

Boletín

DE OBSERVACIÓN TECNOLÓGICA EN DEFENSA



SUBDIRECCIÓN GENERAL DE TECNOLOGÍA Y CENTROS
Boletín de Observación Tecnológica en Defensa nº 19 • 2º Trimestre de 2008

- **PROYECTO REFORDI:**
Reformador diesel para pilas de combustible
- **Aplicación de polímeros de impresión molecular (MIPs) en seguridad y defensa**

**CONTROL DE ACTITUD DE SATÉLITES
ACTUADOR GIROSCÓPICO AVANZADO
(AGA)**



Nodo Gestor

CF. José María Riola Rodríguez
SDG TECEN C/ Arturo Soria 289
Madrid 28033
jriorod@fn.mde.es

Observatorio de Armas, Municiones, Balística y Protección

T.Col. CIP Nicolás Braojos López
nbraojos@oc.mde.es

Observatorio de Electrónica

C.N. Ing. Arturo Montero García
amonterog@oc.mde.es

Observatorio de Energía y Propulsión

C.C. Ing. Juan Carlos Huertas Ayuso
jchayuso@fn.mde.es

Observatorio de Defensa NBQ

TCol. CIP Juan C. Fernández Fernández
jcfernandez@oc.mde.es

Observatorio de Materiales

Cte. CIESO Jesús M. Aguilar Polo
jaquilarp@oc.mde.es

Observatorio de Óptica, Optrónica y Nanotecnología

Ing. D. Fernando Márquez de Prado Urquía
fmarquezu@oc.mde.es

Observatorio de Plataformas No Tripuladas, Robótica y Plataformas Aéreas

Cte. CIEA-ETO Manuel A. González López
mgonlo2@oc.mde.es

Observatorio de Plataformas y Sistemas Terrestres y Navales

Col. CIP Manuel Engo Nogués
mengnog@et.mde.es

Observatorio de Tecnologías de la Información, Comunicaciones y Simulación

Ing. D. Francisco Javier López Gómez
fjlopez@oc.mde.es

www.mde.es/dgam/observatecnoF.htm

Boletín editado por el Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica
Subdirección General de Tecnología y Centros de la DGAM.



CONTENIDOS

3 Editorial

Actualidad

Agencia Europea de Defensa (EDA)

- 4 EDA R&T Strategy
- 5 Nuevo Programa de la EDA: JIP ICET
- 6 Reunión CapTech GEM01 (EDA)

OTAN y Research and Technology Organization (OTAN-RTO)

- 7 ToE PROTECCIÓN CORPORAL (AEP-38)
- 8 Reuniones paneles RTO: HFM, SAS y SET

Otras noticias

- 9 Sistema de reabastecimiento en vuelo europeo
- 10 Francisella tularensis: filtración, un método simple para recuperarla a partir de tierra.
- 11 Jornadas NBQ. Detección Biológica. El inicio del camino
- 11 Congreso de Materiales
- 12 Nueva monografía: UAS: SOBRE SU INTEGRACIÓN EN EL ESPACIO AÉREO NO SEGREGADO

12 Enlaces

Tecnologías Emergentes

- 13 PROYECTO REFORDI: Reformador diesel para pilas de combustible
- 14 Aplicación de polímeros de impresión molecular (MIPs) en seguridad y defensa

Tecnología en Profundidad

- 15 Control de actitud de satélites actuador giroscópico avanzado (AGA)

19 Agenda

el sector de las TIC

Tras alcanzar la publicación nº 19 de nuestro Boletín (desde octubre de 2003) es necesario hacer una reflexión acerca del afamado sector de las tecnologías de información y comunicaciones (TIC), que hoy por hoy, marca la pauta tecnológica tanto en el sector de la industria de defensa como en el ámbito civil.

Tras una década de liberalización del mercado de telecomunicaciones, llena de logros y fracasos, y agotadas las posibilidades tecnológicas de las redes preexistentes, es el tiempo de una nueva frontera para las telecomunicaciones. El futuro, como el reciente pasado, dependerá de la relación dialéctica entre tres factores clave: la evolución de la tecnología, la regulación del mercado (ya no se debe hablar de telecomunicaciones exclusivamente militares puesto que la tendencia es a la gestión única del espectro) y el nivel de inversión.

Las antiguas redes, tras haber multiplicado –gracias a la innovación tecnológica– su capacidad de transmisión y conmutación de información hasta extremos impensables, están llegando a su fin. Las crecientes demandas de los usuarios (civiles y militares) no podrán ser satisfechas si no se producen extensas e intensas inversiones en nuevas tecnologías, que ya están disponibles y esperando su desarrollo, pero cuyo despliegue dependerá de las nuevas reglas de juego que se apliquen.

La inversión en nuevos equipamientos favorece el crecimiento económico y hace más eficiente y competitiva la economía. La extensión de las redes vertebra los territorios y la sociedad al tiempo que elimina

cualquier brecha digital, posibilitando la igualdad de oportunidades para emprender –en cualquier lugar y por cualquier persona física y jurídica– nuevas aventuras económicas y sociales. Un extenso e intenso uso de las nuevas tecnologías (civiles y militares) es una condición de convergencia hacia la sociedad de la información y el conocimiento que tanto anhelamos. Por último, la innovación tecnológica es la piedra angular del mejor futuro posible y condición “sine qua non” para ser un país de vanguardia económica y social.

El mejor futuro posible para España pasa necesariamente –nadie lo discute hoy– por la máxima expansión del sector TIC, tanto desde la perspectiva de la demanda civil y militar (nuevos y lejanos escenarios) como de la oferta tecnológica. Agotado el ciclo del ladrillo, es la hora del ciclo tecnológico representado por el sector TIC e impulsado por las telecomunicaciones de nueva generación.

No basta con gastar mucho más que en el pasado –que sería apenas nada comparado con las subvenciones a sectores ineficientes y carentes de competitividad–. Es necesario prever y gastar mejor en el desarrollo integral del sector TIC (civil y militar), un sector llamado a dominar el mercado económico, fiscal, financiero, laboral y tecnológico.

Sin duda alguna que en los próximos años se verán los avances tecnológicos (en el contexto civil y en el dominio de las operaciones militares) más importantes de las últimas décadas, en gran medida promovidos por las tecnologías TIC.

European Defence Agency (EDA)



Reunión CapTech GEM01 Materials & Structures (EDA)

Los días 4 y 5 de junio de 2008 tuvo lugar, en las instalaciones de la empresa EADS-CASA en Getafe (Madrid), la décima reunión del grupo CapTech GEM01 Materials & Structures, perteneciente a la EDA (European Defence Agency). En este grupo participa como Coordinador Nacional de la CapTech (CNC) el Cte. D. Jesús M^a Aguilar Polo, de la Subdirección General de Tecnología y Centros (SDG TECEN).

Este grupo tiene como principal misión la puesta en marcha de proyectos de

I+T en el ámbito de los materiales y las estructuras. La priorización se realiza de acuerdo con las necesidades tecnológicas asociadas a las capacidades identificadas tanto por las naciones como por la EDA. El grupo está formado por una red de expertos en el área de materiales de países miembros de la EDA, tanto gubernamentales (incluidos centros de investigación) como de la industria e instituciones académicas.

Durante la reunión plenaria, se llevó a cabo la revisión del estado general de los proyectos que están actualmente en marcha y la propuesta de otros nuevos respecto a la cooperación europea de Defensa en I+T. En el desarrollo y ejecución de este tipo de proyectos pueden intervenir empresas, centros de investigación y/o

universidades de los países que participan en los mismos.

Para más información sobre las actividades del grupo CapTech GEM01 póngase en contacto con el Coordinador Nacional de la CapTech GEM01 y Coordinador del Observatorio Tecnológico de Materiales del Sistema de Observación y Prospectiva tecnológica.



Nueva Propuesta de Programa: ARMS

David Sánchez García, representante nacional en el ARMS TG

La propuesta de programa ARMS (*Autonomous Remote Multi-Sensing System*) ha sido generada por la EDA como resultado de un estudio de carencias de capacidades militares europeas y un análisis de tecnologías, en el que han colaborado la Dirección de I+T y la Dirección de Capacidades de la EDA, en colaboración con los países miembros.

La propuesta de programa ARMS tiene como objetivo final conseguir una red heterogénea y autónoma de múltiples sensores desechables (en su mayoría) miniaturizados y de bajo coste, de rápido despliegue y fáciles de manejar, capaces de apoyar al proceso de percepción de la situación actual (SA) y de las amenazas en tiempo real de un área de operaciones remota, en escenarios de tipo asimétrico, a través de la detección fiable de una variedad de firmas.

Para ello, incorpora una serie de objetivos de investigación agrupados en las siguientes áreas: **SENSORES:** Nuevas firmas deben ser detectadas orientadas

a amenazas no convencionales. Tamaño, coste y consumo muy pequeños son necesarios. Los sensores deben configurarse en nodos que permitan estandarizar el intercambio de información.

RED: Los sensores deben integrar la información en redes reconfigurables de gran número de nodos que resuelvan problemas de congestión, supervivencia, fusión, etc.

APLICACIONES: Nuevas aplicaciones que exploten los elementos anteriores y que incluyan la interacción con el usuario surgen en éste ámbito.

SIMULACIÓN: Todos los elementos anteriores requieren la ayuda de simuladores para su análisis y desarrollo.

La idea del proyecto se generó en el segundo semestre de 2006, sin embargo, las naciones no se han puesto de acuerdo hasta la fecha en su participación en este programa.

Por otra parte la EDA ha puesto en marcha el proyecto ARMS *Huge Network Wireless Connectivity*. Este proyecto, financiado por la EDA con 396.000 € de su *Operational Budget*,

fue concedido al consorcio WINEA¹ en diciembre de 2007 que lo está ejecutando puntualmente. Este proyecto pretende iniciar los trabajos de ARMS en un tema concreto que es la conectividad de una red enorme de sensores y proponer un *roadmap* que ayude a planificar el programa ARMS. El proyecto terminará en junio de 2008 y planteará propuestas de nuevos proyectos relacionados con ARMS.

En la actualidad, existe un grupo de trabajo Ad-Hoc ARMS, abierto a nuevas propuestas industriales, para definir el programa y la forma de abordarlo, con el objetivo de que se pueda cerrar la definición en 2008 y se pueda proceder a su contratación a finales de 2009, con un primer pago en 2010.



¹ Consorcio ganador del proyecto, en el que participa, como empresa española, GMV.

Estrategia Europea de I+T de Defensa. La EDRTS de la EDA

Europa debe fomentar la competitividad de su base tecnológica industrial y disminuir la brecha tecnológica con EE.UU.. Para ello necesita, entre otras medidas, invertir en investigación tecnológica de una manera más eficiente, efectiva y conjunta. Con estos objetivos, se están llevando a cabo una serie de procesos de gran relevancia para la I+D: la concentración de los organismos y actividades europeos de armamento y material en la Agencia Europea de Defensa (EDA) y la promoción de la colaboración en I+T como contribución esencial para obtener las capacidades militares que permitan el desarrollo de la Política Exterior y de Seguridad Común (PESC).

La importancia de la Investigación Tecnológica (I+T)

La I+D desarrolla un papel creciente en las FAS. Este papel, ha evolucionado de ofrecer soporte al desarrollo de sistemas de armas, a ser uno de los pilares estratégicos para la transformación de las FAS y para la evolución de las capacidades militares.

En la I+D de Armamento y Material se integran dos tipos de actividades diferenciadas en naturaleza e importancia: las actividades de investigación tecnológica (I+T) y las actividades de desarrollo.

Las actividades de I+T comprenden la investigación aplicada para la ampliación de los conocimientos y la adquisición de tecnología que puedan ser aplicables a futuros sistemas de armas y equipos, así como su verificación por medio de demostradores tecnológicos. Las actividades de Desarrollo tienen por finalidad la obtención de prototipos de sistemas de armas y equipos que satisfagan las necesidades operativas de las Fuerzas Armadas a corto y medio plazo.

Es necesario destacar la importancia a medio y largo plazo del I+T para las Fuerzas Armadas como herramienta principal para preparar las necesidades tecnológicas de los futuros sistemas. Fomentar las actividades de Investigación Tecnológica contribuye a:

- Disponer del conocimiento tecnológico que permita actuar sobre las

necesidades perfilando los futuros requisitos de los sistemas.

- Incorporar las funcionalidades multiplicadoras de la fuerza derivadas del futuro tecnológico.
- Capacitar a la base tecnológica industrial nacional para poder afrontar el desarrollo de los futuros sistemas de armas.

La importancia de la I+T también se traslada al nivel europeo, y ya desde su creación la EDA estableció una dirección para la I+T. Esta dirección tiene por misión mejorar la efectividad de la investigación tecnológica europea de defensa mediante el fomento de la colaboración y el desarrollo de políticas y estrategias. El fomento de la colaboración se refleja en el impulso que los programas JIP (como el *Force Protection* y el ICET) y aquellos derivados de las CapTechs están teniendo dentro de la Agencia. La adopción por el *Steering Board* en noviembre de 2007 de la estrategia europea para I+T de defensa (EDRTS, *European Defence Research & Technology Strategy*) representa un avance en el desarrollo de políticas para la mejora de la efectividad del I+T.

La EDRTS (European Defence Research & Technology Strategy)

La EDA establece esta estrategia como uno de los cuatro documentos pilares para la implementación de sus objetivos generales. Estos documentos (*Capability Development Plan*, *European Defence Technology Industrial Base*, *EDRTS* y *Armaments Strategy*) están todos interrelacionados sin que exista una jerarquía entre ellos.

