Boletín de Observación Tecnológica en Defensa

Editado por el Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica

DIRECCIÓN GENERAL DE ARMAMENTO Y MATERIAL

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE TECNOLOGÍA Y CENTROS

Nº 8. Tercer Trimestre 2005

En este número

- *ACTUALIDAD OBSERVATORIOS*
- *ACTUALIDAD TECNOLÓGICA*
- *TECNOLOGÍAS EMERGENTES*
- *ENLACES DE INTERÉS*
- *AGENDA*

Contactar

Nodo Gestor
C.N. Ing. Manuel Berná Serna
SDG TECEN C/ Arturo Soria 289
Madrid 28033
mberna@oc.mde.es

Observatorio de Electrónica
C.N. Ing. Manuel Golmayo Fernández
mgolmayo@oc.mde.es

Observatorio de Óptica y Optrónica
C.N. Ing. Arturo Maira Rodríguez
arturomaira@oc.mde.es

Observatorio de Armas, Municiones, Balística y Protección
Col. CIP Carlos López Agudo
clagudo@oc.mde.es

Observatorio de Tecnologías de la Información, Comunicaciones y Simulación
Cte. CIP Moisés Serrano Martínez
msermar@oc.mde.es

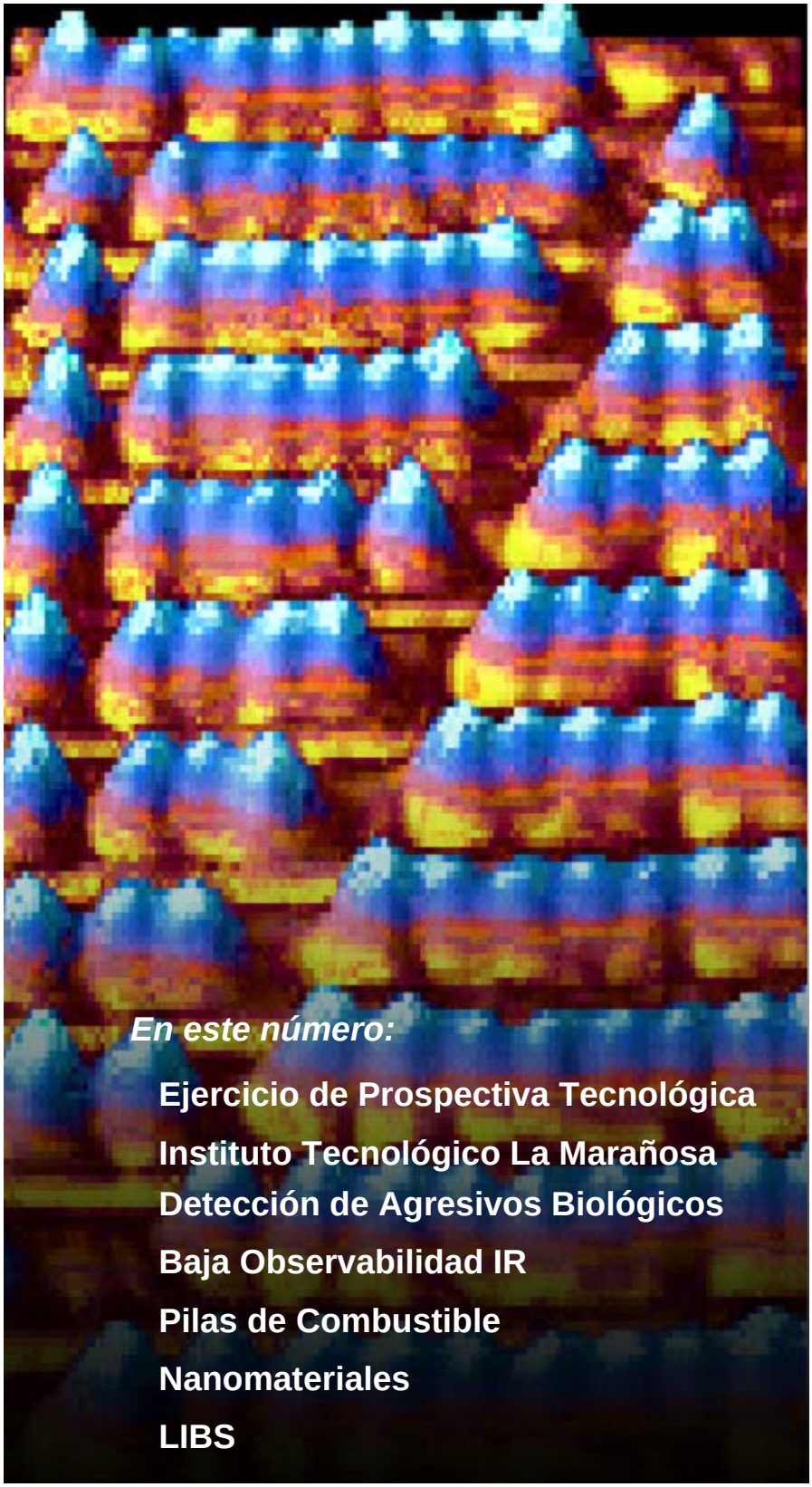
Observatorio de NBQ
TCol. CIP Juan C. Fernández Fernández
jcfernandez@oc.mde.es

Observatorio de Materiales
Dr. José Maroto Sánchez
marotosj@inta.es

Observatorio de UAV´s y Robótica
Cap. CIESO Jesús M. Aguilar Polo
jaguilarp@oc.mde.es

Observatorio de Energía y Propulsión
C.F. Ing. Gerardo Matres Manso
gdomatres@oc.mde.es

www.mde.es/dgam/observatec.htm



En este número:

Ejercicio de Prospectiva Tecnológica

Instituto Tecnológico La Marañosa

Detección de Agresivos Biológicos

Baja Observabilidad IR

Pilas de Combustible

Nanomateriales

LIBS

EDITORIAL

Hace algo más de un año que, desde este mismo editorial, saludamos la creación de la Agencia Europea de Defensa (EDA) como un paso decidido de la Unión Europea destinado a fortalecer la política europea de seguridad y defensa. Además, esta iniciativa viene a reforzar la idea de una Europa unida entorno a los conceptos de seguridad y defensa. A este factor se une el hecho de que fortalecer las capacidades militares de la unión resulta una necesidad acuciante, así como la necesidad de mejorar la respuesta a los cambios tecnológicos con la vista puesta en la industria de defensa.

Centrándonos en el campo de la investigación y la tecnología, la EDA recoge la experiencia del GAEO y de sus redes de expertos creadas alrededor de las CEPAs (Common European Priority Areas), que se fueron constituyendo como comunidades de I+T, consiguiendo importantes avances en cooperación y transparencia. En la EDA se han definido unas áreas tecnológicas, centradas en determinados campos militares y en las tecnologías asociadas a ellos, llamadas CapTechs que, si bien no las reemplazarán, asumirán parte de las funciones de las CEPAs. El "traspaso" de funciones de una organización a otra ya ha comenzado y será una realidad antes de terminar el 2005, lo que da una idea del apoyo que se está dando a esta iniciativa.

A su vez, la sorprendente rapidez con la que se está realizando el proceso de constitución de la EDA obliga a investigadores, gestores e industria a seguir el ritmo. Adaptarse con rapidez a esta nueva estructura es el reto que se plantea ahora a la comunidad tecnológica, para no perder la oportunidad de participar activamente en la creación de una Europa más segura. Falta por saber si el acelerado ritmo impuesto desde la EDA se mantendrá indefinidamente en el tiempo y si ello permitirá que las actividades en curso queden suficientemente consolidadas.

Grupos de Trabajo RTCT en el Marco de la LOI

Dentro del marco de la LOI (*Letter of Intentions*, en la que participan Suecia, Francia, Reino Unido, Italia, Alemania y España), se han creado 4 grupos de trabajo RTCT (*Research and Technology Co-operative Team*) cuyo objetivo es desarrollar capacidades tecnológicas prioritarias comunes a los 6 países en el ámbito de Defensa. Las tecnologías seleccionadas son: "*Pilas de Combustible*", "*Fusión de Datos*", "*Sensores IR*" y "*Robótica y Vehículos Automáticos*". El objetivo de los Grupos de Trabajo es encontrar intereses compartidos por los países que integran la LOI para cada uno de los temas mencionados y sugerir un planteamiento estratégico común. Adicionalmente, estos grupos deben proponer proyectos de I+T de colaboración, que ayuden a desarrollar conjuntamente estas tecnologías no maduras, pero claves en la política de Defensa nacional e internacional. Las primeras reuniones de los Grupos de Trabajo ya se han realizado y en ellas se ha expuesto la situación de cada país, así como las prioridades nacionales en cada una de las tecnologías, para posteriormente buscar posibles ámbitos de colaboración. Con el trabajo que se realice en estos grupos RTCT, se pretende capacitar a la industria nacional y europea en estos temas, prioritarios y de gran importancia futura.

1er EJERCICIO DE PROSPECTIVA TECNOLÓGICA

Tecnologías emergentes, nuevas aplicaciones, innovaciones,… a un ritmo tan trepidante que resulta casi imposible realizar un seguimiento de los continuos avances tecnológicos. Sin embargo, ¿cuáles de las tecnologías emergentes de hoy en día serán una realidad el día de mañana? ¿qué avances revolucionarios incorporarán los futuros sistemas? ¿cómo decidir que líneas de desarrollo requieren un apoyo institucional? A estas y otras cuestiones intenta responder la prospectiva tecnológica. Esta disciplina comprende la exploración, de una manera sistemática, de los posibles futuros de los avances científicos y tecnológicos a largo plazo, así como su impacto en la sociedad. La prospectiva hace hincapié en la identificación de factores emergentes que originan y producen innovaciones y avances, de ahí que sea considerada una herramienta clave a la hora de definir políticas y planes de I+T a largo plazo.

En el área de defensa, esta exploración del futuro tecnológico que proporciona la prospectiva será uno de los ejes, que sumado a los estratégicos y operacionales, determinará los sistemas y capacidades futuras, así como una herramienta muy valiosa para la identificación de prioridades y líneas tecnológicas de interés estratégico para defensa.

Es en este contexto, de apoyo a la definición de líneas prioritarias, y siguiendo el camino marcado por el *Plan de I+D de la Defensa*, donde se enmarca la realización de un primer ejercicio de prospectiva tecnológica (a iniciar en el último

trimestre de 2005), ejercicio que, en último término debe contribuir a actualizar y en su caso redefinir líneas tecnológicas que guiarán la política de inversiones en I+T del Ministerio en próximos años.

Adicionalmente, la realización de este ejercicio de prospectiva pretende poner de manifiesto las oportunidades de innovación de un sector muy específico, actuando como escaparate de la vitalidad del sector científico y tecnológico. La identificación de oportunidades, sumada al fomento de determinadas líneas de investigación, reflejan así el aspecto diferencial de la prospectiva: "la prospectiva no predice el futuro, ayuda a construirlo".

Por último y como elemento inherente al desarrollo de todo ejercicio de prospectiva, destacar el intercambio de ideas y prácticas entre los participantes y el establecimiento de redes de conocimiento entre áreas a priori estancas como uno de los grandes beneficios derivados de la prospectiva. Este hecho, que a primera vista puede parecer insustancial, es una de las razones del éxito de la prospectiva, porque sólo "pensando juntos" podemos esforzarnos en una misma dirección.

Organización del Ejercicio

Tras un análisis de los métodos y procedimientos utilizados en distintos ejercicios de prospectiva tecnológica, y teniendo en cuenta las características especificas del área de defensa, hemos definido un procedimiento que se pone en marcha con este primer ejercicio de prospectiva tecnológica. En su realización esperamos contar con la colaboración de toda la comunidad tecnológica, interesada en los retos y oportunidades que nos brinda el futuro tecnológico en su aplicación al mundo de la Defensa y Seguridad.

