DIRECCIÓN GENERAL DE ARMAMENTO Y MATERIAL

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE TECNOLOGÍA Y CENTROS

Nº 3. Segundo Trimestre 2004

Boletín
de Observación Tecnológica en Defensa

Editado por el Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica

Secciones

- *ACTUALIDAD OBSERVATORIOS*
- *ACTUALIDAD TECNOLOGICA*
- *ENLACES DE INTERES*
- *TECNOLOGÍAS EMERGENTES*
- *EN PROFUNDIDAD*
- *AGENDA*

Contactar

Para contactar con los Observatorios Tecnológicos, puede dirigirse a las siguientes direcciones.

Nodo Gestor
C.N. Ingº. Manuel Pereira Rueda
SDGTECEN C/ Arturo Soria 289
Madrid 28033
mpereirar@oc.mde.es

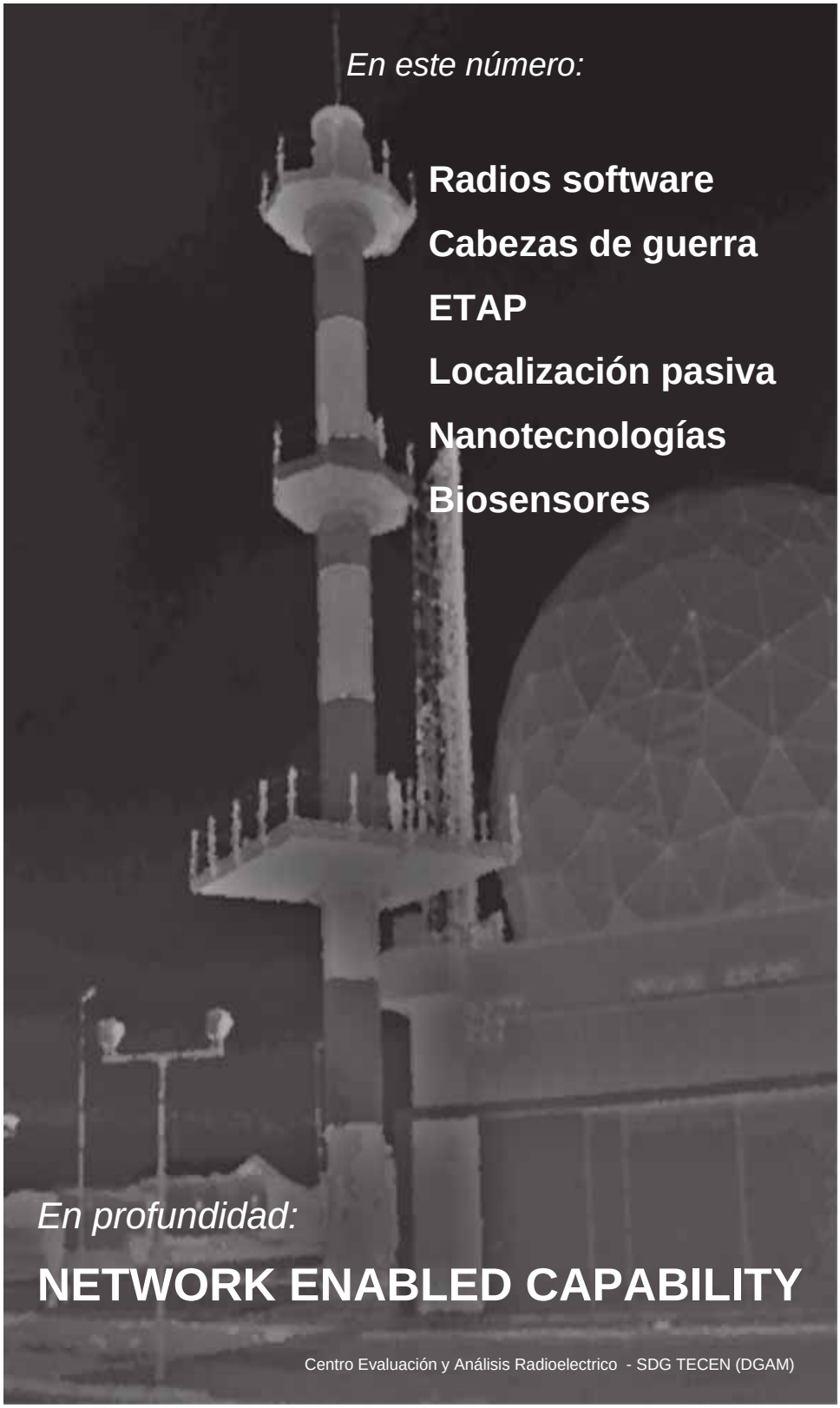
Observatorio de Electrónica
C.N. Ingº. Manuel Golmayo Fernández
mgolmayo@oc.mde.es

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

Observatorio de Armas, Municiones, Balistica y Protección
Col. CIP Carlos López Agudo
lqca@ext.mde.es

Observatorio de Simulación, Mando y Control y Comunicaciones
Col. CIP Francisco Cucharero Pérez
dgam_pec@yahoo.es

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



En este número:

Radios software
Cabezas de guerra
ETAP
Localización pasiva
Nanotecnologías
Biosensores

En profundidad:

NETWORK ENABLED CAPABILITY

Centro Evaluación y Análisis Radioelectrico - SDG TECEN (DGAM)

EDITORIAL

Recientemente, y con anterioridad a los acontecimientos del 11-M, fue publicado un informe de la Comisión Europea con el titulo de "Research for a Secure Europe" y que se podría traducir como "el futuro de la seguridad europea pasa por la investigación".

El informe, que recoge las conclusiones de un grupo de expertos de alto nivel en temas de seguridad y en menor medida de defensa, pone de manifiesto la necesidad de nuevos enfoques en materia de seguridad ante las amenazas, lamentablemente más reales que nunca, del nuevo orden global.

La tecnología se presenta como la principal fortaleza para hacer frente a estas amenazas, y su financiación como un elemento clave en la nueva política europea de seguridad. Atrás quedan las suspicacias sobre la investigación en seguridad y por extensión en defensa, y se asienta la idea de que las sinergías entre investigación civil, en seguridad y en defensa deben ser, no solo aprovechadas, sino activamente explotadas. La investigación en seguridad debe dar respuesta a múltiples capacidades, que responden tanto a requisitos de seguridad interior, como a los necesarios para llevar a cabo misiones internacionales. Elementos como inteligencia o vigilancia, pasan a ser claves en el nuevo entorno, y definen, a través de las múltiples tecnologías asociadas a estos procesos, un puente de unión entre la investigación tradicional en defensa y la investigación civil.

Queda un largo camino por recorrer pero el establecimiento de un Programa Europeo de Investigación en Seguridad y la creación de la Agencia Europea de Armamento, son los primeros pasos en una nueva dirección, marcada por objetivos y esfuerzos que necesitan ser coordinados y la firme convicción de que la seguridad y la defensa de Europa deben abordarse desde la cooperación de todos sus miembros.

JORNADAS: PROSPECTIVA TECNOLOGICA E INTELIGENCIA COMPETITIVA

Las jornadas, organizadas por el Circulo de Tecnologías para la Defensa y la Seguridad, tuvieron lugar el 9 de febrero, y presentaron distintas visiones de las actividades de vigilancia y prospectiva tecnológica, tanto en el entorno de defensa como en otros sectores de actividad, como pueden ser materiales, o tele-comunicaciones. Las charlas se centraron en torno a un concepto que toma cada vez más relevancia en gestión y planificación tecnológica, la inteligencia competitiva, entendida como la aplicación práctica de los resultados de la vigilancia tecnológica en la toma de decisiones.

Destacar la presentación de la Subdirección General de Tecnología y Centros, en la que el C.N. Ingº. Manuel Pereira, Gestor del Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica de Defensa, introdujo el concepto de Observatorios Tecnológicos como respuesta del Ministerio de Defensa a sus propias necesidades de conocimiento tecnológico.

Otra de las presentaciones de mayor interés fue la del Inasmet (fundación de investigación y desarrollo tecnológico en el área de tecnologías de los materiales) que ha puesto en marcha un sistema completo de vigilancia tecnológica con un enfoque muy practico que distingue entre vigilancia estratégica y vigilancia operativa.

Finalmente mencionar la presentación de Iale Tecnologías, con un ejemplo práctico sobre biomateriales, basado en la utilización de tecnologías de soporte a la inteligencia competitiva como la minería de datos, herramientas de análisis sintáctico y morfológico, clasificadores y categorizadores, ...

En conclusión, las jornadas han permitido conocer aplicaciones practicas de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva y la importancia de su aplicación en todos aquellos ámbitos que de una forma u otra gestionan la tecnología, ya sea en aplicaciones civiles como de defensa y seguridad.

LIBRO: MICROSISTEMAS Y NANOTECNOLOGIAS PARA LA DEFENSA

Autor: Hector Guerrero y otros.
Edita: INTA

Tal y como se recoge en su presentación, el principal objetivo del libro es señalar las necesidades generales de los sistemas militares en relación con los microsis-temas y la nanotecnología y la posible contribución de éstos a su desarrollo. Con este planteamiento, el libro realiza un ameno recorrido por los principales sistemas de defensa, terrestres, marítimos, aéreos, espaciales y misiles analizando la incidencia que la microsistemas y la nanotecnología tendrán sobre los mismos en el futuro cercano.

DEFENCE & SECURITY

Del 12 al 16 del pasado mes de abril tuvo lugar en Orlando (USA) el Simposio "Defence and Security Aero-Sense", del SPIE (International Society for Optical engineering) referencia mundial en el campo del desarrollo e investigación de las tecnologías para Defensa y Seguridad.

El Departamento de Investigación del CIDA presentó en dicho congreso sus últimos avances en materia de detectores de infrarrojo no refrigerados basados en Seleniuro de Plomo (PbSe). Éstos se centran primordialmente en el aumento de la densidad de elementos de matrices 2D, tratamiento de señal y en la integración monolítica del ROIC y filtros de acondicionamiento espectral, lo que supone un avance considerable hacia la búsqueda de sistemas lo más compactos, baratos y fiables posible que pueden tener aplicaciones reales tanto en el mundo civil como en el militar. Sin duda, los resultados presentados representan el estado del arte en detección para este tipo de tecnología. Empresas americanas y europeas del sector han mostrado interés en utilizar la tecnología de PbsSe policristalino desarrollada en el CIDA.

