DIRECCIÓN GENERAL DE ARMAMENTO Y MATERIAL

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE TECNOLOGÍA Y CENTROS

Nº 16. Tercer Trimestre 2007

En este número

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

Contactar

Nodo Gestor
Cte. Ismael Fernández de la Carrera
SDG TECEN C/ Arturo Soria 289
Madrid 28033
iferde1@oc.mde.es

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

Observatorio de Óptica, Optrónica y Nanotecnología
Ing. D. Fernando Márquez de Prado Urquía
fmarquezu@oc.mde.es

Observatorio de Armas, Municiones, Balística y Protección
T.Col. Nicolás Braojos López
nbraojos@oc.mde.es

Observatorio de Tecnologías de la Información, Comunicaciones y Simulación
Ing. D. Francisco Javier López Gómez
fjlopez@oc.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
jaguilarp@oc.mde.es

Observatorio de UAVs y Robótica
Cte. CIEA-ETO Manuel A. González López
mgonlo2@oc.mde.es

Observatorio de Energía y Propulsión
Cap. Corb. Ing. Juan Carlos Huertas Ayuso
jchayuso@fn.mde.es

www.mde.es/dgam/observatecno.htm

Boletín
de Observación Tecnológica en Defensa

Editado por el Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica

En este número:

Análisis de las Tendencias Actuales en el Desarrollo de las Tecnologías de Simulación

Reto de los Combustibles en el Sector Militar

Integración de UAVs en el Espacio Aéreo No Segregado: Soluciones Nacionales e Iniciativas Internacionales

Pólvoras LOVA II

EDITORIAL

La reciente publicación del Plan Nacional de I+D+i 2008-2011 es una señal más de la relevancia adquirida por la investigación y desarrollo hoy en día. Este Plan es un instrumento de planificación de la programación de la I+D, así como de la innovación tecnológica, en la Administración General del Estado, siendo el mecanismo por el que se establecen los objetivos y prioridades de la Política de Investigación e Innovación a medio plazo.

Para la elaboración de este nuevo Plan se puso en marcha un proceso participativo, donde se implicaron todos los actores clave del sector. Como impulsor en el fomento de la I+D, el Ministerio de Defesa ha participado activamente en el Panel de Seguridad y Defensa, formado para la elaboración del Plan Nacional de I+D+i, y más concretamente la Subdirección de Tecnología y Centros (SDG TECEN) ha formado parte de la Comisión del Eje Temático. La misión fundamental del Panel de Seguridad y Defensa consistió en la identificación de líneas tecnológicas prioritarias dentro de las áreas de la seguridad y la defensa, y sus resultados se recogen en el Anexo A del citado Plan.

La implicación de este Ministerio en este tipo iniciativas es vital, ya que sin ellas sería imposible afrontar los retos globales que suponen los acontecimientos internacionales y cambios sociales manifestados mundialmente.

ÍNDICE

Actualidad Observatorios:

- Editorial……..……..2
- Monografía sobre Detección e Identificación de Agentes Químicos de Guerra. Estado del Arte 2006.2

Actualidad Tecnológica:

- Programa SANCHO ….....……..……..3
- Nuevos Desarrollos y Aplicaciones de los Materiales Compuestos Avanzados 5
- Red Tecnológica Española de Robótica HispaRob 6
- Programa ESSOR 7
- III Jornadas de Interoperabilidad en Simulación Militar 8
- Protection Against Chemical and Biological Warfare Agents ……...9
- Jornadas CWID 2007: Demostración Nacional ..9
- I Jornadas de Fotónica para Defensa 10
- Jornadas Cabezas de Guerra Inteligentes (Smart Warheads) 10
- Proyectos COINCIDENTES finalizados: Circuitos Electrónicos en Frecuencias Milimétricas 11

Enlaces……..11

Tecnologías Emergentes:

- Reto de los Combustibles en el Sector Militar ..11
- Integración de UAVs en el Espacio Aéreo No Segregado: Soluciones Nacionales e Iniciativas Internacionales .....……..……..…14
- Pólvoras LOVA II 17

En profundidad:

- Análisis de las Tendencias Actuales en el Desarrollo de las Tecnologías de Simulación 20

Agenda……..24

PUBLICACIÓN DE LA MONOGRAFÍA: Detección e Identificación de Agentes Químicos de Guerra. Estado del Arte 2006

Guía de consulta donde se recoge el estado del arte actual de las tecnologías y equipos de detección e identificación de agentes químicos de guerra, así como las tendencias futuras en esta área.

Tras una breve introducción sobre la historia del uso de este tipo de agentes y de su normativa de referencia, se describen las características y propiedades de los principales agentes químicos susceptibles de ser usados como armas y las tecnologías incorporadas actualmente en los equipos de detección e identificación empleados, tanto en el sector militar como en el civil. Por último, se hace una revisión de los últimos desarrollos y tecnologías objeto de estudio, que parecen tener potencial uso en esta área.

Esta publicación es continuación de la monografía sobre detección e identificación de agentes biológicos de guerra, publicada a principios del 2006, y que, junto con el estudio sobre detección e identificación de armas nucleares, actualmente en fase de desarrollo, componen la trilogía sobre Detección e Identificación de Agentes NBQ.

Para obtener una copia en formato electrónico contactar con el Nodo Gestor del Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica.

Programa SANCHO

El Programa SANCHO es una actividad de I+D orientada al establecimiento de un servicio operacional basado en plataformas aerostáticas que proporcionará aplicaciones de vigilancia continua, desarrollando los prototipos necesarios para obtener resultado a corto y medio plazo. Los incendios forestales, la vigilancia fronteriza y las comunicaciones personales en áreas sin infraestructuras terrestres son algunas de sus primeras aplicaciones.

Financiado y liderado inicialmente por las empresas del Ministerio de Defensa, INSA e ISDEFE, en el consorcio participan diferentes instituciones públicas y privadas, destacando el INTA y el CAB (Centro de Astrobiología), pertenecientes también al mismo Ministerio y al CSIC.

Justificación

En el pasado han existido intentos de desarrollar sistemas espaciales de teledetección de alta repetitividad para aplicaciones de vigilancia y seguimiento. Sin embargo, la dinámica orbital requiere posiciones muy alejadas para la observación continua o la utilización de un gran número de satélites en posiciones más cercanas.

La solución aeroportada, aunque versátil una vez en marcha, resulta costosa en su operación y es de cobertura limitada. Además, la calidad de la información no es buena, dada la corta distancia entre sensor y escena, que hace que el campo de visión sea pequeño, la geometría de observación oblicua y la geo-referenciación dificultosa. Algunas pruebas realizadas por NASA, con su sensor MAS (*Modis Airborne Simulator*), desde 20 km de altura (ER-2), muestran que aunque sí quedan solventados muchos de los anteriores inconvenientes, el coste resulta inasumible dado el carácter singular de tal aeroplano.

Actualmente existe un movimiento novedoso alrededor de las plataformas de alta cota (estratosfera) y larga duración. Se trata de teledetección con plataformas sin piloto que, desde más de 20 km de altura, proporcionan imágenes de manera continua durante largos periodos de tiempo (semanas o meses), gracias a su propulsión eléctrica y el uso de modernas combinaciones de paneles solares y pilas de combustible. En estas aplicaciones, llamadas a menudo '*near-space*', debido a que el entorno estratosférico presenta problemáticas muy similares al puramente espacial, los dirigibles presentan notables ventajas sobre los aeroplanos.

Los desarrollos finales a alturas estratosféricas precisan aún de importantes avances tecnológicos para poder ser operativos. En este escenario, INSA e ISDEFE están desarrollando sistemas en alturas intermedias, en la medida de la disponibilidad tecnológica, dirigidos a proporcionar servicios plenamente operativos, siendo el objetivo disponer de una plataforma para usos medioambientales y de seguridad a 4000 m.

El sistema

El proyecto se estructura en diversas etapas, ejecutadas de manera secuencial y representadas por los distintos prototipos de prueba y servicio pre-operacional. Así, aunque actualmente se dispone de un dirigible de baja cota con el que se realizan multitud de experimentos, los requisitos del vehículo SANCHO operacional son:

- Plataforma:

- Autonomía: 2/4 días, con disponibilidad diurna > 90%
- Altura de operación: hasta 4000 m.
- Velocidad: ~40 nudos (~75 km/h) para vuelo estacionario, +12 nudos (+25 km/h) para traslados.
- Masa de carga útil: >200 kg.
- Compatibilidad con tráfico aéreo, que podría ser restringido.

- Carga útil:

- Cámara de espectro visible e infrarrojo.
- Resolución espacial 5/10 m.
- Cobertura: >30km de radio en vigilancia; >15km de radio en observación/imagen.
- Frecuencia temporal de imágenes: <5/7 min dependiendo del usuario.

- Estación de control:

- Comunicaciones: imagen/video en tiempo real desde plataforma a segmento usuario.
- Obtención de productos de valor añadido.

- Segmento usuario:

- Proceso de datos en tiempo real.
- Integración de sistemas GIS (*Geographical Information System*) existentes y fusión con datos satélite.

- Servicio:

- Compatibilidad con los procedimientos de actuación de los usuarios.

- Despliegue del servicio dentro de la península en menos de 24 h.
- Cobertura nocturna (opcional).
- Fiabilidad: >95% a 3 años.
- Coste: compatible con los sistemas de vigilancia actuales.

Los principales desarrollos tecnológicos que se llevan a cabo en la actualidad, encaminados a conseguir los requisitos enumerados, incluyen:

- Materiales y estructuras: membranas, adhesivos y celdas de carga.
- Aerodinámica y control: forma, leyes de control y sistema de vuelo.
- Propulsión: motores térmicos, sobrealimentación, vectorización, control y hélices.
- Energía: generación, almacenamiento y regulación.
- Instrumentación: sensores, cunas y procesado de datos a bordo.
- Comunicaciones: telemetría y control y datos de misión.
- Teledetección: algoritmos de proceso de datos, productos de valor añadido, interfaz GIS, etc.
- Gestión de tráfico aéreo para plataformas no tripuladas: legislación, gestión autónoma, gestión de crisis, etc.

La ingeniería de sistemas incluye, además, tareas de gran impacto en la operación final, como la integración del segmento de vuelo y el de tierra, la gestión de las infraestructuras terrestres, la manipulación del gas sustentador (helio) y la organización de las campañas de vuelo.

Algunos ejemplos de aplicación

Recientemente se ha utilizado el dirigible demostrador, operado en las instalaciones del Ejército del Aire, en la Base Aérea de La Virgen del Camino en León, para tomar imágenes durante el desfile de las FF.AA. celebrado en la ciudad de León el día 3 de junio de 2007 y presidido por SS.MM. los Reyes de España. El vehículo posee 22 m de eslora y eleva una carga útil de 40 kg. de peso, a 1000 m de altura. Se efectuó un vuelo cautivo, por razones de seguridad, que permitió la toma de imágenes de la zona durante el desfile terrestre. Además, se probó por primera vez el traslado por carretera.

Por otro lado, el Ministerio del Interior ha encargado un estudio de viabilidad para analizar la aplicabilidad de los sistemas aerostáticos para complementar los actuales sistemas de vigilancia fronteriza basados en torres. El estudio, iniciado recientemente, explorará los sistemas cautivos y los dirigibles, considerando cargas útiles de muy diversa índole, desde cámaras visibles e infrarrojas hasta potentes radares en bandas especializadas.

Finalmente, la vigilancia y seguimiento de incendios forestales continúa siendo una de las prioridades del sistema. Las simulaciones realizadas utilizando datos de sensores espaciales y aeroportados, unidos a las prestaciones esperadas de las plataformas aerostáticas, demuestran la viabilidad de un servicio eficaz y ajustado en coste, dedicado a la vigilancia de zonas acotadas de alto valor económico y/o ecológico y la monitorización continua de incendios descontrolados, que podría durar varios días.

Estado del programa y retos inmediatos

Actualmente, se experimenta con el prototipo disponible para desarrollar los procedimientos de vuelo (principalmente el sistema de control autónomo del vuelo y de las operaciones en tierra) y realizar las primeras pruebas con cargas útiles de poco tamaño.

En paralelo, se encuentra en proceso de compra un vehículo de mayor tamaño, denominado SAMBA, que permitirá instalar hasta 100 kg de carga útil y operar desde 1500 m de altura, en el verano de 2008. Este es un importante paso previo antes de conseguir el sistema operativo a 4000 m, a finales de 2009.

Otros ejemplos del proceso de innovación lo representan los trabajos realizados en la modernización de los sistemas de telemetría y telecomando aeroespacial, donde se han realizado importantes avances en el desarrollo de matrices de pequeñas antenas, que emulen de manera más eficiente a las grandes instalaciones y los novedosos sistemas de comunicaciones ópticas. También, en un futuro cercano, podrán obtenerse productos operativos a partir de los actuales demostradores.

- Este artículo ha sido realizado por D. Jesús Gonzalo, Coordinador de I+D de INSA, Profesor de la Universidad de León, y D. Isaac Domínguez, Director de Ingeniería de INSA.-

MATERIALES COMPUESTOS AVANZADOS: Nuevos Desarrollos y Aplicaciones

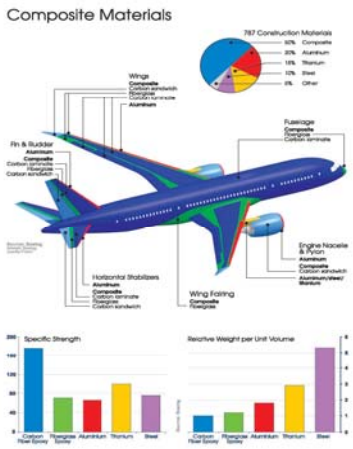
Entre los días 23 y 27 de julio de 2007, tuvieron lugar, en Aranjuez (Madrid), las jornadas dedicadas a "Nuevos desarrollos y aplicaciones de los materiales compuestos avanzados", bajo el marco de los cursos de verano de la Universidad Rey Juan Carlos de Madrid y con la colaboración de ITP (Industria de Turbo Propulsores), EstruMat y la Asociación Española de Materiales Compuestos.

