DIRECCIÓN GENERAL DE ARMAMENTO Y MATERIAL

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE TECNOLOGÍA Y CENTROS

Nº 11. Segundo Trimestre 2006

En este número

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

Contactar

Nodo Gestor
TCol. Luis Beltrán Talamantes
SDG TECEN C/ Arturo Soria 289
Madrid 28033
beltranl@oc.mde.es

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

Observatorio de Óptica, Optrónica y Nanotecnología
C.N. Ing. Arturo Maira Rodríguez
arturomaira@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 Protección NBQ
TCol. CIP Juan C. Fernández Fernández
jcfernandez@oc.mde.es

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

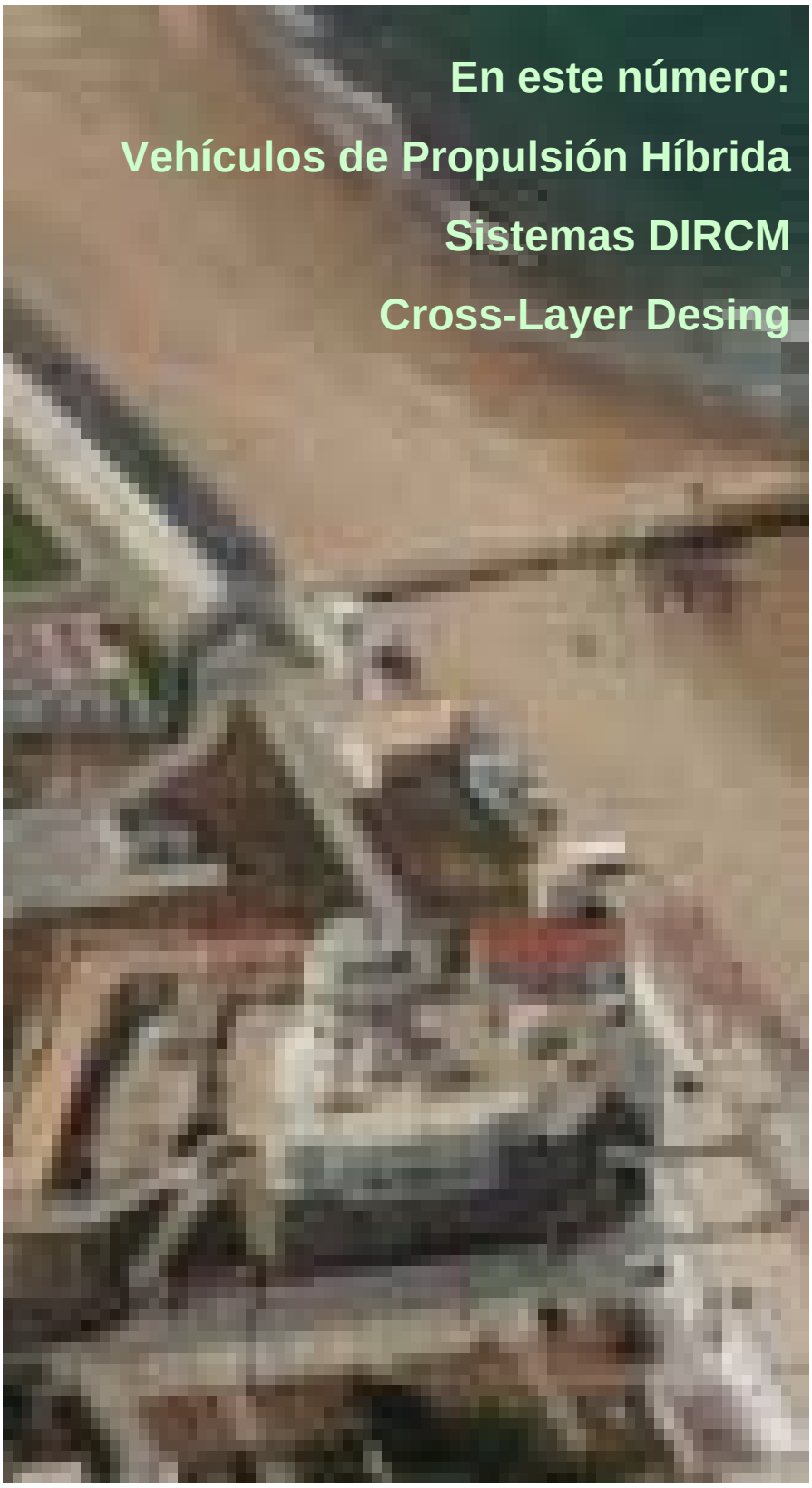
Observatorio de UAV´s y Robótica
Cap. CIESO Jesús M. Aguilar Polo
jaguilarp@oc.mde.es

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

www.mde.es/dgam/observatec.htm

Boletín
de Observación Tecnológica en Defensa

Editado por el Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica



EDITORIAL

Cuando se realizan comparativas de la situación del I+D+i entre España, Europa y el resto del mundo, aparece la idea de que una de las causas del distanciamiento entre las capacidades tecnológicas de las dos orillas del Atlántico, se debe en parte a que en EE.UU. no se aísla el esfuerzo entre investigación civil y militar, al contrario de lo que se hace en la Unión Europea. Esta diferenciación a menudo se ha asociado a razones culturales e históricas, pero sobre todo a la idea de que el investigador europeo plantea más reticencias, a la hora de que su trabajo se identifique, siquiera de lejos, con posibles aplicaciones militares.

Frente a esta creencia, recientemente nos hemos encontrado con datos que cuando menos la cuestionan. Así, al analizar las respuestas recibidas dentro del ejercicio de Prospectiva Tecnológica en Defensa, que se está realizando en la actualidad, nos hemos encontrado con hechos esperanzadores, pues una vez asumido que el número de respuestas esperadas para una encuesta de este tipo es en el mejor de los casos de un 30% sobre las enviadas, y descontado un número muy bajo de negativas por cuestiones de conciencia, se ha detectado un alto nivel de respuestas positivas, con una procedencia muy variada, lo que muestra un interés creciente de la comunidad tecnológica por acercarse al mundo de la Defensa y Seguridad. Sin duda esto sólo es un indicador que es necesario seguir contrastando, pero que nos demuestra, una vez más, que en el mundo de la I+D es necesario, a todos los niveles, el vencer estereotipos y acercarnos sin miedo a la realidad de la experimentación, esto es, a los hechos.

ÍNDICE

Actualidad Observatorios:

- Editorial……2
- Workshop on Disruptive Nanotechnologies for Future Soldier……2
- 17th RTO-SET Panel Plenary Meeting……3
- 17th RTO-HFM Panel Bussines Meeting……..3

Actualidad Tecnológica:

- CapTech GEM03 Workshop: Protection and Lethality ……4
- CapTech IAP02 Workshop: Radar Ligero para Pequeñas Plataformas ……4
- Revisión de la Estrategia de I+T de la OTAN .5
- 1st Defence Research Conference in Environmental Affairs…….....6
- Alliance Ground Surveillance (AGS) 7
- Radar SAR Alta Resolución para mini UAVs...8
- 1er Ejercicio Interlaboratorio SIRA 9
- Plataformas Tecnológicas: Génesis de la Innovación en Europa.....10

Enlaces……11

Tecnologías Emergentes:

- Vehículos de Propulsión Híbrida.....12
- Sistemas DIRCM: Presente y Futuro de la Autoprotección de Aeronaves ……..…14

En profundidad:

- Cross-Layer Desing: las Comunicaciones Inalámbricas se Rebelan…….....16

Agenda……...20

Workshop on Disruptive Nanotechnologies for Future Soldier

Dentro de las actividades del grupo de tecnologías disruptivas de la LoI, se están realizado distintos seminarios sobre áreas en las que puede haber disrupción, tales como terahercios o computación avanzada. En este caso, la reunión versó sobre "*Disruptive Nanotechnologies for Future Soldier*" y tuvo lugar en la sede de la FOI, en Estocolmo, Suecia, durante los días 3 y 4 de mayo de 2006.

El objetivo de la reunión fue identificar y priorizar el potencial disruptivo de las nanotecnologías en la mejora de las capacidades operativas del combatiente futuro europeo. La reunión se centró en tres áreas de alto interés para el combatiente: tecnologías para la protección, tecnologías para la generación y almacenamiento de energía y tecnologías de sensores. En cada área se revisó el estado del arte, como base para la evaluación del posible potencial disruptivo en cada una de ellas, a la hora de mejorar la operatividad y protección del combatiente.

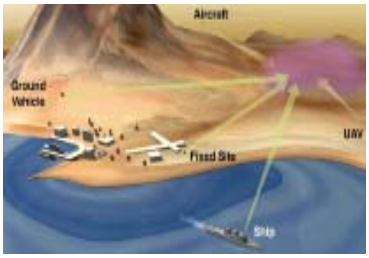
¿QUIERE COLABORAR EN EL BOLETÍN?

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: TCol. Luis Beltrán Talamantes
Tlf. 913954623 beltranl@oc.mde.es

17th RTO-SET PANEL BUSINESS MEETING

Durante la semana del 24 al 28 de abril tuvo lugar en Maui (Hawai-EEUU) la reunión semestral del panel SET (*Sensors and Electronics Tecnology*) de la RTO (*Research & Technology Organization*), la agencia que promueve el intercambio de conocimiento y la innovación al nivel de tecnología dentro de la OTAN. El objetivo de estos encuentros periódicos es realizar un seguimiento al nivel de países de las actividades en curso que se están apoyando, promover nuevas y, en definitiva, realizar conjuntamente en el ámbito de organización un ejercicio de gestión y prospectiva de conocimiento para aquellas tecnologías relacionadas con sensores.



[1]Conjuntamente con la reunión plenaria, tuvo lugar el simposio sobre el tema "*Space Sensing & Situational Awareness*" (SET-105/RSM-020). En el mismo, a través de especialistas de reconocido prestigio invitados por las naciones, se repasaron los requerimientos militares en relación con este asunto, junto con los últimos avances en tecnología y en análisis y explotación de datos. Las principales ideas que resumen lo tratado son las siguientes:

-LA OTAN, como organización, desea capacitarse en el área y no depender para sus operaciones de los países.
-Una definición de requisitos impulsada por la ACT (*Allied Commmand Transformation*) debe culminarse, siempre bajo un prisma de NEC.
-La micro y nano tecnología juega y jugará un papel decisivo para el desarrollo pleno de micro y nano satélites, baza de interés para países medianos, como el caso de España y Canadá.
-El interés para Inteligencia en observar, no sólo desde el espacio a la Tierra, sino desde el espacio al espacio, dado el creciente número de países con tecnología propia espacial. Para ello, los sensores hiper y multiespectrales (desde el punto de vista electro-óptico) pueden ser determinantes en la adquisición de un liderazgo tecnológico al respecto. También de interés, a largo plazo, es el desarrollo de sensores IR en el rango mayor a 20 micras, con tecnología de Si:As (silicio dopado con arsénico), que se muestra como una tecnología emergente.

En relación con la reunión plenaria del SET, cabe destacar las ideas de interés para España:

-En mayo del 2007 se celebrará en España la reunión plenaria, junto con un simposio sobre "*Prediction and Detection of Improvised Explosive Devices (IED)*".

-Se prevé para el 2008 un curso en España sobre "*Low cost navigation sensors and integration technology*".

Más información en el Observatorio de Optrónica (jjsanmar@oc.mde.es).

