

Boletín

DE OBSERVACIÓN TECNOLÓGICA EN DEFENSA



SUBDIRECCIÓN GENERAL DE TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN
Boletín de Observación Tecnológica en Defensa nº 29 • 4º Trimestre de 2010

**Modularización
de campamentos en misiones**

**LIBRA: sistema de
medidas radar de la Armada**

**Proyecto COINCIDENTE:
alertador de señales de comunicaciones**

La industria española y los servicios DDS





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 e Innovación (SDG TECIN) 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: C.F. 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): Luis Requejo Morcillo; Observatorio de Óptica, Optrónica 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 Navales (OT SNAV): C.F. Ing. José María Riola Rodríguez, Juan Jesús Díaz Hernández; Observatorio de Sistemas Terrestres (OT STER): Col. CIP Manuel Engo Nogués, 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: figura 6 "Montaje para la calibración de LIBRA", del artículo "LIBRA: Sistema de Medidas Radar de la Armada Española".

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/>



DGAM
Subdirección General de Tecnología e Innovación

CONTENIDOS

3 Editorial

Actualidad

4 Presentación de la ETID 2010

5 Nueva organización de I+T en la DGAM

5 Agenda

6 Jornada tecnológica: sistemas de energía y eficiencia energética en operaciones internacionales

7 Proyecto COINCIDENTE: alertador de señales de comunicaciones

10 Reunión CapTech GEM01 *Materials & Structures*

9 EDA JIP FP: Proyecto WOLF

10 *1st FP7 CBRN Workshop*

10 Enlaces de interés

11 La industria española y los servicios DDS

12 *Workshop* sobre tecnologías del habla

12 Congreso *Security & Defence* de la SPIE

13 Euronaval

13 Industria oceánica, sostenibilidad, tecnología e innovación

14 IV Congreso Internacional Textil AITEX

14 WEAR *Conference* 2010

Tecnologías Emergentes

15 Modularización de campamentos en misiones

En profundidad

18 LIBRA: sistema de medidas radar de la Armada

Energía en operaciones

Afganistán, El Líbano, El Salvador o Haití son nombres que, entre otros, para las FAS significan misiones de paz. La logística de dichas operaciones tiene muchos aspectos tecnológicos que merecen un esfuerzo por parte de la Subdirección General de Tecnología e Innovación (SDG TECIN) de la DGAM. Uno de ellos es el de energía en bases y campamentos, en el que hasta ahora la innovación ha contribuido fundamentalmente a las mejoras incrementales de los sistemas de propulsión y de los grupos electrógenos.

Numerosos factores afectan al uso de energía en operaciones, desde factores estratégicos, como la dependencia exterior, hasta factores operativos, como la vulnerabilidad de la cadena logística en el escenario correspondiente e incluso factores ambientales y normativos, como la necesidad de reducir las emisiones de gases.

En la Estrategia de Tecnología e Innovación para la Defensa (ETID) se incluyó como meta tecnológica la disminución de la dependencia de combustibles fósiles en la generación de energía eléctrica en bases y campamentos, lo que cubre un amplio rango que va desde la generación de energía eléctrica y térmica, la mejora de la eficiencia energética y el aprovechamiento energético de los recursos disponibles. En

este mismo ámbito, los directorios de Capacidades y de I+T de la Agencia de Defensa Europea (EDA) están realizando un esfuerzo conjunto llamado "*Green Power for EU Crisis Management Operations*" que pretende armonizar los esfuerzos de los proyectos de I+T e innovación de los países miembros.

Con este objetivo el SOPT de la SDG TECIN realizó el pasado 3 de noviembre en el ITM, la jornada tecnológica "Sistemas de generación de energía y eficiencia energética en operaciones internacionales" donde se reunió a los actores implicados en su desarrollo, desde los operativos de los distintos ejércitos, hasta los centros de investigación, universidades e industria.

Desde el sector civil se está realizando un gran esfuerzo de I+D en esta área, lo que está conduciendo a la obtención de soluciones basadas en energías renovables y eficiencia energética que, en distinto grado de desarrollo, pueden permitir a las FAS la reducción de la dependencia de combustibles fósiles. Este ejemplo de tecnología de uso dual anima a incentivar la innovación que permita el uso de estas tecnologías en un entorno mucho más exigente del habitual.

Actualidad

Presentación de la ETID 2010

Jorge Lega de Benito, SDG TECIN

El pasado día 21 de octubre se presentó la Estrategia de Tecnología e Innovación para la Defensa (ETID) 2010 en el Centro Superior de Estudios de la Defensa (CESEDEN) coincidiendo con la "IV Jornada de Política Industrial de Defensa".

La ETID, elaborada por la Dirección General de Armamento y Material del Ministerio de Defensa, desde la SDG TECIN, nace como respuesta a la necesidad de definir una estrategia que permita el desarrollo eficiente de las líneas tecnológicas de interés para Defensa, expuestas en el Plan a Largo Plazo de Armamento y Material, teniendo como principio y fin últimos la consecución de los Objetivos de Capacidad Militar.

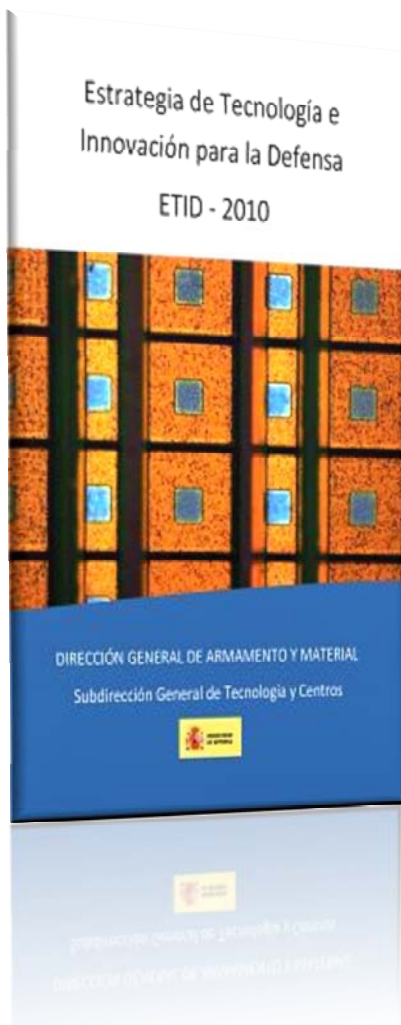
La jornada fue inaugurada por la Ministra de Defensa Dña. Carme Chacón. En su discurso, la Ministra, destacó el papel de la industria española de Defensa como sector estratégico por su potencial innovador, subrayando la importancia de que el Gobierno impulse una política cada vez más activa que incentive la reorientación de la industria de la Defensa, que fomente las exportaciones y que facilite las transferencias de tecnología. Según explicó la Ministra, la nueva Estrategia de Tecnología e Innovación para la Defensa recoge la aportación que en un futuro deberán realizar las Fuerzas Armadas al conjunto de la I+D+i de España, mediante los programas internacionales de cooperación, o a través de inversiones propias y de sinergias con la innovación civil.

En su intervención, el Secretario de Estado D. Constantino Méndez subrayó que la ETID, que ha sido diseñada

con la intención de avanzar hacia una gestión de la I+T de Defensa más eficiente, potenciando su situación dentro del marco general de la innovación nacional, es imprescindible para la planificación de las capacidades militares y una guía para los centros tecnológicos.

A la sesión fueron convocados multitud de agentes implicados en la I+D de Defensa. Dado el carácter industrial de la jornada, los asistentes fueron mayoritariamente, aunque no exclusivamente, provenientes del sector empresarial e industrial y del militar.

La jornada se cerró con una Mesa Redonda dirigida por el ex ministro de Economía y Hacienda, Carlos Solchaga, que moderó un debate entre los ponentes, todos ellos responsables de distintas entidades de I+D en defensa, y representantes de la industria.



Nueva organización de I+D en la DGAM

El pasado 23 de octubre de 2010, se publicó el Real Decreto de 15 de octubre por el que se desarrolla la estructura orgánica básica del Ministerio de Defensa, en el Boletín Oficial del Estado. Este RD incluye una serie de cambios que afectan a la Dirección General de Armamento y Material (DGAM), como es el cambio de nombre de la antigua Subdirección General de Tecnología y Centros (SDG TECEN), que pasa a llamarse **Subdirección General de Tecnología e Innovación (SDG TECIN)**, y la dependencia del Instituto Tecnológico "La Marañosa" (ITM) directamente de la DGAM, al igual que el Canal de Experiencias Hidrodinámicas de "El Pardo" (CEHIPAR).

Esta Subdirección, además de nuevo nombre y desde el pasado 13 de diciembre, también presenta nuevo Subdirector General de Tecnología e Innovación, el CA. Ing. Jesús Manrique Braojos. El nuevo Subdirector proviene de la Jefatura de Apoyo Logístico de la Armada (JAL), donde dirigía el programa de construcción del Buque de Acción Marítima (BAM), desde el año 2006. El acto de toma de posesión tuvo lugar el pasado 14 de diciembre, y contó con la presencia del Director General de Armamento y Material, el Tte. Gral. José Manuel García Sieiro.



agenda

OTAN RTO

IST-099 / RSY-024: *Emerged/Emerging "Disruptive" Technologies Symposium*

9 y 10 de mayo de 2011, Madrid.

Call for papers: 25 de febrero de 2011.

Esta conferencia permitirá que científicos e ingenieros expertos en diferentes ramas de las tecnologías relacionadas con los sistemas de información presenten los avances más destacados en esta área.

A partir de marzo de 2011, más información en:

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

SAS-082-DTAG: *Disruptive Technologies Assessment Game*

23 al 27 de mayo de 2011, Madrid.

Ejercicio para la identificación de tecnologías que puedan aportar capacidades disruptivas en el 2030. En el ejercicio participarán representantes de los Ministerios de Defensa, Fuerzas Armadas y otras entidades de 6 países.

Más información en: observatecno@oc.mde.es

SAS-088 "Long Term Forecasting of the Future Security Environment"

11-12 de abril de 2011, Estocolmo, Suecia.

SCI-232 RSY: *High Power Microwaves and Directed Energy Weapons*

9-11 MAYO 2011

SET-116/RLS "Low-cost navigation sensors and integration technology"

Torino (ITA) on 4-5 April 2011

Bagneux (FRA) on 28-29 March 2011

Ettlingen (DEU) on 31 March-1 April 2011

Más información en:

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

Jornada Tecnológica: Sistemas de Energía y Eficiencia Energética en Operaciones Internacionales

Héctor Criado de Pastors, OT ENEP

La jornada tecnológica "Sistemas de generación de energía y eficiencia energética en operaciones internacionales" se celebró el 3 de noviembre de 2010, en el Instituto Tecnológico "La Marañosa".

El objeto de esta jornada era el de incentivar la integración de nuevas tecnologías de generación de energía y mejora de la eficiencia energética en el contexto de las misiones internacionales que desarrollan las Fuerzas Armadas.

El uso de energía se ha convertido en un aspecto clave en la planificación y el desarrollo de operaciones internacionales: el empleo extensivo de generadores para producir energía eléctrica conlleva la necesidad de transportar grandes cantidades de combustible a través de rutas no seguras, lo que incrementa la huella logística.

Existen tres aspectos que implican la necesidad de reducir el consumo de energía en las operaciones de los Ejércitos, tanto de España como de los países de nuestro entorno:

- Efectividad de la misión.
- Coste operativo.
- Reducción de emisiones.

Por todo ello, el desarrollo de soluciones de generación de energía, adapta-



das al entorno militar y la mejora de la eficiencia energética en bases y campamentos en misiones internacionales, representan una alternativa de gran importancia frente a los sistemas presentes de generación de energía.

