



Una aproximación operativa

ANTONIO DE LA CRUZ PUENTE
Teniente Coronel de Aviación

EL DISEÑO INICIAL. LA EVOLUCIÓN DE UN CONCEPTO

EL desarrollo del concepto de modernización se basa en los tres puntos fundamentales anteriormente expuestos:

-Incrementar la disponibilidad, aumentando el MTBF (Mean Time Between Failures), y simplificar el mantenimiento mediante la normalización de sistemas en la flota.

-Aumentar la precisión y fiabilidad de los sistemas de navegación, y dar confidencialidad a las comunicaciones.

-Facilitar medios de Autoprotección para operación en áreas de amenaza media

A estos condicionantes hay que añadir las limitaciones presupuestarias que a su vez imponen otra: Los sistemas y componentes a implantar, necesitan ser lo más avanzados posible para tener una vida útil en servicio acorde a la necesidad operativa, buscando a

la vez que el riesgo tecnológico que a veces tienen (que a su vez implica costes de desarrollo en tiempo y en dinero) sea el menor posible utilizando soluciones técnicas que hayan sido suficientemente probadas u ofrezcan una garantía total de correcto funcionamiento a un coste aceptable

Siguiendo estas líneas de acción generales contenidas en los Requisitos de Estado Mayor y uniendo experiencia, conocimientos e inquietudes de muchas y muy variadas personas en muy diferentes circunstancias, se elaboró un primer Pliego de Prescripciones Técnicas que ha sido revisado y actualizado recientemente, según se han ido perfeccionando los conceptos básicos operativos sobre el Sistema Integrado de Gestión y Control de Vuelo (SICGV) y sus implicaciones en las áreas operativas tácticas y la aparición de soluciones técnicas más avanzadas en el mercado.

Las incorporaciones a la célula simplifican y abaratan el mantenimiento, aumentan la fiabilidad, y permiti-



ten la simplificación de los canales logísticos. Las soluciones adoptadas para el SICGV se basan siempre en el proceso digital de datos y su presentación informatizada. No hay realmente nada revolucionario, los sistemas EFIS llevan ya un cierto tiempo en el mercado, su aplicación en aviones de transporte civil es muy común, y en cuanto a la adecuación de estos sistemas al entorno operacional de un C-130, sólo se han aplicado estas técnicas actualizadas de proceso de datos a problemas cuyas soluciones eran conocidas aunque no utilizables de un modo práctico dado el cálculo requerido, utilizándose habitualmente en algunos casos, soluciones aproximadas basadas en modelos gráficos, y en otros, calculadores analógicos del tipo MB2A o EB-4 (apodado el wizzwheel)

Evidentemente un SICGV en un T-10 debe ser algo más complejo que el simple EFIS de un avión comercial, del cual no se espera que deba normalmente cambiar sus parámetros de configuración en vuelo,

lance paracaidistas, vuele rutas de baja cota siguiendo tácticas de seguimiento del perfil del terreno, haga reabastecimiento en vuelo de otros aviones, realice misiones SAR, o que pueda llegar a recibir archivos informáticos por radio y en vuelo, entre otras capacidades actuales y futuras

También se contempla la posibilidad de que el avión pueda ser volado en misiones logísticas normales por tan solo Piloto y Copiloto, por ello casi todos los sistemas son controlables desde estos puestos, no obstante, a pesar de la simplificación de tareas que aparentemente tiene el Navegante con los nuevos sistemas de navegación, la inclusión de nuevos sistemas de comunicaciones, de nuevos sistemas de defensa, y de un avanzado software táctico, hace que el puesto del Navegante adquiera una nueva y enriquecedora dimensión en este avión, y en las misiones donde deba desarrollar toda su potencialidad, este puesto sigue siendo de vital importancia para la misión. Es decir, hemos liberado parte del antiguo trabajo con técnicas modernas, pero se han creado nuevas y más acuciantes demandas. En el balance final pensamos que el sistema será un cambio gratificante para las tripulaciones, una vez asuman la nueva concepción del sistema

Además, otro objetivo a alcanzar es no limitar las posibilidades de crecimiento y adecuación futura del SICGV ya que aunque las necesidades actuales parecen ser conocidas, las posibilidades del nuevo concepto de SICGV están en la actualidad tan solo limitadas por la imaginación de sus actuales diseñadores, y ha sido este principalmente uno de los puntos de mayor esfuerzo durante el desarrollo del programa. Es decir, a diferencia de la instrumentación analógica, en un sistema como el que se describe, todo está programado desde uno o más ordenadores, y esta programación podríamos decir que se divide en tres áreas funcionales diferentes: adquisición de datos y proceso de comandos, presentación y distribución de la información y control de dispositivos