Los imparables avances que se están produciendo en el sector de los nuevos materiales, y especialmente en los materiales compuestos, hacen necesario analizar periódicamente los progresos que se producen tanto en investigación básica como en nuevos desarrollos y aplicaciones, que permitirán abrir nuevas vías de empleo e influenciar positivamente el desarrollo industrial de sectores productivos estratégicos.

La necesidad, fundamentalmente de determinados sectores industriales, de disponer de materiales cada vez más resistentes, rígidos y ligeros, llevó hace ya algunas décadas al empleo de estructuras resultantes de la combinación de materiales de diferentes propiedades y características físico-químicas, de modo que se obtuvieran unas propiedades superiores a las que presentarían los materiales constituyentes por separado. Desde ese primer momento, el desarrollo de los materiales compuestos ha estado íntimamente ligado al progreso de la industria aeronáutica, aerospacial o de generación de energía, y suponen una destacable parte del esfuerzo dedicado a I+D+i en dichos sectores.

Consecuencia de ese esfuerzo en investigación, es el importante desarrollo del tejido empresarial e industrial, que alrededor del campo de los materiales compuestos se ha generado en todo el mundo, y que ha llevado a varias empresas españolas a ser consideradas referentes mundiales en la aplicación en el sector aeroespacial. Por ello, durante cinco días se contó con la presencia de los más destacados expertos nacionales en este campo, tanto de la universidad como de organismos públicos de investigación y de las principales industrias del sector.

Los materiales compuestos de matriz polimérica fueron los que mayor peso específico tuvieron durante el desarrollo de las jornadas, debido fundamentalmente a su alta implantación como material estructural aeronáutico, y a la posición de referencia que ejerce la industria nacional en el campo de la fibra de carbono. Algunas conferencias, como "Fabricación de fibra de carbono y materiales compuestos: presente y futuro", "Nuevos procesos de producción de estructuras de fibra de carbono" o "Nuevos avances en el desarrollo de materiales compuestos de fibra de carbono para la industria aeronáutica", expusieron las líneas de actuación y desarrollo que se están llevando a cabo tanto en los procesos de obtención de fibra de carbono y preimpregnados, como en su aplicación en los nuevos procesos de producción de estructuras y la influencia en las propiedades mecánicas finales de la técnica de procesado empleada. Todos los temas relativos al empleo de materiales compuestos en la industria aeronáutica fueron tratados en una mesa redonda, que contó con la presencia de expertos de la Fundación para la Investigación, Desarrollo y Aplicaciones de los Materiales Compuestos (FIDAMC), Hexcel España, INTA y Airbus España. En esta mesa se discutieron en profundidad las nuevas técnicas de encintado automático, las matrices termoplásticas o los nuevos procesos sin necesidad de autoclave.



También, se trataron y estudiaron los últimos desarrollos en otros materiales con menores requisitos estructurales, pero sometidos también a condiciones de trabajo muy rigurosas, como puede ser el empleo de materiales compuestos en aplicaciones a alta temperatura o los materiales compuestos inteligentes, que responden de forma controlada a un estímulo externo. ITP presentó las últimas tendencias en materiales para motores de aviación, tanto en materiales compuestos de matriz polimérica, como en matriz metálica o cerámica, dado que las condiciones de alta temperatura, ambiente corrosivo y cargas aerodinámicas imponen importantes restricciones al empleo de determinadas matrices orgánicas.

Los nuevos avances y aplicaciones en materiales compuestos de matriz metálica también fueron discutidos, así como la problemática de los complejos fenómenos de degradación y corrosión que sufren estos materiales.

En conclusión, durante la duración de estas jornadas, se revisaron los avances más prometedores en el desarrollo de materiales compuestos y se pudo analizar el excelente nivel de la industria y universidad española, en un campo con una proyección de futuro excelente, que permitirá situar a los actores nacionales en una posición de privilegio en la industria aeronáutica mundial.

NOTA: CF. Imagen www.flightpaths.com

Red Tecnológica Española de Robótica HispaRob

La tecnología robótica en defensa y seguridad es un campo de gran interés dado que permite reducir el riesgo y aumentar la eficacia operativa en tareas peligrosas o monótonas. La robótica de defensa y seguridad, tanto colectiva como individual, está teniendo una creciente importancia en la sociedad, en aplicaciones tales como: vigilancia perimetral, misiones de rescate, vigilancia de fronteras, desactivación de artefactos explosivos, etc. Por otra parte, cabe destacar que esta tecnología innovadora tiene aplicación dual, tanto en el sector militar como en el civil.

La Red Tecnológica Española de Robótica surge ante la necesidad de potenciar las tecnologías robóticas en nuestro país y constituye un elemento diferenciador y complementario a las actividades que llevan a cabo diversas asociaciones sectoriales, redes de investigadores, organismos de prospectiva tecnológica y plataformas nacionales. HispaRob está coordinada por la empresa Indra, que también coordina una de las líneas estratégicas de interés de HispaRob, Robots de Defensa, Seguridad y Espacio.

HispaRob pretende mejorar la posición competitiva de las empresas españolas en el contexto mundial y europeo, disminuyendo de este modo su dependencia tecnológica e impulsando los futuros desarrollos españoles. La potenciación de las empresas se llevará a cabo mediante dos vertientes:

1. Impulso de la creación de nuevas empresas y negocios en torno a la robótica avanzada.
2. Potenciación de las empresas ya existentes para disminuir su dependencia tecnológica.

HispaRob es una red abierta y flexible que pretende atraer a todos los actores de la nueva robótica. Así, sus miembros pueden pertenecer a cualquier empresa o institución afines al sector de la robótica y a los nuevos actores, tradicionalmente no ligados a la robótica, que están potencialmente interesados en participar en la Red.

El Consejo Gestor de HispaRob está compuesto por cinco miembros, creando una estructura similar a su homónimo europeo con el fin de facilitar la sinergia con la Plataforma Europea de Robótica (EUROP). Tres de los cinco miembros pertenecen a tres sectores de la robótica: Indra (coordinador), sector de defensa, seguridad y espacio; ABB, sector industrial; Tecnatom, sector de servicios. A estos miembros se suman dos asociaciones de robótica, una sectorial y otra investigadora: AER (Asociación Española de Robótica), que agrupa la mayoría de las empresas del sector industrial, y el CEA (Comité Español de Automática), que representa a los centros de investigación y engloba a la Red Nacional de Robótica de Investigación del Ministerio de Educación y Ciencia (MEC).

HispaRob ha seleccionado tres líneas prioritarias de actuación en el campo de la robótica avanzada, coincidiendo con las líneas propuestas por la red EUROP, puesto que HispaRob pretende ser su homónimo a nivel nacional: robots industriales, robots de servicios y robots de defensa, seguridad y espacio.

Los objetivos de la Red Tecnológica de Robótica se pueden resumir en las siguientes actuaciones:

1. Creación de una sólida base para el lanzamiento de la Plataforma Tecnológica Nacional de Robótica en 2008.
2. Análisis de nuevos mercados emergentes de la robótica avanzada.
3. Análisis de los sectores tradicionalmente relacionados con la robótica industrial para mejorar su nivel tecnológico y disminuir su dependencia.
4. Coordinación a nivel nacional de las actividades de I+D+i, de transferencia de tecnología y creación de empresas de base tecnológica.
5. Coordinación a nivel europeo con la plataforma EUROP y otros organismos y programas.

Las actividades de HispaRob se basarán en cuatro pilares: difusión, agrupación, prospectiva de mercado y líneas prioritarias de actuación tecnológica y científica. HispaRob identificará de forma realista los alcances de la robótica avanzada, los actores socio-económicos de esta transformación (actuales y futuros), las herramientas y los esfuerzos investigadores necesarios para conseguir estos objetivos, las posibles dificultades en su consecución, y en definitiva, se prepará para los futuros cambios. La competitividad de las empresas españolas depende directamente de los avances de la robótica.

Para más información o asociarse a la Red acceda a la página de HispaRob: http://www.hisparob.es

- Este artículo ha sido realizado por Dª. Elena Delgado Moreno, ingeniera industrial, perteneciente al Área de Programas de Cooperación Industrial de Indra (edmoreno@indra.es)-

Programa ESSOR

El programa ESSOR (*European Secure SOftware Radio*) constituye, en estos momentos, la mayor iniciativa europea sobre tecnología de Radio Software de todas cuantas están en marcha. En esta iniciativa han estado trabajando 5 países europeos desde hace más de un año (Francia, Finlandia, Suecia, Italia y España) y recientemente se ha incorporado Polonia. Actualmente, la iniciativa se encuentra en la fase de petición de propuestas a la industria, y el objetivo es contratar durante el primer semestre del año 2008.

Con un presupuesto estimado de 100M€ y una duración de 4 años, el programa ESSOR pretende incrementar las capacidades de interoperabilidad entre las FAS de los distintos países europeos que participan y con las distintas organizaciones civiles, mejorar las comunicaciones de apoyo a las operaciones en red (concepto NEC, *Network Enabled Capability*) y potenciar el empleo de una misma arquitectura de referencia (SCA, *Software Communications Architecture*), tanto en Europa como con EE.UU., en los sistemas de Radio Software militares.

En la definición del contenido y el alcance del programa están participando, junto con los representantes gubernamentales de los distintos ministerios de defensa, personal de empresas líderes en Radio Software de cada uno de los países: Thales (FR), Selex (IT), Elektrobit (FI), Ericsson (SE), Indra (ES) y Radmor (PL). Se han creado distintos grupos de trabajo que, en paralelo, van definiendo los distintos aspectos del programa (técnico, de seguridad, de gestión, legal, etc.).

El programa se estructura en torno a cinco áreas de actividad básicas, y dentro de cada una de éstas se distinguen tareas que se consideran "comunes" (todos los países participan y financian), y "no comunes" (tareas en las que, o no participan todos los países o se tienen que desarrollar individualmente, y sólo financian los países que participan). Estas últimas tareas se subdividen a su vez en dos tipos, según la prioridad: "no comunes críticas", actividades que son básicas para la ejecución del contrato, y "no comunes no críticas", actividades que aunque son relevantes, no son básicas y se pueden abordar en fases posteriores.

Las cinco actividades básicas son las siguientes:

- CONOPS (Concepto de Operaciones): junto con los representantes gubernamentales de los Estados Mayores de cada país, se establecerán grupos de trabajo, que permitan definir un concepto de operaciones para el empleo de sistemas de Radio Software. Esta actividad servirá de entrada a actividades posteriores, como la definición de requisitos para formas de onda, o características de plataformas de Radio Software.
- Arquitectura SCA para ESSOR: partiendo de la arquitectura SCA, desarrollada por EE.UU. para su programa JTRS (*Joint Tactical Radio System*), con la que se pretende absoluta compatibilidad, se desarrollarán las distintas partes de la misma que el DoD (*Department of Defence*) norteamericano no ha liberado (no son de acceso público). Entre ellas están la arquitectura de seguridad del sistema de Radio Software e interfaces y servicios de acceso a determinados subsistemas hardware de la radio. Esta actividad servirá también para definir las guías para el desarrollo de formas de onda.
- HDR WF (*High Data Rate Waveform*): sobre la nueva arquitectura SCA completada, se desarrollará una forma de onda de banda ancha con capacidades avanzadas de red. Las características concretas de esta forma de onda se derivarán de la actividad de CONOPS, pero su objetivo será el empleo de la misma en entorno terrestre y en los escalones de brigada e inferiores. Esta actividad permitirá comprobar la corrección de la arquitectura SCA ampliada de la actividad anterior.
- Certificación: con el desarrollo de los complementos a la arquitectura SCA, también se desarrollarán procedimientos y herramientas que permitirán certificar la compatibilidad, tanto de plataformas radio como de formas de onda con la arquitectura definida. Esta actividad permitirá conocer las guías básicas para la creación de un centro de certificación.
- Seguridad: las tareas relacionadas con la seguridad están distribuidas en las cuatro actividades anteriores. Para esta actividad se está contando con la colaboración de las agencias nacionales de seguridad de cada uno de los países.

España contempla su participación en todas las actividades, a la espera de conocer la propuesta técnico-económica definitiva. Cabe destacar que España está mostrando un gran interés en el programa, debido al interés estratégico que las tecnologías de Radio Software tienen actualmente para el Ministerio de Defensa. Junto con la participación en el programa ESSOR, la SDG TECEN va a recibir, a finales de 2007, el primer prototipo de Radio Software, TERSO, desarrollado bajo el Programa COINCIDENTE. Con este primer demostrador, la tecnología de Radio Software se incorpora como una de las líneas de investigación y desarrollo del Laboratorio Tecnológico de Comunicaciones (Polígono de Experiencias de Carabanchel e Instituto Tecnológico de la Marañosa, en el futuro), al que se pretende dotar de la infraestructura necesaria para convertirlo en una referencia europea en las tecnologías relacionadas con Radio Software SCA, especialmente en el aspecto de certificación.