Durante la jornada se impartieron 13 ponencias, 4 por parte de representantes de Defensa y las 9 restantes de representantes de distintos actores dentro del I+D nacional en el área energética.

La jornada se dividió en 3 grandes bloques. En el primero se llevaron a cabo las ponencias por parte de los representantes de Defensa, en las que mostraron la perspectiva nacional y europea del futuro de la energía en misiones desde el punto de vista tecnológico, y las necesidades existentes y que precisan ser cubiertas en un futuro próximo, desde un punto de vista más operativo.

En el segundo bloque, tuvieron lugar las presentaciones por parte de los representantes de la industria nacional, en el que se presentaron aquellas tecnologías que están actualmente disponibles para su uso civil o en fase de desarrollo muy avanzada, y que podrían utilizarse en despliegues a corto plazo.

En el tercer bloque, los representantes de centros tecnológicos presentaron aquellas tecnologías innovadoras que pueden tener un impacto importante a medio y largo plazo en el sistema energético de bases y campamentos.

A la jornada asistieron más de 100 personas vinculadas al área de energía, ya sea como usuarios finales o como desarrolladores de tecnologías. Aproximadamente la mitad correspondían a representantes de los tres



Ejércitos, de la SDG TECIN y del ITM.

La otra mitad de la asistencia la formaban representantes de un total de 9 centros de investigación, departamentos universitarios y asociaciones y de 24 empresas del sector. Tanto los centros de I+D, departamentos universitarios, asociaciones y empresas fueron invitados por encontrarse entre las figuras nacionales más representativas dentro del tejido que conforman la base tecnológica nacional en el área de energías renovables y eficiencia energética.

Dado el impulso existente en el sector civil, gran parte de los sistemas a implementar a corto plazo usarán sistemas comerciales existentes en el mercado. El I+D de Defensa en esta área deberá, por tanto, adaptar los sistemas civiles al entorno militar, así como considerar el desarrollo a largo plazo de ciertas tecnologías que presenten ventajas evidentes en dicho entorno y que no sean desarrolladas en el ámbito civil.

A nivel nacional, estos esfuerzos se encauzarán a través de la ETID, mientras que a nivel europeo es de destacar la colaboración entre los directorios de capacidades y de I+T de la EDA para lograr una colaboración en esta área entre los países miembros.

Proyecto COINCIDENTE: Alertador de señales de comunicaciones

Luis Echeverría Muñoz, Área de
Electrónica, ITM; Manuel Salvo Mendivil,
Isdefe

La presencia de fuerzas españolas en diversos escenarios, potencialmente peligrosos, requiere el conocimiento del entorno radioeléctrico como medida preventiva frente a posibles ataques.

El proyecto COMWAR (*Communication Warning Receiver*) tiene como objetivo la obtención de un prototipo demostrador de un alertador de señales de comunicaciones. El demostrador ha sido desarrollado por la empresa INDRA al amparo del Programa COINCIDENTE y basado en la experiencia previa obtenida con el desarrollo de un receptor de banda ancha

El desarrollo del proyecto comenzó a mediados de 2009 y concluyó en julio de 2010 teniendo como cometido final la obtención de un equipo instalable en un vehículo a modo de "caja negra" que demuestre la capacidad de alertar a un equipo inhibidor de frecuencias ante la presencia de posibles señales de amenaza en su entorno.

Las principales características técnicas del prototipo son:

- 1) Cobertura en frecuencia de 20 a 3000 MHz.
- 2) Resolución de sintonía del receptor de 1 MHz.
- 3) Ancho de banda instantáneo procesable de 20 MHz.
- 4) Sensibilidad del receptor -105 dBm (para S/N=15dB).
- 5) Duración mínima de señal registrable 350 μ s.

El núcleo central del desarrollo realizado ha sido la tarjeta de digitalización y proceso (TDP) (ver figura 1) que incorpora dos FPGAs (*Field Programmable Gate Array*) para dar soporte a los procesos algorítmicos, e incluye un canal de conversión A/D de 16 bits, si bien están contemplados un mínimo de tres de cara al futuro.

Los algoritmos soportados por la TDP tienen como cometido la exploración y recepción digital de un amplio margen dinámico de señales y su traslación a

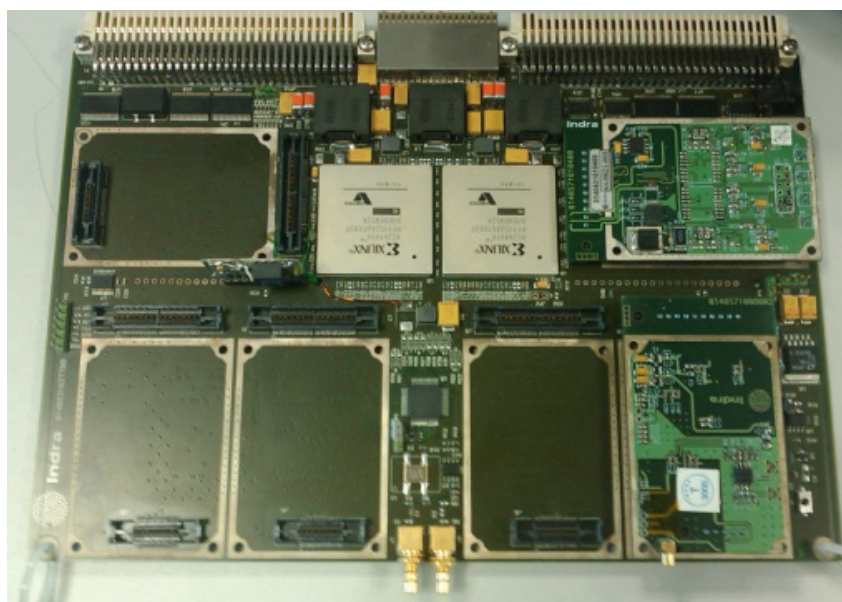


Fig. 1. Tarjeta de digitalización utilizada en el proyecto COMWAR.

Fuente: INDRA.

banda base. Estos algoritmos son capaces de trabajar con un ancho de banda instantáneo de 20 y 40 MHz, con canalizaciones seleccionables entre 25 y 12.5 KHz.

A modo de resumen, el proceso implementado en el demostrador contempla los siguientes aspectos:

- El algoritmo de recepción digital y traslación a banda base, se basa en técnicas DDC (*Digital Down Conversion*) y proporciona la información de señal en banda base.
- El almacenamiento de los datos muestreados y procesados de las señales en banda estrecha, permite su lectura para efectuar análisis post-misión.
- La exploración reporta información de frecuencia, nivel de potencia medido y, por medio de una interfaz para equipo GPS, fecha, hora y posición geográfica.

Una característica fundamental del sistema es la de poder efectuar análisis post-misión en base a la descarga de todos los datos obtenidos.

Para nuestras FAS es de suma importancia el poder estudiar la evolución de los escenarios radioeléctricos en el tiempo. De su análisis se pueden derivar nuevas tendencias que pueden llegar a constituir amenazas potenciales para el futuro.

Un ejemplo claro de la utilidad de esta aplicación es la posibilidad de incorporar nuevas inhibiciones sobre señales detectadas en determinadas zonas de actuación. Se contribuye de este modo a una labor preventiva frente a posibles artefactos RCIED (*Remote Control Improvised Explosive Device*).

La amplia diversidad espectral de las señales amenaza que requieren ser identificadas, su reducido nivel de potencia, y la necesidad de minimizar el tiempo empleado en escrutar el espectro y detectar la presencia de dichas amenazas, son objetivos necesarios para todo alertador de señales que posibilite la labor eficaz del perturbador asociado.

Esto hace que aspectos como la velocidad de exploración del espectro, la sensibilidad, la resolución, la amplitud instantánea de espectro escrutado, así como la velocidad en el procesado de la información y la caracterización de las señales sean primordiales en el diseño de un equipo alertador.

Por ello, el objetivo buscado con este demostrador de sistema alertador, ha sido validar la capacidad de cubrir todas las bandas de frecuencia usadas por los transmisores amenaza proporcionando el adecuado nivel de detección de señales, previamente definidas como amenazas, a una velocidad de respuesta máxima mediante la implementación de la nueva tarjeta de digitalización.



Reunión CapTech GEM01 *Materials & Structures* (EDA)

Luis Miguel Requejo Morcillo, OT MAT

El pasado día 12 de octubre de 2010 tuvo lugar en Praga la XVII reunión del grupo de Capacidades Tecnológicas (CapTech GEM01 - *Materials & Structures*) de la Agencia Europea de Defensa (EDA)

Este grupo tiene como principal misión la puesta en marcha de proyectos de I+T en el ámbito de tecnología de materiales. El grupo está formado por expertos en el área de materiales procedentes de organismos gubernamentales, de la industria y de instituciones académicas de países miembros de la EDA.

Durante la reunión, se revisó el estado general de los proyectos actualmente en marcha. También se presentaron nuevas propuestas para proyectos de cooperación. En el desarrollo y ejecución de este tipo de proyectos pueden intervenir empresas, centros de investigación y/o universidades de los países que participan en los mismos.

La mayor parte de los proyectos actualmente en desarrollo y las nuevas propuestas dentro de este grupo (Captech), están relacionados con los siguientes temas:

- Materiales para la protección de plataformas frente a los procesos de corrosión y degradación.
- Nuevos materiales para la protección pasiva de plataformas.
- Materiales estructurales ligeros.
- Materiales para la reducción de firma radar.

La priorización para decidir qué proyectos se ponen en marcha se realiza teniendo en cuenta la necesidad de capacidades militares que ha revelado la experiencia en los teatros de operaciones actuales. Estas capacidades son identificadas tanto por los países miembros como por la EDA.

El área de materiales abarca una gran diversidad de tecnologías, por lo que el espectro de temas que se pueden tratar durante la reunión es muy amplio.

Por este motivo, el CapTech GEM01 decidió llevar a cabo una serie de reuniones monográficas (*workshops*), paralelamente a sus reuniones periódicas.

Los *workshops* del GEM01

Se trata de jornadas tecnológicas en los que se abordan temas de carácter más específico dentro del área de los materiales. En estas jornadas pueden participar, al igual que en la reunión del CapTech, tanto representantes gubernamentales como de la industria e instituciones académicas. El objetivo fundamental de cada una de ellas es la elaboración de propuestas para la puesta en marcha de proyectos de colaboración entre varios países.

Algunos de estos *workshops* ya han celebrado su primera edición y otros están en proceso de preparación. Existen cuatro *workshops* principales, que son los siguientes:

- Estructuras Navales, en el que se incluyen temas relacionados con el control de la corrosión, la protección y la reparación de estructuras navales.
- Sistemas aéreos, en el que se incluyen tecnologías referidas a la monitorización estructural, sistemas de reducción de firma radar, reparación de estructuras y nuevos materiales ligeros de aplicación en plataformas aéreas, entre otros.
- Vehículos terrestres, en el que se incluyen tecnologías de aplicación en plataformas terrestres, principalmente aquellas referentes a sistemas de protección pasivos (blindajes) y materiales ligeros

estructurales.

- Sistemas terrestres y del combatiente, en el que se tratan tecnologías para la mejora de protección individual del combatiente (balística y NBQ) y el incremento de su operatividad (materiales textiles y reducción de peso del equipamiento) y confort.

Workshop “*Soldier and Land Systems*”

El día 13 de octubre se celebró en Praga, la primera edición del *workshop* sobre sistemas terrestres y del combatiente (*Soldier and Land Systems*), en el que participaron representantes españoles.

La jornada se dividió en dos partes. En la primera, se realizaron varias presentaciones sobre las necesidades actuales y los requisitos comunes a los sistemas del combatiente del futuro, y que básicamente son los siguientes:

- Disminución del peso del material que transporta el combatiente.
- Mejora de los sistemas de protección balística y contra explosiones.
- Nuevos sistemas de regulación de la temperatura corporal del combatiente.
- Mejora de los sistemas generación de energía eléctrica y baterías.