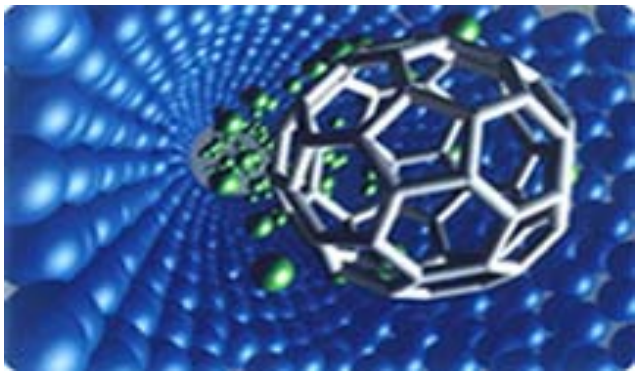
El ejercicio, definido con un enfoque mixto, incluye cuestionarios y paneles de expertos. Pretendemos de esta forma combinar las ventajas de ambos métodos, y evitar un excesivo conductismo en los resultados o un protagonismo exagerado de opiniones individuales. Adicionalmente, la combinación de dos enfoques de características complementarias es nuestra apuesta para equilibrar las dos grandes fuerzas que determinan el avance de las tecnologías de mayor interés para defensa: aquellas que avanzan con mayor empuje y proporcionan nuevas capacidades y aquellas que son requeridas para afrontar con éxito los nuevos retos estratégico-operativos.

Cuestionarios

Los cuestionarios se centrarán en identificar los desarrollos más prometedores en áreas concretas de especialización, ya sea en tecnologías de base, como materiales y computación, o en tecnologías más orientadas a defensa, como guerra electrónica y mando y control. Este enfoque tipo "bottom-up" cubrirá así lo que, utilizando terminología anglosajona, se denomina "technology push". Se trata de identificar hacia donde van a evolucionar la tecnología, que alternativas emergentes tienen más probabilidades de materializarse en aplicaciones concretas, o bien, traduciendo literalmente, hacia donde "empuja" la tecnología. En este sentido, son los expertos de la comunidad tecnológica los actores clave del proceso, de ahí la importancia de contar con la colaboración y participación de universidades, centros de investigación y departamentos de I+D.

Paneles de expertos

Por su parte, los paneles de expertos se enfocarán fundamentalmente hacia tecnologías directamente relacionadas con defensa. Se tratará de realizar un análisis descendente (top-down), partiendo de los sistemas y capacidades actuales, para conocer las futuras necesidades tecnológicas; volviendo a la terminología anglosajona hablamos de "technology pull". Los paneles contarán con expertos de la organización y de la industria de defensa, así como con departamentos de investigación de universidades y centros tecnológicos relacionados con programas y proyectos de defensa.



Tecnologías de futuro

Finalmente, utilizando los resultados de ambos ejercicios se identificarán las tecnologías clave para el futuro de los sistemas de defensa, contribuyendo de esta forma al proceso de obtención y planificación de tecnologías y sistemas.

Calendario, información y desarrollo

La DGAM, a través de la SDG TECEN, y en particular del Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica, ya está realizando las actividades preparatorias de este primer ejercicio que se iniciará en el año en curso con una primera ronda de cuestionarios y continuará con paneles de expertos y foros de discusión durante el 2006.

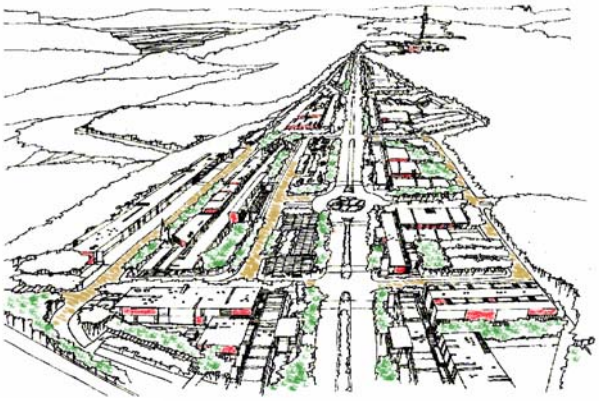
Desde aquí la invitación a toda la comunidad tecnológica a apoyar e intervenir activamente en este primer ejercicio de prospectiva tecnológica en defensa, ya sea como participante en alguno de los ejercicios, como colaborador directo o indirecto en la puesta en marcha y realización de los mismos o simplemente como interesado en la evolución del proceso, de cuyo desarrollo iremos informando puntualmente desde este boletín.

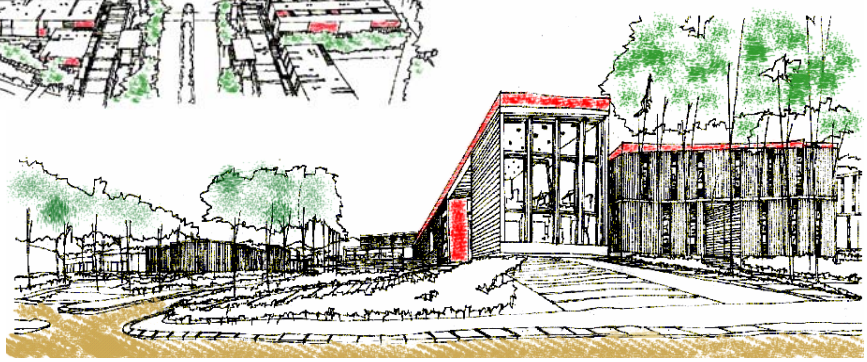
Más información: atorresdm@oc.mde.es

Instituto Tecnológico La Marañosa (ITM)

De la Dirección General de Armamento y Material (DGAM) dependen en la actualidad seis centros tecnológicos:

- la Fábrica Nacional de La Marañosa (FNM),
- el Laboratorio Central de Armamento (LQCA),
- el Polígono de Experiencias de Carabanchel (PEC),
- el Taller de Precisión y Centro Electrotécnico de Artillería (TPYCEA),
- el Centro de Investigación y Desarrollo de la Armada (CIDA)
- y el Centro de Ensayos "Torregorda" (CET).





Siguiendo las iniciativas de Racionalización de Organismos de investigación surgidas dentro del marco Europeo de Seguridad y Defensa, la Directiva 0168/2001, de 30 de julio, del Secretario de Estado de Defensa, establece la creación de un gran Centro de Investigación denominado "Instituto Tecnológico La Marañosa (ITM)", que englobará, en la Subdirección General de Tecnología y Centros (SDGTECEN) de la DGAM, a los centros actualmente existentes.

El nuevo Instituto Tecnológico estará emplazado dentro de los límites de la finca de La Marañosa, en el término municipal de San Martín de la Vega, a unos 25 kilómetros de la ciudad de Madrid en dirección sureste. Allí se trasladarán los centros, menos el CET que permanecerá en Torregorda

A este respecto, el ITM se presenta como una solución óptima para potenciar la actual situación del I+D en el sector de Defensa en España. Entre los objetivos generales del mismo son:

A Apoyar al MINISDEF en sus necesidades presentes y futuras dentro del ámbito de actuación del Plan Nacional de I+D, potenciando las iniciativas en Investigación y Desarrollo dentro del marco de transformación actual de las FAS y de la OTAN.

B Constituirse como uno de los organismos de referencia en el ámbito de la investigación, tecnología y calibración, dentro del marco del espacio europeo e internacional.

C Apoyar técnicamente a los restantes Ministerios y a otras organizaciones públicas o privadas, cuando se le requiera.

D Ser parte integrante del Sistema de Observación y Prospectiva tecnológica del MINISDEF.

Como requisito indispensable para alcanzar este ambicioso objetivo se ha de disponer de un adecuado Sistema de Gestión de la Calidad en todos sus ámbitos, con la principal finalidad de optimizar la asistencia integral al Ministerio de Defensa, así como de sus colaboradores y de las empresas a las que se preste apoyo. De esta forma se potenciará un enfoque participativo del trabajo involucrando a todos los grupos de las distintas áreas tecnológicas, de forma que todos participen de forma conjunta, como un solo equipo y no como una secuencia de expertos individuales.

Para el desarrollo de sus funciones, el ITM dispondrá de expertos en áreas tecnológicas distintas que permitirán asesorar técnicamente al Ministerio de Defensa, así como a los restantes ministerios y a otras organizaciones públicas o privadas en temas de armamento, material y equipamientos y realizar evaluaciones, ensayos y pruebas del armamento, material y equipo de las Fuerzas Armadas.

Por otro lado, la capacidad técnica del personal que integrará el ITM en distintas áreas, junto con los recursos disponibles de infraestructura, informática, etc. contribuirán a que su participación en el Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica sea de especial relevancia. Por esto se apoyará a los empleados que velan por su formación y desarrollo profesional, ya que su preparación es una de las prioridades del Instituto. Para ello, se definirán distintos módulos formativos necesarios en cada nivel profesional, tanto en el ámbito técnico como en el de gestión.

Así mismo, los profesionales del ITM actuarán en representación del Ministerio de Defensa en las reuniones internacionales del ámbito tecnológico de su especialidad; dirigirán técnicamente los proyectos de investigación y desarrollo que se les

asignen, asumiendo la ejecución, total o parcial, de los que expresamente se les encomienden; realizarán actividades de metrología y calibración; y apoyarán técnicamente, y en las condiciones que se establezcan, a los restantes ministerios y a otras organizaciones públicas o privadas.

El centro será una moderna instalación de unos 44.000m^2 de superficie edificada, diseñada especialmente para las diversas actividades en sus vertientes de investigación, asesoría, metrología y calibración, prospección para el desarrollo de nuevas tecnologías y la participación en los distintos programas nacionales e internacionales.

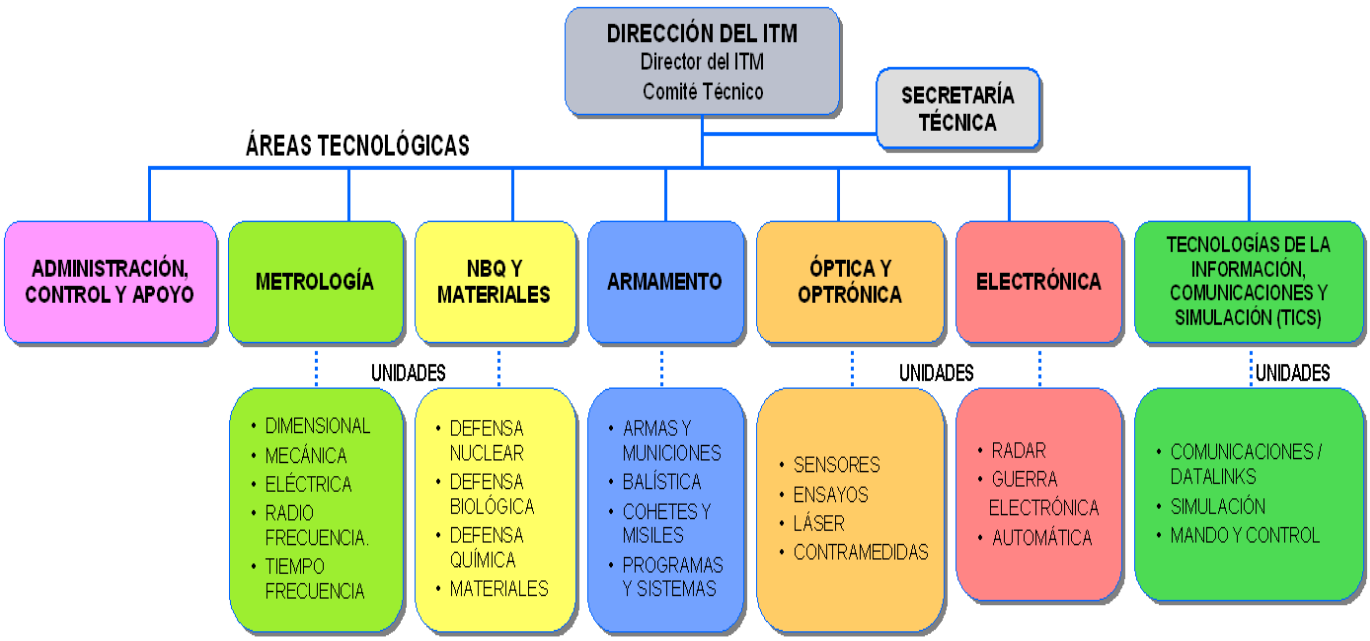
	EDIFICIOS	FECHA ENTREGA PREVISTA
Fase 1	• ARMAMENTO • TICS • METROLOGÍA • ELECTRÓNICA • ÓPTICA Y OPTRÓNICA • NBQ Y MATERIALES • SERVICIOS ECONÓMICOS	AGOSTO 2007
Fase 2	• DIRECCIÓN • PROTOTIPADO ÓPTICO • PROTOTIPADO MECÁNICO • APOYO TÉCNICO	FEBRERO 2008
Fase 3	• ZONAS DEPORTIVAS • ZONAS EXT. ARMAMENTO • ZONAS EXT. ÓPTICA	JULIO 2008

