

Aviónica A400M

Del “hard” al “soft”, no solo en el avión



LAUREANO FERNÁNDEZ OLMOS
Teniente del Cuerpo de Ingenieros del Ejército del Aire

LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS/ELECTRÓNICOS AERONÁUTICOS (AVIÓNICA) HASTA HACE BIEN POCO SE BASABAN EN EQUIPOS QUE HABÍAN SIDO DISEÑADOS BAJO UN CRITERIO DE SIMPLICIDAD TÉCNICA. ESTO ERA ASÍ PARA ASEGURAR EL FUNCIONAMIENTO, Y MANTENIBILIDAD EN UN ALTO GRADO ANTE POSIBLES FALLOS. LOS PRIMEROS SISTEMAS EN AERONAVES ERAN PURAMENTE ELÉCTRICOS, CON ESQUEMAS SIMPLES Y CON UNA LÓGICA ELÉCTRICO-MECÁNICA QUE PERMITÍA EVITAR FALLOS HUMANOS Y SITUACIONES NO DESEADAS.

Posteriormente se fueron sustituyendo por sistemas electrónicos, los cuales, a pesar de ser más complejos técnicamente, permitían un aumento de capacidades y automatización.

A partir de aquí empezaron a crear sistemas electrónicos independien-

tes especializados en funciones necesarias o útiles para el manejo de las aeronaves. Una vez creadas estas unidades apareció la necesidad de comunicación entre ellos, lo que dio lugar a la implementación de los “buses” (barras colectoras) de comunicaciones. Estos eran de baja velocidad y gran simplici-

dad, lo cual aseguraba su funcionamiento en un entorno altamente crítico para los campos electromagnéticos debido a los requerimientos de temperatura, presión y física-mecánica que se dan en la envolvente de vuelo.

Ya en los años de aviónica integrada, se desarrollaron sistemas de gran



capacidad de computación, los cuales empezaban a reclamar “buses” de comunicaciones de media/alta capacidad, que fueron diseñados específicamente para la aeronáutica. Los costes de estos sistemas son muy elevados debido a que se diseñan para una producción pequeña y dentro de un entorno que demanda requisitos de certificación muy exigentes. Esto provocaba que los cambios en los sistemas de aviónica fueran limitados, ya que un cambio en las tecnologías inducía a un rediseño de todos los sistemas por las necesidades de comunicación entre ellos.

Estas necesidades y restricciones dan lugar al empleo de los COTS, (Commercial On The Shelf), concepto que abarca los sistemas genéricos diseñados para ser utilizados adaptando las necesidades de un mercado a

los sistemas existentes, disminuyendo los costes de diseño y desarrollo.

El A400M ha utilizado los sistemas de aviónica civil que Airbus ha desarrollado para los nuevos aviones comerciales, A380 y futuro A350, basándose en COTS con algunas modificaciones para añadir la QoS (Quality of Service), necesaria para los sistemas aeronáuticos.

IMA

Hasta el desarrollo de la aviónica integrada IMA (Integrated Modular Avionics), los “buses” principales de aviónica se basaban en el protocolo ARINC 429 en el mundo civil. Este protocolo es “simplex” y de baja velocidad, lo cual limitaba la cantidad de información a intercambiar e incrementaba la complejidad de las

des de comunicaciones y peso de aviónica. Por ejemplo, si hubiese N sistemas a comunicar entre sí de forma “duplex”, cada uno necesitaría establecer una conexión Arinc-429 con el resto, dando lugar a $N*(N-1)$ conexiones “simplex” en la red. Además, la escalabilidad de estos sistemas es muy compleja, ya que al añadir una nueva unidad las conexiones aumentan a $(N+1)*((N+1)-1)$, lo que supone un incremento de $2N$ conexiones. Con números, si tenemos 5 sistemas conectados entre sí, si en un momento necesitamos incorporar un nuevo equipo, implicaría hacer 10 nuevas conexiones de comunicaciones, además de ampliar cada equipo para una nueva conexión “arinc-429” si no dispone de una libre.