Estas presentaciones dieron lugar a la segunda parte de la jornada, en la que se discutieron las necesidades comunes que los países participantes expusieron. Las nuevas propuestas de proyectos surgen de estos foros de discusión.



Fig. 1. Tecnologías que mejorarán la protección individual y la operatividad.

EDA JIP FP: Proyecto WOLF

J. Daniel González Galdo, Coordinador Nacional de la CapTech IAP04

El proyecto WOLF (*Wireless Robust Link for Urban Force Operations*) se enmarca dentro de la segunda llamada del programa JIP FP (*Joint Investment Programme on Force Protection*) de la EDA. Se trata de un proyecto de I+D realizado por un consorcio compuesto por 13 socios de 8 países, con la participación española de Indra, Amper Programas y la Universidad Politécnica de Valencia, y cuyo objetivo principal es el estudio de tecnologías de apoyo a la protección de fuerzas desplegadas en misiones militares, centrandose su alcance particularmente en el ámbito de las comunicaciones tácticas, el procesamiento de la información y las capacidades relativas a la conciencia situacional. El objetivo principal del proyecto es la definición de un concepto que englobe estos tres aspectos para un sis-



tema de comunicaciones tácticas e inalámbricas para el soldado desembarcado en entornos urbanos dentro del ámbito de las fuerzas de la EU.

Para la consecución de este objetivo, una de las actividades del proyecto ha sido la definición de requisitos conjuntamente con personal operativo y la definición de un escenario de operaciones que sirva de base para validar estos requisitos en un entorno de simulación. Los trabajos se han completado con el desarrollo de una serie de demostraciones relativas a los conceptos definidos en el sistema de comunicaciones WOLF y un conjunto de actividades de diseminación de resultados.

El escenario elegido ha sido consolidado de forma conjunta con el usuario final a través, principalmente, de entrevistas personales y se ha basado en una operación en entorno urbano incluyendo diferentes tipos de nodos de

comunicaciones desde el soldado individual, UAVs, helicópteros, sensores desatendidos y vehículos de tierra. Los requisitos del proyecto se orientan en torno a tres viñetas dentro de este escenario:

comunicaciones desde el soldado individual, UAVs, helicópteros, sensores desatendidos y vehículos de tierra. Los requisitos del proyecto se orientan en torno a tres viñetas dentro de este escenario:

- Securitización de un edificio en el entorno definido. Persigue principalmente validar los requisitos de comunicaciones cuando existe un número elevado de nodos en un área de tamaño reducido, con comunicaciones tanto en interior, como en exterior o bajo tierra, con posicionamiento GPS o inercial y transferencia de imágenes, todo ello en un entorno con alto riesgo de interferencia (*jamming*).

- La segunda viñeta hace referencia a una misión de reconocimiento de una zona. Los requisitos de esta viñeta suponen la necesidad de comunicaciones entre las diferentes unidades de reconocimiento, con altas distancias entre nodos, en entornos tanto internos como externos o bajo tierra, transferencia de imágenes, posicionamiento GPS además de considerar la comunicación con la policía local para realizar labores de coordinación.

- La última viñeta hace referencia a la securitización de un puerto. La principal diferencia en cuanto a requisitos con otras viñetas se refiere principalmente a la necesidad de disponer de apoyo aéreo en esta última.

Derivado de los requisitos operativos recogidos, se plantean tres grandes áreas tecnológicas que han sido consideradas en el proyecto con el fin de asegurar los objetivos del mismo:

- *Networking*. El objetivo principal en este ámbito es el de proporcionar una arquitectura de red capaz de proporcionar comunicación a un conjunto elevado de nodos móviles (128 de acuerdo a los requisitos del proyecto), capaz de autoconfigurarse de acuerdo a las necesidades en cada momento y proporcionando servicios de voz, video imágenes y datos.

- Acceso radio. Este ámbito se centra en ofrecer un sistema radio capaz de ofrecer suficiente autonomía, alcance y capacidad de transmisión para soportar las misiones definidas en el proyecto y que disponga a su vez de una robustez adecuada frente a *jamming* siendo capaz de soportar diversas formas de onda. Cabe destacar que dentro de éste ámbito se han incluido los trabajos de análisis preliminar para la implementación en



radios software (SDR) de la forma de onda definida en WOLF.

- Conciencia situacional (*Situational awareness*). El principal objetivo es el de proporcionar una COP (*Common Operational Picture*) con información sobre identificación, posicionamiento, amenazas, así como información de estado, tanto de las unidades como de los elementos que componen el campo de batalla. Hay que considerar especialmente dentro de este ámbito el hecho de que la información proviene de muchas y diferentes fuentes además de compartirse a diferentes niveles operativos y en un entorno multinacional. Cabe destacar que dentro de este ámbito se han incluido tecnologías

1st FP7 CBRN WORKSHOP

Juan Carlos Cabria Ramos, Área de NBQ y Materiales, ITM



La investigación en el área química, biológica, radiológica y nuclear (NRBQ) tiene un valor esencial en el

ámbito de la seguridad europea, por lo que se ha incluido como tema en la convocatoria de seguridad del 7º Programa Marco (FP7) de la Comisión Europea.

Este primer *FP7 CBRN Workshop*, organizado por la Comisión Europea (Dirección General de Empresas e Industria) se centró en tres objetivos que se explican a continuación a lo

de fusión de datos de sensores como sensores virtuales, identificación, posicionamiento colaborativo y filtrado de información. Por último se ha demostrado la interoperabilidad de la propuesta a nivel vertical y horizontal.

Finalmente, como actividades de diseminación de los resultados se han llevado a cabo tres demostraciones.

- La primera de ellas el 15 de septiembre en las instalaciones de Amper.LAB en Getafe (España), coordinada completamente por las entidades españolas participantes en el proyecto y centrada en el ámbito de la conciencia situacional como parte fundamental del WOLF.

largo de las descripciones de las sesiones. El producto final debe ser una visión integrada en los objetivos y los beneficios de la convocatoria de seguridad del FP7, con mucho más énfasis en los aspectos tecnológicos y de usuario que en declaraciones políticas o institucionales.

El *workshop* se dividió en tres sesiones en las que se trataron los siguientes temas:

- Sesión 1. Esta sesión se centró en la evolución / nueva dimensión europea de la investigación NRBQ, en la que los correspondientes actores de la CE y de la EDA compartieron sus propias relaciones e intereses con la investigación dentro del Programa Marco.
- Sesión 2. En la segunda sesión se debatió cómo alinear la demanda de los usuarios finales con los intereses

- La segunda el 12 de octubre en Eragny (Francia), centrada en la demostración de las capacidades tácticas de la arquitectura de red.

- La tercera de ellas fue realizada en Colombes (Francia) para demostrar los modos de comunicación radio diseñados para los escenarios WOLF (tanto *indoor* como *outdoor*).

Y para concluir y de manera adicional, se hizo una demostración global del proyecto en la EDA el día 18 de noviembre tanto a los usuarios finales como a los representantes gubernamentales asociados al proyecto WOLF.

Más información sobre el JIP FP en el Boletín nº 18.

de las personas que llevaron a cabo la investigación, destacando la necesidad de mejora entre los usuarios NRBQ (demanda) y los proveedores (la oferta).

El objetivo final fue la definición de orientaciones y recomendaciones que contribuyan a mejorar la difusión y transferencia tecnológica de los resultados de la investigación a los usuarios finales.

- Sesión 3. En esta sesión, y dentro de los programas de demostradores NRBQ del 7º Programa Marco, se propuso, como camino a seguir, la definición de un plan de trabajo para un programa de investigación sobre demostración NRBQ, apoyándose en los dos proyectos de viabilidad en curso: DECOTESC1 y CBRNEMAP.

enlaces de interés

El Sistema de Gestión de la Información Tecnológica de la DGAM (SGIT)

El Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica (SOPT) pone a disposición de todos los usuarios de la Intranet del Ministerio de Defensa la herramienta de gestión del conocimiento tecnológico de la DGAM.

En esta página se pueden encontrar estudios, eventos, noticias, etc. relacionados con las tecnologías de interés para Defensa.

<http://10.7.132.91/observatorios/>

The screenshot shows the DGAM website interface. At the top, it identifies the 'DGAM Dirección General de Armamento y Material' and the 'Sistema de gestión de la información tecnológica'. Below this is a navigation bar with links for 'Agregar contenidos', 'Categorías', 'Eventos', 'Foros', 'Recopilaciones', 'Noticias', 'Docs. Ref.', 'Enlaces MINSDEF', and 'Ayuda'. The main content area features a 'Contacto' sidebar with information about the 'Subdirección General de Tecnología e Innovación' and the 'SOPT' system, managed by 'POC. CF. Jose Maria Ibañeta Rodríguez'. The central article is titled 'NATO SAS-090 Call for Papers: Cost Efficiency Implications of International Cooperation, 24-25 May 2011, Prague CZE'. The article text discusses the workshop's focus on cost efficiency and international cooperation in a budget-constrained environment. A 'Ya disponible' sidebar on the right promotes the 'Estrategia de Tecnología e Innovación para la Defensa'. At the bottom, there is a 'plopvc' sidebar with links for 'Mi cuenta', 'Mis bookmarks', and 'Agregar contenidos', along with a footer containing site statistics and navigation options.

La industria española y los servicios DDS

CC. Ing. Juan C. Huertas Ayuso, Unidad C2 del ITM

Uno de los grandes esfuerzos que actualmente se están llevando a cabo en el campo del mando y control, es encontrar un modo eficaz de integrar los diferentes sistemas destinados a la planificación y la conducción de operaciones.

Tal es el interés, que existe un grupo OTAN, del cual España es un miembro activo, el "SOA Challenges for real time and disadvantaged grids" de la RTO (IST-090), para analizar la viabilidad del empleo de arquitecturas orientadas a servicios (SOA), como una solución tecnológica software a este reto.

Durante la semana del 5 de octubre, aprovechando una reunión de este grupo en el Instituto Tecnológico "La Marañosa" (ITM), se ha realizado una demostración tecnológica de la capacidad del *middleware* DDS (*Data Distribution Service*), donde se han podido integrar diferentes sistemas, en el contexto de una operación.

Se eligió una serie de servicios DDS que la JCISAT (Jefatura de los Sistemas de Información y Telecomunicaciones y Asistencia Técnica) del Ejército de Tierra está definiendo para implementar en sus sistemas (*Unit Information, Tactical Messaging, File Distribution* y *Video Distribution*); y se invitó a diversas empresas para que los desarrollaran y los probaran en un entorno conjunto que recrease un escenario táctico.

Junto con el DDS, otra de las arquitecturas SOA en estudio es la de servicios web, por lo que se ha aprovechado la demostración para realizar una pasarela entre el servicio DDS de *Unit information* y el servicio web de trazas de la COP (*Common Operational Picture*) de la IGCIS (Inspección General CIS), empleando para ello la herramienta INTEGRA desarrollada en el ITM.

