

# Boletín

## DE OBSERVACIÓN TECNOLÓGICA EN DEFENSA



SUBDIRECCIÓN GENERAL DE TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN  
Boletín de Observación Tecnológica en Defensa n.º 40 • 3.º trimestre de 2013



**10 AÑOS BOLETÍN**





Edita:



NIPO papel: 083-12-040-9

NIPO en línea: 083-12-041-4

NIPO libro electrónico: 083-12-039-6

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](mailto:observatecno@oc.mde.es).

**Director:** CF. Ing. José María Riola Rodríguez.

**Redacción:** Héctor Criado de Pastors.

**Consejo Editorial:** Oscar Jiménez Mateo, Tomás A. Martínez Piquer, José Agrelo Llaverol. **Equipo de Redacción:** Nodo Gestor: Guillermo González Muñoz de Morales, David García Dolla; Observatorio de Armas, Municiones, Balística y Protección (OT AMBP): Jorge Lega de Benito; Observatorio de Electrónica (OT ELEC): Yolanda Benzi Rabazas, Fernando Iñigo Villacorta; Observatorio de Energía y Propulsión (OT ENEP): Héctor Criado de Pastors; Observatorio de Defensa NBQ (OT NBQ): 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; Observatorio de Sistemas Navales (OT SNAV): CF Ing José María Riola Rodríguez, Juan Jesús Díaz Hernández; Observatorio de Sistemas Terrestres (OT STER): Col. CIP Manuel Engo Nogués; Observatorio de Tecnologías de la Información, Comunicaciones y Simulación (OT TICS): Ing. D. Francisco Javier López Gómez, Fernando Cases Vega, Nuria Barrio Santamaría.

**Portada:** Portadas del Boletín de Observación Tecnológica en Defensa.

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](mailto:observatecno@oc.mde.es)

<http://www.defensa.gob.es/areasTematicas/investigacionDesarrollo/sistemas/>

Este boletín está disponible en:

<http://www.tecnologiaeinnovacion.defensa.gob.es/es-es/Contenido/Paginas/Publicaciones.aspx?cat=BOLETINES TECNOLÓGICOS>

[http://www.portalcultura.mde.es/publicaciones/revistas/boletin\\_observacion\\_tecnologica/index.html](http://www.portalcultura.mde.es/publicaciones/revistas/boletin_observacion_tecnologica/index.html)

El Boletín se puede solicitar en papel en la modalidad de impresión bajo demanda. Impreso de solicitud disponible al final del Boletín.



## CONTENIDOS

### Editorial

- 3** 1<sup>er</sup> Congreso de I+D en Defensa y Seguridad “DESEi+d”

### Actualidad

- 4** ¿Dónde hemos estado?
- 5** IST-ET-068 tecnologías móviles de banda ancha en entornos tácticos
- 7** Proyecto EDA BIOTYPE: Detección fotónica de agentes biológicos

### Especial Congreso DESEi+d 2013

- 9** Especial Congreso DESEi+d 2013

### Actualidad

- 19** Nuevas Monografías del SOPT

### Tecnologías Emergentes

- 20** Soberanía nacional en las radiocomunicaciones militares
- 22** Baterías aluminio-aire recargables para el combatiente futuro

### En Profundidad

- 24** Exoesqueletos

## 1<sup>er</sup> Congreso de I+D en Defensa y Seguridad “DESEi+d”

El primer Congreso de I+D en Defensa y Seguridad (DESEi+d) es un evento académico-científico al que están invitados a participar todos los agentes involucrados en la investigación y desarrollo de plataformas, sistemas y equipos de aplicación al sector de la defensa y seguridad. Promovido por la Cátedra Isdefe de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) y la Dirección General de Armamento y Material (DGAM), a través de la Subdirección General de Tecnología e Innovación (SDGTECIN), a lo largo de este año se han organizado los preparativos para su realización, con el claro objetivo de favorecer que los avances, descubrimientos y resultados obtenidos por la comunidad científica nacional del sector se compartan entre todos sus integrantes. La participación de los distintos Centros e Institutos Tecnológicos de la Secretaría de Estado de Defensa (SEDEF) y de los Centros Universitarios de la Defensa (CUDs) garantiza su alto contenido científico.

Se espera asimismo que este evento ayude a la divulgación de los resultados obtenidos en los programas de I+D financiados por la DGAM y por otros organismos nacionales, a la promoción de la investigación en múltiples áreas del conocimiento nacional y al establecimiento de un foro científico de discusión entre los diferentes actores que forman parte del tejido nacional de defensa, a la vez que a

validar las hojas de ruta en la Estrategia de Tecnología e Investigación para la Defensa (ETID) y de cumplir la tarea de la divulgación de la tecnología del sector asumida por el Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica (SOPT) del Ministerio.

¿Por qué organizar ahora un congreso específico de I+D de aplicación a defensa y seguridad? Por la necesidad conocida de reunir en un mismo foro las numerosas aportaciones científicas de interés para este sector, en muchos casos diseminadas en eventos específicos de cada área de conocimiento y carácter eminentemente civil, favoreciendo además que aquellas que no encontraban un foro de comunicación adecuado puedan ahora mostrarse en su propio contexto.

Deseamos encarecidamente que disfruten de este congreso.



## Diez años de Boletín de Observación Tecnológica en Defensa

Aprovecho la ocasión para felicitar por su décimo aniversario a todos los que han colaborado con las sucesivas ediciones de este boletín y especialmente a los que lo mantienen cada día, muchas gracias a todos por vuestra inestimable ayuda.



# Actualidad

## ¿Dónde hemos estado?

25 junio

- **Reunión sobre Innovación en Salud. Fondos FEDER, Horizonte 2020 y Compra Pública innovadora**

La innovación en el sector sanitario puede financiarse según distintas modalidades, pudiendo aprovechar la exitosa experiencia que, como en la CPI, ha tenido el Ministerio de Defensa.



8-12 julio

- **XII Seminario de cultura militar y aeronáutica / II jornadas en tecnologías de doble uso en el CUD San Javier**

Un año más, el CUD de San Javier acogió estas jornadas con importante participación de la SDGTECIN en temas como vehículos no tripulados navales y la cooperación en el EFC y la STO.



10-11 septiembre

- **Reunión preparatoria SIRAMIS**

Esta reunión del proyecto SIRAMIS “Signature Response Analysis on Multi-Influence Mines” de la EDA, organizada por SAES, se ha realizado en la Universidad Politécnica de Cartagena.



10-11 septiembre

- **Proyecto BUSCAMOS**

La Universidad Politécnica de Cartagena desarrolla el proyecto BUSCAMOS “Sistema de Búsqueda y Localización de Objetivos Submarinos basado en Vehículos Autónomos de Superficie y Submarinos Coordinados”, bajo el paraguas del programa COINCIDENTE. En esta reunión se han mostrado los avances en la construcción del vehículo no tripulado de superficie y los retos tecnológicos del proyecto.



25 septiembre

- **Seminario “Técnicas de Caracterización de Materiales por Fluorescencia y Difracción de Rayos-X”**

Se presentaron nuevos desarrollos tecnológicos llevados a cabo en dos técnicas empleadas habitualmente en el análisis de materiales a nivel atómico: Fluorescencia de Rayos-X (XRF) y Difracción de Rayos-X (XRD). Además, se mostraron las distintas aplicaciones y soluciones que aportan estas técnicas.



# IST-ET-068

José María Camas Albar, Indra

Palabras clave: Banda ancha, LTE, WiMax, WLAN.

Metas Tecnológicas relacionadas: MT 6.2.1

Las actuales tecnologías de banda ancha móvil, por su carácter claramente disruptivo, se han convertido en un foco de atención importante en el ámbito militar. Su madurez actual en ámbitos civiles y profesionales, sus elevadas prestaciones en términos de movilidad y capacidad de proveer servicios avanzados de voz y datos, y su rápida evolución motivan llevar a cabo un análisis detallado sobre la viabilidad de su utilización en los actuales y futuros entornos tácticos. Con este objetivo, y como continuación de trabajos desarrollados a nivel nacional por diferentes países miembros, se lanzó en noviembre de 2012 el Grupo de Estudio Exploratorio ET-068 – “LTE vs WiMAX for Military Applications” dentro del

marco de la oficina CSO (Collaboration Support Office) de la OTAN.

El consorcio está compuesto por las entidades españolas Indra y Universidade da Coruña, que actúan como líderes, junto con un conjunto de expertos internacionales procedentes de las siguientes entidades: CRC (Communications Research Centre, Canadá), FKIE (Fraunhofer Institut, Alemania) y HAVELSAN (Turquía).

Este grupo exploratorio servirá para contrastar a nivel internacional y ampliar los resultados del proyecto COINCIDENTE WiMAX táctico “Estudio de Viabilidad Técnica para el Desarrollo de un Sistema de Comunicaciones Táctico basado en el estándar IEEE 802.16e-2005”, liderado por Indra en 2010 y en el que participó subcontratada la Universidade da Coruña. El resto de socios del consorcio compartirán igualmente los resultados de programas nacionales ya finalizados o actualmente en ejecución, igual que se tendrán en cuenta estudios de la OTAN al que sean aplicables, como el prototipo HEM –

Hybrid Extension Module, los grupos de trabajo de radio cognitiva (IST-077-RTG-035 e IST-104-RTG-050) y radio definida por software (IST-080), entre otros, cuyos resultados finales o intermedios han sido analizados.

En concreto, la participación española, además de liderar y coordinar las actividades del grupo exploratorio, está centrada en el análisis del estándar WiMAX (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*), mientras que el resto de socios participarán con el análisis de otros estándares inalámbricos de banda ancha como son LTE (*Long Term Evolution*) o WLAN (*Wireless LAN*).

Las tecnologías planteadas WiMAX/LTE/WLAN comparten características técnicas como por ejemplo el ancho de banda escalable, lo que permite gran flexibilidad en el despliegue dependiendo del espectro disponible y las necesidades de cobertura, movilidad transparente, arquitectura plana con alta capacidad para la provisión de servicios de voz y datos avanzados,

