

Los factores humanos y el diseño de cabinas

JESUS PINILLOS PRIETO
Teniente Coronel de Aviación

"Cuanto más mecánicas se tornan las armas con que luchamos, tanto mas simple debe ser el espíritu que las controla."

Mariscal de Campo, ARCHIBALD PERCIBAL WAVEL. 1918

INTRODUCCION

UNA ojeada a la cabina de un F-18 pone en evidencia los progresos de la aviación en sus 90 años de historia y proporciona un buen punto de partida para cualificar el progreso en un área tan concreta como es el denominado "MAN-MACHINE

INTERFACE", punto focal de las relaciones del hombre con su máquina.

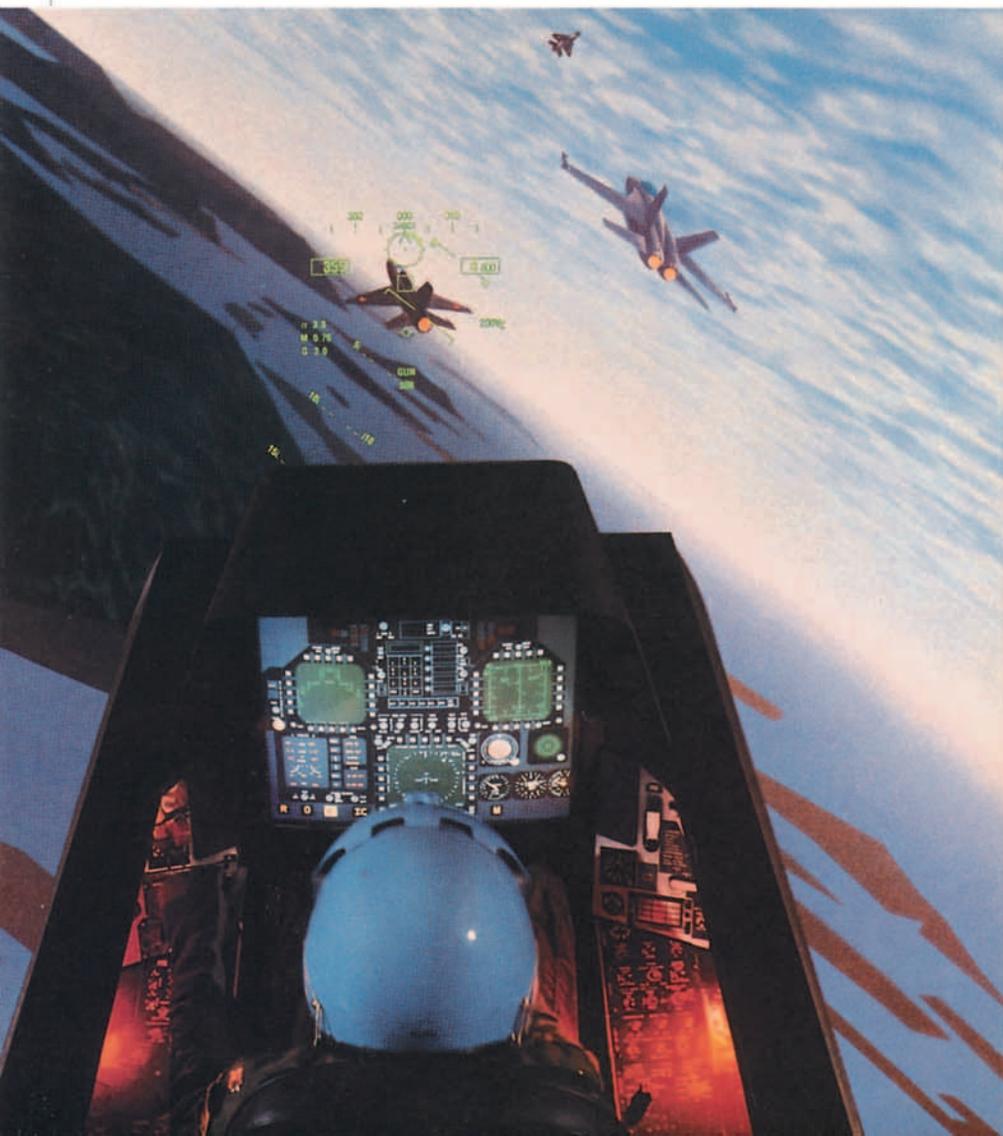
Atendiendo a esta relación y para llegar al estado actual de diseño, han tenido que conjugarse disciplinas no sólo científicas, sino humanas; este artículo trata una de ellas "La Ingeniería de Factores

Humanos", de su alcance y trascendencia en el diseño de aviones de combate.

UN POCO DE HISTORIA

La cabina de un avión de combate moderno, apenas contiene algún elemento que pueda recordar aquel vuelo en Kill Devil un calzado día en diciembre de 1903, cuando Orville Wright, tendido sobre el ala de su máquina, realizaba el salto más largo en la Historia de un vehículo propulsado más pesado que el aire.