Los participantes con sus medios, han sido:

1. AMPER (NEON. BFT),
2. INDRA (HALO),
3. JCISAT (ESP Plataforma de Evaluación de DDS),
4. TECNOBIT (LINPRO, COSMOS y cámara optrónica),

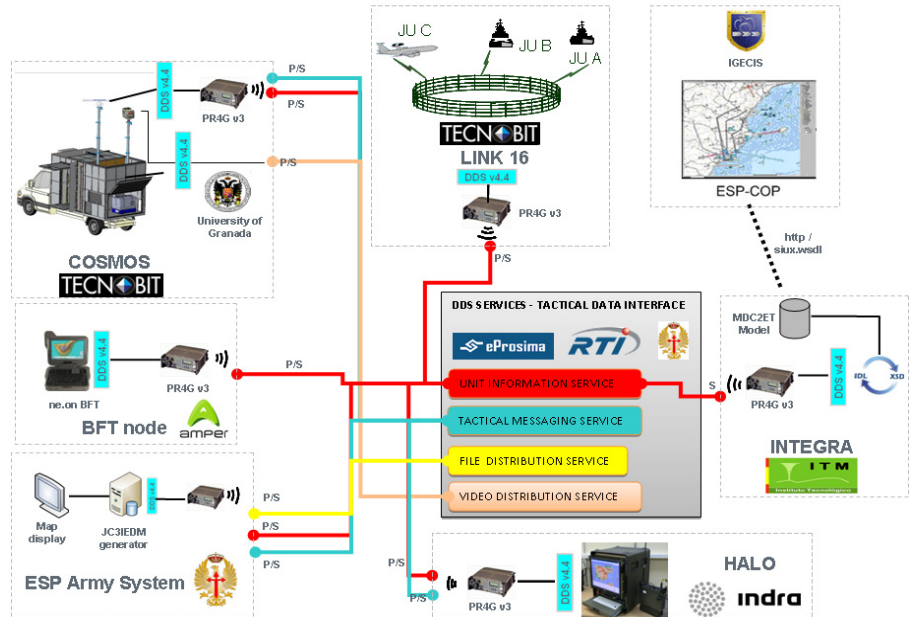


Fig. 1. SOA Challenges for real time and disadvantaged grids. RTO-IST-090.

5. EPROSIMA (Distribuidor Nacional de RTI),
6. Unidad NEC del ITM (INTEGRA),
7. IGCIS (COP),
8. RTI (Implementación de DDS elegida por los participantes),
9. Universidad de Granada (Transmisión de Video sobre DDS),
10. Laboratorio de Electrónica del ITM (entorno de la demo).

Para conseguir una simulación más realista, se diseñó una operación sencilla, consistente en el ataque de dos unidades enemigas que desembarcan en la playa de la Base Naval de Rota y realizan maniobras de aproximación y ataque sobre su aeropuerto; siendo repelidas por dos unidades terrestres y otra aérea de apoyo.

El sistema COSMOS, después de detectar las unidades enemigas con su radar, las comunicó al resto de sistemas que formaban parte de la red táctica DDS. El sistema HALO, detector de explosiones, comunicó éstas al resto de sistemas de la red DDS. Las unidades de tierra, empleando los sistemas BFT (*Blue Force Tracking*) y ESP, comunicaron sus posiciones y el LINPRO informó de las posiciones de la unidad

aérea. Toda esta información de posicionamiento se presentó en la COP de la IGCIS a través de la pasarela INTEGRA del ITM.

Además del servicio de posicionamiento que se enlazó entre la red táctica de las unidades operativas y la COP del mando de la operación, se crearon otros servicios adicionales compartidos entre algunos de los sistemas tácticos, como el de video, el de mensajería táctica y el de distribución de ficheros.

Aunque no se dispuso de los medios de radio PR4G de la red táctica, el objetivo principal de comprobar la interoperabilidad de varios sistemas empleando servicios DDS fue un éxito, incluido el de enlazar los servicios de posicionamiento DDS y web.



Fig. 2. Operación simulada durante la demostración.

Workshop sobre Tecnologías del Habla

Cap. CIP Mario de la Fuente Martín y Guillermo Duplá Salorio, Unidad C2. ITM

El pasado día 10 de noviembre tuvo lugar, en el ITM, un *workshop* sobre las tecnologías del habla, en colaboración con la Universidad Politécnica de Madrid. En él, se unieron dos tipos de actividades, conferencias divulgativas de las últimas líneas de investigación de las universidades y empresas y la demostración de los productos resultados de las mismas.

Reciben la denominación de "Tecnologías del habla" una serie de herramientas cuyo fin principal es, de alguna forma, emular las capacidades comunicativas del ser humano por medio de la voz. Estas tecnologías se pueden dividir en sistemas de dictado y sistemas de navegación o transaccionales. El objeto de las primeras es recoger del lenguaje alguno de sus aspectos, como puede ser la transcripción de los mensajes, la ejecución de las órdenes dadas en dichos mensajes, la identificación del hablante, la identificación del

idioma empleado, la indexación de los mensajes de audio, etc. Por otro lado los sistemas transaccionales tratan de interactuar con el hablante: sistemas de atención de llamadas, venta telefónica, *e-learning*, interfaces hombre máquina (IHM), etc.

La inauguración del *workshop* la realizó el director del ITM GB. D. José Luis Orts Palés. A continuación, se realizó una conferencia magistral por parte del Sr. Alex Acero, uno de los directores del Área de investigación de Microsoft, exponiendo los últimos avances realizados por esta compañía en estas técnicas y en la cual se fueron desgranando desde productos tan conocidos como el nuevo dispositivo Kinect para la XBOX 360, hasta sus últimas investigaciones en la incorporación de estas tecnologías en el campo de la automoción. Durante el resto de la jornada se llevaron a cabo 8 conferencias. Como moderador intervino el Dr. Juan Gómez Mena, de la UPM, y se presentaron, en 11 stands, un gran número de demostraciones de



productos por parte de empresas y universidades. La clausura del acto fue llevada a cabo por el TCol. D. Francisco Jesús Gómez Ramos jefe del Área de Tecnologías de la Información Comunicaciones y Simulación del ITM.

Esta jornada ha servido para dar a conocer el futuro prometedor y cercano de las tecnologías del habla, que pronto ayudarán a facilitar la vida diaria, y sus posibles aplicaciones en los ámbitos de la seguridad y la defensa.

Como despedida está el poner a disposición de Universidades y Empresas, el Área TICS del ITM como punto de encuentro en la búsqueda de nuevos proyectos en el desarrollo de estas tecnologías.

Congreso Security & Defence de la SPIE

Patricia Rosales López, Área de Optrónica y Acústica, ITM

El Laboratorio de Ensayos del ITM ha participado, entre el 20 y el 23 de septiembre de 2010, en el congreso *Security & Defence* celebrado en Toulouse, organizado por la sociedad internacional SPIE. Durante el congreso se realizó una presentación sobre los resultados obtenidos al evaluar la precisión de diferentes métodos para recuperar la temperatura y la emisividad de varias muestras, a partir de medidas de radiancia espectral en el infrarrojo medio, (MWIR, rango de longitud de onda entre 3 y 5µm) y en el infrarrojo lejano, (LWIR rango de longitud de onda entre 8 y 14µm).

En muchas aplicaciones relacionadas con Defensa es importante la detección, reconocimiento o identificación de todo tipo de blancos, desde personas hasta plataformas. Generalmente se mide su firma térmica, representada por el contraste térmico, definido como la temperatura diferencial del objeto respecto del fondo. Con el fin de

obtener el contraste térmico, es necesario establecer una relación entre la radiancia detectada por el sensor y la temperatura del objeto. La energía emitida por el objeto dependerá no solamente de su temperatura, sino también de su emisividad. Por tanto, ambos parámetros serán esenciales a la hora de suministrar una medida precisa del contraste térmico.

En el trabajo expuesto en el SPIE, se presentó una comparación entre dos métodos para obtener la temperatura y la emisividad a partir de medidas radiométricas: el Algoritmo del Cuerpo Gris, que consiste básicamente en un proceso de minimización y un método basado en Inferencia Bayesiana. Esta comparación se efectuó con medidas de radiancia espectral realizadas con un

espectroradiómetro FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*) en el MWIR y LWIR, sobre un cuerpo negro y sobre placas de diferentes materiales y acabados. Las medidas se efectuaron en condiciones de laboratorio y con ambos métodos se consiguieron recuperar los valores de temperatura y emisividad con una precisión en promedio de $2.6 \pm 0.8^\circ\text{C}$ y 0.04 ± 0.03 .

Estos resultados muestran que estos métodos se pueden aplicar para recuperar temperatura y emisividad de blancos terrestres a partir de medidas de radiancia, aunque todavía son resultados previos que ahora se han de evaluar en condiciones de campo y para medidas tomadas con cámaras térmicas.

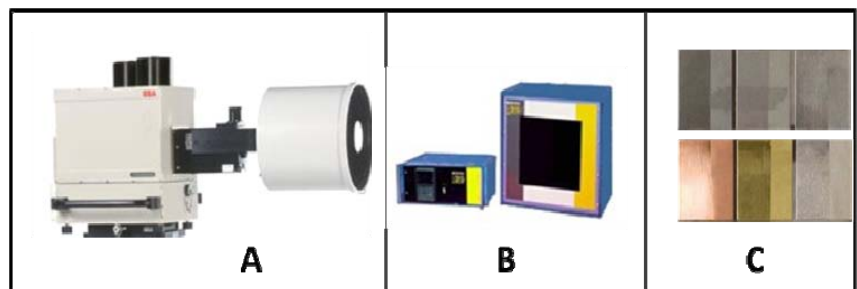


Fig. 1. A. Espectroradiómetro FTIR. B. Cuerpo negro C. Placas de diferentes emisividades y acabados.

EURONAVAL

CF Ing. José M^a Riola, SOPT SDG TECIN

Durante los pasados días 25 al 29 de octubre tuvo lugar en los recintos feriales de Paris-Le-Bourget la 22^a feria internacional de defensa naval que han estado respaldadas por el Ministerio de Defensa Francés y por el Secretariado General del Mar. Esta feria se posiciona como un magnífico referente y sirve de punto de encuentro mundial de la comunidad internacional naval.

Parte de la delegación española que ha representado al Ministerio de Defensa ha estado encabezada por el Almirante D. Manuel Otero Penelas, el CA. Ing. D. Manuel Pereira Rueda y el CA. Ing. D. Manuel Alberto Berná Serna.

La feria ha contado con una amplia representación de las empresas más punteras en el sector europeo de defensa naval que aprovechan esta oportunidad para dar a conocer los nuevos diseños y líneas tecnológicas en los que están trabajando.

Como es habitual, las empresas francesas, comandadas por DCNS, son las que han dispuesto de una mayor presencia, lo cual no es óbice para desta-

car la presencia de diversas compañías estadounidenses, inglesas, alemanas y españolas.

Euronaval, organizada para satisfacer las necesidades de la industria y promover su plena capacidad, ha dispuesto más de 400 exhibidores de más de 30 países.

La delegación española ha llevado a cabo un intenso recorrido por los stands más representativos del sector. Estas visitas han permitido dar a conocer de primera mano las últimas soluciones y desarrollos de plataformas y sistemas destinados a mejorar las capacidades de las marinas de guerras actuales, en todos sus aspectos: lucha contra la piratería, terrorismo, control del tráfico marítimo internacional, sensores y dispositivos de última generación destinados a garantizar la seguridad marítima, guerra contra minas, misiones antisubmarinas,...

Como principales conclusiones se han extraído:

- Esta exhibición ha sido un lugar de encuentro excepcional para promover conocimientos, desarrollos de cons-



trucciones, productos y sistemas y establecer contactos que puedan ser de utilidad en un futuro.

- Es un foro donde se puede promover la imagen internacional de las empresas nacionales, permitiendo mostrar los distintos proyectos en los que se están trabajando, los últimos sistemas puestos en el mercado y las últimas construcciones realizadas, señalando aquellos aspectos más innovadores que permiten posicionarse a nuestra industria.

- A través de las diferentes conferencias que han tenido lugar en ella se accede a la evolución tecnológica del sector naval de defensa, ofreciéndonos la oportunidad de identificar nuevos mercados y anticiparnos a las evoluciones del mismo.