El ITM contará con laboratorios punteros en las diferentes áreas tecnológicas, en los que se podrán ejecutar todo tipo de pruebas, como medidas electromagnéticas y de comunicaciones. En el laboratorio para la supervisión de Amenazas Químicas de la OPAQ, único en su especie en territorio español, existirá capacidad para detectar todo tipo de amenazas químicas. Así mismo, poseerá una sala limpia de 400m^2 para el desarrollo de prototipos de sistemas optrónicos, cámaras climáticas y cámara anecoica, entre otros. La entrega de edificios iniciará en agosto de 2007, con el grueso de las instalaciones, y finalizará en julio de 2008.

Igualmente, el ITM estará dotado de un Sistema de Comunicaciones e Información (CIS), que soporte las funcionalidades y requisitos necesarios con el fin de apoyar con la máxima eficacia las actividades del centro. Así, se proporcionará a cada área servicios de voz y datos, tanto en el entorno militar (Intranet MINISDEF, mensajería oficial, servicios de voz) como civil (acceso a INTERNET, conexión al operador público), y estará integrado en la red de comunicaciones e información del Ministerio de Defensa, según las directrices que establezca el Plan Director de Comunicaciones e Información del Ministerio (PDCIS). Además, se proporcionará un sistema de información y gestión del conocimiento, aplicaciones especiales de gestión, automatización e integración de recogida de datos de pruebas, ensayos e investigación y prospectiva tecnológica.

Todos los esfuerzos que se realicen en el Instituto no serán suficientes si, conjuntamente a la aplicación del conocimiento de los expertos y a las excelentes instalaciones, no se le dotase de un Sistema Integral de Seguridad que establezca los procedimientos y medios necesarios que garanticen la seguridad, desde las fases iniciales de construcción y obtención de los suministros, hasta la fase final de capacidad operativa plena así como en toda su vida productiva.

Con la gran inversión económica que implica la puesta en marcha del ITM, el Ministerio de Defensa pretende potenciar los vínculos con las empresas, universidades e industrias, tanto nacionales como internacionales. De esta forma se impulsarán tecnologías que históricamente no se han desarrollado en España, consiguiendo así participar activamente en la creación de estrategias comunes que favorezcan el avance en nuevas tecnologías y su aplicación.



2ª Jornadas Nacionales "THINK TANK" de NANOTECNOLOGÍA SNT^3 2005

Durante los días 20 y 21 del pasado mes de junio, tuvieron lugar en Barcelona las jornadas denominadas "Spain Nanotechnology Think Tank 2005" (SNT^3 2005). Dicho encuentro estuvo fomentado por los Parques Científicos de Madrid y Barcelona y la FECYT (Fundación Española de Ciencia y Tecnología). El Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica de Defensa acudió al evento en calidad de representante institucional.

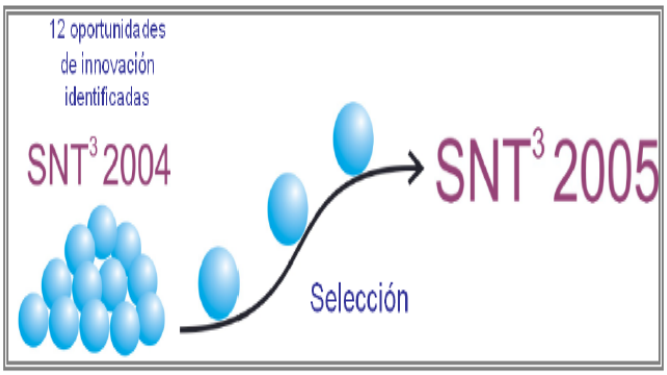
Estas jornadas pretenden convertirse en un foro permanente y continuo de trabajo y colaboración entre investigadores, empresas e instituciones, cuyo objetivo principal sea el fomento del desarrollo de la nanotecnología mediante su aplicación industrial. Para conseguir dichos objetivos, el "Think-Tank" seguirá reuniéndose de forma periódica. Los resultados y conclusiones de todas las reuniones se harán públicos paulatinamente a través del portal www.snt3.net.

Sesiones plenarias aparte, los trabajos de las jornadas se desarrollaron en mesas de trabajo especializadas en cinco grandes áreas temáticas: **Aeroespacial y Defensa**, Biomedicina y Farmacología, Industria Energética y Medio Ambiente, Electrónica, y Agroalimentación. Cada grupo estuvo dirigido por un coordinador previamente elegido por los organizadores. En la mesa "Aeroespacial y Defensa" el Ministerio de Defensa estuvo representado por D. Héctor Guerrero (INTA). Las conclusiones de cada uno de los grupos se presentaron en la clausura de las jornadas, resumiéndose en este artículo las expuestas por el coordinador de la mesa "Aeroespacial y Defensa".

En la mesa "Aeroespacial y Defensa" de la edición anterior del "Spain Nanotechnology Think Tank" (SNT^3 2004) se identificaron doce oportunidades genéricas de innovación donde la nanotecnología podría aportar soluciones innovadoras y competitivas a necesidades dentro del sector. Estos 12 temas identificados en su momento eran:

- Materiales estructurales metálicos.
- Sensores CBRE.
- Materiales compuestos estructurales.
- Sensores para navegación inercial.
- Sensores magnéticos de detección de presencia.
- Materiales de protección frente al desgaste mecánico.
- Tejidos de protección individual (miméticos, blindajes flexibles).
- Tejidos y recubrimientos para minimización de firmas (IR, UV, RCS, RAM, acústicas,...)
- Materiales y recubrimientos avanzados frente a la corrosión.
- Gestión térmica de estructuras.
- Tecnologías de detección de minas y explosivos.
- Sistemas electrónicos/fotónicos avanzados.

Para esta segunda reunión, y para la mesa "Aeroespacial y Defensa", de entre estos doce temas fueron seleccionadas tres oportunidades a priori. El criterio de selección seguido se basó en el análisis de las posibilidades de explotación que planteaban, potencialidad técnico-económica, posicionamiento nacional, estimación de costes del desarrollo de nuestro tejido industrial, etc. Los tres temas seleccionados fueron: Materiales de mínima firma, Sensores CBRE y Vestimentas.



CF. Héctor Guerrero, INTA.

Una vez identificada la agenda de temas a tratar, los trabajos comenzaron con un análisis de cada una de las tres áreas desde un punto de vista DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas, Oportunidades) de la situación nacional. El objetivo último impuesto por los organizadores es determinar un plan estratégico nacional de I+D en torno a cada tema elegido.

La consecuencia más destacable del análisis DAFO resumido anteriormente fue la creación de tres Grupos de Trabajo para cada una de las oportunidades consideradas. Éstos están dirigidos por una entidad tractora y aglutinan los diferentes actores del SNT^3, así como aquellos que quieran adherirse. Para cada uno de los temas, las entidades tractoras son: INDRA (sensores CBRE), INDUYCO (vestimentas) e INTA/EADS-CASA (materiales de firma mínima). Su fin último es el de aunar y coordinar esfuerzos para afrontar con éxito el desarrollo de estas tres oportunidades para la nanotecnología y conseguir que cristalicen en proposiciones concretas de innovación.

Finalmente, se tiene previsto que los trabajos del SNT^3 para la mesa "Aeroespacial y Defensa", se retomen a principios de octubre en una reunión plenaria que el INTA organizará en sus instalaciones. Dicha reunión marcará el punto de partida para las actividades de los Grupos de Trabajo reseñados.

5º SEMINARIO NBQR: "Nuevas Amenazas, Necesidades y Nuevas Tecnologías"

El seminario, organizado por la Dirección General de Armamento francesa (DGA) y el grupo empresarial Synodys, se celebró el pasado mes de mayo, con el objetivo de compartir experiencias en la lucha contra la amenaza NBQ, así como la descripción de nuevas amenazas, necesidades y tecnologías en el área. Por parte española, asistió personal de los Cuarteles Generales (ET y Armada), de la Escuela Militar NBQ y del Observatorio NBQ.

El seminario incluyó presentaciones, demostraciones "en vivo" de la actuación de personal militar y protección civil franceses en diferentes situaciones NBQ y la exhibición de las últimas novedades del Grupo Synodys en detección y protección NBQ. Las presentaciones se centraron en 5 áreas: consideración de la amenaza NBQR, tecnologías y necesidades para la detección, protección individual y colectiva, y descontaminación.

Como consideración genérica señalar la creciente dualidad tecnológica entre el mundo civil y militar, consecuencia directa del protagonismo asignado a la defensa civil en la lucha contra el terrorismo NBQ. También hay que subrayar el incremento de la capacidad de la industria francesa en esta área, fruto de la estrecha colaboración entre la industria y los organismos de investigación oficiales y gubernamentales y la participación en grupos de investigación internacionales (OTAN y GAEO).

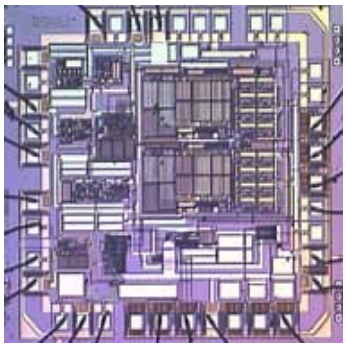
En *detección*, los esfuerzos franceses se centran en mejorar la detección, buscando capacidad para detectar compuestos tóxicos industriales (TICs) o materiales tóxicos industriales (TIMs). Sin embargo, el mayor empuje se ha realizado en el campo nuclear, con desarrollos y adquisiciones de material para incrementar la seguridad nuclear y radiológica, y las medidas de protección.

En el área de *protección individual,* se mantiene la búsqueda del equilibrio entre confort y protección NBQ, centrándose en nuevos materiales permeables al vapor de agua e impermeables a los agresivos. En *protección colectiva*, dentro del ámbito militar, se buscan sistemas de protección para vehículos y aviones militares y el desarrollo de sistemas de despliegue rápido para puestos de mando y control. Destacan los nuevos estudios y desarrollos orientados a protección civil, que trasladan a esta área soluciones del ámbito militar. Por último, las nuevas soluciones en descontami*nación* buscan sistemas para la descontaminación de equipos sensibles y la definición de nuevas rutas para la descontaminación de TIMs.

Proyectos finalizados: SPARTE

Entre los proyectos de cooperación internacional enmarcados en la CEPA 2 (Microelectrónica) del EUCLID finalizados recientemente, se encuentra el proyecto RTP 2.34 SPARTE (**S**imulation based **P**erformance **A**ssessment & **R**ating regarding Thermal & **E**lectrical effects). El proyecto fue financiado parcialmente por el Ministerio de Defensa y en él que participaron un total de cinco socios europeos. En el ámbito nacional contó con la participación del Centro Nacional de Microelectrónica (CNM) perteneciente al CSIC y la empresa SENER Ingeniería y Sistemas.