17th RTO-HFM PANEL BUSINESS MEETING

El pasado mes de abril tuvo lugar, en la Royal Military Academy de Bruselas, la 17ª reunión del Panel RTO sobre Factores Humanos y Medicina, HFM. Entre las actividades de mayor interés previstas en el área de Protección Humana podemos destacar el Simposio sobre *"Defense against chemical toxic hazards: toxicology, diagnosis and medical countermeasures"*, que se celebrará en Londres en otoño del 2007, para el que próximamente se solicitarán las contribuciones a los países.

Así mismo, se ha iniciado un *Exploratory Team* sobre *"Deployable Application of Biotechnology"*, con objeto de desarrollar una propuesta de actividad técnica, TAP, y los términos de referencia, TOR, para la creación de un grupo de trabajo previsto para el 2007, que determine las capacidades analíticas que debe poseer un laboratorio desplegable, así como el desarrollo de un proceso de evaluación de las posibles tecnologías a aplicar, en función de su grado de madurez, en el diagnóstico médico en campo. Se establecerá un marco de trabajo para actividades futuras que incorporen desarrollos en Química Analítica y Técnicas de Biología Molecular para aplicaciones médicas preventivas en laboratorios de despliegue. En principio, los países que han mostrado interés por participar en esta actividad son Estados Unidos, Canadá, Polonia, Hungría, Francia, Holanda, Reino Unido, Lituania y España.

Por otro lado, se discutió sobre la importancia de obtener soluciones para el problema del estrés térmico en los trajes de protección individual, EPI, objetivo a considerar en la nueva propuesta de *Exploratory Team* "*Technical Issues in Heat Stress Management*", liderada por Reino Unido y a desarrollar en el 2008.

Por último, señalar que se va a trabajar, por iniciativa expresa del *Chairman* del panel, en el lanzamiento de propuestas de actividad en Protección contra Armas Biológicas, aspecto de gran interés para la OTAN y que hasta el momento no se había tenido en cuenta en este panel.

[1] *CF. Imagen del RTO Pamphlet*

Propuestas de I+T en la EDA: RADAR LIGERO PARA PEQUEÑAS PLATAFORMAS

En el marco de la *CapTech* IAP02 *(*Sistemas de Sensores*)* perteneciente a la organización de I+T de la Agencia Europea de Defensa (EDA), Francia y Reino Unido han propuesto conjuntamente un proyecto, concebido inicialmente como cooperación bilateral, para el desarrollo de tecnología aplicable a un radar ligero destinado a pequeñas plataformas, tales como UAVs tácticos y misiles.

Como elemento diferencial con otros proyectos de cooperación en curso, con esquemas de cooperación similares a los utilizados en la antigua WEAG, el proyecto pretende crear una asociación entre los países participantes (cMS, *contributing Member States*) y sus industrias, usando el concepto de "*Innovation and Technology Partnership*" (ITP) aplicado por Reino Unido en sus programas nacionales de investigación, de forma que la tecnología a desarrollar responda a las necesidades de investigación de los cMS, y posibilite una base tecnológica acorde a los requisitos europeos en el área de radares SAR-MTI compactos y sistemas de carga útil multifunción de Radio Frecuencia (RF).

Así, el proyecto facilitará el acceso a tecnologías avanzadas adecuadas a las necesidades de capacidad en el periodo 2010-2020 y contribuirá al desarrollo de una base europea industrial y tecnológica de defensa bien posicionada en el campo de la carga útil multifuncional para UAVs y misiles.

A medio y largo plazo el proyecto busca proporcionar capacidades ISTAR a UAVs tácticos en todo tipo de ambientes y en entornos hostiles, incluyendo la identificación de objetivos complejos. Así, se incluye un radar FOPEN (*foliage penetrador*) en baja frecuencia (V/UHF, L, S) cuyo objetivo es suministrar una nueva funcionalidad en detección e identificación de objetivos estacionarios y móviles camuflados. Adicionalmente, también se incluye un radar compacto, de muy alta resolución en alta frecuencia (en las bandas X, Ku, Ka y W), y con bajo consumo energético que proporcionará un amplio abanico de posibilidades ya sea con objetivos estacionarios o móviles.

Otros objetivos a destacar son, en el largo plazo el desarrollo de un terminal SAR de guiado de misiles para todo tipo de condiciones climatológicas, con *seekers* de bajo coste y funciones de identificación y localización de precisión para guiado terminal y un sistema de RF con múltiples funcionalidades integradas (RADAR, ESM, comunicaciones...) lo que permitirá su inclusión en UAVs de pequeñas dimensiones, con la consiguiente reducción de coste y volumen.

Para terminar, indicar que la propuesta esta siendo muy debatida en el marco del IAP02, y que a nivel nacional se esta valorando la posible participación en la misma.

-Este artículo ha sido realizado con la colaboración del representante nacional en el IAP02, Fernando Arias..-

CapTech GEM03 Workshop: PROTECTION AND LETHALITY

Del 28 al 30 de marzo se celebró un *workshop* dentro de la *CapTech* GEM03 "Protección y Letalidad", con el objetivo de discutir las propuestas de proyectos presentados a la EDA englobados en el área de protección frente agentes de guerra químicos y biológicos. El *workshop* tuvo lugar en la Universidad de Defensa sita en Hradec Kraloeve, República Checa. Uno de los días se dedicó a la visita de las instalaciones del *National Institute of Nuclear, Chemical and Biological Safety*, recientemente construido y que colabora con el TNO holandés en la evaluación de materiales y equipos NBQ.

Durante la reunión se compararon las propuestas presentadas con las existentes en otros ámbitos para, de este modo, evitar duplicidades. Como resultado de las discusiones se decidió englobar nuevas propuestas con proyectos ya en marcha, creando proyectos tipo Ad hoc-B, como es el caso de los proyectos "*Database of B agents*" y "*Prophylactic and Therapeutic Antídotos*". El objetivo del primer proyecto es la creación de una base de datos común que incluya toda la información posible sobre los principales agentes de guerra biológica y cuyo uso permita la detección e identificación del origen de un ataque terrorista. Este proyecto absorberá al ya existente TA113.114 "*Identification of B-agents*" en el que estaban participando Suecia, Bélgica, Francia, Alemania, Italia, Holanda y Noruega, y a los que se quieren unir Austria, Finlandia, Polonia y España.

El proyecto "*Prophylactic and Therapeutic Antidotes*" engloba las propuestas presentadas por Suecia y la Republica Checa y tiene como objeto desarrollar nuevos antídotos y un nuevo autoinyectable de uso europeo frente a agentes de guerra química, más eficaz y con menos efectos secundarios. Por tanto, podemos concluir que las líneas de investigación que siguen los países de nuestro entorno coinciden, en muchos casos, con las líneas de I+D nacionales. Así, por ejemplo, el Laboratorio NBQ de la Fábrica Nacional de la Marañosa está trabajando en la mejora de sus capacidades de detección e identificación de agentes de guerra biológica, mediante la puesta a punto de nuevas técnicas de biología molecular e inmunológicas. Así mismo, el Centro Militar de Farmacia de la Defensa, que desarrolló el autoinyectable en uso por el ejército español, está trabajando en el desarrollo de nuevos antídotos y de un autoinyectable más eficaz.

REVISIÓN DE LA ESTRATEGIA DE I+T DE LA OTAN

El pasado enero, la OTAN publicó la revisión de su estrategia para investigación y tecnología ("*The Research and Technology Strategy for NATO*", disponible en www.nato.int). Esta edición de 2006, modifica la estrategia establecida en 1999 para proponer transformaciones y nuevas vías de afrontar la evolución de las amenazas y escenarios de actuación de la OTAN entre 2005 y 2010. Así, esta versión incorpora el contexto de los nuevos escenarios y entornos donde seguridad y defensa se solapan, la ampliación de la OTAN, los cambios en el entorno geopolítico, y las nuevas amenazas asimétricas.

Esta nueva estrategia asigna una mayor prioridad a la defensa contra terrorismo, y expresa la necesidad de poder afrontar amenazas y desafíos con una mayor ubicuidad, promoviendo y estableciendo estabilidad allá donde sea necesario. Con estas premisas, aquellas tecnologías y ciencias que habiliten el despliegue rápido de capacidades, una mayor interoperatibilidad, la capacidad NEC (*Network Enabled Capability*), la coordinación y entrenamientos internacionales, y aquellas que incrementen las capacidades de inteligencia y conocimiento del teatro de operaciones, serán críticas para la transformación.

A modo de resumen, en esta revisión se establecen, para el periodo 2005-2010, cuatro líneas estratégicas para I+T en la OTAN, que se detallan a continuación:

1) Alinear el planeamiento de I+T con las prioridades OTAN de transformación y del nuevo entorno de seguridad, todo ello en cooperación con el MC (Comité Militar) y con la CNAD (*Conference of National Armaments Directors*). Además se revisarán las necesidades de I+T de la Alianza, incluyendo las lecciones aprendidas y estudios de prospectiva, enlazando estas necesidades con una visión *bottom-up* o ascendente hacia los sistemas y/o capacidades. En esta línea, la Alianza pretende también mejorar el acceso y la comunicación de los operativos a la base de I+T utilizando, entre otros procedimientos, las lecciones y el conocimiento adquirido por la ACT (*Allied Command Transformation*).

2) Ofrecer asesoramiento y asistencia para la identificación y la satisfacción de las necesidades presentes y futuras. Esta línea estratégica pasa por enlazar los procesos de priorización en I+T con los de desarrollo de política y estrategias. Mejorar los procesos de análisis de "futuros", como la vigilancia tecnológica, la evaluación tecnológica y la prospectiva tecnológica. Identificar y comunicar los impactos y efectos de tecnologías disruptivas, nuevos conocimientos y desarrollos. Y finalmente, investigar procesos, mecanismos o procedimientos para la rápida inserción de tecnologías y el intercambio de conocimientos en sistemas de defensa.

3) Mejorar la utilización y distribución de I+T. Se pretende dar respuesta a la creciente orientación dentro de la Alianza y de numerosos ministerios de defensa hacia la experimentación y demostración para conseguir más rápidamente la inserción de nuevas tecnologías y conocimientos. De esta manera, las autoridades de I+T y militares pueden incrementar su comprensión de la efectividad y utilización operativa de nuevas tecnologías y conocimientos científicos, además se permite a la comunidad de I+T involucrarse en el desarrollo de las capacidades, consiguiendo de este modo incorporar cambios en las capacidades de manera más rápida y flexible.

[1]Por lo tanto, se promoverá la cooperación entre la CNAD, ACT y las naciones de la Alianza, para la identificación y desarrollo de conceptos, y de experimentaciones y demostraciones de la operatividad de tecnologías. También incrementará la difusión de cómo la actividad de I+T de la OTAN aporta valor a las capacidades en la Alianza. Por otro lado, será necesario identificar y comunicar los niveles de madurez y disponibilidad de las diferentes tecnologías en evaluación, como por ejemplo con la utilización de los TRLs (Technology Readiness Level).

4) Promover un entorno efectivo y colaborador en I+T. Se pretende obtener un entorno de desarrollo de I+T con procesos flexibles que se puedan adaptar a un entorno y unas misiones en constante evolución. Además de seguir persiguiendo la mejora en la comunicación y coordinación de esfuerzos de I+T dentro de la Alianza, se anima a las naciones miembros a facilitar el acceso a fuentes de I+T externas a la Alianza, en especial industrias civiles y el sector investigador/universitario

En definitiva, el documento establece una serie de líneas estratégicas que definen el marco en el cual desarrollar las futuras capacidades de I+T de acuerdo al nuevo contexto y las nuevas necesidades de la Alianza.