Industria oceánica, sostenibilidad, tecnología e innovación

Juan Jesús Díaz, OT Sistemas Navales

Los pasados días 21 y 22 de octubre la AINE¹ organizó el 49^o Congreso de Ingeniería Naval en Bilbao, cuya celebración contó con la Presidencia de Honor de S.A.R. el Príncipe de Asturias. Estas jornadas fueron inauguradas por D. Jesús Candil Gonzalo - Director General de Industria del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, D. Juan Tomás Hernani Burzaco - Secretario General de Innovación del Ministerio de Ciencia e Innovación y D.

Bernabé Unda Barturen - Consejero de Industria, Innovación Comercio y Turismo del Gobierno Vasco.

En ellas se presentaron trabajos y ponencias de alto nivel tecnológico sobre diversos temas que son vitales hoy en día para mejorar la competitividad de la industria marítima como el desarrollo de sistemas de inteligencia artificial basados en redes neuronales aplicados a la predicción del balance paramétrico autoexcitado, programas de simulación para el análisis no lineal de sistemas flotantes desarrollados para optimizar su comportamiento en fase de anteproyecto, herramientas de cálculo y verificación de estructuras offshore para generación de energía de mediante diversos modelos de predicción de cargas, de cálculo y verificación....

Adicionalmente se desarrollaron diversas mesas redondas participadas por representantes de empresas, administraciones y otras instituciones, entre las que cabe destacar la especial colaboración que ha realizado el Foro Marítimo Vasco.

Por parte de la SDG TECIN se presentó un artículo técnico basado en el

programa "Predicción de Periodos Quiescentes en Buques (QPP)²", como ejemplo de un programa de investigación y desarrollo en el que participa España dentro del seno de la Agencia Europea de Defensa (EDA) y concretamente en la CapTech ESM1 *Naval Systems & Their Environment*.

Además de la tecnología naval de defensa, algunos de los aspectos que centraron la atención de estas jornadas estuvieron relacionados con la evolución que se está viviendo dentro del campo de las energías renovables marinas, así como el desarrollo de nuevas infraestructuras de investigación, prueba y explotación de dispositivos captadores de energía en mar abierto.

Todo ello nos lleva a concluir que la industria naval afronta grandes retos y el éxito de su marcha está basado en la especialización y desarrollo de nuevas tecnologías que permitan obtener productos que sirvan de referente a nivel mundial.

¹ Asociación de Ingenieros Navales de España.

² Boletín de Observación Tecnológica en Defensa nº 27.





Luis Miguel Requejo Morcillo, OT MAT

Entre los días 26 y 28 del pasado octubre, tuvo lugar en Alcoy (Alicante) el "IV Congreso Internacional Textil", organizado por el Centro Tecnológico AITEX. En el congreso se mostraron algunos de los últimos avances en el área de los textiles multifuncionales¹, en los que ha intervenido distintos centros de I+D nacionales e internacionales.

Los textiles multifuncionales son de gran interés para Defensa porque su desarrollo puede dar como resultado la mejora de la operatividad del combatiente, ya sea mediante la fabricación de mejores Equipos de Protección Individual (EPI) contra las amenazas NBQ, de sistemas de protección balística más eficaces, de sensores integrados, etc. El Área de Materiales y NBQ del ITM estuvo presente en el Congreso y llevó a cabo una presentación en

la que se mostraron cuáles son las principales amenazas y necesidades de tipo NRBQ² para las fuerzas armadas (FAS).

Existen áreas de mejora de la operatividad del soldado en las que los textiles multifuncionales pueden tener un papel determinante a corto y medio plazo:

- La reducción de peso de los equipos del combatiente.
- La mejora de la conectividad y autonomía del soldado.
- El compromiso entre nivel de protección frente a todo tipo de amenazas (balísticas, NBQ, etc.) y el de confort.
- La obtención de sistemas capaces de mantener el equilibrio térmico en condiciones de frío extremo, pero sobre todo en las de calor extremo, para prevención de estados de hipertermia y fatiga.

La integración de nanomateriales en los textiles fue un tema tratado en el congreso, ya que éstos pueden dar lugar a una vestimenta mucho más eficiente desde el punto de vista de su multifuncionalidad. El empleo de estos materiales encuentra su mayor problemática en que no es posible su fabricación a gran escala. Se está investigando cómo optimizar el proceso de

producción para mejorar su rendimiento. Las técnicas electrodinámicas como el *electrospray* y el *electrospinning* permiten la obtención de nanopartículas y nanohilos respectivamente, con los que se pueden fabricar membranas para la protección frente a agentes químicos y biológicos, a priori más eficientes que las convencionales.

Otras tecnologías tratadas durante el Congreso se centraban sobretodo en aplicaciones de tipo sanitario, también de interés para Defensa. Se presentaron trabajos sobre textiles capaces de regenerar tejidos biológicos, sistemas de biosensorización (sensores integrados en textiles y/o textiles que funcionan como sensores) para la monitorización de las constantes vitales y biofibras funcionalizadas y acabados capaces de hacer que los tejidos puedan ser utilizados para evitar reacciones de tipo alérgico, regular la humedad, etc.

¹ Son textiles que pueden detectar y reaccionar a estímulos mecánicos, térmicos, químicos, fuentes eléctricas o magnéticas, debido a la integración de dispositivos electrónicos o de nuevos materiales (materiales con memoria de forma, polímeros conductores, nanomateriales, etc.)

² NRBQ (Nuclear, Radiológica, Biológica y Química).

WEAR Conference 2010

Luis Miguel Requejo Morcillo, OT MAT

Los días 22 y 23 del pasado septiembre, tuvo lugar en Valencia el evento "WEAR Conference 2010", sobre antropometría aplicada a la innovación de productos,

organizado por el Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV).

La antropometría es una rama tecnológica cuyos objetivos son la mejora del confort y del rendimiento del individuo a través de su indumentaria. Es la tecnología a través de la cual es posible establecer los tallajes y los puntos críticos de una prenda de vestir. También se ocupa del análisis de los equipos que forman parte de la indumentaria de una persona para conseguir los objetivos mencionados anteriormente.

Defensa es uno de los sectores en los que la antropometría tiene mucho que aportar ya que incide de manera directa en la operatividad del combatiente.

En los estudios antropométricos es necesario llevar a cabo un escaneo tridimensional del número de individuos más amplio posible, para poder establecer unos patrones y unos sistemas de tallas que se adapten al mayor número posible de individuos. El registro en tres dimensiones (3D) permite realizar modelos de figuras humanas reales y no de maniqués. La antropometría 3D es una técnica relativamente novedosa, ya que se inició hace aproximadamente 10 años. A pesar de su corta edad, ya existen centros tecnológicos en Japón que se encuentran desarrollando un análisis 4D, que consiste en la combinación del escaneado 3D, junto con la captura del movimiento.

El tratamiento estadístico de los datos y la parametrización son fases esenciales en el proceso de obtención de tallas. Uno de los mayores retos para la

antropometría es la transformación de los patrones para adaptar las prendas de vestir a un espectro de la sociedad lo más amplio posible. Se investiga en el desarrollo de nuevas metodologías que permitan elaborar patrones reales de un modo más rápido a como se hace actualmente.

Durante las conferencias, y más relacionado con los sistemas que afectan de un modo más directo al equipamiento del soldado, se resaltó la necesidad de mejorar aspectos como la protección, la capacidad de operar durante periodos de tiempo más largos, la interconectividad, etc., que pueden limitar la efectividad del combatiente por la falta de ergonomía de sus equipos.

En el desarrollo del Combatiente del Futuro se está implantando el concepto de "sistema", es decir, el combatiente y el conjunto de subsistemas que lo complementan funcionando de un modo compatible. La elaboración de este "sistema" se tiene que llevar a cabo teniendo en cuenta tanto las características de diseño como los factores humanos.

Más información sobre los temas tratados en esta sección en: observatecno@oc.mde.es.

Es en este proceso y en la posterior implementación del despliegue dónde diferentes organizaciones han detectado oportunidades de eficiencia y efectividad mediante la introducción de elementos estándar y modulares a cualquier misión.

Uno de los casos más destacados es el de Naciones Unidas por la amplitud de sus actuaciones en misiones en el exterior. En la actualidad, dispone de más de 17 misiones de mantenimiento o establecimiento de la paz con un total de 100.000 efectivos militares, policiales y civiles desplegados en zona de operaciones. Naciones Unidas ha iniciado un proceso estratégico de revisión de sus misiones denominado Estrategia Global de Apoyo en el Terreno (*Global Field Support Strategy, GFSS*) que se extenderá durante 4 años. Uno de los pilares que la estrategia GFSS está desarrollando e implementando es la modularización de sus misiones.

Dentro de los objetivos del mismo se encuentra la estandarización de diseños de campamentos, la estandarización de módulos de servicio de apoyo a la Fuerza pre-activados y la determinación de capacidades de ejecución de despliegue. El objetivo de este proceso persigue reducir el tiempo de despliegue, aumentar comunalidad de sistemas y movilidad intra-misión e inter-misión así como reducir huella logística.

Otros casos que se desarrollan en paralelo por otras organizaciones con misiones en el exterior son la OTAN, en la cual NAMSA (*NATO Maintenance and Supply Agency*) está desarrollando, entre otras muchas iniciativas, el diseño de un campamento estándar de 500 efectivos. Otro caso es el de la Unión Europea que está analizando en estos momentos la definición y selección de un centro de despliegue rápido para 200 efectivos.



Algunos estados están acometiendo este proceso para acelerar sus tiempos de despliegue y repliegue.

Definición de Sistemas y Tecnologías

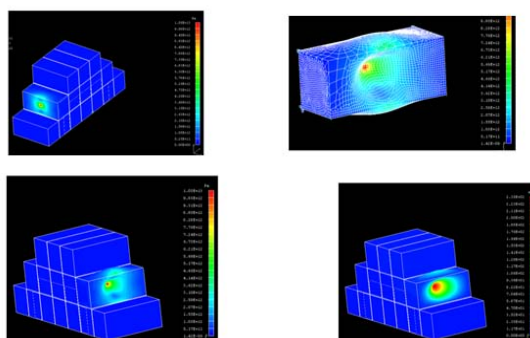
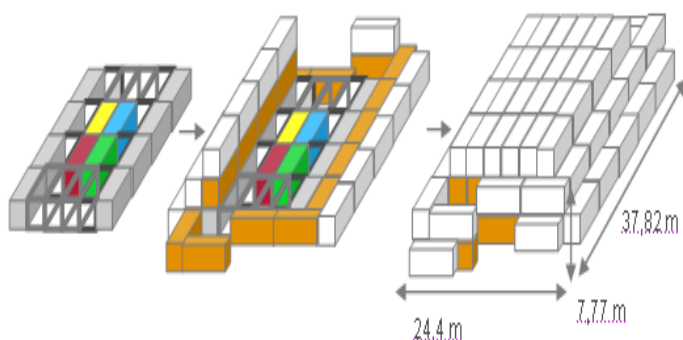
Naciones Unidas ha iniciado tres procesos simultáneos que incluyen la definición de módulos de servicio, el diseño del campamento de 200 efectivos y el análisis de recursos de implementación del despliegue (*Enabling Capabilities*) con el objetivo de alcanzar modelos estándar de:

- campamentos,
- módulos de materiales-servicios,
- equipos de trabajo de instalación, mantenimiento y operación.

España está apoyando este proceso de Naciones Unidas en diferentes ámbitos. En el área del campamento estándar de 200 efectivos, España está colaborando con las secciones de ingeniería y logística de Naciones Unidas ubicados en el centro global de servicios en Brindisi y en la sede de

Nueva York. La colaboración incluye la verificación de los conceptos de diseño en particular los asociados a infraestructuras de protección. En esta área de protección se ha propuesto un proceso de cálculo, simulación y prueba real del conjunto de amenazas del escenario, sobre el modelo del bunker del campamento.

