
ENTRENAMIENTO AVANZADO DE CAZA Y ATAQUE “SIMULACIÓN VIRTUAL EN CABINA”

Los cambios en los escenarios políticos, militares y económicos están forzando a revisar los objetivos estratégicos de las Fuerzas Armadas de numerosos países y, como consecuencia, a racionalizar sus recursos. En el mismo período, las prestaciones de los aviones, en términos de capacidad de maniobra y complejidad de los sistemas integrados, aumentaron los ya exigentes requisitos de entrenamiento de los pilotos, particularmente en lo referente a armamento y sistemas específicos de misión. Muchas Fuerzas Aéreas han emprendido una profunda reorganización orientada al entrenamiento a fin de conseguir una reducción significativa de los costes, sin merma del nivel de preparación. En este escenario se pueden observar dos fenómenos:

- La revisión profunda de los programas de formación y entrenamiento, en conjunción con la definición de nuevos atributos específicos: metodología, tecnologías, etc.

- La constante evolución de las operaciones militares, con un tempo que nunca antes había existido, y las amenazas internacionales, como el terrorismo, que exigen que el entrenamiento de las Fuerzas Armadas sea más versátil y tecnológicamente avanzado.

El entrenamiento moderno ya no es únicamente una cuestión de ejecutar la correcta maniobra sino, más bien de gestionar los sistemas del avión al mismo tiempo que se vuela bajo condiciones de presión impuestas por el ambiente externo. De las aeronaves de combate actuales de cuarta generación, se podría decir que resultan más fáciles de volar pero, sin embargo, son más complejas en la gestión de sus sistemas operativos asociados. Como consecuencia de ello, el piloto de combate tiene que ser entrenado para desarrollar capacidades como:

- Gestionar importantes cantidades de información, priorizando su importancia en cada momento.

- Operar en diferentes tipos de escenarios naturales, incluyendo el urbano, sin una frontera delimitada entre “amigo-enemigo” (FLOT).

- Operar en entornos multinacionales y conjuntos.

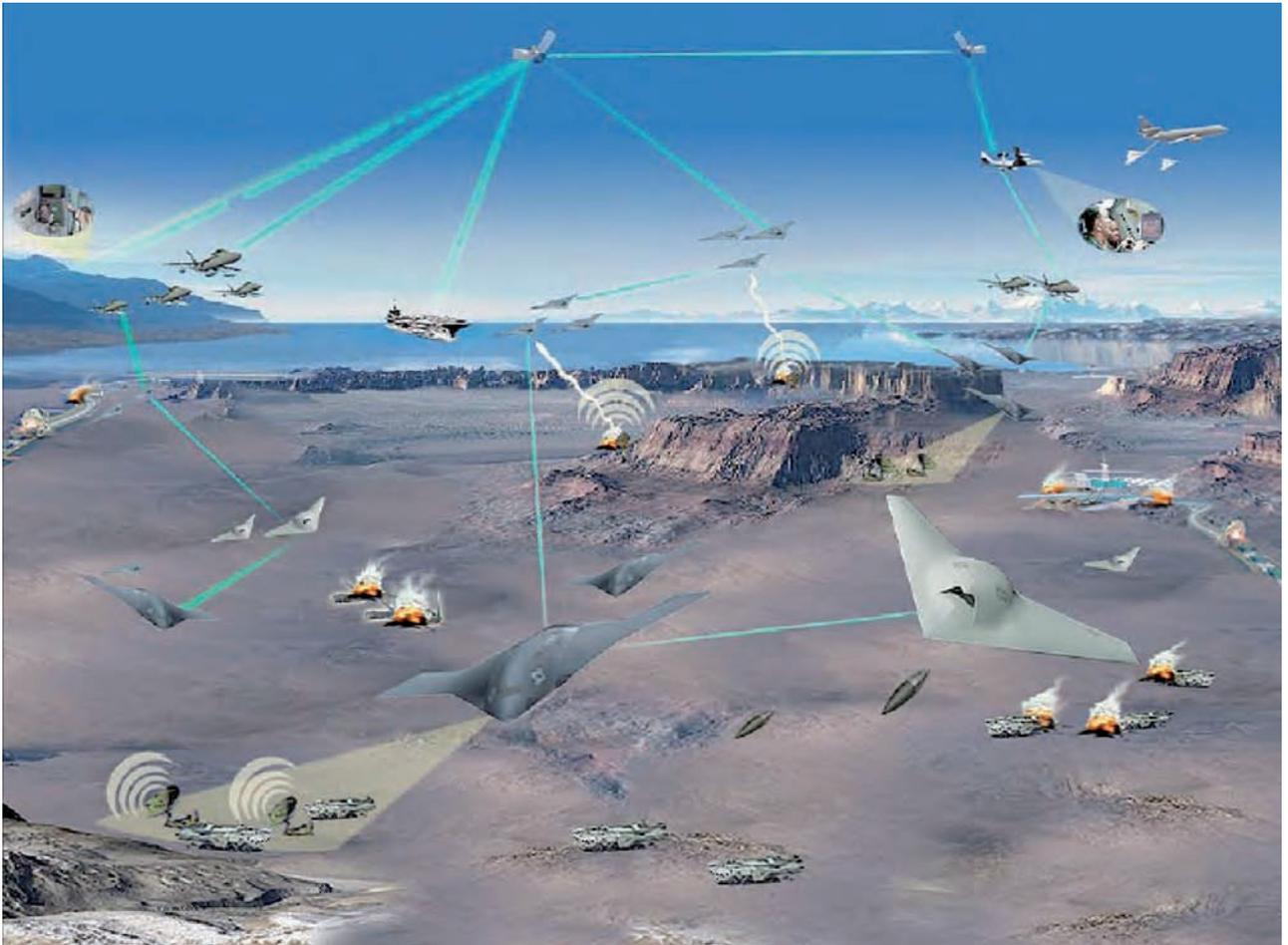
- Adquirir y mantener una visión global de la evolución del escenario táctico (*Situational Awareness*).

