

# Potencia en el aire

Por el Dr. Stefan Boerninck y Thomas Platte

El Dr. Stephan Boerninck trabaja en Airbus Deutschland GmbH y Thomas Platte es consultor de emv GMBH (distribuidor de California Instruments en Alemania). Traducción realizada por Adler Instrumentos, S.L. info@adler-instrumentos.es

*Las redes que distribuyen la alimentación y la potencia eléctrica en el Nuevo Airbus A380 han abierto una nueva era en las técnicas de ensayo.*

El proyecto del nuevo Airbus A380 ha requerido de numerosos avances en diversas áreas, incluyendo la red interna de distribución eléctrica. Los avances se requieren tanto por parte de Airbus como por parte de los suministradores de subsistemas del avión. La decisión de reemplazar la mayoría de los sistemas hidráulicos por sistemas motorizados eléctricos y el cambio de la anterior frecuencia de trabajo fija de 400 Hz por el nuevo rango de 380 a 800 Hz, han supuesto nuevos retos. La multitud de aparatos eléctricos y electrónicos integrados deben coexistir de una manera compatible, sin que se interfieran mutuamente con la red del A380. Por lo tanto, la red de distribución eléctrica ha incrementado su complejidad de manera sustancial, produciéndose cambios tanto en el bus trifásico de 115 V AC como en el bus de continua de 28 V DC.

Los métodos modernos de desarrollos de proyectos están gobernados por la planificación de puesta en el mercado del producto, por lo que es necesaria una crítica eva-

luación de cada paso del proyecto desde las etapas iniciales del mismo, incluyendo las pruebas operacionales y de fiabilidad de todos los sistemas. En proyectos complejos como el del A380, la planificación demanda conceptos de ingeniería recurrente.

Con este fin, Airbus Deutschland GmbH diseñó y fabricó un sistema de ensayo integrado que permite el ensayo tanto de los equipos eléctricos o electrónicos individuales como de sistemas completos. Este banco de ensayo comprende una reproducción de la cabina a tamaño real, así como de las partes importantes de cabina, incluyendo bodegas inferiores y la infraestructura eléctrica del A380. Con esta instalación se pueden ensayar los siguientes sistemas y subsistemas:

- Sistemas aviónicos de control
- Infotainment (componentes de cabina y distribución)
- Sistemas de aire acondicionado
- Iluminación de cabina
- Equipamiento de bodega y hornos
- Sistemas de gestión de aguas
- Sistemas de seguridad y de cierre de puertas
- Controles y alimentación de los asientos de pasajero

Este artículo versa sobre los ensayos operacionales a realizar sobre los sistemas de distribución eléctrica. Esta premisa conlleva aspectos operacionales bajo condiciones que pueden suceder a bordo, es decir, el equipamiento sujeto a ensayo es visto como "carga" de los buses AC o DC, incluyendo las verificaciones de compatibilidad electromagnética requeridas.

## Sistema de distribución eléctrica

El sistema de distribución eléctrica a bordo del A380 consiste en, un bus de continua de 28 V DC con un voltaje nominal de 28 V (rango normal de 23 a 28 V), y un bus trifásico AC con un voltaje nominal de 115 V (rango normal de 104 a 122 V rms) y un rango de frecuencias de funcionamiento de 360 a 800 Hz. Este sistema obliga al equipamiento del A380 a funcionar bajo un amplio abanico de condiciones.

Todos los sistemas eléctrico/electrónicos del A380 son ensayados por cada suministrador de forma individual. Normalmente, estos ensayos incluyen la verificación funcional y operacional bajo unas determinadas condiciones específicas. Las normas que rigen estos ensayos son la ABD0100.1.8 (Airbus) y la RTCA/DO-160 (EEUU e internacional), especificando condiciones de funcionamiento normal, anormal y de emergencia. Estas condiciones incluyen variaciones de voltaje y de frecuencia (bus AC), transitorios de conmutación, caídas e interrupciones del suministro eléctrico. Incluso la condición de funcionamiento normal es exigente, ya que incluye transitorios originados por la conmutación de la alimentación de tierra a la de los propios generadores de la aeronave, y de la fuente auxiliar a los generadores principales durante el vuelo. Aunque los equipos son comprobados individualmente por el fabricante, se debe proceder a su



comprobación por Airbus una vez montados en el avión, teniéndose que verificar su interoperatividad, es decir, los distintos sistemas deben funcionar sin interferirse mutuamente. Los detalles de los ensayos están fuera de los objetivos de este artículo, pero incluye desde transitorios del orden de milisegundos a variaciones "lentas" e interrupciones durante muchos segundos. Todas estas condiciones de ensayo deben programarse de manera sencilla, ya que en total, se tienen 150 permutaciones diferentes. También es necesario documentar el ensayo, es decir, contar con un sistema de adquisición de datos de alta capacidad para procesar y registrar todos los datos necesarios.