[1] *CF. Imagen del RTO Pamphlet*

1st DEFENCE RESEARCH CONFERENCE IN ENVIRONMENTAL AFFAIRS

Durante los días 23 y 24 de mayo de 2006 se celebró en Erding (Alemania), en las instalaciones del Instituto de Investigación en Materiales, Explosivos, Combustibles y Lubricantes (WIWEB), la primera conferencia de investigación en defensa en aspectos medioambientales. Dicha conferencia fue planificada y organizada por el Grupo de Trabajo en Medioambiente, enmarcado bajo la LoI, con la colaboración de la Oficina Federal Alemana de Adquisiciones y Tecnologías para la Defensa (BMW).

El objetivo del Grupo de Trabajo es fomentar el intercambio de información en temas relacionados con el Medio Ambiente, como el análisis del ciclo de vida de los sistemas adquiridos o la gestión de materiales peligrosos, y buscar líneas de interés común que puedan dar lugar a acuerdos de cooperación entre naciones.

Las conferencias, con ponentes de Alemania, España, Francia y Suecia, se realizaron en dos jornadas, divididas en tres sesiones en función de sus contenidos (sesión 1 – protección superficial; sesión 2 – municiones y explosivos; sesión 3 – miscelánea y aspectos medioambientales diversos). El evento congregó a expertos e investigadores de muy diferentes áreas relacionadas con el medioambiente y defensa.

La sesión correspondiente a "Protección Superficial" enmarcaba todas aquellas presentaciones relacionadas con las aplicaciones y modificaciones de las normativas y legislaciones referidas a pinturas, recubrimientos y sistemas de protección superficial y contra la corrosión en general. Bajo este epígrafe, se presentaron diversas ponencias, con un remarcable interés para la industria de defensa por sus considerables repercusiones económicas. Se considera que, en términos económicos, entre un 2 y un 3 % del PIB de un país se pierde cada año como consecuencia de procesos relacionados con la corrosión, por lo que el desarrollo de nuevos recubrimientos protectivos libres de cromo, como determinan las normativas de pronta implantación, puede resultar de una gran trascendencia para las industrias aeronáuticas y navales. Este creciente interés se pudo apreciar en las ponencias "*Environmentally compliant surface protection*", por parte del WIWEB, y "*A critical situation for the navy ships surface protection induced by environmental regulations*" presentada por la Delegación General para el Armamento (DGA) francesa.

La segunda sesión estuvo dedicada a "Municiones, explosivos y temas afines" e incluía todas las presentaciones relacionadas con el uso de materiales energéticos no contaminantes, y los procesos de caracterización de residuos y limpieza de los mismos en campos y galerías de tiro.

Las conferencias presentadas trataron temas tan diversos como los relacionados con los materiales energéticos libres de elementos contaminantes, o la evaluación del ciclo de vida de municiones.

Sin embargo, la temática de mayor interés de la sesión fue la limpieza de municiones y sus residuos en campos de tiro, con hasta cuatro presentaciones relacionadas, y donde se trataron desde métodos analíticos de caracterización de residuos, hasta nuevas metodologías de toma de muestras en el análisis de las municiones en campos de tiro. Hay que destacar, en esta sesión, la presentación española por parte de la Subdirección General de Tecnología y Centros de la DGAM, de la conferencia "*The UXO clearance process in the Torregorda Firing Range*". En dicha exposición, se presentaron las operaciones realizadas en las playas y campos de tiro del Centro de Ensayos Torregorda durante la desmilitarización, para su cesión a las autoridades locales, destacando los procedimientos de detección, extracción y neutralización de la munición empleados en los trabajos.

Por último, la sesión 3, "Aspectos medioambientales diversos", englobaba a aquellas conferencias y presentaciones de temática diversa que no pudieron ser clasificadas de una manera definida. Así, se trataron temas relacionados con la Ingeniería Térmica ("*Possible use of absorption refrigerating plants aboard naval ships*") o la Acústica ("*Meteorological briefing method for acoustical environmental measurements for German Armed Forces*"), y se terminaron las jornadas con una visita guiada a las instalaciones y laboratorios del WIWEB.

Se puede considerar esta primera conferencia de investigación en defensa en aspectos medioambientales como un interesante punto de partida para el intercambio de información y el conocimiento de las actividades de los países participantes, lo que pretende incentivar el desarrollo de actividades internacionales conjuntas.

Alliance Ground Surveillance (AGS)

AGS (Alliance Ground Surveillance) son las siglas del proyecto OTAN que tiene como meta dotar a la Alianza de un gran sistema de vigilancia terrestre desde plataformas aéreas y cuyo objetivo es proporcionar a los mandos OTAN (nivel de Brigada) información continua del despliegue y movimientos de fuerzas terrestres amigas, neutrales o enemigas, así como ayuda para la identificación y designación de blancos estratégicos en tiempo real.

Se pretende que el Sistema AGS sea el núcleo de la red OTAN, con capacidad de vigilancia, adquisición de objetivos y reconocimiento (ISTAR).

El desarrollo y producción del sistema se llevará a cabo por el consorcio industrial AGSI (AGS Industries) compuesto por 6 contratistas principales: EADS (GE), Galileo Aviónica (IT), General Dynamics Canada (CA), Indra (SP), Northrop Grumman Corporation (US) y Thales (FR).

Desde el punto de vista de cooperación industrial, el AGS constituye el proyecto de cooperación transatlántica más importante hasta el momento, y como tal no está exento de problemas relacionados con el coste, la configuración de la capacidad a adquirir y la transferencia de tecnología entre las naciones participantes.

Este programa posee un elevado interés tecnológico en áreas tales como la modificación de la plataforma aérea, la integración de los diferentes sistemas y el desarrollo de la estación terrestre de explotación. Esto ha llevado a España a participar en el programa con un porcentaje de aproximadamente el 12%. Este porcentaje de participación está, en cualquier caso, supeditado a la calidad y cantidad del trabajo que realicen las empresas españolas participantes dentro de esos ámbitos.

En líneas generales el objetivo del sistema AGS se puede resumir en disponer de información de suficiente calidad en cada momento para permitir la vigilancia y reconocimiento del terreno mediante el uso de tecnologías SAR y MTI que faciliten una "imagen" del mismo y de los movimientos de vehículos que sobre esa área se producen, la identificación de los blancos existentes, la distribución de los datos a todos los usuarios del sistema AGS, etc., con el objetivo de disponer del mayor número de datos e información que facilite la toma de decisiones y las operaciones de las fuerzas propias.

El coste total del programa se encuentra en torno a los 3.300 M€, en los que se contempla el desarrollo y adquisición del sistema completo, incluyendo los sensores. Inicialmente, el sistema constará de dos órbitas de vigilancia completas, capaces de vigilar dos áreas distintas de miles de kilómetros cuadrados. Una primera estimación del número de plataformas aéreas necesarias para cubrir estas dos órbitas es de cinco aviones tripulados y siete UAVs.

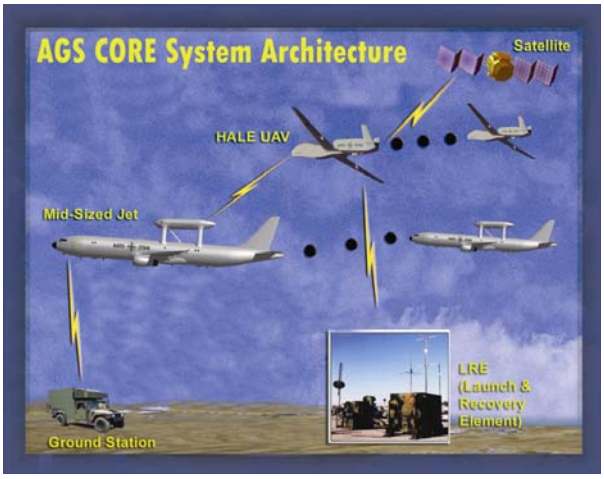
El sistema AGS estará formado por tres segmentos:

- **Segmento Aéreo,** compuesto por aviones tripulados y no tripulados dotados de un radar SAR/MTI de tecnología muy avanzada, capaz de detectar sobre una imagen del terreno movimientos de vehículos y tropas a muy larga distancia. El sensor radar es el elemento clave de captación de información del sistema y su desarrollo permitirá disminuir el salto tecnológico existente en este campo entre las industrias europeas y las industrias de EE.UU.

  Este radar se desarrollará dentro del AGS en otro programa paralelo, denominado *Transatlantic Cooperative Radar* (TCAR) y que será llevado a cabo por Duch Space (NL), EADS (GE), Galileo Aviónica (IT), Indra (SP), Northrop Grumman Corporation (US) y Thales (FR). Este radar incluirá además de los modos SAR/MTI, modos de alta resolución HRR (*High Range Resolution*) e ISAR (*Inverse* SAR), permitiendo el funcionamiento simultáneo de varios modos.

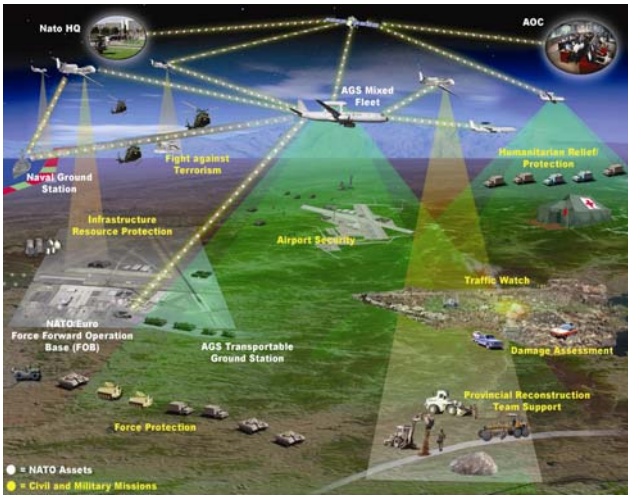
Mientras que el coste del sistema AGS se financia entre veinticuatro naciones, el diseño y desarrollo del radar se financia únicamente entre las seis naciones a las cuales

pertenecen las industrias que forman parte del consorcio TCAR. Uno de los objetivos de estas seis naciones es el de adquirir la tecnología y conocimientos necesarios para, a la vez que se dota a la Alianza de una capacidad AGS, poder desarrollar tecnología aplicable en proyectos ISR nacionales.



La participación española dentro del desarrollo del radar TCAR es del 16%, estando al mismo nivel de participación que Francia, Alemania e Italia.

- **Segmento Terrestre**, compuesto por estaciones terrestres móviles y fijas, así como estaciones marítimas móviles. El Segmento Terrestre estará diseñado para asegurar la rápida recepción, interpretación y distribución de los datos recogidos por las plataformas aéreas a los diferentes Mandos de las naciones OTAN.
- **Segmento de Apoyo,** encargado de la integración, entrenamiento y logística.



El sistema del AGS tendrá la capacidad de recoger, administrar y distribuir la información y datos de misión a través de enlaces en banda ancha aire-aire, aire-tierra y tierra-tierra. Para evitar duplicidades u órdenes contrapuestas existirá un mecanismo de priorización y resolución de conflictos así como de validación de los diferentes canales de comunicación y sus necesidades.

Una de las características del sistema AGS será su capacidad para integrarse con otros sistemas ISR de las naciones OTAN, mediante el empleo de formatos y protocolos de transmisión de datos estándar empleados dentro de la Alianza. Para asegurar esta interoperabilidad se pretende que el AGS forme parte del programa MAJIIC en el que se validan y verifican los procedimientos de transmisión y explotación de datos procedentes de sensores ISTAR.

- Este artículo ha sido realizado por los ingenieros, pertenecientes a la asistencia técnica del AGS, Fernando Arias, Rafael Zurita, Sara Galán y Eva Llamas, con la colaboración del TCol. Luis Díez y TCol. Francisco Almerich -

Radar SAR de Alta Resolución para mini UAVs

En un vuelo experimental, se ha puesto a prueba el que probablemente sea el más pequeño radar de apertura sintética de alta resolución del mundo, generando imágenes en tiempo real desde una distancia de seis kilómetros con una resolución de diez centímetros.