Paralelamente, en este nuevo entorno de entrenamiento también juegan un papel importante otros aspectos logísticos y económicos tales como:

- Los costes relacionados con la actividad de vuelo.



**Rafael E. Sánchez
Gómez**
Coronel de Aviación



– El limitado espacio aéreo disponible para la actividad de entrenamiento en vuelo, así como la cada vez mayor regulación del tráfico aéreo que restringe las operaciones aéreas militares.

– La limitada disponibilidad y/o versatilidad de áreas de entrenamiento táctico equipadas adecuadamente.

– Los costes logísticos derivados del planeamiento de misiones aéreas complejas (escenarios *multi-bogeys*) en el ámbito del adiestramiento de fuerzas multinacionales.

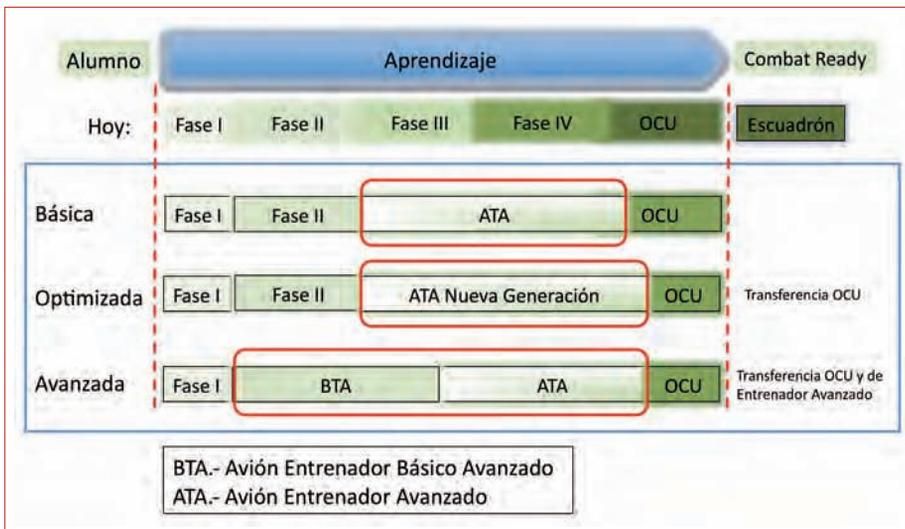
Por lo tanto, nos encontramos ante una situación en la que la necesidad de reducir los costes de operación, la dificultad de completar un programa exigente de entrenamiento táctico, el tiempo de formación disponible, etc., nos lleva a explorar nuevas aproximaciones al entrenamiento de los pilotos de Caza y Ataque que den respuesta a su formación en un proceso sin discontinuidades.