ANTENA "PHASED ARRAY"

La empresa TTI Norte presentó en el mes de marzo pasado en la Subdirección General de Tecnología y Centros el demostrador de una antena activa del tipo "phased array" en banda Ka de bajo peso para posible uso en aplicaciones de radares de infantería.

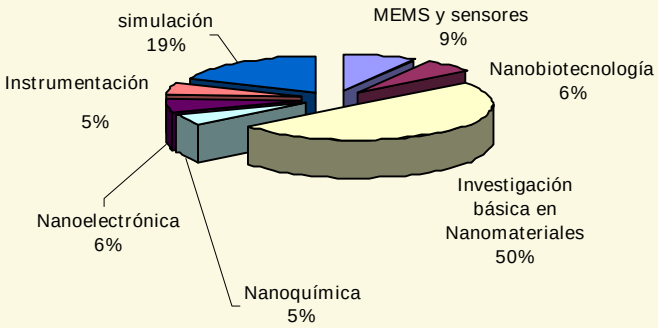
La antena utiliza una tecnología de array plano de guía de onda ranurada con exploración electrónica en el plano horizontal. Presenta inicialmente unas buenas características de ganancia, y minimización de lóbulos laterales en su banda de operación (33-35 GHz) y se encuentra en fase de pruebas de caracterización y evaluación.

Los principales retos del desarrollo han sido la tecnología de fabricación de las ranuras milimétricas de los arrays y su ajuste en fase, las transiciones coaxial-guía de muy pequeñas dimensiones, el amplificador de Tx/Rx en la misma banda y el combinador/divisor con un elevado número de accesos. El desarrollo ha sido financiado, en el marco del Programa Coincidente, por los Ministerios de Defensa y Ciencia y Tecnología y la propia empresa.

NANOSPAIN

El pasado mes de marzo tuvo lugar en San Sebastián el primer congreso nacional de Nanotecnología, NANOSPAIN, en donde los principales grupos científicos que trabajan en esta área expusieron los últimos avances en sus líneas de investigación.

La estructura del congreso se materializó en ocho áreas temáticas, las cuales vienen a representar un excelente indicador sobre la importancia de las actividades en las que se desarrolla la Nanotecnología en nuestro país, dado que los principales investigadores nacionales del sector estaban representados. Este indicador muestra por área el número de presentaciones acaecido respecto al de presentaciones totales. Las áreas y la repartición de presentaciones entre las mismas se muestran en la figura adjunta.



En cuanto a la procedencia geográfica de tales aportaciones (se considera la procedencia del primer autor firmante), el 74% de las mismas provienen de las Comunidades de Madrid, Cataluña y País Vasco (32%, 23% y 19% respectivamente). Esta cifra refleja el hecho constatado en otros sectores más asentados de innovación y tecnología de la desigualdad territorial de nuestra producción técnico-científica, lo cual parece mantenerse en este sector incipiente de la I+D.

Analizando el gráfico anterior, resaltaremos las siguientes afirmaciones:

- El 69% de las aportaciones provienen del campo de la investigación básica y simulación (50%+19%, respectivamente). Aunque no expresado en el gráfico, una parte importante de tales presentaciones tratan de aspectos químico-biológicos.
- Sólo el 6% trataron el tema biotecnológico en cuanto a aplicaciones concretas.
- El 15% corresponden a MEMS y sensores y Nanoelectrónica (9% y 6%, respectivamente).

A raíz de los puntos expuestos, se puede concluir que el peso nacional en este sector de alta innovación recae en las ramas de investigación básica y simulación. Los cimientos de la innovación empiezan a asentarse, pero el reto de la nanotecnología sigue presente: ¿para cuando los primeros desarrollos de la industria nacional?

PRIMER TERMINAL MIDS LVT EUROPEO

El pasado 26 de Marzo de 2004 se entregó oficialmente el primer terminal de producción MIDS (Multifuntional Information Distribution System) fabricado en Europa por el consorcio europeo EUROMIDS, formado por industrias de las cuatro naciones europeas participantes en el programa MIDS: Francia, Alemania, Italia y España. El terminal entregado constituye el primero de un pedido en torno a 350 unidades fabricadas bajo un contrato de producción otorgado por SPAWAR en representación de las cuatro naciones europeas citadas.

El MIDS LVT (Low Volume Terminal) constituye un logro conseguido dentro del programa de desarrollo cooperativo mantenido entre Francia, Alemania, Italia, España y Estados Unidos para diseñar, desarrollar, producir y entregar terminales tácticos con capacidad Link 16 que sean más pequeños, más ligeros, más fiables, menos costosos y totalmente compatibles con los terminales JTIDS Clase 2 actualmente existentes.

El sistema MIDS permite intercambiar datos tácticos, voz y de navegación e identificación entre plataformas de tierra, mar y aire, de forma segura y muy resistente a las perturbaciones radioeléctricas, en tiempo casi real. Con ello, los participantes en las redes MIDS/LINK 16 pueden disponer de información situacional intercambiando datos digitales sobre un canal común de comunicaciones. De esta forma se conseguirán importantes mejoras de la interoperabilidad en operaciones conjuntas y combinadas.

La fabricación de equipos MIDS LVT se realiza en tres compañías, dos de ellas radicadas en Estados Unidos (Data Link Solutions, DLS y ViaSat) y la tercera en Europa, el consorcio EUROMIDS , constituído por THALES (Francia), EADS (Alemania), Marconi Selenia (Italia) e INDRA (España). Con la entrega del primer terminal de producción, las cinco naciones participantes en el MIDS disponen de tres líneas de producción independientes y totalmente cualificadas, una de ellas situada en Europa. Existen acuerdos muy avanzados entre las mismas cinco naciones y las mismas industrias para mejorar las características técnicas del terminal MIDS LVT a medida que se producen los cambios tecnológicos y para realizar la migración desde el MIDS LVT hacia la nueva arquitectura del Sistema Conjunto de Radio Táctica (Joint Tactical Radio System, JTRS) para poder disponer de la gran flexibilidad que ofrece esta nueva generación de equipos de comunicaciones tácticas.

DESIGNACION OPAQ DEL LAVEMA

El LAboratorio de VErificación de armas químicas de la MArañosa (LAVEMA), nació como apoyo a la Autoridad Nacional para la Prohibición de Armas Quimicas (ANPAQ) con el objetivo de dotar a España de un laboratorio capaz de identificar todos los posibles compuestos químicos (millones de sustancias) susceptibles de ser utilizados para la fabricación o empleo como agresivos químicos, con el fin de controlar su utilización o identificar una posible agresión.

La ANPAQ, liderada por el Ministerio de Asuntos Exteriores, pero con la activa participación de departamentos de distintos ministerios como pueden ser Ciencia y Tecnología, Defensa, Economía, Interior, Educación y Cultura, Agricultura, Pesca y Alimentación, Sanidad y Consumo y Medio Ambiente, es la responsable de garantizar el cumplimiento de las obligaciones impuestas por la Convención sobre la prohibición de Armas Químicas (CAQ) y mantener un eficaz enlace con la OPAQ (Organismo de Prohibición del uso de Armas Químicas). La OPAQ, con sede en la Haya, es la encargada de la aplicación internacional de la Convención, para lo que necesita de la asistencia de laboratorios nacionales con elevada competencia técnica. Estos laboratorios son anualmente sometidos a rigurosos exámenes (proficiency test), que muy pocos países superan (actualmente sólo hay 11 laboratorios con la acreditación OPAQ en vigor).

El LAVEMA ha superado los tres exámenes necesarios para obtener su “suficiencia técnica” y el cuarto, para mantenerla y en estos momentos esta en fase de obtener la acreditación de calidad ISO 17025 tramite imprescindible para poder ser designado como laboratorio de la OPAQ. La adquisición de esta capacitación técnica a nivel nacional sigue la línea de actuación de muchos países del entorno OTAN, que ya disponen de un laboratorio de estas características, o están en trámites de obtención de la acreditación ISO 17025.

SIBCRA

Como miembro del Subgrupo **SIBCRA** (muestreo e identificación de agentes nucleares, químico y radiológicos), perteneciente al **Land Group 7** (LG7) de la OTAN, España ha sido invitada a participar en el 5º Ejercicio de Intercomparación para la Detección e Identificación de Agentes Biológicos en el Laboratorio.

Es la primera vez que nuestro país, y concretamente el *Laboratorio de Diagnóstico Biológico de la Fábrica Nacional de La Marañosa*, interviene en un ensayo de estas características. Este tipo de ejercicio tiene como objetivo poner a prueba y valorar las capacidades que tienen las naciones participantes para detectar e identificar los diferentes microorganismos que pudieran ser utilizados como agentes de guerra o en un atentado bioterrorista.

Este año el ensayo está coordinado por Estados Unidos, que ha remitido a cada participante matrices medioambientales en las que existen diferentes bacterias y virus que deben ser identificadas (ensayo ciego). Estos patógenos se encuentran inactivados para evitar cualquier accidente, y los laboratorios deben justificar género y especie identificada así como el procedimiento y técnica empleados.

SCAEW

El Sistema de Calibración y Adiestramiento de Guerra Electrónica (SCAEW) actualmente en desarrollo, tiene como objetivo dotar al EMAD de los medios necesarios para verificar el correcto funcionamiento de los sensores de guerra electrónica de que dispone (Sistema SANTIAGO) y facilitar la formación de los operadores de los mismos.

El sistema podrá generar señales de las que es no es fácil disponer en casos reales, ya sean o no de comunicaciones, para calibrar y ajustar los sensores disponibles y adiestrar a los operadores. Además podrá reproducir señales captadas y grabadas por las estaciones sensoras del SANTIAGO de forma que sea posible el entrenamiento con independencia de la presencia en el ambiente de dichas señales.

