



MINISTERIO DE DEFENSA  
SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA

Año 163 N.º 1. Diciembre de 2007

#### DIRECTOR:

- Excmo. Sr. General Inspector de Artillería y Director de la Academia del Arma.

#### CONSEJO DIRECTIVO:

- Excmo. Sr. General Jefe del MACA.
- Excmo. Sr. General Jefe del MACTAE.
- Excmo. Sr. General Jefe del MAAA.

#### CONSEJO DE REDACCIÓN:

- Coronel Secretario del Arma
- Coronel Jefe de Estudios
- Coronel Jefe de la JEINSART.
- Coronel Jefe de la JEOMAART.
- Coronel Jefe de la JEDOCART.
- Coronel Jefe de la JIVAART.

#### Redacción:

Academia de Artillería  
San Francisco, 25 • Apartado de Correos n.º 6  
40080 SEGOVIA  
Teléf.: 921 41 38 06 • Fax: 921 41 38 01

#### Distribución y suscripciones:

Centro de Publicaciones  
c/. Juan Ignacio Luca de Tena, 30, 28071 Madrid  
Teléf.: 91 205 42 22  
Fax: 91 205 40 25  
Correo electrónico: publicaciones@mde.es

#### Fotocomposición, diagramación e impresión:

Imprenta MINISDEF

ISSN.: 0213-6155

DEP. LEGAL: M-11728-1979

NIPO: 076-07-055-8 (edición en papel)

NIPO: 076-07-056-3 (edición en línea)



"El Memorial de Artillería es una publicación profesional. Tiene por finalidad difundir ideas y datos que, por su significación y actualidad, tengan un interés especial y resulten de utilidad para los componentes del Arma. Con la exposición de noticias, vicisitudes y perspectivas, se logra difundir lo actual, el futuro y el pasado de la Artillería. Así se impulsan las acciones que tienen por objeto exaltar sus valores y tradiciones, relacionar a sus Unidades y a sus miembros tanto en activo como retirados. Los trabajos publicados representan, únicamente, la opinión de sus autores."

### SECRETARÍA DEL ARMA

Discurso institucional. Santa Bárbara 2007 ..... 5

### NOTICIAS DEL ARMA

Visita del Excmo. Sr. General Inspector del Arma A.U.,s de Ceuta .... 11

Nuevo Jefe del MAAA..... 48

Bodas de oro, 40 años y 25 años de las Promociones 245, 255, 270 y VI de la Escala de Suboficiales ..... 69

Entrega medalla de honor de la Universidad SEK a la Academia..... 80

Entrega de medalla del Alcázar al G.E. JEMAD D. Félix Sanz Roldán 119

### TÁCTICA

Viejos perros, nuevos collares ..... 12

Maniobras de Guerra Electrónica "ELITE" ..... 59

Ejercicio de Defensa Antimisil JPOW ..... 103

Nuevo UAV Searcher MK-IIJ ..... 112

### TÉCNICA

La orientación magnética. Nuevos procedimientos ..... 21

Sistema NASAMS; ¿Un nuevo concepto de empleo para la AAA? ... 49

Nuevo simulador MISTRAL con diseño y tecnología española ..... 70

Reflexiones sobre las nuevas tendencias que afectan al futuro Grupo de Artillería de la Brigada ..... 81

Estudio comparativo de boletines meteorológicos ..... 96

### HISTORIA

Apuntes históricos sobre la colección de minerales, rocas y fósiles de la ACART ..... 27

DECÍA EL MEMORIAL HACE 100 AÑOS ..... 78

### LAUREADOS

Teniente de Artillería D. Carlos Díaz Moreno e Izquierdo ..... 92

Interior portada: Unidad de Artillería montada. 1904. Óleo de Cusachs.  
Interior contraportada: Imagen que se venera en Tabanera la Luenga (Segovia).

## NUEVO SIMULADOR MISTRAL CON DISEÑO Y TECNOLOGÍA ESPAÑOLA

D. EMILIO MONTERO HERRERO  
Coronel de Artillería

El Centro de Adiestramiento y Simulación de la Academia de Artillería dispone actualmente de tres simuladores: el Simulador de Artillería de Campaña (SIMACA) y los simuladores de AAA del cañón 35/90 GDF 005 y del misil MISTRAL. El simulador de AAA misil MISTRAL NG MK5, fabricado por la empresa francesa MATRA Bae Dynamics, fue entregado a la Academia de Artillería en 1996. Su misión es la formación de los alumnos de la Academia de Artillería y la instrucción, el adiestramiento y la evaluación del personal de las unidades de AAA en la adquisición, seguimiento y tiro contra objetivos aéreos desde los puestos de apuntador/tirador y jefe de pieza. Con esta finalidad, también el RAAA 71 y el RAAA 82 disponen desde 2006 de un simulador de estas características, pero de una versión más avanzada (MISTRAL NG-2).