Los módulos tradicionales de entrenamiento de las tripulaciones de Caza y Ataque están evolucionando en una serie de fases, mediante diferentes aviones, para preparar a los alumnos (*Student Pilot-SP*) en las altas exigencias de los aviones de combate. En general, estos pasos tienden a consi-

derar cuatro fases que, de manera genérica, se podrían estructurar de la siguiente manera:

1. *Screening/Elemental/Inicial*:
 - Fase I: Grob, T-103, T-35 Pillan, PC-9.
2. Entrenamiento de Vuelo Básico:
 - Fase IIA: Básica en un avión turbohélice como T-6A/B, PC-21, Epsilon, KT-1.
 - Fase IIB: *Basic Fighting Manoeuvre (BFM)* / Interceptación A-A, en un avión turbohélice como PC-21, T-6C, Tucano.
3. Entrenamiento de Vuelo Avanzado:
 - Fase III AJT: *Advanced Fighting Manoeuvre (AFM)* / *Low Level Navigation (LLN)* / Ataque A/G; avión reactor tipo M-339/346, Hawk, F-5M, T-50.
 - Fase IV LIFT: Entrenamiento Aéreo Táctico; avión reactor tipo M-346, Hawk, F-5M, TA-50.
4. Entrenamiento Unidad de Conversión Operativa (OCU).

Este esquema introduce a los SPs en el entorno de las cabinas de los aviones de combate operativos, permitiendo ciertos aspectos de familiarización y entrenamiento de procedimientos, los cuales pueden ser realizados, de manera temprana, en el programa de instrucción. También protege, en cierta



La idea fundamental es entrenar al SP en el avión mediante la simulación de un Escenario Táctico sintético en el que elementos simulados, llamados "Computer Generated Forces-CGF" (por ejemplo, cazas, artillería anti-aérea, fragatas, etc.), que se programan como fuerzas hostiles, neutrales o amigas, de acuerdo con doctrinas de empleo específicas. Cada CGF maniobra en función de las capacidades y prestaciones de la plataforma en cuestión. El piloto interactúa con el Escenario Táctico operando los sensores y sistemas de armamento, tanto Aire-Aire como Aire-Suelo, cuyas características de simulación son parte del ET2S. Dada la gran flexibilidad en su empleo, el ET2S permite al Piloto Instructor (*Instructor Pilot-HP*) diseñar y gestionar los diferentes Escenarios Tácticos. La complejidad del Escenario Táctico puede ser establecida en el avión de manera que la curva de aprendizaje del SP se ajuste adecuadamente a los objetivos de entrenamiento previstos en el Programa de Formación (*Syllabus*).

La entrada en servicio de aviones de combate de 4ª y 5ª generación, como el F-16 Block 50, EF2000, Joint Strike Fighter (JSF), Rafale, etc., exige nuevos estándares para el entrenamiento de pilotos en las Unidades de Conversión

manera, contra la obsolescencia de sistemas pues las actualizaciones pueden ser realizadas con nuevo *software* más que con nuevo *hardware*.

Una solución válida capaz de satisfacer los requisitos actuales del entrenamiento de las tripulaciones de combate, al mismo tiempo que se respetan las limitaciones presupuestarias existentes, es la simulación en cabina del entorno táctico, también llamado Sistema de Entrenamiento Táctico Integrado (*Embedded Tactical Training System-ET2S*). Prueba de ello es que la totalidad de las principales Fuerzas Aéreas en el mundo están introduciendo dicho sistema ET2S como un requisito obligatorio y fundamental en el entrenamiento por fases.