El sistema se instala en un contenedor ("shelter") de manera que sea transportable por medios terrestres o marítimos con todos sus medios de simulación, generación de RF y antenas cubriendo las bandas de comunicaciones y radar hasta 18 GHz. El SCAEW que se entregará en los próximos meses al EMACON está finalizando sus pruebas de fábrica, para a continuación comenzar las pruebas operativas (OSAT) primero en el CEAR (Centro de Evaluación y Análisis Radioelectrico) de la DGAM aproximadamente en el mes de abril y luego en escenarios terrestres y navales, embarcando el contenedor en un buque de la Armada.

ENLACES DE INTERES

E4 Engineering

Portal que forma parte de la red E4 de sitios de ingeniería de un grupo británico de publicaciones. Incluye artículos y novedades relacionados con el mundo de la ingeniería, desde actividades de investigación a producción industrial, incluyendo nuevos productos y tecnologías.

El sitio esta distribuido en áreas temáticas que cubren distintos sectores de mercado desde el aeroespacial, automoción, pasando por procesos químicos, hasta comunicaciones o informática.

http://www.e4engineering.com/

ISN Institute for Soldier Nanotechnologies

Web del ISN, instituto de investigación liderado por el MIT (Massachusetts Institute of Technology) y financiado por el ministerio de defensa americano, focalizado en la aplicación de las nanotecnologías al combatiente.

La web describe las áreas técnicas que orientan la investigación y los principales proyectos en cada una de las áreas.

http://web.mit.edu/isn/

Madri+D

Sitio web de la red regional Madri+d, en la que participan universidades y centros públicos de investigación (entre otros el INTA), asociaciones y otras entidades públicas y privadas vinculadas a la I+D+I.

Destacan los resúmenes diarios de noticias del ámbito de la ciencia y tecnología, las actividades de los círculos de innovación y las bibliotecas virtuales asociadas a la actividad de vigilancia tecnológica.

http://www.madrimasd.org/

FUTURO DE LA RADIO TACTICA: LA RADIO SOFTWARE

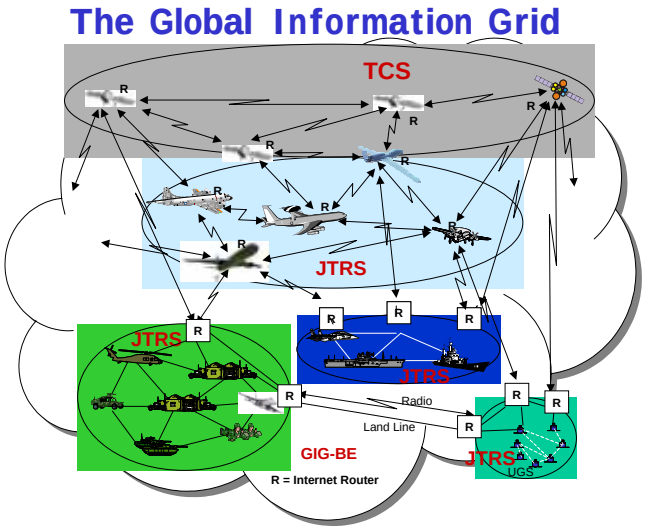
Los sistemas de comunicaciones tácticas van a experimentar importantes cambios como consecuencia de la introducción de la nueva tecnología de radio software, la aplicación de cuyos conceptos va a suponer un salto cualitativo en las mejoras de interoperabilidad. Los equipos de radio existentes hasta ahora están constituidos básicamente por componentes hardware, con los parámetros propios de las formas de onda a transmitir microprogramados en "firmware". De esta forma, cada radio siempre realiza la misma función y el grado de reprogramabilidad es muy bajo o nulo. La idea básica de la radio software es que las formas de onda a transmitir por antena se pueden implementar mediante algoritmos software. Esto permitirá que las nuevas radios se programen como un ordenador, realizando funciones distintas, dependiendo del software cargado.

Aparte de otras iniciativas en marcha, aún en estado muy preliminar, la primera implementación de la radio software en el área de las comunicaciones militares será el sistema americano JTRS (Sistema Conjunto de Radio Táctica, en inglés Joint Tactical Radio System) que constituye sin duda un avance revolucionario en el terreno de las radios tácticas, cuya influencia será decisiva en las próximas décadas. El objetivo del programa JTRS es el desarrollo de una familia de radios tácticas que permita cubrir las necesidades de comunicaciones de los 3 ejércitos en la banda de 2 MHz a 2 GHz, con transmisión y recepción simultánea de señales de voz, vídeo y datos sobre canales múltiples. En principio se contempla el diseño de equipos JTRS con 4 canales simultáneos. Las funcionalidades de cada uno de los canales pueden ser cualquiera de las de los llamados "sistemas heredados" (legacy systems), agrupados en unas 40 familias de formas de onda equivalentes a más de 125 modelos de equipos distintos, lo cual a su vez equivale a varios cientos de miles de radios tácticas en servicio (sólo en EEUU, 750.000 unidades), incluyendo sistemas tan extendidos como Link-16, SINCGARS, HaveQuick II, SATURN, etc.

De esta filosofía básica de diseño se desprenden muchas ventajas, asociadas con la programabilidad, tanto operativas, como logísticas y económicas. He aquí algunas de ellas:

- Modularidad, que permitirá mejorar la flexibilidad de la fuerza y facilitará las mejoras tecnológicas.
- Mayores anchos de banda y velocidad de transmisión (superior a los 5 Mb/s).
- Tamaño y peso reducidos, con mayor capacidad en equipos más pequeños.
- Comunalidad con estándares comerciales, lo cual permitirá a los usuarios de Defensa beneficiarse de los recursos de comunicaciones e infraestructura comerciales y militares.
- Flexibilidad para mejorar la atribución de espectro radioeléctrico. Los gestores de las redes de radio, podrán seleccionar y trasladar determinadas formas de onda a distintas bandas de frecuencia.
- Alta fiabilidad.
- Tiempo reducido de adquisición y despliegue.
- Interoperabilidad con sistemas heredados, con sistemas de fuerzas aliadas, y a lo largo de toda la gama de equipos JTRS.
- Coste-Eficacia: las aplicaciones software de las formas de onda se desarrollarán sólo una vez y se transportarán sobre múltiples configuraciones hardware para su distribución a todos los Ejércitos, en contra de la práctica seguida hasta ahora de realizar múltiples esfuerzos para fabricar sistemas heredados.
- Facilidad de adaptación: los usuarios JTRS podrán añadir rápidamente nuevas funcionalidades y adoptar nuevas formas de onda mediante descargas de software.
- Facilidad de mantenimiento: una sola radio JTRS con formas de onda múltiples podrá sustituir a varias radios tácticas separadas.
- Redes inalámbricas dinámicas, mediante organización y healing automáticos y conexiones en red configuradas a medida.

Además de las ventajas mencionadas, el JTRS se perfila como soporte de toda la parte inalámbrica, es decir de transmisión radio, del NCW (concepto americano de NEC).



En España, la conexión con el programa JTRS se realiza a través del programa MIDS (sistema de comunicaciones tácticas, navegación e identificación de altas prestaciones, que utiliza los protocolos del Link-16). Con la migración del MIDS al JTRS, en la que participa España, se combinan las conocidas ventajas del MIDS/Link-16 con todas las ventajas señaladas anteriormente para los modernos sistemas de radio software. En este sentido, la combinación de MIDS y JTRS constituye un importante paquete de mejora para las comunicaciones tácticas y por supuesto una mayor garantía de interoperabilidad en operaciones militares conjuntas, derivada de la disponibilidad simultanea de hasta cuatro sistemas de radio distintos en un mismo equipo, lo permitirá realizar las funciones de paso de datos de unos sistemas a otros (gateway) de forma integrada y coherente.

- Preparado con la colaboración de Luis R. Palencia, asesor técnico en la Subdirección General de Tecnología y Centros -

CABEZAS DE GUERRA EFP

Como se ha podido comprobar en últimos 35 años, el papel de los carros de combate en cualquier clase de conflicto bélico es determinante, tanto como medio de defensa como de ataque. En el futuro no se espera que tengan un papel menor. Contra objetivos de estas características, la mejora de sus blindajes (electromagnéticos, reactivos) y de sus sistemas de guerra electrónica (señuelos de todo tipo e interferidores -jammers-), hace necesario el empleo de armamento de gran sofisticación, ya sea tanto en su sistema de inteligencia como en la cabeza de guerra; para esta última los desarrollos de misiles con cargas huecas en tandem, proyectiles, bombas de aviación y planeadores con submuniciones (SBM) de carga hueca o SBMs inteligentes (SBMI) con EFPs (Explosively Formed Projectiles)[1], han demostrado su eficacia para destruir o neutralizar objetivos con las capacidades antes mencionadas. En España, el LQCA ha participado en los últimos 15 años en programas de munición contracarro nacionales e internacionales, abordando en estos momentos los trabajos para la obtención de una cabeza de guerra EFP para una SBMI no guiada en el marco del Proyecto MUNIN.

[1]*También conocidos por SFF (Self Forged Fragment) y Misznay Schardin. En ocasiones, la P de la sigla se refiere a Penetrator, la F a Forged.*

Proceso de conformación del EFP (300 μs)

Pero la perforación de blindajes no es el único objetivo de los EFPs -si bien es el que requiere un mayor esfuerzo en términos de riesgo tecnológico y tiempo de desarrollo-, tal y como lo demuestran las cabezas de guerra multi-EFPs integradas en minas y misiles que tras la detonación proyectan clusters de EFPs capaces de derribar misiles, helicópteros y aviones, y de neutralizar vehículos de infantería con blindajes ligeros.

En este breve artículo, se proporciona una visión de este tipo de cabezas de guerra, citando su funcionamiento general y aplicaciones actuales de las que se tiene constancia.