Fig. 1

Las unidades acuden a los simuladores en ventanas semanales con doce apuntadores/tiradores, en las que realizan ejercicios de diferente dificultad en consonancia con el número de veces que hayan asistido al simulador, dedicándose el último día a las evaluaciones.

Hasta el año 1998 el simulador de la Academia de Artillería también fue utilizado para el desarrollo de los cursos de perfeccionamiento de este sistema de armas, fecha en la que estas enseñanzas se incluyeron en las de formación.

El uso constante del simulador a lo largo de estos años, hizo que últimamente se incrementaran en gran medida el número de averías, quedando fuera de servicio en 2006. El PCMASACON, centro responsable de su mantenimiento, al considerar inviable la solución del problema través de MATRA Bae Dynamics, por los inasumibles plazos de ejecución y el elevado coste de mano de obra y piezas de repuesto de una versión de simulador que ya se encontraba fuera de servicio en Francia, encargó a la empresa ADAPTIVE SYSTEMS S.A. un estudio para su recuperación, actualización y mejora de prestaciones bajo la dirección técnica y operativa del Centro de Adiestramiento y Simulación de la Academia de Artillería.

En este sentido, debemos considerar que ADAPTIVE SYSTEMS S.A. es una empresa española con una amplia experiencia en modernización de Sistemas de Simulación, entre los que se encuentran los sistemas ROLAND y MILAN DX-143.

## 1. Configuración del simulador MATRA BAe Systems

El simulador MISTRAL de MATRA Bae Systems se compone de un puesto de tiro para el apuntador/tirador y jefe de pieza y una consola de control para el instructor.

La consola de control reproduce en tiempo real una situación de combate desde la fase de alerta a la de disparo del misil.

El software de simulación, denominado MANPADS MISTRAL TRAINER se ejecuta en la Sparc Station a partir de ejercicios programados, visualizando el ejercicio tanto en la pantalla del puesto de tiro como en el monitor del instructor, permitiendo también la visualización en un monitor externo.



Fig. 2

El software representa las funciones del puesto de tiro y munición, las imágenes observadas por el apuntador/ tirador a través de los visores y los sonidos ambientales. Para ello, dispone de cuatro paisajes distintos sobre los que se puede seleccionar veinte escenarios diferentes, lo que representa ochenta posibilidades de actuación del apuntador/tirador en combate.

En cada uno de los escenarios intervienen cuatro aeronaves, que pueden ser aviones, helicópteros o una mezcla de ambos. Estos son: F-16, SU-25, MIG-27, MIRAGE-2000 y los helicópteros Hind y Apache. Además, el instructor puede intervenir en la simulación introduciendo incidencias tales como averías en la munición y lanzamiento de bengalas por las aeronaves atacantes y la posibilidad de activación del IFF e inserción de puntos calientes, para que se pueda enganchar el autodirector de infrarrojos del misil.

La consola del instructor posee adicionalmente micrófono y altavoces para la comunicación con el apuntador tirador, así como salidas auxiliares para la conexión de un monitor externo.

El simulador, según determinados parámetros, evalúa la calidad del procedimiento técnico del tiro realizado por la dotación del puesto de tiro, asignando una nota al alumno en tantos por ciento por cada misión realizada.



Fig. 3

### 1.1. Problemas y limitaciones

Los problemas y limitaciones más significativos del simulador MATRA BAe Systems son los siguientes:

La unidad DAT está averiada, por lo que no se pueden realizar copias de seguridad ni almacenar los resultados de los ejercicios.

La unidad de discos es de 3,5,” presentando importantes fallos que no permiten la lectura y edición.

El ordenador se bloquea periódicamente, debiéndose reiniciar el equipo para poder continuar con la simulación.

El sensor fotoeléctrico de ampliación x3 no detecta adecuadamente la aproximación del tirador a la óptica.

Las tarjetas gráficas son muy lentas, eliminando en parte el efecto “tiempo real” de la simulación.

La pantalla de visualización es de tamaño reducido y poca resolución, por lo que las aeronaves no se aprecian en muchos casos.



Fig. 4

La transmisión de imágenes al puesto de tiro se lleva en dos mitades por medio de dos proyectores totalmente obsoletos y con numerosas averías de difícil y costosa solución al ser modelos exclusivos de la casa Matra Bae.

Al existir un número muy limitado de ejercicios el tirador acaba por aprenderse de memoria las evoluciones de los aviones, con lo que se falsean totalmente las evaluaciones.

No existe posibilidad de interacción modificando las rutas de los aviones, ni de modificar el punto de entrenamiento en el escenario.