Operativa (*Operational Conversion Unit-OCU*). Esto, a su vez, implica la obtención de estándares superiores al final del periodo de formación en la Fase IV "Lead-in Fighter Training-IIFT", antes de pasar a las OCU. En esta línea, el nuevo concepto del diseño del F-5M español ha sido la respuesta a la exigencia, cada vez mayor, de nuevos requisitos de entrenamiento, con el objetivo deseado de reducir los costes de operación en las OCU mediante la transferencia de determinados requisitos de instrucción a la Fase IV-IIFT.

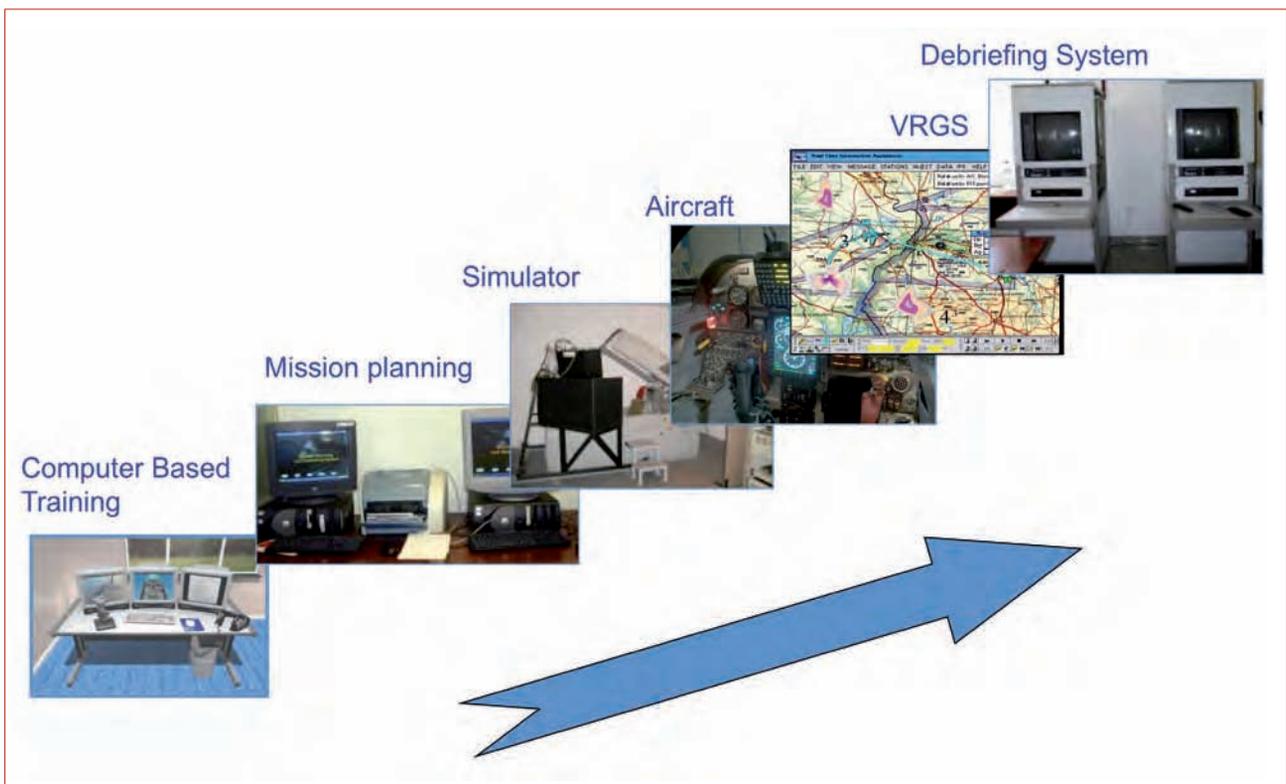
Estudios de Análisis de Necesidades de Entrenamiento (*Training Needs Analysis-TNA*), contemplando la formación aeronáutica como una se-