IMA, es el nuevo concepto de Airbus para la aviónica. Básicamente se

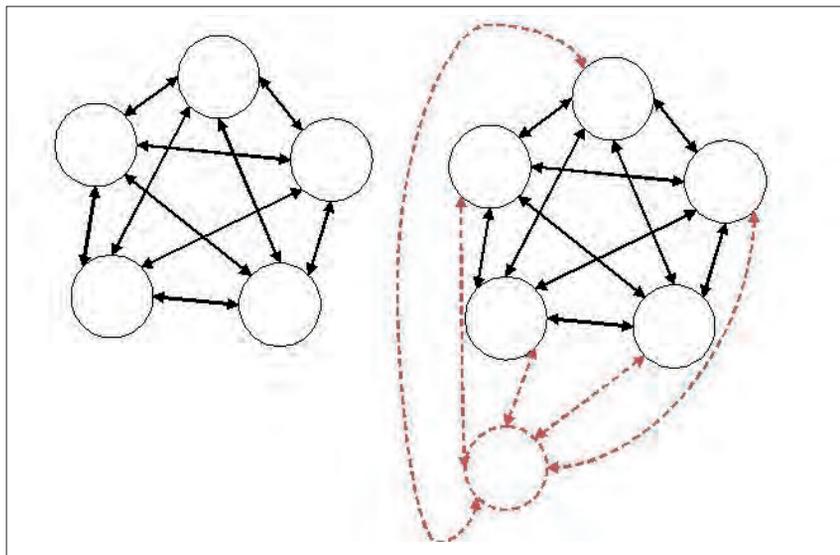


Figura 1. Izquierda, representa una red con 5 equipos conectados con Arinc-429 dúplex; cada línea representa dos conexiones físicas. Derecha, representa las conexiones necesarias para añadir un nuevo equipo a la red.

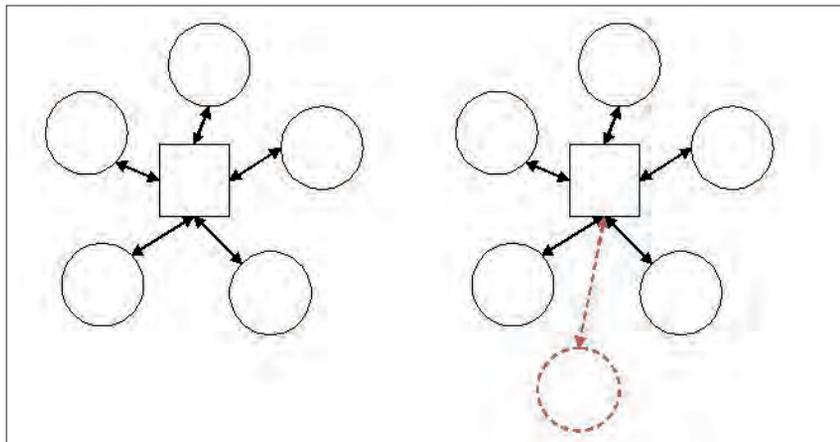


Figura 2. Izquierda, representa una red con 5 equipos conectados con AFDX; cada línea representa una conexión física dúplex. Derecha, representa las conexiones necesarias para añadir un nuevo equipo a la red. El cuadro representa el conmutador necesario para realizar la interconexión de los equipos.

trata de usar una arquitectura de recursos compartidos y un medio común de comunicaciones basado en el protocolo IEEE 802.3, más comúnmente conocido como ETHERNET. Con este concepto de arquitectura de red, para una red con N sistemas que se tienen que comunicar entre sí de forma dúplex, se necesitarían N conexiones AFDX, siempre y cuando se utilice un solo interruptor que permita conectar hasta 24 equipos. En este caso, la escalabilidad sería muy sencilla ya que solo se necesitaría añadir una conexión. Volviendo al caso anterior, para ampliar un sistema en una red con 5 equipos, necesitaríamos solo una nueva conexión en

comparación con las 10 que necesitábamos con ARINC 429.

El número de conexiones a realizar entre sistemas no es solo importante desde un punto de vista de complejidad técnica, sino también desde la perspectiva de coste y peso de la aeronave.