ESSOR, TERSO y el Laboratorio Tecnológico de Comunicaciones en Radio Software son tres pilares en los que actualmente se apoya la estrategia española de Radio Software, tecnología por la que el Ministerio de Defensa apuesta firmemente.

III Jornadas de Interoperabilidad en Simulación Militar

Durante los pasados días 6 y 7 de junio, tuvieron lugar las III Jornadas de Interoperabilidad en Simulación Militar, que como es costumbre vienen celebrándose en el Polígono de Experiencias de Carabanchel (PEC), de la Subdirección General de Tecnología y Centros (SDG TECEN) y organizadas por su Departamento C3S (*Command, Control, Communications and Simulation*).

Las jornadas perseguían los siguientes objetivos:

• Promover y potenciar la interoperabilidad entre simuladores militares.

• Analizar los casos de éxito de interoperabilidad en programas actuales.

• Mostrar las herramientas de coordinación y desarrollo disponibles y esbozar las necesarias.

• Generar la sinergia necesaria entre los centros de decisión, los usuarios y la industria para obtener sistemas de simulación interoperables.

El evento se celebró con el patrocinio de la empresa ISDEFE y se estructuraron en ponencias impartidas por personal militar y personal técnico del Ministerio de Defensa. Asimismo, se habilitaron *stands* de exhibición para las industrias colaboradoras de las jornadas: Amper Programas, Antycip, EADS-CASA, Espelsa, GMV, GTD, INDRA, NEXTEL Engineering, SPA, Tecnobit y la Universitat de Valencia (Instituto de Robótica).

Los *stands* de exhibiciones incluyeron demostraciones y exposiciones de los productos de las industrias, universidades y del propio Laboratorio Tecnológico de Simulación del PEC / SDG TECEN.

El Director del Polígono de Experiencias de Carabanchel (PEC), TCol. José Luís Menéndez Fernández, fue el encargado de inaugurar las jornadas y acto seguido el responsable del Área de Simulación del PEC / SDGTECEN, Cte. Carlos M. Canencia González, presentó las jornadas y sus objetivos, y estableció la necesidad de elaboración de un Plan Director de Modelado y Simulación como herramienta para una coordinación técnica efectiva en el desarrollo de tecnologías de simulación. Durante el primer día las ponencias, que fueron impartidas por representantes de los cuarteles generales, versaron alrededor del análisis de programas de simulación, con requisitos de interoperabilidad, puestos con éxito en funcionamiento. Dichas ponencias pusieron fundamentalmente de manifiesto el potencial de la interoperabilidad de simuladores como herramienta para la mejora de la instrucción y adiestramiento de pilotos, operadores de sistemas de armas, etc., así como en herramientas de apoyo a la toma de decisión.

Las ponencias del segundo día se centraron en la exposición de las herramientas disponibles en el diseño, desarrollo y empleo de simuladores efectivamente interoperables, presentándose tanto los resultados alcanzados en el Laboratorio Tecnológico de Simulación y las nuevas iniciativas a desarrollar en el mismo, el programa SIMTADIS, como la infraestructura técnica a utilizar en la realización de ejercicios conjuntos, las actividades que se vienen desarrollando en el ámbito de la reutilización de modelos y finalmente las experiencias en interoperabilidad entre simuladores y sistemas de mando y control. Dichas ponencias pusieron de relieve la necesidad de potenciar una mayor coordinación técnica entre todos los actores intervinientes: usuarios, centros tecnológicos y empresas desarrolladoras.

Las Jornadas fueron clausuradas por el Subdirector General de Tecnología y Centros, en esas fechas, Gral. Div. Sr. D. Antonio Cieza González, cuyo discurso recalcó la importancia de la interoperabilidad en simulación dentro del ámbito militar y en el que se elogiaba el buen nivel obtenido en las jornadas, la calidad de los conferenciantes y los temas tratados.

Protection Against Chemical and Biological Warfare Agents

El pasado mes de mayo, entre los días 23 al 25, tuvo lugar el *9th Symposium on Protection against Chemical and Biological Warfare Agents*, que se celebró en Goteborg, Suecia. El objetivo del simposio, celebrado cada tres años, es crear un foro interdisciplinar para el intercambio de información sobre medidas de protección contra agentes químicos y biológicos de guerra. Por parte de España, además de personal del Observatorio Tecnológico en Defensa NBQ, asistieron varias empresas del sector: Quatripole, Insa y Tecnove. El evento consistió en sesiones agrupadas por áreas de interés: gestión de crisis, detección e identificación, protección, descontaminación, contramedidas médicas, tecnologías en desarrollo, terrorismo NBQ, estrategias industriales y programas NBQ nacionales.

Uno de los aspectos de especial interés para la Comisión Europea en Defensa NBQ es la amenaza biológica. Con objeto de preservar y desarrollar una respuesta europea al riesgo biológico, se están realizando grandes esfuerzos en el desarrollo de doctrina para la mejora del grado de preparación de las naciones en vigilancia y una mayor cooperación entre las agencias de los estados miembros. Por otro lado, el objetivo principal en las nuevas políticas a desarrollar para la Gestión de Crisis, es la obtención de conciencia situacional NBQ en el cuadro operacional común. En este sentido, el empleo combinado de sistemas de sensores en red y de modelos de difusión es clave para ayudar en la toma de decisiones a tiempo.

Los estudios desarrollados en la actualidad, sobre técnicas de detección e identificación, están centrados en la superación o mejora de las limitaciones existentes en cuanto a selectividad, sensibilidad, velocidad y automatismo en los nuevos equipos y sistemas de detección e identificación y en la búsqueda de alternativas que eliminen la necesidad de preparación de las muestras.

La incorporación de nuevos materiales en los equipos de protección individual ha obligado al cambio de los requisitos en los protocolos a seguir para la evaluación de los mismos. Los nuevos desarrollos están orientados a la obtención de nuevas configuraciones con permeabilidad selectiva que reduzcan el peso y mejoren el confort de estos equipos. Asimismo, las mejoras en descontaminación no sólo están dirigidas a la búsqueda de nuevos descontaminantes menos tóxicos y menos corrosivos, sino también al estudio de la persistencia de los agentes biológicos y químicos sobre los materiales. En los últimos años, las investigaciones se están orientando al empleo de enzimas y de sistemas portadores de las mismas, para la descontaminación biológica y química.

Por último, en el área de contramedidas médicas se están investigando alternativas más eficaces a las profilaxis utilizadas hoy en día, así como nuevos tratamientos post-exposición que compensen un tratamiento profiláctico insuficiente.

Jornadas Profesionales del CWID 2007: Demostración Nacional

La CWID (*Coalition Warrior Interoperability Demonstration*) es una demostración anual de tecnologías, orientada a la evaluación de soluciones en el ámbito del Mando y Control, Comunicaciones, Inteligencia, Vigilancia y Reconocimiento (C4ISR). Este año 2007, las Jornadas Profesionales de esta exhibición, en su vertiente nacional, tuvieron lugar en el Cuartel de Artillería Antiaérea de Fuencarral, durante los días 11, 12 y 14 de junio. Además de estos días, se reservó el día 13 para la visita del personal VIP. En España, estas jornadas están organizadas conjuntamente por la División de Comunicaciones y Sistemas de Información del Estado Mayor Conjunto y la Subdirección General de Tecnología y Centros (SDG TECEN) de la Dirección General de Armamento y Material (DGAM), contando con el apoyo técnico de ISDEFE.

Los tres días de conferencias fueron divididos en tres áreas temáticas, correspondientes a las principales áreas del CWID, quedando la agenda como sigue a continuación:

- Primer día: **Comunicaciones en el entorno de la Defensa**. Las conferencias sobre Comunicaciones se centraron fundamentalmente en las comunicaciones radio y por satélite, y se comentaron las técnicas asociadas a la transmisión de paquetes IP sobre HF y la interconexión de redes tácticas desplegables.
- Segundo día: **Seguridad en el entorno de la Defensa**. El grupo temático de seguridad se centró en la autenticación mediante sistemas biométricos, en la organización y actividades de los centros de respuesta ante incidentes y en la interconexión de redes mediante pasarelas de seguridad.
- Tercer día: **Sistemas de Mando y Control, Interoperabilidad**. Las conferencias sobre Mando y Control versaron sobre los sistemas de seguimiento de fuerzas aliadas (*Blue Force Tracking*) y la interoperabilidad con sistemas homólogos de países aliados fue destacada como una cuestión de extrema importancia.

Además de la serie de conferencias, en el acuartelamiento se montaron *stands* de los diferentes participantes en la Demostración Nacional, donde se pudieron ver *in-situ* los sistemas presentados, ampliar información sobre cada una de las demostraciones y comentar las evaluaciones obtenidas.

I JORNADAS DE FOTÓNICA PARA DEFENSA

Durante el pasado día 12 de julio de 2007, tuvieron lugar en la Universidad Politécnica de Valencia (UPV) las "I Jornadas de Fotónica Para Defensa" promovidas por la Subdirección General de Tecnología y Centros (SDG TECEN) dentro de sus actividades conmemorativas del Año de la Ciencia. Con el alcance de dichas Jornadas se pretendía identificar, analizar e impulsar el diálogo entre las diferentes partes del tejido innovador, en relación a los avances tecnológicos nacionales más significativos en el campo de la fotónica y su aplicación en Defensa. El Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica de Defensa (SOPT) actuó como coordinador de la agenda, recayendo la organización logística y difusión del evento en la UPV y en el Círculo de Tecnologías para la Defensa y Seguridad.

El simposio pretendía explorar los siguientes conceptos: fenomenología electro-óptica emergente, concepción de sistemas y explotación de firmas. Para ello, se dividió la Jornada en tres sesiones monográficas, correspondientes a cada una de las áreas descritas, finalizándose con una mesa redonda, donde se resumían las principales conclusiones de la Jornada.

De las reflexiones de la mesa redonda, se destaca lo siguiente:

1. Iniciativas de este estilo de carácter periódico son muy bien recibidas por el tejido innovador nacional, pues facilitan el diálogo entre las tres partes de dicho tejido en Defensa: cliente, empresas y desarrolladores de tecnología.

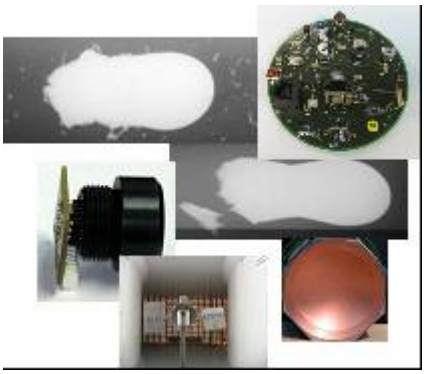
2. La Jornada muestra, a pesar de no estar todo el sector representado en esta primera ocasión, el panorama nacional: por un extremo, empresas de soluciones altamente competitivas, y por otro, organismos de investigación en vanguardia en sus líneas de actividad. La pregunta surge: ¿y en el medio? ¿cómo se sustenta el enlace entre soluciones finales e investigación tecnológica a nivel de laboratorio?. A este respecto, se necesitaría apoyar e impulsar empresas desarrolladoras de tecnología altamente innovadora dentro de la fotónica, cuyo carácter dual sólo presentará aspectos diferenciadores entre los mercados civiles y de Defensa en las soluciones finales, y nunca en los en el desarrollo de la tecnología. Se concluye que este es un elemento específico nacional a solventar prioritariamente, si se quiere sostener la competitividad nacional.

Más información en: www.electronicafacil.net/Article6977.html y en www.abc.es/.../la-upv-reune-los-ultimos-avances-en-materiales-aplicados-a-defensa_1634178991585.html o edición del 11 de julio de 2007.

JORNADAS CABEZAS DE GUERRA INTELIGENTES (SMART WARHEADS)

El objetivo de las futuras jornadas[1] es dar a conocer a los usuarios potenciales de las tecnologías desarrolladas, el conocimiento y las capacidades adquiridas tras el proyecto MUNIN[2], llevado a cabo en la Dirección General de Armamento y Material (DGAM), conjuntamente por el Laboratorio Químico Central de Armamento (LQCA) y el Centro de Investigación y Desarrollo de la Armada (CIDA) entre los años 2002 y 2006.

En las jornadas, de dos días de duración, se realizarán demostraciones en vivo y presentaciones relacionadas con la detección IR y las cabezas de guerra EFP.



A continuación se extracta brevemente la agenda:

PRIMER DÍA:

- SESIÓN Nº 1: PROYECTO.
  - Proyecto MUNIN: Semilla de conocimiento.
  - Proyecto MUNIN: Demostrador de tecnologías.
- SESIÓN Nº 2: ENSAYOS DE DETECCIÓN IR Y EFICACIA CONTRACARRO.

SEGUNDO DÍA:

- SESIÓN Nº 3: DETECCIÓN IR Y APLICACIONES.
  - Tecnología de sensores IR no refrigerados.
  - Aplicaciones militares de sensores IR.
- SESIÓN Nº 4: CABEZAS DE GUERRA EFP.
  - EFPs: Presente y futuro.
  - Eficacia comparativa (munición de artillería).
  - EFP multipropósito/multi-misión. IED-EFP y minas inteligentes contracarro.