cuencia continua desde la Fase Básica (Fase II) a la Fase Avanzada Táctica (IV-LIFT), han permitido identificar las especificaciones del sistema ET2S requeridas para el entrenamiento de la nueva generación de pilotos de combate, los cuales habrán de operar en escenarios centralizados de Mando y Control (Networked-Centric Comand and Control Warfare) con aviones de combate de 4ª y 5ª generación. Este proceso TNA ha resaltado el papel clave que el ET2S juega en establecer nuevos estándares en el diseño de los Programas de Formación de Caza Avanzada (Fase III) y Táctica (Fase IV-LIFT). El desarrollo de mejores estándares en dichas Fases es obtenido por medio de la exposición temprana del SP en el empleo de nuevos sistemas operativos (sensores), así como en la aplicación de tácticas en escenarios más realistas. Los beneficios se acumulan en el desarrollo de dicho programa desde el inicio de la actividad académica en el aula. Para apoyar la actividad operativa, el Curso Académico de Instrucción de Caza Avanzada (Fase IV LIFT) tendrá que incluir, a partir de ahora, aspectos que tradicionalmente fueron parte del programa de las OCU como:

- Los principios de empleo de los sensores,
- La operación de los subsistemas de ayudas defensivas (*Chaff*, bengalas, perturbadores),
- El empleo de las armas (misiles de guiado activo y pasivo, bombas, cohetes y cañón),
- El mayor conocimiento de tácticas de interceptación y combate aéreo.



El ET2S permitirá una operación eficaz; primero en el simulador FMS (*Full Mission Simulator*) para ganar práctica y confianza, y después en el avión para consolidar el entrenamiento. El objetivo es mejorar el valor de cada hora utilizada en cada medio de entrenamiento, incluyendo el avión como un sistema de entrenamiento aerotransportado, ma-



ximizando los resultados y manteniendo unos costes reducidos. También la incorporación adecuada del ET2S en el programa de entrenamiento maximiza las oportunidades de transferir requisitos de una Fase de Vuelo a otra de nivel inferior a lo largo del proceso de formación del piloto, con especial interés en su reducción de la Fase V (OCU) a la Fase IV (LIFT). En definitiva, el ET2S contribuye a aumentar la eficiencia de la Enseñanza de todos los medios de entrenamiento, incluyendo el avión. Esta transferencia de requisitos proporciona oportunidades para desarrollar el conocimiento y la pericia requerida en la consecución de los objetivos de entrenamiento, por Fases, con costes menores:

- Para un nivel de destreza dado, dicha transferencia permite al equipo docente mover a Fases más tempranas los requisitos normalmente conseguidos en Fases más avanzadas; consiguiendo de este modo mayores reducciones en los costes. El desarrollo temprano de niveles de destreza mejora

las prestaciones de los modernos aviones de combate. Un elemento de relevancia en el sistema ET2S es la posibilidad de "Leading-in Training" en escenarios complejos donde entidades reales (otros aviones) interactúan con las entidades sintéticas (CGF) en diferentes modos:

- Modo Autónomo: Un único aparato opera el sistema integrado aisladamente contra solamente CGFs.

- Modo Integrado (*Networked*): Un único aparato opera el sistema integrado y comparte el mismo escenario con dos o más participantes reales, incluyendo una Estación de Seguimiento Terrestre.

La industria ha experimentado con diferentes tipos de arquitecturas de sistemas de "Embedded Training": MB-339CD2 Embedded Simulation, 1997-2004; MB-311, MB-346, F-5M, Haw AJT, T-50., etc. En el contexto de requisitos de entrenamiento cada vez más exigentes, estos están tomando las siguientes direcciones:

- Ampliar las funcionalidades del sistema para cumplir con la complejidad requerida del entorno operacional del usuario;

- Combinar las experiencias pasadas para conseguir una integración más precisa en el Sistema de Misión del Avión con recursos informáticos más elevados;

- Operar el ET2S con los sistemas AACMI "Autonomous Airborne Combat Manoeuvring Instrumentation";

- Operar con la arquitectura del Sistema de Entrenamiento Integrado (ITS): aviones, simuladores y enseñanza interactiva basada en ordenador.