La estrategia EDRT, que está disponible en la dirección de Internet (<http://www.eda.europa.eu/WebUtils/downloadfile.aspx?fileid=325>), permite a los países miembros estar mejor informados para la toma de decisión sobre inversiones en diferentes áreas de I+T. Por otro lado, ofrece a la base tecnológica industrial orientaciones sobre los objetivos tecnológicos comunes y establece un marco para la mejora de la competitividad por medio de programas de cooperación.

Fines y desarrollo de la EDRTS

La Estrategia de I+T de la EDA (EDRTS) se estructura en fines y medios. **Los fines de la EDRTS son:**

- La identificación de una **lista de tecnologías prioritarias** para la inversión y cooperación común;

- La definición del proceso de traducción de los desafíos de capacidad definidos en el *Capability Development Plan* en necesidades de I+T y metas tecnológicas.

Estas necesidades de I+T y metas tecnológicas sirven para dirigir los programas, como el JIP FP y el JIP ICET, y los esfuerzos de las CapTechs. Para el corto plazo, mientras se desarrolla la estrategia, la dirección de I+T de la EDA ha definido 22 prioridades de I+T europeas. Estas prioridades se listan y relacionan con las CapTechs y los Observatorios Tecnológicos del Ministerio de Defensa en el encarte de este número del Boletín.

Medios para el logro de los fines de la EDRTS

La estrategia también establece qué otros objetivos deben ser perseguidos en términos de estructuras, mecanismos y procesos que ayuden a mejorar los resultados y obtención de los fines. Estos otros objetivos son lo que la EDRTS denomina "medios", y son:

- **Mejorar la integración de la base tecnológica industrial de defensa con la base tecnológica industrial general.** Para ello se propone coordinar los esfuerzos con otros organismos y redes de I+T, fomentar la integración y participación de la base investigadora civil, y promover la formación de redes de excelencia en diferentes áreas de investigación tecnológica.
- **Promover el empuje tecnológico logrando una sinergia con el enfoque existente en la Agencia de planeamiento dirigido por capacidades.** Estableciendo para esta promoción mecanismos compartidos de vigilancia tecnológica, mejorando la incorporación de tecnologías a defensa y definiendo planes de trabajo y de actuación que guíen la inversión y el desarrollo de las tecnologías.
- **Mejorar la efectividad de la colaboración en I+T** mediante el incremento de la implicación y el nivel de colaboración en I+T de los países miembros, la mejora de la gestión del I+T y con la creación de un entorno que facilite la colaboración en I+T de defensa optimizando la utilización de los recursos y evitando redundancias innecesarias.
- **Implementar la estrategia de I+T en roadmaps de actuaciones** que

identifiquen los diferentes caminos a seguir para la consecución de los objetivos de I+T.

Nuevo Programa: JIP ICET

El pasado 26 de mayo, el *Steering Board* de la Agencia Europea de Defensa aprobó el nuevo programa tipo A², *Joint Investment Programme* (JIP), sobre *Innovative Concepts and Emerging Technologies* (ICET). Esta iniciativa se origina con el objetivo de fomentar la colaboración tecnológica entre los distintos países que componen la Unión y se enmarca dentro de la EDRST de la EDA.

Más concretamente, el JIP ICET tiene como objetivo incentivar y aumentar el esfuerzo en investigación en Defensa, promoviendo proyectos de I+D de alto riesgo y bajo nivel de madurez tecnológica (TRL)³, que difícilmente un solo país podría financiar. Este objetivo se pretende alcanzar recogiendo temas de investigación desde multitud de áreas básicas e identificando soluciones técnicas cuya aplicación genere un efecto disruptivo en el campo de batalla, empleando la estructura innovadora ideada por la Agencia para el fomento de la colaboración en I+D de defensa en Europa. Todo ello se realiza con un enfoque similar al usado en DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency, USA DoD), usando el marco de la EDA y la experiencia del JIP (Joint Investment Programme), y con el apoyo civil europeo, tal y como se realiza en el *European Security Research Programme*.

Este nuevo programa se centrará ocho en objetivos de I+T, *R&T Goals*, como la nanotecnología para la protección y mantenimiento del combatiente, detección remota de objetos ocultos o monitorización estructural. Estos objetivos, mostrados en la tabla 1, se engloban en tres áreas tecnológicas. Las áreas tecnológicas del Programa ICET se definieron contando con la colaboración de las CapTechs.

El programa tendrá una duración de dos años y seguirá los pasos del JIP lanzado en 2006 y, más concretamente,

Una vez definido el marco inicial de la EDRTS (Fines y Medios), actualmente el proceso de su implementación continúa con el refinamiento de las 22 áreas

te, del JIP sobre protección de la fuerza (*JIP on Force Protection*)⁴ lanzado en 2007. En el JIP ICET participarán 11 países⁵, entre ellos España, que contribuirán a la iniciativa con un presupuesto total de 15,5 millones de euros. Un comité de gestión del programa decidirá la distribución de este presupuesto en diferentes proyectos, sin que exista un criterio de justo retorno caso a caso.

Está previsto que se firme el *Programme Arrangement* y se lance la primera convocatoria a finales de este año. En total habrá dos convocatorias, la primera sobre *Monitoring & Control*, que abarcará los 4 primeros objetivos de I+T, y la segunda sobre *Sensing & Detection*, que cubrirá los cuatro últimos.

Para poder participar en el JIP ICET, todas aquellas entidades españolas interesadas (industria, centros de investigación, universidades, etc.), podrán registrarse a través de la

prioritarias (reflejadas en el encarte que acompaña a este Boletín) mediante la identificación de subáreas por los expertos de las CAPTECHs.

página Web de la EDA habilitada al efecto. Se prevé que el periodo de registro para la primera convocatoria se abra a finales de julio, hasta finales de octubre de 2008.

Además, para poder presentar una propuesta al programa, las entidades registradas deberán establecer consorcios multinacionales, en los que participe al menos una industria y una universidad o centro de investigación.

Para favorecer la formación de estos consorcios, la EDA habilitará un foro abierto a todas las entidades registradas, para facilitar el intercambio de información.

Toda la información pública sobre el JIP ICET está disponible en la siguiente página de la EDA:

- <http://eda.europa.eu/genericitem.aspx?id=368>

JIP ICET: Technological Clusters / R&T Goals
Improved Autonomy
Non Linear Control Design
Integrated Navigation Architecture
New Solutions for Materials and Structures
Nanotechnologies
Structural Health Monitoring
Data Capture and Exploitation
Remote Detection of Hidden Items
Nanostructures Electro-Optical and Other
Radar Technologies / Processing
Radar Technologies / Components

Tabla 1. Objetivos de I+T del Programa ICET de la EDA.

¿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, presentando estudios y análisis prospectivos,...

Contacto: CF. José María Riola Rodríguez

Tlf. 913954631; jriorod@fn.mde.es

⁵ Alemania, Chipre, Eslovaquia, Eslovenia, España, Francia, Grecia, Hungría, Italia, Noruega (Third Party) y Polonia.

² Más información en el Boletín nº 9 y nº 18.

³ Más información en el Boletín nº 4.

⁴ Más información en el Boletín nº 18.

OTAN y Research and Technology Organization (OTAN-RTO)



ToE PROTECCIÓN CORPORAL (AEP-38)¹

Javier Arias Abuin, Subunidad de Evaluación de Materiales. Departamento NBQ. Fábrica Nacional La Marañosa (FNM/ ITM)

Document AEP-38, "Operational requirements, technical specifications and evaluation criteria for CBRN protective clothing" is the main reference in CBRN skin protection. NATO formed a Team of Experts (ToE) to update this document taking into account the latest developments in protective materials, equipment and test methodology, new threats and operational conditions. This ToE started its work in February 2006 and finished in April 2008. Ten countries were represented, among them, Spain.

La tarea de este ToE (*Team of Experts*)² ha sido la actualización del documento AEP-38 (referencia básica en materia de protección corporal) para mejorar la protección ofrecida por los uniformes NBQ y adaptarla a los nuevos escenarios de actuación y tipos de amenazas, a los últimos avances técnicos en materiales y métodos de evaluación de sus propiedades.

Una gran parte del documento se dedica a la descripción de los métodos de evaluación de uniformes frente a agentes NBQ, por lo que es muy relevante para las actividades de la Subunidad de Evaluación de Materiales NBQ de la FNM-ITM. Además se han descrito los métodos de ensayo con detalle para poder estandarizarlos, con el fin de que los resultados obtenidos en los distintos laboratorios nacionales sean comparables, lo cual no sucedía hasta la actualidad. En este sentido se deberán llevar a cabo ensayos de intercomparación para validar los

métodos, abriendo así la oportunidad de realizarlos entre los laboratorios nacionales de los países OTAN.

Se exigirán diferentes tipos de ensayos dependiendo del momento en el ciclo de vida del uniforme (I+D, selección, preproducción, control de producción y control de almacenamiento). En las fases de selección y producción será imprescindible la realización de un ensayo sobre el uniforme completo frente a agresivos gaseosos (bien con soldados usando simulantes o con maniqués usando agresivos reales) y sobre una muestra del uniforme frente a agresivos líquidos reales y aerosoles. En las fases de control de calidad en producción y control de almacenamiento será suficiente realizar ensayos sobre una muestra frente a agresivos líquidos y gaseosos.

Los trajes basados en carbón activo seguirán predominando en los próximos años ya que las alternativas existentes como las membranas semipermeables (impermeables al aire y permeables sólo al vapor de agua) no son aptas para climas cálidos (>15°C) porque no permiten una adecuada transpiración. Los materiales basados en nanotubos de carbono todavía no están suficientemente desarrollados. Los tejidos autodescontaminables siempre serán específicos para un determinado número de agresivos y por tanto no serán universales, necesitando adicionalmente una capa de carbón activo. Los trajes impermeables al aire y a los líquidos, dotados de ventilación interior son efectivos, pero económica y logísticamente poco viables.

La resistencia al lavado, se considera una propiedad muy deseable y de gran importancia desde el punto de vista logístico y económico. El actual traje NBQ español pierde propiedades con el lavado. En cambio el traje del COMFUT deberá tener esta propiedad para un mínimo de 5-6 lavados.

En lo referente a la protección frente a aerosoles (sobre todo biológicos), se considera que representan fundamentalmente una amenaza respiratoria y en menor medida dérmica, ya que tienen

poco riesgo para la piel humana intacta. El traje NBQ español ofrece poca protección frente a ellos.

En cuanto a la protección frente a agentes nucleares en forma de aerosol se considera sobre todo la protección frente a emisores beta (ya que el uniforme en sí representa una barrera frente a los emisores alfa) y frente a los gamma (producen radiación de elevada energía) los trajes NBQ no pueden ofrecer protección.

La protección frente al flash nuclear se considera muy difícil de lograr en un traje que a la vez debe ser confortable y ligero. Esta característica sólo será posible obtenerla para trajes de unidades especializadas.

También son deseables un cierto grado de apantallamiento de la emisión IR (para evitar la detección en la oscuridad), la no acumulación de electricidad estática y evitar la tendencia a la reaerosolización de agresivos (sobre todo biológicos) en forma de partículas depositadas en la superficie del uniforme, que si vuelven a dispersarse supondrían un riesgo respiratorio.

Por otra parte en muchos países OTAN es un hecho la intervención cada vez mayor de unidades militares (ej: UME) en escenarios civiles, por lo que adquiere relevancia la protección frente a TIC's (compuestos industriales tóxicos). El nuevo AEP-38 exige una mayor protección frente a TIC's en forma de vapor, que se consideran los más peligrosos y una protección media frente a TIC's líquidos.

En cuanto a los usuarios, en el documento se definen varios tipos de uniformes dependiendo del tipo de unidad: combatiente a pie, unidades de descontaminación (uniforme impermeable), pilotos de helicóptero, equipos marinos o anfibios, soldado en carro de combate abierto (elevada velocidad del viento), operaciones especiales, etc. En la actualidad las FAS españolas sólo utilizan un tipo de uniforme NBQ.

¹ Más información en el Boletín nº 18, "ToE Protección Respiratoria".

² Grupo dependiente del PPSG (Physical Protection Sub-Group), dentro del JCG CBRN (Joint Capability Group on Chemical, Biological, Radiological and Nuclear (CBRN) Defence) de la OTAN.

21st HFM Panel Business Meeting

El pasado mes de abril, entre los días 21 y 25, tuvo lugar la 21ª reunión plenaria del Panel de la RTO sobre Factores Humanos y Medicina, HFM, que se celebró en Copenhague. (Dinamarca).

Dentro del área *Human Protection* se han revisado las actividades en curso y se han aprobado tres actividades propuestas para el 2008 y el 2009, que están directamente relacionadas con protección NBQ, un *exploratory team* sobre "*Chemical Agent Protection (Non-medical)*", otro sobre "*State of Art in Research on Medical Countermeasures Against Biological*

Agents", y un nuevo grupo de trabajo sobre *Deployable Laboratory Applications of Emerging Nano/Bio-Technology*.

Por otro lado, en el área de medicina operacional, se ha discutido la situación de las propuestas para los próximos años, algunas de las cuales cuentan con la participación directa de España, por parte del personal del CIMA (Centro de Instrucción de Medicina Aeroespacial), como es el caso de "*Refractive Surgery. New Techniques and usability in Military Personnel. Course*", "*Aircraft Accident Investigation for Flight Surgeons*", "*Requirements for Oxygen Systems for Rotary Wing Operations*" e "*Impact of lifestyle and health conditions on military fitness*".