Los componentes principales de IMA son: CPIOM, IOM, y AFDX:

- El CPIOM, (Core Processor Input Output Module), es un computador que puede realizar distintas funciones de los sistemas aeronáuticos, ejecutando programas en su interior y comunicándose con los sensores o actuadores del sistema que gestiona.

- El IOM, (Input Output Module), realiza las funciones de las interfaces

de comunicaciones para poder conectar las redes AFDX con el resto de redes o “buses” existentes.

- La AFDX, (Avionics Full Duplex), es el medio común de comunicaciones basado en la probada tecnología Ethernet, con una serie de modificaciones en sus protocolos para añadir un determinismo (QoS) que no posee Ethernet.

REDES

Las redes son las infraestructuras que permiten la interconexión de sistemas o equipos. Podemos distinguir entre Redes de Área Local “LAN” (Local Area Network) y Redes de Área Extendida “WAN” (Wide Area Network). Las primeras son las que se aplican localmente y las segundas las que se deben utilizar para la interconexión de LAN. Un ejemplo bien conocido de WAN es Internet. Respecto a las redes LAN, un ejemplo típico sería la red doméstica o corporativa de una empresa.

El A400M posee varias redes que podemos considerar LAN. La red principal de aviónica es una red doble AFDX que proporciona redundancia. También existe una red de interconexión con el exterior NSS (Network System Support), Ethernet, que alberga los equipos no críticos. Estas dos redes están interconectadas a través de un cortafuegos para proteger la red de aviónica de la NSS y controlar su acceso. En el A400M también existen otras redes basadas en “buses” Arinc-429 y MilBus-1553, como alternativa y para los sistemas militares, respectivamente.

Como en cualquier red, existe una serie de protocolos que hacen posible la comunicación. Estos protocolos actúan a distintos niveles de comunicación. En IMA se usan los protocolos TCP/IP.

Todos esos “buses” son digitales por lo que la comprobación de los mismos no puede realizarse de una manera convencional, sobre todo en el caso de los de alta capacidad como AFDX.

HERRAMIENTAS

Como hemos comentado, la comprobación y el *trouble-shooting* (localizador de averías) de los sistemas

La carlinga, la energía, la cabina, el combustible y el equipo de aterrizaje, el control de vuelo y las funciones de vuelo automáticas usan IMA

