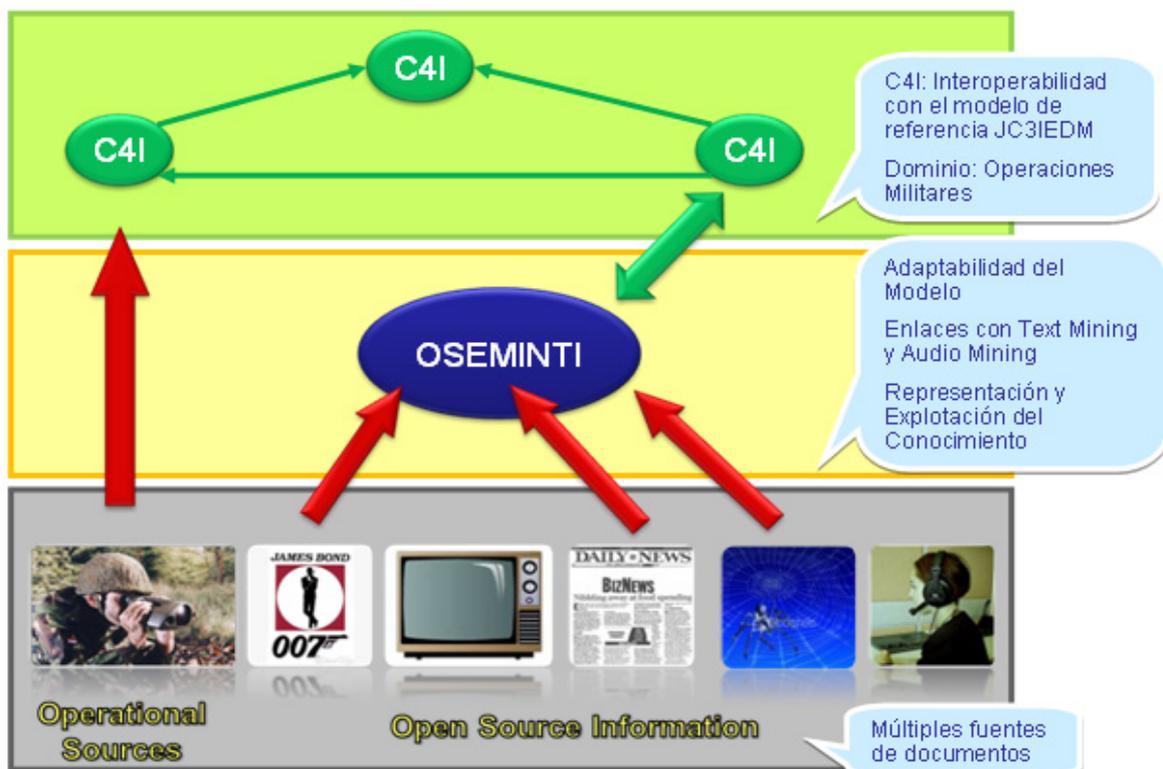
el que se ha tratado el tema de la representación semántica de la información. En este proyecto han participado los Ministerios de Defensa de Francia, Italia y España y el consorcio industrial liderado por la empresa francesa Thales Communications y compuesto por Thales Research and Technology (Francia), Thales (Italia), Elsag Datamat (Italia) y Amper Programas (España). Este proyecto finalizó en diciembre de 2009.

El principal objetivo de OSEMINTI es «demostrar un nuevo enfoque de ingeniería de sistemas para construir sistemas de información inteligentes fundamentados en la representación semántica de la información. Está enfocado al dominio de la gestión de crisis, guerra asimétrica, antiterrorismo y análisis criminal dentro del campo de la Inteligencia».

Con este fin se ha desarrollado, para cada uno de los tres países participantes, una plataforma tecnológica multilinguaje (inglés, italiano, francés y español y en algunas aplicaciones árabe clásico) de tratamiento semántico de la información teniendo en cuenta la interoperabilidad entre ellas.

OSEMINTI pretende cubrir la necesidad operacional de representación semántica de la información en una Base de Conocimiento en la que estén definidas las entidades y las relaciones entre ellas. Esta Base de Conocimiento será alimentada desde distintas fuentes de información, algunas estructuradas según el modelo de referencia JC3IEDM (Joint Consultation, Command and Control Information Exchange Data Model) o como datos almacenados en hojas MS Excel y otras no estructuradas como pueden ser fuentes abiertas de texto o de audio.