Su software cerrado no permite una regeneración sencilla en caso de averías en el sistema.

No se pueden variar las condiciones ambientales: mañana, atardecer, lluvia, niebla, ni posee efecto de deslumbramiento del sol, ni otros efectos como reflejos del agua, etc.

No es posible realizar simulación en modo IR (nocturno o “todo tiempo”), ni es compatible con las nuevas herramientas SILAM, POT, CO-AAAS, etc., ni interconectable con otras armas para simulaciones conjuntas.

No es posible el diseño de nuevas acciones, escenarios, aeronaves, etc, ni almacenar ejercicios y ejecutarlos posteriormente en modo moviola.

No posee una base de datos potente y flexible para un mejor seguimiento de los apuntadores/tiradores.



Fig. 5

Los datos generados como resultado de las evaluaciones no son equiparables con los generados por los simuladores del RAAA 71 y RAAA 82, al ser versiones diferentes.

## 2. Configuración del nuevo simulador MISTRAL de ADAPTIVE SYSTEMS S.A.

Previamente, antes de la intervención definitiva, el simulador fue modernizado por ADAPTIVE SYSTEMS S.A. en la parte de visualización del puesto de tiro, eliminando los problemas que se producían en los proyectores. Los trabajos realizados consistieron en la creación de un circuito electrónico e informático para la adaptación de señales a un único proyector, integrando el circuito en el sistema y sustituyendo los dos proyectores originales por un proyector tipo COTS (equipo comercial de bajo coste) de superiores prestaciones, lo que permite una mayor fiabilidad, mayor duración del conjunto, mayor ligereza, menor tiempo de puesta en funcionamiento y facilidad y bajo coste en la obtención de repuestos.

### 2.1. Características generales

El nuevo simulador, por su diseño, conforme a las necesidades de Ejército y fabricación española, permite una rápida resolución de problemas y una adaptación a las nuevas necesidades. Además, es posible realizar una evolución continua, ya que se pueden llevar a cabo nuevas funciones, entre las que se encuentra la simulación del arma en tiro con cámara infrarroja y la posibilidad de enlace con el COAAAS.

### 2.2. Características de hardware

Al estar basado su diseño y construcción en elementos COTS, puede ser mejorado fácilmente para ganar en velocidad y calidad de imagen e inclusión de nuevas características con costes reducidos. Entre ellos, se incluyen los micrófonos, altavoces auriculares y elementos accesorios de los PCs (teclados, ratones, etc.).

Dado que las comunicaciones con el arma y el sistema de captura de movimientos se realiza mediante USB, el cableado pasa de tener más de 30 líneas de datos a solo 4 (dos de alimentación y dos de datos). Además el cable es COTS, estándar.

No se requieren los anteriores “encoders” (sensores de giro en azimut y orientación) para el cálculo de posición, haciendo al simulador independiente del arma.

El empleo de ordenadores distribuidos multinúcleo permite la ejecución de varias tareas simultáneamente, con aumento de velocidad de simulación.

El nuevo sistema utiliza red local de 1 Gigabit/sg para la conexión de los ordenadores en red local y para la simulación distribuida. Esta conexión es 100 veces más rápida que la del simulador anterior.



Fig. 6

Las imágenes gozan de una mayor resolución y profundidad de color. Anteriormente, debido a las limitaciones tanto del hardware de representación (proyectores), como de los equipos encargados de generar las imágenes, eran de baja calidad. Ahora esta característica ha sido mejorada gracias a los avances en sistemas COTS de generación de imágenes 3D –impulsado sin duda por la industria de los videojuegos-. La ventaja principal radica en que se pueden aprovechar los avances en este campo casi inmediatamente, instalando nuevas tarjetas 3D más potentes y proyectores de mayor definición.

La conexión de vídeo entre el equipo de generación 3D y el proyector es mediante un enlace HDMI -Interfaz multimedia de alta definición-, que es una norma de audio y vídeo digital sin compresión y apoyado por la industria. Este enlace es totalmente digital, con un ancho de banda de 340 MHz (10.2 Gbit/s), lo que mejora extraordinariamente la calidad de imagen. En el simulador anterior se usaba una conexión de vídeo RGB. Cada componente de la señal RGB ocupa un ancho de banda de 5MHz, muy inferior por tanto a las posibilidades actuales.

### 2.3. Características de software

Un aspecto fundamental de un simulador de un arma antiaérea es la simulación de la atmósfera y todas sus condiciones (lluvia, sol, nubes, visibilidad, etc.). Al realizar el simulador el cálculo de ambiente en tiempo real, todas las condiciones ambientales pueden simularse de forma dinámica y variarse durante los ejercicios. La versión anterior simulaba las condiciones atmosféricas de forma estática.