---

[1] *Para más información sobre la celebración de las jornadas contacte con D. Enrique Martín Romero, del Área de Armamento del Instituto Tecnológico de la Marañosa (ITM) y colaborador del Observatorio de Armamento, Municiones, Balística y Protección (OT AMBP), emarro1@oc.mde.es .*

[2] *Más información en el artículo "Proyecto MUNIN", publicado en el Boletín nº 12 del tercer trimestre de 2006, en la sección de Tecnología en Profundidad, pág. 16.*

Proyectos COINCIDENTES finalizados: CIRCUITOS ELECTRÓNICOS EN FRECUENCIAS MILIMÉTRICAS

Dentro de la iniciativa del Programa COINCIDENTE, de la Subdirección de Tecnología y Centros de la DGAM, se ha finalizado recientemente el proyecto "Evaluación de Circuitos Electrónicos en Frecuencias Milimétricas (20-40 GHz)".

La utilización de la banda de frecuencias de ondas milimétricas está experimentando un crecimiento continuado en los últimos años, tanto en el campo de radar como en el de las comunicaciones. Esto es debido, principalmente, a las mejoras conseguidas en los procesos de producción de los dispositivos electrónicos que operan en estas frecuencias.

Los resultados que se han obtenido en este programa podrán tener aplicación inmediata en el área de guerra electrónica y radar. Así, en el caso de los nuevos desarrollos de misiles tierra-aire y aire-superficie, que incluyen cabezas buscadoras en la banda de milimétricas, será necesario disponer de alertadores y sistemas ESM (*Electronic Support Measures*) que detecten la presencia de señales en estas bandas. Además, la posibilidad de emitir señales de gran ancho de banda permite aumentar la resolución de los radares en dichas bandas, lo cual es importante en aplicaciones SAR (*Synthetic Aperture Radar*), ISAR (*Inverse Synthetic Aperture Radar*) y obtención de imágenes radar.

El programa, desarrollado por Indra durante dieciocho meses, ha consistido en la fabricación y evaluación de distintos dispositivos electrónicos en frecuencias milimétricas, concretamente de 20 a 40 GHz. Estos dispositivos formarían parte de una cadena receptora típica en estas frecuencias. El objetivo principal ha sido evaluar y caracterizar los procedimientos necesarios para el desarrollo y fabricación de dichos dispositivos.

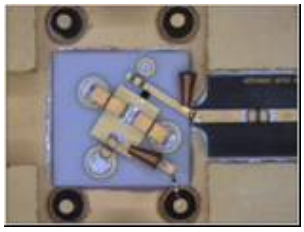
El proyecto se ha planteado como un camino estructurado y gradual para acometer el diseño y la fabricación de subsistemas que trabajen hasta 40 GHz. Para ello, se ha hecho uso de la sala limpia que la empresa tiene en su planta de Torrejón de Ardoz, con capacidad, ya probada, de fabricación de elementos de hasta 20 GHz.

El programa se ha basado en tres desarrollos:

1. Circuitos demostradores básicos de baja complejidad funcional: transiciones de conector a línea, líneas de transmisión, taladro metalizado, interconexión de líneas y elementos de desacoplo.

Estos demostradores básicos han dado un resultado satisfactorio, disponiéndose de elementos caracterizados y probados, comunes a la mayoría de los diseños de circuitos de función electrónica.

2. Circuitos demostradores de función electrónica básica: acoplador, divisor de potencia, amplificador de banda ancha y detector. Los resultados en el caso del amplificador y divisor de potencia han sido muy satisfactorios. Con los acopladores, el resultado ha sido razonablemente bueno, aunque susceptible de mejora. Por último, en el caso de los detectores se han ido mejorando los resultados, aunque aún será necesario optimizar el diseño para disminuir el rizado en la tensión detectada.



3. Demostrador o módulo integrado de función electrónica compleja: durante la primera fase se han interconectado las cajas de prueba de los demostradores de función electrónica básica. De este modo, a partir de una señal de radiofrecuencia de entrada se ha obtenido, por una parte, una señal de salida amplificada y, por otra parte, una señal de tensión continua, proporcional a la potencia de entrada de la señal.

En una segunda fase, y como parte del objetivo final del proyecto, se ha montado una caja de pruebas en la que se ha integrado, en un único módulo, las funciones anteriores de amplificación y detección.

Los resultados en ambas fases han sido muy prometedores y satisfactorios. En general, los problemas que han surgido durante la fase de fabricación y montaje han sido los típicos que se presentan en los desarrollos hasta 20 GHz, aunque con una mayor incidencia de las imprecisiones mecánicas. A partir de los resultados finales obtenidos en el proyecto, se considera que la empresa ha adquirido una importante capacitación para abordar diseños de subsistemas hasta 40 GHz.

ENLACES DE INTERÉS

SIWEB

Portal especializado en las tecnologías aplicadas en los sistemas de guerra electrónica e inteligencia.

Su objetivo es proporcionar información útil y actualizada a todos los profesionales e interesados en dichas tecnologías de habla hispana, así como servir de sitio de encuentro y foro para intercambio de opiniones e información entre sus usuarios.

SIWEB está accesible desde Internet en la dirección http://siweb.com.es

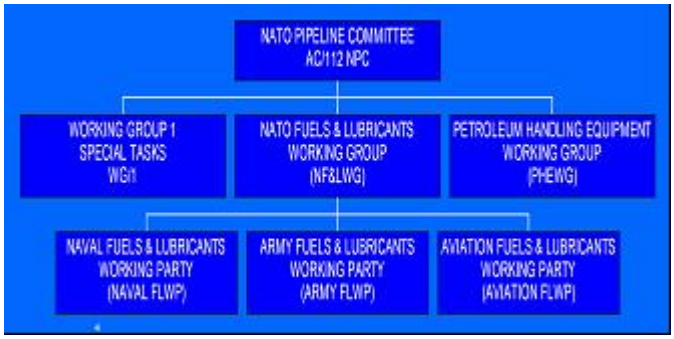
Además, su contenido completo también está accesible, para los profesionales de las FAS, en la Intranet de Defensa, en la dirección http://siweb.mdef.es

El Reto de los Combustibles en el Sector Militar

Ante los actuales retos medioambientales y energéticos, los combustibles juegan un papel estratégico. La limitación de las reservas de petróleo, el aumento del consumo energético, el cambio climático, la calidad ambiental del aire, el problema de la seguridad energética y la necesaria diversificación del suministro está impulsando a gobiernos, industria, centros de investigación y organizaciones de todo tipo a promover la investigación en este área e impulsar el desarrollo y la salida al mercado de alternativas a los combustibles derivados del petróleo.

En el caso particular del sector militar, existen otros problemas adicionales asociados a los combustibles: la logística de los mismos, la seguridad de las misiones asociada a la seguridad de suministro y la interoperabilidad, fundamentalmente en operaciones conjuntas. Todas estas cuestiones se abordan tanto a nivel nacional en cada país, como en las organizaciones internacionales implicadas.

Particularmente, dentro de la OTAN, se creó en 1956 el NATO *Pipeline Committee* (NPC) o Comité Aliado AC/112, que celebró su 50 aniversario el año pasado. Su rol ha ido evolucionando, y ha pasado de ser responsable exclusivamente de infraestructuras, a incluir también el soporte a operaciones expedicionarias. Debido a la ampliación de sus actividades, se va a proponer cambiar su nombre por el de NATO *Petroleum Committee* (conservando así las siglas que lo caracterizan).



Estructura Organizativa del Nato Pipeline Committee

Actualmente el NPC es un órgano asesor de la OTAN en materia logística relativa al petróleo militar. Actúa en nombre del Consejo de la OTAN en todo lo concerniente a combustibles y lubricantes militares, así como productos asociados (anticongelantes y otros aditivos). También, se encarga de los equipos de manipulación de combustible, el sistema de oleoductos de la OTAN y otras instalaciones relacionadas. Entre sus responsabilidades destaca la estandarización como medio fundamental para conseguir los objetivos de interoperabilidad, fiabilidad, eficiencia y seguridad. Su implicación en temas relacionados con la protección medioambiental es cada vez mayor.

Uno de los logros del NPC ha sido impulsar el Concepto de Combustible Único (SFC - *Single Fuel Concept*). Se trata de imponer la utilización de un único combustible en el campo de batalla para operaciones por tierra y aire, lo cual facilitaría la logística y favorecería la interoperabilidad de los equipos. En 1988 las naciones de la OTAN acordaron aceptar el SFC como un objetivo a largo plazo, inicialmente aplicable sólo a los países europeos. Desde entonces, el concepto ha evolucionado convirtiéndose en una política de combustible único (SFP), aprobada por el NPC en 2005 y aplicable a todos los países OTAN.

La selección del combustible se basó fundamentalmente en los siguientes criterios:

- Sus propiedades químicas y físicas.
- La posibilidad de ser utilizable tanto en turbinas de aviación como en equipos de tierra y vehículos con motores de combustión interna.
- La disponibilidad en todo el mundo, con cumplimiento de los estándares comerciales y ser transportable a través del sistema de oleoductos de la OTAN.

Se decidió finalmente que el combustible que mejor podía cumplir con todos esos requisitos era el keroseno de aviación JP-8 (NATO F-34).

La SFP está siendo implementada en tres fases:

- ***Fase 1:*** Se sustituirá el keroseno F-40 (volátil) por F-34 para su uso en bases aéreas militares. COMPLETADA.
- ***Fase 2:*** Se completará cuando todos los vehículos y equipos con motores de com-presión y turbinas sean capaces de funcionar de manera continua con F-34. EN CURSO.
- ***Fase 3:*** Se completará cuando todos los motores de gasolina queden fuera de cir-culación o cuando la demanda de gasolina en campo de batalla sea mínima y pueda cubrirse a través de acuerdos nacionales o bilaterales. EN CURSO.

Actualmente, si bien la SFP se ha ido implantando satisfactoriamente en todos los países OTAN, quedan por resolver ciertos problemas, asociados en su mayoría a la adaptación de los equipos actuales a esta política. La modificación de los motores y la adaptación de los vehículos en general para que, cumpliendo con la SFP y con la legislación medioambiental, mantengan además

los estrictos requisitos operativos militares, no es fácil. Hay que tener en consideración muchas cuestiones relacionadas con las propiedades y el rendimiento del combustible, fundamentalmente acerca de la combustión, la inyección de combustible y los lubricantes. Un caso reciente es la dificultad de puesta en práctica de la Directiva de la Comisión Europea denominada "Euro IV", que entró en vigor el 1 de octubre de 2006 y que introduce nuevos y más estrechos límites admisibles en la emisión de compuestos contaminantes (CO -1,5-, óxidos de nitrógeno -3,5-, hidrocarburos -0.46- y partículas -0,02-) producidos por vehículos diesel de automoción.

Motivado por toda esta problemática asociada a los combustibles, en julio de 2002 el NPC aprobó el documento "La visión y objetivos de la OTAN en relación al petróleo". Se trata de un documento vivo, que se revisa cada dos años, en el que se analizan áreas tales como política, doctrina y planeamiento en relación al petróleo militar, infraestructura y equipos, medioambiente y legislación, así como los combustibles, tanto los derivados del petróleo como sus alternativas.

El objetivo de este documento es maximizar la capacidad de la Alianza de despliegue y mantenimiento de sus fuerzas gracias a una cadena de combustibles, lubricantes, equipos de manipulación y sistemas de distribución más eficiente, interoperable, segura para el medioambiente y de coste reducido.

Según este documento, si bien actualmente el combustible principal es derivado del petróleo, las circunstancias imponen la búsqueda de alternativas teniendo en cuenta las consideraciones medioambientales y energéticas mencionadas al inicio de este artículo.

En el sector civil encontramos opciones de origen fósil pero de menor impacto ambiental, como GPL (gas licuado del petróleo), GNC (gas natural comprimido) y GNL (gas natural licuado), así como todo tipo de alternativas en desarrollo: biocombustibles, combustibles sintéticos, hidrógeno, etc[1]. No todos ellos son adecuados para su uso en aplicaciones militares, y es necesario estudiar el impacto de cada combustible a nivel logístico, operativo, de disponibilidad, etc. En todo caso, es importante tener en cuenta que es el sector civil el que impulsa estos desarrollos, de manera que el sector militar tendrá que adaptarse en gran medida a las tendencias del mismo.

El análisis que realiza el NPC de las posibles alternativas al petróleo en el ámbito militar, se marca como objetivo la viabilidad a largo plazo de la SFP incluyendo dichas alternativas como parte de la misma. Concluye lo siguiente:

[1] *Más información Boletín Nº 12 – Nuevas Tecnologías para Vehículos Híbridos Terrestres.*

Corto Plazo (hasta 2010)

La opción más práctica a corto plazo es el biodiesel de primera generación. Este combustible, derivado de cultivos y grasas, ya se encuentra disponible en el mercado. Se utiliza normalmente en mezclas con diesel convencional, estando su utilización al 100% limitada a aplicaciones muy concretas, como autobuses urbanos.

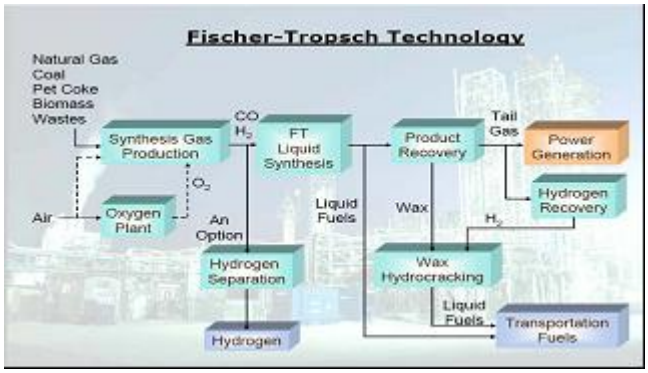
El biodiesel cuenta con la ventaja de no contener azufre ni aromáticos, si bien con relación a la calidad, muy dependiente de la materia prima, existen todavía ciertas carencias, preocupantes para el sector militar. Cabe destacar entre ellas: su comportamiento a altas y bajas temperaturas, la formación de depósitos, baja energía específica, lo cual implica pérdida de potencia y puede ser un problema usado en equipos antiguos, poca estabilidad en periodos de almacenamiento e impacto en la contaminación de oleoductos.