Por tanto, la demostración de este tipo de tecnologías probará, por una parte, que son válidas para representar el conocimiento presente en los sistemas tradicionales heredados C4I (Command, Control, Communications, Computers and Intelligence) haciendo que su tratamiento y explotación sea más ágil e intuitivo y, por otra, que es posible integrar información proveniente de distintos soportes para su utilización en un entorno de trabajo enfocado a la inteligencia militar.



tecnologías emergentes

La tecnología del demostrador de OSEMINTI está basada en estándares de la Web Semántica promulgados por la W3C (*World Wide Web Consortium*) como RDF (*Resource Description Framework*), SPARQL (*Protocol and RDF Query Language*) o OWL (*Ontology Web Language*) y los estándares relacionados con arquitecturas abiertas y con el desarrollo de aplicación de la web como GWT (*Google Windowing Toolkit*) o J2EE (*Java Platform Enterprise Edition*). Hasta el momento esta tecnología ha sido usada principalmente para el indexado y recuperación de información pero no para el desarrollo de sistemas de información operacionales.

Desde el punto de vista del usuario, el demostrador de OSEMINTI es un portal web al que se puede acceder mediante autenticación de Usuario / Contraseña y que permite acceder a distintos "espacios de trabajo" dependiendo de los permisos que tenga el usuario. Los espacios de trabajo son conjuntos independientes de conocimiento.

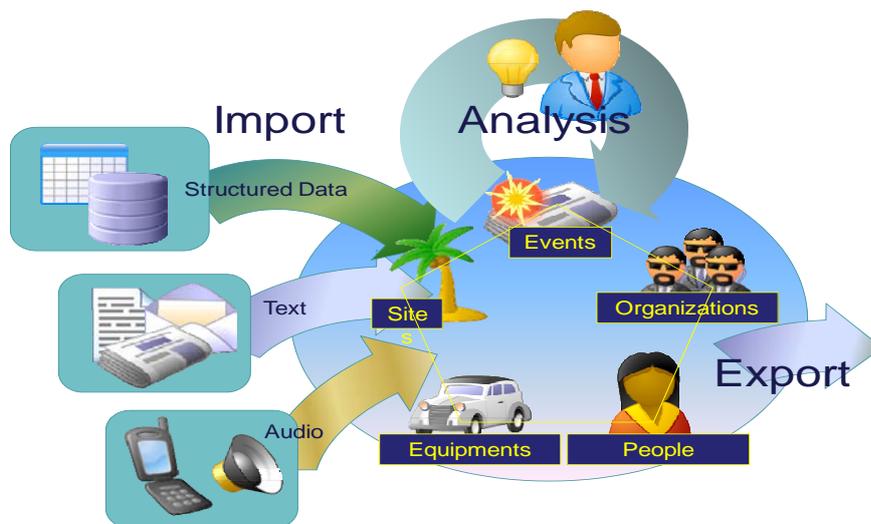
Los módulos intercambian información mediante una "cesta" de la que toman los datos de entrada y sobre la que se escriben los datos de salida.

La información se estructura según el modelo ODM (*OSEMINTI Data Model*), que se trata de una ontología que modela la realidad tomando como referencia cinco categorías básicas: personas, organizaciones, localizaciones, equipamiento y eventos.

Tras analizar y explotar la información a través de distintas capacidades permite mostrar la información al usuario de una manera estructurada, clara, además de generar informes de resultados.

Los productos obtenidos del proyecto son la implementación del demostrador, las conclusiones derivadas de la experimentación y un conjunto de requisitos a tener en cuenta para el desarrollo de futuros sistemas basados en esta tecnología.

El demostrador comprende un conjunto de herramientas integradas para inteligencia. La integración se realiza a nivel de datos y de interfaz de usuario de



más de 16 módulos que abordan un gran espectro de capacidades de importación/exportación de información, búsqueda (búsqueda semántica basada en SPARQL, consultas por similitud, consultas geográficas, texto y audio *mining*), fusión y agrupación de información, visualización (visualización gráfica, representación temporal de eventos, GIS), análisis (análisis de relaciones, inferencia), generación de informes.

La experimentación ha revelado que las principales innovaciones que aporta OSEMINTI son:

- La adaptabilidad del modelo ODM que permite crear nuevas categorías y relaciones con facilidad y dinamismo.
- La integración de los distintos módulos basada en un mecanismo de intercambio de información llamado la "cesta".
- El análisis de relaciones que permite conocer qué está relacionado con un nodo central.
- La inferencia de nuevo conocimiento en función de la base de conocimiento y de la aportación de nueva información.
- La alimentación de la base de datos mediante *text-mining*.