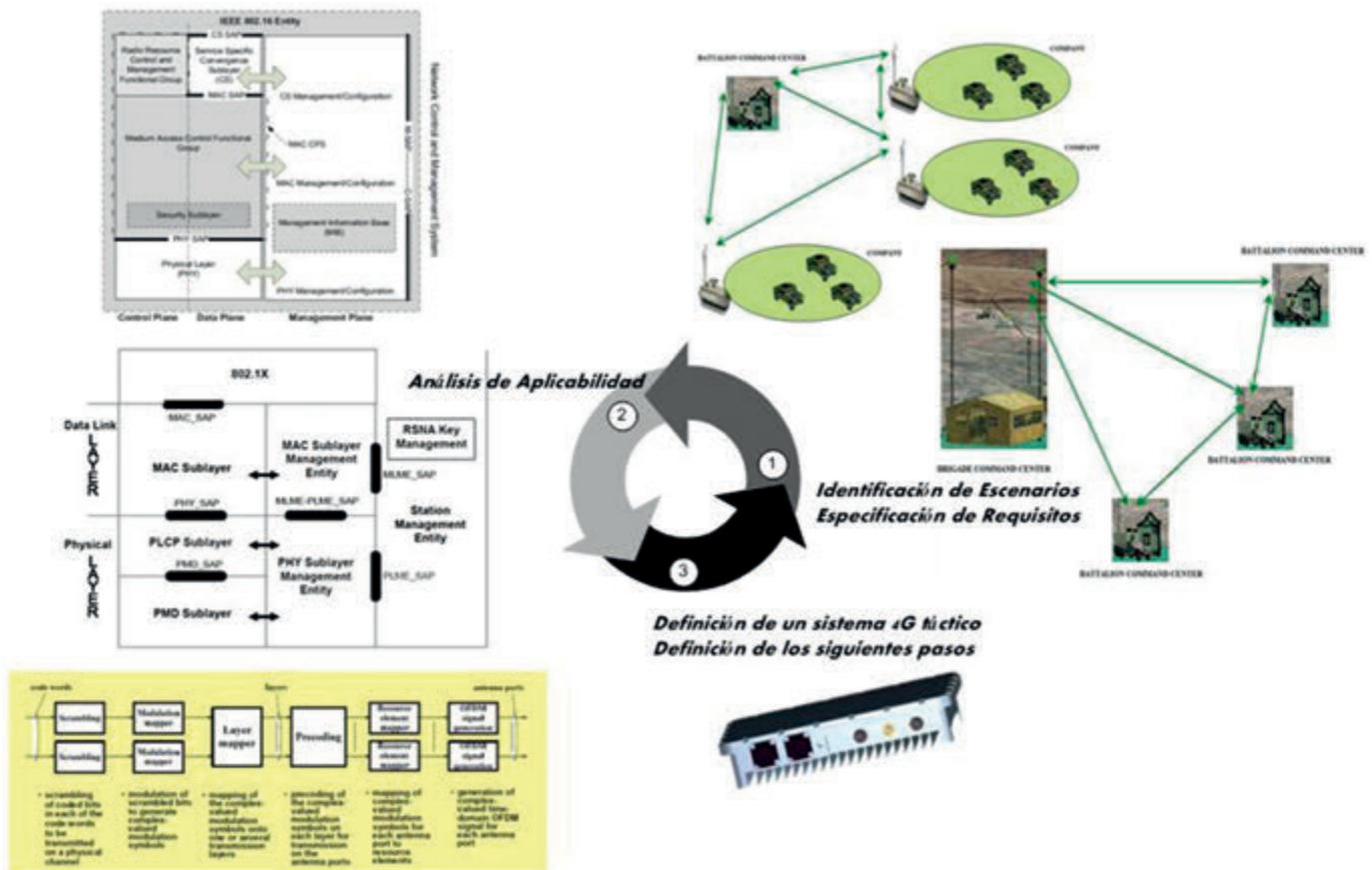


Fig. 1. LTE vs WiMAX para aplicaciones militares (Fuente: STO-IST-ET-068).

capa física basada en OFDM/OFDMA, soporte para antenas avanzadas, mecanismos de QoS o arquitectura IP pura. Sin embargo, debido a que el origen de su evolución fue distinto, dichas tecnologías de banda ancha móvil presentan diferencias en múltiples aspectos como arquitectura, pila de protocolos, o seguridad, de ahí que sea interesante analizar protocolos avanzados de diferentes procedencias (IEEE y 3GPP).

No obstante, la utilización directa de estas tecnologías no es posible debido a las características y requerimientos específicos en cuanto a seguridad, robustez y fiabilidad de las redes tácticas. Con el objetivo de analizar la brecha existente, los principales objetivos del grupo de trabajo son:

1 Identificación y definición de los escenarios relevantes en los que los estándares WiMAX/LTE/WLAN, convenientemente adaptados, puedan ser

aplicables dentro de los despliegues tácticos de los países de la OTAN.

2 Definición de los requisitos operativos y técnicos derivados de los escenarios identificados analizando características del despliegue, gestión del sistema y planificación, servicios y aplicaciones soportados, capacidades de la red, topologías de red soportadas, movilidad, seguridad, robustez, bandas de frecuencia, cobertura, interoperabilidad y plataformas objetivo.

3 Análisis de aplicabilidad de los diferentes estándares: WiMAX, LTE y WLAN, junto con la identificación de las modificaciones necesarias para su adaptación a entornos tácticos

4 Definición de un estándar de banda ancha móvil de aplicabilidad a entornos tácticos, en base a la contribución conjunta de los estándares estudiados, junto con un análisis de impacto técnico-económico de los

resultados y conclusiones. En todo momento se tendrán en cuenta y se garantizará la coexistencia con los diferentes estándares de comunicaciones tácticas que se están desarrollando actualmente como son, por ejemplo, COALWNW, NATO Narrowband WF o ESSOR.

La duración esperada del grupo exploratorio es de doce meses, estimando su finalización a finales de 2013. En la actualidad los objetivos 1 y 2 arriba detallados han sido cubiertos y se está trabajando en los objetivos 3 y 4.

El análisis realizado determinará la viabilidad de uso de las tecnologías de banda ancha móvil en entornos militares, derivando en una propuesta de hoja de ruta para su implementación, despliegue, integración y mantenimiento, en la que se detallarán los pasos más inmediatos a seguir, tanto a nivel nacional como dentro de la OTAN.



# Proyecto EDA BIOTYPE: Detección fotónica de agentes biológicos

Francisco Cuesta, DAS Photonics

Palabras clave: nanofotónica, fotónica integrada, detección biológica, biosensores, chip fotónico

Metas Tecnológicas relacionadas:  
MT 4.2.1.

La detección de agentes biológicos es una medida crucial dentro del campo de defensa y seguridad para afrontar las amenazas biológicas. La posibilidad de utilización de dichos medios para la realización de actos de sabotaje o desestabilización política no es reciente. Ya durante la guerra Fría se contemplaban planes defensivos frente a este tipo de amenazas por parte los países de la OTAN y del pacto de Varsovia. Sin embargo, intentos recientes de uso de agentes tóxicos tanto químicos (gas sarín en el metro de Tokio, 1995) como biológicos (cartas contaminadas con esporas de

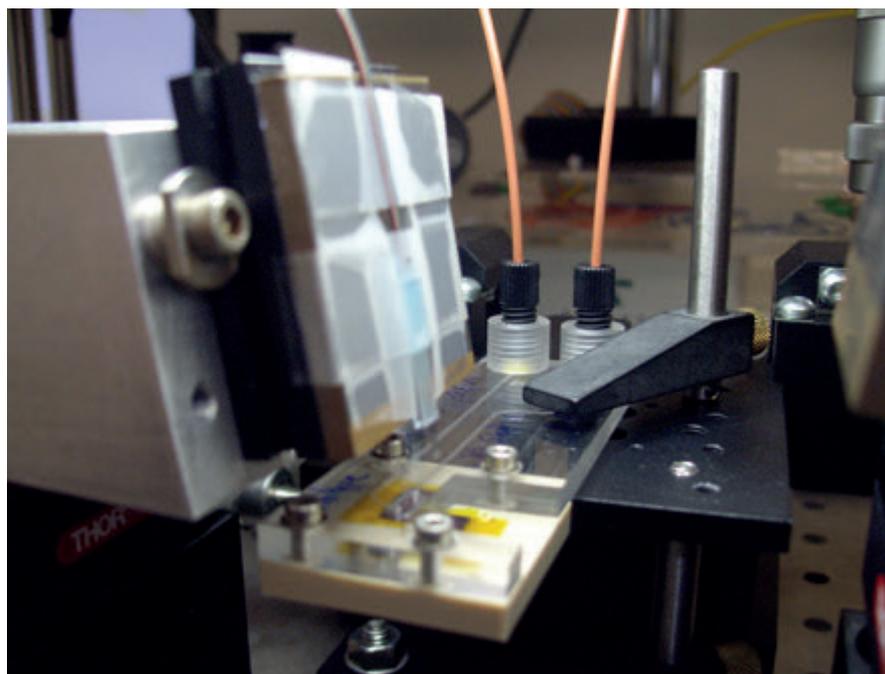


Fig. 1. Montaje del detector del sistema de sensado. (Fuente: DAS Photonics)

ántrax en EEUU, 2001) ha dado lugar a una renovada concienciación e interés para el desarrollo de sistemas de previsión, alerta temprana y rápida respuesta frente a este tipo de actos. La amenaza bioterrorista tiene por lo

general un alto impacto si bien depende en gran medida de la calidad, cantidad, modo de diseminación y tipología de los agentes o compuestos. Todas estas variables son importantes a la hora de evaluar la amenaza. Por ejemplo, en el caso de ántrax en Estados Unidos, justo tras el suceso del 11 de septiembre de 2001, provocó mayor preocupación el carácter militar que conlleva el uso de esporas que el hecho de su diseminación, que fue realizado en muy pequeñas cantidades. Este tipo de ataques están principalmente enfocados a la desestabilización de un país desde un punto de vista económico o político, y aumentan la sensación de inseguridad.

Para poder evaluar la amenaza y desarrollar una respuesta adaptada, en un principio, se debe identificar el origen de dicha amenaza. En este sentido se hacen necesarios esfuerzos en la mejora de las redes de detección y los niveles de despliegue para la previsión y la reacción ante este tipo de amenazas tanto en escenarios civiles como militares.

El proyecto JIP-CBRN BIOTYPE se enfoca en la implementación de un sistema de monitorización novedoso que ayude a la detección precoz e identificación de amenazas biológicas. Este proyecto se desarrolla bajo un contrato con la EDA que se enmarca dentro del programa de amenazas CBRN (Chemical Biological Radiological and Nuclear

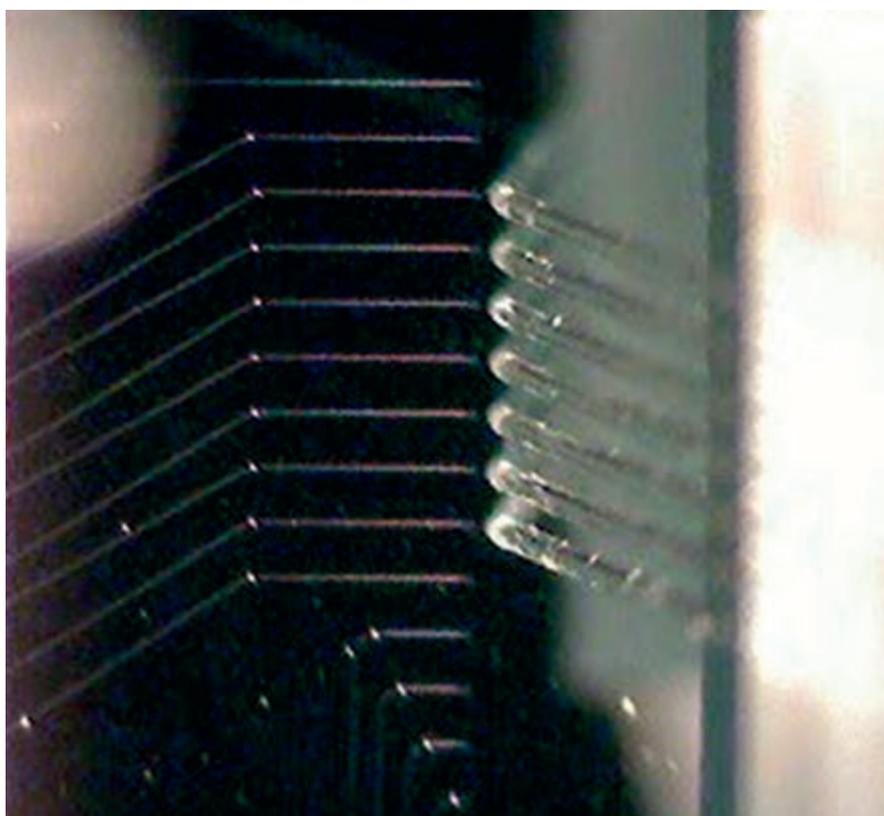


Fig. 2. Detalle del acceso a los múltiples sensores integrados en el chip. (Fuente: DAS Photonics)