Respecto a su uso en el ámbito militar, se limita a vehículos de tierra y, aunque podría ser compatible con aplicaciones marítimas, no es adecuado para aviación.

Medio Plazo (2010-2020)

A medio plazo, tanto los combustibles sintéticos derivados del gas natural como los biocombustibles de segunda generación estarán disponibles.

Los combustibles sintéticos son una nueva generación de combustibles para el transporte con emisiones de azufre y aromáticos cercanas a cero. Han sido desarrollados gracias al proceso conocido como Fischer Tropsch a partir de gas natural (GTL-Gas to liquid), carbón (CTL-Coal to liquid) o biomasa (BTL-Biomass to liquid).



Proceso de Fischer-Tropsch para la obtención de combustibles sintéticos o hidrógeno.

El combustible sintético GTL es el más avanzado desde un punto de vista comercial y empieza a despuntar como una alternativa energética real. El BTL presenta mayores ventajas desde el punto de vista medioambiental pero aún requerirá esfuerzos adicionales de I+D.

Dado que los combustibles sintéticos pueden ser utilizados bien directamente o mezclados con combustibles convencionales derivados del petróleo en motores diesel, y aprovechando la

infraestructura de distribución y suministro, constituyen una solución óptima desde el punto de vista económico para reducir la dependencia del petróleo.

Desde el punto de vista de su uso militar, el GTL es muy estable, no contiene azufre, y es capaz de adaptarse a los requisitos y especificaciones de aplicaciones marítimas, terrestres y aéreas, con lo cual es perfectamente compatible con el concepto SFP.

Respecto a los biocombustibles de segunda generación, también carecen de azufre y aromáticos y se utilizarán mezclados con combustibles convencionales. Cuentan con buenas propiedades a baja temperatura y excelente estabilidad en almacenamiento, si bien puede necesitar ciertos aditivos lubricantes. Se usa en aplicaciones marítimas y terrestres pero también sería posible su uso en aviación, adaptándose así a la política SFP.

Largo Plazo (2020-2030)

Los combustibles sintéticos continuarán abriéndose paso en el mercado, usando cada vez mayor variedad de materias primas, por lo que se conocen con el nombre de combustibles XTL.

Los biocombustibles de segunda generación continuarán estando disponibles pero las preocupaciones relativas a que los cultivos energéticos desplacen la producción alimenticia o plantaciones forestales pueden limitar la disponibilidad de la biomasa en el futuro.

El hidrógeno se presenta a menudo como una alternativa pero es poco probable que se convierta en un competidor en el horizonte de los años 2020 a 2030. Su uso en el sector militar se limitará en un principio a ciertos dispositivos como equipos portátiles o de comunicaciones.

Los combustibles sintéticos XTL y la segunda generación de biocombustibles a largo plazo, tendrán propiedades superiores, eliminarán la dependencia de los derivados del petróleo y aceites y serán aptos para cualquier aplicación, encajando con la política de combustible único.

Pese a los avances, todavía queda mucho por hacer, tanto desde el punto de vista de la mejora de los nuevos combustibles como desde el punto de vista de su adaptación al entorno militar, al concepto de combustible único, etc.

Según la visión aportada por el NPC los trabajos que sería interesante abordar a corto-medio plazo estarían relacionados con el impacto de la utilización de mezclas con mayor porcentaje de biodiesel en vehículos de tierra y otros equipos, la utilización de biodiesel en aplicaciones marítimas, el impacto de las mezclas o la utilización al 100% de combustible sintético (GTL y BTL) en equipos militares, la solución a los problemas de almacenamiento y transporte por oleoductos, etc. Más a largo plazo, las investigaciones deberían centrarse en el impacto de usar XTL 100% y biocombustibles avanzados en equipos militares y estudiar el potencial del hidrógeno como combustible militar, con la colaboración imprescindible de la industria.

Dentro del panel AVT (Applied Vehicle Technology) del RTO, también se hacen eco de la problemática asociada a los combustibles, por lo que desde hace algunos años se han publicado distintos trabajos relacionados con estos temas:

- RTO-TR-066: *Future Technological and Operational Challenges Associated with the Single Fuel Concept (Sep 2003)*.[2]
- RTO-TR-AVT-103: *Fuel Cells for Land, Sea and Air Vehicles (May 2006)* [2]

Actualmente, se encuentran en funcionamiento dos grupos, abiertos a la participación de representantes gubernamentales, de la industria y centros de investigación, que abordan distintos aspectos de la problemática planteada:

- AVT-159: *Impact of Changing Fuel upon Land, Sea and Air Vehicles.*
- AVT-ET-073: *The Impact of F-34 (SFP) and High Sulphur Diesel on Ground Equipment Using Advanced Reduction Emission Technologies*.

Vemos por tanto, que el futuro de los combustibles es un asunto de plena actualidad hoy en día. Desde el punto de vista militar, existen dos problemas que es necesario abordar en paralelo. Por un lado el desarrollo de nuevos combustibles, que se verá impulsado por el sector civil, y que lleva asociada la problemática de las propiedades fisico-químicas de dichos combustibles, el mercado potencial, los posibles productores, los estándares, la legislación asociada, etc. Por otro lado, es necesario estudiar las plataformas que utilizarán esos nuevos combustibles, cómo les afectará el cambio (motores, cámaras de combustión, ciclo de vida) y cómo habrá que orientar el diseño de las nuevas plataformas previstas. Asimismo, desde el punto de vista militar será necesario buscar una solución compatible con la política de combustible único y las nuevas necesidades operativas que puedan surgir como resultado de eventuales cambios de escenario o cambios en la amenaza.

NOTA: C.F. imágenes: presentación NATOS's Future Fuels Vision-RTO/AVT Spring Meeting (May 2007)

- Este artículo ha sido elaborado por Dª. Elena Laguna Crespo, Técnico del Observatorio Tecnológico de Energía y Propulsión (OT ENEP) (elagcre@oc.mde.es), con la colaboración del TCol. CIP E/S D. José L.Mingote Abad, representante español en el AC/112 NPC-

[2] *Disponible en http://www.rta.nato.int/*

Integración de UAVs en el Espacio Aéreo No Segregado: Soluciones Nacionales e Iniciativas Internacionales

Introducción

Como se ha comentado anteriormente[1], el creciente desarrollo de plataformas aéreas no tripuladas, para misiones tanto civiles como militares, ha generado en las autoridades aeronáuticas y en los operadores de dichas aeronaves la necesidad de integrar dichas plataformas en el espacio aéreo no segregado.

Para dar respuesta a esta necesidad están surgiendo diversas iniciativas, tanto nacionales como internacionales, encaminadas a regular y estudiar la mencionada integración.

Dos de los campos de estudio fundamentales, para lograr la integración en el espacio aéreo no segregado de las aeronaves no tripuladas (UAVs), son los encaminados a:

- asegurar las comunicaciones y control de los UAVs, ya sea desde superficie (tierra o mar) o desde otra aeronave,
- dotar a los UAVs de ciertas capacidades denominadas *Sense&Avoid* (S&A), es decir capacidad de localizar otros usuarios del espacio aéreo (*Sense*) y, en caso necesario, evitar que se produzca una situación conflictiva o peligrosa (*Avoid*).

En este artículo expondremos las diferentes soluciones que han adoptado algunas naciones para poder operar UAVs en sus respectivos territorios y presentaremos algunas de las iniciativas más destacadas que se están realizando para regular y estudiar la integración de UAVs en el espacio aéreo no segregado.

Operación actual de los UAVs

La OACI (Organización de Aviación Civil Internacional), como organismo supranacional, sólo tiene capacidad normativa y reguladora sobre el tráfico y aeronaves civiles. Hasta el momento los operadores de UAVs han sido mayoritariamente organizaciones de carácter militar y, en muchos de los casos, en misiones u operaciones multinacionales, por lo que la normativa de OACI no ha sido aplicable a estas aeronaves.

Las regulaciones relativas a la operación y navegación de UAVs han sido de carácter nacional, editadas bajo la responsabilidad de las autoridades aeronáuticas civiles o militares de cada nación.

Como ejemplos de estas regulaciones cabe mencionar los siguientes casos:

Francia

En Francia es el DIRCAM (*Direction de la Circulation Aerienne Millitaire*) el que establece las reglas para los vuelos de los UAVs sobre territorio francés. Estas reglas requieren que los UAVs sean segregados de otros usuarios del espacio aéreo, tanto en tiempo como en espacio. El UAV debe mantenerse dentro del espacio aéreo asignado, siendo necesario negociar con las autoridades civiles de tráfico aéreo la autorización para cambiar de zona de operación, la cual debe hacerse usando corredores que aseguren la segregación de otro tipo de tráfico aéreo.

Suecia

La regulación para la operación de los UAVs en Suecia se estableció en la *UAV-Policy Issue 2*, publicada por el *Swedish Armed Forces Military Flight Safety Inspectorate*.

Todos los aspectos recogidos en esta reglamentación requieren que los UAVs no supongan una amenaza mayor que una aeronave tripulada. De esta forma, los sistemas UAV de clase 2 y clase 3 sólo tienen permitido volar en espacio aéreo segregado. Sin embargo, los sistemas UAV de clase 4 estarían autorizados a volar en el espacio aéreo abierto a la aviación civil siempre que cumplan con los requisitos del ATS (*Air Traffic Service*) para las diferentes clasificaciones del espacio aéreo. De esta forma, el sistema UAV debe contener todos los niveles de seguridad y características funcionales que son válidas para una aeronave tripulada similar en un espacio aéreo similar.

Reino Unido

En el Reino Unido, la regulación para la operación de los UAVs se recoge en el CAP 722 (*Unmanned Aerial Vehicle Operations in UK Airspace – Guidance*), publicado por la CAA DAP[2]. De forma similar a la regulación sueca, la operación de los UAVs debe cumplir los mismos o mejores estándares de seguridad y operación que las aeronaves tripuladas. En la práctica, esto significa que los UAVs militares sólo pueden operar dentro de zonas peligrosas. Excepcionalmente, volar fuera de zonas peligrosas podría realizarse sujeto a planeamiento previo y usando un espacio aéreo segregado temporalmente.

Estados Unidos

La política actual de la FAA (*Federal Aviation Administration*) relativa a UAVs está recogida en el documento *AFS-400 UAS Policy 05-01*, de septiembre de 2005.

La regulación estadounidense establece que, puesto que los UAVs no disponen de las mismas capacidades que las aeronaves tripuladas para integrarse con seguridad y eficientemente en el

[1] *Más información en el artículo "Integración de UAVs en el Espacio Aéreo No Segregado: La función Sense and Avoid – I", publicado en el Boletín nº 14, primer trimestre de 2007, sección de Tecnologías Emergentes, pág. 12.*

[2] *CAA Civil Aviation Authority, DAP Directorate of Airspace Policy*

Nacional Airspace System (NAS), su uso fuera de las áreas restringidas y peligrosas requiere un procedimiento específico. Este procedimiento requiere la obtención de un Certificado de Autorización (COA) otorgado por la FAA. Este certificado es válido por no más de un año y limitado a áreas o rutas específicas. Adicionalmente, y debido a que el UAV no dispone de capacidades de *Sense&Avoid*, el procedimiento podría requerir medidas adicionales y costosas como proporcionar un avión acompañante o proporcionar cobertura de radar primario.

Iniciativas actuales

El desempeño de las misiones u operaciones asignadas a los UAVs, en muchos casos, requiere del uso del espacio aéreo que es habitualmente usado por la aviación civil, lo que está promoviendo la aparición de iniciativas de carácter internacional que permitan regular la operación de estas aeronaves.

Iniciativas de OACI

Una de las actividades principales de la OACI es el establecimiento de estándares, prácticas recomendadas y procedimientos de carácter internacional cubriendo los campos técnicos de la aviación.

El pasado año (23 y 24 de mayo de 2006, en Montreal) y auspiciado por OACI, se realizaron unas jornadas para establecer cual podría ser el papel de la OACI en el proceso regulador relativo a los UAVs. A estas jornadas asistieron 37 delegados de 15 estados y 7 organizaciones internacionales. Una de las conclusiones fundamentales de estas jornadas fue confirmar que los trabajos relativos a los UAVs deben de tener la más alta prioridad dentro de la OACI y que la armonización de asuntos fundamentales (certificación, licencias, regulación, asuntos técnicos, etc.) se abordaría mejor trabajando a través de esta organización. Este hecho es muy importante, si consideramos que las regulaciones internacionales de la OACI son las regulaciones de más alto nivel, en las que se deberán apoyar todas las demás. También, significa que probablemente lleve mucho tiempo alcanzar un acuerdo internacional en esta materia.

Iniciativas de EUROCAE[3] y RTCA[4]

El desarrollo de la aviónica de los UAVs se ha visto frenado debido a la ausencia de una reglamentación y estándares específicos. Para solventar esta carencia se están desarrollando algunas iniciativas desde el lado de la aviación civil.