21st SET Panel Business Meeting

Del 21 al 23 de mayo tuvo lugar en Bucarest (Rumanía) la reunión semestral del panel SET (*Sensors and Electronics Technology*) de la RTO. Como prólogo a la citada reunión, tuvo lugar los días 19 y 20 de mayo, el simposio "*Terahertz Wave Technology for Standoff Detection of Explosives and other Military and Security applications*". Como conclusiones más relevantes se destaca:

- La confirmación de que este tipo de tecnologías, para detección precoz de explosivos a distancia, es de las más prometedoras. En especial una vez se alcance el rango de los 0.5 THz se podrá proporcionar, además de imagen por contraste de objetos sospechosos (situación actual), información cuantitativa sobre dichos objetos, debido a las propiedades ópticas específicas de los explosivos en esta zona del espectro electromagnético.
- El reconocimiento público por parte del Comité Organizador del esfuerzo que está realizando España en este campo, donde los avances realizados en los dos últimos años han llevado a la consecución de un prototipo de sistema pasivo en la región de 94 GHz, cuya resolución y alcance están en el estado del arte actual. Estos trabajos están siendo apoyados por el Programa COINCIDENTE de la Subdirección General de Tecnología y Centros de la DGAM, con la Dirección Técnica del

CIDA (Centro de Investigación y Desarrollo de la Armada).

En relación con la reunión plenaria del citado panel, las ideas de interés para España a destacar son:

- Está prevista para los días 27 y 28 de octubre un curso en España sobre "*Low cost navigation sensors and integration technology*" (SET-116/RLS/MSE). Esta iniciativa surge del grupo RTG SET-114 "*Urban, indoor, subterranean navigation sensors and systems*", cuyo representante español es D. Santiago Ariño (SENER), enlace nacional para la preparación de las conferencias.
- Se aprueba la continuación del grupo de trabajo "*Mitigation of Ship Electro-optical Susceptibility Against Convencional and Asymmetric Threats*". Donde se pretende trabajar la firma infrarroja de objetos de pequeña escala (botes, *homming missiles*,...) cuyo contraste sea bajo y en condiciones adversas de monitorización. España trabajó en un grupo anterior a través del Laboratorio de Ensayos del CIDA y NAVANTIA. En dicho grupo, el objetivo era modelizar las firmas IR de plataformas navales en condiciones definidas de costa, con el fin de avanzar en el dominio del concepto "firma IR como parámetro de diseño". Una de las conclusiones finales de este grupo inicial era abordar la problemática reseñada anteriormente.
- Se consideran de interés los resultados presentados en la reunión sobre los avances del grupo "*Joint operations*

La próxima reunión se celebrará en Antalya (Turquía), del 13 al 17 de octubre de 2008. En esas mismas fechas y en paralelo se celebrará el simposio sobre "*Influences of Gender Differences on Conducting Operacional Activities*", en el que España tiene previsto participar con dos ponencias, "*Women in the Spanish Armed Forces. Gender Policies & Development*", por parte del Observatorio de la Mujer en las Fuerzas Armadas Españolas, y "*Experience and Aeromedical Issues Related to the Selection Process of Female Candidates for Flying Duties*", por parte del CIMA.

2030 *Long-term scientific study*". (RTO-SAS-066) grupo de prospección operativa a partir de la previsión de tecnologías disponibles en el año 2030.

- Alemania y EE.UU. han planteado unas jornadas sobre "sensores para detección de explosivos", donde los técnicos/científicos escucharán las necesidades, experiencias de operativos en este sentido, estableciéndose una mesa redonda de vertiente técnico/científica para aproximar las necesidades de misión a los proveedores de tecnología. La participación en este grupo está restringida, siendo posible la inscripción mediante proposición directa de las naciones. El lugar propuesto sería Versalles y fecha prevista el próximo noviembre de 2008.
- Entre las propuestas de ampliación de grupos de trabajo, se plantea la continuación del SET-102 "*Extraction of Geospatial Intelligence Information from Space Borne SAR Sensors*" que tiene previsto acabar en octubre. Hay que destacar el interés del INTA, y los implicados en el nuevo satélite PAZ de observación mediante SAR puede representar.

Para una información más detallada, pónganse en contacto con el técnico del Observatorio de Óptica y Optrónica (jjanmar@oc.mde.es).

Otras noticias

SISTEMA DE REABASTECIMIENTO EN VUELO EUROPEO

Enrique Martín Romero, colaborador del Observatorio de Armamento, Munición, Balística y Protección (OT AMBP). Área de Armamento del Instituto Tecnológico de la Marañosa (ITM)

Development of air refuelling systems employing boom present major technical and technological challenges. Until recently, this was exclusively a US domain. This article gives an overview of the successful European design, test and release of the A330-200 Multi-Role Tanket Transport, which makes an important milestone for the European Aerospace Industry. Missions and characteristics of these systems are presented, as well as the challenges that have been overcome in the development of the Air Refuelling Boom System (ARBS) for the A-330 MRTT. Finally, some references are noted regarding the recent USAF KC-X competition that this system won.

Muchos años han pasado desde que Boeing entregara el primer avión dedicado al reabastecimiento en vuelo para sus aeronaves militares. Desde entonces ha liderado las ventas de estos sistemas hasta que el pasado 29 de febrero la US Air Force anunció la adjudicación del suministro de 179 aviones dotados de capacidad para realizar este tipo de misiones, por un valor final de 38.500 millones de dólares¹ (de 200 a 215 millones de dólares por aeronave). Éste fue el punto final de la competición que se lanzó con la petición de ofertas en enero de 2007, y que enfrentó a los dos gigantes de la industria aeronáutica, Boeing con su KC-767 y EADS, a través de su filial

¹ La competición para el suministro de aeronaves a la USAF se ha dividido en dos fases, siendo la primera a la que se refiere esta adjudicación.

norteamericana (EADS North America) en consorcio con Northrop Grumman (esta última actuando como contratista principal), con el KC-30 (KC-45A), para efectuar el reemplazo progresivo de los KC-135 *Stratotanker*, en servicio desde 1956.

El reabastecimiento en vuelo constituye una ventaja táctica significativa, dado que permite incrementar el radio de acción de otras aeronaves (cazas, aviones de carga, bombarderos, AWACS,...). Los aviones cisterna actuales realizan la misión mediante dos sistemas de transferencia de combustible: el de pértiga o Boom (ARBS²) y el de manguera flexible y cesta (*hose / drogue*). El KC-30 posee ambos sistemas, aunque es el primero el que ha supuesto un verdadero reto y ha requerido un mayor esfuerzo de desarrollo³, inversión propia de la empresa de más de 100 millones de dólares en 3 años. Para completar los ensayos en vuelo, que validaban el funcionamiento del Boom mediante el contacto sin carga de combustible, en febrero de este año tuvo lugar el primer reabastecimiento completo a un F-16.

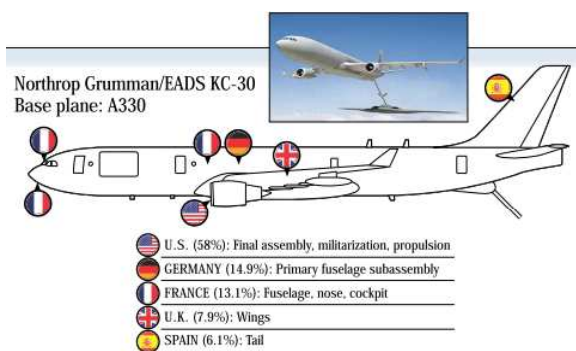


Figura 0. Países participantes en la fabricación del KC-30. Ensamblaje realizado en EE UU (Mobile, Alabama)

El A330-200 MRTT⁴ posee prácticamente las mismas prestaciones y actuaciones que el A330 civil, con las

² Air Refueling Boom System.

³ El liderazgo del desarrollo del ARBS ha sido llevado a cabo por EADS CASA.

⁴ Multi-Role Tanker Transport. Avión que forma parte del programa de adaptación militar de plataformas civiles de Airbus A330. La responsabilidad de este programa es de MTAD (División de Aviones de Transporte Militar), división encargada del desarrollo de plataformas de transporte militar de EADS.

lógicas penalizaciones motivadas por el incremento de resistencia aerodinámica que generan los *pods* de reabastecimiento ventral y subalares, el propio Boom y el módulo de contramedidas electrónicas.

Las misiones principales de esta plataforma militar se pueden resumir en tres:

- despliegue de cazas,
- apoyo de patrullas de combate aéreo y
- apoyo a aeronaves de transporte de carga.

Otras capacidades adicionales son el repostaje en vuelo, evacuación aeromédica, transporte de carga, tropas y otro tipo de pasaje.

Las características esenciales del A330 MRTT se muestran a continuación:

- Sistema de control del ARBS *fly-by-wire*.⁵
- Mangueras de reabastecimiento subalares y/o ventral (depende de la versión y del cliente).
- 1.200 US gallons/min de régimen máximo de suministro de combustible (Boom).
- Control remoto de la operación (día/noche) con capacidad de visualización 3D del Boom por parte de su operador

La razón básica para el empleo de un sistema de reabastecimiento en vuelo con pértiga es el elevado flujo de recarga de combustible demandado por aeronaves de gran tamaño, en tiempos que no deben superar los 20 minutos, ya que no se considera conveniente mantener la formación durante más tiempo.

Retos en el desarrollo del ARBS

La campaña de ensayos en vuelo con el sistema ARBS ha supuesto todo un desafío para la industria europea, y en particular para la división MTAD de EADS CASA, ya que se han empleado técnicas y ensayos en vuelo nunca antes realizados fuera de las fronteras norteamericanas. Entre los retos men-

⁵ Comandos eléctricos de vuelo, sistema de control de superficies basado en el movimiento de motores o sistemas hidráulicos activados por impulsos eléctricos.

cionados cabe destacar el desarrollo de las leyes de control propias del ARBS, así como su integración como parte del sistema de control global de la nueva configuración en vuelo de la aeronave.

Como paso previo a la integración del Boom en el A330 MRTT, se desarrolló un demostrador operativo integrado en un A310 (convertido al efecto en las instalaciones de MTAD-EADS en Getafe) en el año 2005. El programa de ensayos en vuelo se dividió en tres fases, donde se pudo comprobar la influencia del Boom sobre la envuelta de vuelo de la aeronave, así como las prestaciones y operatividad del sistema sobre la envuelta modificada.

Una vez realizado con éxito este primer paso se ha concluido la integración del ARBS en el A330 MRTT, resultando todo un logro su elección por parte de los clientes mostrados en la tabla adjunta, entre los que destaca la USAF americana tras la competición saldada con victoria contra la gigante Boeing.

Competición EADS/Northrop Grumman KC-30 (KC-45A) vs Boeing KC-767

La misión principal del avión seleccionado en la competición es la de reabastecimiento en vuelo (más allá de los requisitos militares establecidos para otras versiones dedicadas al

transporte de carga y pasajeros, así como a la evacuación personas con plataforma medicalizada).

En la competición se emplearon dos tipos de métricas para la valoración; cinco medidas objetivas denominadas *key performance parameters*:

- Capacidad para efectuar la misión (requisitos clave, software de integración del sistema, soporte, gestión del programa, madurez de la tecnología y demostración).
- Riesgo.
- Prestaciones previas.
- Precio de adquisición, coste global de todo el ciclo de vida.
- Evaluación de repostajes en vuelo.

Y otras nueve medidas subjetivas denominadas *factors*:

- Capacidad de repostaje en vuelo.
- Alcance y flujo máximo de descarga de combustible, al menos igual que en el KC-135.
- Compatibilidad de sistemas de comunicación, navegación, vigilancia / Gestión de Tráfico Aéreo.
- Capacidad de transporte de carga
- Capacidad de carga de combustible en vuelo (como receptor).
- Medidas de protección.
- Capacidad para compartir en red la información disponible en el campo de batalla.

- Provisión de un sistema de reabastecimiento multipunto para apoyo a la US Navy, así como a aeronaves aliadas.

Una de las diferencias remarcables con el sistema propuesto por Boeing es que todo el sistema de control del Boom es *fly-by-wire*.

En la actualidad, ha sido adjudicada la 1ª fase (2010-2024) del programa (KC-X). El inicio de la producción se ha anunciado para 2010 (15-20 entregas por año). La entrada en servicio prevista para la primera aeronave será en 2013, y en 2028 la última. El final del ciclo de vida previsto se ha establecido en 2058 (30 años). La 2ª fase del programa, aún sin adjudicar, supone la entrega de 288 aeronaves adicionales.

NOTA: este artículo se escribió con anterioridad al informe del GAO (Government Accountability Office) donde se cuestiona la adjudicación del contrato (18/06/2008).

Cliente	Nº	Modelo	Configuración
Arabia Saudí (Royal Air Force)	3	RSAF MRTT	• ARBS • Pods subalares (hose/drogue)
Australia (Royal Air Force RAAF - 33 Squadron)	5	KC-30 B	• ARBS • Sistema de protección contra misiles A-T • Pods subalares • Capacidad de recepción de combustible A-A (UARRSi⁶)
EE UU (U.S. Air Force)	179	KC-45A ⁷ (KC-30 basado en A330 MRTT)	• ARBS • Pods subalares (hose/drogue) • Unidad de reabastecimiento en fuselaje (FRU⁸)
Emiratos Árabes Unidos (UAE Air Force)	3	A330-200 MRTT	• ARBS • Pods subalares (hose/drogue) • Capacidad de recepción de combustible A-A (UARRSI)
Reino Unido (Royal Air Force -RAF)	14 (8+6)	RAF FSTA ⁹	• Pods subalares • Unidad de reabastecimiento en fuselaje (FRU) • 8 Versiones de banquero + 6 versiones de transporte

Tabla 1. Clientes de la integración del ARBS en el A330 MRTT.