- La aplicación de extracción de eventos Centipede.
- La similitud que facilita la eliminación de ambigüedades y evita la creación de ruido en la base de conocimiento.
- La visualización gráfica, tabular o geográfica de los resultados del análisis.

Además, se han recogido un conjunto de requisitos operativos a tener en cuenta en futuros proyectos basados en tecnologías semánticas que permitan mejorar el rendimiento y la funcionalidad de este tipo de sistemas.

La madurez de estas capacidades abarca desde el nivel de desarrollo de tecnología (TRL=3) hasta el nivel de demostración de la tecnología (TRL=6).

La utilización de este tipo de tecnologías tiene como principal objeto llenar el 'gap' tecnológico de representación semántica de la información así como aprovechar esa representación para fomentar el razonamiento lógico basado en la inferencia de conocimiento.

En definitiva, el manejo de gran cantidad de información de distinto origen, su tratamiento y análisis en el menor tiempo y la ayuda a la toma de decisiones, aportan beneficios operacionales a las aplicaciones relacionadas con la defensa y la seguridad.

Visión Nocturna y MTF

Sergio Ortiz Egea, Área de Óptica y Acústica, ITM

The human eye is an extremely versatile optical instrument that can adapt itself to many different situations. During night-time conditions however, only 1% of photons that the retina picks up become signals in which only objects of high contrast can be detected. To improve night-time vision in humans Image enhancement, active imaging or thermal imaging are some of the options available. This article will focus on image intensification as a way to overcome the limitations of human vision during night-time conditions. Test centres have been developed in CIDA labs to help assess the performance of night vision systems such as the characteristic parameters of the intensifier tubes. One of the most important outcomes of the tests is the MTF (Modulation Transfer Function). The MTF quantifies the loss of benefits of an electronic or optical system based on the space frequency, which is why it can be used as a quality measurement tool of a system.

El ojo humano es un instrumento óptico extremadamente versátil que es capaz de adaptarse desde regímenes fotópicos o de visión diurna a escotópicos o de visión nocturna. En esta última condición, tiene un rendimiento muy pobre, entorno al 1% de los fotones que inciden en la retina se convierten en señal, lo que se traduce en que tan solo los objetos de alto contraste puedan ser detectados. La pobre eficiencia del ojo humano en condiciones de visión nocturna se debe a una adaptación biológica de nuestra naturaleza como cazadores diurnos. Diversos animales como los felinos poseen una membrana denominada *tapetum lucidum*, situada entre las capas de la retina o detrás de ella, que refleja parte de la luz no absorbida, aumentando el número de fotones susceptibles de convertirse en señal. Para mejorar la visión humana nocturna existen múltiples opciones con sus ventajas o inconvenientes: la intensificación de imagen, la imagen activa o la termovisión (imagen térmica). En este caso hablaremos de la intensificación de imagen como medio para superar las limitaciones de la visión humana en condiciones nocturnas.

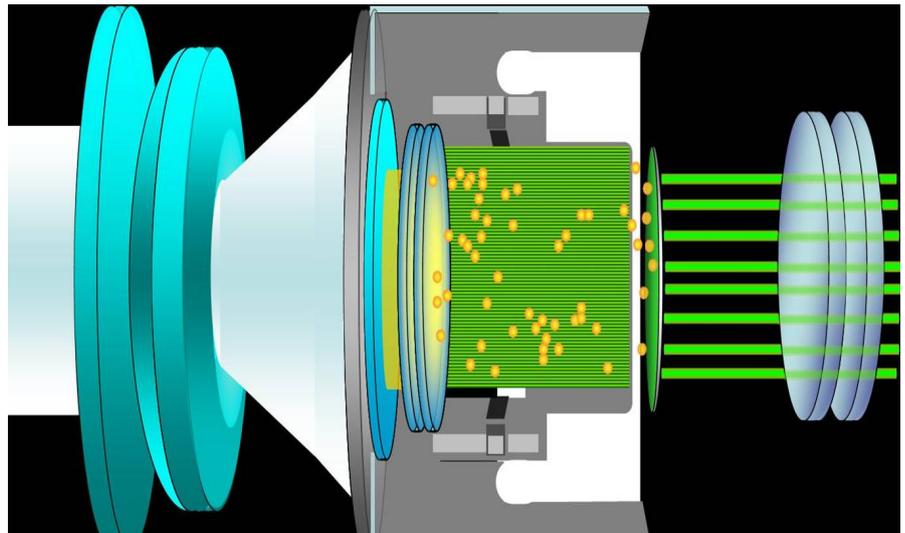


Fig. 1. Corte transversal de un tubo intensificador.