A corto plazo, el radar de apertura sintética (SAR, por las siglas en inglés de *Synthetic Aperture Radar*) podría utilizarse para reconocimiento en pequeños UAVs (*Unmanned Aerial Vehicles*), vehículos aéreos no tripulados de tamaño similar al de un pequeño avión de aeromodelismo.

En el experimento, investigadores de los *Sandia National Laboratories*, institución dependiente de la *National Nuclear Security Administration* (EE.UU.), hicieron volar, por primera vez, el radar con éxito. El instrumento, de once kilogramos denominado miniSAR, pronto podría ser utilizado para tareas de reconocimiento en un UAV.

En 2004, Armin Doerry, Dale Dubbert y George Sloan, los cuales crearon hace varios años el actual enfoque para el SAR miniaturizado, terminaron, con la ayuda de un equipo especial de cerca de diez ingenieros de Sandia, el desarrollo de las tecnologías que constituyen el miniSAR, incluyendo la integración de los subsistemas del radar y la finalización del software del sistema.

El miniSAR tiene menos de una cuarta parte de peso y una décima parte de volumen de los radares SAR que actualmente vuelan en UAVs más grandes, tales como el Predator de General Atomics. Tiene la misma capacidad de los SARs mayores para producir imágenes de alta resolución sin importar el clima, si es de día o de noche, ni si hay tormentas de polvo. También es tan complejo como los sistemas usados actualmente en los vuelos.

Pequeño y liviano, puede colocarse en plataformas de vuelo que cuestan la décima parte de los UAVs requeridos para los SARs mayores. También tendrá un costo de producción menor que el de sus primos mayores. En definitiva, los miniSAR son más pequeños y más baratos, sin sacrificar el rendimiento.

Actualmente el miniSAR está conectado a un ordenador de control de operación y a grabadoras de datos, a bordo de un avión. En el futuro, la computadora y las grabadoras serán colocadas en una estación terrestre, permitiendo al miniSAR funcionar en UAVs más pequeños.

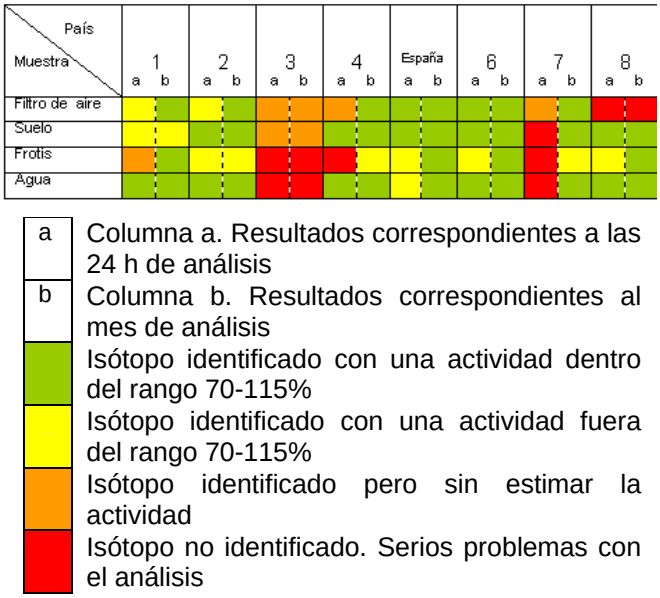
Los investigadores esperan que a corto plazo el miniSAR se reduzca hasta menos de nueve kilos. A largo plazo, el equipo está trabajando para explotar las tecnologías de microsistemas de Sandia, para seguir aligerando el miniSAR hasta un mínimo de entre dos y cinco kilos.

Aunque inicialmente el miniSAR será usado para reconocimiento en pequeños UAVs que pueden llevar una carga de veintitrés kilos, también puede ser utilizado para armamento que requiera un guiado de precisión. Sin embargo, el costo y tamaño del miniSAR tendrá que ser reducido aún más para este tipo de aplicaciones.

Resultados del 1er Ejercicio Interlaboratorio SIRA

Durante la reunión anual del grupo SIBCRA (*Sampling and Identification of Biological, Chemical and Radiological Agents*) de la OTAN que tuvo lugar los días 24 al 27 de abril en La Haya (Holanda), se dieron a conocer los resultados correspondientes al primer ejercicio interlaboratorio SIRA. El país organizador del ejercicio y responsable de la evaluación de los resultados fue Canadá. Estuvieron presentes representantes de todos los países participantes: Canadá, EE.UU., Holanda, Noruega, Reino Unido, Suecia y, por parte de España, el Laboratorio de Análisis de Radiactividad Ambiental (L.A.R.A) del Laboratorio NBQ de la F.N. La Marañosa.

El ejercicio consistió en el análisis de cuatro muestras (filtro de aire, suelo, frotis y agua) provenientes de cuatro supuestos escenarios en los que habían ocurrido incidentes con material radiológico. El objetivo era determinar los radionucleidos, su actividad y en función de esta información, hacer una estimación del riesgo, con objeto de aconsejar al mando sobre las medidas de protección y líneas de actuación. En la figura se muestra un resumen presentado por el organizador sobre los resultados obtenidos en el análisis por cada país, manteniéndose su anonimato. Cabe destacar que el LARA de la F.N. La Marañosa recibió la felicitación expresa del coordinador del grupo por los excelentes resultados obtenidos.



Las conclusiones generales del ejercicio han sido:[1]

- Necesidad no sólo de determinar correctamente la contaminación sino también de proporcionar consejos al mando para hacer frente al riesgo radiológico encontrado. En este sentido, todos los países tienen que hacer un esfuerzo puesto que se han observado una gran diversidad de opiniones y criterios.
- El representante de Suecia sugirió profundizar en los límites de detección, precisión y exactitud por lo que se ofreció a realizar una propuesta de colaboración para septiembre de 2006. Todas las naciones están invitadas a ofrecer sugerencias. Dada la experiencia que el LARA tiene sobre estos temas, se está considerando una participación activa en este estudio.
- La participación en este tipo de ejercicios se considera muy positiva pues permite a los laboratorios poner a prueba sus métodos de análisis y su preparación para realizar una estimación del riesgo y ofrecer consejos de actuación ante un incidente radiológico.

- Este artículo ha sido realizado por María del Mar Hidalgo, licenciada en Ciencias Químicas. Pertenece a la Unidad Nuclear del Departamento NBQ de la Marañosa, y es además colaboradora del Observatorio NBQ-

[1] *El informe completo de evaluación de resultados ha quedado recogido como documento OTAN con la signatura PFP (NAAG-LG/7) D(2006)0002*

PLATAFORMAS TECNOLÓGICAS: Génesis de la Innovación en Europa

A comienzos del siglo XXI, la globalización amenaza gravemente la industria y el modo de vida tal y como lo conocemos en la actualidad en nuestra sociedad europea occidental. Los cambios estructurales en nuestro modelo económico común para hacer de nuestras economías un ejemplo de productividad y dinamismo se concibieron en la cumbre de Lisboa en marzo de 2000, donde los estados miembros se lanzaron a una estrategia que convirtiera a Europa en la economía, basada en el conocimiento, más competitiva del mundo en el año 2010.

Esta estrategia fue respaldada dos años después en Barcelona, donde se estableció el objetivo de inversión del 3% del PIB en investigación para el final de la década. Pero para que este aumento en el esfuerzo en investigación se plasme en un crecimiento económico sostenido y continuo es necesario que se vea acompañado de una comunicación fluida entre los creadores de conocimiento y la industria, cliente final de la investigación.

Con este escenario en mente, y con el fin de preparar el Séptimo Programa Marco (FP7), se crean las plataformas tecnológicas, foro de encuentro entre la industria y los actores de la I+D a nivel europeo, con el fin de clarificar las líneas tecnológicas que la UE debe promocionar en su FP7, a fin de crear una auténtica "sociedad del conocimiento", donde su modelo económico pase de la "producción en masa" a la "producción de productos de alto valor innovador". En otras palabras, podríamos decir que la economía europea debe pasar de la industria de "cantidad" a la de "calidad".

29 son las plataformas tecnológicas que Europa ha concebido con el fin de asesorarse en las líneas temáticas que debe apoyar durante el periodo 2007-2013, que es el periodo de vigencia del Séptimo Programa Marco. Dichas plataformas se muestran en la siguiente tabla.

CF: imagen de la página Web
http://cordis.europa.eu/technology-platforms/home_en.html

PLATAFORMAS TECNOLÓGICAS			
1	The European Hydrogen and Fuel Cell Technology Platform (HFP).	16	ACARE - Advisory Council for Aeronautics Research in Europe.
2	ENIAC - European Nanoelectronics Initiative Advisory Council.	17	The European Space Technology Platform (ESTP).
3	NanoMedicine - Nanotechnologies for Medical Applications.	18	ESTEP - The European Steel Technology Platform.
4	Plants for the Future.	19	The European Technology Platform for the Future of Textiles and Clothing (ETP-FTC).
5	Water Supply and Sanitation Technology Platform (WSSTP).	20	MANUFUTURE - Platform on Future Manufacturing Technologies.
6	The European Technology Platform on Photovoltaics.	21	The European Construction Technology Platform (ECTP).
7	Technology Platform on Sustainable Chemistry.	22	EuMaT - European Technology Platform for Advanced Engineering Materials and Technologies.
8	Forest Based Sector Technology Platform.	23	The European Technology Platform on Industrial Safety.
9	European Technology Platform for Global Animal Health (GAH).	24	The NEM Initiative - European Initiative on NETWORKED and ELECTRONIC MEDIA.
10	ERTRAC European Road Transport Research Advisory Council.	25	Food European Technology Platform "Food for Life".
11	ERRAC European Rail Research Advisory Council.	26	Networked European Software and Services Initiative (NESSI).
12	WATERBORNE Technology Platform (Supported by ACMARE Advisory Council).	27	EUROP, the European Robotics Platform.
13	The Mobile and Wireless Communications Technology Platform (eMobility).	28	Photonics21 - The Photonics Technology Platform
14	Innovative Medicines for Europe.	29	The Integral Satcom Initiative (ISI)
15	Embedded Systems (ARTEMIS).		

Los objetivos comunes a cada una de las plataformas son:

- Proporcionar un marco común de trabajo para el sector industrial donde, con ayuda del sector de la investigación, se definan sus líneas innovadoras de interés, calendarios y plan de acciones.
- Jugar un papel clave en la Toma de Decisión sobre las áreas prioritarias de I+D, soporte de la actividad innovadora de la industria.
- Identificar los retos tecnológicos necesarios para desarrollar el modelo económico basado en la innovación a través del conocimiento.

Los trabajos de cada una de las Plataformas Tecnológicas se han ido entregando a la Comisión Europea durante el pasado año y a principios del año 2006. Estos trabajos se resumen en las denominadas "Strategic Research Agendas" (SRAs), donde se identifican las prioridades en materia de I+D para cada una de las Plataformas, junto con recomendaciones para su implantación a nivel europeo. En lo que queda de año, y a fin de que dicha implantación sea lo más homogénea posible para cada estado miembro, se está en fase de creación de las denominadas *mirror platforms*, donde, en un foro idéntico a sus homónimas europeas, se crean en cada nación a fin de que las recomendaciones y decisiones finales del Comisionado Europeo en las materias competentes para cada Plataforma dentro del FP7 lleguen nítidamente a los actores nacionales en materia de innovación y producción.