La integración de componentes comerciales (COTS) en equipos electrónicos de uso militar es una práctica habitual que permite reducir costes y facilita el mantenimiento. Sin embargo, y en función de la aplicación, es necesario un proceso adaptado de verificación que permita definir los límites de trabajo y fiabilidad de dichos componentes en equipos de uso militar, aspecto en el que se centró SPARTE.



Así, el objetivo del programa fue definir e implementar métodos y herramientas para la evaluación de la viabilidad de los COTS, en aplicaciones militares con condiciones de trabajo reales, centrándose en la evaluación y simulación de las especificaciones e indicadores de operatividad, en función de los efectos térmicos y eléctricos.

El desarrollo de la simulación se fundamentó sobre una metodología basada en el acoplamiento electro-térmico, que permitiese evaluar el funcionamiento de los COTS partiendo del comportamiento térmico para unas condiciones de funcionamiento dadas, y la función de trabajo de las condiciones de funcionamiento térmicas.

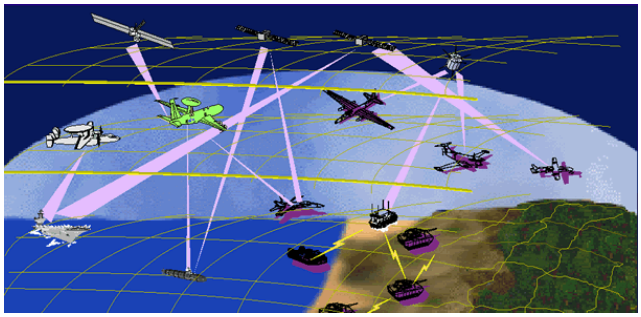
La metodología SPARTE se aplicó en varios demostradores de diversas empresas, con diferentes funciones y con diferentes niveles de complejidad/integración (analógico/digital/híbrido) y diferentes niveles de potencia, desde los 50mW de una memoria Flash a varios W para un ICAD Light. Además de la obtención del simulador, y aunque se presentaron ciertas dificultades, el modelo también se usó para el estudio de diversos comportamientos como el efecto de la delaminación sobre efectos electro-térmicos del dispositivo, o el efecto del acoplamiento electro-térmico sobre las tensiones termo-mecánicas del mismo.

- Para más información contactar con Germán Vergara, gvergarao@oc.mde.es -

Banco de pruebas C2

La información, y sobre todo la información útil, se ha convertido en un elemento clave para el éxito de las operaciones militares. Son muchas las iniciativas en curso que buscan ofrecer a las fuerzas aquella información necesaria en cada momento. Términos como *Network Enabled Capability* (NEC), *Network Centric Warfare* (NCW) o *Network Based Defense* (NBD) se utilizan para definir conceptos similares orientados a un mismo objetivo: disponer de un entorno de intercambio de información único para todas las fuerzas.

NEC supone integrar los distintos sistemas (de mando, de armas, logísticos, de gestión, etc.) y a todos los niveles (estratégico, operacional y táctico) en una única red virtual de intercambio de información, en la que los participantes, con las credenciales oportunas, puedan disponer en cada momento de la información más relevante para el cumplimiento de sus misiones.



Es en este contexto y dentro del Laboratorio de Mando y Control (C2) del Polígono de Experiencias de Carabanchel de la SDGTECEN, donde se enmarca el proyecto Banco de Pruebas C2 (BPC2). Así, el principal objetivo del proyecto es estudiar e identificar un marco tecnológico de referencia que sirva de base para el desarrollo de nuevos sistemas y la adaptación de los ya existentes en un entorno global de intercambio de información[1]. Hablamos de una arquitectura orientada a servicios, en particular servicios web, en la que los sistemas, utilizando mecanismos y tecnologías estándar, puedan, utilizando terminología NEC, *publicar* y *subscribirse* a aquella información que consideren oportuna.

Los primeros trabajos desarrollados dentro del proyecto BPC2 han sido demostradores de distintos servicios: mensajería, mediación, comunicaciones, almacenamiento, gestión de unidades y objetivos, etc. En un futuro se desarrollarán nuevos servicios como publicación y suscripción de información y gestión de peticiones de fuego.

Otro de los desarrollos más significativos del proyecto es un demostrador en el que diversos sistemas ya existentes hacen uso de los servicios del entorno con el fin de intercambiar información. En particular, el demostrador incluye un prototipo del Sistema de Mando y Control para Infantería (COMFUT), un módulo de gestión C2 y el prototipo del Sistema de Artillería de Campaña (PCGACA). El aspecto fundamental de la demostración reside en la elevada heterogeneidad de los sistemas seleccionados, ya que se trata de sistemas desarrollados por diferentes empresas con diferentes tecnologías y arquitecturas y que inicialmente no han sido diseñados para operar en un entorno global. La demostración pone de manifiesto la compatibilidad de los sistemas heredados con el nuevo entorno y una considerable mejora de la interoperabilidad.

Incidiendo en los detalles del demostrador, mencionar que el intercambio de información con PCGACA se realiza a través de un módulo de mensajería ASCA, mientras que la interoperabilidad con COMFUT y con el módulo de gestión C2 hace uso de los mecanismos internos que incorporan estos sistemas. Adicionalmente, toda la información manejada dentro del entorno se almacena en una base de datos basada en el modelo de datos MDC2ET (Modelo de Datos para Mando y Control de Ejército de Tierra) con lo pueden realizarse consultas a posteriori.

Los trabajos en curso se centran en el desarrollo de una interfaz que facilite el intercambio de información sobre determinadas entidades a través de las herramientas de interoperabilidad del COE (Common Operacional Environment) de ET. La interfaz permitirá explorar la integración en un entorno orientado a servicios de aquellos sistemas heredados que hagan uso de dicho COE para interoperar (SIMACET, GESTA, PCGACA, etc.)

En conclusión, el Banco de Pruebas C2 pretende servir de base de conocimiento para el desarrollo de un conjunto complejo de servicios que, en función de las capacidades requeridas, podrán ser utilizados en la construcción de nuevos sistemas. En caso de funcionalidades no cubiertas por los servicios existentes será necesario desarrollar el servicio correspondiente, siempre siguiendo las pautas establecidas para que estos servicios puedan ser utilizados por futuros sistemas.

Para más información: jdgongal@oc.mde.es

¿QUIERE COLABORAR EN EL BOLETÍN?

Envíe sus sugerencias al **Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica** y contactaremos con usted. Puede proponer temas que considere de interés o sobre los que le gustaría ampliar conocimientos, colaborar preparando artículos en temas de su experiencia,...

Contacto: CN Ingº Manuel Berná
Tlf. 913954654 mberna@oc.mde.es

[1] Para más información sobre este laboratorio, consultar el artículo "Network Enabled Capability" del Boletín Nº 3.

Tecnologías Disruptivas: COMPUTACIÓN AVANZADA

El cuarto seminario temático del grupo de trabajo de la LOI (Letter of Intentions) dedicado a Tecnologías Disruptivas estuvo centrado en la identificación de diferentes tecnologías en el área de la computación y análisis del impacto potencial de estas tecnologías en la defensa, y si este impacto es disruptivo. Este seminario, desarrollado en las instalaciones del FOI en Estocolmo, contó con la participación de los seis países miembros de la LOI.

Las jornadas se distribuyeron en exposiciones sobre diferentes políticas gubernamentales relativas a estrategias sobre computación avanzada y tecnologías emergentes en este campo que son susceptibles de generar disrupción.

Así, los representantes suecos expusieron el Programa *HPCMPO*, de colaboración entre el *FOI* y el Ministerio de Defensa estadounidense, para el desarrollo de infraestructuras para computación avanzada en defensa. A raíz de la presentación por parte de IBM del ordenador más potente en la actualidad (*Deep Blue*), se originó un interés entre los participantes por evaluar el efecto en la industria europea de la brecha tecnológica entre Estados Unidos y Europa en computación avanzada. Se indicó que, si bien esta brecha existe y presenta una tendencia a incrementarse en lo relativo a hardware, Europa tiene una oportunidad de minimizar el impacto de la brecha si llega a liderar la producción de software específico para las nuevas tecnologías computacionales.

Con respecto a las tecnologías emergentes, el *DSTL* británico realizó presentaciones en el campo de la seguridad de la información y en el de las tecnologías de la llamada "W*eb Semántica*". Esta tecnología fue cuestionada, ya que a pesar de ser una tecnología muy emergente, adolece de importantes problemas funcionales en su núcleo teórico. España presentó el estado del arte en las tecnologías de computación y criptografía cuántica, con un análisis del carácter disruptivo de estas tecnologías. Finalmente, Francia presentó las nuevas posibilidades que las nuevas tecnologías computacionales ofrecen para la implementación de métodos numéricos para el análisis y simulación numérica de modelos físicos.

Si bien algunas de estas tecnologías pueden llegar a ser disruptivas, como es el caso de la computación cuántica, el análisis se centró en concluir que, independientemente de su posible carácter disruptivo, el conjunto de las tecnologías computacionales resultan imprescindibles para la disrupción y emergencia de otras tecnologías.

ENLACES DE INTERÉS

Asociación Española de Nuevas Tecnologías

Portal de la citada asociación empresarial, cuyas actividades se centran en promover la creación de tecnología española competitiva. En esta página se puede encontrar un atractivo boletín tecnológico centrado en productos y servicios.

http://www.aentec.net/

www.pilasde.combustible

Sitio Web relacionado con el hidrógeno y las pilas de combustible, donde se puede encontrar información sobre cursos y otros eventos, así como interesantes enlaces relacionados con el tema.

http://pilasde.com/

EMRSDTC Electro Magnetic Remote Sensing Defence Technology Centre

Los DTC son una iniciativa del MoD del Reino Unido para el fomento de la I+T industrial y académica en áreas específicas de interés. Esta Web recoge las actividades del DTC de "Sensores Electromagnéticos".

http://www.emrsdtc.com/

EL UAV DE COMBATE

El desarrollo tecnológico experimentado en los últimos años, especialmente en comunicaciones y microprocesadores, ha permitido que se esté avanzando rápidamente en cubrir una necesidad, como son los vehículos no tripulados, existente desde hace décadas. Este tipo de vehículos ha evolucionado desde su utilización como blancos aéreos hasta los sistemas de vigilancia, reconocimiento o incluso de combate existentes en la actualidad.

Los tipos de misión en los que los sistemas no tripulados son más valiosos se clasifican en 3 grupos, llamados las 3 D's: "*Dull, Dangeorus and Dirty*", que corresponden a misiones "Tediosas" (misiones de vigilancia de larga duración), "Peligrosas" (misiones de combate) o "Sucias" (misiones en ambientes contaminados NBQ). Y de estos 3 tipos de misiones son las de combate en las que la vida de los pilotos corren más peligro y por tanto, en las que los vehículos no tripulados (UAVs) cobran su mayor sentido. Este tipo de misiones necesitan vehículos con características especiales, por lo que a estos UAVs se les denomina UCAVs (Unmanned **Combat** Aerial Vehicles).

Boeing X-45 A (Fuente: DARPA)

Debido a la importancia que tendrán los UCAVs en los conflictos bélicos de las próximas décadas, así como a la ventaja competitiva que supondría dominar esta tecnología, actualmente hay numerosos programas internacionales encaminados a conseguir a medio plazo UCAVs fiables que puedan reemplazar o acompañar a los aviones tripulados en misiones en las que la vida de los tripulantes pudiese correr serio peligro. Los detalles de los principales programas UCAV actuales pueden verse en el cuadro de la página siguiente.

Además de la capacidad de llevar armamento, las características principales que diferencian a un UCAV de un UAV de reconocimiento son:

- mayor velocidad y maniobrabilidad,
- baja firma radar e IR,
- inteligencia artificial más desarrollada (capaz de detectar y evitar obstáculos y amenazas, detectar automáticamente objetivos, replanificar trayectorias, coordinar su vuelo con el de otros UCAVs o aviones tripulados,...).