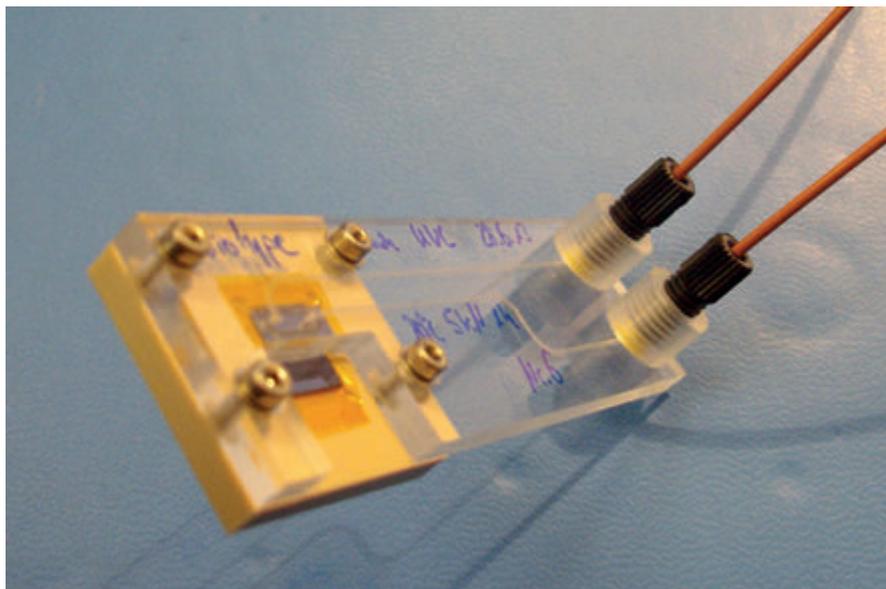


Fig. 3. Detalle del sistema de microfluídica para transportar la muestra al sensor.  
(Fuente: DAS Photonics)

threats). En el proyecto participan ocho instituciones europeas provenientes del campo de la industria y la investigación entre los que encontramos la participación de tres socios españoles, el Instituto Tecnológico de La Marañosa, el Instituto de Tecnología Nanofotónica de la Universidad Politécnica de Valencia y la empresa DAS Photonics que lidera el consorcio.

El proyecto BIOTYPE, que comenzó a en el segundo trimestre de 2013, tiene como objetivo el desarrollo de un prototipo para la monitorización

continuada de agentes biológicos en aerosoles/muestras de aire basado en técnicas de reconocimiento molecular con la tecnología fotónica integrada. En un estudio previo que se realizó dentro del proyecto JIP-ICET NANOCAP se demostró la potencialidad de esta tecnología para la implementación de biosensores. BIOTYPE tiene como objetivo dar un paso más en la implementación de un primer prototipo.

Por un lado, las técnicas de reconocimiento molecular utilizadas se

encuentran ya ampliamente extendidas en aplicaciones médicas o de la industria agroalimentaria. El ejemplo más frecuente son las técnicas de inmunoensayo como es el caso de la técnica ELISA (Enzyme Linked Immunosorbent Assay). Esta técnica que se viene desarrollando desde hace ya unas décadas en distintos formatos ha demostrado en la actualidad altos niveles de sensibilidad y biospecificidad en una gran variedad de escenarios.

Mediante la combinación de la técnica de inmunoensayo con la tecnología fotónica integrada se pretende una mejora de las prestaciones del dispositivo de detección. Esta combinación permitirá un sistema capaz de analizar de forma directa muestras del ambiente y de dar una alerta temprana ante una amenaza. La alta capacidad de integración de la fotónica permitirá integrar un sistema de detección frente a múltiples amenazas en un solo dispositivo. Se usa una tecnología de fabricación compatible con CMOS y por lo tanto adaptada a sistemas de fabricación en masa que permitirán chips de detección a bajo coste y compatibles con la microelectrónica. De esta forma, el proyecto BIOTYPE, pretende dar una respuesta a las necesidades de sistemas de detección automáticos de fácil despliegue en los puntos conflictivos o de interés.





# DESEi+d 2013

Congreso Nacional de **I+D** en **Defensa** y **Seguridad**

6 y 7 de noviembre de 2013

### Presentación

En el ámbito de la Defensa y la Seguridad se celebran al cabo del año jornadas, seminarios, reuniones, exposiciones y conferencias, que abordan temas de índole político, estratégico, organizativo y expositivo sobre las Fuerzas Armadas, y Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado.

La experiencia española de los últimos 30 años demuestra que en el área de la Defensa y la Seguridad se han llevado a cabo muchas innovaciones tecnológicas en cooperación entre los distintos agentes involucrados en tareas de I+D+i.

El contexto de este I+D+i de defensa y seguridad ha crecido en complejidad en estas últimas décadas, con un incremento de actores y diferentes ámbitos de actuación, todo ello alimentado por las transferencias de tecnologías entre diferentes sectores, no necesariamente ligados a la defensa y la seguridad. Esta complejidad aconseja el establecimiento de una reunión periódica en la que los grupos de I+D de universidades, OPI,s (Organismos Públicos de Investigación), empresas y laboratorios de los propios ejércitos o de las policías puedan exponer los trabajos de índole científico-técnico llevados a cabo dentro de los Planes Nacionales de I+D+i, el Programa Marco de la Unión Europea de I+D, los programas y proyectos de I+T de la Agencia Europea de Defensa (EDA), o convenios y contratos con empresas del sector, etc.

Por este motivo, la Cátedra Isdefe de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) ha organizado el Congreso Nacional de I+D en Defensa y Seguridad (DESEi+d), con la colaboración del Ministerio de Defensa, a través de la Subdirección de Tecnología e Innovación, Isdefe y los Centros Universitarios de Defensa (CUDs).

El Congreso se ha estructurado en tres partes: una en la que expertos de diferentes instituciones, universidades y empresas aportarán la visión estratégica de la I+D en el sector de la Defensa y la Seguridad, tanto a nivel nacional como europeo; otra de carácter más específico, con conferencias sobre áreas temáticas concretas de especial interés y vigencia en la actualidad; y una tercera, estructurada en torno a la agrupación tecnológica de la Agencia Europea de Defensa, se presentan los trabajos específicos y donde los investigadores y expertos están llamados a intercambiar experiencias y conocimientos.



Cátedra  
Isdefe



# DESEi+d - 2013

Congreso Nacional de I+D en Defensa y Seguridad

6 y 7 de noviembre 2013

E.T.S.I. de Telecomunicación Universidad Politécnica de Madrid  
Av. Complutense, 30 Madrid

## 6 de noviembre

Aula Magna

10:00-10:30 Inaugural

10:30-11:15 Estratégicas I

*J. Manrique Braojos* *Min. Defensa-DGAM*  
Contribución del I+D a un sector de defensa europeo más competitivo y eficiente

*E. Belda Esplugues* *Min. Interior-S.E. Seguridad*  
Política de I+D en la Secretaría de Estado de Seguridad

11:15-11:45 Pausa Café

11:45-13:00 Estratégicas II

*T. Martínez Piquer* *Min. Defensa-DGAM*  
La dualidad. Una visión desde el I+D internacional

*J. Dolado Tremul* *MINECO-CDTI*  
Programa Marco Europeo. Sociedades seguras.

*C.E. García García* *MINECO -S.E. IDI*  
Política científica y de innovación en sectores claves a través de la Estrategia Española de ciencia y tecnología y de innovación (2013-2020)

17:00-18:00 Presentación CUDS

Acceso principal

## 7 de noviembre

Aula Magna

9:30-11:00 Conf. Invitadas

*J.L Orts* *Min. Defensa-ITM*  
La tecnología militar y las teorías del caos y de la complejidad

*A. Figueiras Vidal* *Real Academia de Ingeniería*  
Herramientas cognitivas en seguridad y defensa

*J.M. Sanjurjo Jul* *Real Academia de Ingeniería*  
Reflexiones sobre el futuro de la tecnología militar

11:00- 11:30 Pausa café

11:30-13:00 Conf. Invitadas

*M. Mulero Valenzuela* *Min. Defensa-INTA*  
Navegación en interiores

*J. Marco de Lucas* *Inst. Física Cantabria-CSIC*  
Big Data en Defensa y Seguridad

*S. Álvarez* *Cátedra In-Nova-UPM*  
Proyectos de Innovación bilaterales como oportunidad de internacionalización de la PYME especializada en defensa

Organizan:



**DESEi+d - 2013**  
 Congreso Nacional de I+D en  
 Defensa y Seguridad  
 6 y 7 de noviembre 2013

**Sala 1**  
**6 de noviembre**

**Componentes**  
 Sesión I 15:05-16:30

**Sensores ópticos**  
 Sesión II 18:00-19:20

**7 de noviembre**

**Factores humanos y protección BQR**  
 Sesión I 14:50-16:30

Sesión II 17:00-18:00

**Sala 4**  
**6 de noviembre**

**Sistemas navales**  
 Sesión I 14:50-16:30

**Sistemas navales Guiado y control**  
 Sesión II 18:00-19:40

**7 de noviembre**

**Sistemas aéreos**  
 Sesión I 15:05-16:30

Sesión II 17:00-18:00

**Sala 2**  
**6 de noviembre**

**Sensores RF**  
 Sesión I 14:50-16:30

Sesión II 18:00-19:40

**7 de noviembre**

**Sistemas energéticos, misiles y municiones**  
 Sesión I 14:50-16:30

**CIS y Redes**  
 Sesión II 17:00-18:00

**Sala 3**  
**6 de noviembre**

**Materiales y estructuras**  
 Sesión I 14:50-16:30

**Materiales y estructuras Sistemas energéticos, misiles y municiones**  
 Sesión II 18:00-19:20

**7 de noviembre**

**Sistemas terrestres**  
 Sesión I 15:05-16:30

**Sistemas de sistemas, espacio, simulación y experimentación**  
 Sesión II 17:00-18:00

**Organizan:**



GOBIERNO DE ESPAÑA



MINISTERIO DE DEFENSA



Cátedra Isdefe



ETSIT UPM



CUD Zaragoza



CUD Cartagena



CUD Marín

6 de noviembre

Sala 1

## Componentes

Sesión I 15:05–16:30

Fabricación y caracterización de pilas microtubulares de óxido sólido operando en modo pila de combustible y electrolizador. *López Robledo, Manuel Jesús; Laguna Bercero, Miguel Ángel; Orera Clemente, Víctor Manuel; Larrea Arbáizar, Ángel.*

Interferómetros de radiofrecuencia aplicados a guerra electrónica. *Espinosa Espinosa, Moisés; Gomes Moura De Oliveira, Bruno; Llamas Garro, Ignacio; Tavares de Melo, Marcos.*

Modulares de electroabsorción basados en estructuras de nitruro de galio para su aplicación en enlaces tácticos asimétricos formados por retrorreflectores. *Rivera de Lucas, Carlos.*

Implementación de un ADC de tipo cíclico y topología Pipeline reconfigurable y de bajo consumo en tecnología CMOS de 0,35  $\mu\text{m}$ . *Díaz-Madrid, Jose-Angel; Domenech-Asensi, Gines; Rodriguez-Bermúdez, Germán; Carmona-Galán, Ricardo.*

## Sistemas de sensores ópticos y procesado de señal

Sesión II 18:00-19:20

Evaluación de sistema de autoprotección de energía dirigida. Capacidades y fundamentos. *Osma Cordente, Pedro; Hortal Escolano, Jesús; Sánchez Oliveros, Carmen.*

Seguimiento visual de blancos en imágenes aéreas infrarrojas con estabilización avanzada de movimiento de cámara mediante agrupación robusta de correspondencias. *Del Blanco Adán, Carlos R.; Jaureguizar Núñez, Fernando; García Santos, Narciso.*

Microsensores químicos luminiscentes integrables basados en LEDs de GaN para aplicaciones de seguridad utilizando smartphones. *Orellana Moraleda, Guillermo; Muñoz Merino, Elías; Muñoz Galindo, Pablo.*

SAVASA: Redes de video-vigilancia inteligentes, interoperables y semánticas. *Giménez Molina, Roberto; Santos de la Cámara, Raúl; Mereu, Anna; Nieto, Marcos; Rodríguez, Aitor.*