Y de forma parecida a como ocurre en un ordenador doméstico, esta programación puede ser cambiada por otra más avanzada cuando sea necesario resultando así un sistema extraordinariamente flexible. Además se ha buscado la redundancia de los sistemas de tal manera que los componentes críticos estén al menos duplicados, y en algunos casos como es el de los MC (Mission Computer) la lógica contenida en su programación, les obliga a comportarse como una unidad de tal manera que están permanentemente actualizados a través de sus enlaces internos, para en el eventual fallo de uno, el otro asuma automáticamente y sin transición, la funcionalidad del primero en el sistema

Otro concepto que se asocia inmediatamente al anterior es el de emulación. La emulación, o imitación del sistema es la posibilidad de simular el comportamiento del SICGV, lo cual resulta de gran interés en dos aspectos diferentes pero igualmente importantes:

el entrenamiento y el planeamiento de misión. De forma análoga a como ocurre con los paquetes informáticos comerciales, se puede compatibilizar el uso de otros programas con la condición de que exista un protocolo común de comunicación establecido. Bajo esta sencilla idea, al protocolo de entrada y salida común, se enlazan el sistema de planeamiento en tierra o MPGS (Mission Planning Ground Station) las aplicaciones del SIPMA (Sistema de Planeamiento de Misiones Aereas), y el entrenador/simulador. De esta forma se podrá planear, au-



Los trabajos de modernización tendrán una influencia mínima en la operatividad de la Unidad. Sólo un avión cisterna estará inmovilizado.



En cualquier lugar del mundo podrán establecer contacto radio via HF con la instalación de dos equipos dotados de capacidad de secrafonía.

tónomamente, misiones en cualquier lugar del mundo, cargar en el SICGV misiones desarrolladas en el SIPMA, o cuando sea necesario, modificar estas sobre la marcha en cualquier momento, y poder entrenar todas estas posibilidades de planeamiento de misión en el entrenador/simulador "volando" a continuación esta misión en el mismo

Como se advierte anteriormente el cambio en cabina es de tal magnitud que es muy conveniente que los futuros pilotos de Hércules, experimenten en un entrenador antes de volar el avión. Para eso, y a pesar de las limitaciones presupuestarias, hay que recordar un viejo axioma de la informática: "lo que hace un ordenador, lo reproduce otro". Y la gran ventaja del SICGV es que es un conjunto de hardware y software que funciona en un ordenador a bordo, reproducible en un ordenador o combinación de ordenadores co-

merciales en tierra. De esta manera se define la característica mas importante y a la vez necesaria del entrenador; la reproducción exacta del SICGV. Es más, dada la intercomunicación de las CDU (Control Display Unit), la instrucción puede desarrollarse desde cualquier puesto. El concepto es que un entrenador ya no debe ser la imagen de la plataforma, sino la de su software.

¿QUÉ ES EL SICGV?

EL SICGV es un conjunto de hardware y software en el que se integran las funciones de la gestión del vuelo en todas sus áreas. El SICGV gestiona los datos presentados a la tripulación y las órdenes de esta al sistema. El hardware, es decir sus componentes físicos básicos, son los ordenadores de proceso,



El prototipo (T10-3) se recibió en Lockheed-Martin el 3 de diciembre de 1995.

los controles del sistema, los sensores, y los sistemas asociados. Se entiende por ordenadores de proceso aquellos cuya función es la de procesar y representar a la tripulación la información adquirida por los sensores y sistemas asociados. Son ordenadores de proceso los AFCP (Automated Flight Control Processor), DU (Display Unit), y MC (Mission Computer); los controles son las CDU (Control Display Unit), los DCP (Display Control Panel), los RSP (Reference Set Panel) los FDSS (Flight Director Selector Switch) y los RCP (Radar Control Panel) y la DTU (Data Transfer Unit).

Son sensores adquiriendo datos para el sistema, los ADC (Air Data Computer), los IGE (Integrated GPS Embedded) que además actúan como IRS (Inertial Reference System) y son elementos multifuncionales importantísimos en el sistema ya que son la

fente de información de actitud, rumbo, e incluyen lo mejor de lo disponible actualmente para posicionamiento con una plataforma inercial giro-lasérica integrada con un GPS GEM 3A de última generación y modo P (la resolución es de unos pocos metros), y los sensores de radionavegación como VOR, TACAN, y ADF.