Funcionamiento

Las cabezas EFPs constan de los siguientes elementos fundamentales:

- **Liner**: Es una lámina metálica curvada, que sufre un complejo proceso de deformación para convertirse en el proyectil a partir de la explosión. Los materiales que se emplean actualmente son Cobre (Cu), Tántalo (Ta) y Hierro (Fe) (este último fundamentalmente con fines experimentales). La eficacia del EFP dependerá en gran medida de la adecuada elección del metal, homogeneidad, curvatura, espesor, fabricación (mecanizado y/o forja en frío) y encaje del liner en el conjunto. El material óptimo debe alcanzar un compromiso entre tres propiedades: densidad, ductilidad y dureza. El tungsteno, por ejemplo, como modelo de material denso y duro, es ideal en procesos de penetración, pero con geometrías ya definidas (esferas, dardos), ya que su fragilidad le impide ser deformado mediante una explosión. El Cu y el Fe son ejemplos de lo contrario, elementos con notable ductilidad, por tanto grandes posibilidades de conformar EFPs de gran esbeltez, pero de menor densidad y dureza (casi la mitad que el Ta). El Ta no posee las excelencias extremas de unos y otros, pero conjuga sus buenas propiedades individuales, para convertirse en el que alcanza un mejor compromiso entre todas ellas. Como contrapartida, el Ta es el material de mayor coste y su tratamiento implica más dificultad.
- **Explosivo y confinamiento**: El explosivo se encuentra delimitado por las paredes de acero generalmente cilíndricas del cuerpo del EFP, el liner, y una parte superior donde se localiza el sistema de iniciación y la espoleta. Su misión consiste en impartir la suficiente energía como para deformar convenientemente el liner y dotarle de velocidades próximas a Mach 6. Para cumplir con lo anterior, el explosivo utilizado en este tipo de submuniciones no debe tener una velocidad de detonación inferior a 7.000 m/s. En los EFPs que requieren estabilidad en su vuelo[2] se emplean conformadores de onda de múltiples geometrías, existiendo cierto paralelismo entre la forma de la cola del EFP y la geometría del conformador.

EXPLOSIVO	OCTOL	COMP.B	LX-14
Composición	75/25 HMX/TNT	59,5/39,5/1 RDX/TNT/wax	95,5/4,5 HMX/Sn
Densidad (gr/cm^3)	1,803	1,720 (TA-9.1)	1,821
Velocidad det. (m/s)	8.299	7.936	8.661

Estas cabezas de guerra tras su detonación conforman un proyectil que inicialmente viaja a más de 2000 m/s y permite perforar a distancias de hasta 200 m el blindaje de un carro de combate en su parte de menor espesor (unos 100 mm). La perforación de un EFP es menor que la de una carga hueca del mismo calibre, pero el diámetro del agujero formado es notablemente mayor, y origina tras el impacto efectos de spalling más acusados.

Requiere una breve reseña la dificultad que entraña la obtención de un EFP que vuele adecuadamente decenas de metros. El análisis de la estabilidad aerodinámica del proyectil es muy compleja; el flujo es hipersónico, con regiones de desprendimiento de capa límite y zonas de recirculación que complican sobremanera la modelización. Todo ello hace de este un problema altamente no lineal con los parámetros que definen la geometría del EFP y los ángulos de ataque adoptados en el movimiento.

[2]*Existen dos morfologías típicas en los EFPs: la esférica, que se comporta prácticamente como un cuerpo romo y no persigue alcances notables; y la alargada (flare rods), que alcanza con un vuelo estable objetivos a 200 m.*

Aplicaciones

La tecnología de las cabezas de guerra EFP cuenta con más de dos décadas de desarrollo, acopladas con sensores de detección de objetivos a distancia , formando las llamadas SBMIs y minas inteligentes, integradas en misiles, o como cabezas de guerra de armamento de fuego directo. Las aplicaciones de mayor relevancia son las siguientes:

- **EFPs** integrados en **SBMIs** como sistemas de armas contracarro que se adaptan a una gran variedad de campos de batalla, tratando de exponer las fuerzas propias en la menor medida posible (filosofía fire & forget), y siempre batiendo objetivos concretos de manera precisa, minimizando daños colaterales y mejorando la relación eficacia-coste respecto al armamento convencional. Estas SBMIs se integran en proyectiles de artillería (SMArt 155, SADARM-XM898-XM982 155, Bonus 155), cohetes (5 Motiv-3M en SMERCH 300 mm, 6 SADARM en MLRS 227 mm), bombas de aviación (20 BLU-180B en CBU-97B), granadas de mortero (2 ACED en 'generic' de 120 mm) y planeadores (10 BLU-108B en AGM-154B-JSOW), e incluso minas (XM93 Hornet-WAM, TEMP-30).
- **EFPs integrados en SBMs no inteligentes** (TEMP-10 o MRAR con RPG-7). Se emplean en ataque directo.
- **EFPs y Multi-EFPs integrados en misiles** para batir objetivos blandos, aviones, misiles y vehículos ligeros principalmente (2 EFPs en TOW 2B/FITOW, multi-EFPs en Roland, LOCAAS). También se emplean en minas off-road de gran tamaño (5 EFPs en la mina checa PD-Mi-Pk, 1 en la rusa TM83 y la austriaca ATM-7).
- **EFPs** para perforar bunkers, pistas, etc., precursoras de otras cargas convencionales - Arma de Demolición de Acción Rápida (ADAR) -.
- **EFPs para desmilitarización de municiones:** en muchos casos la munición no puede ser desactivada, neutralizada o transportada a otro lugar para su destrucción, y la única opción es la detonación in situ. Para municiones grandes esto entraña un riesgo de daños considerables en las inmediaciones. Los EFP pueden emplearse para eliminar municiones sin provocar su detonación. Si la velocidad del penetrador es suficientemente baja y crea un agujero de cierto tamaño en la envuelta de la munición, puede esperarse que la carga de ésta arda sin llegar a detonar ni deflagrar. Una ventaja adicional de los EFPs a este propósito sobre las cargas huecas, sería su potencial para eliminar minas submarinas sin necesidad de tener que estar muy cerca de las mismas.

Para más información sobre los sistemas actuales que incorporan EFPs consultar el encarte "Principales Sistemas Portadores de EFPs" que se proporciona con este numero del Boletín.

	Tipo	Objetivos	Portador	Características
Tele-guiada	Mina EFP transportada Standoff	Carros de Combate	Vehículo robotizado	Mina EFP robotizada, sensor de video.
No Guiada	*SBMI top attack*	Carros de Combate	Proyectil, cohete,bomba de aviación	SBMI con EFP dispensada a cierta altura con sensores láser, IR, I^2R, MMW.
	Mina terrestre *top attack*	Carros de Combate	Soporte y lanzadera de la SBMI	Mina con sensores sísmico, acústico y SBMI con EFP e IR
	Mina terrestre anti-helicóptero	Helicópteros	Soporte del EFP	Sensor acústico con cabeza de guerra tipo EFP
Otros	Mina off-road	Carros de combate, vehículos ligeros	La propia mina	Mina EFP accionada a distancia. Sensor óptico.
	Misiles con cabezas EFP (overflight top attack)	Carros de combate y vehículos ligeros	Cuerpo del misil	Perfilador láser y espoleta magnética.

- Este articulo ha sido preparado por Enrique Martín Romero y Juan José Piñeiro García de León, ingenieros del Laboratorio Químico Central de Armamento (LQCA) y colaboradores del Observatorio AMBP -

EL FUTURO DEL ARMA AEREA

El Programa Europeo de Adquisición de Tecnología, conocido por sus siglas en inglés como ETAP, es un acuerdo marco suscrito en Noviembre de 2001 por las seis naciones europeas con la industria aeronáutica más potente, es decir Alemania, Francia, Reino Unido, Italia, Suecia y España. Su objetivo es investigar y desarrollar conjuntamente las tecnologías necesarias para facilitar el futuro desarrollo de un sistema de sistemas que sustituya, alrededor del año 2020, a los sistemas aéreos de armas actualmente en servicio. El alcance de ETAP comprende desde la etapa de I + D hasta la fabricación de demostradores tecnológicos incluyendo vehículos aéreos no tripulados, bancos de equipos en tierra, y equipos instalados en aviones existentes para la verificación de los productos resultantes de las tecnologías investigadas. No se excluye la posibilidad de utilizar estos avances, con las oportunas modificaciones, para mejorar las características de los actuales sistemas aéreos de armas.

El sistema de sistemas, objetivo final de ETAP, comprenderá un segmento aéreo (compuesto a su vez por vehículos aéreos tripulados y/o no tripulados), un segmento terrestre y un segmento espacial (sin incluir el vehículo). Dada la dificultad que representa el predecir los equipos y sistemas con tanta anticipación, los objetivos se irán concretando a medida que el programa vaya progresando.

En esencia, entre los objetivos para los vehículos aéreos tripulados o no tripulados se encuentran la reducción de la probabilidad de detección por medio de la utilización de un fuselaje de baja observabilidad que minimice la firma radar y de un motor con una reducida firma infrarroja. Al mismo tiempo, los sistemas deberán utilizar un enlace de datos robusto y de gran capacidad con objeto de compartir un elevado volumen de información con otros vehículos y estaciones en tierra. La arquitectura de aviónica deberá ser abierta, adaptable y capaz de procesar de forma flexible la información proveniente de los diversos sensores. El motor deberá ser fiable y tener una relación empuje/peso que mejore en un 50% las prestaciones de los motores actuales. También se evaluará la utilización de una tobera vectorial.

En lo que se refiere al segmento terrestre se desarrollarán, entre otras, aplicaciones para el tratamiento avanzado de la información con objeto de proporcionar un importante apoyo a la toma de decisión en el centro de control de misión, o aplicaciones para la mejora del diseño de aviónica. Finalmente, se desarrollarán herramientas de simulación en las que podrán definirse escenarios que incluyan objetivos, amenazas y todas las circunstancias que rodean una misión de la forma más realista posible.

