

**E**N los últimos meses se ha escrito a menudo sobre el EF-18: del avión, programas para capacitarle de armamento en un futuro inmediato, etcétera; pero se ha hablado pocas veces o ninguna del simulador del EF-18. Es por lo que dadas sus especiales características, la increíble utilidad de éste si se le da un uso correcto y por lo específico de su misión, se hace necesario dedicarle unas líneas y hacer algunas consideraciones sobre esta maravilla de la ingeniería y la informática, y en concreto sobre la especialidad o rama más revolucionaria de aquélla que es la simulación.



## Generalidades sobre los simuladores (sus comienzos) y entrenamiento de un piloto en el simulador del EF-18

**RAFAEL DE DIEGO COPPEN**  
*Capitán de Aviación*

*Fotos: Sargento MIGUEL ANGEL LUCERO GARCIA*

Recientemente, en el mes de noviembre, CESELSA ha finalizado la integración del OFP 89C (Operational Flight Program), tanto en el simulador de EF-18 de la Base Aérea de Torrejón, como en el de la Base Aérea de Zaragoza, según un programa entre aquél y el Ejército del Aire que

comenzó en 1984 con la fabricación de los simuladores del sistema de armas EF-18. Más tarde, en septiembre de 1987, el SOTV EF-18 I (Simulador operacional táctico de vuelo) fue instalado y aceptado en la Base Aérea de Zaragoza, haciéndolo el SOTV EF-18 II en la Base Aérea de Torre-

jón en 1988. La configuración inicial de los simuladores era la correspondiente al avión C15-14 al 15 de enero de 1985 (OFP 84A). El programa de actualización de los simuladores comenzó en julio de 1989 y en la 1ª fase del mismo se hicieron equivalentes los simuladores al avión C-15-47

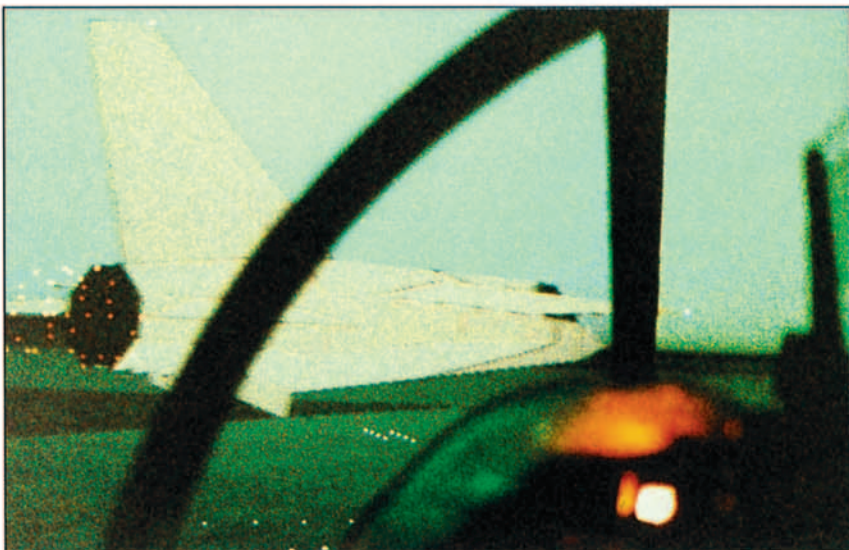


configurado al 1 de enero de 1989 (OFP 87X+). Las pruebas de aceptación se pasaron en Zaragoza en agosto de 1990 y los dos simuladores estuvieron listos para entrenamiento en septiembre de 1990.

La 2ª fase del programa de actualización supone un verdadero *retrofit* hardware y software a los simuladores con la integración del OFP 89C, haciendo equivalentes los simuladores al avión C-15-65 configurado en enero de 1990 (OFP 89C), aunque la OFP 89C no se instaló en la flota hasta abril de 1991.