⁶ Universal Aerial Refuelling Receptacle Slipway Installation.

⁷ Denominación de la USAF.

⁸ Fuselaje Refuelling Unit.

⁹ Future Strategic Tanker Aircraft.

FRANCISELLA TULARENSIS: filtración, un método simple para recuperarla a partir de tierra

Ricela Sellek Cano y Cte. Carmen Ybarra de Villavicencio, colaboradoras del Observatorio Tecnológico de Defensa NBQ. Unidad Defensa Biológica del Departamento NBQ de la FNM / ITM

Francisella tularensis is a gram-negative intracellular pathogen that causes human tularemia. There is much interest in this pathogen because of its wide distribution, its extreme infectivity, easy dissemination and ability to cause illness and death. Tularemia is an emergent disease with an increasing number of reported cases. An alternative method to recover *F. tularensis* from soil samples has been developed based on a simple filtration method. The number of recovered bacteria depended on the texture of the soil and the type of filter used. Because of its simplicity, the filtration technique could be used in a deployable field laboratory. Bacteria recovered from the soil could be identified later using several methods.

Francisella tularensis, agente causal de la tularemia humana y animal, ha suscitado un alto nivel de interés científico, debido fundamentalmente a su amplia distribución y elevada prevalencia, su extrema infectividad, fácil diseminación y su habilidad para causar la muerte. Por otro lado, son numerosos los factores que han hecho de esta bacteria una potencial arma biológica. Cabe destacar entre otros, la existencia de una gran diversidad de fuentes infecciosas, tales como el agua contaminada, en la que la bacteria puede persistir más de tres meses a temperaturas de entre 13 y 15°C, aerosoles, tierra, animales infectados, heces y otro número elevado de vectores. La bacteria es transmitida mediante el contacto directo con animales infectados, al penetrar a través de heridas y mucosas, al ingerir agua y alimentos contaminados o por la picadura de insectos hematófagos.

De las cuatro subespecies descritas de *F. tularensis*, *F. tularensis* subsp. *tularensis*, es la más virulenta. La inoculación o inhalación de 10 organismos causa enfermedad severa y posible desenlace fatal en ausencia del adecuado tratamiento antibiótico. *F. tularensis* subsp. *holarctica*, aunque es menos virulenta, también es altamente infecciosa. Por ello, el Centro para el Control de Enfermedades (CDC) de los Estados Unidos de América ha incluido a *F. tularensis* dentro de la categoría A de agentes que pueden ser usados en ataques bioterroristas.

El número de agentes biológicos susceptibles de ser usados como arma biológica es numeroso, sin embargo, el número de estos agentes capaces de ocasionar bajas de forma masiva es más reducido. En este sentido cabe destacar a *F. tularensis*, usada como agente de guerra biológica por la Unidad 731 de la Armada Imperial Japonesa contra prisioneros de guerra durante la ocupación de Manchuria, produciendo efectos devastadores. También existe la teoría de que más de 20.000 soldados soviéticos y alemanes pudieron haber sido víctimas de los brotes de tularemia que tuvieron lugar en el este de Europa durante la Segunda Guerra Mundial, como consecuencia de la liberación intencionada de la bacteria.

Este patógeno ha tenido un importante impacto en la salud humana, siendo responsable de numerosos brotes de tularemia fundamentalmente en Norte América, Europa y Asia. En los últimos años, se han notificado un número importante de casos de tularemia en países europeos, entre los que cabe destacar los 327 casos en Kosovo y

44 casos en Finlandia en el año 2000, 431 casos en Turquía en el año 2005 o los numerosos casos notificados anualmente en Suecia, donde se describieron 418 casos en el año 2000, 698 en 2003 y 90 casos en la zona central en el año 2006.

En España, la tularemia cada vez toma mayor importancia. Tanto es así, que con motivo de los primeros brotes descritos y debido a su importancia sanitaria, la enfermedad fue incluida en la lista de enfermedades de declaración obligatoria de la Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica, en 1997.

Hasta la fecha, se han notificado un total de 957 casos de tularemia humana en diversos brotes (Tabla 1).

Comunidad Autónoma	1997	1998	2004	2007
Castilla la Mancha		19		
Castilla y León	559		13	362
La Rioja			4	

Tabla 1. Brotes de tularemia en España. Casos humanos declarados en los últimos años.

Además de los brotes descritos, se han recogido casos aislados en Burgos, Palencia y Alicante. Aún se están investigando las causas que dieron lugar al último brote en España, aunque parece ser que la gran diversidad de reservorios implicados (liebres, topillos, etc.), así como las condiciones climáticas y medioambientales que tuvieron lugar, contribuyeron al desarrollo de la bacteria.

Para identificar *F. tularensis* mediante métodos moleculares e inmunológicos a partir de muestras ambientales, es necesario disponer de métodos capaces de recuperar la bacteria completa y no únicamente su material genético. Por ello, parte del esfuerzo realizado en la Unidad de Defensa Biológica de la Fábrica Nacional de La Marañosa, ha ido encaminado a la puesta a punto de métodos de recuperación de *F. tularensis* a partir de muestras de tierra, basados en simples procesos de filtración. En los experimentos, se han empleado cepas inactivadas, tierras procedentes de distintas zonas geográficas (Figura 1), y se ha desarrollado un



Fig. 1. Diferentes texturas de suelo y tipos de filtros.

método de filtración empleando un pre-filtro de fibra de vidrio y un filtro de difluoruro de polivinilo (PVDF). La recuperación bacteriana es inmediata tras la filtración de la tierra contaminada, posibilitando posteriormente la detección y cuantificación de la bacteria mediante métodos moleculares e inmunológicos. El número de bacterias recuperadas depende de la textura de la tierra y del filtro utilizado. Estos ensayos y sus resultados han sido recientemente publicados.¹

La metodología descrita en el artículo para recuperar las bacterias del suelo, tiene ventajas a la hora de su utiliza-

ción en campo. Al no utilizarse kits comerciales con productos químicos, se eliminan los problemas que conllevan la necesidad de refrigerarlos, su conservación en condiciones estables, la caducidad de éstos y la manipulación de los mismos.

Por su sencillez, la técnica de filtración podría utilizarse en laboratorios móviles de campo. Un vez filtrada la tierra y recuperada la bacteria *in situ*, tomando las medidas de seguridad oportunas, se realizaría la posterior identificación de *F. tularensis*.

Dada la complejidad de los procedimientos de identificación de los llama-

dos Agentes de Guerra Biológica utilizados actualmente, así como la infraestructura requerida (Laboratorios de Referencia), se precisa el desarrollo de nuevos métodos de recuperación y tratamientos de la muestra sencillos, sin necesidad de equipos sofisticados y que puedan ser utilizados por el personal militar no especializado desplazado en zonas de operaciones.

¹ R. E. Sellek, O. Jiménez, C. Aizpurua, B. Fernández-Frutos, P. De León, M. Camacho, D. Fernández-Moreira, C. Ybarra and J. C. Cabria. Recovery of *Francisella tularensis* from soil samples by filtration and detection by Real-time PCR and cELISA. *J. Environ. Monit.*, 2008, 10, 362 – 369.

Jornadas NBQ. Detección Biológica



El pasado mes de junio, los días 11 y 12, la Escuela Militar de Defensa NBQ organizó una jornada sobre detección biológica, para lo que contó con la colaboración de varias empresas del sector de la defensa NBQ, como Cristianini, Bruker, Dräger, Indra, Iturri, Grupo TAM, Quatropole, Thales y Utilis Iberica.

Además de estas empresas, a la jornada asistieron especialistas en Defensa NBQ de los tres ejércitos, de

la Inspección General de Sanidad (IGESAN), Guardia Civil, Protección Civil y Policía Nacional, así como personal de otros organismos públicos y universidad que están implicados o mantienen colaboraciones con Defensa en esta área, como es el caso del Instituto de Salud Carlos III y la Facultad de Veterinaria de la UCM.

El objetivo de la jornada era reunir a expertos en Defensa NBQ civiles y militares, para debatir sobre la importancia de la detección en la defensa frente al posible empleo, intencionado o no, de agentes de guerra biológica. Para ello se presentaron sistemas y soluciones que actualmente se encuentran disponibles en el mercado (equi-

pos de detección biológica, vehículos de reconocimiento NBQ y laboratorios de análisis biológicos desplegables en campo), se describieron las capacidades de los laboratorios de referencia nacional y las capacidades militares existentes frente a una crisis biológica.

A pesar de los numerosos avances obtenidos en los últimos años, el camino que queda por recorrer es largo, siendo necesaria una mayor inversión en I+D, tanto por parte de la industria como de los organismos de investigación públicos y privados, principalmente en detección de aerosoles biológicos y en detección a distancia de agentes de guerra biológica.



X Congreso Nacional de Materiales

Entre los días 18 y 20 del pasado mes de junio, tuvo lugar en San Sebastián (España) el X Congreso Nacional de Materiales, organizado por la Sociedad Española de Materiales (SOCIEMAT) y la Universidad de Mondragón.

Durante los tres días de celebración, el Congreso se dividió en una serie de sesiones de ponencias y de exposición de pósteres, en las que se sintetizaban los trabajos de investigación llevados a cabo en los últimos dos años en el área de Ciencia e Ingeniería de materiales. Los ponentes eran expertos en Ciencia de Materiales, pertenecientes en su mayoría a Centros de Investigación del

CSIC y Universidades españolas. Durante el Congreso, se trataron temas relativos a materiales metálicos, compuestos, cerámicos, nanomateriales, biomateriales, etc.

Entre los temas expuestos, hay que destacar el relativo al desarrollo de nuevos recubrimientos. Por un lado, los que son libres de cromo y cadmio y las nuevas formulaciones y métodos de producción de recubrimientos para aleaciones de magnesio como inhibidores de la corrosión metálica. Por otro, los nuevos recubrimientos y aleaciones desarrollados para la mejora del comportamiento de los materiales metálicos frente al desgaste.

También destacaron por sus interés los avances referentes al desarrollo de nuevas nanoestructuras para la mejora de las propiedades mecánicas de los materiales, y las nuevas cerámicas pa-



Figura 1. Sede del X Congreso Nacional de Materiales

ra su aplicación en la fabricación de células fotovoltaicas y las baterías de Li.

Nueva monografía: UAS: SOBRE SU INTEGRACIÓN EN EL ESPACIO AÉREO NO SEGREGADO

Jesús López Pino, Observatorio de UAVs, Robótica y Sistemas Aéreos

Determinados UAS (Sistemas con plataforma aérea no tripulada / *Unmanned Aerial Systems*), ya sean de uso militar (sobre todo los denominados HALE, MALE y tácticos de largo alcance) o de uso civil o comercial, deben desarrollar sus operaciones o misiones en un espacio aéreo cuya estructura, gestión y control están diseñados para aeronaves tripuladas y que exige a todas las aeronaves que lo utilizan un alto grado de seguridad.

Hoy por hoy, estas aeronaves no tripuladas se ven obligadas a operar en espacios aéreos segregados o restringidos (temporales o permanentes), utilizando pasillos abiertos temporalmente para el acceso a la zona de trabajo, en los que no se presenten conflictos con los vuelos tripulados y evitando normal-

mente las operaciones de *cross-border*, pues estas operaciones implican acuerdos internacionales que aún no están debidamente establecidos.

La integración del UAS en el espacio aéreo "no segregado" es un problema no resuelto a día de hoy, dada la complejidad y extensión de las áreas a las que afecta y a la necesidad de obtener soluciones internacionalmente aceptadas. No obstante, son muchas las iniciativas que se han llevado a cabo, con resultados parciales y las que están actualmente en desarrollo por parte de organizaciones militares y civiles con la colaboración de las empresas del sector, aunque hasta el momento no se haya conseguido la adecuada convergencia de esfuerzos que permita la operación segura de los UAS en un espacio aéreo compartido con la aviación convencional.

Esta monografía tan sólo pretende mostrar los conceptos que intervienen en la declaración genérica de "Integración en el Espacio Aéreo no Segregado", describir el entorno tecnológico, resaltando los aspectos relativos a las certificaciones aeronáuticas de aeronavegabilidad y a los sistemas *Sense and Avoid*, además de dar una visión

amplia de los trabajos o iniciativas que, con relación a estos temas, se están llevando a cabo.

Para solicitar esta monografía: http://www.mde.es/dgam/archivos_img_tecan/Archivos%20Web%20SOPT/Ficha_Monografia_UAVs.pdf

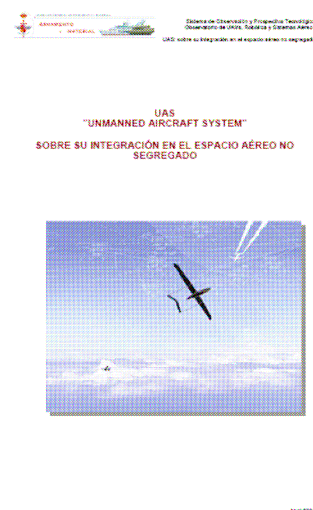
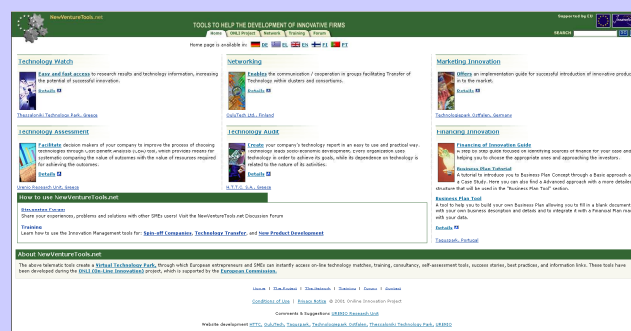


Fig. 1. Portada monografía sobre UAS y su integración en el espacio aéreo no segregado.

enlaces de interés

Tools to help the development of innovative firms



Las herramientas proporcionadas en esta página forman un parquet tecnológico virtual (Virtual Technology Park), a través del cual empresas y PYMES pueden tener acceso instantáneo a formación, asesoramiento y otra información tecnológica. Estas herramientas se han desarrollado gracias al proyecto ONLI (On-Line Innovation), apoyado por la Comisión Europea.