Sala 2

## Sensores de radiofrecuencia y procesado de señal

Sesión I 14:50–16:30

Radares pasivos en aplicaciones de seguridad y defensa. El sistema APIS. *Jarabo Amores, M<sup>a</sup> Pilar; Rosa Zurera, Manuel; de la Mata Moya, David; Bárcena Humanes, J. Luis; Del Rey Maestre, Nerea; Álvarez Álvarez, Javier; Gaitán, Javier.*

Detectores radar neuronales en aplicaciones de vigilancia costera. *De la Mata Moya, David; Jarabo Amores, M<sup>a</sup> Pilar; del Rey Maestre, Nerea; Bárcena Humanes, J. Luis; Fernández Fructuoso, Jose Miguel.*

Sensor radar a 300 GHz para la generación de imágenes tridimensionales. *Grajal de la Fuente, Jesús; Badolato Martín, Alejandro; Mencía Oliva, Beatriz; Rubio Cidre, Gorka; García Pino, Antonio; González Valdés, Borja; Rubiños López, Óscar.*

Identificación no cooperativa de blancos reales aéreos mediante radar utilizando una base de datos sintética y descomposición en valores singulares. *López Rodríguez, Patricia; Fernández Recio, Raúl; Bravo, Ignacio; De Diego Custodio, Eduardo; Poyatos Martínez, David; Escot Bocanegra, David.*

Análisis espectral de explosivos en el rango de los terahercios. *Gonzalo, Ramón; Etayo, David; Iriarte, Juan Carlos; Ederra, Íñigo.*

## Sensores de radiofrecuencia y procesado de señal

Sesión II 18:00–19:40

GEODA: Una antena inteligente en array conformado para comunicaciones simultáneas con varios satélites LEO y MEO. *Sierra Pérez, Manuel; García-Rojo López, Isabel; Fernández González, José Manuel; Antón Sánchez, Alberto; Martínez Osorio, Ramón; Morales Serrano, Eva; García-Gasco, Javier.*

## Especial DESEi+d – 2013

SARAS: Arrays de antenas distribuidas como soporte a la adquisición y seguimiento de satélites desde estaciones terrenas de TT&C. *García-Rojo López, Isabel; Antón Sánchez, Alberto; Girón Vara, Alejandro; Morales Serrano, Eva; Benito Brea, Luis Alberto; Sierra Pérez, Manuel.*

Sensores de imaging pasivo en frecuencias milimétricas para aplicaciones de seguridad. *Ibáñez Loinaz, Asier; Rebollo Mugueta, Ainara; Maestroyuan Biurrun, Itziar; Martínez Agoues, Aitor; Ederra Urzainqui, Iñigo; Gonzalo García, Ramón.*

Reflectores de zonas de fresnel e invisibilidad al radar. *Gutiérrez Ríos, Julio; Vassal'lo Sanz, Juan.*

Sistema de medida polivalente para la realización de ensayos de dispersión electromagnética y su aplicación sobre materiales y recubrimientos. *Poyatos Martínez, David; Escot Bocanegra, David; Aguilar Rosado, Juan Ángel; González Diego, Iván.*

### Sala 3

#### Materiales y estructuras

##### Sesión I 14:50-16:30

Diseño y optimización de materiales autorreparables a través del modelado matemático y la simulación computacional. *Javierre, Etelevina.*

Mejora de la adhesión de tejidos de aramida para su empleo en blindajes ligeros. *Martínez Casanova, Miguel Ángel; Abenójar Buendía, Juana; Enciso Ramos, M<sup>a</sup> Belén; Guerrero Peña, Eduardo; Encinas García, Noemí.*

Composites: materiales de bajo peso y resistentes a la corrosión para protección balística. *Lardiés Miazza, Nora; Blasco Lloret, Héctor; Díaz Escriche, Enrique.*

Análisis y compensación de anomalías magnéticas en cubiertas de vuelo de plataformas navales. *Villalba Madrid, Antonio; Álvarez Melcón, Alejandro.*

Desarrollo de sensores sin refrigerar de PbSe dotados de discriminación espectral. *Torquemada Vico, María del Carmen; Rodrigo Rodríguez, María Teresa; Gómez Zazo, Luis Jorge; Villamayor Callejo, Víctor; Fernández Gutiérrez, David; Almazán Carnero, Rosa María; Plaza del Olmo, Julio; Sierra Asensio, Cristina; Génova Fuster, Inés; Catalán Fernández, Irene; Gutiérrez Martín, Clara; Álvarez García, Mario; Magaz Pérez, María Teresa.*

#### Materiales y estructuras

##### Sesión II 18:00-19:00

Materiales cerámicos transparentes con aplicaciones en protección balística. *Orgaz, Felipe; López Sánchez, Raúl; Poza, Pedro; Rodríguez Pérez, Jesús.*

Integración de sistemas de identificación de vapores Q mediante detectores de semiconductores. *López Sánchez, Raúl; Baza Herrero, David; Jiménez Barredo, Fernando; Pardo Almudí, Rafael; Deban Miguel, Luis M.*

Técnica electroquímica ACET: evaluación rápida de la corrosión de estructuras metálicas pintadas. Control y optimización de la protección anticorrosiva. *Gracenea, José Javier; Gimeno, María José; Suay, Julio; Chamorro, Sandra.*

#### Sistemas energéticos, misiles y municiones

##### Sesión II (cont.) 19:00-19:20

Desarrollo nacional de un señuelo espectral para autoprotección de plataformas. *Moratilla Fernández, Domingo; Sánchez Oliveros, Carmen.*

### Sala 4

#### Sistemas navales y su entorno

##### Sesión I 14:50-16:30

Nuevos materiales híbridos estructurales para plataformas navales. *Suárez Bermejo, Juan Carlos; Pinilla Cea, Paz; Herreros Sierra, Miguel Ángel.*

Proyecto hidrodinámico de un buque de escolta oceánico tipo trimarán: dimensionamiento, diseño, estudio numérico y experimentación. *García Gómez, Amadeo; Riola Rodríguez, José María.*

Propuesta, valoración y selección de diseños conceptuales de sistemas de lanzamiento y recogida de vehículos submarinos autónomos desde plataforma submarina. *Saura Sánchez, Mariano; Martínez Conesa, Eusebio Ángel; Martínez Ibáñez, Pedro; Segado Cabezos, Pablo; Pintado Sedano, Ángel.*

Modelo de propagación acústica subacuática para el estudio de sistemas de comunicaciones o de localización. *Aparicio Sosa, Joaquín; Jiménez Martín, Ana; Álvarez Franco, Fernando Javier; Ruiz Pereda, Daniel; Ureña Ureña, Jesús.*

TEDACUS: Posibilidades de una conciencia situacional acústica mejorada. *Gallego Muñoz, Vicente; Trujillo Domingo, Borja; Marrugo Puerta, Clodomiro.*

## Sistemas navales y su entorno

### Sesión II 18:00-19:00

Sistema de búsqueda y localización de objetivos submarinos basado en vehículos autónomos de superficie y submarinos coordinado. Sistema BUSCAMOS. *Guerrero González, Antonio; López Maestre, Tomás; Gilbert Cervera, Javier; Ramos Lage, Cipriano; Gutiérrez Romero, José Enrique; Esteve Pérez, Jerónimo; Herráez Pery, Federico; Gómez Ramírez, Napoli.*

Navegación de vehículos submarinos no tripulados en entornos no estructurados. *Velasco González, Francisco Jesús; Lastra Santos, Francisco Javier; Revestido Herrero, Elías; Riola Rodríguez, José María; Díaz Hernández, Juan Jesús.*

Robots autónomos submarinos con capacidad de intervención: experiencias recientes y perspectivas. *Sanz Valero, Pedro J.; Ridao Rodríguez, Pere; Oliver Codina, Gabriel.*

## Guiado y control

### Sesión II (cont.) 19:00-19:40

Demostrador tecnológico de sistema de actuación y control de un cohete guiado. *Rey Sayago, Félix; Moratilla Fernandez, Domingo; García García, Rubén; Pinela Jiménez, Manuel; González Frías, Miguel.*

Sistema de conteo y detección de blancos en imágenes infrarrojas basado en máquinas vectores soporte y regresores lineales. *Mantecón del Valle, Tomás; del Blanco Adán, Carlos Roberto; Jaureguizar Núñez, Fernando; García Santos, Narciso.*

---

## 7 de noviembre

### Sala1

## Factores humanos y protección BQR

### Sesión I 14:50-16:30

La nanociencia en defensa y seguridad. *Urbiztondo Castro, Miguel; Martínez Torres, Javier; Pellejero Alcázar, Ismael; Sesé Monclús, Javier; Pina Iritia, María Pilar; Santamaría Ramiro, Jesús.*

Detección molecular de la cepa epidémica O104:H4 de *Escherichia coli* mediante PCR cuantitativa en tiempo real múltiple (genes gapA, aatA y vtx2a). *Bassy Álvarez, Olga; Ortega García, María Victoria; Granja Albaellos, María del Carmen; Cabria Ramos, Juan Carlos.*

Polímeros de coordinación porosos: aplicaciones en protección personal. *Montoro, Carmen; López-Maya, Elena; Henares, María; Aznar-Cervantes, Salvador D.; Lozano-Pérez, A. Abel; Cenís, José Luis; Navarro, Jorge A.R.; Barea, Elisa.*

Sistema de ayuda a la decisión basado en simulación para la gestión de amenazas BQR. *Aréchaga Tarruell, Gonzalo; Escalera Piña, Alfonso.*

Desarrollo y fabricación de un robot de desmantelación de explosivos. *Gajino Núñez, Pablo; Pastor Pérez, Jorge Juan; Martín Amezaga, Javier; Urbiztondo Castro, Miguel Ángel.*

### Factores humanos y protección BQR

Sesión II 17:00-18:00

Identificación de situaciones de estrés, privación de sueño y sobreentrenamiento mediante alteraciones en la variabilidad del ritmo cardiaco. *Dranca, Lacramioara; Lozano Albalat, María Teresa; Martínez Cantín, Rubén; Pastor Pérez, Jorge Juan; Peláez Coca, M<sup>a</sup> Dolores; Sancho Val, José Joaquín; Torralba Gracia Marta; Bailón Luesma, Raquel; Trillo Lado, Raquel; Arcarazo García, Luis Alfonso; Barrios Aznar, German; Buatas Lobato, Mercedes.*

Cuantificación de señales electroencefalográficas para el estudio de la atención. *Sebastián Guerrero, M<sup>a</sup> Victoria; Navascués Sanagustín, M<sup>a</sup> Antonia; Valdizán Usón, José Ramón.*

Interfaces cerebro ordenador y sus aplicaciones duales: Análisis experimental de técnicas de reconocimiento de patrones para procesado de señales EEG. *García-Laencina, Pedro J.; Rodríguez-Bermúdez, Germán; Roca-Dorda, Joaquín.*

### Sala 2

#### Sistemas energéticos, misiles y municiones

Sesión I 14:50-16:30

Mezclas fumígenas basadas en fósforo rojo y bengalas iluminantes infrarrojas. *Cobo Curiel, Ángel; Andrés Gallego, Juan I.*

GENERCUS: Generación de energía por medios termo-acústicos. *Iniesta Barberá, Carmen.*

Diseño y fabricación de una pila PEM de mediana potencia para la unidad de potencia de un HALE UAV. *Renau, Jordi; Barroso, Jorge; Miralles, José; Martín, Jesús; Sánchez, Fernando; Lozano, Antonio; Barreras, Félix.*

Sistemas autónomos de generación renovable con almacenamiento en hidrógeno para uso militar. *Carroquino, Javier; Valiño, Luis; Hierro, Juan.*