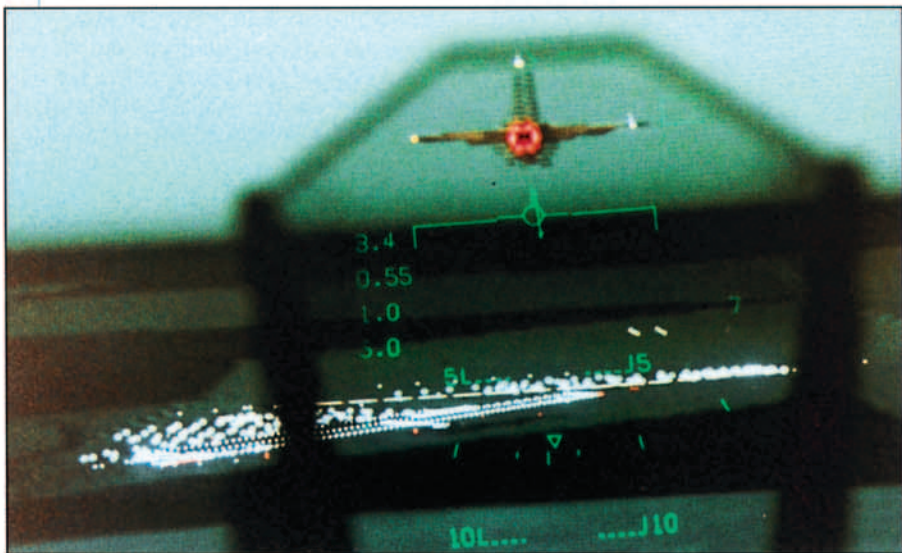
## GENERALIDADES

Parece claro que, desde sus principios, los simuladores de vuelo tenían por objeto reproducir en el suelo el comportamiento de una aeronave en vuelo. La investigación y desarrollo con los años ha supuesto que actualmente existan más de 600 simulado-



res en el avión, con el apoyo del simulador se consigue un regulado final superior al que se conseguiría sin él, con el consiguiente coste económico necesario en horas de vuelo para lle-

más de medio siglo, la mayoría de las ventajas y beneficios de la simulación han tenido lugar solamente a partir de mediados de los años sesenta.



res en todo el mundo, para entrenamiento y mantenimiento de habilidades de pilotos civiles y militares.

Las características de estos se podrían resumir en cuatro puntos:

- Incrementar la eficacia del entrenamiento, dado que éste no será interferido por factores imprevistos como condiciones atmosféricas adversas, etc...

- Entrenamiento conseguido a más bajo coste. De modo que sin reducir el número de horas de entrenamiento

gar a obtener el mismo entrenamiento y resultado.

- Incrementan la seguridad durante el entrenamiento desde cualquier hipótesis de simulación (emergencias, condiciones ambientales, etc...

- Gran facilidad para practicar situaciones críticas o límite, que por razones de gasto, seguridad y practicabilidad no pueden ser ensayadas o reproducidas en el mundo real.

Es destacable que a pesar de que los simuladores existen desde hace

## PRIMEROS ESFUERZOS HACIA LA SIMULACION

Antes de que se hubiera llevado a cabo el primer vuelo de la historia por los hermanos Wright (en 1903, uno de 59 metros, consiguiendo en 1905 uno de 39 km), estaba ampliamente extendida la idea de que un poderoso aeroplano sería tan estable como un vehículo y que podría llegar a ser volado sin unas habilidades previas adquiridas. Sin embargo, la experiencia demostró rápidamente lo contrario y que para mantener "el equilibrio" en un aeroplano, era necesaria la habilidad del "operador" y que el vuelo sería imposible sin un mínimo de habilidades adquiridas o aprendidas.

Se vio así la necesidad de desarrollar una aproximación lógica a la enseñanza de, al menos, algunas habilidades requeridas para el vuelo real de un aeroplano pero realizado con la seguridad que da el estar "pegado" al suelo. Surgía así, la primera intuición del simulador.