<http://www.newventuretools.net/>

Programa ICET (EDA)



En esta página Web se puede encontrar información sobre el nuevo programa de la Agencia Europea de Defensa, el Joint Investment Programme on Innovative Concepts and Emerging Technologies. Más información en la página 6 de este Boletín.

<http://eda.europa.eu/genericitem.aspx?id=368>

Tecnologías emergentes

PROYECTO REFORDI: Reformador diesel para pilas de combustible

Rafael Ortiz Cebolla y Felipe Rosa
Iglesias, Laboratorio de Sistemas de
Energía Terrestres (LSET), Centro de
Experimentación El Arenosillo (CEDEA),
Instituto de Técnica Aeroespacial (INTA).

A fuel cell produces electricity from various external quantities of fuel (for example, hydrogen) and an oxidant. In essence, it works by catalysis, separating the reactant fuel in electrons and protons, and forcing the electrons to travel through a circuit, hence converting them to electrical power. This technology would revolutionize the world making both economic and positive impacts on the environment.

Due to the shortage of molecular hydrogen (H₂) on Earth, it is necessary to resort to electrolysis (whether obtained from water) or reformed processes (if is obtained from a hydrocarbon) to obtain it.

REFORDI project aims to study the feasibility of systems consisting of a diesel reformer and a fuel cell to produce electricity. A steam oxidative reforming process has been carried out for its low energy consumption. Operation and maintenance works have been performed with a demonstrator of 5 kW, from which there will be a prototype of 25 kW.

Introducción

En los últimos años, los organismos de Defensa de distintos países están apostando fuertemente por la introducción de las pilas de combustible en sus infraestructuras. Esto se debe a las características que presentan estos dispositivos de producción de energía eléctrica, que los hacen especialmente atractivos para aplicaciones militares, tanto fijas como móviles.

Cada tipo de pila de combustible (PEM, MCFC, SOFC, etc.) tiene una aplicación determinada en función de

sus características¹. Una de las características principales de las pilas de combustible es su alto rendimiento en la producción de energía eléctrica, teniendo como consecuencia una reducción de las emisiones a la atmósfera. Esta característica permitirá a los países desarrollados adoptar esta tecnología y cumplir con sus compromisos medioambientales.

Sin embargo, algunas de las ventajas que presenta el uso del hidrógeno como combustible se ven ensombrecidas por una serie de inconvenientes, como son su baja densidad energética, lo que obliga a tener grandes volúmenes o elevadas presiones de almacenamiento, o la nula o escasa existencia en su libre (H₂) en la Tierra. Como contrapartida a este hecho, tenemos abundancia de compuestos que sí contienen hidrógeno, principalmente agua e hidrocarburos. Actualmente, existen dos tecnologías principales para la obtención de hidrógeno a partir de alguno de los compuestos anteriormente mencionados. Así, para obtener hidrógeno a partir del agua, se recurre al proceso de electrólisis, en el que se utiliza electricidad para conseguir que los átomos de hidrógeno se separen del átomo de oxígeno. Por otra parte, si queremos obtener el hidrógeno partiendo de algún hidrocarburo, se utilizan procesos de reformado, en los cuales, a través de una serie de reacciones químicas, se consigue separar el hidrógeno del carbono y de otros elementos contenidos en el hidrocarburo en cuestión. Estos procesos de reformado normalmente tienen un rendimiento energético elevado (>80%), lo que hace que el sistema formado por un reformador y una pila de combustible para la producción de electricidad pueda competir (al menos en lo referido a términos de rendimiento energético) con los sistemas tradicionales de producción de energía eléctrica.

Proyecto REFORDI

El INTA (Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial), junto al CIDAUT (Centro de Investigación del Automóvil), ICP-CSIC (Instituto de Catálisis y

Petroleoquímica del CSIC) y AICIA (Asociación de Investigación y Cooperación Industrial de Andalucía, asociación sin ánimo de lucro vinculada a la Escuela de Ingenieros de Sevilla), iniciaron en el año 2004 un proyecto llamado REFORDI. En este proyecto se pretende estudiar la viabilidad de los sistemas formados por un reformador diesel y una pila de combustible para la producción de energía eléctrica.

Se decidió recurrir al uso del diesel como hidrocarburo del que extraer el hidrógeno, y dentro de las distintas tecnologías de pilas de combustible se decidió trabajar con las de tipo PEM. Estas elecciones se basan en que, por una parte, el diesel es el combustible habitual en los distintos cuerpos de las Fuerzas Armadas, no teniendo que variar sus infraestructuras para incorporar este tipo de tecnología. El uso de pilas PEM viene determinado por ser la de más alta densidad energética, elevado rendimiento y baja temperatura de operación (baja firma infrarroja), lo que augura un gran potencial en su uso en aplicaciones militares.

Este proyecto se inició con la construcción de un reformador prototipo de 5 kW y con el diseño de nuevos catalizadores adecuados para las características de funcionamiento del sistema. Se desarrolló igualmente el sistema de control y de adecuación de la energía eléctrica producida por la pila de combustible. Las conclusiones obtenidas con este prototipo serán utilizadas en la fabricación de un nuevo demostrador de 25 kW.

Definición del reformador

Las técnicas habituales de reformado son:

- El reformado con vapor (*Steam Reforming*), en el que se rompen los enlaces de la molécula del hidrocarburo haciendo uso de vapor de agua, siendo ésta una reacción endotérmica.
- La oxidación parcial, en el que se recurre al oxígeno para conseguir extraer el hidrógeno contenido en el hidrocarburo. Esta reacción tiene un fuerte carácter exotérmico.
- El reformado de vapor oxidativo (también conocido como reforma-

¹ Más información en los Boletines nº 8, nº 9 y nº 10.

do autotérmico). Con esta tecnología de reformado conseguimos un grado de conversión de diesel en hidrógeno algo inferior al que conseguíamos con la tecnología de reformado con vapor, pero con un consumo energético inferior a dicha tecnología (en teoría el consumo sería nulo, sin embargo debido a las pérdidas térmicas del reactor es necesario un pequeño aporte de energía).

La primera de las técnicas tiene la ventaja de tener un mayor rendimiento en la obtención de hidrógeno, sin embargo se enfrenta a la desventaja de requerir un aporte de energía, debido a su carácter endotérmico. Por ello, en el proyecto REFORDI se ha recurrido a la tercera tecnología, que surge de la combinación de las dos anteriores.

En esta tecnología el proceso de reformado tiene lugar en el reactor principal, conocido como OSR (*Oxidative Steam Reactor*). A continuación del reactor OSR se encuentra un desulfurador, que nos permitirá eliminar el azufre contenido en el diesel utilizado, para así evitar la formación de ácido sulfúrico que dañaría irremediablemente al equipo.

A la salida del desulfurador la corriente gaseosa tiene una composición con un alto contenido en monóxido de carbono (CO). Dicha corriente de gases sólo puede ser utilizada en pilas de combustible de alta temperatura (SOFC, MCFC), ya que dichas pilas son capaces de extraer la energía contenida en el CO (además de la contenida en el hidrógeno).

En el caso de utilizar pilas de baja temperatura (PEM, ácido fosfórico, etc.) nos enfrentamos al problema de que en este tipo de pilas, el CO es un contaminante tan nocivo que puede provocar que la pila de combustible deje de funcionar. El fallo en la pila se

debe a que el CO afecta al catalizador de platino contenido en ellas, llegando a dejarlas inservibles. Por ello, es necesario instalar nuevos equipos que permitan obtener una corriente gaseosa con una composición tal, que pueda ser utilizada en pilas de baja temperatura.

Estos nuevos equipos incluyen un reactor conocido como WGS (*Water Gas Shift*), en el que se produce la reacción de gas de agua. Este reactor tiene una doble función, por un lado disminuye la cantidad de CO contenida en la corriente de gases y, por otra parte, aumenta la cantidad de hidrógeno presente en la misma. Para conseguir este efecto se introduce agua en el reactor, que se recombina con el CO contenido en la corriente gaseosa.

De este reactor se obtiene una corriente gaseosa en el que el contenido de CO está en el entorno del 1%. Dicha corriente puede ser suministrada a una pila de ácido fosfórico, ya que para estos niveles de CO, el catalizador contenido en la pila no se ve afectado. En el caso de las pilas PEM hay que seguir disminuyendo la cantidad de CO en la corriente de salida. Para ello, los gases pasan por el reactor PrOx, en el que se produce una reacción de oxidación preferencial. En dicha reacción el oxígeno introducido se recombina con el CO, dando lugar a dióxido de carbono (CO₂).

Con este proceso se pretende reducir la concentración de CO en la corriente gaseosa a niveles inferiores a las 30 ppm (partes por millón). Este proceso de oxidación preferencial produce una ligera disminución del rendimiento, ya que una pequeña parte del hidrógeno producido en los reactores anteriores (OSR y WGS) se recombina en el PrOx con el oxígeno introducido, formando agua. Esta es una pérdida que debemos asumir si queremos asegu-

rarnos la durabilidad de la pila de combustible. En la Figura 1 se muestra un esquema de la disposición de los reactores en el reformador. En este esquema no aparecen todos los compuestos producidos en las distintas reacciones. Entre ellos cabrían destacar el agua y algunos hidrocarburos intermedios (parafinas, por ejemplo).

Además de los reactores, el reformador está compuesto por una serie de equipos auxiliares, que son fundamentales para el correcto funcionamiento del sistema. Entre ellos podemos destacar el generador de vapor, el calentador (utilizado para precalentar las corrientes de aire y vapor de agua), la cámara de mezcla (donde se mezclan las corrientes de agua, vapor y diesel), intercambiadores de calor y enfriadora (para el agua de refrigeración). También existen unos sensores de CO y CO₂ que nos servirán para detectar un mal funcionamiento del sistema.

Por otro lado, indicar que el reformador posee un sistema de control y adquisición de datos, que permite al usuario controlar los parámetros de funcionamiento de éste, así como almacenar los datos obtenidos durante la operación del mismo, para su posterior análisis.

Por último, en un cromatógrafo se analiza la corriente de gases a la salida del reformador, para comprobar que es apta para ser introducida en la pila de combustible.

Acciones Futuras

Hasta la fecha se han realizado labores de operación y mantenimiento del demostrador. De los resultados obtenidos en los ensayos realizados con el prototipo de 5 kW se han sacado conclusiones que serán útiles en el diseño y fabricación de un nuevo demostrador (de 25 kW), en el que se pretenden implementar una serie de mejoras que aumentarán el rendimiento y la auto-

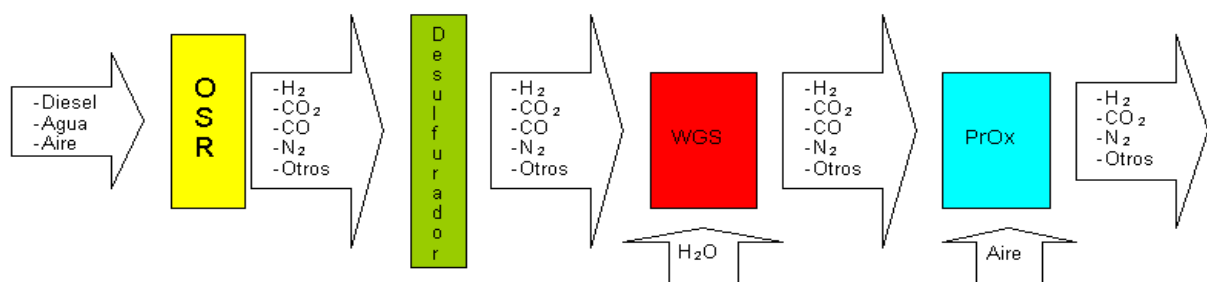


Figura 1. Esquema de la disposición de los reactores en el reformador.

nomía de este sistema.

Entre estas mejoras cabe destacar la sustitución de resistencias eléctricas por quemadores (en los que se quemará el diesel o parte del hidrógeno producido) para el calentamiento de los reactores y también una mejor integración térmica, con un mayor aprovechamiento de los saltos térmicos

existentes en las distintas partes del equipo. Otro resultado que se pretende obtener del análisis de los ensayos realizados es la obtención de un modelo que permita definir el comportamiento del equipo y que permita ser implementado en una herramienta informática, con la idea de poder simular el funcionamiento del equipo

en distintas situaciones. El sistema se ha concebido para una operación autónoma, es decir, para su funcionamiento en zonas aisladas, donde no existe suministro eléctrico (en estaciones de telecomunicaciones, por ejemplo).

Aplicación de Polímeros de Impresión Molecular (MIPs) en Seguridad y Defensa

Angélica Acuña Benito, Observatorio Tecnológico de Defensa NBQ.