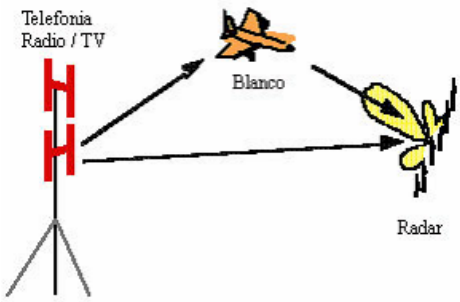
Para evitar la dispersión de los diversos proyectos que han de desarrollar las tecnologías que deben conjugarse para cumplir todos estos objetivos, se ha definido un proyecto denominado Estudio Global de Sistemas –GSS- que debe coordinar y orientar todos los esfuerzos hacia un único objetivo global.

La industria española ha mostrado un gran interés por el programa, y participa muy activamente en diversos proyectos junto con otras empresas europeas. Actualmente, las empresas y organismos españoles participantes en los proyectos ETAP son: EADS-CASA, ITP, INDRA Sistemas, ESPELSA, GMV, INTA y las Universidades de Alcalá de Henares y Carlos III. Se prevé que en el próximo futuro, a medida que el número de proyectos aumente se incorporen también al programa otras empresas y organismos en función de su experiencia y de su interés estratégico.

- Preparado con la colaboración del Cap. (EA-CIETO) Manuel A. Ferré Romero que gestiona la participación nacional en el programa ETAP -

PCL: LOCALIZACION COHERENTE PASIVA

Los radares biestaticos, radares que operan con el transmisor y receptor separados físicamente, fueron inicialmente desarrollados entre 1930 y 1940, pero con la invención de los transmisores pulsados y los duplexores, fueron totalmente reemplazados por los radares monoestáticos con el comienzo de la Segunda Guerra Mundial. Desde entonces los radares biestáticos han sido “redescubiertos” tres veces. La primera reaparición fue en la década de los años 50, con el desarrollo de misiles semiactivos y radares para el seguimiento de misiles. La segunda reaparición sucedió veinte años después, como una respuesta contra la amenaza de los misiles anti-radiación, sin embargo ningún sistema llego a ser realmente operacional.



El último resurgimiento ocurrió a partir de los años 90, con la utilización de las reflexiones de las transmisiones existentes de telefonía móvil, de difusión FM y televisión. Esta técnica de radar biestático, que generalmente es multiestático, se suele denominar Localización Coherente Pasiva o PCL (Passive Coherent Location).

Al ser un sistema pasivo, ya que mide el desplazamiento Doppler de la energía (transmitida por las estaciones emisoras de radio, televisión o estaciones base de telefonía móvil) reflejada en el blanco, evita la detección del seguimiento y la

localización por parte de los dispositivos de alerta de radar (Dispositivos Radar Warning) instalados en los blancos. Si tenemos en cuenta que los radares de vigilancia aérea pueden estar bien caracterizados desde un punto de vista de contramedidas electromagnéticas por el enemigo, la técnica de PCL representa un campo de interés para mejorar y fortalecer la capacidad de defensa aérea.

En la figura se muestra la antena del Silent Sentry 2, montada en un "Shelter".

El desarrollo tecnológico de los últimos años, ha permitido que esta tecnología haya alcanzado el nivel necesario para el seguimiento en tiempo real de blancos aéreos. La tecnología subyacente en la localización coherente pasiva, reside fundamentalmente en el procesado digital de señal y en la potencia computacional y, por lo tanto, permite que la PCL progrese como función directa de los constantes avances en estos dos campos.

Desde el punto de vista de las antenas, los primeros sistemas empleaban antenas Yagi, utilizadas tradicionalmente para la recepción de señales de televisión. Empiezan a aparecer sistemas de antena en array para mejorar la sensibilidad y ganancia de la antena, o como en el caso del sistema CELLDAR que emplean antenas phased array.

Para aplicaciones militares, la PCL representa un sistema de vigilancia aérea que entre otras características de interés tiene:

- Nula probabilidad de interceptación, al ser un sistema pasivo.
- Buen comportamiento con blancos volando a baja altitud, ya que las estaciones de TV y FM suelen estar localizadas en puntos dominantes e iluminando hacia la superficie terrestre.
- Independencia operacional del clima, debido a las bandas de frecuencias elegidas, la degradación por condiciones climatológicas es mínima.
- Sistemas de bajo coste, al ser sistemas pasivos.

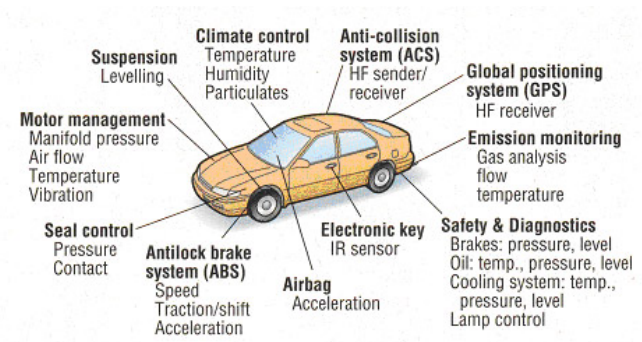
Un ejemplo de un sistema PCL, que aúna estas características, es el sistema Silent Sentry 3, de Lockheed Martin, bajo pruebas para evaluar su capacidad en seguimiento y detección de misiles, identificación de blancos, y vigilancia aérea y espacial. La versión anterior, Silent Sentry 2, presenta un rango de detección de 220 km para un blanco con una RCS de 10 m^2 y 200 blancos simultáneos. Otro ejemplo de sistema basado en la localización coherente pasiva, es el sistema desarrollado recientemente por BAE Systems y Rke Manor Research denominado CELLDAR que utiliza las reflexiones de los blancos de las ondas electromagnéticas provenientes de los sistemas de telefonía móvil. A partir de tres estaciones base, es posible la localización en tres dimensiones de un blanco. Entre las aplicaciones potenciales para este sistema se encuentran la monitorización de tráfico y la vigilancia aérea y de costas.

La introducción de los servicios de difusión digital en los próximos años, con el uso de nuevas formas de onda, presentará una oportunidad de mejora de la precisión de la localización pasiva coherente, ya que la señal digital se basa en una estructura codificada.

NANOTECNOLOGIAS: EL FUTURO DEL COMBATIENTE

Considerando a Defensa como un usuario más entre los clientes del desarrollo tecnológico de las sociedades modernas, una parte de la innovación militar consiste en seleccionar y aplicar los desarrollos acaecidos en otros sectores industriales para optimizar las prestaciones de sus equipos y sistemas, siempre con el fin el satisfacer las misiones que le sean encomendadas. Desde esta óptica, las micro y nanotecnologías son un ejemplo de una nueva y variada rama del saber técnico-científico de la sociedad moderna que Defensa no ha hecho más que comenzar a asimilar.

Se entiende por microtecnología el grupo de saberes que permiten manipular la materia en la escala de la micra para construir sistemas de masas y volúmenes cada vez más reducidos, con mayores prestaciones y fiables. Éstos son los denominados microsistemas, los cuales en una única unidad física integran sensores, actuadores y controladores de las funciones de éstos. Cuando la escala en la que nos manejamos se reduce a las decenas de nanometros (1 micra=1000 nm), entonces hablamos de nanotecnología y nanosistemas.

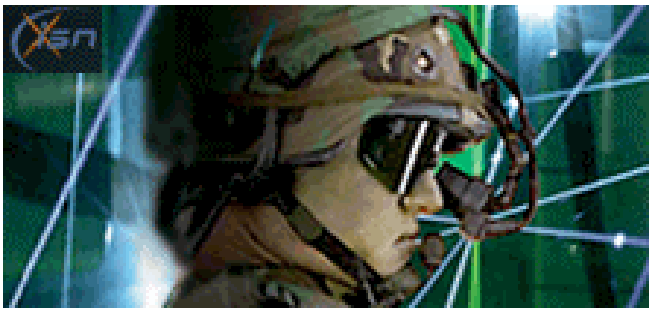


El sector de la automoción es actualmente el que más aplicaciones encuentra para microsistemas (extraída de "Solid State echnology)

Los avances en el diseño y realización de circuitos microelectrónicos han permitido la evolución de microsistemas en otros campos industriales, destacando el sector de la automoción (han sido identificadas hasta ochenta aplicaciones de microsistemas que repercuten en la seguridad, automatismo y fiabilidad de los vehículos), informática (inyectores de tinta, cabezales de discos duros...), comunicaciones (fibra óptica, tarjetas de móviles, chips de tarjetas...) y biomedicina (cápsulas exploratorias, microcirugia, sensores de presión sanguínea, temperatura corporal e hidratación....). Del estado del arte de los microsistemas y de sus perspectivas de desarrollo defensa puede beneficiarse como un cliente final más.

Un ejemplo práctico donde la micro y nanotecnología tienen su nicho es en las denominadas "tecnologías del combatiente". La eficacia en combate del soldado, así como las posibilidades de supervivencia a las vicisitudes de la acción, se verán potenciadas en un futuro próximo cuando la micro y nanotecnología constituyan una parte imprescindible de las técnicas de diseño del vestuario, armamento y equipo. Todo combatiente, para el cumplimiento de su misión, debe optimizar toda su capacidad, la cual debe ser el resultado de una sinergia entre varios aspectos: capacidad fisiológica y psíquica, formación, energía para el funcionamiento de los equipos y peso de los mismos. En la integración de estos aspectos es donde la tecnología de micro y nanosistemas tiene su campo de aplicación y serán absolutamente imprescindibles para el diseño de sus equipos.

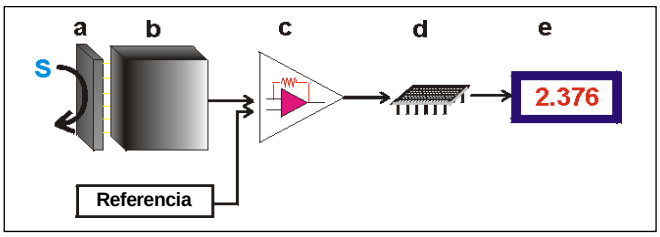
Es en la actualidad, tras el desarrollo de la ciencia básica que fundamenta la micro y nanotecnología en los últimos 20 años, cuando empiezan a vislumbrarse una serie de tendencias en Nanotecnología aplicada al combatiente, que suponen aplicaciones reales en Defensa. A modo de ejemplo, citaremos la líneas de investigación que estructuran las actividades del ISN (Institute for Soldier Nanotechnology), creado entre el DoD y el MIT (Massachussets Institute of Technology). Son las siguientes: Materiales absorbentes; Materiales y dispositivos mecánicamente activos; Sensores y acciones de respuesta; Biomateriales y nanodispositivos para la monitorización del soldado; Procesado y caracterización de nanosistemas; Modelado y simulación de nanosistemas; Diseño y arquitectura de sistemas para la integración en el combatiente.