Un pionero ejemplo fue el llamado Sanders Teacher, creado en 1910. El Sanders Teacher era un aeroplano modificado, montado en un artilugio unido al suelo. En él, el estudiante



## GRAFICO Nº 1

### A) GENERAL

#### a) Familiarización

- De cabina, tomando contacto con la nueva gama de presentaciones, interruptores y botones que tendrá que llegar a conocer perfectamente.
- De procedimientos, tanto normales como de emergencia, donde se contempla que exista una correcta realización en la ejecución de ambos.

#### b) Emergencias

Donde no sólo se contempla la correcta ejecución de procedimientos, sino que lleva consigo la realización del vuelo de recuperación al campo de aterrizaje, en circunstancias que pueden ser todo lo degradadas que se desee (\*).

#### c) Vuelos de navegación

Donde el objetivo es adiestrar al piloto en la aproximación instrumental, tanto al campo propio como al alternativo, en las condiciones ambientales y meteorológicas que sean requeridas.

### B) ESPECIFICO

#### a) Táctico Aire/Aire.- Que proporciona al piloto:

- Familiarización con toda la simbología propia del combate aéreo, incluyendo las operaciones correspondientes al manejo del armamento aire/aire.
- Entrenamiento en todas las operaciones del radar, tanto de interceptación como de resolución de formaciones enemigas.
- Posibilidad de realizar combate caza contra caza, donde el caza enemigo es manejado desde la PI (posición de instructor).

#### b) Táctico Aire/Superficie.-Que proporciona al piloto:

- Familiarización con toda la simbología propia del ataque Aire/Superficie.
- Operaciones con armamento Aire/Superficie: Tipos de espoletas, diferentes modalidades en la programación de la suelta del armamento, etc...
- Entrenamiento del piloto en misiones de ataque a superficie, ya bien sea usando armamento convencional como munición de cañón. Recientemente, con la integración del OFP 89C, el simulador del EF-18 dispone de simbología implementada para el entrenamiento de las operaciones del misil antibuque AGM-84 HARPOON.

(\*). Aparte de la degradación propia de las características de vuelo del avión, si es el caso, existe la posibilidad de entrenar al piloto en condiciones ambientales y meteorológicas todo lo adversas que se quiera.

podía aprender el control de los movimientos necesarios para mantener "el equilibrio". Por supuesto, la utilidad de este artificio dependía de una satisfactoria existencia de viento y rachas adecuadas que produjeran las perturbaciones suficientes, permitiendo así el entrenamiento previo al vuelo.

Se hizo necesario crear un modelo, cuyo entrenamiento no se basara en la existencia de viento. Este fue el modelo Walter (1910), cuyas perturbaciones eran proporcionadas por el propio instructor, mientras el alumno debía intentar "mantener el equilibrio" controlando "la aeronave" con los mandos que estaban conectados por cables o un juego de poleas. A pesar de lo primitivo que seguía siendo el artificio, el valor del entrena-

miento no sólo era positivo, o incluso nulo, sino que era negativo debido a la respuesta inmediata del aparato a los movimientos de los controles realizados por el alumno.

Viendo estos comienzos, no resulta difícil imaginarse lo arriesgado que debería ser montarse en un aerodino de la época.

La I Guerra Mundial y el desarrollo de la aviación militar supusieron una necesidad a la hora de instruir a mucho personal en las habilidades del vuelo. Sin embargo, la simulación no consiguió ningún progreso considerable.

En 1924, "Reid y Burton" idearon un curioso aparato controlado eléctricamente y montado en una cabina simulada, la cual medía el tiempo que un alumno necesitaba para restable-

cer una actitud "anormal" del avión (actitud en cabecero y alabeo muy distantes de la línea de vuelo). Y es que, por aquél entonces, estaba erróneamente extendida la creencia de que el aparato vestibular del oído capacitaba a una persona para orientarse, tanto en vuelo como en el suelo. Se descubrió, más tarde, que la orientación dependía fundamentalmente de la vista, primando ésta para el vuelo instrumental, como saben bien los pilotos, sobre cualquier otro sentido o sensación.