Por último, son sistemas asociados aquellos que aunque controlados por el sistema no ejecutan tareas para el, aunque sí se benefician de un control a través de él, como es el caso del radar o de los sistemas de comunicaciones. Por ejemplo la antena del radar se estabiliza por señales procedentes de los IRS procesadas por los MC, y los sistemas de comunicaciones disponen de canalización de frecuencias gestionadas por el MC gracias a que estos canales usan memoria perteneciente a este MC. En el mismo orden de cosas, el IFF, a pesar de tener su página de acceso diferenciado, con su modo 4 y demás parámetros, es accesible en el modo 3 desde la misma página de acceso que una radio de VHF, ya que, se asocia muchas veces el cambio de un control ATC, con el cambio de la frecuencia de VHF, y del código del modo 3, haciendo así la operación más rápida y flexible.

Para entender el significado de lo anterior es preciso entrar en alguna imagen de como funciona este sistema en un momento dado. El MC es el encargado de recibir datos procedentes de los sensores, procesarlos y determinar el camino que han de seguir posteriormente. Así por ejemplo recibe la información procedente de los sensores, procesándola y enviándola a las DU,

donde en su pantalla, se representa un gráfico con la reproducción de un horizonte artificial, y debajo, otra imagen también generada por ordenador donde se representa la posición horizontal del avión, su rumbo, velocidad indicada, sobre el suelo, radiales de ayudas, y toda la información que han facilitado los sensores unos permanentemente como son los ADC o los IRS, y otros según la selección de los operadores como son los sensores de radionavegación. A este gráfico se le denomina PFD (Primary Flight Display), es decir los instrumentos básicos. Existe también una composición gráfica denominada SFD (Secondary Flight Display) disponible para la representación del radar y de datos de navegación en forma gráfica.

Las DU son unos magníficos displays en color de 6X8 pulgadas gestionados por su propio microproce-

sador interno para la generación de gráficos, controladas en sus posibilidades de presentación por un panel en cada puesto de trabajo denominado DCP, y son compatibles NVIS. Existen un total de cinco de estas pantallas o DU a bordo, dos en cada puesto de Piloto y Copiloto, y una en el del Navegante. Ni que decir tiene que la razón de que haya dos en los puestos del piloto y copiloto es la redundancia y hay que puntualizar que por definición en el sistema, el PFD (los básicos), está siempre presente en una de las dos DU en cada puesto de Piloto y Copiloto, conmutándose automáticamente en caso de fallo de una de las que sirven a ese puesto de tripulación.

El Radar presenta un caso especial de control, ya que cuenta para su funcionamiento con información procedente del MC, pero es controlado desde dos RCP conmutables, descargando así funciones de las CDU ya bastante saturadas permitiendo el control diferenciado desde el puesto del Navegante o desde el de Piloto y Copiloto.

Se podría decir que la CDU es el interlocutor más directo existente entre los operadores, Piloto, Copiloto, Navegante, y el SICGV. La CDU es como un pequeño ordenador personal con su pantalla y teclado. En realidad es un terminal de datos conectado al MC. Cada operador dispone del suyo, y se comportan como si fueran prácticamente independientes, permitiendo al mismo comunicarse con el sistema a través suya, dando órdenes o recibiendo información, simultáneamente desde los tres puestos. Esta disposición del sistema, permite el trabajo especializado de cada miembro de la tripulación sin interferencias ni restricciones operacionales, que demoren su acceso al SICGV.

La filosofía del software del SICGV es la de un programa multifuncional accesible como ya se ha dicho desde cualquiera de los tres terminales o CDU. Así, el último comando insertado en alguna sub-rutina del programa es el considerado como válido por el SICGV para esa sub-rutina. Esta misma concepción del sistema permite la comprobación del dato insertado por otro miembro de la tripulación en cualquier momento haciendo posible que el Comandante de Aeronave pueda comprobar el trabajo del Navegante o su Copiloto, simplemente recabando la pantalla en cuestión. El proceso inverso desde cualquier otro puesto es también posible. El objetivo es la comprobación cruzada de información, para facilitar la coordinación de la tripulación, dando el máximo de transparencia al SICGV. De alguna manera, el SICGV puede decirse que casi constituye un intercomunicador para la tripulación.