En Europa, el EUROCAE ha creado el grupo de trabajo 73 (WG73). En la reunión de creación del WG73 se subrayó la importancia que tiene el sistema *Sense&Avoid* para la integración de los UAVs en el espacio aéreo, por lo que uno de los primeros subgrupos estará dedicado al estudio de este asunto y se encargará de la definición de requisitos operacionales de los sistemas *Sense&Avoid*. El WG73 está presidido por EUROCONTROL.

EUROCAE a través del WG73 en coordinación con RTCA (*Radio Technical Comisión for Aeronautics*) están preparando las especificaciones de actuaciones de los sistemas UAV. Estas especificaciones aparecerán como una especificación de actuaciones mínimas de operación y una especificación de actuaciones mínimas del sistema de aviación. La colaboración de estas dos organizaciones, situadas a ambos lados del Atlántico, facilitará la armonización de las especificaciones en EE.UU. y en Europa.

Iniciativas de la EDA[5]

La EDA ha mostrado un gran interés en promover la integración de UAVs en el espacio aéreo no segregado. Como muestra de este interés cabe destacar la financiación de dos contratos con la industria para realizar un análisis tecnológico de los UAVs de gran autonomía (LE-UAV, *Long Endurance*-UAV).

El primero de los contratos, denominado "*Digital Line of Sight & Beyond Line of Sight Data Links*", está liderado por la empresa finlandesa Patria y tiene como subcontratrista a la también finlandesa Instrumentointi Oy. El objeto de este contrato es estudiar la transmisión de información entre el UAV y sus estaciones de control, ya sea mediante enlaces de comunicación en línea directa de visión (*LOS/Line Of Sight*) o por satélite (*BLOS/Beyond Line of Sight*). La cuantía del mismo es de 750.000€.

El segundo de los proyectos denominado "*Technology Demonstration Study On Sense & Avoid Technologies For Long Endurance Unmanned Air Vehicles*", adjudicado en febrero de 2006, está liderado por la empresa francesa SAGEM y tiene como subcontratistas a la también francesa ONERA, a la holandesa TNO y la española ESPELSA. El objeto de este contrato es estudiar las tecnologías actuales concernientes al sistema *Sense&Avoid,* proponiendo soluciones tecnológicas a corto y medio plazo. Dentro de este consorcio, SAGEM, ONERA y TNO trabajan conjuntamente en el estudio del subsistema *Sense* (subsistema relacionado con los sensores), mientras que la española ESPELSA desarrolla de forma exclusiva el subsistema *Avoid* (subsistema relacionado con la algoritmia que analiza la trayectoria de otros usuarios del espacio aéreo y determina la mejor trayectoria para evitar

[3] *European Organization for Civil Aviation Equipment.*

[4] *RTCA, (Radio Technical Commission for Aeronautics) es una organización privada estadounidense sin ánimo de lucro que desarrolla recomendaciones relacionadas con las comunicaciones, navegación, vigilancia y sistemas de gestión del tráfico aéreo.*

[5] *Agencia de Defensa Europea.*

situaciones conflictivas)[6]. La cuantía de este contrato es de 750.000 € y su finalización ha tenido lugar en julio de 2007.

Finalmente, en junio de 2007, la EDA ha publicado un "*Contract Notice*" denominado "*UAV Insertion into General Air Traffic*" que pretende analizar la situación actual relativa a los problemas de integración.

Marco regulador de los Sistemas Sense&Avoid para UAVs

Uno de los principales problemas que se encuentra la industria al abordar estudios relacionados con la integración de los UAVs en el espacio aéreo no segregado es la casi absoluta ausencia de un marco regulador específico aplicable a estas aeronaves y cuando existe alguna referencia a este asunto es siempre de carácter cualitativo. No obstante, sí se pueden establecer algunas ideas claras para autorizar el vuelo de los UAVs en el espacio aéreo no segregado:

- Los UAVs se deben comportar como las aeronaves tripuladas.
- Se aplicarán a los UAVs las mismas reglas de vuelo que al resto de usuarios del espacio aéreo del que se trate.
- La operación de los UAVs debe ser transparente para la Gestión de Tráfico Aéreo (ATM) y para el resto de usuarios del espacio aéreo.
- En lo concerniente a evitar colisiones, el requerimiento global aplicable a los UAVs es que sean capaces de desarrollar la función "ver y evitar" para alcanzar un "nivel de seguridad equivalente" comparable al de las aeronaves tripuladas.

En lo relativo al espacio aéreo europeo cabe considerar dos fuentes reguladoras que afectan al uso del espacio aéreo: OACI y EUROCONTROL. De OACI, y en lo concerniente a la función "*See and Avoid*", básicamente se puede concluir que son aplicables las reglas del aire relativas al derecho de paso que se encuentran en el Anexo II a la Convención Internacional de Aviación Civil. EUROCONTROL, a través de la UAV OAT TF (*UAV Operational Air Traffic Task Force*)[7], ha publicado recientemente (abril de 2006) un conjunto de especificaciones que quedan recogidas en el "*Eurocontrol Specifications For The Use Of Military Unmanned Aerial Vehicles As Operational Air Traffic Outside Segregated Airspace*". En lo relativo a la función S&A, estas especificaciones se pueden resumir en las siguientes:

- Los UAVs deben cumplir las reglas del aire de la misma manera que aplican al resto de usuarios del espacio aéreo.
- El sistema S&A debe alcanzar un nivel de seguridad equivalente al de una aeronave tripulada.
- El piloto al mando del UAV deberá utilizar la información de vigilancia para ayudarle a conseguir la distancia de separación y evitar la colisión. Adicionalmente, se deberá proporcionar asistencia técnica al piloto al mando que le permita mantener VMC (condiciones meteorológicas visuales) y detectar y evitar tráfico conflictivo.
- El sistema S&A debe contemplar un modo automático de operación, que debe evitar la colisión y asegurar la distancia de separación en caso de pérdida de enlace de datos de control.
- EL sistema S&A debe ser compatible con ACAS (*Air Coallition Avoidance System*) y, cuando inicie una maniobra de evasión autónomamente, debería alcanzar distancias de separación similares a las diseñadas para el ACAS.
- La jerarquía para la aplicación de las instrucciones destinadas a conseguir la distancia de separación o evitar la colisión son:
    1. ATC (*Air Traffic Control*) para la distancia de separación
    2. Piloto al mando tanto para la distancia de separación como para evitar la colisión
    3. Operación autónoma para evitar la colisión

De estas especificaciones puede concluirse que el sistema S&A debe ser un sistema embarcado en el UAV, pues de otra forma no podría ser autónomo, y que debería estar conectado con su estación de control para poder asistir al piloto al mando enviándole la información de los posibles intrusos que detecten sus sensores y su posible peligrosidad, en función de la trayectoria que sigan y su grado de proximidad.

- Este artículo ha sido realizado por Jesús López Pino, Técnico del Observatorio de Robótica y UAVs (OT UAVs) (jloppi3@oc.mde.es). -

¿QUIERE COLABORAR EN EL BOLETÍN?

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

Contacto: Cte. Ismael Fernández de la Carrera

Tlf. 913954604 iferde1@oc.mde.es

[6] *Más información en el artículo "Integración de UAVs en el Espacio Aéreo No Segregado: La función Sense and Avoid – II", publicado en el Boletín nº 15, segundo trimestre de 2007, sección de Tecnologías Emergentes, pág. 15.*

[7] *La UAV Task Force se estableció en septiembre de 2002 como resultado de la iniciativa conjunta JAA/ EUROCONTROL.*

Propulsantes LOVA. Munición de Cañón (II)

El presente artículo es una continuación del publicado con el mismo nombre en el Boletín Nº 15 del segundo trimestre de 2007. Se profundiza más sobre los aspectos ya tratados, las composiciones de los propulsantes LOVA (Low Vulnerability Ammunition) actuales (1ª y 2ª generación) y las nuevas formulaciones que se encuentran en fase de desarrollo (3ª y 4ª generación).

Como ya se mencionó, el diseño de propulsantes LOVA tiene como objetivo principal mantener o incrementar su capacidad energética una vez iniciados, y a la vez presentar una resistencia elevada a la iniciación accidental, además de otros requisitos operativos dependientes del arma empleada.

PRESTACIONES Y REQUISITOS

Las prestaciones de un propulsante empleado como carga de proyección están condicionadas por el arma y la munición sobre la se vaya a emplear. Son importantes el peso del proyectil, la velocidad en boca, el volumen de la cámara, la presión en la recámara, la temperatura de llama, y otros como el coste, la energía y los requisitos de vulnerabilidad.

Actualmente, en la fabricación de armamento de cañón, especialmente de medio y gran calibre, se tiende a la disminución de la longitud del tubo y del tamaño de la munición. A su vez, ésta debe ser más ligera, letal y alcanzar mayores distancias. Los requisitos del propulsante, a igualdad de características de vulnerabilidad, varían en función de la aplicación. Según las especificaciones del Sistema del Combatiente del Futuro Americano (AFCS), para proyectiles terrestres se pretende disminuir significativamente el tamaño de los carros de combate[1] e incrementar la energía en boca. Sin embargo en los proyectiles navales, por ejemplo el de calibre 5", se prioriza la reducción del desgaste del tubo (durabilidad frente a prestaciones).

El desarrollo de los denominados propulsantes avanzados TPE (elastómeros termoplásticos), tiene como objetivo el aumento del rendimiento del arma, la reducción de la temperatura de llama (y por ende de la erosión del tubo), así como de la vulnerabilidad y sensibilidad (por tanto un comportamiento seguro en el transporte y manejo de los propulsantes).

En el siguiente gráfico se observa la relación existente una relación entre la fuerza específica de los propulsantes TPE y su temperatura de llama; presentan un rendimiento mayor que los de base nitrocelulosa y para una misma temperatura de llama, consiguen mayores fuerzas específicas que las convencionales.

[1] *Carros de combate con cañón de calibre 105 ó 120 mm.*

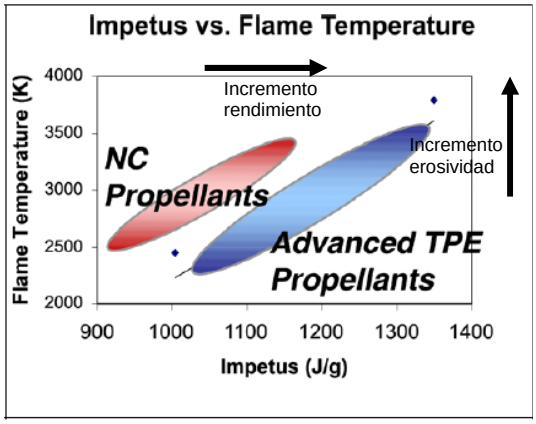


Fig. 1. Relación entre la fuerza específica y la temperatura de llama para los propulsantes TPE (LOVA 3ª generación) y los convencionales.
CF.: SERDP

VULNERABILIDAD

Las principales propiedades de los propulsantes LOVA, que contribuyen a que sean menos vulnerables y menos sensibles a los estímulos externos, son la velocidad de combustión reducida a bajas presiones y la dificultad de su iniciación.

La iniciación de una carga de proyección no depende únicamente del elemento propulsante, también influye en gran medida la mezcla iniciadora y la configuración del estopín.

Los STANAG que definen los requisitos de insensibilidad que deben cumplir el propulsante y la carga de proyección en su conjunto, para ser considerados de baja vulnerabilidad, son el 4170 y 4439 respectivamente. Como ejemplo de los resultados que se exigen en este último (*Fast Cook Off, Slow Cook Off, Bullet Impact, Fragment Impact, Simpathetic Reaction y Shaped Charge Jet Impact*) sobre cargas propulsantes LOVA véase la siguiente figura:

FCO	SCO	BI	FI	SR	SCJ
V	IV/V	IV/V	III/V	P	P[C]

Fig. 2. Ensayos de vulnerabilidad para cargas propulsantes LOVA.
CF.: MSIAC

COMPOSICIÓN Y NUEVAS FORMULACIONES

Los propulsantes LOVA están compuestos por un material energético principal (RDX) de tamaño de partícula muy fino, elementos ligantes y plastificantes (que pueden ser energéticos y no energéticos) y otros componentes minoritarios, como pueden ser los estabilizantes.

El ligante es una sustancia que otorga integridad y resistencia mecánica, permitiendo mantener la estructura unida. Los propulsantes citados en el artículo anterior contenían nitrocelulosa (NC) como ligante energético, y CAB (acetato butirato de celulosa) como no energético.

El plastificante se añade a las composiciones energéticas con el objetivo de mejorar el manejo y

la flexibilidad de los ligantes existentes en la composición. Algunos plastificantes que contienen los propulsantes LOVA son: DADNE, NENA, BDNPA/F, DNDA, ATEC y NG.

Los estabilizantes tienen como objetivo reducir el fenómeno de descomposición espontánea de los componentes energéticos del propulsante; éste conlleva un desprendimiento de calor, que incluso puede provocar autoinflamación. El estabilizante más común en la fabricación de propulsantes LOVA es etil centralita (EC).

El objetivo del desarrollo de propulsantes con nuevos materiales energéticos es la obtención de propulsantes con mayor poder energético y velocidad de combustión, con propiedades mecánicas y ambientales mejoradas, cumpliendo los requisitos de insensibilidad (LOVA).