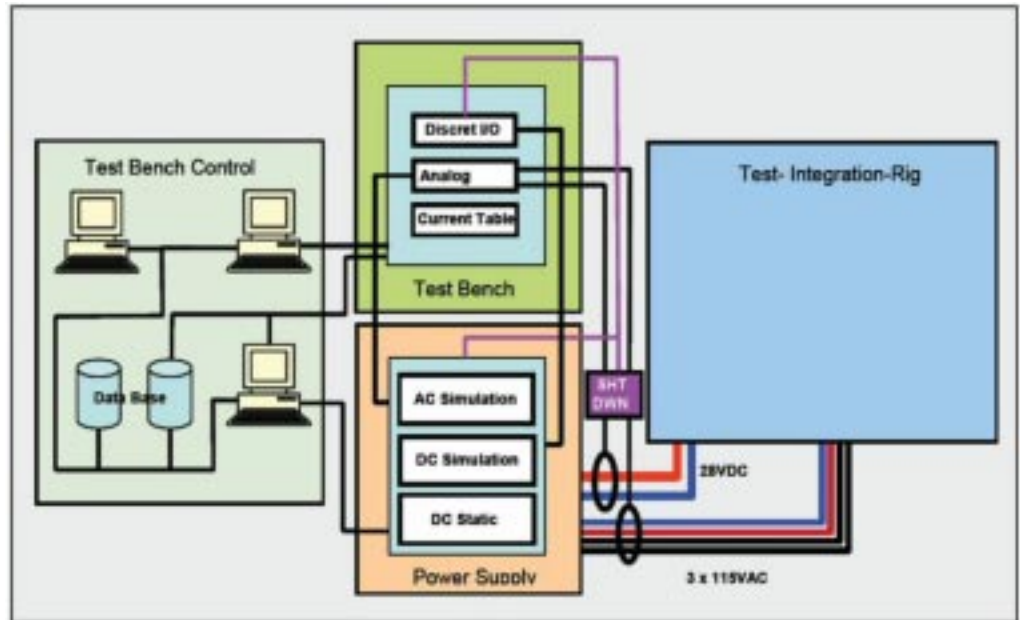
### Implementación práctica del sistema

La instalación total de ensayo (ver figura) para estos ensayos consiste en:

- Área base de integración donde se ensamblan los equipos a ensayar.
- Control del banco de ensayo constituido por el sistema de almacenamiento de datos.
- Banco de ensayo con el sistema de adquisición y procesamiento de datos en tiempo real.
- Fuentes de alimentación encargadas de simular a red de distribución eléctrica de abordo.

Aunque esta implementación práctica del sistema involucra a varias áreas tecnológicas, nos centraremos en los requisitos funcionales de las fuentes de alimentación que simulan la red de distribución eléctrica del A380.

Varias simulaciones, especialmente aquellas realizadas en el rango de los milisegundos, requieren un control computerizado. Por lo tanto, es obvio que estas fuentes de alimentación deben contar con un interfaz de programación como IEEE-488 (GPIB) o RS-232. Lo que es



más, muchos ensayos requieren un férreo control del tiempo y sincronización con otros "eventos" que ocurran en la aeronave.

El control mediante bus IEEE o RS-232 tiene una latencia inaceptable (fácilmente de 1 a 10 ms). Por lo tanto, las fuentes deben contar con entradas/salidas de disparo para generar de forma precisa los transitorios (menos de 100 microsegundos). ABD0100 y DO-160 especifican amplias variaciones de voltaje en materia de milisegundos, con lo que la fuente debe contar con una respuesta dinámica excelente para cumplirlas.

El sistema de distribución eléctrico del A380 se simula mediante fuentes de alimentación AC y DC diseñadas y fabricadas por California Instruments. La decisión tomada por Airbus para utilizar las fuentes de California se basó en la rápida disponibilidad del equipamiento y del software que cumplía con estas especificaciones.

Además de disponer de un software de ensayo con rutinas preprogramadas, incluyendo MIL-Std-704 y DO-160, California acordó trabajar con los ingenieros de Airbus

para implementar la llamada Combined Transient List (CTL).