En resumen, el uso de las micro y nanotecnologías en el combatiente implicará cambios notables respecto a la actual concepción del diseño y arquitectura del mismo, pues las palabras que rigen su evolución en el marco operativo son: "cada vez más pequeño, más ligero y con mayores prestaciones".

BIOSENSORES: NUEVOS RETOS PARA DIAGNOSTICO

¿Qué son los biosensores? Un biosensor es un dispositivo que convierte una respuesta a un estímulo biológico en una señal de fácil medición, generalmente eléctrica. Aunque en el sentido más amplio del término esto no implica que el dispositivo incorpore en sí un sistema biológico, cada vez se asocia más este hecho al concepto de biosensor. Así, un biosensor podría definirse como un dispositivo que incorpora una sustancia biológica sensible a determinados cambios en su entorno acoplada a un sistema de transducción que transforma esa señal biológica en una señal de fácil medición.



Sistema biológico (a) y transductor de señal (b) se convierten en los elementos clave de los biosensores. El transductor realiza la conversión a señal eléctrica, posteriormente amplificada (c), procesada (d) y finalmente mostrada (e)

Desde el punto de vista técnico, son muchas las *sustancias biológicas* empleadas en los biosensores, Desde las más sencillas como ácidos nucleicos, anticuerpos, enzimas y receptores de membrana, hasta la complejidad de orgánulos celulares (mitocondrias), células completas (bacterias, levaduras, células eucariotas), tejidos y partes concretas de órganos (receptores sensoriales).

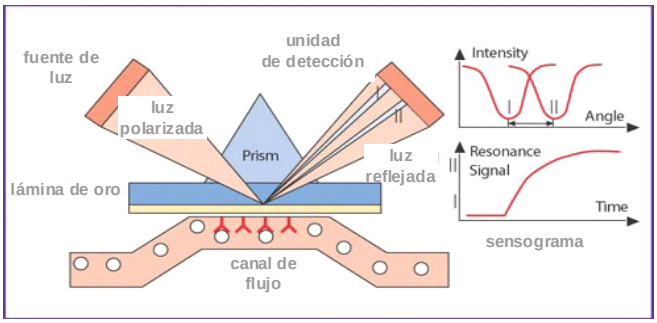
Los *sistemas de transducción*, que lógicamente dependerán del tipo de señal generada a partir del componente biológico, más utilizados son: óptico-fotométricos, que miden cambios de absorbancia o de intensidad de la luz; potenciométricos, para cambios de pH, y amperométricos, asociados a variaciones en la corriente eléctrica. Además, se pueden utilizar otros tipos de sistemas como: piezoeléctricos, para cambios de masa; calorimétricos, que miden cambios de temperatura; conductimétricos, que miden cambios de conductancia; así como sistemas que miden cambios en la capacitancia del medio.

Se ha recorrido un largo camino desde el 1962, con el primer biosensor que analizaba el nivel de glucosa en sangre, hasta los dispositivos actuales, que con unas exigencias cada vez mayores de sensibilidad, rapidez, portabilidad, miniaturización del dispositivo y facilidad de manejo, se han convertido en elementos cada vez más extendidos con múltiples aplicaciones que comprenden, entre otras, la detección de anomalías genéticas y enfermedades asociadas, la detección de contaminantes atmosféricos y compuestos tóxicos en muestras de agua, la detección de agentes infecciosos, el control de alimentos modificados genéticamente, la detección del consumo de algunos tipos de drogas o alcohol, aplicaciones en el ámbito de la medicina forense o la detección de agentes químicos y biológicos susceptibles de ser empleados en una guerra química o biológica.

Los biosensores *basados en el ácido desoxirribonucleico* (ADN) se presentan como una alternativa a los microarrays convencionales. Algunos combinan técnicas de hibridación del ADN acopladas a sistemas de transducción ópticos o electroquímicos. Un tipo especial de biosensores utiliza moléculas de ADN que unen plomo y se perfilan como dispositivos apropiados para la monitorización medioambiental, la toxicología clínica y la monitorización de procesos industriales. Existen también biosensores de ADN en los que se ha sustituido el esqueleto de fosfato y la

desoxirribosa (moléculas con carga) de la sonda de ADN por poliamidas (moléculas sin carga), lo que aumenta la fuerza de hibridación de la sonda con el ADN complementario. Estos biosensores, conocidos como biosensores de ADN-peptídicos, se han empleado con éxito para la detección de mutaciones puntuales en el gen p53 asociadas a distintos tipos de cáncer. Por último, existen biosensores basados en técnicas de amplificación del ADN mediante la reacción en cadena de la polimerasa. Este tipo de biosensores, más conocidos como Lab-on-a-chip, incorporan un procesamiento complejo de las muestras en el espacio de un microprocesador.

Respecto a los *biosensores basados en anticuerpos* para la detección específica de antígenos (moléculas extrañas a un organismo), utilizan frecuentemente como sistema transductor la tecnología de resonancia de plasmón de superficie, basada en la transferencia de energía de los fotones de un haz de luz polarizada a un grupo de electrones (plasmón) de la superficie de un metal conductor sobre el que se inmovilizan los anticuerpos. Cuando una muestra contiene antígenos que se unen a la superficie del sensor se produce un cambio en las propiedades reflectantes del metal que se traduce en un cambio en el ángulo de reflexión del haz de luz polarizada.

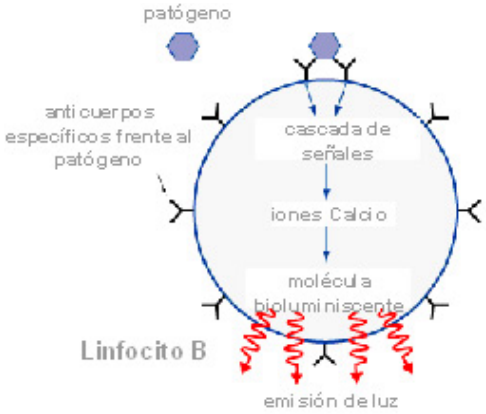


Los *biosensores que utilizan enzimas* (proteínas que reconocen un substrato y son capaces de modificarlo mediante una reacción química) suelen incorporar sistemas de transducción de tipo potenciométrico o amperométrico, y se utilizan para la detección de niveles de ciertos metabolitos (como glucosa, alcohol etílico o iones amonio) en distintos tipos de fluidos (sangre, saliva u orina, respectivamente).

Otros *biosensores* utilizan *bacterias* que de forma natural degradan compuestos tóxicos como el tolueno, el benceno, o el tricloroetileno. Estas bacterias han sido modificadas genéticamente para emitir fluorescencia ante la presencia de dichos compuestos. Se introduce en las bacterias un vector de expresión de la proteína verde fluorescente bajo control de un promotor (secuencia de ADN que controla la expresión de un gen) implicado en la vía de utilización de tolueno y benceno.

BRC Corp. ha desarrollado una *tecnología basada en esporas*. Las esporas detectan de forma natural cambios ambientales y responden germinando a través de mecanismos moleculares dando lugar a células vegetativas (bacterias) que crecen rápidamente. Las esporas de diferentes especies del género Bacillus germinan por exposición a diferentes metabolitos que a su vez son producto de la actividad de otras bacterias. De esta forma, se puede detectar fácilmente la presencia y carga bacteriana en muestras ambientales mediante la germinación de las esporas del biosensor.

La tecnología CANARY™, acrónimo de Cellular Analysis and Notification of Antigen Risks and Yields, descrita recientemente, permite la detección rápida de patógenos (bacterias, virus o toxinas) utilizando biosensores basados en células completas modificadas. En este caso, se han modificado genéticamente linfocitos B de ratón para que expresen en su membrana anticuerpos específicos frente al patógeno de interés. De igual forma, estos linfocitos se han modificado para que expresen en su interior una proteína bioluminiscente sensible a iones calcio. La interacción de los anticuerpos de superficie del linfocito B, incluso con pequeñas cantidades del antígeno, produce una cascada de señales que eleva los niveles de calcio intracelular, lo que a su vez provoca que la molécula bioluminiscente emita luz que será detectada con un luminómetro portátil.



Otra tecnología desarrollada recientemente por SpectRx Inc. podría permitir en breve la monitorización de la preparación de los soldados para entrar en combate, a través de la medición de los niveles de hormona IGF-1. Esta hormona regula, entre otros procesos, el crecimiento y reparación del tejido muscular, de forma que niveles bajos de IGF-1 indicarían que el cuerpo de un soldado puede estar sobre-estresado o sobre-ejercitado.

El futuro de los biosensores pasa por la detección de compuestos químicos o patógenos no sólo conocidos sino incluso nuevos o desconocidos, gracias a la utilización de sistemas biológicos complejos en los que, a menudo, se ven afectadas cascadas de señales bioquímicas comunes. Las infinitas posibilidades que ofrecen los biosensores en ámbitos tan diversos como el control alimentario, el control medioambiental, el diagnóstico clínico o la detección temprana de agentes susceptibles de ser utilizados en una guerra química o biológica, permiten justificar el auge imparable de esta tecnología en la que convergen campos tan diversos como la biología, la química, la física, la electrónica o la instrumentación y de cuya cooperación depende el éxito de la misma.

- Preparado por Óscar Jiménez Mateo, Doctor en CC Biológicas, investigador del Dpto NBQ de la FNM y colaborador del OT NBQ -

N E C NETWORK ENABLED CAPABILITY

La disponibilidad de información asociada al desarrollo de las operaciones se está convirtiendo cada día más en un elemento diferenciador entre las fuerzas que actúan en el campo de batalla. Este hecho está favoreciendo la aparición de nuevos planteamientos a la hora de abordar el desarrollo de los nuevos sistemas de intercambio de información.