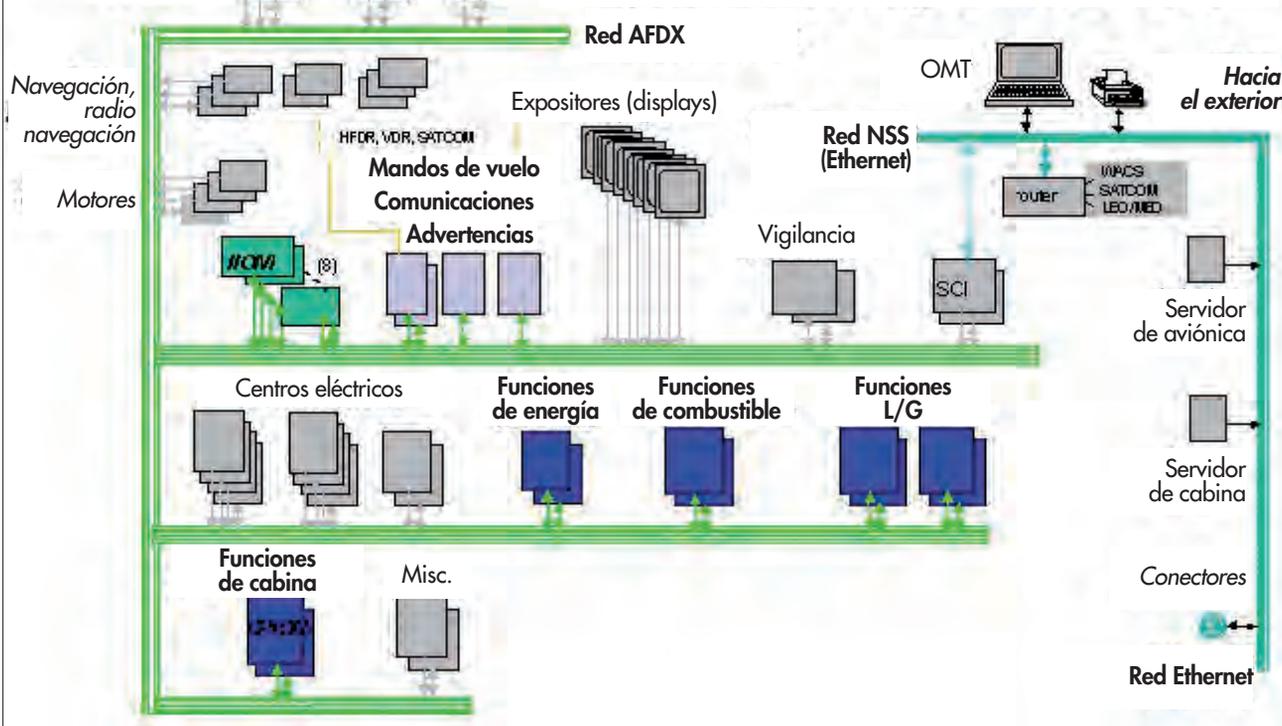


Figure 3: Redes AFDX y NSS.

de aviónica moderna no son convencionales en la nueva IMA. Con este concepto de aviónica, el ordenador pasa a ser una de las herramientas básicas de trabajo para los mantenedores. Precisamente por eso será necesaria una actualización en la formación de los actuales mecánicos, de manera que puedan desempeñar sus tareas de una forma eficiente en este nuevo sistema de armas. Los analizadores de redes y protocolos pasarán a ser una herramienta básica para ellos, así como otras herramientas básicas de red. Estos sistemas analizan una gran cantidad de datos digitales de sistemas complejos, por lo que conocer cómo funcionan las redes y protocolos podría ser beneficioso para la comprensión de los datos recolectados por estas herramientas.

El A400M tiene un ordenador portátil a bordo para tareas de mantenimiento, la AMAT (Aircraft Multipurpose Access Terminal), entre otras. También es posible conectar una o varios PMAT (Portable AMAT), con las mismas capacidades que el

AMAT además de las capacidades de los sistemas en tierra necesarios para operar el A400M. El día a día del mecánico estará muy ligado al uso de las herramientas informáticas y de los terminales AMA/PMAT.

FORMACIÓN

El actual concepto de formación de mecánicos de avión debe ser modificado para que estos puedan desarrollar su trabajo de una forma adecuada y eficiente. En los sistemas aeronáuticos actuales la electrónica y más aun la telemática tienen ya un peso específico muy relevante que crea la necesidad de un perfil de mecánico de avión de "bata blanca".

En mi experiencia como profesor en la Academia Básica del Aire durante dos ciclos, observé que todo lo relativo a la electrónica en la formación de los mecánicos de avión no estaba bien cubierto en los planes de estudios, dado que estos solo abarcaban los conceptos básicos de electrónica. Respecto a informática (siste-

mas) y comunicaciones podemos concluir que la formación impartida es nula. Esta falta de formación durante la escuela puede provocar una baja calidad en el mantenimiento de estos modernos sistemas de armas, lo que incrementa el coste de los mismos y disminuye su disponibilidad.

En la especialidad de Telecomunicaciones y Electrónica estos conceptos están mejor cubiertos, pero se enfocan a un entorno menos aeronáutico que la especialidad de mecánico de avión.

Se estima, pues, necesario un replanteamiento para determinar a quién corresponderían las atribuciones de mantenimiento en estos nuevos sistemas, y adaptar los planes de estudios a fin de conseguir una mejor formación orientada a las necesidades del Ejército del Aire para un futuro a corto-medio plazo.

El paso del "hard" al "soft" es inminente. Ya hemos visto parte de este en otros sistemas como el Eurofighter, pero en el A400M se produce un salto aun más notable debido a las redes y sistemas comerciales (COTS) ■