Defensa, como cliente principal de muchas de las industrias involucradas en este proceso, deberá, cuanto menos, realizar un seguimiento de cerca de las recomendaciones y acciones que se promuevan dentro de cada una de las plataformas. Esto se debe a que, sin lugar a dudas, las estrategias en materia de innovación de las industrias se verán influenciadas por lo promovido por cada una de las plataformas a través de las SRAs, instrumentos de apoyo para la consecución de las políticas de I+D para el FP7 dentro de la UE.

Una información detallada de los objetivos y resultados alcanzados por cada una de ellas puede encontrarse en http://cordis.europa.eu/technology-platforms/individual_en.html .

ENLACES DE INTERÉS

Agencia Europea de Defensa (EDA)

Página Web de la Agencia Europea de Defensa, donde se puede encontrar toda la información relacionada con esta organización, desde sus últimas novedades hasta su historia y estructura.

www.eda.europa.eu

Framework 7 Websites

Sitio Web de la empresa Hyperion en la que se pueden encontrar los enlaces a páginas Web relacionadas con el 7º Programa Marco (7th *Framework Programme* 7FP)

http://www.hyperion.ie/fp7websites.htm

Revista Puzzle.

Publicación académica electrónica bimestral, de enfoque práctico con acceso gratuito por suscripción. Difunde el conocimiento y práctica de la Inteligencia Competitiva y de la Vigilancia Tecnológica entre empresas y organizaciones hispanas.

www.revista-puzzle.com

US-Army-THz Science & Technology Website

Esta página se creó con el propósito de proporcionar, difundir y compartir información fiable sobre la tecnología de radiación de terahercios en beneficio del programa de ciencia y tecnología de *U.S. Army*.

http://www.usarmythz.com/

Vehículos de PROPULSIÓN HÍBRIDA

El término propulsión híbrida se aplica a vehículos con más de un sistema de propulsión. Los híbridos más extendidos combinan un combustible (gasolina o diésel), que alimenta a un motor de combustión interna (MCI), y baterías eléctricas, que alimentan a un motor eléctrico. Esta hibridación permite una mayor eficiencia del motor térmico, cuyo régimen de funcionamiento no está determinado por la velocidad del vehículo. El motor puede funcionar en su punto de máxima eficiencia mientras que las baterías almacenan o aportan el exceso o defecto de energía, según el caso. Esto, unido a la recuperación de la energía de frenado también característica de estos vehículos, hace que el rendimiento del conjunto sea mayor que en los vehículos convencionales. Para obtener el máximo beneficio de estos sistemas es fundamental una buena estrategia de gestión energética así como el sistema de control que la ejecute, optimizando consumos y maximizando la eficiencia de los componentes.

El ahorro de combustible que se consigue gracias a la utilización de vehículos híbridos oscila entre un 5% y un 55% dependiendo de las condiciones y del modelo de conducción. Otras ventajas adicionales son el menor grado de contaminación, menor nivel de ruidos, ausencia de marchas en vacío (encendido y apagado del MCI según lo requerido), mejor comportamiento en recorridos cortos, etc. La desventaja fundamental es el mayor coste.

La crisis del petróleo y las iniciativas para limitar la emisión de gases causantes del efecto invernadero son algunas de las razones por las cuales se ha impulsado la investigación y el desarrollo de este tipo de vehículos en los últimos años. Además, el interés por los híbridos es dual, civil y militar, ya que menor consumo, mejor rendimiento y menor dependencia del petróleo son fundamentales en ambos entornos.

Los vehículos híbridos se pueden clasificar según la configuración de los elementos que lo componen. Así, distinguimos dos categorías fundamentales, Serie y Paralelo, y una tercera categoría, Split, combinación de las dos anteriores.

A continuación se muestran los esquemas de estas tres configuraciones donde aparecen el motor de combustión interna (MCI), el generador (GEN), el motor eléctrico (ME), las baterías (BAT) y la transmisión (TRANS).

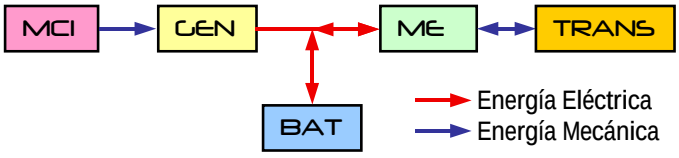


Figura 1. Configuración Serie.

La característica fundamental de la configuración Serie es que el motor de combustión no está directamente conectado a la transmisión, de tal manera que se limita a generar electricidad y la tracción la proporciona sólo el motor eléctrico.

La principal ventaja de esta disposición es que la transmisión se simplifica, optimizándose cuando se utilizan motores eléctricos "en cubo de rueda" (insertados en las mismas), de manera que la conexión mecánica entre el MCI y las ruedas se suprime, liberándose mucho espacio y reduciendo las pérdidas de energía. Ésta es la configuración que más se baraja en vehículos blindados, donde el espacio es fundamental. Además, esta disposición disminuye el riesgo, ya que al ser independiente la tracción en cada rueda, la movilidad del vehículo se mantiene incluso si se destruye alguna.

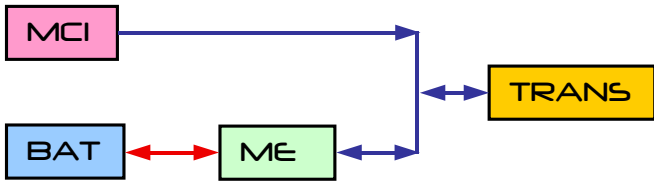


Figura 2. Configuración Paralelo.

En la configuración Paralelo, tanto el motor térmico como el eléctrico están directamente conectados a la transmisión, y pueden funcionar alternativamente uno, otro o una combinación de ambos trabajando en tandem en las condiciones más favorables de cara al rendimiento.

Dentro de la configuración Paralelo podemos hacer otra subdivisión atendiendo a su "grado de hibridación", es decir, al nivel de intervención del motor de combustión interna en la propulsión. En este sentido se distinguen numerosas categorías y no siempre hay uniformidad respecto a la terminología aplicada: *Full* (predominan las baterías y la tracción con motor eléctrico), *Mild* (predomina el motor de combustión, con apoyo del motor eléctrico), Pseudo o Micro (la propulsión no es híbrida, depende exclusivamente del motor de combustión, pero incluyen función de apagado-encendido de motor, frenada regenerativa, etc.), *Plug-in* (eminentemente eléctrico con apoyo de un pequeño motor térmico y con posibilidad de conectarse a red para cargar baterías), etc.

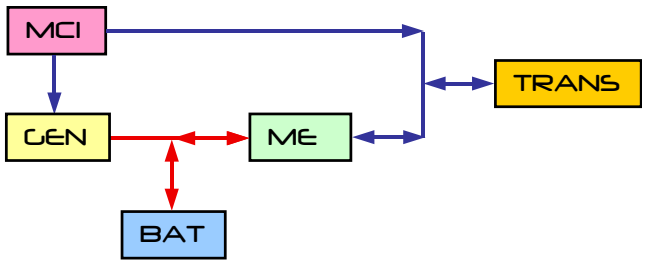


Figura 3. Configuración *Split*.

El vehículo híbrido Paralelo es considerado por los expertos como un eslabón en la transición hacia el vehículo híbrido Serie, ya que en la medida en que

la tecnología y las infraestructuras lo permitan, el híbrido Serie lograría la independencia de los combustibles fósiles, sustituyendo, por ejemplo, el motor térmico por una pila de combustible.

En el ámbito civil, sin representar aún una parte significativa del mercado, los híbridos han pasado a ser una opción atractiva. El desarrollo y la salida al mercado de este tipo de vehículos es cada vez mayor y las ventas continúan aumentando. De los casi 17 millones de matriculaciones que registró EE.UU. en 2004, el 0,6% correspondieron a vehículos híbridos. Para el 2008 se espera cuadruplicar esta cifra.

Toyota fue pionero lanzando en 1997 el modelo Prius. A partir de ese momento, otros fabricantes como Ford, Honda, Lexus, General Motors o Daimler Chrysler han desarrollado sus propios sistemas de propulsión híbridos (Ford Escape, Honda Civic, Lexus RX400h...).

También es destacable la tendencia en Defensa hacia vehículos híbridos. El interés de este tipo de propulsión en el entorno militar se debe a las mejoras que aporta en cuanto a rendimiento y versatilidad: consumo de combustible optimizado, disponibilidad de electricidad, soporte a dispositivos eléctricos del vehículo como el armamento, mejor aceleración que los vehículos convencionales y flexibilidad en la integración de componentes. Otras ventajas son la posibilidad de operaciones silenciosas funcionando solamente con la batería y los motores eléctricos y la capacidad de diagnosticar y pronosticar fallos gracias a los sistemas de gestión de la energía y control que van asociados a estos vehículos.

También existen algunas desventajas como problemas para la refrigeración de estos sistemas, la complejidad cada vez mayor del sistema eléctrico (propulsión, armamento, etc.) o el hecho de que, pese al éxito en el entorno civil, la aplicación militar implica robustecer los sistemas y someterlos a pruebas más duras para responder a los requisitos de movilidad, fiabilidad, letalidad y supervivencia exigidos.

Existen en la actualidad numerosos proyectos de demostración de arquitecturas de propulsión híbrida en vehículos militares (vehículos de combate, todoterreno, camiones etc.). Desde 1992, en EE.UU. se han puesto en marcha al menos 13 proyectos de este tipo. Así mismo en Europa se están desarrollando demostradores y prototipos, destacando Reino Unido y Francia. En España, es muy probable que el Nuevo Sistema de Combate Terrestre también incorpore este tipo de propulsión.

Como ejemplo de estos programas, podemos destacar las distintas versiones híbridas-eléctricas del Humvee (High Mobility Multipurpose Wheeled Vehicle) que el ejército de tierra norteamericano está probando en distintos escenarios. Se espera que a principios del año 2011 comience la producción para sustituir los Humvee convencionales por su versión híbrida-eléctrica. Así mismo la marina ha desarrollado los denominados RST-V (*Reconnaissance, Surveillance, Targeting Vehicle*) en colaboración con DARPA y General Dynamics que también se encuentran en fase de pruebas.

En cuanto a vehículos blindados de propulsión híbrida, General Dynamics ha desarrollado el demostrador AHED-*Advanced Hybrid Electric Drive* (8x8) que servirá de base para el programa FRES (*Future Rapid Effect System*) de Reino Unido y que ya ha acumulado más 4200Km de pruebas. Por su parte Francia también está desarrollando un demostrador DPE 6x6 (*Démonstrateur de Propulsion Electrique*) que terminó en 2005 la fase de integración y será probado durante 2006.

Figura 4. AHED-*Advanced Hybrid Electric Drive*.
CF: Defense Update Magazine

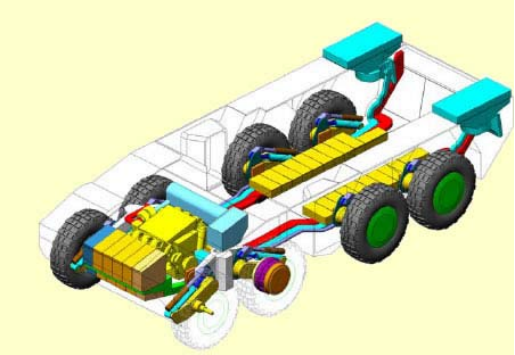


Figura 5. Esquema del sistema de propulsión AHED.
CF: Defense Update Magazine

Otros programas como el FCS (*Future Combat System*) en EE.UU. o el SEP en Suecia, incluyen la versión de ruedas y de oruga para poder evaluar ambas. También, se estudia la posibilidad de aplicar esta propulsión a vehículos no tripulados, como es el caso del *Spinner* UGCV-*Unmanned Ground Combat Vehicle* (6x6), desarrollado en EE.UU. que ha sido probado en misiones de 14 días y 450Km sin necesidad de repostar.