Los sistemas intensificadores de imagen suelen estar compuestos de una óptica que recoge la luz y forma una imagen sobre el fotocátodo de un tubo intensificador de imagen, en el que la luz se convierte en electrones, para posteriormente aumentar el número de electrones (intensificación) y acelerarlos para que al golpear una pantalla de fósforo, se vuelvan a convertir en fotones dando lugar a una imagen brillante. Finalmente, una óptica recoge y proyecta la imagen de la pantalla de fósforo, de manera que el ojo pueda formar la imagen en la retina (figura 1).

El tubo intensificador de imagen se introdujo en los años 30 y se utilizó en campaña durante la segunda guerra mundial. Estos primeros sistemas requerían el uso de una fuente de luz en el infrarrojo cercano para iluminar la escena, como elemento de observación. El desarrollo de generaciones posteriores eliminó la necesidad de utilizar una fuente de iluminación, extendiendo el rango de trabajo desde condiciones de luna llena y cielo despejado a luz de estrellas. Además, el rango de sensibilidad de los fotocátodos se extendió, debido a la incorporación de nuevos materiales, dando lugar a rangos espectrales que van desde el ultravioleta próximo al infrarrojo cercano. Las diferentes generaciones han mejorado la capacidad de resolver frecuencias hasta

conseguir emular la resolución visual del ojo humano, así como la eliminación de ruido. Por último, recientes desarrollos como son el tubo intensificador *auto-gating*, permiten su uso en condiciones diurnas y nocturnas, así como ser utilizados en sistemas de adquisición de imágenes 3D.

Dada la gran importancia operativa de estos sistemas, su reducido tamaño, la posibilidad de utilizarse con ópticas convencionales y su bajo consumo, se hizo necesario disponer de un laboratorio que permitiera caracterizarlos y que tuviera la capacidad de descartar aquellos que no cumplan con las especificaciones requeridas. Desde su creación el Laboratorio de Bajas Luminancias del Centro de Investigación y Desarrollo de la Armada (CIDA),

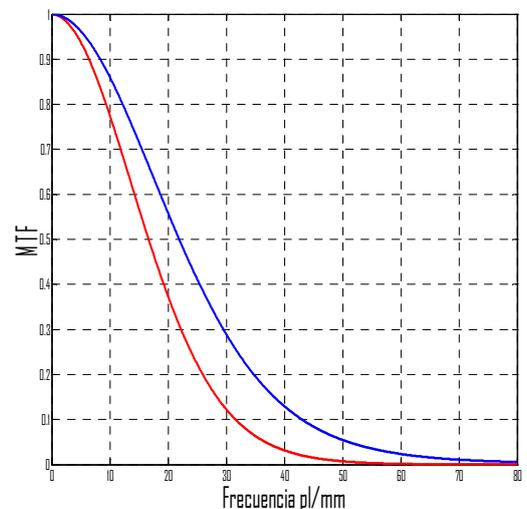


Fig. 2. MTF obtenidas de tubos intensificadores.

tecnologías emergentes

ahora ITM, ha desarrollado bancos que permiten evaluar las prestaciones de los sistemas de visión nocturna, así como los parámetros característicos de los tubos intensificadores.

Uno de los más relevantes es la Respuesta a la Modulación o MTF (*Modulation Transfer Function*). La MTF cuantifica la pérdida de prestaciones de un sistema electrónico u óptico, en función de la frecuencia espacial, por lo que puede ser utilizada como parámetro de calidad de un sistema. Se trata de una medida establecida para dispositivos electrónicos, ópticos e incluso para algunos sistemas electro-ópticos, de esta manera se trabaja con la MTF de circuitos, lentes, cámaras, televisiones o incluso del papel, lo que da una idea de la importancia de este parámetro, que afecta de una manera global al diseño y prestaciones de los sistemas. De una manera gráfica podemos decir que la calidad de un sistema es buena cuanto más se acerque la curva de la MTF a la unidad y cuanto mayor sea la frecuencia que alcanza.

Particularizando a los sistemas intensificadores de imagen, no hay un acuerdo unánime sobre la mejor técnica de medida. Fundamentalmente existen dos maneras de obtener la MTF, una es la medida directa, a la que se refiere la normativa vigente, en la que se utilizan patrones sinusoidales de diferentes frecuencias para poder obtener su comportamiento (figura 2), y las técnicas indirectas, en las que la MTF se obtiene a través de una operación matemática (transformada de Fourier). Los laboratorios trabajan en la implementación de las técnicas utilizadas en otros ámbitos a la óptica y electrónica que permitan obtener la MTF de manera rápida y precisa, para establecer unas medidas comparables entre las entidades de certificación y compañías fabricantes.