En todos los simuladores, la intención era bien clara: reproducir las sensaciones de un auténtico aeroplano en vuelo. El principal inconveniente era la no existencia de simulación dinámica.

Edwin Link, ganó el reto del momento cuando en 1930 desarrolló un modelo que conseguía los 3 movimientos básicos del vuelo: cabeceo, alabeo y guiñada; con actuaciones realizadas por fuelles neumáticos. Un sistema que conocía perfectamente, ya que era el mismo desarrollado por la firma de su padre en la construcción de órganos en la "Link Piano and Organ Company of Binghamton", de Nueva York.

Los Link Trainers fueron equipados con instrumentos de vuelo y equipo standard. El entrenamiento en el "vuelo a ciegas", comenzó con los Link en su escuela de vuelo en los años 30 y la importancia de este tipo de entrenamiento fue comprendida perfectamente, sobre todo por la US Army Air Corps, cuando les fue encomendada la tarea del correo aéreo.

El éxito de los modelos Link de simuladores de vuelo, traspasó las fronteras USA y consiguió implantar versiones en Japón, en la antigua URSS, Francia, Alemania e Inglaterra, siendo American Airlines en 1937, la destinataria del primer simulador de vuelo Link Trainer, vendido a una línea comercial aérea.

A comienzos de la II Guerra Mundial, la mayoría de las Fuerzas Aéreas realizaban sus entrenamientos básicos de instrucción en Link Trainers. Como, por ejemplo, los pilotos alemanes pertenecientes a escuadrones de bombardeo, que tenían 50 horas de vuelo instrumental realizadas en



dichos simuladores al comenzar la guerra.

Más tarde, viendo la importancia y aplicación táctica y operativa de estos simuladores, los británicos encargaron a Link el Simulador de Navegación Celestial, cuyo fin último era conseguir una mayor precisión en la navegación nocturna junto con una mayor exactitud en los bombardeos durante los raids nocturnos sobre Europa.

El primer simulador que desarrolló la posibilidad de entrenar emergencias de todo tipo, fue el británico Sillioth Trainer en 1945. Un panel de instructor, facilitaba la selección de la emergencia a resolver por el piloto alumno. Este simulador demostró que las técnicas neumáticas y mecánicas habían llegado a su fin, dando paso a los métodos eléctricos con computación analógica.

Fue en 1948, cuando una compañía aérea adquirió por primera vez un si-



computadores digitales especiales son sólo usados en aplicaciones que demandan una muy alta velocidad de procesamiento, como el radar o la simulación de imagen (visual).

aviación militar se refiere, tenemos en España:

a) Simuladores de EF-18: dos, uno en la Base Aérea de Zaragoza y otro en la Base Aérea de Torrejón.

b) Simulador de MIRAGE F-1: uno en la Base Aérea de Albacete.