En conclusión, la implantación de los vehículos híbridos en los ámbitos civil y militar empieza a ser una realidad. Aunque su presencia es todavía muy limitada, las ventajas que aportan frente a los vehículos convencionales, unido a las presiones medioambientales y la crisis del petróleo, están impulsando enormemente su desarrollo y los están convirtiendo en una sólida opción de futuro.

SISTEMAS DIRCM: Presente y Futuro en la Autoprotección de Aeronaves

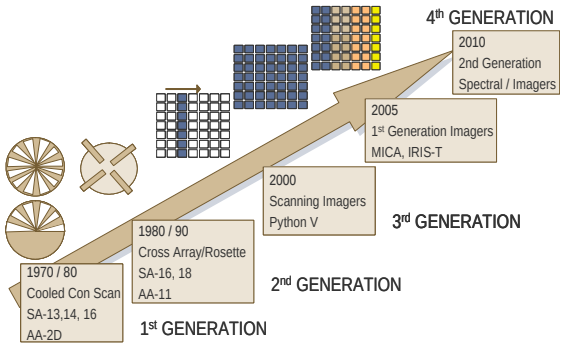
1. La Plataforma y la Amenaza

No es preciso explicar la magnitud de la amenaza que los misiles antiaéreos portátiles de guiado infrarrojo, conocidos habitualmente como tipo MANPADS, representan para cualquier aeronave militar o civil.

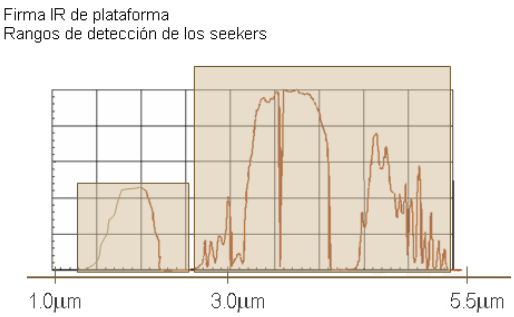
También es conocido que esta amenaza reúne características que hacen que resulte particularmente difícil de contrarrestar por los sistemas de autoprotección de las aeronaves. Podemos por tanto citar las siguientes características, típicas en este tipo de amenazas:

- Distancias de ataque cortas → Tiempos de reacción cortos.
- Localización exacta difícil → Falsas alarmas.
- Gran probabilidad de ataque simultáneo → Respuesta multiamenaza.
- Evolución constante de los misiles → Capacidad de evolución.
- Diversidad de plataformas y perfiles de vuelo → Capacidad multiplataforma.

Adicionalmente, y en función del grado de sofisticación del seguidor (*seeker*) infrarrojo (IR) los misiles van incrementando sus prestaciones, lo que habitualmente se traduce en la clasificación de los misiles por "generaciones" de *seekers*:



Se comprende la dificultad de desarrollar un sistema de protección eficaz contra amenazas tan diversas. De hecho los sistemas más habituales de protección, las bengalas IR, sólo tienen una eficacia parcial contra misiles de primera y segunda



generación. La razón principal es que, incluso un seguidor IR sencillo, puede resultar resistente a contramedidas adaptando el detector a la peculiar emisión (la firma) infrarroja de las aeronaves y sus motores o mediante otras estrategias simples de seguimiento (umbrales de velocidad relativa, etc.)

Se puede decir que para una protección IR eficaz no basta un *Jamming*, sino que es preciso un auténtico sistema de contramedidas dotado de flexibilidad, con capacidad de engaño de la amenaza y con realimentación de los resultados.

SEEKER	EVOLUCIÓN DE CONTRAMEDIDA
1	BENGALAS, *JAMMER* NO DIRECCIONAL
2	BENGALAS, DIRCM LÁMPARA
3	DIRCM LÁSER
4	DIRCM LÁSER MULTIESPECTRAL

2. ¿Cual es la Solución?: Por qué un Dircm

Los sistemas de protección actualmente disponibles en el mercado, entendiendo por tal que estén ya embarcados y hayan sido calificados para diversas plataformas aéreas son fundamentalmente de dos tipos:

- Sistemas de Bengalas, *Jammer* no direccional (IRCM)
- Sistemas de Lámpara, (DIRCM lámpara)

CONTRAM	CARACTERÍSTICAS
Bengalas	Limitación de almacenamiento Necesidad de colaboración de maniobras (imposible en aterrizajes, despegues y en aviones grandes) Generan falsas alarmas en MWS propio No monitoriza eficacia de contramedida No se pueden lanzar en cualquier situación
Jammer no direccional	Solución obsoleta (sólo misiles de 1ª generación) Consumo enorme (desperdicio de energía) No es solución para aeronaves de tamaño medio / grande
DIRCM Lámpara	El consumo de potencia sigue siendo enorme No son adecuados para aviones de tamaño medio / grande Sólo es una solución para misiles de 1ª y 2ª generación
DIRCM Láser	Eficacia de consumo Monitorización éxito contramedida Multiamenaza Discriminar misiles con guiado IR Acertar longitud onda → DIRCM LÁSER MULTIESPECTRAL

La tabla anterior explica por qué los sistemas clásicos (bengalas y *jammer*) no son efectivos contra amenazas modernas, por encima de 1ª generación, a lo que se suman severas restricciones operativas, tales como:

- Elevado consumo eléctrico (por su baja eficiencia).
- Número limitado de recursos (en el caso de las bengalas).
- No se evalúa el éxito de la contramedida (no existe capacidad multiamenaza).

Estas carencias pueden ser compensadas por sistemas de contramedidas capaces de emitir energía infrarroja dirigida y altamente concentrada: los DIRCM láser.

Los sistemas DIRCM láser se encuentran por el momento a nivel experimental y el obstáculo fundamental para su desarrollo se centra en conseguir un láser que ha de reunir ciertas características difíciles de aunar:

- Contramedir a gran distancia → elevada energía por pulso y elevada eficiencia.
- Haz fácil de apuntar → divergencia de haz suficiente.
- Capacidad de engaño → multiespectral.
- Capacidad multiamenaza → funcionamiento en lazo cerrado.
- Discriminación e inteligencia → realimentación eco *seeker*, librerías SW.

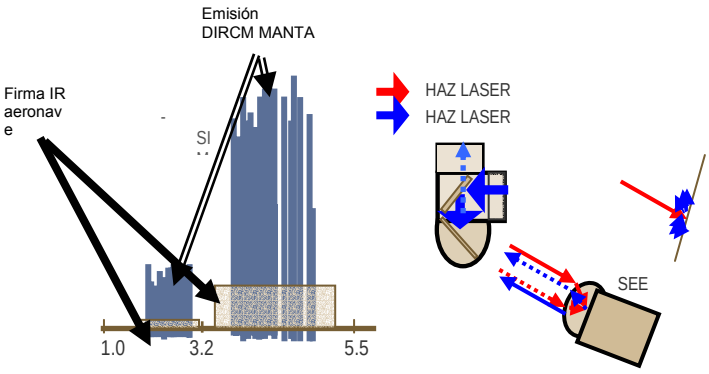
3. ¿Cuál es el Futuro?

El futuro pasa así por el desarrollo de sistemas DIRCM, inteligentes y basados en láseres de alta eficiencia:

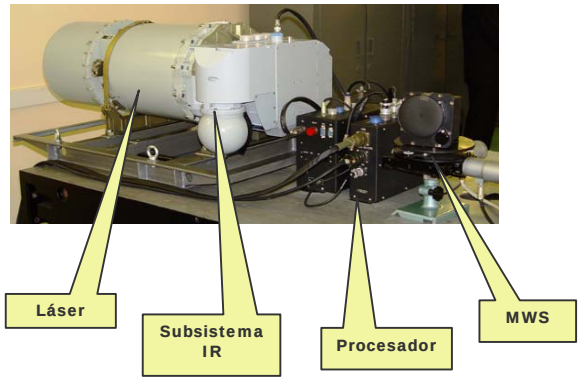
1) con capacidad multibanda y multilínea, que simule y oculte la firma IR de la aeronave a grandes distancias.

2) con capacidad de analizar el eco del *seeker* para monitorizar el éxito de la contramedida, poder adaptarla a la amenaza y poder atacar varias amenazas con los mismos recursos.

En este sentido, Indra esta desarrollando su propio equipo DIRCM, al que ha denominado MANTA. De forma esquemática, en la siguiente figura se muestra la emisión espectral y el mecanismo de retroreflexión del haz láser utilizado por dicho sistema:



La efectividad real del sistema DIRCM completo se evaluara con un primer prototipo, mostrado en la siguiente figura. La efectividad de la emisión láser ya ha sido de sistema contrastada frente a *seekers* reales.



- Sistema DIRCM MANTA. -

El sistema reúne varias características diferenciales:

- Fuente láser doble banda / multilínea. No hay necesidad de sintonización.
- Probabilidad muy alta de éxito en el *jamming.*
- Operación en lazo cerrado.
- Interfaces con MWS (*Missile Warning System*) y DAS (*Defensive Air System*) *computer*: MIL-STD-1553B ó RS422.
- Capaz de proteger cualquier plataforma con la cobertura requerida.

- Posibilidades de integración del MANTA en distintas plataformas aéreas - .

Como resumen, la consecución por la industria nacional de un sistema DIRCM, junto con las capacidades tecnológicas asociadas, permitiría ofrecer en el medio plazo soluciones DIRCM flexibles y abiertas, validas tanto para amenazas presentes como futuras y con capacidad de evolución, abriendo a nuestro sector un mercado ciertamente prometedor, con implicaciones duales en el sector de la aviación civil.

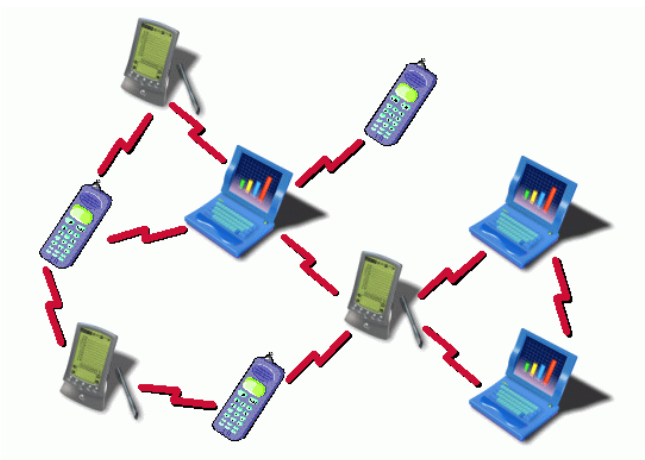
- Este artículo ha sido realizado por Ignacio Ruiz, Gerente de Electro-óptica de la Dirección de Sensores y Defensa Electrónica de Indra.-

Cross-Layer Design: las Comunicaciones Inalámbricas se rebelan

1. Introducción

Con el auge de las tecnologías inalámbricas, uno de los pilares fundacionales de las redes de comunicaciones, la estructura de la pila de protocolos (siendo la estructura OSI – *Open Systems Interfaces* el paradigma de todas ellas), se está sometiendo a un escrupuloso y minucioso análisis. La estructura en capas ha dado muy buen resultado (y sigue dándolo) en las redes y comunicaciones de infraestructura fija (ya sea por cable o radio), donde cada protocolo se podía diseñar por separado, asegurando que los interfaces fueran los mismos. Para cada capa, cómo den el servicio las capas inferiores o el contenido de las unidades de datos de las capas superiores es irrelevante.