El Laboratorio de Bajas Luminancias inició un ambicioso proyecto que consistió en una profunda revisión de la normativa vigente, así como de las técnicas utilizadas. De una manera resumida se puede describir el banco realizado como un sistema automatizado que permite obtener la mejor MTF, dado que dispone de un algoritmo de autoenfoco con precisión micrométrica, así como de un sistema de adquisición y procesado automatizado que reduce la incertidumbre que podría introducir un operador trabajando de manera manual.

Del mismo modo, se han introducido innovaciones en los métodos de calibración, mediante el desarrollo de procedimientos específicos que permiten obtener las escalas de frecuencias espaciales con una precisión, del orden

de milésimas. En cuanto a los patrones utilizados se pueden ver en la figura 3: son miras USAF 1951 de 3 barras, de 15 barras, binarios, técnicas de borde y rendijas, lo que prácticamente cubre todos los patrones existentes. Por último, se han desarrollado algoritmos de procesado adaptados específicamente a las exigentes condiciones que impone el trabajar con estos dispositivos, permitiendo cuantificar efectos de los tubos que hasta ahora han sido observados, como por ejemplo, el halo. Este alto nivel de sofisticación es necesario, ya que variaciones de incertidumbres muy pequeñas pueden dar lugar a un cálculo de alcances operativos erróneos y por lo tanto al rediseño de los sistemas de visión nocturna.

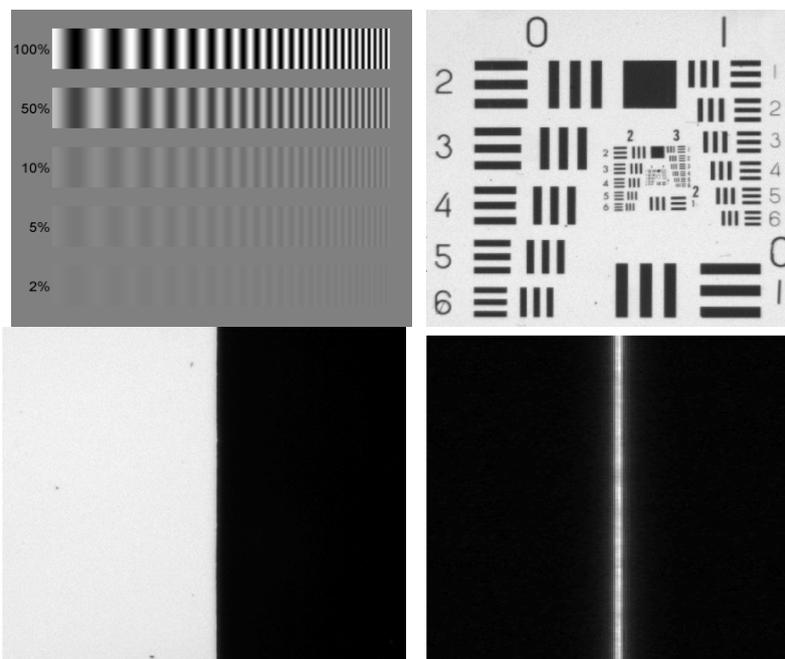


Fig. 3. Tests para la obtención de la MTF de forma directa, 15 barras, USAF 1951, e indirecta patrón binario aleatorio, técnica de borde y

enlaces de interés



The U.S. Department of Defense New Idea Portal

Los servicios que proporciona el Ministerio de Defensa de EE.UU. a través de DoD Techipedia Suite of Services se han creado con el objetivo de acelerar la innovación, mejorar la identificación de nuevas tecnologías y auspiciar la colaboración entre este ministerio, la comunidad de I+T, las fuerzas armadas, operativos, el gobierno y la industria.

http://www.defensesolutions.gov/suite_of_services.html

En profundidad

Predicción de Periodos Quiescentes en Buques (QPP)

CF Ing. José M^a Riola, SOPT-SDG TECEN, y José M^a Girón, UCM

A Project Arrangement (PA) for a Quiescent Period Prediction (QPP) aims at better prediction of quiescent periods for wave induced ship motions. Such motions, particularly in bad weather, limit the operational capability of the ship, for example they may hinder tasks such as the launch and recovery of helicopter or UAV's. The use of QPP facilitates better timing of these tasks to reduce operational limitations

La toma de vehículos autónomos sin tripular o tripulados en buques es una constante en las necesidades de cualquier Armada y aparece en cualquier estudio de prospectiva de los países que se encuentran bajo el paraguas de la OTAN y de los encuadrados en la EDA.