Esta función CTL permite al usuario programar transitorios/variaciones sobre los buses de AC y DC del sistema, los cuales son posteriormente ejecutados de forma sincronizada, utilizando las entradas/salidas de disparo de las fuentes de AC y DC.

El sistema CTL también permite incorporar una carga DC programable para simular los fallos del bus de DC y los cambios de carga en tiempos de milisegundos. Por lo tanto, el software CTL permite la ejecución de cualquiera de los ensayos de la ABD0100, a cualquier nivel de potencia desde unos pocos vatios a 90 kVA.

### Fuentes de alimentación AC y DC para la simulación del sistema del A380

| Modelo    | Simulación | Potencia | Software    | Opciones       |
|-----------|------------|----------|-------------|----------------|
| HX 45-3P  | AC y DC    | 45 kVA   | MXGui, CTL  | ABD100, DO-160 |
| HX 90-3P* | AC y DC    | 90 kVA   | MXGui, CTL  | ABD100, DO-160 |
| KDC40-250 | DC         | 10 kW    | KDCGui, CTL | ABD100, DO-160 |

\* puede utilizarse como dos fuentes MX45 individuales

**Principales características técnicas**

sayo supusieron un duro reto para las fuentes de alimentación AC y DC, lo cual obligó a una evolución de la

| Modelo    | Potencia | Rangos de voltaje ac/dc | Corriente RMS máxima | Corriente Pico (repetitiva) | Fases | Rango de frecuencia Hz | Interfaces    |
|-----------|----------|-------------------------|----------------------|-----------------------------|-------|------------------------|---------------|
| NX 45-3P  | 45 kVA   | 0-150/300 AC            | 125/62 A             | > 250/150 A                 | 1 o 3 | DC, 16-620             | IEEE/RS       |
| NX 90-3P* | 90 kVA   | 0-150/300 AC            | 250/125 A            | > 500/300 A                 | 1 o 3 | DC, 16-620             | IEEE/RS       |
| KDC40-250 | 10 kW    | 0-40 VDC                | 0-250 A              | > 350 A                     | 1     | DC                     | IEEE/RS & RvP |

**Funcionamiento práctico e importancia del software de control**

Hoy en día, el mundo de la tecnología de la información ha reconocido que el software marca la diferencia. Este hecho no pasó desapercibido para el mundo de la instrumentación hace años. Su materialización es evidente en la mayoría de los sistemas de ensayo automatizados, y la instalación de ensayos de Airbus ejemplifica como utilizar el software para implementar numerosas tareas de ensayo. El sistema versátil con que cuenta Airbus permite un amplio abanico de equipos y sistemas a ensayar, según ABD0100 o DO-160, y permite ensayos combinados AC/DC en condiciones reales de funcionamiento. Incluso los requisitos establecidos por Airbus para este sistema de en-

que todos los futuros usuarios se pueden beneficiar a partir de este momento.

Las nuevas fuentes de alimentación AC cuentan con generadores internos de forma de onda arbitraria para simular la distorsión en voltaje (armónicos) del bus del A380. También incluyen funciones de osciloscopio para capturar la corriente inrush, y ofrecen las prestaciones de un analizador de potencia para análisis armónico de la corriente. Todas estas características requerirían de un interfaz de usuario extremadamente complicado por lo que contar con un software de control computerizado no es solamente preferible, sino obligatorio. Por supuesto, este interfaz gráfico de usuario vía PC necesita contar inevitablemente con funciones integradas como el CTL mencionado anteriormente o la simulación de transitorios conforme a ABD0100 o DO-160. De hecho, el

software de control permite alcanzar ratios de productividad imposibles de otras formas. Este software es, por lo tanto, una pieza clave para los planes de puesta en mercado del producto final o para los conceptos concurrentes de ingeniería.

Este concepto de sistema de ensayo integrado proporciona a Airbus la capacidad de ensayar y certificar el funcionamiento e interoperatividad de los sistemas eléctricos y electrónicos del A380. Las capacidades de simulación de las fuentes de alimentación AC y DC son un punto clave en este concepto. A pesar de todos los avances en los sistemas de control de vuelo y en los diseños de propulsión del A-380, aún se requiere un funcionamiento intachable y armonioso de todos los sistemas eléctricos y electrónicos con el fin de hacer volar a este gigante aéreo de una manera fiable y segura. Por consiguiente, se requiere simulaciones en tierra de cada situación concebible en la que puede verse inmersa la aeronave a 35.000 pies de altura.

Las técnicas de ensayo finalmente desarrolladas para el A380 no solamente contribuyen al avance de la aviación, sino que también retan a la industria de ensayo y medida a desarrollar equipos y software más productivos.