Quizás la palanca de control de un F-18 aun con sus 10 interruptores y más de 150 funciones asociadas, pudiera relacionarse con las palancas que controlaban el ingenio de los Wright. El asiento del piloto, un diseño ergonómico avanzado que combina resistencia a los G's, visibilidad, confort y supervivencia, no tiene un antecedente en aviación hasta 1945. Las pantallas



en color se vislumbran como realidad por primera vez en 1968 de la mano de Stanley Kubrik's con su película "2001", y las mismas pantallas monocromo nos trasladan mucho más atrás hasta los primeros aviones con un radar a bordo en 1940. Sólo un elemento de la cabina se conserva inalterable a través de los años, el control de dirección; los pedales realmente pueden considerarse una versión refinada de la barra de control que como mando de dirección utilizó Bleriot en 1909 cuando cruzó el Canal de la Mancha (las máquinas volantes de los hermanos Wright no disponían de ningún control actuado con los pies).

EL PROBLEMA

El proceso de evolución hasta el estado actual, se inició a principios de siglo con el progreso de la ingeniería técnica o tradicional que en esta época inició un vertiginoso desarrollo. Para conseguir el deseado nivel de compatibilidad entre el hombre y aquellas máquinas sólo eran necesarias pequeñas dosis de sentido común.

En la segunda mitad de siglo, la velocidad y maniobrabilidad de los cazas empezaba a superar los límites físicos y mentales del hombre, la técnica recurrió entonces a incorporar sensores capaces de ampliar la información y anticipar en lo posible la reacción del piloto, además de aplicar un alto grado de automatización a los sistemas. La tarea del piloto ahora se limitaba a programar y monitorizar, manteniendo la capacidad de sobreponerse al control automático imponiendo su criterio en caso de presentarse una situación imprevista o malfunción del sistema.

Esta rutina funcional, no obstante, se quiebra como teoría cuando se entra en la dinámica cambiante e impredecible del combate real. El control manual se hace necesario y una multitud de decisiones en conflicto a tomar en escasos segundos ponen a prueba la capacidad y resistencia del piloto. Cuando se trata de un avión monoplaza, la carga de trabajo extraordinaria y el consiguiente stress que genera la propia misión, son responsables de que la capacidad de asimilación del piloto llegue pronto al límite, y entonces el exceso de información se demuestra tan inútil en la práctica como la carencia de ésta; en

definitiva, se dispone de muchos más datos, pero no por ello de más información.

LA INGENIERIA DE FACTORES HUMANOS

El estudio de las relaciones "hombre-máquina" se vio desde el principio como un medio de aproximación lógico a estos problemas y ha dado lugar a múltiples disciplinas en el campo de la Ciencia. Dentro de la aeronáutica es la "Ingeniería de Factores Humanos" la que ha alcanzado un mayor desarrollo en los últimos años. El hombre, visto desde un enfoque maquinista, pasa a formar parte del diseño del Sistema de Armas como un componente más, sometido a los mismos parámetros de fiabilidad, rendimiento y resistencia que el resto de los elementos.



La definición más clara de lo que puede entenderse por Factores Humanos, puede encontrarse en los manuales editados por el Centro de Investigación de Factores Humanos de la USA, en Edwards AFB (EEUU). Se habla de "la técnica que trata de optimizar las relaciones entre las personas y sus actividades, mediante la aplicación sistemática de las Ciencias Humanas, en estrecha relación con la Ingeniería de Sistemas".

La Ingeniería de Factores Humanos combina la psicología con la técnica y la experiencia, permitiendo hacer una previsión analítica de lo que un piloto puede hacer, qué necesita saber y cuáles son sus posibilidades ante una carga de trabajo similar a la de una situación real (una misión).

Otras disciplinas aparentemente relacionadas como la "Fisiología de vuelo" y la "Psicología aeronáutica", hacen una aproximación al problema completamente diferente, estudiando al hombre en su realidad bio-psico-social, y analizando los factores que

condicionan la conducta humana y su adaptación al medio.

LAS SOLUCIONES

Las dos únicas formas de mejorar la efectividad de un sistema hombre-máquina pueden ser:

1- Aumentar la capacidad limitada de asimilación de los medios humanos, cuidando optimizar todos los factores que puedan afectar su interacción con la máquina. (Idea de la "inteligencia artificial".)

2- Alterar el diseño de equipos y sistemas, de forma que sus características se acomoden a las capacidades y carencias del elemento humano. (Diseño "user-friendly".)

Se habla de que la inteligencia artificial será la solución a los problemas de aumentar las capaci-

dades limitadas del hombre. Identificadas claramente todas estas relaciones será responsabilidad de la Ingeniería de Sistemas la integración funcional de los datos necesarios.