El hecho de que este reto sea posible y seguro se encuentra dentro de las acciones prioritarias de I+D de ambas organizaciones.

Se denomina período quiescente (PQ) de un buque a un tiempo de tranquilidad o de menor movimiento durante la navegación. Durante estos períodos es más fácil realizar ciertas operaciones



Fig. 2. Movimientos del Buque.

delicadas, como son el aterrizaje o despegue de helicópteros o UAVs sobre las cubiertas de vuelo de los buques.

Adicionalmente, estos estudios se pueden aplicar también para el lanzamiento y recuperación de lanchas tipo RHIBS, entrada en dique de plataformas navales y aporta un incalculable valor para llevar a cabo el manejo y estiba de la gran variedad de las unidades aéreas helitransportadas, las cuales son empleadas cada vez con mayor profusión en las maniobras y operaciones navales.

Es por ello que existe una necesidad creciente de aumentar las ventanas temporales que surgen de las limitacio-

nes naturales de las operaciones buque-helicóptero, debidas al mal tiempo y particularmente al estado de la mar.

Un claro ejemplo que define estos hechos son los estudios que se están realizando dentro del NATO Naval Armaments Group Sub-group 61 on Virtual Ships que está desarrollando un programa que tiene por objeto mejorar la predicción de estos períodos de reposo.

OBJETO DEL PROGRAMA

El programa de I+D que desarrolla la EDA como programa de categoría B 0242 del ESM1 (*Naval Systems & their Environment*) bajo el epígrafe de QPP (Predicción de Periodos Quiescentes o



Fig. 1. Cubierta de Vuelo.



Fig. 3. Helicóptero aterrizando empleando sistema RAST. (Ref. <http://www.ausairpower.net/Seahawk-RAST-2.jpg>)

de Inactividad), se está desarrollando en colaboración entre Francia, Italia, Finlandia y España.

Su principal objetivo consiste en la realización de un estudio piloto que permita la automatización de la toma de contacto de aeronaves, tripuladas o no, en buques preparados para este fin. España participa como líder de este proyecto, y está prevista su duración hasta mediados de 2011.

Para la realización de los trabajos se ha creado un consorcio de empresas y universidades de los cuatro países participantes, entre los que, por parte de España participan la Facultad de Físicas de la Universidad Complutense de Madrid (UCM), NAVANTIA y el Canal de Experiencias Hidrodinámicas de El Pardo (CEHIPAR).

La UCM lidera el proyecto y la aplicación teórica de *wavelets*, NAVANTIA garantiza el conocimiento y la aplicación final de los resultados del demostrador, mientras que en el CEHIPAR se llevan a cabo los ensayos con el modelo del buque a escala para el registro y el análisis de los datos obtenidos.

Con el fin de conseguir la estabilización necesaria para una determinada operación es muy útil poder predecir con suficiente antelación la venida de un PQ, y acompañar esta predicción con una valoración de la calidad, entendiéndose ésta como los PQ de mayor duración y cuya incidencia sobre el comportamiento del buque sean menores (movimientos de cabeceo, balanceo y arfada).

Los movimientos antes descritos son los más relevantes de cara al mejor comportamiento del buque en la mar, pero hay que notar que éste también se ve afectado por los correspondientes al resto de grados de libertad (derivación frontal, derivación lateral y guiñada).

Los requisitos de partida que se han tomado como referencia para llevar a cabo los estudios son los límites operacionales señalados por el STANAG 4154 (*Common Procedures for Seakeeping in the Ship Design Process*) para aterrizaje y despegue de helicópteros en buques.

Este STANAG concretamente habla de un máximo de 2,5° de balanceo, 1,5° de cabeceo, y una velocidad vertical de la pista de 1,0 m/s medidos en valores cuadráticos medios (r.m.s.). Es decir, considerando una embarcación con

una pista de 15 metros de manga, el movimiento vertical en los bordes de la pista llegarían a 0,92 metros pico a pico y si la pista estuviera a 50 metros del centro de gravedad del buque, el movimiento vertical causado por el cabeceo sería de 3,70 metros pico a pico.

Existen diversas publicaciones en cuanto a la cuantificación del tiempo de predicción necesario para que sea operativamente práctico. Dependiendo del autor se habla: Colwell (2004) habla de 6 segundos.; Kolwey (1975) dice que con SSN6 (estado de la mar 6) es posible aterrizar y asegurar el helicóptero si la duración del PQ está en el rango 6-10 segundos; Sherman (2007) indica que la anticipación debe ser de entre 8 a 10 segundos en cabeceo, y 20 segundos en balanceo.