Pero esta estructura es poco flexible: especifica lo que se puede comunicar entre capa y capa independientemente del escenario de aplicación; no se permite la comunicación ni el paso de parámetros entre capas no adyacentes, etc. Es decir, no es la más óptima para las redes de comunicaciones móviles, donde el canal de comunicación es altamente variable, los nodos son móviles y el medio es intrínsecamente un medio de difusión (la información llega a todos los nodos dentro del alcance) a diferencia de los enlaces punto a punto de las redes fijas.



Por ello, recientemente han surgido una serie de investigaciones que, además de poner en duda la conveniencia de este tipo de arquitectura de comunicaciones para las redes inalámbricas, han generado gran cantidad de propuestas (avaladas la mayoría con demostraciones prácticas) sobre lo que se ha dado en llamar *Cross-Layer Design* (en adelante CLD) o Diseño Intercapa.

2. Definición y necesidad

¿Pero qué es exactamente el CLD? Bajo esta denominación se agrupan todas las técnicas de diseño de protocolos que violan la tradicional arquitectura de capas. Es CLD, por ejemplo, la creación de nuevos interfaces entre capas, diseñando un protocolo en función (ahora sí) de cómo gestiona la información otro protocolo. También es CLD la comunicación entre protocolos no adyacentes, con el objetivo de optimizar el rendimiento global. Y también es CLD el paso de variables de estado o notificaciones entre capas. Así pues, bajo CLD se abre un nuevo campo en el diseño de las comunicaciones inalámbricas que podría implicar una revolución en el paradigma actual de las comunicaciones vía radio.

¿Por qué se necesita CLD? Son numerosos los ejemplos en los que se puede probar que la estanca arquitectura de protocolos por capas impide el avance de las comunicaciones inalámbricas. Pero quizás uno de los más significativos es el ejemplo de la VoIP en redes WiFi cuando el terminal móvil cambia de punto de acceso (*AP – Access Point*), lo que en terminología móvil se conoce como *handover*.

En comunicaciones de datos donde la latencia no es importante, unos segundos de corte en la comunicación (los necesarios empleando el protocolo *Mobile Ipv4* para cambiar de punto de acceso mientras el móvil se mueve) pueden no ser significativos. Pero en una comunicación de voz, ese corte en la comunicación no es tolerable. Ese tiempo de corte se debe principalmente a que hasta que no se realiza el *handover* a nivel 2 (nivel de enlace) el nivel 3 (red - IP) no es consciente de que ha cambiado de punto de acceso, y por lo tanto continúa enviando paquetes a través de un AP que ya no los procesa. Una vez se realiza el cambio a nivel 2, el nivel 3 comienza a solicitar una nueva dirección IP al nuevo AP, restableciéndose la comunicación una vez se finalizan ambos procesos. Pero ¿qué pasaría si el nivel 2 fuera capaz de "notificar" al nivel 3 que se va a producir el *handover* justo cuando él comienza a realizarlo? El tiempo de traspaso se reduciría notablemente, haciendo viable la comunicación apenas sin cortes. Esto es CLD.

3. Taxonomía

En cualquier caso, conviene tratar con cuidado las modificaciones a las que se somete un protocolo de comunicaciones, porque las alteraciones *ad-hoc* de protocolos pueden dificultar su mantenibilidad y evolución, anular su portabilidad e interoperabilidad e incluso disminuir la eficiencia global de la pila (aunque uno de los protocolos funcione mejor). Para evitarlo se deberían agrupar los tipos de modificaciones (que actualmente están en desarrollo o siendo investigadas), caracterizarlas y definir una arquitectura que permita incrementar y aplicar todas las optimizaciones que sean necesarias bajo una estructura organizada. Ya existen algunas propuestas para este tipo de arquitecturas (como la

que se comenta al final del artículo), pero estas técnicas son todavía muy incipientes y de momento la comunidad investigadora se está centrando más en la generación de propuestas de CLD para casos concretos. Sin embargo, para que CLD triunfe, necesitará de una arquitectura definida para el desarrollo de las propuestas.

Tal y como se muestra en la Figura 1, las propuestas de CLD que existen actualmente en la literatura técnica se pueden agrupar en 4 tipos:

- Creación de nuevos interfaces: la mayoría de las propuestas de CLD implican la creación de nuevos interfaces entre capas (adyacentes o no) que permiten compartir información en tiempo de ejecución. Las propuestas se pueden subdividir a su vez en tres tipos:
  - *Ascendente*: donde una capa traslada una "notificación" a otra capa superior (Figura 1.A). Por ejemplo, en el caso de redes inalámbricas, el protocolo TCP puede confundir un error en el enlace radio (lo que provoca que el nivel de enlace descarte el paquete) con "congestión en la red" (interpretación habitual de la no recepción de un paquete ACK), disminuyendo inmediatamente el flujo de información transmitida. Aplicando el CLD, se puede crear un nuevo interfaz ascendente en el que el nivel de enlace avise al de transporte cuando un paquete se descarta por congestión y cuando lo hace por errores, impidiendo que se disminuya (erróneamente) el flujo de tráfico.
  - *Descendente*: donde una capa traslada una "solicitud" a otra capa inferior (Figura 1.B). Éste sería el caso de una aplicación que directamente informa al nivel de enlace de sus requisitos en cuanto a retardo, lo que le permitiría tratar los paquetes de manera diferenciada en función de sus necesidades.
  - *Realimentado*: interacción continua entre dos capas (Figura 1.C), como es el caso del control de potencia (nivel físico) en función de los errores que se produzcan y detecten a nivel enlace.
- Fusión de capas adyacentes: una forma de CLD consiste en fusionar y crear una "supercapa" nueva que implemente todas las mejoras necesarias (Figura 1.D), sin necesidad de cambiar los interfaces con el resto.
- Diseño acoplado de capas: consiste en diseñar dos de las capas con los nuevos procedimientos necesarios, sin necesidad de crear nuevos interfaces (Figura 1.E).
- Calibración vertical: el último tipo de CLD que es posible encontrar en la literatura científica consiste en la modificación (estática o dinámica) de los parámetros a lo largo de toda la pila de protocolos, con el objetivo de conseguir una optimización global (Figura 1.F). El principal problema de este tipo de técnicas de diseño intercapa es que la carga de procesado (que introducen los procedimientos a ejecutar para obtener qué modificación hay que introducir a los parámetros) puede ser excesiva, y contrarrestar la mejora obtenida.

En cualquier caso, el grupo de propuestas más numeroso y que evita mejor los problemas mencionados al principio de este apartado es el primero (creación de nuevos interfaces).

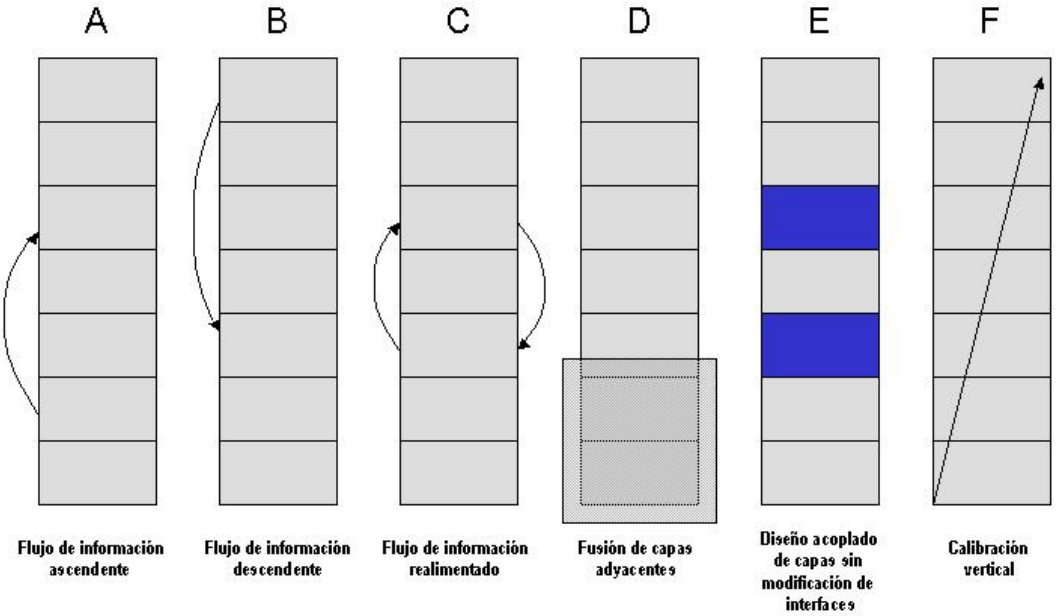


Figura 1. Ejemplo de los diversos tipos de propuestas CLD.

4. Evolución

Como todo tipo de tecnología emergente, el CLD evolucionará desde el estado actual (numerosas propuestas inconexas y *ad-hoc*) hacia una estructura común y estandarizada que permita elaborar una arquitectura de referencia para el desarrollo de protocolos mediante CLD. Para llegar a dicha arquitectura de referencia se deben primero abordar algunos de los aspectos que a continuación se comentan.

Por un lado, cualquier propuesta de CLD no puede considerarse válida. Primero hay que descartar aquellas que introducen mucha sobrecarga en el procesado, de tal forma que mejorando el funcionamiento de una capa, empeoran o colapsan el funcionamiento global debido a sus necesidades de proceso (si para transmitir un paquete necesitas esperar a que una compleja función de optimización termine de ejecutarse, es posible que mejorando la eficiencia, se empeore el resultado). Después, hay que distinguir y priorizar las distintas propuestas que para un mismo objetivo, proporcionan una mayor mejora en las prestaciones con una menor complejidad de implementación (análisis de coste-beneficio de cada propuesta).

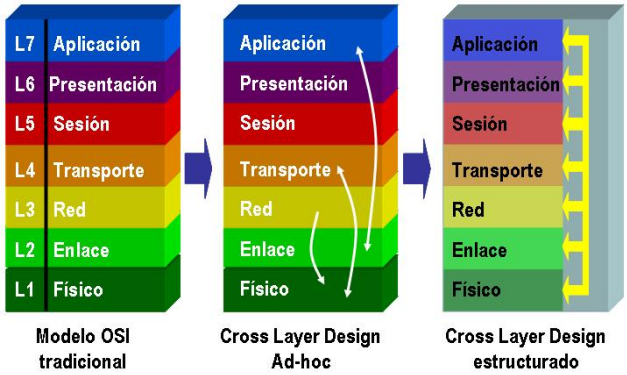


Figura 2. Evolución CLD.

Otro aspecto importante a tener en cuenta es la capacidad de coexistencia y evolución. En el desarrollo de una propuesta de CLD debe intentarse que su implementación no impida futuras evoluciones. Es decir, si se implementa una mejora para el funcionamiento del protocolo TCP en redes *wireless* de baja capacidad, debe intentarse que con dicha propuesta no se impida que nuevos diseños intercapa puedan implementarse (por ejemplo para mejorar aún más el funcionamiento del protocolo TCP, o del protocolo IP), cerrando así la futura evolución de los trabajos y, lo que es peor, el estancamiento del sistema que haya implementado dicha propuesta.

El objetivo primordial del CLD es "flexibilizar y adaptar" la rígida pila de protocolos a un medio tan flexible como el medio radio. Podría entenderse como la aplicación del concepto de "adaptación de impedancias" a las redes de comunicaciones inalámbricas. Por lo tanto, un diseñador, antes de aplicar una solución CLD debe analizar las características concretas del medio al que se enfrenta. Una solución muy buena para un sistema de banda estrecha en entornos urbanos con muchos nodos puede ser nefasta para un sistema de banda ancha con un número más reducido de nodos.