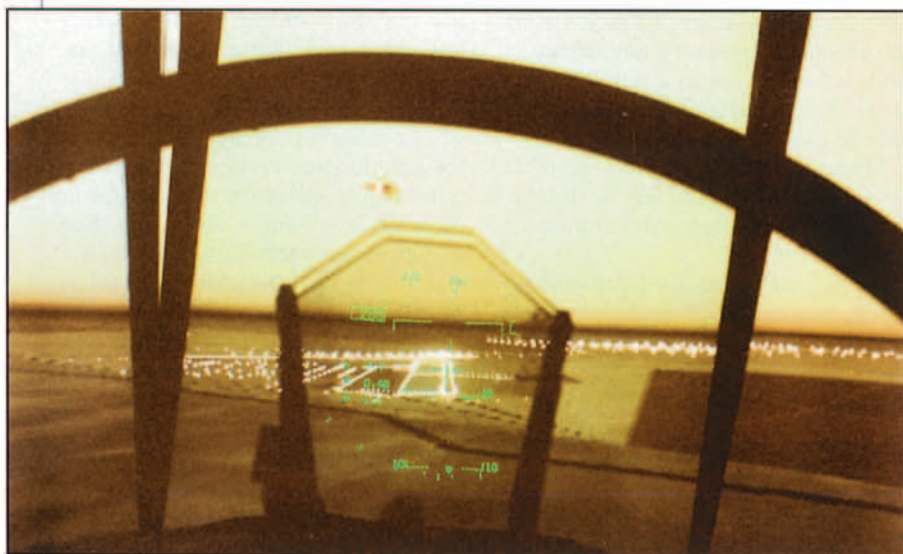
c) Simuladores de C-101: dos, uno en la Base Aérea de San Javier y otro en la Base Aérea de Salamanca.

d) Simulador del AV-8B HARRIER: uno en la Base Aeronaval de Rota.

De estos, solamente el EF-18 y el Harrier, tienen incorporado un sistema de imagen. No obstante, el visual del simulador del Harrier es más complejo y tiene, actualmente, mayor definición y calidad que el que tiene el simulador del EF-18, como más tarde se comentará. Como dato, cabe destacar que los pilotos de Harrier de la Royal Navy tienen contratado, desde hace tiempo, un apretado horario que les permite desarrollar parte de su entrenamiento en este sofisticado simulador. Es tal el intenso uso que hacen del simulador estos pilotos que, como ellos mismos dicen, con el dinero pagado por su empleo, hace ya tiempo que habría sobrado para haber comprado uno.

#### ENTRENAMIENTO DEL PILOTO EN EL SIMULADOR DEL EF-18

Si quisiéramos hacernos una idea de lo complejo y extenso que podría



mulador completo, al entregarle la Curtis-Wright el simulador del Boeing 377 Stratocruiser a la Pan American Airways. El simulador entrenaba en la práctica de procedimientos normales y de emergencia, y era posible la realización de viajes completos, usando las mismas ayudas a la navegación

En los años 60, Link desarrolló un modelo de computador digital, el Link Mark I, diseñado para tiempo real de simulación. Hoy en día, estos

El simulador de vuelo llegó en su forma moderna a finales de los 60. Pero la auténtica línea divisoria de esta evolución la señaló la II Guerra Mundial: antes de ésta, era el entrenamiento de los ingenieros principales, después de aquélla se convirtió en una materia totalmente profesionalizada e industrializada.

Hecha esta reseña histórica de los comienzos de la simulación y antes de centrarnos en el EF-18, citaremos los simuladores que, en cuanto a



## GRAFICO Nº 2 OPCIONES DESDE LA PI:

- Posibilidad de cambiar las *condiciones ambientales y meteorológicas*, como la visibilidad, techo de nubes, niebla, viento (tanto en dirección e intensidad, como con existencia o no de rachas), cantidad de luz a graduar (amanecer, atardecer, noche cerrada), existencia o no de tráfico aéreo en las inmediaciones, etc...

- Capacidad para presentarnos las *puntuaciones* obtenidas durante el tiro Aire/Superficie, en polígono de tiro simulado. Así como de trasladar nuestra posición de un sitio a otro, por cursores o por coordenadas, o bien cambiar las cargas exteriores del avión, cantidad de combustible y de armamento, etc...

- Posibilidad de elegir de entre una gama de *blancos aéreos*, no sólo el tipo de avión, sino el tiempo de formación, parámetros de velocidad, altitud, rumbo, posición relativa de la formación con respecto al piloto en el simulador. Además, existe la posibilidad de asignar contramedidas diferentes a cada uno de los aviones, si se desea, etc...

- Capacidad para, desde la PI, introducir al piloto en instrucción una gran variedad de *emergencias* y fallos de sistemas, presentando el procedimiento correcto al instructor para la evaluación de su ejecución.