La tendencia es que los UCAVs tengan las mismas características y capacidades que los actuales aviones tripulados de combate. Así, han surgido inicativas como la europea Neuron o las norteamericanas X-47A de Northrop Grumman o X-45 de Boeing (que pertenecen al programa J-UCAS Joint Unmanned Combat Air System del Ministerio de Defensa estadounidense). Este último programa, el X-45, puede considerarse el programa de un sistema específico UCAV de estado más avanzado, habiendo completado ya varios años de pruebas, incluido lanzamiento de proyectiles y vuelo conjunto de aviones no-tripulados y tripulados. Sin embargo, el desarrollo de la tecnología todavía está lejos de conseguir una inteligencia artificial capaz de tomar decisiones, como replanificación de la trayectoria en función de obstáculos o amenazas de forma autónoma.

Hace varios años nació una alternativa a los UCAVs que consiste en dotar de armamento a los UAVs de vigilancia y reconocimiento, debido a que estos UCAVs están aún lejos de estar disponibles y operativos, y por la ya explicada necesidad inmediata de conseguir sistemas de combate no tripulados. Así nace el MQ-1, versión armada del RQ-1 Predator de General Atomics, que ha sido largamente probado y está operativo desde 1995 (guerra de Bosnia, donde realizaron más de 600 misiones). La Fuerza Aérea norteamericana cuenta con más de 100 sistemas de este tipo y han sido utilizados en multitud de operaciones en Afganistán e Irak. Aunque su versión armada (el MQ-1) alcanzó la capacidad de operar en febrero de 2005, realiza misiones puntuales desde 2002. Otra versión del Predator es el Predator B o MQ-9 Hunter/Killer, con un motor más potente, que permite más capacidad de armamento y posibilidad de ser controlado desde satélite. Por lo tanto, aunque todavía habrá que esperar para que el equivalente no tripulado de los actuales aviones de combate esté operativo, los UCAVs son ya una realidad y tienen una amplia presencia en zonas conflictivas como Irak o Afganistán.

Armed MQ-1 Predator. General Atomics
(Fuente: General Atomics)

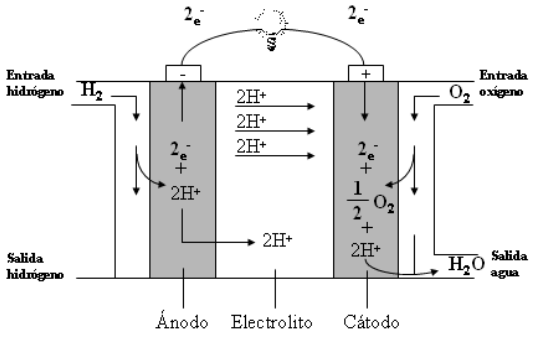
		Contratista Principal	Países	Longitud (m)	Envergadura (m)	Peso Máximo (kg)	Carga de Pago (kg)	Peso en vacío (kg)	Altitud (m)	Velocidad	Permanencia (horas)	Radio de Acción (km)	Motor	Estado
EUROPA	Neuron	Dassault Aviation	Francia, España, Suecia, Italia, Grecia y Suiza	9,5	10	5500	2x250	4000	10000	Crucero 220 km/h Máxima MACH 0,7	1,5	100	RRTM ADOUR	Demostrador 1er vuelo previsto 2008
	SHARC	SAAB	Suecia	2,5	2,1	50	—	50	14000	320 km/h	—	—	AMT Olympus	Demostrador 1er Vuelo: 2002 Operativo 2009
	FLUR	SAAB	Suecia	2,2	2,4	—	—	55	—	350 km/h	0,3	—	AMT Olympus	Demostrador. Primer vuelo previsto 2005
	Sky-X	Alenia	Italia	5,74	6	1000	300	550	10000	Crucero MACH 0,60 Máxima MACH 0,74	—	100	Turbojet	Demostrador. 1er vuelo previsto 2005
	Taifun	Rheinmetall Defense Electronics	Alemania	2,08	2,26	160	25	—	4000	250 km/h	4	200	Gottlieb-Hirth 42 hp	Demostrador. 1er vuelo: 2002
EEUU	X-45A	Boeing	EEUU	8,03	10,31	6350	680	3600	11000	Crucero MACH 0,80	1,5	—	Honeywell F124 GA-100	Demostrador 1er vuelo: 2002 Operativo 2008
	X-45C	Boeing	EEUU	11,9	14,94	16570	2040	7500	13000	Crucero MACH 0,80	2	2000	General Electric F404 turbojet	Demostrador. 1er vuelo previsto 2007
	X-47A Pegasus	Northrop Grumman	EEUU	9,21	9,17	2500	450	1750	11000	290 km/h	12	2800	Pratt & Whitney JT15D-5C turbojet	Demostrador. 1er vuelo: 2003
	X-47B	Northrop Grumman	EEUU	11,7	18,9	19000	2000	> 8500	13000	Crucero MACH 0,80	12	1800	Pratt & Whitney F100 turbojet	Demostrador 1er vuelo previsto 2007
	MQ-1B Predator	General Atomics	EEUU	8,13	14,85	1000	200	510	7500	Crucero 135 km/h Máxima 217 km/h	24	740	Rotax 914 4-cylinder 101 HP	Operativo 2001
	MQ-9A Predator B	General Atomics	EEUU	11,03	19,51	4500	Interna: 360 Externa: 1400	1380	14500	Crucero 130 km/h Máxima 416 km/h	30	4200	Honeywell turboprop TPE 331-10T	Prototipo. Realizaciones desde 2005

Introducción a las PILAS DE COMBUSTIBLE

La crisis del petróleo, la lucha contra la contaminación atmosférica, la creciente demanda mundial de energía y la necesidad de satisfacer dicha demanda de forma segura hacen que el modelo energético mundial, basado en los combustibles fósiles, esté abocado al cambio. Es necesario un sistema de energía sostenible, limpio y seguro que nos libere de la dependencia del petróleo. En este contexto, el hidrógeno, vector energético limpio que se puede producir a partir de cualquier fuente de energía primaria (renovables, por ejemplo) y las pilas de combustible, dispositivos muy eficientes de conversión de energía, aparecen como dos de las tecnologías estratégicas más prometedoras para alcanzar estos objetivos.

Las pilas de combustible son dispositivos electro-químicos que convierten la energía de un combustible (generalmente hidrógeno) y un comburente (generalmente oxígeno o aire) directamente en electricidad. A diferencia de la pila eléctrica o batería, una pila de combustible no se acaba ni necesita ser recargada; funciona mientras se mantenga el suministro externo de combustible y oxidante.

Una pila se compone de dos electrodos, uno positivo (cátodo) y otro negativo (ánodo), donde tienen lugar las reacciones que producen la electricidad. Entre ambos electrodos existe un electrolito que transporta las partículas cargadas eléctricamente de un electrodo a otro y un catalizador que acelera las reacciones en los electrodos.



Aunque hay distintos tipos de pila y cada uno de ellos tiene sus particularidades, en términos generales el principio de funcionamiento de todas ellas es el mismo (inverso al de la electrolisis). La reacción química básica que tiene lugar es la siguiente:

$$H_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O + Calor + Electricidad$$

Los átomos de hidrógeno entran en la pila por el ánodo donde se separan de sus electrones como resultado de una reacción química. El hidrógeno queda así cargado positivamente mientras que los electrones circulan a través de un circuito generando la corriente eléctrica. El oxígeno entra en la pila por el cátodo, toma los electrones que vuelven del circuito eléctrico y se combina con los iones de hidrógeno para formar agua, que se desaloja de la pila.

Las ventajas de estos dispositivos, que hacen de ellos una de las tecnologías más versátiles y prometedoras del panorama actual, son las siguientes:

- Tienen una eficiencia muy elevada que no depende de su tamaño.
- Carecen de partes móviles, lo cual implica funcionamiento silencioso, resistencia al desgaste, mantenimiento reducido, robustez y fiabilidad.
- Son modulares y escalables (rango de funcionamiento desde W a MW).
- Son una fuente de energía limpia, con emisiones de gases de efecto invernadero prácticamente nulas.
- Pueden suministrar calor y electricidad a partir de diversos combustibles.
- Su combustible fundamental, el hidrógeno, es el elemento más abundante del universo.

A pesar de todas estas ventajas, aún presentan ciertos inconvenientes, a saber:

- Su coste es excesivamente elevado, tanto en materiales como en procesos de fabricación.
- Aún hay aspectos técnicos que hay que solucionar, por ejemplo relativos a la corrosión y a la fiabilidad de algunos componentes.
- La tecnología de la pila de combustible está íntimamente ligada al desarrollo de una economía basada en el hidrógeno. Se necesita una infraestructura para la producción y la accesibilidad del hidrógeno que, de momento, no existe.
- Aunque la pila en sí no produce emisiones, los procesos de obtención de hidrógeno sí que producen CO_2 en la mayoría de los casos.
- Se cree que la utilización masiva de hidrógeno podría acelerar la destrucción de la capa de ozono en un 10%.

La investigación acerca de pilas de combustible se vio impulsada por el desarrollo de la industria espacial en los años 60. Desde entonces y hasta el día de hoy el reto de construir pilas eficientes, fiables y con costes de fabricación competitivos ha llevado a desarrollar hasta 6 tipos distintos de pila.

Las pilas se clasifican según el electrolito utilizado, que condiciona el resto de características: los materiales y la estructura de los electrodos, la temperatura de trabajo, los catalizadores, el tipo de combustible, etc. Cada tipo de pila tiene ventajas e inconvenientes y ninguna es, por el momento, lo suficientemente competitiva en coste y eficiencia

como para reemplazar a gran escala a las formas de generación de energía tradicionales.

Los tipos de pila desarrollados actualmente son los siguientes:

- Grupo de baja temperatura:
  - PEM – Proton Exchange Membrane Membrana Polimérica
  - DMFC – Direct Methanol Fuel Cell Conversión Directa de Metanol
  - AFC – Alkaline Fuel Cell Alcalina
  - PAFC – Phosphoric Acid Fuel Cell Ácido Fosfórico
- Grupo de alta temperatura (superior a 600ºC):
  - MCFC – Molten Carbonate Fuel Cell Carbonatos Fundidos
  - SOFC – Solid Oxide Fuel Cell Óxido Sólido

La mayoría de las pilas (excepto las DMFC) funcionan con hidrógeno, que se extrae de combustibles como los fósiles (gas natural, diesel, gasolina), etanol, metanol, biomasa.... Las pilas MCFC y SOFC, debido a las altas temperaturas de funcionamiento, obtienen el hidrógeno por un proceso de conversión interna de dichos combustibles, mientras que el resto de pilas necesitan un reformador externo que extraiga el hidrógeno de los mismos antes de introducirlo en la pila. Estos reformadores constituyen actualmente una de las líneas de investigación más importantes en torno a las pilas de combustible.

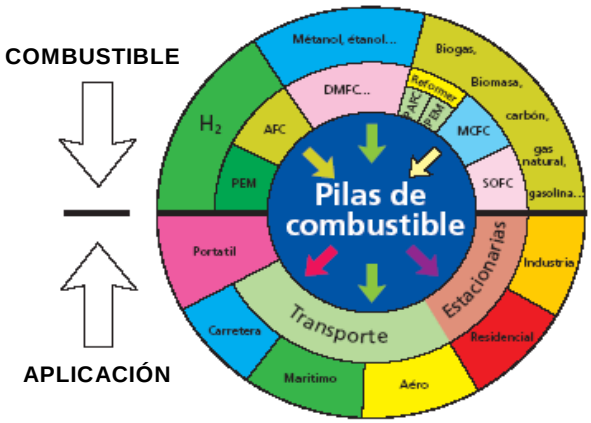
Dado su carácter modular y escalable, las pilas de combustible son aptas para aplicaciones muy dispares, desde dispositivos portátiles tales como teléfonos móviles y ordenadores portátiles, que utilizarán pilas muy pequeñas, pasando por aplicaciones móviles como vehículos de todo tipo (coches, autobuses, buques), hasta los generadores de calor y energía en aplicaciones estacionarias (la cogeneración utiliza el calor producido en la pila con turbinas de vapor y puede elevar su eficiencia de un 25% a un 45%).