Nanotechnology and Biotechnology are increasingly important in the areas of Security and Defense. An example of the nanotechnology application in detection of weapons of mass destruction is the Molecular Imprinting into Polymers (MIPs). Molecular imprinting is a generic technology for the introduction of molecular recognition properties into synthetic polymers. Over the last two decades, MIPs have become a focus of interest for scientists engaged in the development of biological and chemical sensors.

La impresión molecular es una técnica que tiene como objetivo la obtención de polímeros sintéticos

altamente estables con capacidad de reconocer de manera específica una molécula determinada, imitando el comportamiento de los receptores naturales (enzima-sustrato o antígeno-anticuerpo) en términos de afinidad y selectividad, de ahí que también se les conozca como "plasti-enzimas" o "anticuerpos de plástico". La capacidad de reconocimiento molecular selectivo de los polímeros resultantes, conocidos como Polímeros de Impresión Molecular o MIPs, se debe a que presentan sitios de reconocimiento complementarios (en forma y posicionamiento de los grupos funcionales) al analito que se quiere reconocer.

La preparación de MIPs se basa en la unión covalente o no covalente (enlaces de hidrógeno, de Van der Waals, electrostáticos, etc.) de monómeros funcionales con la molécula de interés que se utiliza como plantilla o molde. El proceso se realiza en tres pasos. En el primer paso, se mezclan los monómeros funcionales con la molécula molde en un solvente (orgánico o acuoso). En el segundo paso, se produce la polimerización de los

monómeros en torno a la molécula molde generando una red tridimensional. La polimerización se realiza en presencia de un agente de entrecruzamiento o *cross-linker*, que favorece la estabilización de la estructura del polímero. Por último, la molécula molde se extrae del polímero dejando libres los sitios de reconocimiento, para ello se usan soluciones básicas, ácidas o detergentes. La obtención de MIPs con buena afinidad y selectividad va a depender de las condiciones de polimerización, de la selección de los monómeros funcionales (diversidad molecular del monómero seleccionado, geometría de la cavidad impresa, rigidez de la cavidad, etc.) y del agente de entrecruzamiento.

Si bien se trata de una técnica que ya se viene utilizando desde los años 90 en las fases estacionarias de métodos cromatográficos y en extracción de fase sólida para la separación, pre-concentración y detección de compuestos de bajo peso molecular, la gran estabilidad (mecánica, química y térmica), incluso en ambientes extremos, sencillez, rapidez y bajo coste de preparación con respecto a los elementos de reconocimiento biológico, han permitido obtener polímeros de impresión molecular para gran número de compuestos diferentes (pesticidas, fármacos, drogas, azúcares, aminoácidos, péptidos, proteínas y células completas).

Los avances de esta tecnología en los últimos años permiten vislumbrar su enorme potencial en multitud de áreas de aplicación. Así, por ejemplo, en medicina los MIPs suplirían la necesidad de reconocimiento por anticuerpos biológicos específicos de la mayoría de los bio-ensayos para proteínas y virus, lo que supone una enorme ventaja, no sólo en diagnóstico clínico sino

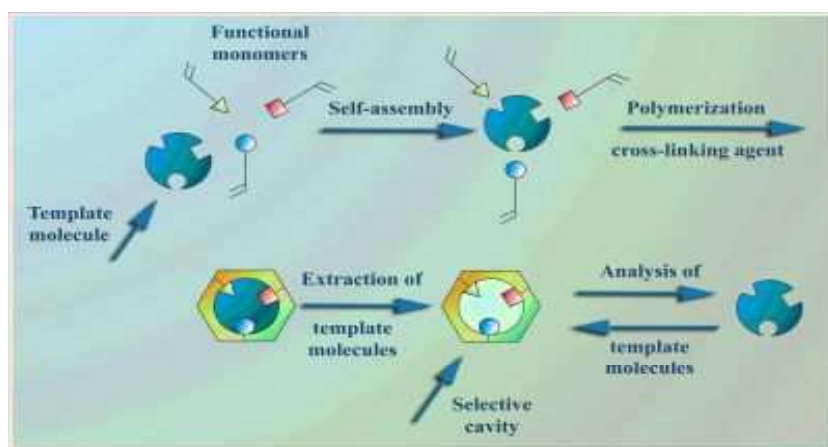


Fig. 1. Descripción del modo de obtención de los polímeros de impresión molecular. Ref. www.ion.com.ua/main1.html.

también en la eliminación de virus de zonas específicas del cuerpo e incluso en hemodiálisis, para la eliminación de toxinas del torrente sanguíneo. A medio-largo plazo, podrían utilizarse en sistemas de liberación de fármacos, como vehículos transportadores de fármacos de forma estable. En farmacología, estos polímeros pueden ser muy útiles en métodos de *screening*, separación, extracción, purificación y detección de antibióticos o sus metabolitos.

Por otro lado, los MIPs tiene gran potencial en la determinación de contaminantes en alimentos, resultando enormemente útiles a los laboratorios de control de calidad de alimentos y estudios de exposición a contaminantes emergentes. De igual forma, para aplicaciones medioambientales, los MIPs pueden emplearse en la determinación de residuos de pesticidas o en la purificación/descontaminación de muestras. Una aplicación muy concreta sería en la separación selectiva masiva y eliminación de biomoléculas (proteínas y virus) de aguas residuales.

En el área de Seguridad y Defensa, la limitada estabilidad de los elementos de reconocimiento biológico (enzimas, anticuerpos, etc.) y la dificultad de su reproducibilidad en biosensores hacen que a día de hoy existan pocas soluciones disponibles comercialmente para uso en campo. Los MIPs, por tanto, se convierten en una buena y barata alternativa de estos elementos para la detección de agentes biológicos y químicos de guerra, la detección de trazas de explosivos e incluso para la detección de otros compuestos químicos altamente tóxicos (*Toxic Industrial Chemicals*, TICs). En Europa, existen grupos de investigación que están centrando sus estudios en la aplicación de MIPs en esta área. Un ejemplo sería el centro tecnológico alemán THW, que está buscando socios para participar en un proyecto de investigación del VII Programa Marco para el desarrollo de un sensor de bajo coste para detectar trazas de explosivos como el TNT o TATP basados en MIPs, utilizando diferentes plataformas de transducción (ondas acústicas superficiales o SAW, transductores de efecto de

campo o FET, microbalanza de cristal de cuarzo o QCM,...). Igualmente, el Instituto Tecnológico Químico Fraunhofer alemán está desarrollando polímeros de impresión molecular para TNT y DNT para su incorporación en sensores para su uso en vigilancia y reconocimiento. La idea es utilizar los sensores en red en sistemas fijos o en plataformas móviles.

En España, los principales grupos de investigación, centrados en aplicaciones medioambientales y en la industria de la alimentación, se encuentran en la Universidad de Valencia, Universidad de Oviedo, Universitat Rovira i Virgili de Tarragona, Universidad Europea de Madrid y en la Universidad Complutense de Madrid.

La obtención de estos polímeros todavía presenta una serie de dificultades a solventar, como ocurre con la falta de reconocimiento molecular en medios acuosos, y para la que algunos grupos ya tienen líneas de investigación abiertas e incluso en algunos casos ya se han obtenido buenos resultados. Un ejemplo es la Universidad de Cranfield (Reino Unido, RU), que ha desarrollado un nano-MIP monoclonal que puede encontrarse en forma coloidal o soluble en cualquier líquido acuoso u orgánico. El grupo de investigación considera que este tipo de MIPs pueden ser empleados en sensores de afinidad, piezoeléctricos, ópticos o electroquímicos para un amplio rango de analitos. Así mismo, la Universidad de Lund (Suecia), también está

trabajando en nuevos desarrollos de sistemas de impresión en medios acuosos, o la Universidad de Surrey, (RU), está desarrollando MIPs en hidro-geles muy útiles en purificación y descontaminación de muestras, en métodos de inmunoensayos, en biosensores para la detección de analitos de interés biológico, e incluso en sistemas de liberación de fármacos (gracias a su estabilidad y solubilidad).

Los últimos avances han permitido que algunas empresas apuesten por el empleo de esta tecnología en el desarrollo de sensores para la detección de compuestos tóxicos de interés en el área de Seguridad y Defensa. Así, por ejemplo, la empresa israelí Semorex está desarrollando dispositivos de diagnóstico de enfermedades infecciosas y dispositivos de detección de explosivos y armas químicas para su uso en campo basados en MIPs.

Las investigaciones futuras estarán centradas en la búsqueda de nuevos métodos de síntesis más sencillos, que permitan la obtención de MIPs de mayor calidad, asegurando su reproducibilidad y mejorando la eficacia de la extracción de las moléculas moldes o "plantillas". El área prioritaria a explotar será en la obtención de métodos rápidos de evaluación y del empleo de programas informáticos que permitan predecir los reactivos y condiciones experimentales más apropiados para la obtención del mejor MIP para una aplicación determinada.

EMPRESA	ACTIVIDADES
Aspira Biosystems Burlingame, California	Emplea como plantilla un segmento seleccionado de una proteína mediante una técnica denominada impresión molecular parcial; espera aplicar la aproximación en investigación y terapia médica.
MIP-Globe Zúrich, Suiza	Trabaja en la mayoría de aspectos del moldeado molecular, incluyendo aplicaciones relacionadas con el descubrimiento de fármacos.
MIP solutions Las Vegas, Nevada	Desarrolla técnica para contribuir al suministro de agua potable segura eliminando contaminantes y para usar en el tratamiento de aguas residuales y operaciones de explotación minera basadas en agua.
MIP Technologies Lund, Suecia	Diseña herramientas para la extracción y separación de sustancias a partir de mezclas complejas a escala analítica e industrial; la técnica está pensada para las industrias farmacéutica, química, alimentaria y otras.
POLYIntel Ruán, Francia	Diseña polímeros para su uso en purificación y detección; genera anticuerpos y enzimas artificiales a petición para su uso en la industria farmacéutica y otras industrias.
Semorex North Brunswick, New Jersey, y Ness Ziona, Israel	Desarrolla dispositivos manuales para ayudar a los médicos a diagnosticar enfermedades infecciosas y tumores en fase precoz o que permitan a militares y personal de seguridad y urgencias detectar e identificar rápidamente explosivos y armas químicas en el campo.

Fig. 2. Listado de las principales empresas que utilizan polímeros de impresión molecular. Ref. Revista Investigación y Ciencia, diciembre 2006.

Tecnología en profundidad

CONTROL DE ACTITUD DE SATÉLITES: Actuador Giroscópico Avanzado (AGA)

Jesús Gómez Pardo, Director Advanced
Dynamic Systems (ADS)

An overview of the spacecraft's Attitude Control System (ACS) concept is presented, reviewing the main technologies involved in it: sensors, control algorithms and actuators. The article then focus on the particular actuator developed by the company ADS. This actuator, known as AGA (Advanced Gyroscopic Actuator), significantly improves the performance of other gyroscopic actuators, particularly the CMGs (Control Moment Gyroscopes).

The technological innovations introduced by the AGA actuator are presented, with a special emphasis on its potential application for agile satellites.

INTRODUCCIÓN¹

El Ministerio de Defensa está participando, a través del Programa COINCIDENTE, en el desarrollo de un actuador giroscópico avanzado (AGA) para el control de actitud de satélites. El proyecto SAGAS-150 "Sistema con Actuador Giroscópico Avanzado para Satélites de 150 Kg", que lidera la empresa ADS en colaboración con el INTA (Instituto de Técnica Aeroespacial), pretende desarrollar un AGA y calificarlo en vuelo, en una misión científica de observación en el marco del programa MicroSat del INTA.

El AGA pertenece a la familia de los CMG (Control Moment Gyroscope) y se

caracteriza por la generación de un par giroscópico elevado que proporciona al satélite gran agilidad. Actualmente los satélites ágiles, especialmente los de observación de la tierra, demandan mayor agilidad y capacidad de maniobra. La concepción original del AGA, que consiste en una disposición inteligente de los elementos giroscópicos, que permite, además, generar un par giroscópico elevado, controlarlo de manera sencilla en dirección e intensidad. El dispositivo consigue también una notable disminución de peso y volumen, lo que aporta mayor valor a la misión.

El alcance del contrato con el Ministerio de Defensa abarca el desarrollo del subsistema de control del AGA, software de control y diseño electrónico. Este proyecto finalizará en septiembre de 2008.

Concepto de Satélites Ágiles

En general, se entiende por satélite ágil aquel que requiere una alta velocidad de giro para ciertas maniobras, superior a la proporcionada por los sistemas clásicos de control de actitud, como puedan ser las ruedas de inercia. Se toma normalmente una velocidad de 3º/s como velocidad representativa de un satélite ágil.

Estas elevadas exigencias de maniobra provienen esencialmente de los satélites militares de observación de la Tierra, aunque también aplicaciones civiles pueden presentar exigencias de alta maniobrabilidad. Apuntamiento lateral continuo de un punto, seguimiento de objetivos, obtención de imágenes estereográficas, etc., que exigirían pares de control mayores que los proporcionados por los actuadores actualmente en servicio, principalmente las ruedas de inercia.

Por otra parte, en ciertas misiones tecnológicas, las exigencias específicas de la carga útil requieren la posibilidad de conseguir una alta maniobrabilidad del satélite.

CONCEPTO DE ACS (Attitude Control System)

El sistema de determinación y control de actitud de un satélite (ADCS) es, básicamente, el sistema que controla la

orientación del satélite. Este sistema proporciona al satélite:

1. conocimiento de la orientación angular precisa del satélite respecto a un sistema de referencia conocido (determinación de actitud o proceso de estimación de la orientación real de un satélite en órbita);
2. capacidad de predicción de la actitud o proyección en el tiempo de la orientación del satélite;
3. control preciso de la actitud (proceso destinado a obtener una orientación determinada).