UN EJEMPLO PROXIMO

El F-18 es un avión que marca el comienzo de una nueva era en la Ingeniería de Sistemas, por cuanto el diseño de su cabina y la presentación y control de equipos fue llevado a cabo siguiendo el patrón descrito anteriormente. Un equipo conjunto de pilotos y especialistas en Factores Humanos después de cuatro años consiguieron hacer de su trabajo un modelo que aún está por superar en aspectos relacionados con ergonomía, e integración de sistemas y que sigue siendo todavía punto de



El F-18, un hito en el concepto "Man-Machine Interface"

dades limitadas del hombre. El concepto sería el de un piloto humano, asistido por una tripulación cibernética. Los sistemas inteligentes, que parecen la panacea para aumentar las capacidades limitadas del piloto, son actualmente útiles en procesos de fabricación, control de calidad, etc. Pero fracasan al interrelacionarse con la inteligencia humana. Son precisamente el proceso de toma de decisión, la capacidad de juicio y la flexibilidad, las razones fundamentales para mantener un piloto en cabina. Diseñar un sistema artificial que trabaje en relación estrecha con la inteligencia humana es actualmente un reto mucho mayor que diseñar un sistema automático no tripulado.

La segunda teoría, actualmente en uso, parte de que el diseño funcional de un Sistema de Armas se origina en la cabina, allí la Ingeniería de Factores Humanos establece las vías idóneas de comunicación y control de cada subsistema con el piloto y las interacciones que ello exige entre los propios sub-

referencia para los proyectos que se llevan a cabo actualmente en la Industria Europea (Gripen, Rafale, Eurofighter 2000).

Podría decirse que el F-18 es el primer ejemplo y el más representativo de un avión monoplaza concebido a tenor de la capacidad de su tripulante. Con un diseño interactivo relativamente simple, basado en tres pantallas monocromo de rayos catódicos y un Head Up Display, además de los controles en palanca de mando y gases, conocidos como HOTAS (Hands on Throttle and Stick), la magnitud de la tarea llevada a cabo por ese grupo de expertos en factores humanos, sólo puede vislumbrarse al considerar el número de parámetros que constituyen en este caso el "Man-Machine Interface".

- 675 Abreviaturas.
- 177 Símbolos.
- 73 Avisos de avería y emergencias.
- 59 Luces indicadoras.
- 6 Tonos diferentes de aviso.

- 22 Configuraciones del HUD.
 - 40 Formatos distintos de las pantallas.
 - 10 Interruptores en los mandos de gases.
 - 7 Interruptores en la palanca de mando.
 - 450 Presentaciones distintas en pantalla.
 - 150 Funciones asociadas a 10 interruptores en la palanca de mando.
 - 120 Funciones asociadas a 6 interruptores en los mandos de gases.
 - 60 Controles multifunción sólo en el panel de instrumentos frontal.
 - 60 Funciones asociadas a controles repartidos por las consolas laterales.
- Lo acertado del diseño se hace evidente con sólo aproximarse a una cabina y disfrutar de su funcio-



Eurofighter 2000 (anteriormente EFA), las necesidades de interacción entre hombre y máquina aumentan dramáticamente al aumentar de forma exponencial la capacidad de proceso y la cantidad de información susceptible de ser suministrada al piloto. En línea con esta demanda, han crecido también los medios en cabina para presentar y hacer uso de la información.

Los responsables del diseño disponen ahora de seis candidatos para distribuir los datos necesarios al piloto en cada fase del vuelo: Tres pantallas multifunción de 6" (un 40% más de superficie útil que las de un F-18) y 16 colores, una pantalla monocromo dedicada a enviar y recibir datos de misión, un Head Up Display con una cobertura su-



Dos conceptos (convencional y avanzado) de cabina en un mismo avión, "Alpha Jet".

nalidad compleja e intuitiva. Pero existen datos más objetivos para establecer un juicio crítico, como son los resultados de dos encuestas que sobre Factores Humanos se hicieron recientemente a una muestra de pilotos que representaban prácticamente la totalidad de las tripulaciones de CF-18, en la Fuerza Aérea Canadiense y nuestras Unidades de EF-18 en España. Ante un total de 300 factores humanos relacionados con dos aspectos concretos, la "seguridad en vuelo" y la "operatividad", los pilotos calificaron a todos aquellos que tenían relación con el diseño de cabina como de ejercer una influencia muy positiva en ambos aspectos.

UNA OJEADA AL FUTURO

Si trasladamos el problema a la realidad de un nuevo proyecto como pueda ser el desarrollo del

perior en un 80% a la de un F-18 y capaz al igual que el visor del casco de presentar no sólo símbolos virtuales, sino imágenes reales procedentes de un sensor (FLIR) o unas gafas de visión nocturna. Si añadimos la posibilidad de utilizar la voz como mando interactivo, además de una capacidad de proceso informático superior en 10^6 veces a la actual del F-18, se comprenderá cuáles son las posibilidades y, por tanto, la magnitud del desafío que una cabina de este tipo pueda constituir para los ingenieros de Factores Humanos responsables del diseño, y los pilotos que colaboran en el mismo, aportando su experiencia como usuarios y validando que los modelos analíticos de conducta "humana" aplicados por los técnicos, sean tan exactos como predecible pueda ser la conducta de un piloto (por suerte para algunos todavía "humano")■