EL SOFTWARE

VERDADERAMENTE un T-10 vale para todo. La polivalencia es una consecuencia derivada de la flexibilidad de la plataforma. El software a implementar necesita estar a la altura de estas expectativas, y

para empezar se dispone de aviones TK-10 cisternas con necesidades específicas. Es decir, partiendo del software utilizado en el mercado para sistemas EFIS convencionales ha sido necesario desarrollar aplicaciones para este SICGV, con un paquete de software especializado bajo la denominación de "táctico". Este paquete cubre las áreas de vuelos a baja cota, lanzamientos, reabastecimiento en vuelo, y SAR.

El software satisface todas las necesidades de una tripulación en las misiones experimentadas por ahora en la Unidad. Permite la gestión canalizada y automatizada de frecuencias, la disponibilidad en memoria de bases de datos de un teatro de operaciones dado, cálculos de todo tipo, desde las tablas del avión, a rutas de perfil combinado. Incluso dispone de hora exacta. Se han abordado problemas que han ido desde la definición de las coordenadas usadas en las rutinas de navegación, fundamental para poder utilizar la precisión de los nuevos sistemas en todas las aplicaciones, a modos específicos de cálculo de CARP (Computed Air Release Point, Punto de Suelta en Lanzamientos), con opciones de guiado de precisión, cálculo de esperas en Reabastecimiento con sus modos específicos de conducción que permiten el control exacto del piloto automático en la espera, y una larga relación de funciones, que aquellos que estudien la orden técnica tendrán ocasión de disfrutar en su totalidad, aunque muchos de estos problemas ya sean conocidos por ser el SICGV reflejo informático del actual MBO (Manual Básico de Operaciones).

Para su definición se han invertido muchas horas de trabajo por parte de la COMSE (Comisión de Seguimiento del Programa de Modernización) y del personal de la empresa contratista. Este paquete informático es idéntico para todos los aviones por razones de simplicidad y normalización, y como todo software, está, y estará, sujeto a revisión permanente. Tan solo cuando se tenga experiencia práctica en la utilización del sistema, se tendrá una idea exacta de sus capacidades y posibilidades reales, que el autor estima, estarán por encima de las expectativas.

COMUNICACIONES

SON las comunicaciones grandes beneficiarias del SIGCV, ya que por ejemplo, en el caso del VHF, dispondrá de canalización específica en memoria, la cual, no radica en el equipo sino en su controlador, el MC. De forma análoga es la gestión del UHF, dotado de HAVE QUICK, y seconfonía, totalmente normalizada y totalmente interoperable con otras plataformas del EA y de la Alianza Atlántica.

Mención aparte merecen las comunicaciones en HF, las cuales han recibido una muy necesaria actualización dotando a estos imprescindibles equipos de comunicaciones de largo alcance, de seconfonía, selcal, canalización de frecuencias, y como opción de crecimiento para un futuro muy próximo, transmisión digital de datos a alta velocidad. La potencialidad de

los nuevos equipos permitirá la definición de planes de comunicaciones específicos para una misión, transmisión de órdenes con adecuados márgenes de confidencialidad, incluso la posibilidad de la transmisión de un archivo informático, haciendo muy difícil la interceptación de los mensajes. El tratamiento y actualización de las tablas de canales de cualquier equipo como archivos informáticos será posible desde el MPGS, generándose archivos que podrán cargarse directamente al sistema desde la DTU. La introducción manual de frecuencias de cualquier equipo es siempre posible desde la CDU. Evidentemente,

Además de los efectos real y psicológico, el blindaje tiene otro efecto beneficioso. Los elementos sustituidos por los equipos que integran el SICGV pesaban más que los nuevos equipos, con lo que las piezas de blindaje fijas contribuyen al equilibrio del avión, sin restarle prestaciones de ningún tipo.