En concreto, se ha estudiado la infraestructura de protección a contemplar para el bunker, realizando los primeros análisis de carga e impacto con modelos de simulación de elementos finitos de la capa de detonación y absorción. Estas funcionalidades de cálculo y simulación permiten a Naciones Unidas disponer de una herramienta de prueba y comprobación para contar en un futuro con la funcionalidad de prueba real con el que realimentar el sistema de simulación con datos reales de ondas de presión y onda de temperatura. El objetivo de este sistema es definir a priori sobre un escenario "probado" los



requisitos necesarios para iniciar el proceso de licitación de los elementos a suministrar.

Además de analizar los elementos de infraestructura de protección mediante técnicas de simulación, se ha presentado a Naciones Unidas la posibilidad de aplicar un procedimiento similar en el ámbito de la eficiencia energética en misión. Este concepto que parece más asociado a criterios de edificación en áreas urbanas que a entornos austeros supone un avance considerable en el entorno de misión.

Las organizaciones responsables de despliegues de misión exigen la introducción de tecnologías de suministro eléctrico que estén probados en entornos austeros y aplicarlos sobre cargas no críticas para la operativa de misión mediante pequeños proyectos piloto que demuestren su funcionamiento. España ha propuesto en el ámbito de Naciones Unidas y en el ámbito de la UE un proceso de simulación y prueba de eficiencia energética.

Se plantean dos áreas de análisis, por un lado reducción de consumo con simulación y pruebas de alternativas tecnológicas de mercado en fórmulas de aislamiento, sombras y orientación. Y por otro lado con la simulación y pruebas de fuentes de energía alternativas a generadores de combustión eléctrica: geotérmica, eólica, fotovoltaica, alternativas de almacenamiento de hidrógeno basada en pilas de combustible entre otras.

La propuesta contempla poner a disposición de estos organismos herramientas de simulación y proyectos piloto ya establecidos por entidades públicas españolas en diferentes entornos climáticos que simulan los diferentes escenarios de temperatura y humedad de misión.

De esta manera se dispone de datos reales en los que ya se han probado las diferentes tecnologías mencionadas y simular con datos reales el escenario climático de misión para evaluar ahorros energéticos además de probarlos. Con esta prueba se permite definir requisitos y tecnologías que formarán parte de los sistemas a adquirir por las misiones.

Esta metodología contempla un escenario de simulación y prueba que permite definir sistemas de acuerdo a su funcionamiento en entorno real.



Operational:

- ◆ MOB, FOB, Camps
- ◆ MIL: Battalions, Companies
- ◆ POL: FPU, CPC
- ◆ CIV: HR, PA,
- ◆ Level of threat

Environment:

- ◆ Desertic
- ◆ Continental
- ◆ Oceanic



Logistics:

- ◆ 30 DOS, 60 DOS, 90 DOS
- ◆ Maritime, Aerial, Ground

Fig. 6. Entrada al sistema de planeamiento.

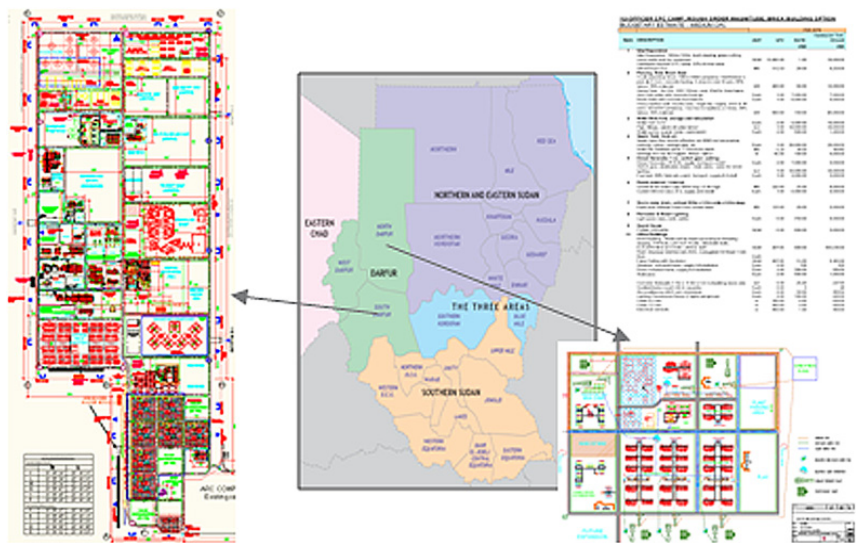


Fig. 7. Salida al sistema de planeamiento.

Herramienta de Misión

En paralelo a la definición de los requisitos y tecnologías de uso simulados y probados, se ha presentado una herramienta de definición de misión en la fase de planeamiento.

El sistema permite al usuario introducir parámetros básicos que definen la misión: escenario operativo (posicionamiento campamentos nivel batallón,

compañía, unidad; nivel operativo de amenazas), condicionantes logísticos (número de días de suministro), climatología y obtener como salida el presupuesto de misión, plano de distribución de campamentos, unidades y sistemas en base a los conceptos estándar desarrollados.

Más información sobre los temas tratados en esta sección en: observatecno@oc.mde.es.

En profundidad

LIBRA: sistema de medidas radar de la Armada

I. García-Tuñón, Universidad de Vigo y Centro Universitario de la Defensa; F. Obelleiro y J.L. Rodríguez, U. de Vigo; C.N. Ing. F.J. Pérez-Ojeda, Inspección de Construcciones de Ferrol; CF. Ing. Ricardo Sanjuán Solórzano, Centro de Medidas Electromagnéticas de la Armada

The knowledge of the Radar Cross Section (RCS) of the vessels of a modern navy is crucial, both in terms of ship tactics as well as in the effectiveness of its counter-measurements. This information allows each ship to establish its own radar range detection, its advantage factor against other platforms and to optimize the use of electronic countermeasures, and even, in some cases to easily identify targets. In this paper we present the equipment, measurement procedures and the tools developed to characterize the RCS of the Spanish navy units. The most challenging decisions referred to the adopted waveform, signal processing and calibration procedures are included.

Introducción

La superficie equivalente radar (SER) o *radar cross section* (RCS) de un blanco se define como la porción de la potencia incidente en un blanco que es reradiada hacia el radar, es decir, es una medida de la potencia que devuelve o dispersa el blanco en una dirección dada, normalizada con respecto a la densidad de potencia del campo incidente. Los modernos buques de guerra, y en general todos los vehículos militares, tanto navales como aéreos o terrestres, tienen como uno de sus requisitos fundamentales el conseguir una RCS lo más reducida posible, perfectamente conocida y adaptada a las amenazas previstas. Este requisito persigue dos fines: disminuir el alcance de los radares de exploración del enemigo sobre el buque propio, esto es, mejorar el factor de ventaja ante otras plataformas y por otro lado, una vez que éste se ha producido, hacer más eficaces las contramedidas propias ante los radares de las armas que éste emplee. El conocimiento de la RCS propia es fundamental tanto en el aspecto del empleo táctico del buque como en el de la eficacia de las contramedidas, ya que se trata de equiparar la RCS propia con la RCS de los señuelos (*chaff*) que deben lanzarse en caso de autodefensa ante

el ataque de un misil de guía radar. El conocimiento de la RCS permitirá aplicar medidas correctivas sobre cada unidad como puede ser la utilización de materiales absorbentes radar (RAM). Una firma radar reducida y controlada proporciona una mayor eficiencia operativa a la vez que incrementa la capacidad de supervivencia del buque. Por lo tanto, el conocimiento en profundidad de la RCS es vital en una Marina moderna.

Las medidas sobre el barco real pueden realizarse con dos objetivos distintos, ligados a la precisión y discriminación: 1) medidas globales de la RCS donde se trata de obtener el valor de ésta en función del aspecto y la frecuencia y 2) medidas de precisión para la identificación y localización de "puntos calientes" (aquellos que más contribuyen a la RCS). Las medidas, como es lógico, han de repetirse a lo largo de la vida del barco cada vez que, por haber realizado modificaciones en la superestructura, se sospecha que la RCS pueda haber variado; o en su caso, si se toman medidas para la disminución de la RCS, como comprobación de su eficacia. En cualquier caso las medidas han de efectuarse en el margen de frecuencia de interés, en los 360 grados del barco y de ser posible para varias elevaciones. En definitiva la



Fig. 1. Contenedor del sistema LIBRA.



Fig. 2. Imagen del mástil de antenas de LIBRA.

caracterización radar de una unidad es un proceso complejo que además supone la disponibilidad y colaboración de la unidad durante diversas jornadas de medida.

Hasta no hace muchos años para caracterizar la RCS de las unidades de la Armada era necesario salir al extranjero lo que conlleva un considerable gasto, además de la consiguiente pérdida de confidencialidad. Varias unidades fueron enviadas en el pasado a Estados Unidos y a Italia para su caracterización en términos de RCS. Por ello en el año 1989, la Armada encarga el inicio de un estudio de viabilidad para el diseño y fabricación de un radar instrumental, de coste moderado, para la medida de la RCS de buques en la mar. Dicho estudio supuso el proyecto fin de carrera y posterior tesis doctoral del CN. José Francisco Pérez-Ojeda. En 1997, se inició un nuevo estudio de viabilidad con la colaboración del Departamento de Teoría de la Señal y Comunicaciones (TSC) de la Universidad de Vigo (UV). Las conclusiones de dicho estudio fueron remitidas al Centro de Investigación y Desarrollo de la Armada (CIDA) de la antigua Subdirección General de Tecnología y Centros (SDG TECEN). Gracias al apoyo del C. N. D. Manuel Golmayo de dicha Subdirección, se llevó a cabo un anteproyecto que acometió un equipo formado por profesores e investigadores del Grupo de Antenas del Departamento de TSC de UV. En 1998, una vez redactado el Pliego de Prescripciones Técnicas, se adjudicó el contrato a la empresa Indra, para el desarrollo del Sistema de Medidas de la RCS de buques en la

mar y se contrató la asistencia técnica y el diseño y desarrollo de las herramientas de procesado y presentación al citado equipo de profesores e investigadores de UV. A principios del año 2003 se da por finalizado el sistema de medidas de RCS global y empiezan a caracterizarse diferentes unidades como por ejemplo la primera fragata de la serie F-100 o la fragata F-101 "Álvaro de Bazán".

A finales de 2003, la SDG TECEN (actual SDG TECIN) firmó un nuevo contrato a dos bandas, Indra y Universidad de Vigo con el objetivo de ampliar las funcionalidades del sistema LIBRA para dotarlo de la capacidad de obtención de perfiles de alta resolución. Finalmente, el sistema LIBRA-PAR se entregó a la Armada en julio de 2004. A partir de ese momento, el sistema pasó a depender directamente del Centro de Medidas Electromagnéticas de la Armada (CEMEDEM).