Proyecto de aprovechamiento de bioaceite pirolítico en motores a reacción y turbinas de gas: aspectos preliminares. *Gutiérrez Bravo, Javier; González González, Juan Félix; Galán González, Carlos Alberto; García Pérez, Ana Isabel; Gonzalo de Grado, Jesús.*

#### Sistemas de comunicación e información y redes

Sesión II 17:00-18:00

Estudio comparativo de aplicabilidad de tecnologías inalámbricas de banda ancha civiles en entornos militares. *Fraga Lamas, Paula; Morales Méndez, Antonio; Castedo Ribas, Luis; Camas Albar, José M.*

Un enfoque guiado por el modelado para la obtención y análisis de requisitos de supervivencia de C2IS. *Bernardi, Simona; Dranca, Lacramioara; Merseguer, José.*

La criptometría y la redefinición de los conceptos de persona e identidad como claves para la seguridad. *Jara Vera, Vicente; Sánchez Ávila, Carmen.*

### Sala 3

#### Sistemas terrestres y su entorno

Sesión I 15:05-16:30

Equipos para generación de energía eléctrica estacionaria por combustión de hidrógeno. *Giráldez Morales, Antonio José; Trillo León, Eugenio; Lucero Martínez, Cristina; Mesa Vélez-Bracho, Verónica.*

Dispositivo de aviso de riesgo de vuelco adaptado al vehículo RG31. *Chacón Giménez, Fernando; Hermosín Aumente, Mateo; Blanco Roldán, Gregorio; Gil Ribes, Jesús; Gamarra Díaz, Juan Luis.*

Radar de protección perimetral en milimétricas basado en tecnología anticolidión de vehículos. *Burgos García, Mateo; Callejero Andrés, Carlos; Almorox González, Pablo; Pantoja, Julio; Gómez Maqueda, Ignacio; Blázquez García, Rodrigo.*

PROYECTO SARBOT: Introducción de robots humanoides en tareas de búsqueda y rescate en entornos urbanos degradados. *García Armada, Elena; Arevalo Reggeti, Juan Carlos; Sanz Merodio, Daniel; Molinos Vicente, Eduardo José; Llamazares Llamazares, Ángel; Hernández Parra, Noelia; Arroyo Contera, Roberto; Cela, Andrés; Yebes Torres, José Javier; Ocaña Miguel, Manuel;*

*Bergasa Pascual, Luis Miguel; Rodríguez Jiménez, Silvia; Abderrahim Fichouche, Mohamed; Suárez Ruiz, Francisco; Martínez, Santiago; Ferre Pérez, Manuel.*

## Sistemas de sistemas, espacio, simulación y experimentación

### Sesión II 17:00-18:00

Visualización del campo de batalla por medio de la realidad aumentada. *Aréchaga Tarruell, Gonzalo; Galilea López, Juan Carlos.*

HIRF SE. Desarrollo y validación de un entorno sintético de simulación para soporte en el diseño y certificación de aeronaves. *Álvarez González, Jesús; Pascual Gil, Enrique; Gutiérrez Gutiérrez, Guadalupe; Añón Cancela, Manuel; Fernández Romero, Sergio; Fernández Recio, Raúl; Coll Sans, Abel; Ruiz Cabello, Miguel; Díaz Angulo, Luis; González García, Salvador.*

Validación pre-operativa de tecnologías de vigilancia de fronteras: la innovación impulsada por la demanda. *Ríos Morentín, David; Villaseñor Román, Nuria; Ortega Serrano, Ana.*

## Sala 4

## Sistemas aéreos y su entorno

### Sesión I 15:05-16:30

Ensayos de flameo: procedimientos y herramientas de análisis modal. *Barros Rodríguez, José; Flores Le-Roux, Roberto.*

Análisis de la densidad espectral RCS doppler aplicada a entornos militares. *Estévez González, Aritz; Illescas Otermín, Jesús Miguel; Marcotegui Iturmendi, José Antonio; Falcone Lanas, Francisco.*

Antenas planas con redes de alimentación de bajas pérdidas y control de apuntamiento para aplicaciones de defensa y seguridad. *Masa Campos, José Luis; Ruiz Cruz, Jorge Antonio; Córcoles Ortega, Juan; Taha Ahmed, Bazil; Sánchez Olivares, Pablo; Pascual García, Pablo.*

Detección de anomalías y blancos en imágenes hiperespectrales. *Alonso Rodríguez, M<sup>a</sup> Concepción; Carda Barrio, Pedro; Gomez Pardo, Jesús Carlos; González Matesanz, Francisco Javier; Martínez de Agirre, Alejandro; Mena Berrios, Juan Bautista; Rodríguez Cuenca, Borja; Sánchez Oliveros, Carmen; Simón Gutiérrez, Estíbaliz y del Val Pardo, Alberto.*

### Sesión II 17:00-18:00

Diseño de red de comunicaciones para UAVs de nueva generación. *Valera Pintor, Francisco; Vidal Fernández, Iván; Díaz Bautista, Miguel Ángel; Bagnulo Braun, Marcelo; Vidal Bustos, Carlos; López Campos, Alicia; Crego Díaz, Cristian; González del Río, Daniel; De Berrazueta Rasero, Laura; Díez Hijano, David; Díez Secadas, José.*

EPOD: Jammer de bajo consumo y coste para UAS y aviones blanco. *De Diego Custodio, Eduardo; Jiménez Campillo, Jesús; Galindo Verdugo, Juan; López Rodríguez, Patricia; Fernández Recio, Raúl; Poyatos Martínez, David.*

Evaluación del rendimiento de un modelo matemático para la predicción de la vida útil restante de turbinas aeronáuticas. *Sánchez Lasheras, Fernando; García Nieto, Paulino; de Cos Juez, Francisco Javier.*

### ISDEFE: Aliado con la comunidad científica

Para una empresa de vocación tecnológica, como es ISDEFE, el poder llevar a la realidad la celebración de un congreso científico como DESEi+d representa el cumplimiento de un sueño largamente anhelado.

Esta iniciativa en apoyo al panorama Científico Español ha sido posible por la confluencia de esfuerzos desarrollados por diferentes entidades: el impulso de la Universidad Politécnica de Madrid, conjuntamente con el del Ministerio de Defensa, a través del órgano tecnológico de la DGAM, la Subdirección General de Tecnología e Investigación, más el empuje de los Centros Universitarios de la Defensa – CUDs- y todo ello bajo la coordinación y soporte de la Cátedra ISDEFE-UPM.

Este interés de los promotores se ha visto respaldado con una magnífica respuesta por parte de la comunidad investigadora, generosa en cuanto a número de propuestas (más de 80) y en su propia calidad científica, contrastada tras superar las ponencias los mismos filtros académicos que los requeridos en los congresos más prestigiosos. Ese mismo nivel, más allá de las dificultades actuales –que sin duda serán superadas- demuestra que la ciencia siempre encuentra un camino para desarrollarse, y que la ciencia es una, independientemente de sus aplicaciones finales.

Este congreso sirve además para abrir una ventana en la que los científicos que trabajan habitualmente en entornos gubernamentales (Seguridad, Espacio, Defensa, etc. ) muestren, con el orgullo que se merecen, el resultado de sus trabajos, que finalmente son eso: CIENCIA.

El congreso cuenta además con importantes contribuciones de centros públicos tales como el INTA, el ITM y el CEHIPAR, el CDTI- órgano ejecutor de la política industrial en áreas tan importantes como Espacio y fondos comunitarios al I+D+i- y diferentes universidades, además de laboratorios privados y de empresas, entre las que destacan un número significativo de PYMES.

Pero más allá del propio éxito de **DESEi+d** cuyos logros se harán patentes por sí mismos, desde ISDEFE queremos resaltar nuestro papel como aliado de la comunidad científica y de sus rectores. En particular, las actividades de apoyo técnico a la SDG TECIN y a su órgano de difusión más popular, el Boletín de Innovación Tecnológica en Defensa.

En efecto, este magnífico Boletín que cumple en estos días su décimo aniversario (sí, ya diez años ininterrumpidos de esta publicación trimestral) de cuyo nacimiento ISDEFE fue testigo e impulsor, y en el que se ha velado por mantener la línea editorial de interés científico y divulgación, demuestran la vocación de la compañía en el apoyo a la comunidad investigadora. Esta vocación ahora se ve reforzada con la inclusión de importantes capacidades en el campo Espacial, tras la reciente fusión ISDEFE-INSA.

Finalmente manifestar los deseos de que este congreso no sea un hecho aislado y que tenga una continuidad en ediciones sucesivas. Para ello desde ISDEFE seguiremos trabajando desde el rigor, siempre apoyando a la Administración y a la Comunidad Científica, como SU MEJOR ALIADO.



Cátedra  
Isdefe



## Nuevas Monografías del SOPT

Monografía n.º 12: Propiedades y aplicaciones del grafeno

Monografía n.º 13: Navegación en condiciones de denegación de señal GNSS



Estas monografías están disponibles en:

<http://www.tecnologiaeinnovacion.defensa.gob.es/es-es/Contenido/Paginas/Publicaciones.aspx?cat=MONOGRAFIAS>

Las Monografías se pueden solicitar en papel en la modalidad de impresión bajo demanda. Impreso de solicitud disponible al final del Boletín.

# Tecnologías Emergentes

## Soberanía nacional en las radio-comunicaciones militares

Jorge Jarauta, Área de Gestión de Programas, SDGTECIN

Palabras clave: Soberanía, cifrado nacional, comunicaciones tácticas.

Metas Tecnológicas relacionadas: MT 6.2.1.

En el entorno de defensa de España, y también en foros internacionales, muchas veces se plantean preguntas sobre cuándo un país determinado va a contar con una capacidad nacional en materia de radio definida por software (SDR). Esa pregunta generalmente es planteada por potenciales usuarios que esperan que la SDR solviera muchos de sus problemas de comunicaciones en los escenarios de operaciones reales. No obstante, cabe plantearse si esa es la pregunta adecuada, ya que la SDR no es una capacidad en sí misma, sino una tecnología. Posiblemente la pregunta debería ser cuándo un país contará con radiocomunicaciones militares propias para el entorno táctico, que sean seguras y con unas prestaciones suficientes para dar soporte a sus necesidades C4ISR. En ese sentido, este artículo postula el uso de la SDR como una tecnología habilitadora para la consecución de una capacidad nacional en radiocomunicaciones militares.

Las particularidades de la tecnología SDR hacen que ésta pueda ser empleada de diferentes formas para conseguir una capacidad nacional en radiocomunicaciones militares. En ese sentido, los modelos de negocio que permite la SDR militar son múltiples y de muy diversa índole, tal como puede apreciarse en el estudio llevado a cabo por el Wireless Innovation Forum.<sup>1</sup> Cada país, en función de la economía de escala de su mercado, la cual viene definida por el número de radios tácticas de dotación con las que cuenta, opta por plantear un modelo u otro. Por ejemplo, el

<sup>1</sup> <http://groups.winforum.org/d/do/6527>

gobierno de Estados Unidos incurre en altos costes en sus desarrollos SDR, ya que adquiere el 100% de la propiedad intelectual del producto a fin de poder cederlo a otras empresas, y así fomentar la competencia durante la fase de adquisición, con la consiguiente reducción de costes.

al mismo. No obstante, esto no quiere decir que España tenga que renunciar a la aspiración de contar con una capacidad nacional propia en radiocomunicaciones militares. Sólo quiere decir que es necesario buscar fórmulas inteligentes.



Fig. 1. Fórmula SDR nacional.

Este modelo es válido para Estados Unidos puesto que el número de unidades de su parque de radios es lo suficientemente elevado, y su industria militar de comunicaciones lo suficientemente amplia como para que el ahorro durante la fase de adquisición compense la inversión necesaria para adquirir *full governmental purposes rights* en la fase de desarrollo.