OTROS SISTEMAS

Previo a la llegada de la aeronave (con quince minutos de antelación) el buque comienza la fase de preparación, estableciendo las necesarias medidas de seguridad, condiciones de rumbo y velocidad que faciliten en cuanto al viento y al movimiento propio la toma en la pista de vuelo (algunas fuentes indican como aconsejables velocidades del buque de entre 6-10 nudos).

Adicionalmente a estas primeras medidas, existen en la actualidad diversos sistemas que ayudan al aterrizaje y anclaje, cumplen con el STANAG 1276 *Shipborne Helicopter Harpoon/Grid Rapid Securing System* (ratificado por España). Entre ellos podemos destacar el sistema RAST (*Recovery Assist, Secure and Traverse system*), o el ASIST (*Aircraft Ship Integrated Secure and Traverse system*) ambos desarrollados por Curtiss-Wright Corporation.

En estos casos el helicóptero lanza un cabo, que el personal del buque engancha a un cable, para que el buque pueda tirar del helicóptero hacia la pista y, una vez aterrizado, asegure el helicóptero sobre la cubierta. En todo momento el piloto puede soltar el cable para interrumpir la maniobra o incluso tirar de todo el cable llevándose consigo. Una vez ha aterrizado, el sistema emplea dos mandíbulas mecánicas (*RSD – Rapid Securing Device*) que sujetan a la aeronave y a través de un raíl incrustado en cubierta introducen el helicóptero en el hangar.

Otro sistema que también se emplea es el SAMAHE (*Système d'Aide à la MAnutention d'Hélicoptères Embarqués*) de DCNS que garantiza los traslados seguros del helicóptero desde el punto de aterrizaje hasta el hangar y viceversa. En este caso el helicóptero lleva y maneja el cable, enganchándolo a cubierta mediante un arpón especial.

Lo importante de estos sistemas de cara a la predicción de un PQ es que su uso nos permitirá ampliar los límites de las operaciones navales.

METODOLOGÍAS

Existen dos metodologías que se emplean para llevar a cabo esta predicción.

La primera de ellas se podría definir como “mirar hacia atrás”, en el sentido de que va registrando datos del movimiento del buque y emplea la historia reciente de la plataforma para predecir los movimientos futuros. Es la metodología más desarrollada, y la bibliografía disponible habla de horizontes de predicción de entre 6 y 11 segundos.

La segunda es más moderna y prometedora, se definiría como “mira hacia adelante”, se basa en medir las olas a cierta distancia del buque, conocer su deformación hasta que alcanzan al mismo, y determinar cuál será la respuesta del buque ante la ola.

Esta metodología requiere de la ejecución de tres tareas claramente diferenciadas. Primero hay que medir la altura de la ola incidente a suficiente distancia. Después se necesita predecir cómo va a ser su propagación y la consiguiente deformación hasta el barco. Finalmente, hay que calcular cómo va a ser la respuesta de la plataforma, sus movimientos, cuando esta ola deformada llegue al casco.

OTROS ESTUDIOS

Los mejores resultados que se han logrado a conseguir en la predicción de PQ hablan de predicciones de ola incluyendo su deformación con un adelanto de hasta 30 segundos (Morris, 1997) y se basan en el denominado método de Tiempo Fijo, donde las mediciones se realizan mediante sensores situados en posiciones fijas con respecto al lugar donde queremos llevar a cabo la predicción, permitiendo calcular en tiempo real, mediante transforma-

das de Fourier la propagación de las olas ya medidas. Este método asume un sistema de olas lineal donde no se tienen en cuenta los efectos de segundo orden.

Nieto-Borge et al. (2004) propone emplear un método que permite definir un mapa de la superficie marina usando imágenes radar, mediante transformada 3D de Fourier, filtrado en el dominio de frecuencias, y vuelta al dominio temporal mediante transformada 3D inversa. Este trabajo nos presenta la posibilidad de invertir el denominado "clutter marino" (rizos de la mar de pocos centímetros que causan desorden en las imágenes radar y que se eliminan normalmente mediante filtros) que surge por el efecto Bragg, en mapas de elevación de la superficie del mar que son de utilidad para la predicción de los PQ, ya que hoy en día es posible conocer mediante imágenes radar la topografía del mar circundante dentro de un rango de 3 millas náuticas.

Por otro lado en una reciente ponencia (Dannenberg et al., 2009) se habla de horizontes de predicción de hasta dos minutos (con estados de mar de baja intensidad), como se ha probado en el proyecto OWME en el que se emplea el sistema WaMoS II (*Wave Monitoring System*) que conectado con un radar en Banda X, permite definir el espectro de olas, parámetros de la mar y de corrientes superficiales.