El control de actitud incluye la estabilización de actitud, que consiste en mantener la orientación existente y la capacidad de ejecución de maniobras de control que cambian la orientación del satélite desde una actitud a otra.

Para la determinación de la actitud suelen emplearse sensores giroscópicos que proporcionan medidas de desplazamiento y velocidad angular. Su consumo y su masa son elevados, por lo que normalmente se utilizan en combinación con sensores no giroscópicos, como puedan ser magnetómetros, sensores solares, sensores estelares o buscadores del horizonte terrestre.

El control de actitud puede realizarse mediante el empleo de sistemas pasivos (no van a ser de interés para este artículo) o activos. Entre los sistemas activos los más empleados son los dispositivos giroscópicos: ruedas de reacción, ruedas de momento o volantes de inercia y giróscopos de control de momento (CMG). Estos dispositivos necesitan depósitos auxiliares para el combustible, generan contaminación que puede degradar las características fun-



Figura 1. Sensor Estelar STT03.
SVALBIRD CMOS.

¹ A lo largo del artículo se utilizan indistintamente algunos términos que son equivalentes:

1. Rueda de Inercia, Volante de inercia o Rueda de momento son términos equivalentes.
2. Velocidad de spin, Velocidad angular de spin o Velocidad de giro en spin, son términos equivalentes.

cionales de instrumentos de a bordo muy sensibles (como por ejemplo los instrumentos ópticos), y generan también ruidos y vibraciones, por lo que se utilizan cada vez menos. Otros dispositivos no giroscópicos son los impulsores eléctricos o iónicos, magneto-pares, sensores de navegación y otros mecanismos de apuntamiento, etc.

El ADCS, una vez determinada la actitud del satélite por medio de los sensores, debe generar las acciones de control necesarias para cambiar la actitud a la nueva requerida. Para ello tendrá implementadas en la electrónica de control, las leyes de control (programación de los algoritmos de control), modos y lógicas de guiado. Finalmente, por medio de los actuadores, ejecuta las maniobras de control adecuadas.

SENSORES

Sensores de Precisión

Para la determinación de la actitud en misiones de precisión (como Observación de la Tierra) se utilizan sensores estelares. Se trata de dispositivos ópticos que miden la dirección a una o más estrellas mediante fotocélulas o cámaras de estado sólido. Para misiones complejas, se emplean bases de datos de estrellas, para identificar la orientación del satélite. Los sensores estelares son muy sensibles. Pueden verse cegados por la luz solar reflejada en los gases de salida emitidos por los actuadores de chorro.

Europa es líder en sensores estelares de aplicación civil, que se fabrican principalmente en las empresas EADS Sodern (FR), Galileo Aviónica (IT), Jena Optronik, Terma y Danish Technical University.

Los sensores estelares operativos actualmente en servicio, son del tipo CCD (*Charged Coupled Device*). La Agencia Europea de Defensa (EDA) propugna el desarrollo de los sensores más avanzados tipo APS (*Active Pixel Sensors*).

Sensores de Aproximación

Sensores Solares

Los sensores solares son dispositivos que miden la dirección del sol. Dependiendo de los requisitos de la misión, se pueden utilizar desde unas cuantas células solares, hasta un complejo telescopio direccionable. Normalmente no se fabrican sensores de este tipo con una precisión superior a los

0.01°, pues su misión es normalmente obtener una primera aproximación del apuntamiento.

Sensores de Tierra

Los sensores de Tierra son instrumentos ópticos que detectan la luz procedente de los límites de la atmósfera terrestre. Pueden ser instrumentos fijos o de escaneo. Normalmente se utilizan instrumentos que trabajan en el infrarrojo, para funcionar incluso en el lado oscuro de la Tierra. Proporcionan al satélite orientación con respecto a la tierra en dos ejes ortogonales. Son menos precisos que los sensores estelares.

Los sensores de Tierra están cayendo en desuso en muchos casos, principalmente para órbitas LEO (*Low Earth Orbit*), debido a su alto coste e importantes restricciones de uso (campo de visión amplio y claro, captura complicada de Tierra, sólo dos ejes). La posibilidad de utilizar sensores estelares totalmente autónomos, acoplados a otros métodos fiables para mantener la posición en órbita, han provisto de una alternativa fácil y viable.

Magnetómetros

Los magnetómetros son instrumentos que miden las variaciones del campo magnético terrestre de un lugar a otro. Están compuestos por dos o tres

solenoides cuya interacción con el campo magnético terrestre permite obtener la dirección y magnitud de dicho campo. Se utilizan en periodos de eclipse del satélite (cuando los sensores solares no son aplicables) debido a su fiabilidad, ligereza y baja potencia requerida. Carecen de partes móviles y operan en un amplio margen de temperaturas. Sin embargo, su máxima precisión está limitada a medio grado debido a la poca estabilidad del campo magnético terrestre.

Aunque en Europa existen algunos líderes mundiales en magnetómetros científicos y militares, no es fácil encontrar magnetómetros calificados para su utilización en ACS. El INTA ha fabricado, para el programa NANOSAT-01, sus propios magnetómetros miniatura basados en magnetorresistencias COTS (*Commercial on the shelf*), sometiendo a un proceso de cribado (*Up-screening*) realizado por la empresa tecnológica. Esta filosofía de utilización de componentes COTS de última tecnología, es habitual en los programas de microsátélites.

Girómetros

Son dispositivos que miden la rotación alrededor de tres ejes sin necesidad de apuntamiento a objetos exteriores. Los girómetros pueden ser mecánicos, consistentes en una masa que gira con una determinada velocidad de espín, pero también láser, que utilizan la reflexión del haz de luz coherente emitido a lo largo de un camino óptico. Los girómetros requieren inicialización por algún otro medio, ya que únicamente pueden medir cambios en la orientación. Además, todas las medidas giroscópicas están sometidas a una deriva, por lo que pueden mantener la orientación durante un



Figura 2. Sensor estático miniaturizado de horizonte terrestre.

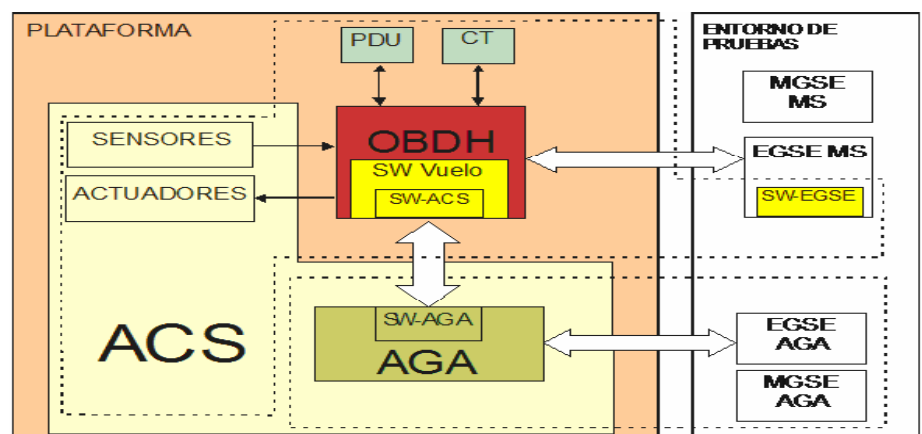


Figura 3. Esquema de la plataforma MicroSat y del entorno de pruebas.

tiempo limitado (normalmente decenas de horas e incluso menos).

Los girómetros son necesarios para el conocimiento continuo de la posición, que se actualiza con precisión por los sensores estelares. En algunos satélites se prescinde de los girómetros, si las mediciones de precisión son lo suficientemente rápidas y continuadas.

Los giróscopos electromecánicos están siendo totalmente sustituidos por girómetros no mecánicos como los HRG (Hemisferio vibrante), RLG (Láser) y FOG (Fibra Óptica).

Para precisión baja se prevé que puedan desarrollarse en Europa girómetros con tecnología MEMS (sistemas micro electro-mecánicos) de bajo coste.

ALGORITMOS DE CONTROL

Los algoritmos de control contienen el modelo matemático del sistema y las leyes de guiado. Normalmente forman parte del software de control y se programan en el OBDH (*On Board-Data Handling*; ordenador de a bordo) encargado de procesar las señales ascendentes de telecomando procedentes de Tierra y los datos del satélite procedentes de los sensores del ACS. El OBDH procesa, asimismo, las señales de telemetría descendentes.

A partir de los datos recibidos de los sensores del ACS (actitud real del satélite) y de la actitud objetivo (recibida vía telecomando), se genera la señal de error (diferencia entre ambas señales). Esta señal de error constituye la entrada a los algoritmos de control. La salida del microcontrolador, en el que se programa el software de control conteniendo los algoritmos, son comandos de par a los actuadores, que hacen girar al satélite hacia la actitud objetivo.

Los algoritmos de control pueden variar desde un control muy simple, (por ejemplo, control proporcional) hasta sistemas con estimadores no lineales complejos, pasando por sistemas de complejidad intermedia, dependiendo de los requisitos de la misión. El control del AGA pertenece a



Figura 4. Rueda de reacción con cojinetes magnéticos.

los primeros, siendo un control sencillo tipo P-D-DD (Proporcional, Diferencial, Doble Diferencial).

ACTUADORES

Ruedas de reacción y Ruedas de momento

Son de aplicación prácticamente universal para todo tipo de satélites con control en tres ejes. Para satélites ágiles estos mecanismos resultan insuficientes.

Normalmente se utilizan cuatro ruedas, tres de forma imprescindible para controlar en tres ejes, más una cuarta como *back-up*. Los cojinetes utilizados más típicos son los mecánicos, aunque se está extendiendo el uso de los cojinetes magnéticos.

Las principales diferencias entre las ruedas de reacción (RW) y las ruedas de momento (MW) es la velocidad nominal de giro en espín. Para las ruedas de reacción, la velocidad angular típica en espín tiene valor cero y cambia suavemente en respuesta a las presencia de pares perturbadores. Alcanzada la velocidad de espín necesaria se genera un par que compensa la perturbación (momento de descarga). Estos pares se generan normalmente por medio de otros actuadores como son magnetopares o impulsores. Las ruedas de momento giran con una velocidad angular de espín elevada, pero se producen pequeños cambios en las velocidades de espín para compensar los pares perturbadores que pudieran aparecer.

Los sistemas con ruedas de momento se utilizan para llevar a cabo maniobras de gran ángulo de rotación. Las leyes de control para este tipo de maniobras son sencillas aunque la relación entre las entradas (pares a generar) y la salida (movimiento de rotación del satélite) es no lineal. Con cuatro o más ruedas de inercia es posible modificar las velocidades de giro en espín de las ruedas sin que se vea afectada la ley de movimiento del satélite.

Este tipo de actuadores presenta dos inconvenientes: par pequeño en relación a la masa de la rueda, y saturación. Los CMGs y el AGA se desarrollan como sistemas con capacidad de generación de mayor par.

Magnetopares

Los magnetopares se requieren principalmente para desaturar los

actuadores de intercambio de momento (ruedas de inercia, CMGs, AGA), frente a pares perturbadores seculares, aunque también pueden ejercer una cierta función de *back-up* en caso de fallo de algún actuador. Es una tecnología bien desarrollada donde por el momento no se prevén grandes innovaciones.

Chorros de Gases Calientes y Fríos

Si se pretende cambiar de órbita, y realizar un AOCS completo (Control de Actitud y Órbita del Satélite), se necesita un sistema de propulsión adicional. Este sistema, a base de hidrazina catalítica normalmente, o más modernamente bipropulsante e incluso motores eléctricos, está totalmente desarrollado y no existen problemas en su adquisición. Ahora bien, para un satélite en que no se prevea ese control de órbita, el transportar todo ese propulsante, sólo para desaturar los sistemas de transferencia de momento, es excesivo tanto en volumen como en peso y coste.

En aplicaciones habituales, el empleo de magnetopares será suficiente para esa función de desaturación.

Otro sistema que suele emplearse, cuando no resulta suficiente el empleo de magnetopares, es el de chorros de gas frío, provenientes de la expansión del gas FREON-14 desde un depósito a presión. Estos sistemas han sido utilizados de forma estándar en numerosos satélites pequeños y cargas útiles de cohetes de sondeo.

CONCEPTO DE CMG (CONTROL MOMENT GYROSCOPE)

Los CMGs se caracterizan por el alto momento cinético que pueden transferir al satélite, lo que les hace apropiados para el control de grandes vehículos o de aquellos que tengan unas grandes exigencias de maniobra, como los satélites militares de observación de la Tierra. Sin embargo, presentan problemas de volumen, complejidad mecánica, precio, "singularidades" en sus actuaciones, etc.

Los CMGs utilizan ruedas de momento colocadas en juntas Cardan con capacidad de giro alrededor del eje de la junta. La velocidad de giro en espín de las ruedas permanece constante en relación a la junta, y el eje de ésta es perpendicular al eje de espín. El control de la actitud se efectúa girando la junta Cardan alrededor de su eje el ángulo necesario para generar el par adecuado que absorba los pares perturbado-

res externos, o bien para que generen el par adecuado para la maniobra de giro del satélite requerida.

Existen dos tipos de CMGs: de simple y de doble Cardan. Los últimos se emplean muy poco, ya que pueden bloquearse en su funcionamiento. Los CMGs de simple Cardan producen un par mayor y no se bloquean.



Figura 5. CMGs de la ISS.