Propulsantes de tercera generación

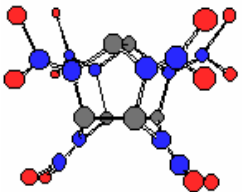


Fig. 3. Molécula de CL-20. CF.: NAVY MANTECH

Las nuevas formulaciones de propulsantes LOVA se basan en el uso de TPEs. Incluyen en su composición materiales energéticos como el RDX, HMX y CL-20 y presentan unas temperaturas de llama bajas. CL-20[2] es una nitramina que aumenta el rendimiento del propulsante un 20% respecto a los propulsantes basados en RDX y HMX, además de incrementar la letalidad del arma hasta un 25%. Este tipo de propulsantes pertenece a la tercera generación de propulsantes LOVA, a la que se hacía referencia en la primera parte del artículo (se encuentra en fase de desarrollo). Los TPEs actúan como ligantes, y le otorgan al propulsante grandes ventajas frente a los de primera y segunda generación (tipo XM39 y EX99), algunas de las cuales son las siguientes:

- Mayor rendimiento
- La tecnología de fabricación mediante fusión y colado permite un procesado de los propulsantes con menos disolventes, resultando un producto más uniforme, con el abaratamiento de costes y la eliminación de residuos orgánicos.
- Propiedades mecánicas mejoradas (mejor comportamiento a la fractura).
- Mayor control sobre las dimensiones del grano y sobre la velocidad de combustión.
- No presentan problemas en el mezclado de los materiales energéticos.
- Sus ventajas sobre los propulsantes convencionales con base de nitrocelulosa son:
- Pueden fabricarse con geometrías complejas
- Sin problemas de migración del plastificante
- Pueden calentarse y volver a conformarse con nuevas geometrías
- Se reciclan, por tanto minimizan los residuos.

Propulsantes de cuarta generación

Contienen ligantes energéticos que pueden ser materiales elastoméricos (polyNIMMO, polyGLYN, GAP[3]) y elastómeros termoplásticos energéticos (ETPEs). Presentan elevado rendimiento y baja sensibilidad, aunque todavía no se encuentran en el mercado. QinetiQ ha desarrollado y probado un propulsante LOVA que contiene el ligante polyNIMMO y HMX. Su energía específica alcanza aproximadamente 1.300 kJ/kg.

Otros propulsantes en desarrollo

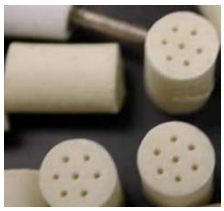


Fig. 4. Granos de propulsante NILE. CF.: MSIAC

Actualmente, EURENCO ha desarrollado un nuevo propulsante LOVA denominado NILE (Navy Insensitive Low Erosion). Se trata probablemente de la nueva generación de propulsantes que contienen FOX-7 (DADNE) y una sal del mismo. Está constituido por un ingrediente orgánico energético que contiene nitrógeno en su formulación. Dicho componente es muy insensible al impacto, a la fricción y a las descargas electrostáticas. El objetivo es que en el fututo reemplace al propulsante NACO (Navy Cool Propellant) de simple base que se emplea en la actualidad en el proyectil naval de 5” en EEUU. Las características principales de este nuevo propulsante son:

- Elevada energía de propulsión, sin provocar un calentamiento excesivo en el tubo.
- Baja sensibilidad.
- Menor temperatura de llama que el convencional (NACO).

PROYECTOS DE DESARROLLO EN ESPAÑA

Desde finales de 2006 se lleva a cabo en la DGAM el proyecto de “Desarrollo de una carga de proyección de baja vulnerabilidad aplicable al proyectil de 5” y otros calibres”. El objetivo es la selección de un propulsante LOVA y una mezcla iniciadora para el proyectil naval de 5” (actualmente emplea la pólvora convencional GSBF-100). El proyecto pretende sustituir dicha pólvora por otra de baja vulnerabilidad que mantenga las prestaciones de la convencional (misma velocidad en boca y presión en cierre).

- Este artículo ha sido realizado por el Cte. CIP D. Roberto Jenaro de Mencos y los ingenieros Dª Elena Martinez López y D. Enrique Martín Romero, del Área de Armamento del Instituto Tecnológico de la Marañosa (ITM) y colaboradores del Observatorio de Armamento, Munición, Balística y Protección (OT AMBP) -

[2] *CL-20 ha sido sintetizado en el DPE-LQCA (Proyecto Laboratorio de Materiales Energéticos -LME-). Su preparación a escala industrial está siendo desarrollada en España por UEE y en Noruega por DYNO Nobel dentro del proyecto conjunto CEPA14 RTP14.10 “Síntesis de Nitrocompuestos”.*

[3] *PolyNIMMO, polyGLYN, GAP y FOX-7 se han sintetizado y caracterizados en el DPE-LQCA.*

Análisis de las Tendencias Actuales en el Desarrollo de las Tecnologías de Simulación

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, las tecnologías de simulación se presentan como una herramienta imprescindible en la mejora de la operatividad de cualquier ejército. Sin embargo, los simuladores por si solos dan respuesta a un segmento limitado de las exigencias que un ejército moderno demanda. La necesidad de misiones conjuntas actuando dentro de escenarios tácticos y estratégicos complejos exige, cada vez más, un mayor grado de capacitación.

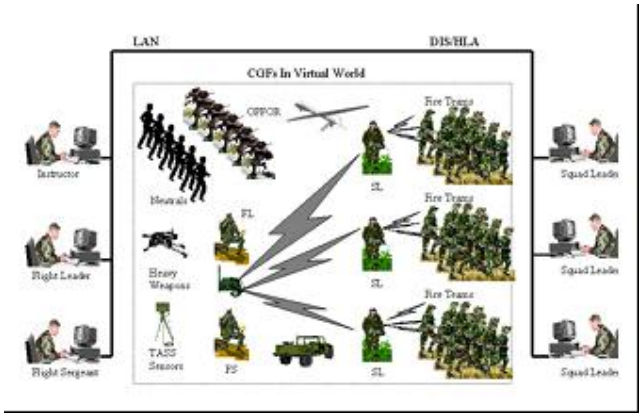
El desarrollo del concepto de Modelado y Simulación ha determinado un cambio en la concepción de los simuladores pasando de una visión centralizada en el propio simulador donde, por limitaciones tecnológicas, las funcionalidades desarrolladas quedaban con muy poco margen de aumento, mejora o variación, a una visión distribuida donde el simulador es un componente funcional más de un entorno sintético. El simulador está compuesto por componentes o federados especializados que gestionan, con independencia del simulador, las tareas que son comunes al mismo, como la gestión de la amenaza o *Computer Generated Forces* (CGF), condiciones ambientales, cálculo de trayectorias para un conjunto específico de armas, etc.

Esta visión descentralizada está tendiendo a la concepción de una infraestructura técnica común basada en estándares y servicios, donde cada entorno sintético a generar está compuesto por una infraestructura técnica común, basada en componentes comunes o federados especializados, y el conjunto de funcionalidades específicas de cada simulador, determinando un entorno dinámico, configurable y flexible para cada objetivo de adiestramiento.

TENDENCIAS EN TECNOLOGÍAS DE SIMULACIÓN

En la actualidad las tendencias en el marco del I+D en el desarrollo de tecnologías de simulación bajo el concepto de Modelado y Simulación, se centran en facilitar los componentes tecnológicos adecuados para:

- El desarrollo de entornos sintéticos basados en simuladores constructivos, que permitan la mejora del adiestramiento de la cadena de Mando y el ensayo de misiones dentro de escenarios de amenazas simétricas y asimétricas.
- El desarrollo de entornos sintéticos basados en simuladores virtuales, que permitan la mejora de la instrucción y adiestramiento en la utilización efectiva de cada vez más complejos y sofisticados sistemas de armas.
- El desarrollo de la interoperabilidad entre simuladores y sistemas de mando y control a efectos de mejorar el adiestramiento y el ensayo de misión en el propio sistema de mando y control, y facilitar la integración de sistemas reales en entornos sintéticos.
- La reutilización de modelos y simulaciones que permita la generación de entornos sintéticos complejos y apoyo a la toma de decisión.
- El establecimiento de modelos de comportamiento o CGF cada vez más inteligentes que permitan disminuir las células de respuesta de los simuladores constructivos (personal de apoyo integrado en la simulación) y faciliten la emulación de amenazas cada vez más complejas.



- El desarrollo de modelos y simulaciones con diferentes niveles de agregación y fidelidad, que permitan su utilización con independencia de la plataforma y del entorno sintético para el que fueron diseñados.
- La mejora de la relación coste/eficacia en el desarrollo de simuladores, a través del desarrollo y/o adopción de estándares que potencien la reusabilidad y la utilización de componentes COTS (*Commercial Off The Shelf*).
- El desarrollo de entornos de inmersión virtual, visuales y de movimiento cada vez más realistas. Una derivación de los actuales trabajos en realidad virtual es la denominada realidad aumentada basada en una combinación de datos reales y virtuales dentro de entorno visualización. Su aplicación más sobresaliente es la utilización de video real sobre el que se superpone información virtual, que magnifica o destaca alguna de las características de la escena.
- El desarrollo de arquitecturas de bajo coste que optimice la relación coste/eficacia en el desarrollo de simuladores para su utilización en etapas iniciales del adiestramiento. Dichas arquitecturas se caracterizan por los componentes tanto hardware como software que las integran, basados principalmente en componentes comerciales, que simplifican su desarrollo y mantenimiento, reduciendo los costes y tiempos de la fase de desarrollo. Esto se debe, por lo general, al alto componente de integración que presentan.

La visión descentralizada del concepto de modelado y simulación, junto con las tendencias en simulación han propiciando la identificación de componentes tecnológicos basados en:

- El desarrollo de arquitecturas y protocolos de interoperabilidad entre simuladores. Un campo específico es para la utilización de tecnologías basadas en XML en el desarrollo de la interoperabilidad entre simuladores y sistemas de mando y control.
- El desarrollo de modelos basados en el concepto de independencia de la plataforma, que facilita la reutilización de los mismos, independizándolos del entorno de simulación.
- El avance en las técnicas de inteligencia artificial que faciliten el desarrollo de CGFs con comportamientos cada vez más inteligentes, como componentes especializados de un entorno sintético, independientes de las características y entorno de cada simulador.
- La identificación y desarrollo de estándares que propicien el establecimiento de una infraestructura técnica común.
- El desarrollo de entornos visuales y de movimiento cada vez más inmersivos y realistas.

COMPONENTES TECNOLÓGICOS

En la actualidad, las tecnologías de simulación se basan fundamentalmente en el desarrollo de los siguientes componentes tecnológicos:

- Interoperabilidad.
- Modelado.
- Comportamiento inteligente.
- Estandarización.
- Entorno visual y emulación de movimiento.

Interoperabilidad

El avance en el desarrollo de la simulación distribuida ha dado lugar a la utilización y desarrollo de arquitecturas, *middlewares* y lenguajes que facilitan la implementación de la interoperabilidad entre simuladores, plataformas reales y sistemas de mando y control. Actualmente, los más representativos son los siguientes:

- HLA (*High Level Architecture*). Arquitectura de interconexión e interoperabilidad entre simuladores ampliamente utilizada por la comunidad de simulación y es el estándar IEEE 1516. Hoy en día, España se encuentra en proceso de su ratificación como STANAG 4603.

El desarrollo de la interoperabilidad entre simuladores bajo la arquitectura HLA ha determinado la elaboración de una metodología denominada FEDEP (*Federation Development Process*), ampliamente utilizada por la comunidad de simulación y considerada como práctica recomendada por el IEEE a través del estándar IEEE 1516.3.

Durante el presente año, se va a publicar una versión revisada del estándar IEEE 1516, que incluye los cambios sugeridos por la comunidad de usuarios. Esta revisión incorpora la capacidad de tolerancia a fallos, la mejora en la especificación de los modelos de información a compartir OMT (*Object Model Template*), y la inclusión de prestaciones de calidad de servicio.

La tendencia actual de evolución de la arquitectura HLA se basa en compatibilizarla con la tecnología de servicios Web, lo que permitirá la integración de servicios de simulación dentro del concepto NCW/NEC (*Network Centric Warfare/ Network Enable Capability*).

- DDS (*Data Distribution Service*). Es un *middleware* de tiempo real que está empezándose a utilizar por las comunidades de mando y control, y simulación. Es, de hecho, un estándar de la OMG (*Object Management Group*), y su principal característica son sus buenas prestaciones para la comunicación de datos en tiempo real. Como la arquitectura HLA, se basa en mecanismos de publicación/suscripción.

La tendencia actual es su utilización para comunicar componentes distribuidos de sistemas de mando y control con necesidad de altas prestaciones en tiempo real. Desde el punto de vista de la simulación su utilización se está limitando a ser complemento a la arquitectura HLA en la comunicación distribuida de componentes internos a un simulador.

- CBML (*Coalition Battle Management Language*). Es un lenguaje estructurado basado en XML y orientado a permitir la inicialización, control, e intercambio de información entre los sistemas de mando y control (C2) y los sistemas de modelado y simulación (M&S), de una forma rápida, sin ambigüedad y sin dependencias mutuas.

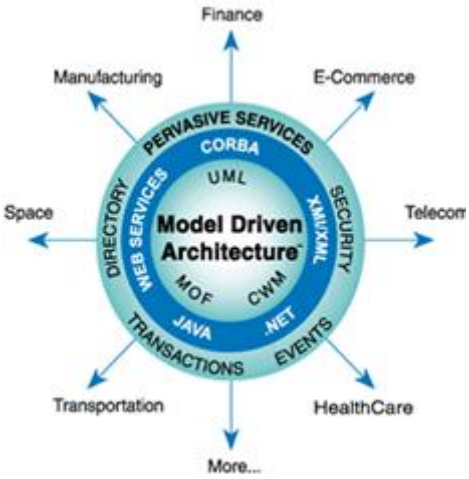
CBML está actualmente en proceso de definición y estandarización en el marco de SISO (*Simulation Interoperability Standards Organization*), organización internacional orientada a la estandarización en el campo del modelado y simulación y en paralelo el grupo MSG-048, en el que España participa, trabaja en su evaluación en el marco del NMSG (*NATO Modelling and Simulation Group*).