Con la evolución de las tecnologías de Radio Software (SDR) y de procesado digital, cada vez más funciones que antes se implementaban mediante *hardware* de RF ahora se implementan mediante *software*. Esto permite que el nivel físico deje de ser un mero "conducto de información", pudiendo realizar más funciones que descarguen a los niveles superiores de parte del trabajo. Por ello es importante habilitar conductos de información entre el nivel físico y los demás y garantizar que esto se haga de una forma ordenada y estructurada.

Y finalmente se llega a la pregunta: ¿pero es posible estandarizar interfaces en CLD? Si precisamente con CLD lo que se hace es huir de los rígidos interfaces que actualmente existen con el modelo OSI, ¿qué sentido tiene estandarizar nuevos interfaces? Pues estandarizar nuevos interfaces no tiene sentido, ya que cada nueva solución CLD requerirá nuevos interfaces, pero lo que sí tiene sentido es crear una arquitectura según la cual se definan dichos interfaces, sobre todo para evitar algunos de los problemas vistos anteriormente.

Es por ello que en paralelo a las distintas propuestas, también están surgiendo diversas aproximaciones a arquitecturas que intentan poner un poco de orden en el ámbito del CLD. En cualquier caso, sólo las propuestas de tipo "creación de nuevos interfaces" y "calibración vertical" aceptan una estructuración mediante arquitecturas (Figuras 1.A, 1.B, 1.C, 1.F) ya que los otros dos tipos de propuestas, "fusión de capas" y "diseño acoplado" (Figuras 1.D, 1.E) son puros diseños *ad-hoc*, que difícilmente pueden seguir una arquitectura común.

5. Arquitecturas

Desde el punto de vista de ingeniería del software, cualquier propuesta de CLD es en esencia una alteración de la pila de protocolos existente. Puesto que éste es el núcleo del sistema de comunicaciones, cualquier propuesta de CLD debe constituir una mínima sobrecarga, ser fácilmente extensible (y reversible si fuera necesario) y obviamente, estar libre de errores. Una buena arquitectura de referencia debe, por tanto, garantizar los siguientes puntos en el diseño de técnicas CLD:

- Rápido prototipado: debe permitir un desarrollo rápido de propuestas de optimización de una pila de protocolos, independientemente de ésta.

- Mínima intrusión: se deben proporcionar los interfaces que sean necesarios con el mínimo de cambios posibles en la pila existente. Esto, además de ayudar a la mantenibilidad del código, hace más fácil extender las mejoras, permite eliminar las modificaciones introducidas y volver al código original y reduce el riesgo de que las modificaciones puedan alterar el funcionamiento global de la pila.
- Portabilidad: si la mayoría de las modificaciones son externas a la pila, el código será fácilmente portable a otros sistemas.
- Eficiencia: la sobrecarga de procesado no debe en ningún caso ralentizar el funcionamiento global. El funcionamiento de algoritmos asíncronos (los procesos de la pila no tienen que esperar a que se ejecuten los procesos de optimización) es el que mejor se ajusta a este principio.

Algunas de las primeras propuestas de arquitecturas surgidas son:

- PMI (*Physical Media Independence*): consigue la mejora a través de "módulos de guarda" y "módulos de adaptación". Los módulos de adaptación (uno por cada capa) reciben los objetivos a cumplir desde los niveles superiores y los eventos desde los inferiores, modificando en función de todo ello el funcionamiento de la capa concreta.
- ICMP-arch: consiste en enviar las "órdenes" y los "eventos" a través de mensaje ICMP (*Internet Control Message Protocol*) generados por algún módulo del sistema (no de la red).
- ISP (*Interlayer Signalling Pipe*): consiste en enviar las informaciones a través de las cabeceras de los mensajes, lo que implica que los niveles inferiores deben de ser capaces de leer las cabeceras de los niveles superiores.
- CLASS (*Cross-Layer Signalling Shortcuts*): consiste en la comunicación directa entre capas. Esto más que arquitectura se asemeja a un diseño *ad-hoc*, con los problemas que estos diseños implican.
- MobileMan: básicamente consiste en la existencia de una base de datos (*Network Status*) a través de la que se pasan las variables todas las capas. Implica la sustitución de la capa de protocolos por otra idéntica pero que incluya las funciones de lectura en esta base de datos.

Todas las propuestas anteriores se basan fundamentalmente en mejoras "dentro" de la pila de protocolos, por lo que no cumplen en su totalidad las cuatro condiciones vistas al principio. Una de las primeras propuestas, surgida recientemente, que se aproxima más a esos cuatro principios de funcionamiento es la denominada arquitectura ECLAIR. Esta arquitectura, desarrollada en el Instituto Indio de Tecnología de Bombay, está indicada, sobre todo, para los casos donde se pretenden introducir numerosas mejoras a lo largo de toda la pila de protocolos. Si sólo se va a realizar una pequeña mejora, el coste de introducirla no se ve compensado.

De esto se puede inferir que dicha arquitectura permite el desarrollo de varios CLD conjuntos sobre el mismo sistema. Los elementos básicos de esta arquitectura son dos:

- Capas de ajuste (*Tuning Layers – TL*): proporcionan un interfaz a las estructuras de datos del protocolo para determinar su comportamiento. Cualquier implementación de un protocolo emplea estructuras de datos para datos y para control. Estas capas pueden leer y modificar las estructuras de datos empleadas para el control del comportamiento del protocolo. Existe una por cada capa (p. ej. para TCP la capa sería TLTCP) y se dividen en "subcapa genérica" y "subcapa específica" (a la implementación hardware concreta) lo que facilita su portabilidad.

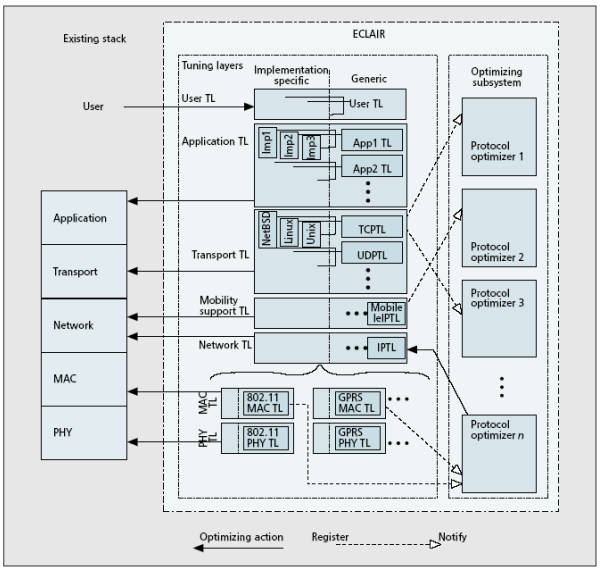


Figura 3. Arquitectura CLD ECLAIR.[1]

- Subsistema de Optimización (*Optimization SubSystem – OSS*): contiene los algoritmos que proporcionan la optimización de los procesos del protocolo. La OSS contiene muchos "optimizadores de protocolo" (*Protocol Optimizer - PO*). Cada PO se "suscribe" a los eventos que requiere de cada TL, y cuando el evento se produce, el TL pasa los parámetros solicitados al PO y se ejecuta el algoritmo de optimización, devolviendo los resultados al TL correspondiente (el mismo o no) para que ejecuten el cambio en los parámetros de control.

En la Figura 3 se puede observar un esquema de la arquitectura propuesta. Los resultados de laboratorio avalan su funcionamiento.

[1] *Fuente de la imagen: IEEE Communications Magazine, Enero 2006, pag. 87.*

6. Conclusiones

La arquitectura ECLAIR es una propuesta que puede comenzar a poner un poco de orden en el campo del CLD, pero de momento no deja de ser una propuesta. En los próximos meses el campo del diseño intercapa evolucionará hasta que finalmente el IEEE u otro organismo decida estandarizar una arquitectura de referencia. Este punto, el de la estandarización, será crucial para el campo de las comunicaciones inalámbricas, ya que aunque desde el sector de la investigación se propongan numerosas propuestas de optimización, las empresas y los "consumidores de sistemas" (operadores, cuerpos de seguridad, ejércitos, etc.) no las implementarán a menos que tengan una garantía de que la solución posea todas las ventajas que una solución estandarizada proporciona: compatibilidad, interoperabilidad, mantenibilidad, etc.

Muchas de las propuestas de CLD presentadas están dirigidas a mejorar el deficiente funcionamiento de la transmisión de datos tipo *streaming* (voz y video) en las redes de datos móviles cuyos nodos cambian de posición y donde la topología de la red cambia rápidamente. Esto permitirá que las actuales redes tácticas se puedan basar por completo en redes digitales de banda ancha que consigan aprovechar más eficientemente el espectro disponible. Por ello, conviene seguir investigando en este campo, como una tecnología habilitadora más para el concepto NEC.

AGENDA

Jornadas CWID 2006
Del 12 al 15 de junio de 2006, Mando de Artillería Antiaérea, Madrid

www.cwid.js.mil/

IX Congreso Nacional de Materiales
Del 20 al 22 de junio de 2006, Vigo.

http://webs.uvigo.es/ixcnm/presentacion.htm

Cursos de Verano 2006 UCM
Del 26 de junio al 10 de agosto de 2006, El Escorial, Madrid

www.ucm.es/cursosverano

Optics / Photonics in Security & Defence
Del 11 al 16 de septiembre de 2006, Estocolmo, Suecia.

www.spie.org/events/educall

CBRN Counter-Proliferation and Response
Del 18 al 20 de septiembre de 2006, París, Francia.

www.smi-online.co.uk/events/overview.asp?is=1&ref=2453

IFIP Conference Personal Wireless Communications PWC'06
Del 20 al 22 de septiembre de 2006, Albacete

http://www.i3a.uclm.es/pwc06/index.php

Autonomy in UAV-systems – UAVs in common airspace – difficulties and possibilities (NATO / PfP Workshop)
25 y 26 de septiembre, Kista, Estocolmo, Suecia.

www.foi.se/uav-workshop2006

2nd NBC International Conference & Exhibition
Del 3 al 5 de octubre de 2006, Rieti, Italia.

www.cbrnevents.co.uk/index.html

VII Premio TALGO a la Innovación Tecnológica
15 de diciembre de 2006, Secretaría del VIIPremio, c/ Lagasca 68, Madrid

premiotalgo@extesis.com

RTO NATO MEETINGS:

RTB-SPSM01 Specialists Meeting on "Emerging and Future Technologies for Space Based Operations Support to NATO Military Operations"
Del 6 al 8 de septiembre, Rumania

SET-090 "Sensors for urban operations"
Del 18 al 21 de septiembre de 2006, Shrivenham, Reino Unido

SCI-180 Symposium on "Force Protection in the Littorals"
Del 25 al 27 de septiembre, Canadá

SCI-PBMWS SCI 18th Panel Business Meeting
Del 25 al 29 de septiembre de 2006

IST-062 Symposium on "Dynamic Communications Management"
Del 2 al 3 de octubre, Hungría

AVT-141 Specialists Meeting on "Multifunctional Structures / Integration of Sensors and Antennas"
Del 2 al 5 de octubre de 2006, Lituania

AVT-133 Specialists Meeting on "Fluid Dynamics of Personnel and Equipment Precision Delivery from Military Platforms"
Del 2 al 5 de octubre de 2006, Lituania

18 HFM Panel Business meeting
Octubre 2006, Biarritz, Francia

http://www.rta.nato.int

Boletín de Observación Tecnológica en Defensa en Internet

Disponible en http://www.mde.es/dgam/observatec.htm