NEC (Network Enabled Capability) es una iniciativa (inicialmente británica, actualmente europea) para el desarrollo de un marco conceptual y técnico para la función C2 que permita una mejor explotación de la información. Mediante este planteamiento se pretende abordar aspectos tales como el problema de la disponibilidad de la información, el entendimiento e interpretación compartida de la situación, la toma de decisión de forma colaborativa o la realización de acciones de forma sincronizada. El objetivo es que cualquier participante en una operación militar pueda tener acceso continuo a la información necesaria para la consecución de su misión.

NEC nació inspirada en otra iniciativa que ya existía en Estados Unidos denominada NCW (Network-Centric Warfare). Aunque el alcance actual de ambas iniciativas no es el mismo (NCW pretende abarcar un ámbito más ambicioso que NEC y se encuentra más desarrollada), ambas nacen de la idea de tener plena disponibilidad de la información. En esta misma línea se han desarrollado planteamientos parecidos en diferentes países: Network Enabled Warfare (NEW) en Australia, Network Based Defence (NBD) en Suecia, Network Centric Operations (NCO) en los Países Bajos o NATO Network Enabled Capability (NNEC) en la Alianza.

Los trabajos desarrollados hasta el momento básicamente se han orientado a identificar las características que debe tener un sistema con arquitectura NEC. Como ejemplo de ello, en la versión británica de NEC se han identificado las siguientes:

- **Disponibilidad completa de la información**: NEC debe permitir a los usuarios buscar, manipular e intercambiar información de diferentes categorías en todas las fuentes internas y externas al teatro de operaciones.
- **Compartir el conocimiento**: NEC debe proporcionar entendimiento e interpretación compartida de una situación, las intenciones de las fuerzas amigas y las potenciales líneas de acción entre los elementos del teatro de operaciones.
- **Trabajo flexible**: NEC debe permitir reconfigurar rápidamente los elementos del entorno según se conocen las modificaciones de la misión, permitiendo a su vez trabajar de forma conjunta con un mínimo de confusión.
- **Grupos de misión ágiles**: NEC permitirá la creación y configuración dinámica de las agrupaciones tácticas que comparten conocimiento y que coordinan y emplean un amplio rango de sistemas para una misión específica.
- **Efectos sincronizados**: NEC persigue la consecución de objetivos mediante la coordinación de los activos disponibles en el teatro de operaciones a través de un planeamiento y ejecución distribuido y dinámico.
- **Planeamientos basados en acciones**: Las acciones serán la base del planteamiento y sobre ellas se estructurará el resto de la arquitectura NEC.
- **Infraestructuras de información resistentes**: NEC deberá asegurar que los recursos necesarios para la gestión de la información estén disponibles en todo momento de forma que compongan una infraestructura sólida, robusta y eficiente.
- **Soporte íntegro de la red**: NEC debe permitir la integración de elementos útiles, tangibles e intangibles, provenientes de los gobiernos, industrias y universidades para dar soporte a las operaciones.
- **Adquisición flexible**: NEC deberá coordinar los diferentes organismos implicados en el proceso de adquisición (Ministerios, industria, enseñanza, ...) de forma que promuevan la rápida inserción de nuevas tecnologías, faciliten la coherencia entre los programas de adquisición y proporcionen una aproximación incremental hacia el desarrollo de sistemas compatibles NEC.

Como se puede observar, el desarrollo de la capacidad NEC implica unos retos tecnológicos, industriales, económicos, de gestión o doctrinales extremadamente ambiciosos que, si se consiguen llevar a cabo, pueden afectar definitivamente a la manera en que se entiende la adquisición de sistemas y el desarrollo de las operaciones militares, dando lugar así a una **considerable reducción de fuerzas.**

En el planteamiento propuesto por NEC, conceptualmente se identifican tres tipos de participantes diferentes en el campo de batalla:

- **Sensores**. Elementos capaces de captar información procedente del teatro de operaciones, así como cualquier otra información relevante para la misión que se esté llevando a cabo. Normalmente la información generada por un sensor será información en bruto y por tanto de poca utilidad para el desarrollo de la misión tal y como se obtiene.
- **Centro de mando y control**. Elemento capaz de procesar la información disponible (proveniente de sensores o de otros centros de mando) y generar información útil para el desarrollo de la misión.
- **Actuadores**. Elemento que ejecuta la acción o acciones necesarias para llevar a cabo la misión con éxito. El ejemplo más claro de actuador son los propios sistemas de armas, o las unidades ded maniobra

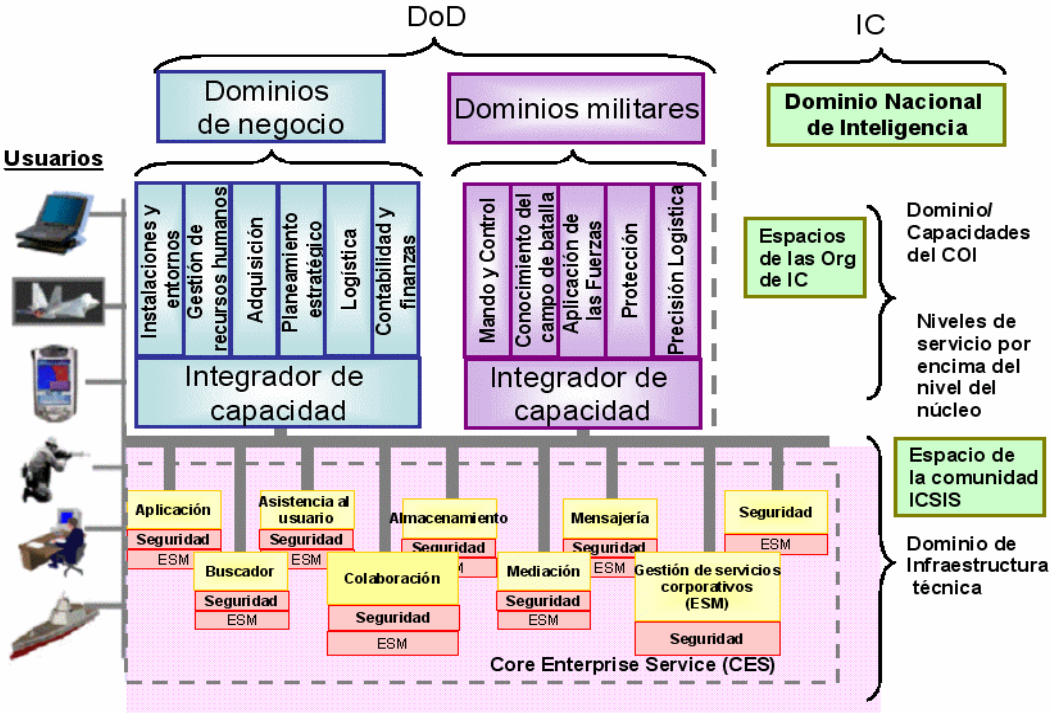
NEC persigue enlazar todos estos elementos a través de un sistema de intercambio de información distribuido en el que existan disponibles recursos para dar soporte a las acciones necesarias para el éxito de la misión. Este enfoque da lugar a que el conjunto de sensores (sensor grid) vuelque la información captada al entorno de intercambio de información (information grid), permitiendo a los centros de mando procesar la información que les es relevante y transmitir así las órdenes al conjunto de actuadores (shooter grid) para su ejecución.

Este planteamiento aporta al sistema completo importantes mejoras Por un lado la capacidad de disponer de una visión compartida del campo de batalla (shared situational awareness), concepto similar al que se venía utilizando con anterioridad denominado COP (Common Operacional Picture). Por otro la capacidad de desarrollar acciones de mando y control de forma distribuida (C2) y finalmente la capacidad de enfrentamiento (Engagement capability).

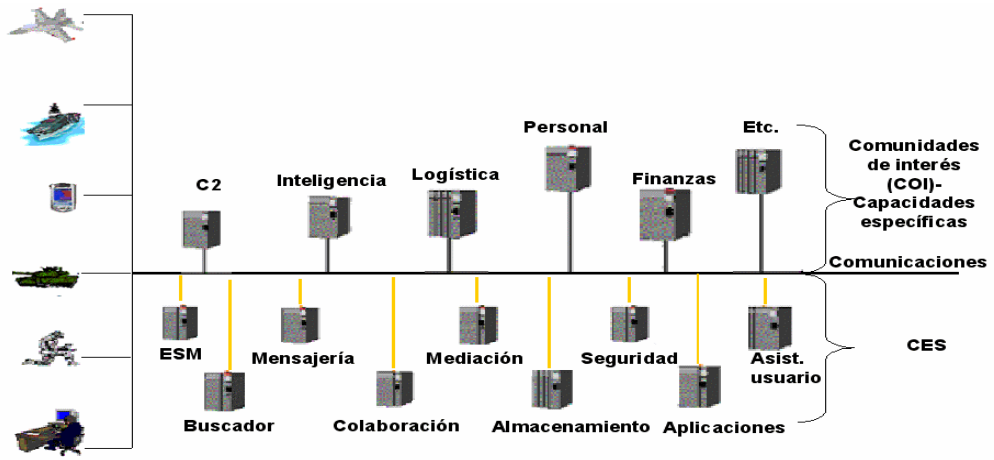
Si hacemos referencia al diseño y desarrollo de sistemas, hasta ahora era habitual orientar estos a las características propias de las plataformas involucradas. Este planteamiento presenta limitaciones importantes, como dificultades de reutilización, duplicidad de funciones entre sistemas diferentes, falta de compatibilidad entre versiones, carencias en la definición de interfaces, etc. Sin embargo, las tendencias actuales van más enfocadas a basar la interoperabilidad en sistemas orientados a servicios. En este tipo de arquitecturas existe un conjunto de recursos encargados de proporcionar servicios específicos a las aplicaciones que se lo soliciten, en base a un interfaz de comunicación claramente definido.