- Posibilidad de obtener una gran cantidad de información de la más diversa índole, con multitud de opciones y posibilidades, tanto actuales como en el campo de la programación en un futuro inmediato.

llegar a ser el entrenamiento de un piloto recién llegado a una Unidad de combate, hasta conseguir la conocida aptitud de "combat ready" (CR), una buena ayuda para averiguar esto la obtendríamos leyendo y estudiando las guías de briefing de los planes de instrucción donde se especifican, entre otras cosas: los objetivos concretos de cada misión, los conocimientos teóricos (reflejados en los manuales tácticos) necesarios para efectuar esa misión e imprescindibles para llevarla a cabo, desarrollo completo de ésta resaltando sus aspectos más importantes a lo largo del vuelo, etc...

Si el plan de instrucción del piloto no se viera alterado por circunstancias adversas, esto le daría a aquél una idea de la duración de dicho plan de instrucción, así como de la complejidad de las misiones como consecuencia, entre otras cosas, de las posibilidades del avión en el cual va a ser entrenado.

El entrenamiento en simulador se realiza, asimismo, siguiendo unas guías de briefing y, en el caso de EF-18, se dan las siguientes circunstancias:

a) Entrena al piloto "antes" del comienzo de sus primeros vuelos reales (plan de instrucción nº 1).

b) Apoya al piloto en entrenamiento "durante" todo su plan de instrucción (plan de instrucción nº 2).

c) Ayuda al piloto a completar y mejorar su entrenamiento "después"

de finalizar su plan de instrucción. Primero, una vez alcanzada la aptitud de "limited combat ready" (LCR), al finalizar el plan nº 2 y, después, unos seis meses más tarde, al conseguir la aptitud de CR. Esto es gracias a las enormes posibilidades que ofrece el simulador en cuanto a reproducción de situaciones tácticas o de emergencias de cualquier tipo se refiere.

Hay que destacar que en cualquiera de estos tres estadios (antes, durante y después), el empleo del simulador resulta esencial.

En el primer estadio, familiariza al piloto con la cabina del avión (de la que es reproducción fiel de la real) y con todas sus presentaciones y displays, nuevos por completo para el recién llegado.

En el segundo estadio o nivel, apoya y da confianza al piloto para las misiones que posteriormente realizará en vuelo real.

Y, finalmente, en el tercer estadio o nivel, se consigue que el piloto una vez acabado el plan de instrucción, llegue a obtener el mayor rendimiento posible de un sistema de armas que, por ser tan sofisticado, necesita de todas las cualidades del que lo dirige para conseguir de él, el mayor provecho.

Así, el entrenamiento de un piloto en el simulador de vuelo del EF-18 puede dividirse en: general y específico, según se explica en el gráfico nº 1. En el gráfico nº 2 se explican las

opciones desde la posición de instructor (PI).

Parece lógico pensar que lo expresado en estos gráficos de una forma tan sucinta, evitando así descender al detalle que pudiera resultar excesivo, nos hacen ver al simulador con unas posibilidades más que notables. Actualmente, las guías de briefing del simulador del EF-18, contemplan la programación de unas 40 horas "de vuelo" en dicho simulador, para llevar a cabo el entrenamiento requerido, antes de alcanzar la aptitud de LCR.

## CONSIDERACIONES FINALES

El hecho de que los simuladores puedan dividirse, al igual que la aviación en general, en dos grandes grupos: civiles y militares, parece sugerir la idea de que van a existir también diferencias sustanciales en cuanto a los requisitos y necesidades que, ya desde un punto de vista global, van a presentarse entre ellos como elementos diferenciadores.

Así, y en cuanto al sistema de imagen se refiere, podemos decir que en los simuladores civiles, el visual no tiene objeto que vaya más allá de la pista de despegue y aterrizaje. Sin embargo, los requisitos del sistema visual para el simulador de un avión militar, de un caza por ejemplo, pueden llegar tan lejos como avanzada lo sea la tecnología hasta ese momento.