El cumplimiento de estos requisitos ha conducido al desarrollo del ET2S, en términos de *hardware* de computación dedicado, integrado en el Computador de Misión del

avión y conectado directamente al transceptor *data-link*, el cual soporta tanto el ET2S como el entorno ACCMI (esta frase suena un poco rara, no?). Esto ha permitido mejorar las capacidades del E2TS introduciendo:

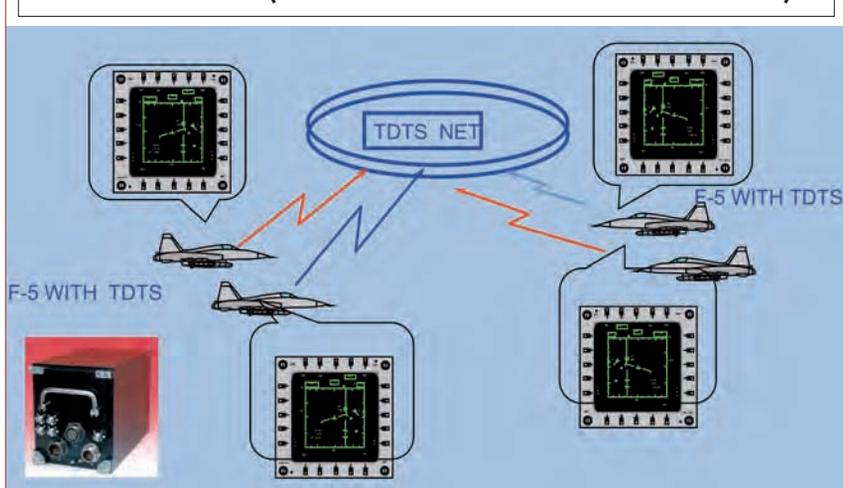
- Modelos de simulación de gran fidelidad de sistemas de armamento y sensores.

- Modelos más sofisticados de plataformas y comportamiento de fuerzas CGF;

- Capacidad de realizar entrenamiento cooperativo "Más allá del Alcance Visual, Beyond visual Range-BVR" y de BVR a Combate Cercano "Within Visual Range-WVR" con cuatro o más aviones.

- Mejoras de la capacidad de la Estación de Tierra para apoyar las nuevas capacidades de los sistemas y las herramientas específicas para crear las CGF en términos de modelar la definición de

RADAR VIRTUAL (TRAINING DATA TRANSFER SYSTEM-TDTS)



la estadística de éxito, pues permite también la identificación temprana de los niveles de habilidad de los pilotos y su encuadramiento en las diferentes especialidades de vuelo.

- Para un número dado de horas de vuelo, la transferencia permite el desarrollo de mayores niveles de destreza del piloto al final de la Fase LIFT, garantizando el rol primario de la OCU como plataforma de conversión (transición). El ahorro de costes es obtenido mediante el aumento del número de horas de vuelo en la fase LIFT, reduciendo, al mismo tiempo, las horas de vuelo en la OCU, las cuales es bien sabido que son las más caras en el entrenamiento.

La mayor pericia ganada en la Fase LIFT permite una transición adecuada al nivel de Escuadrón donde se podría dedicar mayor tiempo en explotar

las prestaciones de la plataforma y su comportamiento. Estas herramientas informáticas han sido integradas en el Sistema de Apoyo a la Misión (*Mission Support System-MSS*), conectadas a la arquitectura del ITS (por ejemplo, el TMIS, FMS, etc.) para seguir el progreso y desarrollo del alumno en relación al Programa de Entrenamiento.

La tecnología ET2S es similar en los diferentes Sistemas de Entrenamiento salvo en lo que respecta a la incorporación de funciones más sofisticadas que permitan la integración de nuevos estándares LIFT asociados a la entrada en servicio de aviones de combate de 4ª y 5ª generación:

- HMI (*Human Machine Interface*), Control de sensores y Gestión de los sistemas de autoprotección (DASS) durante las operaciones tácticas;

- Simulación del Radar Multifunción de Control de Fuego (FCR), que incluye los modos típicos de Aire-Aire y Aire-Suelo tales como el *Range-While Search-RWS*, *Track-While Scan-TWS*, *Ground Mapping-GM*, *Air to Ground* con distancia-AGR.