¿Cuál es el modelo aplicable a España? El caso español es particularmente interesante, ya que no contamos con una industria nacional con tradición en radiocomunicaciones militares, más allá de distribuidores o integradores de productos foráneos. Así, el desarrollo de equipos SDR militares de fabricación 100% nacional se plantea como un reto difícilmente alcanzable, y no por la solvencia técnica de nuestra industria, la cual ya ha ganado cierto reconocimiento internacional en esta tecnología, sino por otras causas. El problema radica en que la inversión necesaria, junto al limitado mercado nacional, hacen necesario lograr una penetración en el mercado internacional de difícil consecución para un recién llegado

Basándose en la Estrategia de Tecnología e Innovación para Defensa (ETID), aprobada por el SEDEF y promulgada en 2010, la DGAM ha establecido una hoja de ruta para lograr la deseada autonomía y soberanía nacional en radiocomunicaciones militares. El elemento central que articula la hoja de ruta es la selección de un equipo SDR vehicular que esté disponible en el mercado, sobre el que posteriormente se incluiría un subsistema criptográfico interno de desarrollo nacional, que reemplazaría al cripto interno exportable suministrado por fabricante de la radio. Además, sobre el conjunto resultante se implementaría la arquitectura software para equipos SDR propiedad del MINISDEF (Arquitectura ESSOR). Por una parte, el subsistema criptográfico permitiría contar con control nacional sobre las operaciones criptográficas que soportan el funcionamiento de la radio (COMSEC, TRANSEC, etc.), circunstancia que posibilitaría una hipotética acreditación del equipo para transmisión de información clasificada nacional. Por otra parte, al implementar una arquitectura software sobre la que el MINISDEF tiene pleno

conocimiento y derechos de uso, sería posible desarrollar nacionalmente (o en cooperación) aplicaciones de forma de onda para ese equipo. Asimismo se podrían portar las formas de onda con las que ya cuenta el MINISDEF, comenzando por la desarrollada dentro del programa ESSOR (ESSOR HDR WF). (Para más información sobre el programa ESSOR, véase el artículo sobre el mismo publicado en el Boletín de Observación Tecnológica en Defensa nº 36)<sup>2</sup>.

y las aplicaciones de forma de onda tal como establece la hoja de ruta.

La obtención de soberanía tecnológica en materia de radiocomunicaciones militares, usando para ello las posibilidades que la tecnología SDR nos ofrece, tiene una dimensión relacionada con la preservación de la confidencialidad, integridad, disponibilidad y autenticidad de la información sensible nacional que nuestros ejércitos han de intercambiar

disposición de instalar sus propias aplicaciones de forma de onda, desarrollar otras nuevas para cubrir necesidades específicas, usar sus propios algoritmos criptográficos nacionales, etc. Todo ello haciendo uso de la industria y los centros tecnológicos nacionales, y minimizando así la relación de dependencia con el fabricante foráneo del equipo SDR.

La hoja de ruta recogida en la ETID apuesta por la SDR como tecnología habilitadora para lograr la deseada soberanía tecnológica en radiocomunicaciones militares ya que, sin ningún género de dudas, esta soberanía se verá plasmada en capacidades proporcionadas a nuestras Fuerzas Armadas:

- Equipos SDR acreditados para la transmisión de información clasificada nacional, gracias al uso de un subsistema criptográfico interno nacional.
- Formas de onda adaptadas a las necesidades C4ISR de los ejércitos, gracias a la capacidad nacional para desarrollar y portar aplicaciones de forma de onda.
- Capacidad completa de configuración y gestión de las redes radio implementadas por las aplicaciones de forma de onda bajo control nacional, facilitando su integración con los gestores de comunicaciones de los ejércitos, así como su óptima configuración para la transmisión de información proveniente de los sistemas de mando y control, y de los sensores.

- Control completo sobre la gestión, distribución y destrucción del material criptográfico de los equipos SDR.
- Simplificación logística y optimización del espacio en las plataformas al poder ejecutar diferentes formas de onda con el mismo equipo SDR.

Disminución de los costes del ciclo de vida y mejora del tiempo de reparación de averías, al minimizar la dependencia exterior del fabricante durante la fase de mantenimiento.

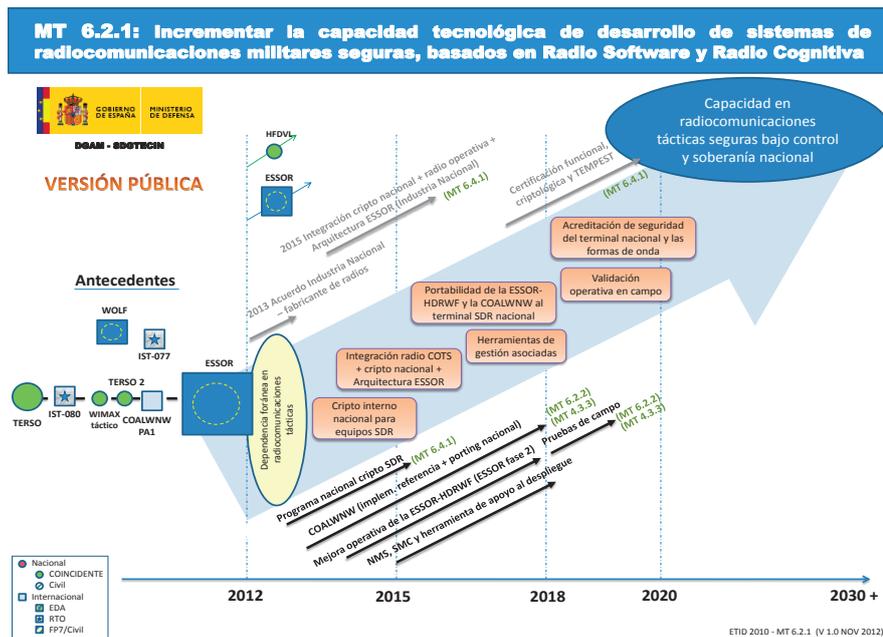


Fig. 2. Hoja de ruta MT 6.2.1.

La estrategia planteada en esta hoja de ruta tiene una doble vertiente. En el corto plazo, mediante la adquisición del equipo SDR vehicular seleccionado por el MINISDEF, se podrían cubrir las necesidades más inmediatas de los ejércitos mediante las aplicaciones de forma de onda privativas proporcionadas por el fabricante. Por otra parte, en el medio y largo plazo, se obtendría de forma progresiva el control nacional sobre la criptografía

biar en un despliegue real. Pero la soberanía tecnológica también tiene otra dimensión relacionada con la independencia de los fabricantes de radios foráneos. Al igual que nadie se plantea la necesidad de enviar su ordenador personal de vuelta al fabricante para instalar MS Office o cualquier otra aplicación informática, tampoco ningún país debería plantearse ser cautivo de ningún fabricante de radios dadas las posibilidades que la tecnología SDR ofrece. Los países, mediante el control del *cripto* interno y la arquitectura software del equipo SDR, están en

<sup>2</sup> <http://www.tecnologiaeinnovacion.defensa.gob.es/es-es/Contenido/Paginas/detallepublicacion.aspx?publicacionID=24>

## Baterías aluminio-aire recargables para el combatiente futuro

Enrique Garcia-Quismondo, Raúl Marcilla, Jesús Palma, Instituto IMDEA Energía. Pedro Rodriguez, Jaime Chacon, Albufera Energy Storage.

Palabras clave: baterías, combatiente, aluminio-aire

Metas Tecnológicas relacionadas: MT 4.3.4.

### Motivación

En los últimos años se ha producido un aumento de la energía eléctrica que requieren los soldados a causa de la integración de sistemas de información y comunicación en el campo de batalla (terminal de radio, ordenador portátil, PDA) y debido a la sustitución de funciones mecánicas por eléctricas para incrementar la seguridad (alarmas, sensores). Todos estos dispositivos precisan de un sistema de almacenamiento de energía portátil y fiable que no presente un gran impacto en la carga del soldado desde el punto de vista del peso y el volumen del dispositivo de almacenamiento requerido.

Hasta ahora la tecnología de ion-litio constituía la opción más adecuada para este tipo de aplicaciones a causa de su buena reversibilidad durante los procesos de carga-descarga así como su bajo peso. Sin embargo, suponiendo que para una misión típica de 72 horas un soldado debe requerir aproximadamente 1.500 Wh, en el caso de las baterías de ion -litio se requeriría alrededor de 13 kg de baterías, lo cual representa casi un 40% del peso total del equipo que actualmente llevan los soldados españoles.

### Necesidad

Con la intención de reducir el peso del equipamiento en los últimos años se ha llevado a cabo un notable esfuerzo en investigación y desarrollo para mejorar las propiedades de las baterías de ion-litio. Sin embargo, sus prestaciones de densidad de energía, actualmente alrededor de 110 Wh/kg, no resultan suficientes para cumplir con las funciones requeridas por el combatiente del futuro. Por lo tanto, es necesario el desarrollo de

sistemas de almacenamiento de energía alternativos que supongan un salto cualitativo en términos de densidad de energía. En la figura 1 se muestran las densidades de energía prácticas de diferentes tipos de baterías recargables. A partir de la misma se puede observar que las baterías de metal-aire representan un avance sustancial en la capacidad de almacenamiento de energía.

Las baterías de metal-aire están constituidas por un metal ligero y fuertemente reductor (electrodo negativo), y por una estructura carbonosa donde reacciona el oxígeno del aire (electrodo positivo). El electrolito, que tiene la función de permitir la conducción eléctrica, se sitúa en medio de ambos electrodos y puede estar en forma líquida o absorbido en una membrana que además tiene la función de evitar el contacto entre los electrodos. El hecho de conformar el electrodo positivo con carbón y aire proporciona a estas baterías una gran capacidad específica, lo que significa que se puede almacenar significativamente más energía por kilogramo de peso que en las baterías convencionales.

A lo largo de los años se han evaluado diferentes materiales metálicos en sistemas no recargables, como el Zn-ai-

re, el Mg-aire, el Al-aire y sobre todo el Li-aire, pero las principales dificultades radican en (a) convertirlos en sistemas recargables eléctricamente debido a los problemas de irreversibilidad de las dos semirreacciones implicadas: la del metal  $Me/Me^{n+}$  y la del  $O_2/O^{2-}$ , y (b) desarrollar nuevos materiales de membrana para proteger el electrolito que puede degradarse al contacto con el vapor de agua y el dióxido de carbono de la atmósfera.

### El proyecto

La compañía Albufera Energy Storage acaba de comenzar un programa de cinco años para desarrollar y comercializar un sistema electroquímico de almacenamiento energético, basado en el concepto de batería recargable metal-aire que cumpla con la mayor parte de los requisitos para el sistema de almacenamiento de energía del combatiente del futuro, como una energía específica superior 300 Wh/kg, más de 300 ciclos de durabilidad, rango de temperatura de operación ampliado y capacidad de recarga eléctrica rápida o bien de reemplazo. Todo bajo mejores condiciones de seguridad que las actuales tecnologías de litio.