Decisiones de Diseño

LIBRA nace con el prerequisite, establecido por el Centro de Investigación y Desarrollo de la Armada (CIDA), de diseñarse contemplando el empleo mayoritariamente de tecnología nacional, y con la exigencia concreta de utilizar amplificadores TWT (Tubo de onda progresiva, *Travelling Wave Tube*) de fabricación nacional de onda continua y potencia de salida máxima real de 500 W, iguales a los utilizados por el sis-

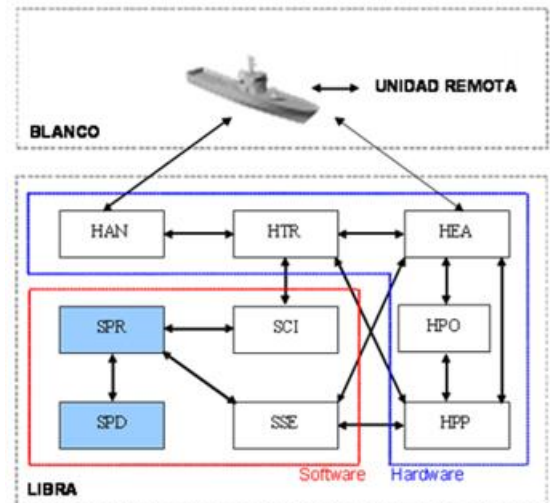


Fig. 3. Diagrama de bloques de LIBRA.

tema Aldebarán. Esta decisión limita de forma determinante la potencia de transmisión del sistema (muy inferior a la esperable en un sistema de estas características), obligando a desarrollar métodos de calibración y procesado de señal que permitan optimizar el rendimiento del sistema en lo que a sensibilidad, margen dinámico y resolución se refiere, y además obtener perfiles de alta resolución de las unidades medidas.

Para mejorar la relación señal / ruido de la medida a la hora de definir el modo de operación del sistema es necesario recurrir a soluciones que supongan una ganancia de procesado significativa. Entre otras posibilidades, se ha optado por utilizar la integración coherente de pulsos para la realización de medidas de RCS global y el barrido discreto de frecuencias para las medi-



Fig. 4. Unidad remota de LIBRA (URL).



Fig. 5. Consola del PC de seguimiento de LIBRA.

das en alta resolución, técnica conocida como *stepped frequency*. En esta técnica la forma de onda generada por el sistema de transmisión se corresponde con una serie de secuencias correlativas (ráfagas) de pulsos modulados por una portadora que varía pulso a pulso. El tamaño de salto configurable junto con el número de pulsos transmitidos por barrido, fijarán la resolución de la imagen obtenida.

El sistema debía operar en la banda de frecuencias de 2 a 18 GHz con dos antenas, una para la banda de 2 a 6 GHz y otra para la banda de 6 a 18 GHz, decisión de diseño también condicionada por las bandas de operación de los TWT del Aldebarán. Los requisitos de ganancia y ancho de haz de dichas antenas se definieron de acuerdo con las especificaciones de sensibilidad, margen de distancias de medida y condiciones de iluminación de los blancos.

La especificación de la sensibilidad del sistema LIBRA, la cual determinará la precisión de la medida, se define a partir de la relación señal a ruido con la que debe recibirse el eco de un blanco típico que posea una sección radar de 10 m² para una distancia de medida de 10 Km, siendo el valor recomendable de ésta de 20 dB.

La distancia a la que se realiza la medida afecta de forma importante a la validez de los resultados obtenidos. En principio, de acuerdo con la teoría electromagnética, sería necesario separar el blanco del radar a una distancia mayor que la dada por el criterio de campo lejano (considerando como dimensión de apertura la eslora del barco, que en este caso actúa como radiador secundario); sin embargo, la aplicación de este criterio conduce a distancias desorbitadas (2.500 Km para una fragata de la serie F100), por lo que no se puede tener en cuenta para definir el procedimiento de operación de un radar instrumental. Como alternativa al criterio de campo lejano se han realizado estudios minuciosos sobre las distancias de medida de las diferentes unidades de forma que se garantice una correcta iluminación en todos los casos, tanto en unidades de gran envergadura como en blancos de reducido tamaño como puede ser el periscopio de un submarino. La imposibilidad de trabajar en zona de campo lejano trae consigo una redefinición del concepto de RCS, la inherente dependencia con la distancia de las medidas

efectuadas en campo cercano hacen que la RCS represente la reflectividad del blanco a una distancia dada.

Además de la potencia y sensibilidad con las que debía operar el sistema, en la fase del diseño se establecieron todas las capacidades que debía poseer el sistema. LIBRA debía tener la capacidad de seguimiento del blanco objeto de la medida con operación en modo manual o automático en azimut y únicamente manual en elevación, y debía proporcionar además funcionalidades para el procesamiento de datos, calibración, autocomprobación y generación de informes.

Descripción del Sistema

Con el objetivo de dar cumplimiento a todas las funciones citadas anteriormente se realiza un diseño modular del sistema LIBRA, tal y como se refleja en la imagen. Se distinguen dos entidades: el sistema principal (i) integrado en un contenedor NATO transportable y que representa el núcleo de LIBRA, (ii) y la unidad remota de LIBRA o URL que embarcada en la unidad objeto de medida asistirá a las operaciones de seguimiento.

La URL instalada a bordo de la unidad objeto de la medida puede transmitir en tiempo real vía radio modem la posición (utiliza información GPS) y datos de navegación del blanco. Así el seguimiento en distancia del blanco puede realizarse a partir de la señal radar recibida o por la designación de la URL cuando ésta está disponible.

El seguimiento angular en azimut puede realizarse también de forma automática utilizando los datos de telemetría recibidos en el contenedor vía radio-módem o bien manualmente con la ayuda de la imagen del blanco proporcionada por una cámara de televisión instalada en el mástil de antenas. El seguimiento en elevación se realizará siempre de forma manual. Todo el hardware necesario para la operación de seguimiento manual en azimut y elevación y automático en azimut constituye el hardware de seguimiento (HSE) gobernado por el software de



Fig. 6. Montaje para la calibración de LIBRA.

seguimiento (SSE), instalado en uno de los dos PCs industriales ubicado en el contenedor de LIBRA. En la correspondiente consola el operador gobierna y supervisa el seguimiento del blanco a lo largo de todo el proceso. El hardware de posicionamiento de antenas (HPO) realiza el apuntamiento de las antenas siguiendo las órdenes del SSE.

En un segundo PC, corren las aplicaciones encargadas de llevar a cabo la gestión de la medida. A través de su consola se configuran y se supervisan los distintos procesos de medida, gracias al software de presentación (SPR). Este módulo comanda a su vez al software de control de instrumentación (SCI) durante toda la medida incluyendo la gestión de un bite continuo del hardware de transmisión/recepción (HTR), del hardware de antenas (HAN) y del hardware de proceso y presentación de la medida (HPP). A su vez, y en tiempo real, se comunica con el sistema de seguimiento a través de una conexión Ethernet entre ambos PCs, de forma que se realiza de forma sincronizada al seguimiento y la medida del blanco. En el mismo PC se procesa la información adquirida durante el proceso de medida mediante una tercera aplicación, el software de procesamiento de datos (SPD).

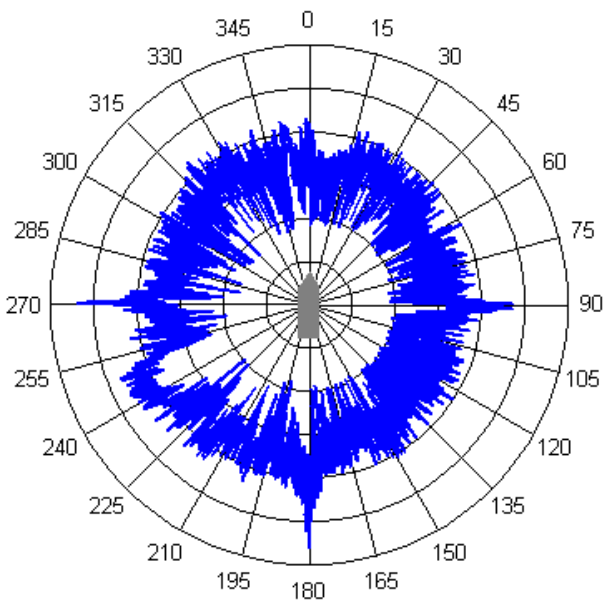


Fig. 7. Diagrama polar de datos crudos de RCS.

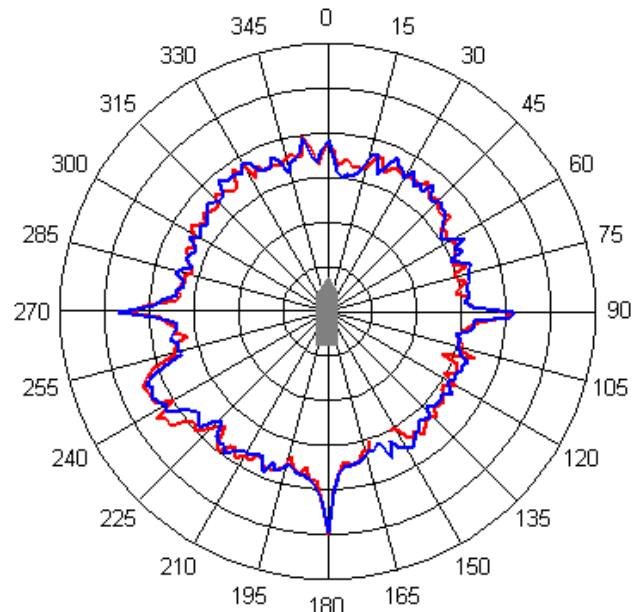


Fig. 8. Diagrama polar de RCS suavizada.

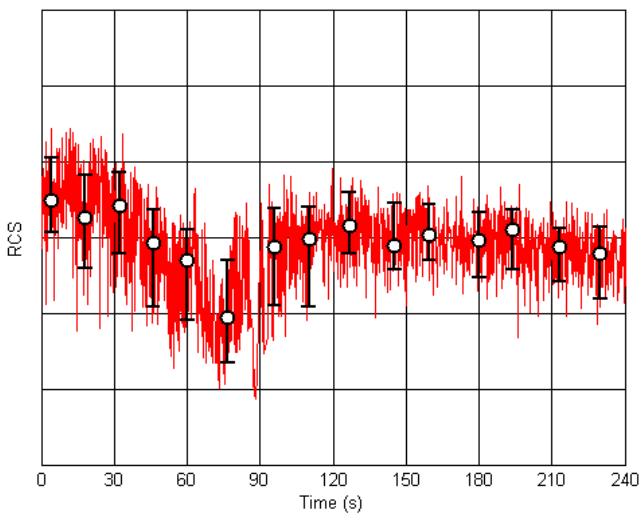


Fig. 9. Medida de la RCS de una nube de chaff.

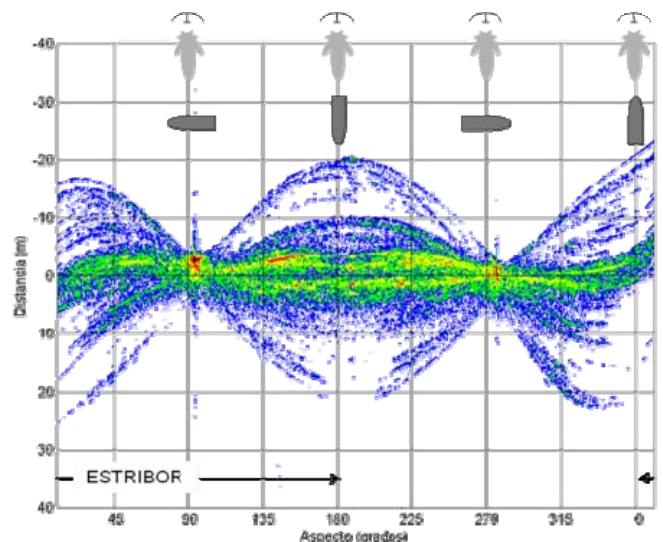


Fig. 10. Perfiles de alta resolución apilados.

Además LIBRA cuenta con una serie de elementos auxiliares (HEA) que le permiten operar de forma autónoma (grupo electrógeno), asistir la monitorización de la medida (osciloscopio de cuatro canales), establecer comunicaciones con los blancos objeto de la medida (transceptores radio en las bandas de VHF/UHF) y los blancos patrón para efectuar la calibración del equipo.