La generación y representación de nubes, elementos también fundamentales para la simulación de armas antiaéreas, se realiza ahora íntegramente en la tarjeta gráfica (GPU). En ella se utilizan “vertex shaders”, para obtener, por ejemplo, el rendimiento necesario para generar nubes realistas en tiempo real. Vertex shaders son técnicas avanzadas de programación que se utilizan en la propia tarjeta gráfica para mejorar la visualización. Permiten conectar dos tarjetas gráficas repartiéndose tareas entre ellas para poder hacer más realista la imagen.



Fig. 7



Fig. 8

Permiten conectar dos tarjetas gráficas repartiéndose tareas entre ellas para poder hacer más realista la imagen.

Ahora los objetos 3D (aeronaves) proyectan sombras sobre el terreno, característica que aporta realismo y que no era utilizada en el simulador anterior. También la simulación del agua y sus efectos es un elemento novedoso de este simulador. Este efecto simulado permite reflejar tanto objetos (aeronaves) como la luz del sol, provocando deslumbramientos en el tirador.

La calidad de la imagen tiene la posibilidad de ser mejorada, ya que el motor de generación

3D usa Direct 3D. El objetivo de esta API es facilitar el manejo y trazado de entidades gráficas elementales, aprovechando el hardware de aceleración gráfica disponible en la tarjeta gráfica. Con cada versión de la misma (actualmente versión 10) se consigue un aumento considerable en el rendimiento y mayor nivel de detalle en las texturas, permitiendo un mayor realismo.

El sistema es compatible con prácticamente todos los formatos de información de elevación de terrenos (DEM - Digital elevation model). Este alto grado de compatibilidad permite incluir terrenos a partir de cualquier base de datos GIS actual, lo que le confiere un alto grado de flexibilidad a la hora de añadir nuevos terrenos.



Fig. 9

Asimismo, el motor 3D utilizado es compatible con varios formatos de archivos 3D (.3ds, .x, .wrl, .max, etc). Además existe la posibilidad de realizar conversiones desde cualquier formato 3D, lo cual aumenta considerablemente las posibilidades de inclusión de nuevas aeronaves (aviones y helicópteros).

Asimismo, el motor 3D utilizado es compatible con varios formatos de archivos 3D (.3ds, .x, .wrl, .max, etc). Además existe la posibilidad de realizar conversiones desde cualquier formato 3D, lo cual aumenta considerablemente las posibilidades de inclusión de nuevas aeronaves (aviones y helicópteros).

## 2.4. Características funcionales

Como novedad respecto al simulador anterior, el instructor tiene la posibilidad de crear nuevas misiones, pudiendo configurar todos y cada uno de los parámetros que definen una escena. Asimismo, se puede modificar la misma y las trayectorias ya creadas con facilidad. Se dispone, a su vez, de la posibilidad de modificar el emplazamiento del arma y las condiciones atmosféricas.

### 2.4.1. Generación de misiones

Es posible generar hasta 4 aeronaves diferentes en una misma escena, con un diseño preciso de su trayectoria en tiempo real, cota y velocidad. Asimismo, se pueden generar intervalos de inicio de vuelos en ataque (pausas entre aeronaves, etc.), lanzamiento automático de bengalas, creación de vuelos estacionarios (para helicópteros) y previsualización de la escena creada

El simulador utiliza escenarios reales 3D, pudiéndose incluir otros nuevos a partir de un GIS y una imagen aérea del terreno, lo que amplía profundamente las posibilidades del simulador.

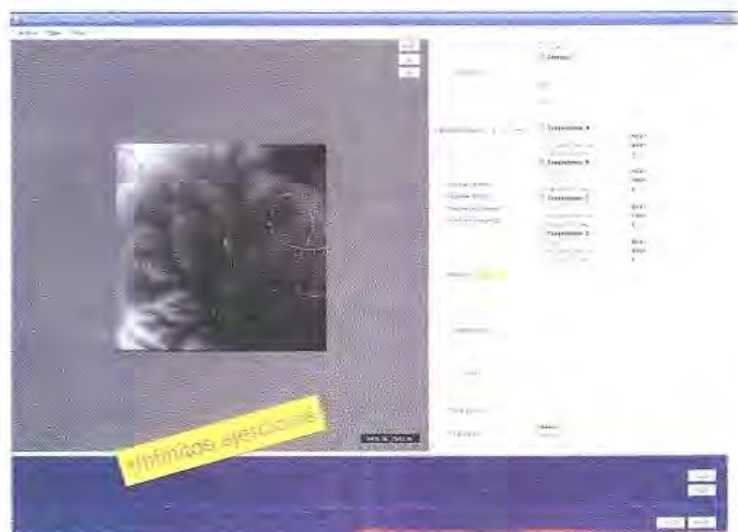


Fig. 9