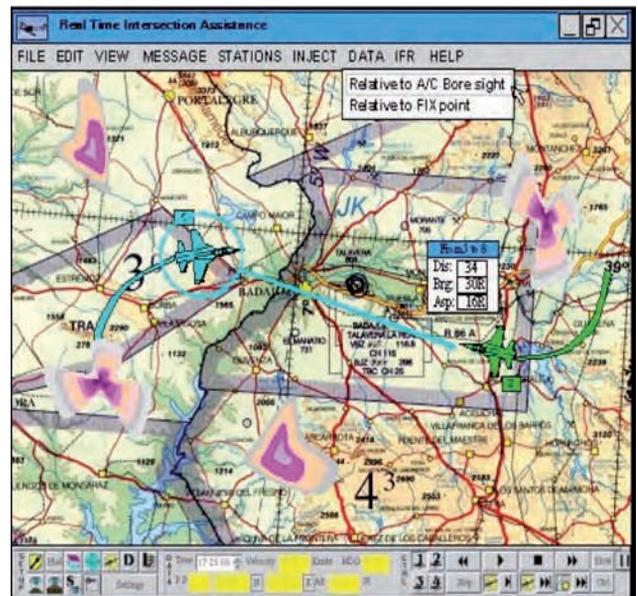
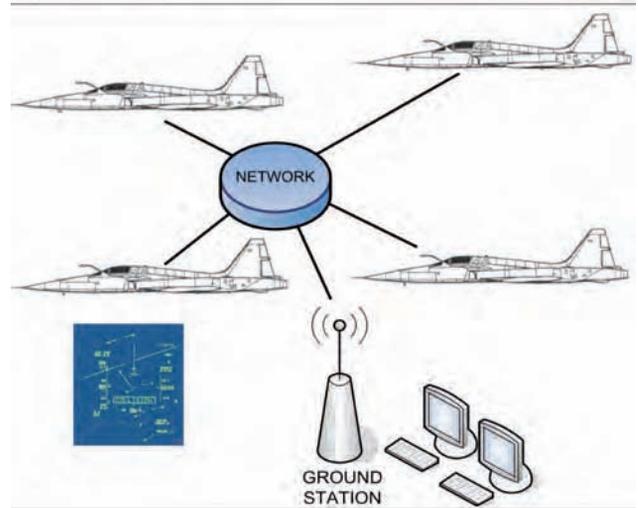
- Una simulación táctica *data-link* proporciona la información de actividad de elementos, como objetivos, formaciones, etc., en una pantalla de situación táctica (*Tactical Situation Display-TSD*), la cual puede ser acoplada al FCR para la designación del objetivo. Usando el TSD el alumno toma conciencia de la situación táctica acerca de la actividad de las amenazas, así como las posiciones *data-link* de los miembros de la formación y objetivos designados.

- Una simulación de la *Suite de Guerra Electrónica (Electronic Warfare Suite-EWS)* proporciona el Alertador de Amenazas (RWS, *Radar Warning Receiver*), el Sistema de Alerta de Lanzamiento y Aproximación de Misil (MALWS, *Missile Approach and Launch Warning System*), LWS (*Laser Warning System*) y sistemas de contramedidas pasivas y activas. Los sistemas de contramedidas pasivas y activas pueden operar en modo automático, semiautomático y manual. Las indicaciones de amenaza, procedentes de los sensores RWR, MALWS y LWS, generan diferentes avisos de alerta y mensajes sintéticos en la cabina para avisar al piloto acerca de una amenaza específica; además, estos sistemas operan conjuntamente con los subsistemas defensivos.

- El sistema de gestión de configuración de armamento del avión (*Store Management System-SMS*) controla las armas simuladas, incluyendo misiles de medio (MRM) y corto alcance (SRM), bombas, cohetes y cañones. Los algoritmos de disparo son parte del *software* del avión, mientras que la selección del modo *Master* del avión automáticamente selecciona la operación del modo FCR, el sistema de armas y los parámetros de la envolvente de disparo representados en el HUD.

- Cada escenario incluye un objetivo (*Pop-up target*), consistente de una CGF, el cual está inacti-

ESTACIÓN DE TIERRA-RADAR VIRTUAL



vo hasta la orden del instructor. Esta característica proporciona un elemento imprevisible en el escenario probando la capacidad del SP en relación al control y priorización de la situación táctica.