Tipo pila	PEM	DMFC	AFC	PAFC	MCFC	SOFC
Rango de potencia	mW a MW	mW a MW	W a kW	kW a MW	kW a MW	kW a MW
Tª de trabajo (ºC)	80 a 100	50 a 100	60 a 200	150 a 200	600 a 650	1000
Eficiencia	70 a 80%	40%	70%	40% 85% (1)	60% 85% (1)	50% 85% (1)
Aplicaciones	Transporte / Instalaciones estacionarias (viviendas) / Dispositivos portátiles	Dispositivos portátiles / Aplicaciones tamaño medio	Industria espacial	Instalaciones estacionarias (viviendas) / Generación de energía a gran escala	Generación de energía a gran escala	Generación de energía a gran escala / APU's

(1)– Con cogeneración

Por otra parte, las pilas de combustible constituyen un claro ejemplo de tecnología dual, ya que no sólo tienen aplicación civil, sino que poseen un gran potencial en defensa, pudiendo aportar grandes beneficios a nivel logístico y funcional. Muchas de sus características, como su baja firma térmica y acústica, la elevada eficiencia de combustible o su alta densidad energética, las hacen atractivas para numerosas aplicaciones militares, entre las que destacan:

- Sistemas de alimentación portátiles para el combatiente.
- Sistemas auxiliares generadores de potencia (APU) para carros de combate.
- Sistemas de propulsión anaerobios (AIP) para submarinos.
- Propulsión de sistemas no tripulados (aéreos y submarinos).
- Propulsión híbrida de vehículos (largo plazo).



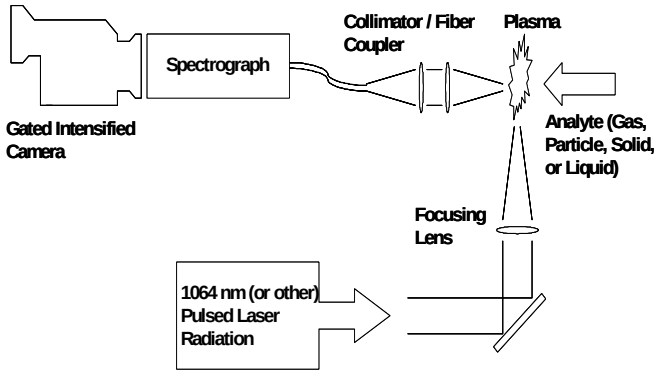
Actualmente el liderazgo en hidrógeno y pila de combustible tanto a nivel civil como militar, lo tiene Estados Unidos. En la Unión Europea destacan Alemania e Inglaterra, pero es necesaria una planificación estratégica y redoblar los esfuerzos e inversiones en investigación y desarrollo en todos los estados miembros. En este sentido, los países de la LoI, de los que España forma parte, han seleccionado las "Pilas de Combustible" como una de las 4 tecnologías más prometedoras en las que identificar intereses y líneas de actuación comunes. Esta iniciativa pretende dar impulso a la industria europea de defensa y permitir que sea competitiva en tecnologías con potencial de futuro.

Las múltiples aplicaciones de estas tecnologías en defensa pueden brindar una oportunidad excelente para el desarrollo y la comprobación de las mismas, sirviendo de puente para su comercialización en otros ámbitos. Pero a pesar de su carácter dual, también hay que tener en cuenta que trabajar en el entorno militar presenta retos adicionales, como condiciones operativas más duras, trabajo en presencia de agentes químicos, etc.

En conclusión, el hidrógeno y las pilas de combustible son tecnologías enormemente prometedoras, cuya industria está solamente en sus inicios, pero que con el respaldo necesario podrían llegar a convertirse en la solución energética del siglo XXI.

LIBS: el láser aplicado al análisis de materiales a distancia

LIBS (Laser Induced Breakdown Spectroscopy) es una técnica para el análisis de materiales, basada en la utilización de un láser pulsado que incide sobre una muestra generando un plasma. Con el enfriamiento del plasma, el material bajo análisis emite una radiación óptica de longitud de onda característica. El sistema recoge la luz emitida por el plasma y, tras procesar la señal, obtiene un espectro característico o "huella dactilar" que permite identificar de forma unívoca el material, por comparación con los espectros almacenados en una librería de firmas espectrales.



Esquema de un sistema LIBs.

De forma esquemática, un sistema LIBS estará formado por:

- Láser pulsado, para la generación de uno o dos pulsos de muy corta duración (10ns o menos) con una energía mínima de 20mJ por pulso.
- Sistema óptico para el guiado y enfoque del haz láser.
- Sistema óptico para capturar la radiación emitida por el plasma.
- Espectrógrafo y detector para el análisis del espectro del plasma y que permite la identificación y cuantificación de los elementos que componen el material.

El origen del LIBS se remonta a los años 60, en el entorno de la industria metalúrgica, donde nace como una técnica de análisis de calidad de materiales. Sin embargo, es el desarrollo de equipamiento óptico compacto y de altas prestaciones, en especial de láseres Nd:YAG con potencias de pulso de milijulios y espectrómetros de gran ancho de banda y alta resolución, lo que contribuye a su relanzamiento en los primeros años de esta década como una posibilidad viable de análisis a distancia para su utilización en entornos hostiles.

LIBS forma parte del conjunto de técnicas de análisis de materiales basadas en emisión atómica, pero son varias las características que la convierten en una opción sin precedentes en muchas aplicaciones:

- Opera en "tiempo real" y no requiere la preparación de muestras o el uso de reactivos.
- Proporciona de forma inherente una alta sensibilidad (nanogramos).
- El tamaño del sistema puede ser muy reducido, incluso transportable por una persona.
- Puede ser utilizado en configuraciones de medida en contacto directo o a distancia, con distancias de decenas de metros, que podrán llegar al centenar en un futuro próximo.
- Debido al reciente desarrollo de espectrómetros con sensibilidad desde los 200 nm a los 980 nm, rango donde todos los elementos químicos presentan emisión de energía, y con resoluciones de 0,1 nm, es posible identificar todos los elementos químicos existentes, y por lo tanto determinar la composición de cualquier material.
- Todos los componentes del sistema están disponibles actualmente en el mercado, presentan madurez tecnológica y son asequibles económicamente.

Las características de funcionamiento a distancia y rapidez en la obtención de resultados hacen la técnica LIBS especialmente atractiva para el análisis de muestras peligrosas que puedan suponer un riesgo para el operador, y es en esta línea donde se identifican las posibles aplicaciones al área de Defensa y Seguridad: detección de explosivos, detección de agentes de guerra química, biológica o radiológica, detección de minas, presencia de contaminantes en instalaciones y estructuras,…

Sistema LIBS transportable para análisis de materiales a distancia construido en la Universidad de Málaga.

Sin embargo, aún queda camino por recorrer hasta que las aplicaciones de LIBS en el área de Defensa sean una realidad. En particular, es el área de detección de explosivos la que está generando una mayor expectación y donde se están centrando los esfuerzos de investigación. Si bien, la técnica LIBS puede considerarse madura para su utilización a corta distancia, y ya empiezan

a presentarse prototipos de mano para detección de minas o explosivos, el Tele LIBS o LIBS a distancia aplicado a la detección de explosivos, está empezando a dar sus primeros pasos. Así, el grupo de investigadores españoles, pertenecientes al Departamento de Química Analítica de la Universidad de Málaga, ha conseguido extender el rango de medida hasta varias decenas de metros y realizar demostraciones experimentales de detección de explosivos fuera de condiciones de laboratorio, convirtiéndose en un referente mundial.

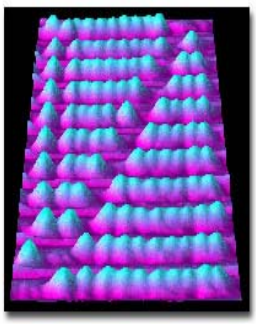
En esta mencionada aplicación de la técnica LIBS, las pruebas y estudios en curso se orientan a determinar experimentalmente las condiciones de detección que pueden alcanzarse (distancia, sensibilidad, prestaciones, etc.) con vistas a un posible desarrollo industrial de productos y soluciones basados en dicha tecnología. De esta manera, el grupo de la Universidad de Málaga ha participado con un prototipo de sistema Tele LIBS en una serie de pruebas realizadas en colaboración con el ARL (Army Research Laboratory) de los EE.UU. y con el Laboratorio Químico Central de Armamento (LQCA), del Ministerio de Defensa español.

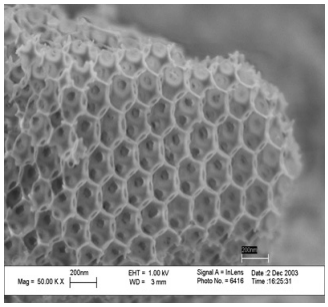
Todavía es pronto para afirmar que la técnica LIBS es una solución viable para la detección a distancia de explosivos, aunque sí puede considerarse como una línea prometedora que debe ser estudiada en profundidad. En particular, los principales desafíos a superar en esta área son los asociados a la utilización de un láser de alta potencia y la generación de una librería de firmas que recoja la gran variedad de combinaciones asociadas a los distintos tipos de explosivos.

- Este artículo ha sido elaborado por el Dr. José Javier Laserna, Catedrático del Departamento de Química Analítica de la Universidad de Málaga. -

NANOMATERIALES

Nanoestructuras, nanoelectrónica, nanocomposites, nanopartículas, y en general Nanotecnología. Mucho es lo que se ha escrito y se menciona sobre uno de los temas científicos de más actualidad, más complejo y, curiosamente, más cercano al gran público. La Nanotecnología es la ciencia "de moda", y el prefijo nano se emplea cada vez con mayor asiduidad en las más diversas ramas de los saberes técnicos y científicos. En concreto, la Ciencia de Materiales es una de las áreas que más esfuerzos ha concentrado para incorporar los progresos de esa nueva ciencia emergente, y una de las que más productos está desarrollando con una industrialización viable. Así, el empleo de nanomateriales o materiales nanoestructurados, o la funcionalización de nanocomposites para conseguir ciertas propiedades específicas, es hoy en día una realidad.

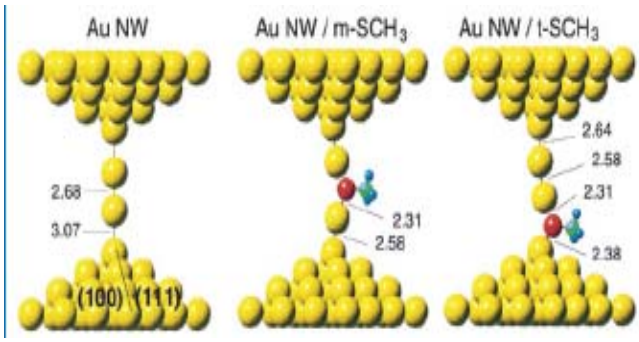




Como nanomateriales o materiales nanoestructurados, se entienden aquellos materiales (cerámicos, metálicos...) en donde al menos una de sus dimensiones se encuentra entre 1nm y 100nm (10^{-9} m), y su microestructura esta formada por granos o cristales de dimensiones nanométricas. Dichos materiales, que se pueden clasificar según el número de dimensiones que se encuentren en dicho régimen, se caracterizan por presentar unas propiedades fisicoquímicas muy diferentes de las del mismo material con dimensiones de sólido volumétrico.