Por otra parte el sistema de autoprotección en su conjunto Alertador/Dispensadores podrá ser ampliado cuando se estime oportuno, ya que dispone de "buffers" especiales dedicados, pudiendo actualizarse, y evolucionar en el futuro conforme a las nuevas necesidades, tanto en cuanto a los sensores como en los

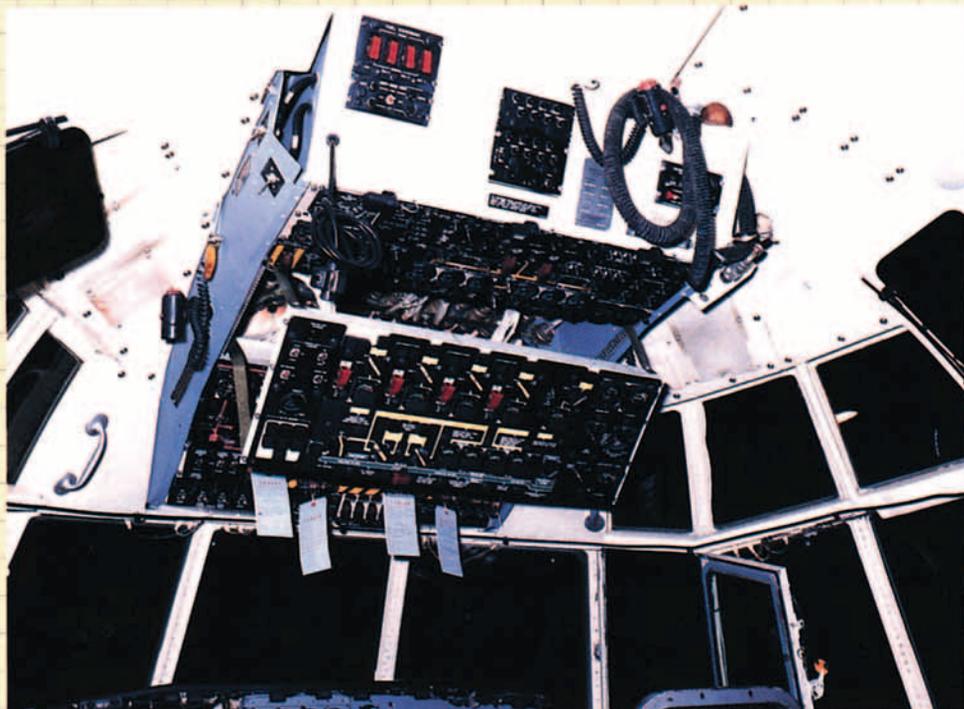
consumibles dispensados. Su software, independiente del SICGV, es extraordinariamente flexible permitiendo esta característica adecuarlo fácilmente a las necesidades operativas de cada misión según el tipo de amenaza existente y a los posibles cambios de configuración de los sensores y características de los consumibles.

CONCLUSIONES

AUNQUE de concepción nueva el SICGV mantiene la división de trabajo y funciones que han sido características siempre en las tripulaciones de T-10, aumentando sus capacidades funcionales operativas. Aparentemente la carga de trabajo ha disminuido en

áreas tradicionales como la navegación, o las comunicaciones convencionales, sin embargo se han potenciado áreas como la gestión de vuelo, creándose otras nuevas como la autoprotección o la seconfonía y futuras como la transmisión de datos con lo que la carga de trabajo para la tripulación resulta similar a la del anterior sistema, aunque el entorno operacional sea mucho más agradable y gratificante

El T-10 se beneficia de nuevos elementos de entrenamiento y planeamiento cuya evolución en el futuro próximo será muy positiva en todos los órdenes, aumentando indirectamente la eficacia del sistema en general. Las tripulaciones marcarán con el uso la evolución del SICGV, indicando nuevas aplicaciones, perfeccionando procedimientos y limando con sus sugerencias, imperfecciones en las aplicaciones del SICGV. Serán ellos los que tengan la última palabra sobre la eficacia de este nuevo sistema de armas que es el T-10 modernizado. ■



La incorporación del sistema integrado de gestión y control de vuelo modificará profundamente la cabina del T-10.

las estaciones en tierra anteriormente mencionadas, deberán estar adecuadamente equipadas para que el sistema de comunicaciones resulte coherente con lo expuesto

BLINDAJE Y AUTOPROTECCIÓN

EN cierta ocasión (Abril de 1995) durante el puente aéreo a Sarajevo, un proyectil de 12.7 mm, pasando limpiamente por encima de las piernas y por debajo de los brazos del primer piloto de un IL-76 fletado por Naciones Unidas, fue a impactar contra el conjunto de control de gases en el pedestal central. Esto no ocurrirá en nuestros T-10, ya que una plancha del blindaje modular cerámico detendría el proyectil. Este blindaje se monta fácilmente no siendo necesaria su instalación permanente, pudiendo cambiarse la plancha afectada, caso de resultar dañada en cuestión de minutos