PROPUESTA ESPAÑOLA

La propuesta española consiste en utilizar *wavelets* en la determinación de la propagación de las olas, y conjuntar esto con el tratamiento de las imágenes de radar. El proyecto necesita de un apoyo experimental en laboratorio, con registros temporales de olas y de respuestas de un buque a escala en el CEHIPAR.

Se pretende evaluar esta metodología y llegar a resultados superiores que los recientemente anunciados. La base de los experimentos a escala es la realización de medidas de oleaje bastante por delante del barco, emulando el efecto de la medición radar a distancia.

Para complementar los datos experimentales, se cuenta con los registros de los datos de propagación de olas a

lo largo del Laboratorio de Dinámica del Buque.

En la figura 4 se muestra un análisis de olas mediante wavelets tipo Morlet con el escalograma correspondiente. La idea fundamental es que el oleaje va cambiando y deformándose a lo largo del tiempo y se necesita analizar "foto tras foto" la información de dicha deformación.

En un principio el empleo de transformadas de Fourier se dirige a analizar los armónicos de las señales estacionarias, y aunque es posible emplear una versión matemática de Fourier a señales no estacionarias empleando ventanas temporales y aplicándolo en esos trozos de señal, se presentan serios problemas respecto a la definición del análisis.

La ventaja fundamental de las *wavelets* es que están planteadas para tomar estas "fotos" temporales, y analizar las señales tanto estacionarias como no estacionarias y poder analizar el contenido frecuencial de cada foto con una mejor definición.

APLICABILIDAD EN DEFENSA

Es evidente que llegar a predecir con suficiente antelación los PQ, es fundamental para nuestra Armada, teniendo en cuenta la importancia de la misma.

Claramente tiene aplicación en los nuevos Buques de Acción Marítima (BAM) que prevén maniobras de aterrizaje, despegue, reabastecimiento de combustible en vuelo estacionario (HIFR) y aprovisionamiento vertical (VERTREP), así como para futuras unidades como pueden ser las nuevas fragatas F-110.

Esta problemática también puede afectar a otras unidades como son:

- Buques LPD (*Landing Platform Dock*) con capacidad para embarcar en el hangar hasta 4 helicópteros pesados o 6 medios, llevando a cabo operaciones día y noche, vuelo visual e instrumental, VERTREP y HIFR.
- LST (*Landing Ship Tank*) con capacidad para llevar a cabo tomas diurnas nivel III y clase 2,4 y 5 para helicópteros de categoría B (tipo H-500, AB-212 y SH-3D).
- LHD (*Landing Helicopter Dock*).
- Fragatas F-100 y F-80 con capacidad para embarcar los helicópteros SH-60B LAMPS, etc.

PUNTO DE CONTACTO

Para obtener más información contactar con el CF Ing. José M^a Riola (SOPT-TECEN), jrirod@fn.mde.es

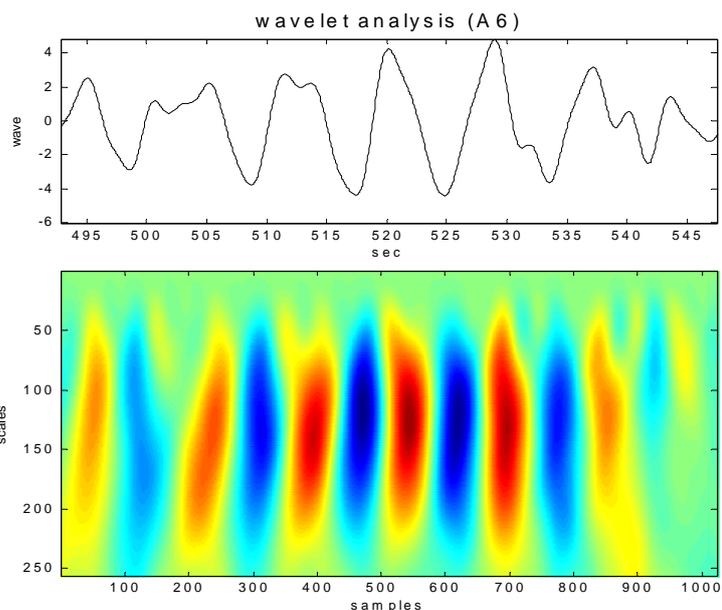


Fig. 4. Escalograma de Análisis con Wavelets.

Boletín de Observación Tecnológica en Defensa

Disponible en <http://www.mde.es/areasTematicas/investigacionDesarrollo/>

em 2010.es