De esta manera, para un piloto de caza, siempre va a resultar interesante la posibilidad de tener un visual con una definición tal, que le permita navegar a baja cota, sin necesidad de mirar los instrumentos para comprobar la altura a la que está volando, pudiendo observar con detalle todo tipo de accidentes naturales en el terreno, construcciones, etc... (como es el caso del simulador del Harrier en Rota). Igualmente, resultaría muy útil en un combate caza contra caza tener, por ejemplo, un visual de 350º horizontales y 150º verticales (como el simulador del F-4 y del F-14 de la Naval Air Station en Oceana, Virginia, USA). El simulador del EF-18 tiene, actualmente, 120º horizontales y 60º verticales.



Hay que tener presente que la simulación del vuelo a baja cota con alta resolución y detalle del terreno, presenta los problemas de visual más difíciles de solucionar y, obviamente, esta simulación resulta innecesaria en la aviación civil.

Por último, resulta conveniente señalar y comentar la creencia, ampliamente extendida en determinados sectores de la aviación, de que un "vuelo en simulador" sustituye, o puede sustituir, a un vuelo real en cuanto al entrenamiento proporcionado al piloto se refiere.

El hecho de que en la aviación comercial puedan reducirse los vuelos de instrucción al máximo, realizando parte de estos en simulador, puede resultar comprensible dado que la secuencia normal de un vuelo de estas características se traduce en: despegue, ascenso a nivel óptimo y establecimiento de velocidad de crucero, descenso, aproximación instrumental y



alinear los pasos adecuados para completar una interceptación multiblanco, como físicos, al accionar el switch o el botón correcto de las opciones posibles sin equivocarse.

resaltar aún más la importancia de ese entrenamiento, fundamentalmente en cuanto al proceso mental se refiere ya que, al contrario de lo que se señaló anteriormente, las aceleraciones (Gs) sí están presentes en la práctica totalidad de las maniobras de combate aire/aire y de ataque a superficie, así como los cambios bruscos de presión, la fatiga y el estrés propios de este tipo de misiones, existiendo también la posibilidad real de vértigos (en el simulador se tendrá como mucho desorientación), que hacen de estas características constantes inevitables de la aviación de caza, resultando, por consiguiente, imposible la reproducción de dichas características en el "suelo", en un simulador de vuelo.

Podemos finalizar diciendo que, con independencia de las ventajas de todo tipo que proporcionan los simuladores, ya comentadas en este artículo, estos, en general, y el del EF-18 en particular, han de estar enfocados hacia un uso programado el cual va a proporcionar un entrenamiento, con las limitaciones ya subrayadas, y que en ningún caso sustituye, sólo complementa al entrenamiento en vuelo real, tanto más cuanto más a conciencia se emplee de él.

En cualquier caso, no cabe duda de que la ciencia y la tecnología tendrán aún mucho que decir en este campo y conseguiremos sorprendernos más de lo que ya lo ha hecho en estas últimas décadas. ■



toma final; todo ello sin aceleraciones, a presión constante y en condiciones de franca comodidad y bienestar.

Nada más lejos de la realidad pensar que esto mismo o parecido, pudiera ser aplicable a la aviación militar, en particular a la de caza, y más concretamente al avión que nos ocupa en este artículo, donde lo único que puede perseguir tanta sofisticación es la creación en el piloto, de unos mecanismos de actuación que sean correctos. Tanto mentales, al re-

En el simulador sólo se podrá pretender, principalmente y no es poco, que el piloto consiga un entrenamiento tal, que le lleve a recabar la información que necesita en el momento adecuado, en ese tipo específico de misión, de entre toda la gama de datos que se le presenta ante él constantemente; y haciéndolo con el mayor rendimiento puesto que la información es mucha.

La característica de polivalencia del EF-18, no hace sino complicar y