En base a una arquitectura basada en servicios, NEC propone intercomunicar sensores, centros de mando y actuadores de forma que cada uno de ellos pueda publicar (ofrecer) la información que genere o bien subscribirse (solicitar) a la información que precise.

De las diferentes iniciativas desarrolladas en esta línea, solamente algunas de ellas (fundamentalmente NCW) se han pronunciado por una solución técnica específica. NCW pretende identificar y desarrollar una serie de servicios que dan apoyo al usuario final tanto en lo que se refiere a tareas específicas de la misión (mando y control, conocimiento del campo de batalla, protección, etc.) como a tareas generales de gestión, mensajería, persistencia, etc. Haciendo uso de estos servicios el usuario tendrá la posibilidad de publicar la información que genere en un entorno que facilite su posterior localización recuperación y uso por parte de otros usuarios, así como de dar a conocer sus necesidades de información, de forma que sea notificado en el momento en que esta se encuentre disponible.



Actualmente han sido identificados y se encuentran en fase de desarrollo los denominados CES (Core Enterprise Services). Los CES persiguen cubrir necesidades generales dentro de la arquitectura como puedan ser mensajería, seguridad, almacenamiento, etc.



En lo que se refiere a la iniciativa NEC británica, actualmente se encuentra en fase de estudio. La definición y avance de los trabajos realizados hasta la fecha se encuentran descritos en un conjunto de documentos denominados NEC Outline Concept. Se trata de un total de once documentos, actualmente en estado de elaboración, que van siendo publicados y actualizados en la web del MOD británico (http://www.mod.uk/issues/nec/index.html) según avanza la definición de la arquitectura.

De igual forma, dentro de la arquitectura técnica de la OTAN (NATO C3 Technical Architecture Vol. 2) se hace referencia a la necesidad de incorporar el concepto NEC al contexto de la OTAN. En dicho documento, este concepto toma el nombre de NNEC (NATO Network Enabled Capability). El planteamiento inicial establecido en NNEC se ha descrito como un sistema de capas, presentando importantes similitudes con NCW.

La evolución de todas estas iniciativas se prevé iterativa, con un desarrollo y despliegue de los diferentes elementos de forma asíncrona, involucrando un elevado número de programas de adquisición y sistemas, en un entorno de desarrollo constante y haciendo uso de tecnologías que avanzan rápidamente.

En lo que se refiere a la participación española en este campo, ésta se articula en tres líneas de actuación.

Por un lado, dentro del marco de la LOI (Letter of Intentions), España participa actualmente en la realización de un estudio sobre NEC. El objetivo es el de evaluar el desarrollo, integración y entrega de sistemas que integren una capacidad NEC Europea conjunta y en coalición entre los países participantes. Además de la documentación generada, como resultado de este estudio se pretende desarrollar un demostrador para probar la viabilidad del concepto NEC. Se prevé dar comienzo a los trabajos a finales del presente año (2004) con una duración estimada del estudio de aproximadamente tres años.

Por otro lado, tal y como se ha comentado, en el entorno OTAN se está desarrollado el concepto NEC bajo las siglas NNEC (NATO NEC). NNEC se considera uno de los conceptos claves en las transformaciones que se van a llevar a cabo en la Alianza en el futuro. Como punto de partida se ha comenzado el desarrollo de un estudio (en el que participa España), con una duración aproximada de dos años, orientado a examinar la situación actual e identificar y proponer las líneas de acción futuras para traducir las capacidades requeridas por NEC en programas reales.

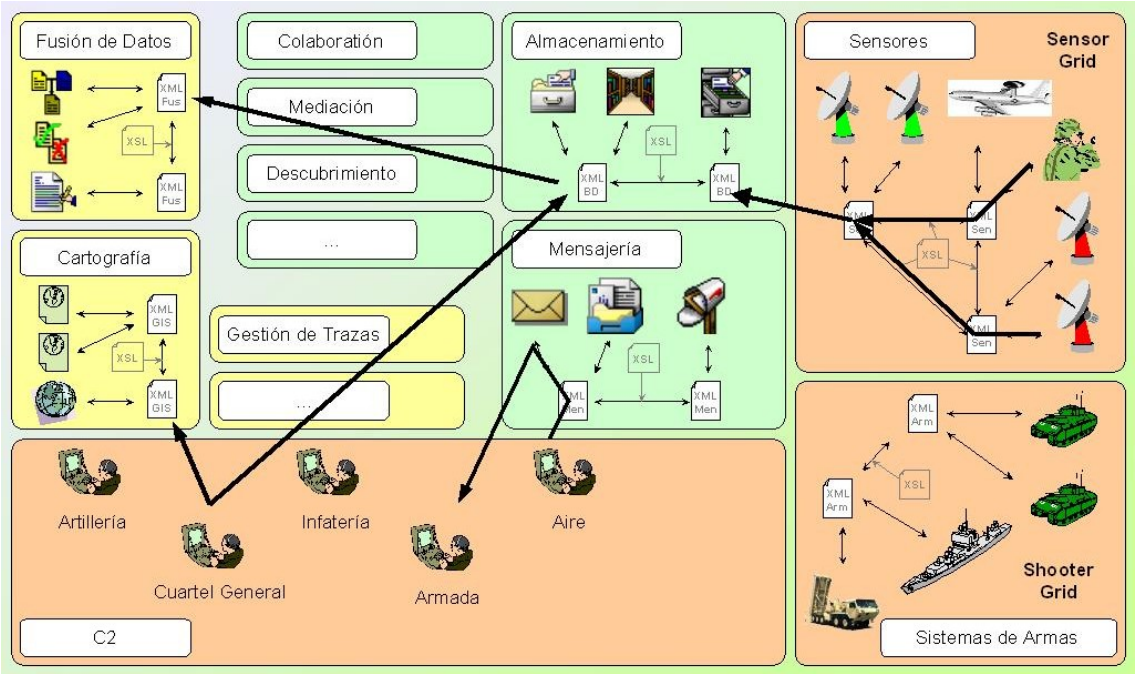
Finalmente, en la actualidad se está llevando a cabo en el departamento C3S del Polígono de Experiencias de Carabanchel (PEC), el proyecto Banco de Pruebas C2 cuyos trabajos se orientan a demostrar la viabilidad de una arquitectura orientada a servicios de características similares a las que propone NEC para mejorar la interoperabilidad entre sistemas C2.

Los objetivos que persigue el proyecto son los siguientes:

- Identificación de una arquitectura de referencia que sirva como guía para el desarrollo de sistemas orientados a servicios.
- Identificación de estándares y tecnologías relacionadas con la iniciativa NEC.
- Estudio de las implicaciones que una arquitectura orientada a servicios tiene sobre el proceso de adquisición de sistemas.
- Estudio de los aspectos relacionados con la seguridad inherentes a la arquitectura.
- Desarrollo de un demostrador tecnológico.

A finales del pasado año se ha hecho entrega el primer hito del proyecto consistente en un estudio sobre el estado del arte de la interoperabilidad C2 y otro sobre los mecanismos de seguridad sobre el tratamiento de información.

Actualmente se está desarrollando la fase de definición de la arquitectura base del banco. Esta arquitectura estará basada en el desarrollo de una serie de servicios básicos (mensajería, almacenamiento de datos, etc.) sobre los cuales puedan apoyarse servicios específicos (Fusión de datos, gestión de trazas, etc.). En la siguiente figura se muestra un esquema de la estructura del demostrador final del proyecto.



Como ejemplo se muestra la forma en que diferentes usuarios pueden hacer uso de servicios de mensajería, cartografía, almacenamiento, etc. para establecer comunicación con otros usuarios, y disponer de una visión común del campo de batalla.

En base a estudios realizados en otros campos en torno a arquitecturas orientadas a servicios, se han seleccionado una serie de tecnologías para el desarrollo del demostrador del Banco de Pruebas C2.

En los últimos años se han potenciado en gran medida las tecnologías relacionadas con Internet (Servicios Web, XML, WSDL, SOAP...) como tecnologías clave para el desarrollo de arquitecturas basadas en servicios. Este tipo de tecnologías ofrecen, además de las características propias de estas arquitecturas, una menor dependencia del diseño propio de los protocolos de comunicación. Este planteamiento, junto con el uso de un lenguaje de intercambio de información suficientemente estandarizado (en particular XML, eXtensible Markup Language), ha convertido a los Servicios Web en el punto de mira de la interoperabilidad.

- Preparado por J.Daniel González Galdo, asesor técnico del Dpto C3 del PEC y colaborador del observatorio TICS -

AGENDA

"N-Dimensional Imaging Eyesafe LADAR (N-DIEL) for Military Applications"
NATO RTA SET077/RTG045
Madrid, 18-24 mayo 2004

Workshop "Defense against bioterror detection technologies, implementation strategies and commercial opportunities"
NATO Workshop
Madrid 26 – 29 mayo 2004

"The 8th International Symposium on Protection Against Chemical and Biological Warfare Agents"
FOI, (Agencia Sueca de Investigación en Defensa)
Gotemburgo, 2 – 6 junio 2004
http://www.abwsymp.foi.se

Seminario "Tecnologias Disruptivas. Materiales Inteligentes"
LOI, WG Tecnologías disruptivas
Madrid, 2-3 junio 2004

"Primera Jornada Nacional MIDS / LINK 16"
DGAM / Ejercito del Aire
Madrid, 3 junio 2004

"Emerging Technologies for Sensors front-end"
NATO RTA SET-084/RTG-48
Madrid, 14 – 18 junio

Simposium " International Armaments Technology"
NDIA, National Defense Industrial Association
New Jersey 14–16 junio 2004
http://www.ndia.org.

Forum "Soldier Technology 2004"
WBR, Worldwide Bussiness Research
Bruselas, 21-23 junio 2004
http://www.wbresearch.com/soldiertech04/

Demostración "JWID 2004"
EMACON - JWID
Madrid, 21-24 junio 2004
Intranet: http://www.emad.mde.es/jwid/

"2004 Euro SIW"
Simulation Interoperability Standard Organization (SISO)
Edimburgo, 28 junio-1 julio 2004
http://www.sisostds.org