El hecho de que se reduzca la dimensión de los nanogranos o nanoestructuras origina unos efectos de tamaño y de superficie realmente destacables, con una marcada influencia sobre las propiedades finales del material macroscópico. El confinamiento de electrones origina efectos de tamaño destacables en metales y semiconductores, como es la manifestación de efectos cuánticos en el material, y que pueden percibirse a través de sus propiedades magnéticas y/o de conducción eléctrica. Asimismo, el pequeño tamaño origina aumentos de energías libres superficiales respecto a los sólidos volumétricos, lo que afecta a propiedades como la temperatura de fusión o la reactividad. Esto posibilita la aparición de nuevas propiedades, al emplear estos nanomateriales como refuerzo de matrices para obtener nanocomposites.

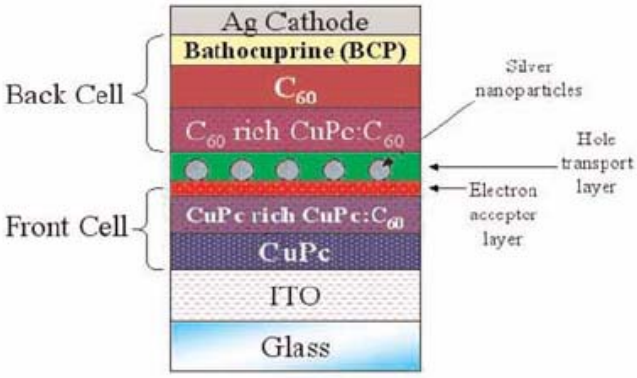
Son dos las alternativas existentes para la producción de materiales nanoestructurados. Las técnicas *top-down* siguen caminos de obtención de nanoestructuras a partir de materiales monolíticos, mediante procedimientos muy similares a los procesos de litografía, o mediante técnicas puramente mecánicas, como moliendas extremas hasta llegar a dimensiones nanométricas y tratamientos térmicos adecuados. Las técnicas *bottom-up* obtienen nanopolvos que pueden ser compactados para obtener productos con microestructura controlada, o que pueden ser empleados para dispersión o refuerzo de matrices de otros materiales y obtención de nanocomposites de propiedades modificadas. Dichas técnicas de producción pueden llevarse a cabo mediante técnicas de síntesis similares a las tradicionales, con las modificaciones adecuadas para la obtención de polvos o láminas delgadas de estructuras nanométricas.



Dentro de los procesos en fase líquida, los métodos más empleados son el sol-gel, la atomización mediante corriente de gas, la electrodeposición o los procesos sonoquímicos. Más empleados son los procesos en fase vapor, mediante técnicas ya utilizadas anteriormente para la formación de recubrimientos superficiales, como la deposición física en fase vapor (PVD) o la deposición química en fase vapor (CVD), así como el empleo de aerosoles, atomización térmica, plasma o ablación láser. Existen nuevas técnicas con un marcado interés potencial para la obtención de materiales nanoestructurados, que todavía no están suficientemente desarrolladas para su aplicación industrial, pero que se muestran prometedoras a medio plazo. Entre ellas, destacan las técnicas de autoensamblaje en que una especie supramolecular se forma a partir de sus componentes, según estructuras predefinidas, o aquellas en que se realiza el movimiento particular de átomos mediante microscopio de fuerza atómica (AFM) o microscopio de barrido por efecto túnel (STM). Mediante estas técnicas se pueden posicionar los átomos o moléculas individualmente sobre la superficie de un material, si bien la manipulación atómica se encuentra aún en las primeras fases de experimentación a escala de laboratorio.

Las peculiaridades de estas nanoestructuras abren un increíble campo de acción a estos nuevos materiales. De este modo, partiendo de los denominados nanopolvos, cuyas propiedades se ven sustancialmente modificadas debido a sus propiedades superficiales, se obtienen piezas monolíticas de mayor resistencia mecánica en materiales metálicos y de mejores propiedades mecánicas en el caso de las cerámicas tenaces. Se pueden obtener de este modo materiales con propiedades mecánicas mejoradas o incluso que presenten fenómenos poco comunes, como la superplasticidad, consecuencia de la nanoestructura y del menor número de defectos que presentan. Asimismo, todavía están por desarrollar múltiples aplicaciones del uso de nanopartículas, u otras nanoestructuras, para el refuerzo de materiales tradicionales, generalmente de matrices poliméricas, ya que no presentan tantos problemas de separación macroscópica de fases entre el refuerzo y la matriz como en los composites tradicionales.

Las características de este tipo de nanorefuerzos, posibilita la obtención de materiales extremadamente ligeros y resistentes (nanocomposites poliméricos, o nanocomposites de matriz metálica), adaptables a usos aerospaciales o incluso para prótesis biocompatibles. Las características intrínsecas de determinados refuerzos hace posible la obtención de nanocomposites poliméricos conductores de la electricidad, con aplicaciones inmediatas en campos como el de pinturas, recubrimientos conductores transparentes o recubrimientos transparentes frente a la abrasión. En la industria energética existe un prometedor futuro en el desarrollo de nanomateriales para dispositivos fotovoltaicos orgánicos, al afectar el refuerzo a las propiedades electro-ópticas de la matriz orgánica, o en hidruros nanometálicos para baterías. El empleo de nanocerámicas, fundamentalmente sus fases metaestables, para los electrolitos sólidos de las pilas de combustible, hace posible el empleo de éstas a temperaturas muy inferiores a las de las clásicas, así como un mayor número de combustibles.



En el campo de Defensa, las posibilidades que se abren al empleo de nuevos materiales basados en nanoestructuras son ingentes. Desde fibras para tejidos con aditivos retardantes de llama incorporados y con propiedades balísticas mejoradas para protección personal, hasta cerámicas nanoestructuradas mucho más tenaces y duras para blindajes o proyectiles. En el campo aeroespacial, se plantean materiales con propiedades mecánicas mejoradas y una importante disminución de peso, así como recubrimientos y materiales estructurales capaces de absorber la energía de las radiaciones electromagnéticas incidentes, fundamentalmente aplicado a materiales absorbentes de radar (RAM).

En definitiva, se trata éste de un campo con un enorme abanico de posibilidades, y sólo el tiempo nos dirá hasta donde podremos llegar en la obtención de las propiedades deseadas en los nuevos materiales. Debido al amplio espectro de aplicaciones que se encuentran, en números siguientes se analizará la actualidad de los nanomateriales, enfocada a aplicaciones concretas de máximo interés para la industria de Defensa.

DETECCIÓN DE AGRESIVOS BIOLÓGICOS. Nuevas Tendencias

Hoy en día, uno de los principales retos, que se encuentran en el área de seguridad, obedece a los cambios derivados de la amenaza de los agentes de guerra biológica. Esto se debe al aumento de la disponibilidad y sofisticación de las tecnologías relacionadas con éstos, y a un incremento del terrorismo internacional. Como consecuencia, los países han aumentado sus inversiones en I+D para el desarrollo de tecnologías de detección e identificación de agentes de guerra biológica (BWA).

La nueva generación de sistemas de detección deberá ser capaz de reducir falsas alarmas, aumentar la capacidad de discriminación y su fiabilidad, disminuir el tiempo de respuesta, costes, peso y tamaño del dispositivo. Por tanto, el futuro se orienta hacia la búsqueda de equipos con las siguientes características:

- desplegables y sostenibles a través de todo espectro de operaciones militares;
- capacidad de detección no intrusiva de agentes biológicos (screening del correo o de paquetes);
- capacidad de detectar BWA en abastecimientos de agua;
- uso de fuentes de energía más eficientes (baterías, generadores, etc.) desarrolladas o integradas en los sistemas de biodetección, para reducir el tamaño y el peso del sistema y de este modo reducir los requisitos de sostenibilidad y aumentar la utilidad de sistema;
- adquisición o mejora de características de detección e identificación (rapidez; identificación específica);
- mínima o nula preparación de las muestras, lo que supondría una respuesta más rápida;
- interconectable con los sistemas de mando y control existentes o previstos;
- portabilidad en vehículo del sistema y robustez en condiciones ambientales extremas;
- capacidad de descontaminación;
- posibilidad de incorporar nuevos agentes que sean considerados una amenaza.

Los laboratorios móviles, vehículos ligeros o sistemas para el reconocimiento NBQ de áreas de difícil acceso o de riesgo elevado, irán incorporando sistemas para detección e identificación de BWAs con estas capacidades.

En *Detección "in situ"* son tres las tecnologías de detección que últimamente se están barajando:

- **Fotometría de llama,** consiste en la transición de los electrones de un estado excitado a su estado fundamental mediante el calentamiento de la muestra a altas temperaturas. La muestra se quema con hidrógeno, obteniendo un espectro con las longitudes de onda características de cada elemento, habitualmente en el rango del visible. Su uso, como tecnología de detección biológica, se basa en el contenido de fósforo del material biológico, visible a los sensores de la fotometría de llama. La DGA ha desarrollado, junto con la empresa *Proengin*, un equipo denominado MAB, que el FOI ha probado en laboratorio y campo.
- **Fluorescencia,** aprovecha la excitación con luz de los compuestos moleculares, normalmente en la región ultravioleta del espectro. El componente excitado revierte espontáneamente a un estado desexcitado, emitiendo luz en la transición. Algunos ejemplos de equipos que incorporan esta tecnología y que actualmente están en el mercado son el sistema de biodetección y verificación en campo PRIME ALERT, desarrollado por la empresa *Gen Prime*, o el BIOHAZ™ Kit, de EAI Corporation, desarrollado para su uso en campo como sistema de alarma o primera respuesta
- **Espectroscopía de plasma por ablación láser** ó **LIBS[1],** es muy útil por su posible uso en la detección de contaminación superficial (*in situ*) y de detección a *distancia* de gases y aerosoles. Sin embargo la técnica está poco madura y los experimentos realizados hasta el momento se han centrado fundamentalmente en la discriminación de polen, esporas y bacterias. Más prometedores son los resultados obtenidos en la aplicación de esta técnica para la detección de explosivos y de agresivos químicos.

El futuro en detección *puntual* de BWAs está orientado al uso de la nanotecnología (nanotubos de carbono en los que se inmovilizan biomoléculas, como plataforma para biosensores miniaturizados) y de los láseres de cascada cuántica (QCL), que son un tipo específico de láser semiconductor de alto rendimiento.

En *Detección a distancia* las investigaciones se centran, fundamentalmente, en técnicas de fluorescencia inducida por láser (LIF) en banda UV y en

[1] Más información sobre la espectroscopia de plasma por ablación láser o LIBS en el artículo "LIBS: el láser aplicado al análisis de materiales a distancia", publicado en este número del Boletín.

tecnología LIDAR, tanto en la banda IR como en la UV, para los sistemas de detección *activos*. En detección *pasiva* los sistemas existentes se encuentran en fase de prototipo. Existe un grupo de colaboración internacional, en el marco del EUCLID, EUCLID RT13.13, en el que participan Francia, Suecia, Finlandia, Italia, Polonia y Grecia, para el estudio de viabilidad de esta tecnología en la detección de agresivos biológicos.

Un ejemplo de equipo de detección a corta distancia, que emplea la tecnología LIDAR multilongitud de onda, es el Short-Range Biological Detection System**,** SR-BSDS, desarrollado por Fibertek, Inc, con capacidad ultravioleta e infrarroja y fluorescencia inducida por láser para la detección de nubes de aerosoles biológicos a distancias de hasta 5km. La misma empresa ha desarrollado un sistema para detección a larga distancia, también basado en tecnología LIDAR, conocido como Long-Range Biological Detection System, LR-BSDS, que permite la detección, seguimiento y mapeo de grandes áreas de nubes de aerosoles a distancias de hasta 30km. Los equipos se están mejorando para ampliar la distancia de detección hasta 100km. [2]

La tendencia futura en detección a distancia de BWAs está dirigida al uso de una nueva generación de **espectrómetros de imagen**, en concreto de **sensores hiperespectrales** (SRH, Sensor Remote Hiperespectral). Estos sensores se caracterizan por su enorme resolución espectral, es decir, por su capacidad para medir radiación reflejada en un amplio rango de longitudes de onda, pudiendo registrar información en cientos de canales espectrales**.** También es novedoso, en detección a distancia, el uso de la **espectroscopía de absorción Terahertz**, que se utiliza para la detección e identificación remota de macromoléculas en frecuencias de 0,01 a 10Thz, en las que la atmósfera es bastante transparente.