Capacidades

El sistema LIBRA está dotado de las funcionalidades necesarias para llevar a cabo procesos de calibración, de medida y de procesado de datos. El

proceso de calibración es fundamental para establecer comparaciones entre medidas realizadas en diferentes condiciones con el mismo sistema o incluso con resultados proporcionados por otros sistemas. El procedimiento de calibración elegido consiste en la utilización de un blanco de referencia de RCS conocida e independiente del aspecto, concretamente una esfera suspendida mediante globos meteorológicos para minimizar la influencia del entorno.

En cuanto a los procesos de medida, LIBRA contempla las funcionalidades requeridas para efectuar medidas de RCS global y perfiles de alta resolución

(HRR) de distintos tipos de blancos, barcos, aeronaves, submarinos, blancos patrón, señuelos, etc.

Los procedimientos de medida y procesado de datos de RCS global de LIBRA, permiten proporcionar, al operativo de una unidad, diagramas polares, rectangulares y estadísticos de RCS en función de la frecuencia, polarización, ángulo de elevación, y por extensión, distancia, estado de la mar, condiciones meteorológicas, etc. En la imagen que se adjunta como ejemplo se han omitido los niveles de RCS por razones de confidencialidad, sólo se han mantenido los anillos que sirven para marcar diferencias de niveles de

10 dB, y que ilustran el margen dinámico de las medidas.

Desde el punto de vista del aprovechamiento de datos en simuladores tácticos, la información contenida en la figura anterior es excesivamente voluminosa: tanta resolución angular no conduce necesariamente a una mejor predicción de la efectividad de las contramedidas, siendo en cambio una carga adicional, que ralentiza la generación de resultados. Asimismo, el rizado presente en la RCS versus aspecto, dificulta la interpretación de datos por parte de los analistas, por lo que se recurre a procedimientos de suavizado, típicamente mediante medianas móviles o medias móviles.

Este tipo de representación también permite comprobar la fiabilidad del sistema en términos del intervalo de confianza de las medidas. En la imagen que se adjunta como ejemplo de RCS procesada, se muestran los resultados obtenidos en dos medidas con idéntica configuración realizados en jornadas diferentes de la misma unidad, exhibiendo un elevado grado de replicabilidad de los resultados.

Dado que la medida de la reflectividad y parámetros relacionados de señuelos radar, en concreto, de nubes de *chaff* es de gran interés táctico, LIBRA contempla un modo de operación específico para realizar este tipo de medidas. El conocimiento de la RCS del *chaff* permite establecer la efectividad de este tipo de contramedidas, tanto en lo referente a niveles como a otros elementos de discriminación, a la vez que sirve de ayuda a la hora de definir posibles estrategias de defensa electrónica. Los resultados que proporciona LIBRA informan sobre la persistencia y el nivel relativo de RCS de las nubes de *chaff* de seducción. Decir que las barras de error superpuestas se utilizan para denotar los percentiles 10, 50 y 90%. LIBRA posee la capacidad de generar perfiles de alta resolución tanto de blancos elementales como de blancos complejos como forma de identificación de "puntos calientes", es decir, de elementos geométricos de la estructura que contribuyen de forma significativa a la respuesta radar del blanco en un margen dado de direcciones de observación. Como se muestra en la siguiente imagen este tipo de representación es la forma más sencilla de obtener información de las contribuciones individuales de un blanco en un margen angular dado, tanto

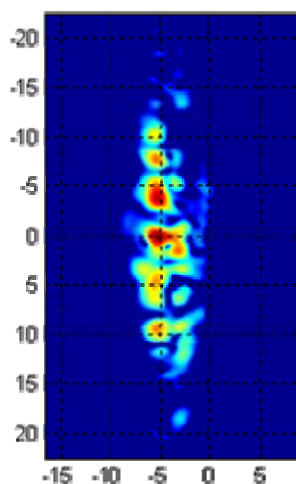


Fig. 11. Imagen ISAR obtenida con LIBRA.

para aplicaciones de clasificación / identificación de blancos, como en aplicaciones de reducción del eco radar del blanco mediante conformación de elementos, recolocación, o tratamiento bien mediante material absorbente radar o superficies selectivas en frecuencia (RCSR).

La realización de sucesivos perfiles de alta resolución en un margen limitado de variación de aspecto permite una forma de representación más clara de la distribución espacial de dispersores, que consiste en formar una "imagen" radar. El algoritmo de formación de imagen más común en este contexto es el conocido como ISAR (*Inverse Synthetic Aperture Radar*). En el caso de medidas de blancos de superficie sobre el mar, la formación de imágenes ISAR presenta dificultades adicionales respecto a otro tipo de blancos, puesto que la variación de aspecto depende no sólo de la maniobra intencionada para generar ese cambio de orientación durante el intervalo de medida, sino que también están presentes los movimientos propios del barco (balance, cabezada).

LIBRA considera el uso de algoritmos de compensación de movimiento (alineamiento de perfiles) como paso previo a la aplicación del algoritmo ISAR. Pero esta tarea es considerablemente difícil por la tasa de ráfagas transmitidas tan baja con la que opera LIBRA (lo que conlleva a una pérdida de coherencia), falta de sincronización entre datos de telemetría con la suficiente resolución y errores de estimación de la distancia. Aún así, con un procesado tedioso de los datos registrados en las medidas de alta resolución ha sido

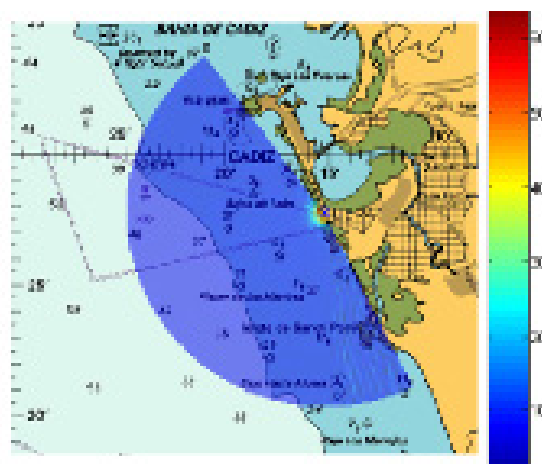


Fig. 12. Mapa de *clutter* en aguas de Cádiz.

posible obtener imágenes de algunas de las unidades, como se muestra a continuación.

LIBRA también contempla procedimientos de medida específicos para la obtención de datos de reflectividad del entorno de medida. Se han diseñado y desarrollado las herramientas de procesado adecuadas para obtener los correspondientes mapas de *clutter*. Se muestra como ejemplo un mapa obtenido en la bahía de Cádiz.

Explotación de LIBRA

Bajo la dirección del CEMEDM, el sistema LIBRA ha participado en numerosas campañas de medidas operativas de buques en la mar, tanto a nivel nacional como internacional, siempre con la asistencia técnica del grupo de profesores e investigadores del grupo de antenas de la Universidad de Vigo, quienes actúan como operadores del Sistema y analistas de los resultados de las campañas.

Hasta la fecha, el sistema LIBRA ha obtenido la firma radar de más de una docena de unidades de la Armada tanto en la ría de Pontevedra con el apoyo de la Escuela Naval Militar de Marín, como en aguas de Cádiz estando el sistema instalado en la Agrupación de Blancos de Tiro Naval de Torregorda (ABTN). También, se han realizado en la Base Naval de Rota distintas campañas de medida para la caracterización radar de varias aeronaves, incluso se ha realizado la medida de la RCS del periscopio de un submarino en aguas de Cartagena.

Paralelamente, ha participado en campañas internacionales, junto con equipos de medida de otras nacionalidades, en el marco del grupo MCG-8 de



Fig. 13. Operadores de LIBRA en el contenedor.



Fig. 14. Integrantes de los equipos inglés, italiano y español de medidas de RCS, EWT05, Taranto, Italia.

la OTAN, entre las que destacan las pruebas anuales de guerra electrónica (EWT, *Electronic Warfare Trials*) organizadas por la OTAN. Tras las mismas se han organizado foros de debate con los expertos en RCS de las distintas naciones participantes. En ellos, ha quedado patente que el sistema LIBRA proporciona resultados contrastables con otros equipos de medida de diferentes naciones. Además, la participación española en estos foros ha sido notable y clave en cuanto al establecimiento de los procedimientos adecuados para el procesado de las medidas registradas y obtención de resultados coherentes, con el consiguiente reconocimiento y prestigio para la Armada española.

Por otro lado, LIBRA ha participado en diversos programas de investigación europeos como ha sido el proyecto Euclid-Thales y nacionales, como los desarrollados para la empresa Micro-mag S.L. en la verificación del funcionamiento de materiales absorbentes radar. Hasta la fecha gracias a las medidas realizadas con LIBRA se han realizado estudios muy interesantes sobre la influencia de la escora inducida en la RCS de las unidades, se ha valorado la eficiencia de diferentes tipos y fabricantes de *chaff*, realizado mapas de *clutter* del entorno y se ha estudiado en profundidad las condiciones de propagación en entornos marinos, abarcando incluso la caracterización de conductos de propagación habituales en los entornos de opera-

ción del sistema LIBRA. Los resultados de dichas investigaciones han sido difundidos mediante publicaciones en revistas de ámbito internacional y forman parte de la tesis doctoral del CN. Ing. F. José Pérez-Ojeda.

El futuro de LIBRA

El sistema actual se ha quedado obsoleto por diversas razones, entre las que se podrían destacar por ejemplo: el rango de frecuencias de medida no abarca frecuencias de interés táctico hoy en día, problemas de sensibilidad y cadencia de ráfagas muy bajas, lo que supone tiempos invertidos en medidas individuales muy elevados, con el consiguiente coste e imposibilidad de generar imágenes de alta resolución (ISAR). Recientemente se ha realizado un estudio exhaustivo de las alternativas viables para dotar al sistema actual de las funcionalidades y capacidades exigibles a un sistema de las características de LIBRA.

Dicho estudio concluye que la solución óptima pasaría por abordar el diseño y construcción de un nuevo radar basado en instru-

mentación de laboratorio, con menor coste y de fácil integración, mantenimiento y ampliación o actualización, con posibilidad real de generación de imágenes radar, polarimetría, y de medir simultáneamente varias frecuencias de interés, etc. En conclusión, se impone una nueva fase, un nuevo sistema, el sistema LIBRA 2.

Agradecimientos

Los autores desean manifestar su más profundo agradecimiento a la Armada española por su apuesta y confianza en el I+D nacional y, en concreto, en la capacidad de este grupo de investigadores de la Universidad de Vigo para llevar a buen puerto el proyecto LIBRA.

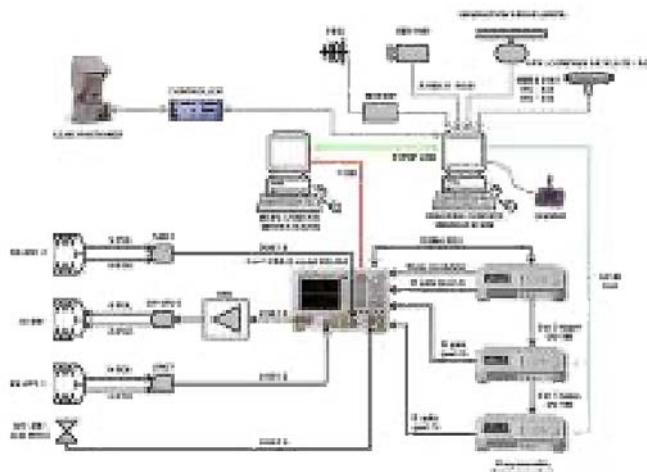


Fig. 15. Diagrama de bloques tentativo del futuro sistema LIBRA2.

Más información sobre los temas tratados en esta sección en: observatecno@oc.mde.es.

Boletín de Observación Tecnológica en Defensa

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