Las leyes de control para la ejecución de maniobras de gran giro son complicadas y la dinámica y el control utilizando CMGs no son aún del todo conocidos. Los CMGs normalmente funcionan con velocidad de espín constante, pero existen CMGs con velocidad de espín variable que pueden emplearse tanto como dispositivos de control de actitud, como generadores de potencia (IPACS) con una dinámica muy complicada.

Estos se han utilizado en las estaciones espaciales Skylab, MIR, ISS y satélites militares.

Los últimos desarrollos en los algoritmos de guiado y la demanda creciente de satélites ágiles, han obligado a comenzar el desarrollo de estas tecnologías en Europa.

Actualmente, hay dos empresas en Europa que fabrican este tipo de actuadores: Astrium/Teldix (FR/GE), que fabrica el CMG 15-45S para los satélites del orden de 1000 kg "Pleiades" y "Spectra", y el Surrey Satellite Technology Limited, SSTL, (UK) que fabrica mini-CMGs de peso menor de 2 kg. De hecho, la ESA ha formalizado contratos para desarrollar CMGs de aplicación en el control de actitud de satélites: en el caso de Astrium, para satélites de 250 kg y mayores, y con el SSC (Surrey Space

Center) para satélites de menos de 250 kg. Los requisitos inmediatos de la ESA, en cuanto a CMGs, se dirigen a CMGs para satélites del orden de 250 kg de masa o menores.

En lo que se refiere al mercado mundial, el líder actual es Honeywell que fabrica el CMG Modelo M-50, con mayores actuaciones que el de Astrium, y que ha sido elegido para el *World-Wide Commercial Imagery Satellite*.

TECNOLOGÍA DEL AGA

El AGA (Actuador Giroscópico Avanzado)

El producto que está desarrollado ADS es un actuador giroscópico avanzado para el control de actitud de satélites ágiles. Pertenecen a la familia de los CMGs (*Control Moment Gyroscopes*), y se caracteriza por la generación de un par giroscópico elevado que proporciona al satélite gran agilidad de movimiento y gran capacidad de maniobra. Como se ha dicho anteriormente, los satélites ágiles, especialmente aquellos en misiones de observación de la tierra, demandan mayor agilidad y capacidad de maniobra.

La arquitectura del AGA, con una disposición inteligente de los elementos giroscópicos, ha sido objeto de dos patentes internacionales e introduce cuatro importantes ventajas competitivas frente a los CMGs que hay en el mercado:

- mayor par giroscópico;
- control sencillo;
- menos peso;
- menos volumen.

Aunque el AGA pertenece a la familia de los CMG, aporta un diseño innovador que permite considerarlo como una novedad tecnológica internacional y por desconfío nacional.

Novedades tecnológicas del AGA



Figura 6. El AGA en su bancada de ensayos.

Podemos considerar que el AGA incorpora tres novedades básicas:

1. Disposición de dos elementos giroscópicos con un eje central de espín común y un diámetro común para el giro en nutación. Los movimientos de los elementos giroscópicos en espín y en nutación son iguales pero de signo contrario. El resultado es un par con dirección constante y sentido e intensidad variables senoidalmente.
2. Posibilidad de control en dos ejes con una única unidad AGA. Control del satélite en tres ejes, con dos AGAs únicamente.
3. Empleo de algoritmos de control avanzados que permiten un control muy flexible y relativamente poco complicado.

Como resultado final se obtiene un sistema de actuación de bajo volumen, bajo peso (alrededor de la mitad de un sistema CMG de similares actuaciones) y alta flexibilidad de maniobra, que lo hacen óptimo para su aplicación en satélites ágiles.

Proyectos de I+D

AGA-900: Demostrador tecnológico de actuador giroscópico para el control de satélites de 900 a 1000 kg, desarrollado con los requisitos del sistema de satélites Pleiades. Los resultados obtenidos en las pruebas de verificación y validación del demostrador se resumen a continuación:

- Masa de 1 AGA (sin electrónica), control de 2 ejes: 17kg.
- Par suministrado: 190 N-m.
- Velocidad angular máxima proporcionada al satélite > 3°/s.

SAGAS-150: Programa en colaboración con el INTA, que permitirá la calificación en vuelo de la tecnología del AGA. Este proyecto pretende desarrollar un AGA-150 para el programa MicroSat del INTA (familia de satélites de la clase 100-250 kg). El SAGAS-150 está siendo apoyado por el Ministerio de Defensa a través del Programa COINCIDENTE.

Las especificaciones preliminares más significativas del AGA-150 son:

- Masa de 1 AGA (sin electrónica), control de 2 ejes: < 6kg.
- Par suministrado: 2.5 N-m.
- Velocidad angular máxima proporcionada al satélite > 3°/s.

Realizando una comparativa de las principales características tecnológicas entre el AGA-900 y dos de los CMGs mencionados anteriormente (el CMG M-50 de Honeywell, y el CMG 15-45-S que Astrium ha desarrollado para Pleiades) se destaca que un conjunto AGA para control en tres ejes tendrá un peso (47 kg), muy inferior a los CMGs actualmente en servicio, y en particular al desarrollado por Astrium (84 kg)

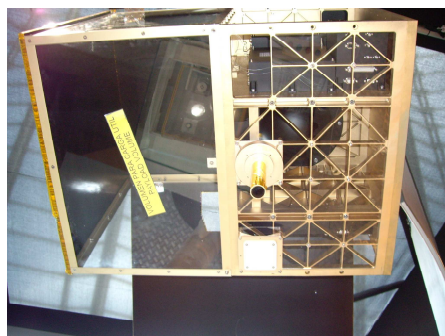


Figura 7. Maqueta del AGA en MicroSat.

APLICACIONES DEL AGA

El escenario mundial definido por la ESA para la misiones de observación de la Tierra, requiere estabilización en tres ejes para el satélite. Esto se consigue por medio de sistemas basados en sensores estelares combinados con sensores de navegación, que proporcionan las medidas necesarias para la determinación de la actitud. Como actuadores se utilizan dispositivos giroscópicos, normalmente ruedas de inercia. Para las misiones futuras en las que se requerirá mayor agilidad, precisión y disponibilidad, se emplearán sistemas basados en CMGs o ruedas de reacción de elevado par como actuadores principales y magnetopares para desaturación. Se mantendrán los sensores estelares para determinación de la actitud.



Figura 8. Satélite de observación de la tierra Artemio (ESA).

Es en este tipo de misiones donde puede aprovecharse todo el potencial del AGA como actuador de elevado par. A continuación, se presentan las principales misiones europeas y españolas con satélites ágiles.

Misiones Europeas

Los datos presentados a continuación están tomados del documento "European Space Technology Harmonisation. AOCS. Sensors and Actuators" (ESA/ESTEC_EC/60/2005/SPA).

La ESA tiene en marcha dos programas de desarrollo de este tipo, en colaboración con CNES y ASTRIUM, para los satélites Pleiades (masa de 950 kg) y SPECTRA (masa de 850 kg) de Observación de la Tierra, lanzados en 2006 y 2008 respectivamente.

El AOCS de estos satélites cuenta con sensores estelares combinados con girómetros FOG (*Fiber Optic Gyroscope*) y con actuadores ágiles del tipo CMG (CMG 15-45S desarrollado por ASTRIUM).

Una misión europea reciente (lanzamiento en 2002) de observación de la Tierra, es el pequeño satélite para demostraciones tecnológicas muy avanzadas PROBA, con dimensiones de 60 x 60 x 80 cm y peso del orden de 100 kg.

Si ahora consideramos los futuros satélites ágiles o similares que se prevén en Europa, podemos incluir los siguientes como los candidatos más importantes:

- Programa ESA "EARTH EXPLORER". Se han lanzado o se lanzarán en un futuro próximo los siguientes satélites, todos ellos en la banda de los 700-900 kg: CRYOSAT (2003), GOCE (2005), SMOS (2005), ADA-Aeolus (2006), SPECTRA (2008). Dentro de este programa, los proyectos que se están examinando como posibles para el futuro son:
 - o Earth CARE 1.300 kg.
 - o WALES 1.500 kg.
 - o ESPM 600 kg.
 - o SWARM 350 kg.
 - o ACE + 150 kg.
 - o WATS 100 kg.
- Programas de Desarrollo de Astrium: Sistema Satélite MINI-FLEX: Concepto modular 80 a 250 kg.

- Programas de desarrollo del CNES (Centre Nationale d'Etudes Spatiales):
 - o Programa MYRIADE <150 kg.
 - o Microscope 200 kg.
 - o Altika < 100 kg.
 - o Micromega < 100 kg.
- Programas de Desarrollo de SSC (Surrey Space Center): Microsatélites esencialmente (< 100 kg).

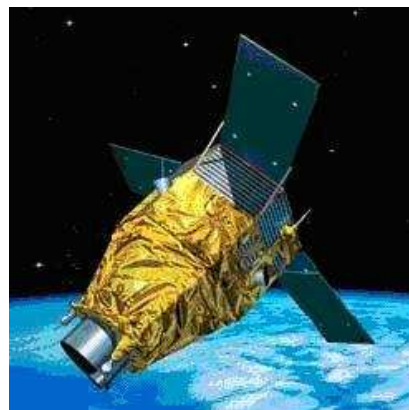


Figura 9. Satélite Pleiades.

Misiones en España

Después del INTASAT (1974) y UPMSAT (1995), han sido el MINISAT (1997) y el NANOSAT (2004), ambos del INTA, las misiones modernas que han dejado más preparado el campo para futuras misiones nacionales. Además, se han creado los operadores nacionales HISPASAT (1992) e HISDESAT (2001).

Por un lado el MINISAT-01 (del orden de 200 kg de masa), fue el primer miembro de una familia que se preveía desarrollar en un cierto periodo de tiempo. Por el momento no se ha continuado el desarrollo, sin embargo un MINISAT de observación de la Tierra podría ser de un alto interés nacional y un actuador como el AGA sería totalmente adecuado a ese satélite. El NANOSAT-01 ha sido el primer satélite en el que se han introducido cargas útiles tecnológicas nacionales para aplicación en el campo de las micro-nanotecnologías.

Como un producto de ambas misiones MINISAT y NANOSAT, el INTA (al igual que las agencias de otros países europeos) está comenzando la realización de micro-misiones con un peso del orden de 150 Kg,

Además de la misión gubernamental del HISPASAT, en 2001 se constituye

HISDESAT con el objetivo inicial de dotar al Ministerio de Defensa de telecomunicaciones seguras por satélites. Para ello en 2005 se lanzó el satélite XTAR-EUR y en 2006 el satélite SPAINSAT.

En el plan estratégico para el sector espacial 2007-2011, se establece como línea de actuación estratégica prioritaria el desarrollo de un sistema espacial completo como proyecto integrador de todas las capacidades existentes. Esta línea estratégica se ha concretado en un sistema de observación de la Tierra formado por dos satélites: uno óptico de aplicaciones civiles llamado INGENIO y otro militar con un radar de apertura sintética llamado PAZ.

CONCLUSIONES

ADS está desarrollando, junto con sus colaboradores (ETSIA-UPM y la empresa IDA) y con el apoyo de la Subdirección de Tecnología y Centros de la DGAM (Ministerio de Defensa) a través del Programa COINCIDENTE, un actuador giroscópico avanzado para el control de actitud de satélites. El AGA presenta grandes ventajas competitivas frente a las soluciones de actuación

actualmente en servicio en el mercado. Se trata de un actuador giroscópico que proporciona al satélite una elevada velocidad de giro, respondiendo con éxito a las demandas de mayor agilidad de movimiento y capacidad de maniobra, que solicita el mercado de los satélites ágiles (principalmente satélites de observación). El AGA-150 será el primer desarrollo de toda una familia y será calificado en vuelo en el

año 2010 a bordo de un microsatélite.

REFERENCIAS:

AOCS Sensors and Actuators. European Space Technology Harmonisation (01-2005). ESA Document.

Vehículos Espaciales y Misiles. Publicaciones de la ETSIA (10-1999).

Para más información: www.ads-gyro.com / ads@ads-gyro.co



Figura 10. INTA Nanosat.

agenda

RTO NATO MEETINGS:

HFM-167 Lecture Series on "Psychological Support Across the Deployment Cycle"
Octubre, 2008. (España)

SET-166 Lecture Series on "Low Cost Navigation Sensors and Integration Technology"
Octubre, 2008. (España)

SAS-072 Specialists Meeting on "Capability-Based Long Term Planning"
Octubre, 2008. (Noruega)

Symposium on "Information Assurance for Emerging and Future Military Systems"
Octubre, 2008. (Eslovenia)

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

47 Congreso de Ingeniería Naval

16 y 17 de octubre, 2008. Islas Baleares (España)

<http://www.ingenierosnavales.com>

Maritime Renewable Energy

Noviembre, 2008 (Reino Unido)

<http://www.rina.org.uk>

VI Exposición y Conferencia Internacional de defensa Naval y Marítima para Latinoamérica

Del 2 al 5 de diciembre, 2008. (Chile)

<http://www.exponaval.cl>

Open IT-based innovation. Moving towards cooperative IT transfer and knowledge diffusion

Del 22 al 24 de octubre, 2008. Madrid (España)

<http://ifip8-6.ceditec.etsit.upm.es/>

Salón Internacional de la Innovación, la Investigación y las Nuevas Tecnologías Brussels Innova

Del 13 al 15 de noviembre, 2008. Bruselas (Bélgica)

www.brussels-innova.com

Boletín de Observación Tecnológica en Defensa

Disponible en <http://www.mde.es/dgam/observatecnoF.htm>