En la identificación específica del BWA no hay grandes novedades, ya que se utilizan técnicas de biología molecular, como la **PCR a tiempo real** y técnicas de **inmunoensayo** (ELISA, fluorinmunoensayos, luminoinmunoensayos, radioinmunoensayos), en todos los casos se trata de disminuir el tiempo de respuesta de forma que la respuesta sea inmediata. Algunos ejemplos de equipos que han salido al mercado recientemente y que incorporan la técnica PCR, son el RAZOR (versión actualizada del RAPID, equipo incorporado en el VRAC-NBQ español), de *Idaho Technology*, y el Bioseeq, de *Smiths Detection.* El RAPTOR, de *Research Internacional*, o el M1M Analyzer, de *Bioveris Europe*, son ejemplos basados en técnicas de inmunoensayo, en el primero la identificación se realiza por técnicas de fluoroinmunoensayos y en el segundo, por electroquimioluminiscencia.

En conclusión, la biodetección está actualmente en el punto de mira, siendo múltiples los esfuerzos dirigidos a la investigación, desarrollo y puesta a punto de tecnologías que permitan una detección e identificación fiables, en tiempo real y con el menor número posible de falsas alarmas. Tampoco hay que obviar la lucha existente, en el marco de la OTAN, en la estandarización de normativa y protocolos de actuación comunes, así como la creciente capacidad industrial adquirida por los países en esta área.

El Concepto de Baja Observabilidad Infrarroja

Introducción

El término “Stealth” ha ido cobrando importancia en los últimos años en el diseño de aeronaves militares (en general para toda plataforma) y podría traducirse como baja observabilidad. El avance en las tecnologías de procesado de señal y detección de blancos ha impuesto nuevos criterios de desarrollo, hasta el punto que proyectar una aeronave difícil de detectar puede llegar a ser uno de los pilares del diseño. De hecho, se cree que puede convertirse en el segundo parámetro en importancia a lo largo de la presente década.

Actualmente, las principales técnicas de detección están centradas en la imagen radar y la firma infrarroja. Esta última presenta la particularidad de ser muy dependiente de la temperatura y ser la empleada por gran variedad de misiles, entre ellos algunos de bajo coste y uso personal (MANPADS). Esto hace que conocer de antemano la firma de un vehículo y la forma de reducirla sea primordial para garantizar la seguridad de la plataformas y su personal, en todo escenario actual de operaciones.

Definición del ETAP y contribución española

Como se describió en el Boletín Nº 3, el ETAP (European Technology Acquisition Program) es un acuerdo marco suscrito en 2001 entre las seis naciones europeas más vanguardistas en el sector aeronáutico: Alemania, Suecia, Reino Unido, Francia, Italia y España. Su objetivo es el desarrollo conjunto de aquellas tecnologías que se consideran necesarias para facilitar el futuro

[2] Más información sobre detección a distancia en el artículo “Nuevos retos: Detección a distancia de Agentes Biológicos”, publicado en el Boletín nº 5.

desarrollo de plataformas aéreas al horizonte del 2020. Su alcance comprende desde la I+D básica hasta la consecución de demostradores tecnológicos. Una de las tecnologías consideradas es la de Baja Observabilidad, en el sentido más amplio posible.

Dentro del desarrollo de este concepto y por la parte española, la contribución de la industria viene de la mano de EADS-CASA, para la parte radar, y de Industria de Turbopropulsores (ITP), dentro de la predicción y reducción de firma infrarroja

Pasado y presente de la capacidad nacional en el campo de la baja observabilidad infrarroja.

Dentro del terreno de la baja observabilidad para el IR, y teniendo en cuenta que la principal contribución a la firma infrarroja de una aeronave proviene de sus motores (con influencia directa de la tobera), los esfuerzos de la industria nacional se han centrado en el estudio de las posibles modificaciones a realizar en las toberas actuales con objeto de reducir la firma infrarroja.

Ejemplo de aplicación de RADIR sobre Airbus 320. Imagen superior: malla empleada y chorros de gases. Imagen inferior: imagen térmica y descomposición de la misma en sus componentes (arriba izquierda: motores y gases de escape, arriba derecha: entorno del avión, abajo derecha: reflexiones del Sol) Imagen cedida por cortesía de ITP

La experiencia adquirida dentro del ETAP, junto con los conocimientos previos de la industria nacional en aerodinámica, hacen que sus esfuerzos para el desarrollo de este concepto para el IR se focalicen las siguientes líneas: consecución de nuevos materiales de emisividad controlada; diseño de nuevas toberas que favorezcan el mezclado de los gases de escape con la corriente exterior para reducir su temperatura; la creación de una herramienta propia y única en su potencia de simulación de firma infrarroja que permita evaluar la bondad de los diseños seleccionados como paso previo a la experimentación. Esta herramienta es uno de los logros directos de la participación española en el ETAP y ha demostrado ser, al menos, tan eficaz como la del resto de los países integrantes del ETAP, con una potencia de cálculo muy superior, lo que la hace muy competitiva desde el punto de vista industrial, al minimizar los tiempos de cálculo.

Para el desarrollo de las líneas anteriormente citadas, existen dentro del panorama español los siguientes proyectos:

Estudio de materiales de emisividad controlada. Desarrollo de un sistema de medida específico para caracterizar la emisividad de diversos materiales en distintas longitudes de onda y bajo diversas condiciones de utilización que tratan de simular el comportamiento del material dentro de la tobera (deposición de carbonilla, oxidación, atmósfera corrosiva, etc.). El conocimiento del comportamiento de dichos materiales permite la selección de los más idóneos, no sólo dentro de la tobera, sino en el conjunto del escape del motor de forma que se optimice la firma infrarroja.

En la actualidad se trabaja en la caracterización de materiales empleados en la tobera del motor EJ200 y en el estudio de las variaciones del comportamiento que sufren los mismos con el uso del motor, pero se dispone de capacidad y conocimiento para el diseño de nuevos materiales y recubrimientos que puedan emplearse en futuras modificaciones de la tobera actual o en el diseño de nuevas toberas.

Mejora en la aerodinámica de los gases de escape. El chorro de escape de un motor a reacción es una de las principales fuentes de radiación que es posible detectar desde diversos puntos de aproximación al blanco, por lo que la reducción de su contribución es primordial para la disminución de la firma del conjunto de la aeronave. La principal mejora se consigue favoreciendo la mezcla de dicho chorro caliente con el aire frío circundante, mezcla que puede favorecerse con modificaciones concretas en la forma de la tobera. Algunas de esas modificaciones se emplean en la actualidad para reducir el ruido producido por los chorros de los reactores, en las conocidas como toberas hipermezcladoras.

Con objeto de optimizar el mezclado con la corriente exterior sin tener un nivel grande de pérdida de empuje en la tobera, es necesario un conocimiento profundo de los procesos fluidodinámicos de mezclado y de la exactitud de las simulaciones generadas por ordenador, de forma que se reduzcan los ensayos necesarios.

Herramienta de predicción de firma infrarroja (RADIR). Para la evaluación de las mejoras obtenidas de aplicar los diversos cambios de materiales y aerodinámica en el diseño de la tobera, a raíz de la experiencia dentro del programa ETAP, se ha desarrollado una herramienta software de predicción de firma infrarroja.

En su validación ha colaborado ITP con la Universidad Carlos III de Madrid, en diversos experimentos sobre chorros de gases calientes, permitiendo obtener unas grandes correlaciones entre los espectros de emisión predichos por RADIR y las mediciones experimentales.

La consecución de la herramienta RADIR, con un nivel de precisión similar al del resto de las naciones, superior en varios casos y con tiempos de ejecución del orden de una décima parte de las otras compañías, pone las capacidades nacionales en la vanguardia del sector, dentro del campo de predicción de firma infrarroja de todo tipo de vehículos.

Proyectos potenciales en el campo de la baja observabilidad

Como se ha mencionado antes, gracias a la participación dentro del programa ETAP, la capacidad nacional en del terreno de la Baja Observabilidad en el IR está a un nivel de referencia para el resto de la industria europea. Con el fin de asentar esta posición, los esfuerzos nacionales en este terreno se cree que puedan centrarse en:

Desarrollo de materiales furtivos. Estudio de las posibilidades de desarrollo de materiales "a la carta", esto es, que con una adecuada combinación de composición y recubrimientos, se consigan propiedades emisivas deseadas para cada longitud de onda, de forma que puedan ser bajas en las frecuencias de observación de los sistemas de seguimiento, pero elevadas fuera de las bandas de observación, lo que permitirá una refrigeración pasiva de los mismos.

Modificaciones del diseño de toberas existentes e innovación de diseño de nuevas toberas. Utilizando las herramientas de predicción de firma descritas anteriormente, podrán modificarse toberas actuales de modo que se optimice el chorro de escape. Igualmente, podrán proponerse toberas nuevas con sistemas de vectorización no sólo mecánica sino fluídica, a través de la inyección de aire en zonas concretas de la misma, con la siguiente ganancia en simplicidad de diseño y ahorro de peso.

- Artículo realizado con la colaboración de Jesús Robledo Bueno, ingeniero de ITP, perteneciente al departamento de Aerodinámica y Sistemas.-

AGENDA

2º Congreso Europeo del Hidrógeno
2º Encuentro Empresarial del Hidrógeno y Pilas de Combustible
Del 22 al 25 de noviembre, 2005, Zaragoza.
http://ehec.info/

4º Curso de Hidrógeno y pilas de combustible
Del 17 al 21 de octubre,2005. Tres Cantos, Madrid
http://cursoh2.com/

NBC International Conference
17 y 18 octubre, 2005. Bruselas, Bélgica.
http://www.smi-online.co.uk/events/overview.asp?is=1&ref=2284

II NACIONAL NBC SYMPOSIUM.
8 y 9 de noviembre del 2005. Gata-Ankara, Turquía.
www.nbcsymposium.org

VIII INTERNACIONAL CBRN DEFENCE SYMPOSIUM
Del 9 al 11 de noviembre, 2005. Shrivenhan, UK,
www.symposiaatshrivenham.com

DEFENCE LOGISTICS C4I Networked Enabled Logistics for Defence Transformation 2005
4 y 5 de octubre, 2005. Thatcham, Berkshire, UK.
www.wbr.co.uk/logisticsC4Ieurope

DEFENCE NAVIGATION SYSTEMS 2005. The Joint Military SATNAV Forum
Del 19 al 20 de octubre, 2005. Londres, UK.
www.defnav.com

Network Transformation 2005
Del 29 noviembre al 1 de diciembre, 2005. Londres, UK.
www.networktransformation.com

RTO NATO MEETINGS:

MSG-035 Symposium on "The Effectiveness of Modelling and Simulation - From Anecdotal to Substantive Evidence"
13 y 14 de octubre, 2005. Polonia

MSG-047 Exploiting Commercial Games for Military Use - Second Workshop
27 y 28 de octubre, 2005, Suecia.

SCI-150 Symposium on "Integration of Space-based Assets Within Full Spectrum Operations"
Del 10 al 12 de octubre, 2005. Estados Unidos

SET-094 Symposium on "Emerging EO Phenomenology
10 y 11 d octubre, 2005. Alemania.
www.rta.nato.int

Boletín de Observación Tecnológica en Defensa en Internet
Disponible en http://www.mde.es/dgam/observatec.htm