Expandiendo la capacidad de misión del avión al entrenamiento de combate, el ET2S permite una exposición del SP en las siguientes áreas:

- El control de la situación táctica por medio del uso adecuado de sensores y sistemas integrados.

- La gestión de sistemas y sensores, operando sistemas en cabina modernos, sofisticados y altamente integrados.

- La operación táctica cooperativa, basada en una comunicación en red, a través de un sis-

tema de distribución de información.

- El empleo de armamento aéreo con diferentes tipos de guía y alcance.

Por otra parte introduce ventajas operativas, logísticas y económicas para el Sistema de Entrenamiento moderno:

- Versatilidad: implementando diferentes plataformas, operando autónomamente o en misiones *multi-bogey* en red;

- Modular: permitiendo el aumento gradual en la complejidad de la misión y la fidelidad funcional, siguiendo la curva óptima de aprendizaje del SP;

- Portabilidad: capacidad de operar en cualquier espacio aéreo de entrenamiento (incluso bajo control remoto y sin necesidad de instalaciones de apoyo en tierra);

RADAR VIRTUAL (MFD) AIR TO MFD



- Reducción de costes: no hay necesidad de disponer de sensores/equipos/*data-link* tácticos reales y costosos, así como de fuerzas reales cooperativas/enemigas reales.

En conclusión, para hacer frente a las presiones presupuestarias y elevados tiempos operacionales, se ha convertido en algo fundamental aumentar tanto la eficiencia como la efectividad en los costes de los programas de entrenamiento en vuelo. El principio fundamental de la transferencia de misiones traslada requisitos del entrenamiento avanzado a niveles inferiores

a través del uso de nuevas tecnologías o la adopción de diferentes metodologías. Los madrugadores ya han empezado a ver disminuir los costes debido a la reducción de los períodos de entrenamiento de las tripulaciones, los cuales, a su vez, liberan dispo-



nibilidad en términos de número de aviones. Un tópico recurrente ha sido la exigencia de un avión entrenador de nueva generación que responda a los requisitos de los programas de entrenamiento actuales y futuros.

Ante el reto de los nuevos requisitos en la formación de los pilotos de Caza y Ataque, las Fuerzas Aéreas tienen ante sí diferentes opciones: básica, empleo de un Avión Entrenador Avanzado, tipo F-5M; Optimizada, aumento de la transferencia de misiones de las OCUs, Básico optimizado; Avanzada, optimización del empleo de un Entrenador Básico Avanzado y un Entrenador Avanzado que permita extender la Fase II y transferir un número significativo de horas de vuelo de las OCUs. Esta última es un factor clave para minimizar la inversión inicial en plataformas y costes

RADAR (HUT) AIR TO AIR



de operación, a la vez que mantiene el mismo nivel de efectividad del entrenamiento operacional.

Hoy en día, la comunidad de la aviación de enseñanza militar ha aceptado el principio de transferencia del entrenamiento de las Unidades de Combate y de Conversión Operativa, a condición de que la plataforma de entrenamiento utilizada pueda reunir los requisitos de entrenamiento y hacerlo, además, con un coste-eficacia adecuado. La experiencia,

hasta el momento, indica que se pueden llegar a obtener reducciones en los costes del orden del 25%. El Ejército del Aire, no exento de necesidades específicas y limitaciones presupuestarias, habrá de proporcionar respuestas innovadoras a los requisitos de entrenamiento de los pilotos de Caza y Ataque en los años venideros ■

En un mundo en el que los desastres naturales han afectado a casi 2.000 millones de personas en la última década*, el A400M permite a los dirigentes militares y políticos ofrecer una respuesta más rápida y eficaz. Es el avión de transporte más avanzado



fabricado hasta la fecha, puede transportar personal, maquinaria pesada, camiones



y hasta helicópteros más lejos, más rápido y más cerca de allí donde es necesitado.

A400M: PARA ELLA, SIMPLEMENTE UNA CUESTIÓN DE SUPERVIVENCIA. Puede

lanzar material de ayuda o repostar en vuelo a otros aviones, aterrizar en pistas no



preparadas y sobrevolar con seguridad áreas en conflicto. Para descubrir

lo que representa el A400M en un mundo lleno de incertidumbre

visite airbusmilitary.com