Esta empresa española es la primera dedicada al desarrollo y comercialización de esta prometedora tecnología

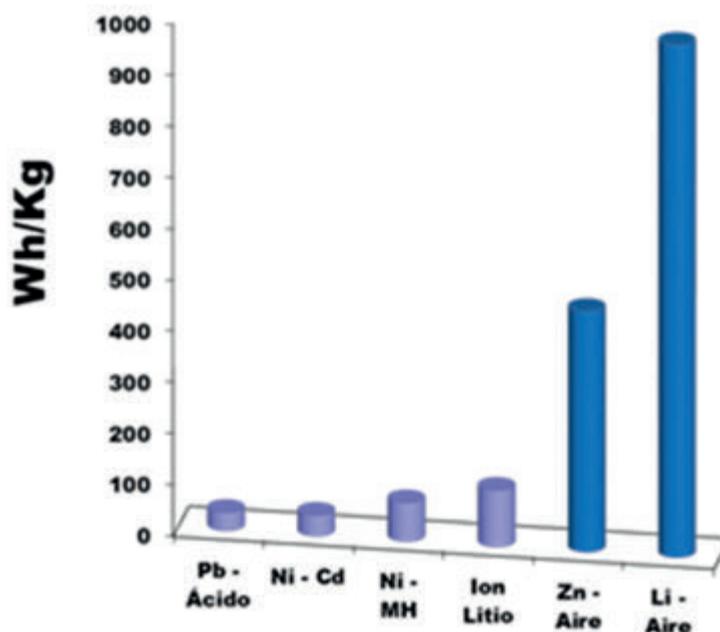


Fig. 1. Densidades de energía de varios tipos de baterías recargables. (Fuente: IMDEA Energía).

para aplicaciones civiles y militares. La investigación, se basa en desarrollar una batería recargable compuesta por el par aluminio-aire por las magníficas prestaciones que este sistema presenta a priori en cuanto a altas densidades energéticas y bajo coste estimado por el tipo de materiales con los que se conforma. A continuación se presenta un esquema general del concepto durante el proceso de descarga, con las semirreacciones de oxidación y reducción y la reacción total.

Las baterías aluminio-aire tienen una de las más altas densidades de energía de todas las baterías electroquímicas, pero igual que el resto de baterías metal-aire su uso no está muy extendido en la actualidad debido a las limitaciones del proceso de recarga. Este proceso es posible con el desarrollo de nuevos ánodos de aluminio así como de nuevos componentes. Para el desarrollo y selección de los componentes que permitan alcanzar unas especificaciones óptimas el proyecto Albufera Energy Storage llevará cabo durante el primer año las siguientes actividades de investigación:

- Estudio de electrolitos avanzados que eviten la corrosión del electrodo metálico y que faciliten las reacciones de electrodeposición y redisolución del electrodo de aluminio.
- Desarrollo de materiales carbonosos que sean electroquímicamente estables y que tengan propiedades electrocatalíticas para promover las reacciones del oxígeno en el electrodo positivo.
- Evaluación de nuevos desarrollos de membrana con prestaciones mejoradas y capaces de permitir el acceso de oxígeno, y al mismo tiempo minimizar la llegada de la humedad del aire al electrolito y al electrodo metálico.

Una vez se haya definido la mejor combinación de materiales, durante el segundo año se llevará a cabo el diseño y construcción de una celda elemental (10 cm<sup>2</sup> de área geométrica) que

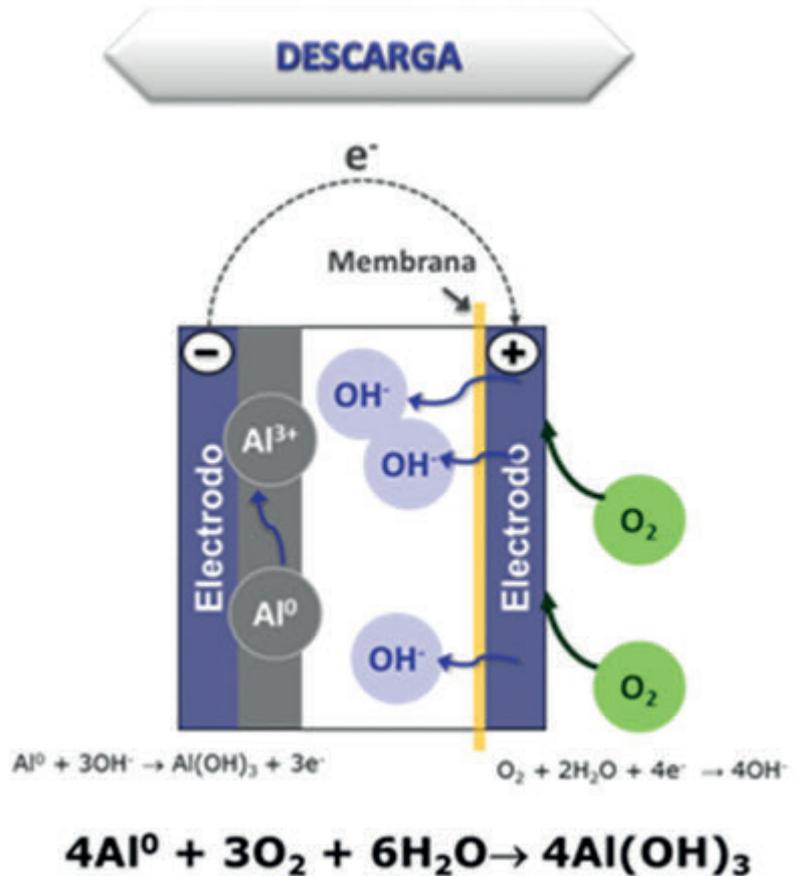


Fig. 2. Concepto de la batería aluminio-aire. (Fuente: IMDEA Energía).

permita evaluar el concepto integrando los distintos componentes. El resultado debe ser la puesta a punto de un dispositivo experimental a escala de laboratorio así como la realización de experimentos en módulos de pequeño tamaño. Además, se obtendrán unos parámetros de diseño que permitan realizar el escalado del dispositivo a tamaño stack de celdas.

Durante el tercer año y sobre la base de la celda elemental se llevará a cabo el diseño de un stack de celdas mediante el apilamiento e interconexión de celdas en serie y en paralelo. El resultado de esta actividad será la construcción y evaluación de prototipos de stacks con los que se generarán unas especificaciones de diseño y de operación que permitan

realizar el diseño del proceso a tamaño industrial.

Finalmente, a partir del cuarto año del proyecto se llevarán a cabo ensayos con el producto según diferentes perfiles de trabajo que se ajusten a las normas internacionales, y se comenzará con la comercialización de la batería a diferentes sectores y clientes.

Como conclusión, en el caso de que los objetivos del proyecto descrito se cumplan, para la misión inicialmente descrita de 72 horas el soldado requerirá tres veces menos peso de baterías (solo 5 kg) que con los sistemas actuales de ión-litio. En comparación con el peso total de equipamiento que actualmente llevan los soldados españoles (36 kg), una batería de aluminio – aire permitirá una reducción del 25% de peso.

# En Profundidad

## Exoesqueletos

Luis Miguel Requejo, OT MAT

Palabras clave: exoesqueleto, combatiente, peso, protección.

Metas Tecnológicas relacionadas:  
MT 4.3.2.; MT 4.3.4.

### ¿Qué son?

Un exoesqueleto es, explicado de un modo sencillo, una especie de traje mecánico en el que se mete una persona, y que ayuda a éste a moverse y a realizar cierto tipo de actividades multiplicando la fuerza y resistencia del cuerpo humano. Son, por lo tanto herramientas que en general sirven de apoyo a las personas y que se utilizan para asistir los movimientos y aumentar las capacidades del cuerpo humano.

El “traje” está compuesto básicamente por una serie de motores y articulaciones que pueden reproducir los movimientos que realiza el usuario y por una fuente de alimentación que suministra una parte de la energía necesaria para realizar el movimiento. Generalmente, durante su funcionamiento, unos sensores biométricos detectan las señales nerviosas que el cerebro envía a los músculos de nuestras extremidades cuando vamos a comenzar la actividad. La unidad de procesamiento del exoesqueleto responde entonces a estas señales, las procesa y le hace actuar de manera instantánea.

Una gran parte de los desarrollos relativos a los exoesqueletos se han llevado a cabo con el objetivo de solucionar los problemas relacionados con las extremidades inferiores del cuerpo humano, ya que son éstas las más vulnerables a lesiones y es ahí donde se concentra la mayor parte del peso. Sin embargo, también se realizan muchos trabajos que se concentran también en las extremidades superiores.

### Aplicaciones

Una de las aplicaciones de los exoesqueletos más habituales y con mayor mercado es en medicina, para proporcionar ayuda a la movilidad para las personas con movilidad reducida (personas de avanzada edad con problemas de motricidad o deficiencia muscular, personas con discapacidades físicas, con sobrepeso con



Fig. 1. Modelo XOS2 desarrollado por Raytheon-Sarcos. (Fuente: [www.loyalkng.com](http://www.loyalkng.com)).

dificultades de locomoción, etc.). Exoesqueletos como el “Walking Assist” de Honda o el “HAL” de Cyberdyne son algunos de los últimos desarrollos realizados en este sentido.

Estos sistemas también se aplican para mejorar la capacidad de movimiento de personas que simplemente necesitan un asistente para poder facilitar dicho movimiento en situaciones que así lo requieren, como por ejemplo para mover o transportar cargas pesadas. En este sentido, son mecanismos muy útiles en el sector de la construcción o en tareas de rescate, ya que permitirían a los operarios, bomberos, personal de emergencias, etc. manejar objetos muy pesados (equipos de

rescate y de primeros auxilios) con gran precisión y sin necesidad de ayudarse de maquinaria de gran tamaño.

### El interés militar en los exoesqueletos

Los soldados cada vez se vuelven más sofisticados y cada vez es mayor el número de equipos que tienen que cargar durante una misión (sistemas de protección pasiva, armamento, sistemas de comunicaciones, electrónicos, baterías para aportar la energía necesaria a todos los sistemas mencionados, etc.).

Muchos ejércitos han mostrado desde hace tiempo un gran interés en el desarrollo de exoesqueletos. De hecho, esta tecnología se ideó originariamente



Fig. 2. Modelo HULC, de Lockheed Martin. (Fuente: [www.agarriverau.diseñolibre.org](http://www.agarriverau.diseñolibre.org)).

con fines militares hacia la década de los 60 cuando se construyó un exoesqueleto, al que se le dio el nombre de "Hardiman", capaz de levantar 110 kg con la sensación para el individuo de estar levantando sólo 4,5 kg (el principal problema fue que el "invento" pesaba casi 700 kg). Con la ayuda de este tipo de mecanismos, los ejércitos podrían mejorar mucho ciertas capacidades de sus soldados, como las que a continuación se describen:

- permitiría que un soldado llevase más peso, lo que implicaría poder dotarlo de más y mejores sistemas y de blindajes y armas más pesados que garanticen su seguridad.
- Aumentaría la rapidez con la que un soldado es capaz de desplazarse en cualquier tipo de escenario, superando obstáculos que normalmente las tropas no podrían superar.
- Reduciría la fatiga del soldado en operaciones duraderas y en cualquier tipo de condición ambiental.

### Exoesqueletos actuales

El sistema **Sarcos XOS** fue desarrollado originalmente por la empresa Sarcos en el año 2000. Dicha empresa fue adquirida por el contratista de defensa Raytheon en noviembre de 2007. La primera versión (XOS1), considerada como una prueba de concepto se estrenó en 2008. El XOS2, que es más ligero, maniobrable, ágil y un 50% más eficiente energéticamente que el XOS1, se dio a conocer en septiembre de 2010.

El XOS2 está diseñado para ayudar en tareas logísticas a las que se enfrentan las fuerzas militares tanto dentro como

fuera del campo de batalla, como el tener que levantar y transportar pesos con mayor facilidad sin perder agilidad y reduciendo el riesgo de lesiones sufridas por los soldados. Permite que el portador pueda levantar objetos pesados en una proporción de 17:1 (peso real con el peso percibido).

El XOS2 está fabricado de aluminio y de acero de alta resistencia, y emplea una combinación de controladores y sensores que especifican la posición y la fuerza requerida y que le permiten realizar las tareas. El sistema es accionado por un motor hidráulico de combustión interna. Manguitos flexibles facilitan el movimiento del fluido y permiten un funcionamiento correcto y eficiente. El soldado con el traje puede caminar, correr y se puede reajustar para mantener la carga del usuario, incluso al tropezar. También es muy ágil y permite al usuario al subir escaleras, rampas, golpear un saco de boxeo o patear un balón de fútbol.