La tendencia tecnológica es que el lenguaje CBML se consolide en los próximos años como el referente en el desarrollo de la interoperabilidad entre simuladores y sistemas de mando y control, en lo referente a la transmisión de ordenes, planes e informes para ejecución del mando, que facilitará el adiestramiento del mando en los sistemas de mando y control a través de su interoperabilidad con simuladores constructivos.

Modelado

La tendencia actual en el desarrollo del concepto de modelado se orienta a la reutilización de modelos y simulación con objeto de mejorar la relación coste/eficacia en el desarrollo de simuladores. Esta tendencia tecnológica se sintetiza en el desarrollo de modelos bajo el concepto de MDA (*Model Driven Architecture*) y la caracterización de los mismos para acceso a su reutilización a través de Ontologías:

- MDA. Constituye una nueva aproximación al desarrollo de sistemas software, basada en la separación entre la especificación de la funcionalidad de un sistema y la implementación de dicha funcionalidad en una plataforma específica, todo ello a través del uso de modelos formales. Desde el punto de vista del modelado, la aplicación de MDA en el diseño de modelos y simulaciones permite abstraer de una forma formal los modelos y simulaciones de los detalles de implementación en una plataforma/tecnología específica, logrando una mayor portabilidad y resistencia a los cambios tecnológicos de implementación.



La tendencia actual es la aplicación de MDA en el diseño de modelos de un sistema de simulación al objeto de facilitar su reutilización con independencia de los detalles de implementación en una plataforma específica.

El MDA es una iniciativa del OMG, corporación, formada por más de 800 empresas, dedicada a la estandarización de especificaciones software.

- Ontologías. Se definen como una especificación formal y explícita de una conceptualización. Las ontologías tratan de acordar y definir claramente los conceptos a utilizar dentro de un dominio del mundo real a modelar, las características o atributos que los definen y las relaciones que existen entre dichos conceptos, infiriendo conocimiento a través de la definición de reglas.

Las ontologías, desde el punto de vista del Modelado y Simulación, facilitan la reutilización de modelos y simulaciones al evitar la ambigüedad semántica en el diseño de los mismos, favoreciendo la abstracción de conceptos. Así mismo, establecen una comunalidad semántica en el desarrollo de modelos que favorece el diseño de los mismos orientados a su reutilización.

Las ontologías favorecen la caracterización de modelos facilitando para su reutilización el acceso y selección de modelos, simulaciones y recursos de simulación almacenados en un repositorio.

La tendencia actual de las ontologías, en el ámbito de la simulación, se orienta a la caracterización de modelos y al establecimiento de portales semánticos que faciliten el acceso a repositorios de modelos y simulaciones a efectos de su reutilización en la generación de entornos sintéticos.

La tendencia tecnológica en el modelado es la existencia de modelos y simulaciones a reutilizar disponibles en un repositorio con facilidad de acceso, claridad de significado en su caracterización y adaptabilidad a nuevos desarrollos debido a un nivel de abstracción lo suficientemente elevado para que no dependa de la plataforma de ejecución. El actual reto del modelado se centra en el modelado de amenazas asimétricas y de multitudes como soporte al adiestramiento en misiones de mantenimiento de la paz.

Comportamiento inteligente

El avance en el desarrollo de las técnicas de inteligencia artificial está permitiendo el desarrollo de CGF cada vez más inteligentes, que inciden desde el punto de vista del desarrollo de futuros simuladores en la tendencia a la disminución de las células de respuesta de los simuladores constructivos, eliminando la necesidad de un gran despliegue de personal para la operación de este tipo de simuladores. Por otra parte, el desarrollo de amenazas inteligentes mejorará la capacidad de adiestramiento del mando y el del manejo de sistemas de armas cada vez más sofisticados, dentro de entornos tácticos cada vez más complejos.

La tendencia tecnológica actual es el desarrollo de las amenazas basadas en la tecnología de agentes inteligentes. Un agente inteligente se define como un sistema computerizado que, situado en un entorno, es capaz de realizar acciones autónomas flexibles, para satisfacer los objetivos para los que fue diseñado.

Los agentes inteligentes vienen caracterizados por:

- La capacidad de percibir su entorno y responder de manera apropiada a los cambios que ocurren en él para satisfacer sus objetivos.
- La capacidad de mostrar un comportamiento “dirigido a la meta”, es decir, tomando la iniciativa para alcanzar sus objetivos.
- La capacidad de interactuar con otros agentes, tanto humanos como con otros sistemas. Estos son los denominados “Sistemas Multi-Agente”, en el que varios agentes interactúan entre sí para alcanzar un objetivo.

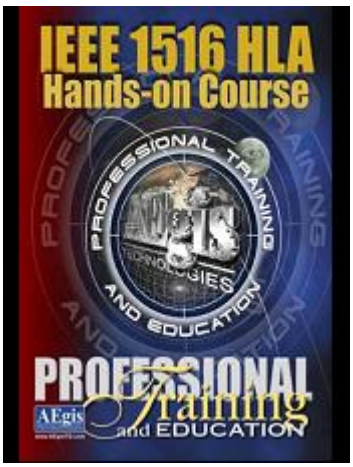
Una experiencia que debe ser tomada como referente fue el desarrollo, por parte española dentro del proyecto internacional SYNFUL RTP 11.22, del Programa EUCLID, de una sociedad de agentes inteligentes para apoyo a la toma decisiones en el desembarco Buque-Costa, dentro de un entorno de simulación distribuida bajo la arquitectura de interoperabilidad HLA.

Dentro del mercado existen productos o entornos comerciales que intentan facilitar la creación de amenazas con un cierto grado de comportamiento inteligente como, VR-FORCES, FLAME o ITEM, por nombrar a algunos, basados en reglas y motores de inferencia sencillos. Por último, cabe mencionar el producto gubernamental denominado OneSAF (comportamiento semiautomático de amenazas) desarrollado por Estados Unidos, y que, en la actualidad, está siendo tenido en cuenta por naciones de nuestro entorno como un referente para solucionar el problema de la emulación del comportamiento de fuerzas. OneSAF emula el comportamiento de fuerzas hasta el nivel de Brigada.

Estandarización

La estandarización es uno de los factores fundamentales en el desarrollo del concepto de Modelado y Simulación, y como tal es considerado como un componente tecnológico básico para el desarrollo y establecimiento de una infraestructura técnica común, que facilite el desarrollo de entornos sintéticos cada vez más complejos.

Una infraestructura técnica basada en estándares facilitará la comunalidad en el desarrollo de simuladores y mejorará la relación coste/eficacia. Actualmente, las tendencias en estandarización cubren básicamente el ciclo de vida de desarrollo de un entorno sintético:



- En metodología de desarrollo de entornos sintéticos a través del estándar del IEEE 1516.3 denominado FEDEP (*Federation Development Process*).
- En descripción de escenarios a través del MSDL (*Military Scenario Definition Language*), actualmente en proceso de estandarización por el SISO (*Simulation Interoperability Standards Organization*).
- En arquitecturas como la de interconexión e interoperabilidad entre simuladores HLA, estandarizada por el SISO según el IEEE 1516.
- Dentro de los *middleware* y lenguajes de interoperabilidad cabe destacar el DDS estandarizado por la OMG y el lenguaje CBML en fase de estandarización por el SISO.
- En modelado del terreno y condiciones ambientales a través de los formatos SEDRIS (*Synthetic Environment Data Representation and Interchange Specification*) o equivalentes, actualmente en fase de estandarización por el SISO.
- En visuales a través del estándar CIGI (*Common Image Generator Interface*), que permite la independencia entre el motor de la simulación (*host*) y los generadores de imágenes.

Entorno visual y emulación del movimiento

La tecnología de generación de visuales ha sufrido un avance considerable durante los últimos años, pasándose de tecnologías propietarias en entornos más o menos abiertos, a tecnologías COTS de entornos abiertos. Este avance ha dado lugar a mejorar la relación coste/eficacia, y a ir disminuyendo dicha relación con los rápidos avances tecnológicos. En este sentido, la tecnología de juegos de ordenador está marcando una rápida evolución en el desarrollo de visuales.

Hoy en día, las tendencias tecnológicas en la generación de visuales se centran en lograr entornos virtuales cada vez más inmersivos y realistas manteniendo una óptima relación entre coste y eficacia. En este sentido, los siguientes aspectos centran la actual tendencia y evolución tecnológica de los visuales:

- Generadores de imágenes basados en tarjetas visuales de bajo coste con capacidades de generación de 200.000 polígonos por canal a 60 Hz sostenidos. En la actualidad este tipo de tarjetas basadas en un *pipeline* software para el proceso de renderización están dando óptimos resultados.

La actual tendencia de este tipo de tarjetas es incorporar un *pipeline* hardware a efectos de disminuir los tiempos del ciclo de renderización y poder aumentar el número de canales por tarjeta y su resolución.

- Estandarización de formatos de bases de datos de visuales. Uno de los problemas que presen-

tan en la actualidad las bases de datos de visuales es su incompatibilidad para ser tratada por otros generadores de imágenes distintos de aquellos para los que fueron desarrollados.

La actual tendencia es la utilización de los formatos SEDRIS o equivalentes NPSI (*Navy Portable Source Initiative*) como base para la información de partida en la generación de bases de datos de visuales.

- Entorno de inmersión visual. La tecnología de proyectores digitales ha experimentado un avance significativo en los últimos años, facilitando la adaptación automática de la proyección a diferentes superficies tanto cilíndricas como esféricas. En este sentido es de destacar la posibilidad de proyectar varios canales visuales con eliminación del *blending* de separación de la proyección de dos o más canales adyacentes. La tendencia actual es la utilización de proyectores digitales DLP.

Aunque considerada como una tecnología emergente, la realidad aumentada puede considerarse, a no muy largo plazo, como una realidad en la generación de entornos de inmersión visual.

La tendencia actual en la utilización de sistemas de movimiento de plataforma está orientada a dispositivos electro-neumáticos. Estos dispositivos presentan mejores prestaciones para su control frente a dispositivos electro-hidráulicos.

CONCLUSIONES

Como resumen global de todo lo expuesto se podrían establecer como conclusión la siguiente serie de recomendaciones para el desarrollo de tecnologías de simulación:

- Establecimiento de una visión descentralizada en el desarrollo de simuladores, basada en la arquitectura de interconexión e interoperabilidad HLA.
- Identificación de componentes comunes a todo simulador que permitan configurar una infraestructura técnica común basada en estándares. Esta infraestructura estará compuesta por herramientas, procedimientos, componentes o federados especializados (condiciones ambientales, cálculo de trayectorias de los sistemas de armas, generación de amenazas por ordenador, etc.) y repositorio de modelos y simulaciones, que faciliten la generación de entornos sintéticos.
- Soporte a la reutilización de recursos de simulación a través del diseño de modelos bajo el proceso MDA, caracterización de dichos recursos mediante ontologías y almacenamiento de los mismos en un repositorio de modelos y simulaciones.
- Seguimiento de estándares que faciliten el intercambio de productos o componentes, sin necesidad de modificación del simulador.
- Utilización de técnicas de inteligencia artificial que permitan disminuir las células de respuesta de los simuladores y optimizar el personal necesario para la puesta operativa de los mismos.
- Fomentar una mayor interoperabilidad de las entidades reales con los entornos sintéticos, a través de la integración de tecnologías como la realidad aumentada en los dispositivos visuales de dichas entidades.

- Este artículo ha sido realizado por el Área de Simulación del departamento C3S del Polígono de Experiencias de Carabanchel.-

AGENDA

Enabling Joint Interoperability in a Coalition Environment
Del 9 al 11 de octubre de 207. Varsovia (Polonia)
http://www.smi-online.co.uk

3er Encuentro Sectorial del Hidrógeno y las Pilas de Combustible
Del 13 al 15 de noviembre de 2007. Santiago de Compostela (España)
http://www.pmh2.com

International Congress on Innovation in Unmanned Air Vehicle Systems
Del 14 al 16 de noviembre de 2007. Madrid (España)
dccimad6@viajeseci.es

The future of Unmanned Aerial Vehicles
Del 28 al 29 de noviembre de 2007. Londres (RU)
http://www.smi-online.co.uk

Simposio Kaleidoscope 2007
26 y 27 de noviembre de 2007. Berlin (Alemania)
http://www.noe-kaleidoscope.org/group/symposium

VIII Premio TALGO a la Innovación Tecnológica
Fin del plazo: 21 de enero de 2008. Madrid (España)
premiostalgo@extesis.com

19º Congreso Mundial del Petróleo
Del 29 de junio al 3 de julio de 2008. Madrid (España)
http://www.19wpc.com

RTO NATO MEETINGS:

SAS-070 Lecture Series on Effects-Based Approach to Operations
19 de noviembre de 2007. (EE.UU.)

AVT-147/RSY-022 Symposium on Computacional Uncertainty in Military Vehicle Design
Del 3 al 6 de diciembre de 2007. Atenas (Grecia)
http://www.rto.nato.int

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