Uno de los mayores inconvenientes es que el sistema (prototipo) está unido por cable a la fuente de energía externa. Raytheon Sarcos está planeando desarrollar una mochila que aporte el combustible necesario para proporcionar resistencia de cerca de ocho horas. Esto facilitará la movilidad y la marcha del robot en entornos de combate. Raytheon cree que, con el apoyo del ejército americano, un primer exoesqueleto podría estar operativo en el año 2015.

El sistema **HULC** (*Human Universal Load Carrier*) es un exoesqueleto militar originalmente desarrollado por

EKSO Bionics en 2008 y cuya licencia de diseño la adquirió Lockheed Martin en 2009. Durante los años 2010 y 2011 HULC fue sometido a diversas pruebas y ensayos en el US Army Natick Soldier Center. Se trata de un equipo fácil de usar y que permitirá a los soldados transportar casi 100 kg de peso sin dificultad, sin que se cansen tanto al caminar en sus misiones, haciéndolos más rápidos y ágiles.

El HULC tiene un peso de 24 kg (sin contar el de las baterías) y se puede quitar y poner en tan sólo 30 segundos. Los componentes modulares del sistema pueden cambiarse cuando el soldado se encuentra en una situación de peligro y necesita una mayor movilidad para reaccionar ante el enemigo. No lleva ataduras (todos los modelos anteriores llevaban conexiones a fuentes de alimentación externas) y es lo suficientemente flexible como para permitir sin problemas estar en cuclillas, arrastrarse y elevar la parte superior del cuerpo del usuario. El HULC es capaz de desplazarse durante 20 km a una velocidad de 4 km/h en terreno llano. El usuario puede moverse a una velocidad máxima en carrera continua de 11 km/h y momentáneamente hasta 16 km/h.

El exoesqueleto no requiere ningún mecanismo de control externo, ya que está controlada por un micro-ordenador instalado dentro del sistema. Además, el sistema cuenta con varios accesorios específicos para cada misión que puede llevar integrados como los sistemas de armas, de calefacción o de refrigeración, además de distintos tipos de sensores.

En cuanto a la energía que consume, HULC emplea baterías de polímero de litio. Se está trabajando en el desarrollo de un nuevo sistema de suministro de energía de pila de combustible para realizar misiones de hasta 72 horas. Se trata de una fuente de alimentación recargable que permitiría a los soldados llevar menos baterías durante misiones de larga duración.

El sistema **RB3D Hercule** es un exoesqueleto desarrollado en Francia por la empresa RB3D, bajo la dirección y la financiación de la agencia de contratación del ejército francés Direction Générale de l'Armement (DGA), que se espera que esté desplegado entre las tropas francesas para el año 2014.

El objetivo del RB3D Hercule es aumentar la capacidad de despliegue de



Fig. 3. (Modelo Hercule de RB3D. Fuente: [www.lewebpedagogique.com](http://www.lewebpedagogique.com)).

los soldados franceses, aumentando la carga que pueden transportar. Es capaz de soportar una carga de 100 kilogramos de peso sin que ello suponga un esfuerzo para el soldado.

El exoesqueleto pesa menos de 25 kilos y se mueve siguiendo el movimiento de la persona que lo tiene puesto, sin necesidad de controles especiales, ya que los movimientos de las piernas son monitoreados por el exoesqueleto y el mecanismo las sigue automáticamente. Esto es una gran ventaja desde el punto de vista de que no demanda entrenamiento del usuario, y cualquiera con un

mínimo de práctica podrá dominarlo rápidamente.

Funciona con batería y ésta le permite tener una autonomía de 20 kilómetros de distancia (a una velocidad media de 4 km/h, igual que el modelo HULC) sin necesidad de que el soldado requiera una preparación especial o entrenamiento. Por ahora, este exoesqueleto sólo refuerza las piernas pero la empresa está desarrollando brazos para permitir levantar pesos con ellos. Para 2013, la empresa RB3D quiere empezar a trabajar con la incorporación de unos brazos mecánicos que permitan al soldado manejar cargas

pesadas y no solamente llevarlas a sus espaldas.

La agencia DARPA tiene un programa de investigación, denominado Warrior Web, en el que se está desarrollando una nueva generación de exoesqueletos, denominados **TALOS** (*Tactical Assault Light Operator Suit*).

Son trajes mecánicos más ligeros que los vistos anteriormente, que los combatientes pueden acoplarse bajo el traje. Este mecanismo les permitiría mejorar su fuerza, evitar esfuerzos innecesarios y llevar mucho más armamento sin cansarse. La gran diferencia con respecto a modelos anteriores es que, serían más baratos de fabricar (se estima que el coste de los modelos anteriores supera los 150.000 €) y más ligero.

El objetivo de este sistema es que el soldado pueda transportar, sin esfuerzo, un equipo que ronde los 45 kilos de peso. Además, este nuevo exoesqueleto se pretende que sea invisible al enemigo ya que podría colocarse bajo el traje, para adaptarse a la perfección a la ergonomía de cada soldado. Incorporaría sensores para controlar la salud del soldado y detectar el riesgo de lesión cuando esté realizando un esfuerzo intenso, sobre todo en las articulaciones y para controlar la temperatura corporal, la frecuencia cardíaca y los niveles de hidratación.

Incluiría también nuevos sistemas de protección balística (como el uso de fluidos magnetorreológicos), conciencia situacional, sistemas C3 (*Command, Control & Communications*), sistemas optrónicos integrados, etc.

Uno de las mayores dificultades que los investigadores están encontrando es la alimentación de los motores y sistemas eléctricos que conforman el exoesqueleto, por su tamaño y prestaciones. Parece ser que para solventar este problema, se está optimizando el software del equipo de tal manera que podría funcionar con un consumo de sólo 100 vatios.

### El futuro de los exoesqueletos

El diseño y desarrollo de los exoesqueletos es bastante complejo y son disciplinas tan distintas como la medicina, la electrónica, la física y la mecánica las que necesariamente trabajan juntas para concebir este tipo de mecanismos. Actualmente, ingenieros y desarrolladores tienen una serie de retos a los que se enfrentan a la hora de mejorar los exoesqueletos existentes:



Fig. 4. El proyecto Warrior Web pretende desarrollar el exoesqueleto del futuro. (Fuente: [www.darpa.mil](http://www.darpa.mil)).

además una nueva incógnita sobre cómo podrán disminuir la capacidad natural de movimiento de los soldados el uso de armamento pesado.

- El movimiento: los diseñadores tienen que dar al mecanismo la capacidad de moverse sin problemas, de un lado a otro y de adelante hacia atrás, al igual que lo hace una persona. Esto requiere la eliminación de las acciones o movimientos que excedan los límites del cuerpo humano y que eviten posibles lesiones accidentales al soldado. Se está trabajando en sensores que pueden diferenciar entre movimientos intencionados y no intencionados (estornudos, reflejos musculares, etc.)
- Ruido: desde el punto de vista operativo, la creación de una máquina que no haga ruido es fundamental y podría ser la tarea más difícil que enfrentan los desarrolladores del exoesqueleto.

Incrementar la fuerza y la velocidad de los soldados, permitirles cargar con más equipos que garanticen su seguridad, proporcionarles un mayor nivel de protección contra el fuego enemigo o ataques químicos, etc. son capacidades que parecen las típicas de los videojuegos y del cine de ciencia ficción. Pero la realidad es que son muchos los investigadores dedicados a lograr estas capacidades mediante el desarrollo de los exoesqueletos. Estos tendrán además un gran impacto en la mejora de la calidad de vida de la sociedad, ya que dentro del campo de la medicina serán los causantes de hacer que personas con capacidad de movimiento limitada o nula puedan volver a adquirirla.

La reducción del peso, del consumo de energía, la mejora de los movimientos y del control de los mismos y bajar el coste de estos sistemas son los principales desafíos a los que se enfrentan los investigadores en este campo. Aunque ya existen exoesqueletos desarrollados por distintas entidades y empresas como la Universidad de Berkeley, Raytheon, RB3D, Honda, Cyberdyne, etc. se estima que con el apoyo económico de instituciones civiles y militares se podría disponer de exoesqueletos a disposición de los ejércitos y de la sociedad antes del año 2020. Mientras tanto, serán necesarios avances en áreas tan distintas como la ingeniería de los materiales, la medicina, la biomecánica y la electrónica.

- Peso: aún son bastante pesados, de modo que es necesario buscar materiales que sean fuertes, ligeros y flexibles. Para el caso de los combatientes estos materiales también debe ser capaces de mostrar cierta resistencia al fuego enemigo, por lo que equilibrar el peso junto a un nivel de protección adecuado supone un auténtico desafío desde el punto de vista tecnológico. Sustituir titanio por acero, junto con la posibilidad de utilizar placas de fibra de carbono son algunas de las posibilidades planteadas, pero ambas son relativamente caras.
- Energía: Son dispositivos que requieren de mucha energía, lo cual es

un problema ya que se espera del exoesqueleto que permanezca en funcionamiento continuado el mayor tiempo posible. Además, el futuro exoesqueleto no deberá tener conexiones a fuentes de energía externas. En la actualidad, pocas fuentes de alimentación tienen la densidad de energía suficiente para soportar traje con las demandas de energía que se le plantean, sin embargo pilas electroquímicas y de combustible de óxido sólido están siendo investigadas como posibles opciones.

- Control: simplemente debe ser perfecto. Los usuarios deben ser capaces de moverse normalmente mientras usan el dispositivo. Esto genera

# Impresión Bajo Demanda

Borrar

## Procedimiento

El procedimiento para solicitar una obra en impresión bajo demanda será el siguiente:

Enviar un correo electrónico a **publicaciones.venta@oc.mde.es** especificando los siguientes datos:

**Nombre y apellidos**

**NIF**

**Teléfono de contacto**

**Dirección postal donde desea recibir los ejemplares impresos**

**Dirección de facturación (si diferente a la dirección de envío)**

**Título y autor de la obra que desea en impresión bajo demanda**

**Número de ejemplares que desea**

Recibirá en su correo electrónico un presupuesto detallado del pedido solicitado, así como, instrucciones para realizar el pago del mismo.

Si acepta el presupuesto, deberá realizar el abono y enviar por correo electrónico a:

**publicaciones.venta@oc.mde.es** el justificante de pago.

En breve plazo recibirá en la dirección especificada el pedido, así como la factura definitiva.

## Centro de Publicaciones

Solicitud de impresión bajo demanda de Publicaciones

Título:

ISBN (si se conoce):

N.º de ejemplares:

Apellidos y nombre:

N.I.F.:

Teléfono

Dirección

Población:

Código Postal:

Provincia:

E-mail:

*Dirección de envío:  
(sólo si es distinta a la anterior)*

Apellidos y nombre:

N.I.F.:

Dirección

Población:

Código Postal:

Provincia:

# Boletín de Observación Tecnológica en Defensa

Disponible en

[http://www.tecnologiaeinnovacion.defensa.gob.es/es-es/Contenido/Paginas/Publicaciones.aspx?cat=BOLETINES TECNOLÓGICOS](http://www.tecnologiaeinnovacion.defensa.gob.es/es-es/Contenido/Paginas/Publicaciones.aspx?cat=BOLETINES%20TECNOL%C3%93GICOS)

[http://www.portalcultura.mde.es/publicaciones/revistas/boletin\\_observacion\\_tecnologica/index.html](http://www.portalcultura.mde.es/publicaciones/revistas/boletin_observacion_tecnologica/index.html)



**SOPT**  
SISTEMA DE OBSERVACIÓN Y  
PROSPECTIVA TECNOLÓGICA



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE DEFENSA

SECRETARÍA  
GENERAL  
TÉCNICA  
SUBDIRECCIÓN GENERAL  
DE PUBLICACIONES  
Y PATRIMONIO CULTURAL