

## ESTUDIO DE LOS SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN EN CONTINUA A 400HZ PARA AVIÓNICA

**Aviones más eléctricos: problemas de los sistemas de alimentación convencionales desde tierra hasta aire**



**Figura 1.** Molestias causadas por la frecuencia fundamental de 400Hz

En estos días las ideas y conceptos de los así llamados aviones completamente/más eléctricos han dejado su situación virtual y han llegado a ser un significado real (a hacerse palpables). Las funcionalidades o aparatos eléctricos ayudan a incrementar la eficiencia global y comodidad de un avión. La consecuencia de esta tendencia es una gran cantidad de cargas no lineales, como los sistemas de entretenimiento durante el vuelo, refrigeradores, hornos, etc. incorporados en el sistema de alimentación de un avión moderno.

Esto da lugar a un incremento de la distorsión de la tensión de alimentación y de los problemas de compatibilidad electromagnética en todo el espectro, las cuales son bien conocidas de los sistemas de alimentación convencionales.

Adicionalmente, la mecánica tradicional y los sistemas hidráulicos están siendo sustituidos con actuadores electromecánicos o electro-hidráulicos del área de control de vuelo (guiado de la dirección por cable). A diferencia de otras cargas conectadas a los sistemas de alimentación, la operación de tales actuadores causan el rápido incremento del consumo eléctrico y pueden significativamente impactar en el sistema de alimentación a bordo.

La proliferación de tales cargas requiere un cuidadoso tratamiento de aspectos como el consumo de potencia, confiabilidad y calidad eléctrica.

Las áreas de problemas típicos son ahora:

- Gestión y control del consumo energético para alcanzar una solución más económica.

- Análisis de confiabilidad de la red de alimentación durante el arranque del motor y otros eventos transitorios.
- Estimación de la inmunidad e interacción, también mientras se utilizan los sistemas de alimentación o conexión a tierra.
- Evaluación del envejecimiento de componentes eléctricos y dispositivos o aparatos tales como cables, transformadores y motores a causa de los armónicos, desequilibrios y transitorios de sobretensión (salida de variadores de frecuencia).

Uno tiene que tratar con toda esta problemática en los siguientes campos de aplicación:

- Desarrollo de equipamiento de electrónica de potencia para aplicaciones de aviónica.
- Validación de las aplicaciones informáticas de modelos.
- Desarrollo de los sistemas de alimentación o conexión a tierra.
- Inspección para la verificación del cumplimiento de requisitos del proyecto y pruebas finales (inauguración, lanzamiento, presentación o entrega), así como los planes de mantenimiento.

### **Análisis cualitativo sí, pero medida o cuantificación, difícil**

Hay muchas técnicas y herramientas informáticas para analizar, modelar e investigar teóricamente los sistemas de alimentación en aviónica. La mayor parte de ellos son también usados para sistemas de alimentación convencionales a 50 y 60Hz. Y la transición del tratamiento de sistemas de potencia convencionales al análisis de los de aviónica es muy sencilla. Pero incluso el mejor modelado debe ser verificado con medidas reales. Al mismo tiempo no hay muchas soluciones satisfactorias de medida para este campo de aplicación. Hay varios aspectos que hacen el desarrollo de equipos de monitorización difícil.

1. **La base de frecuencia de corriente alterna se mueve desde 50 ó 60Hz hasta 400Hz.** De esta forma uno necesita un ancho de banda superior a 16kHz para evaluar armónicos. No sólo eso sino que, la frecuencia de muestreo debe ser cambiada para ser capaz de capturar señales distorsionadas con la frecuencia base de 400Hz.
2. **La capacidad de medir tensiones en continua y especialmente corrientes.** Los sistemas de alimentación en aviónica contienen así mismo circuitos de continua. De esa manera el instrumento debe ser capaz de medir señales de continua.
3. **La evaluación simultánea de los circuitos de continua y de alterna.** Mientras monitorizamos los sistemas de alimentación en continua y alterna se requiere realizar una medida simultánea y completamente síncrona. Los valores de medida obtenidos deben tener el mismo tiempo de presentación a pesar de las diferentes bases de frecuencia.
4. **La capacidad de registro de datos con una resolución de tiempo fina.** Mientras monitorizamos los sistemas de aviónica es muy importante investigar la interacción entre las cargas eléctricas y las principales alimentaciones durante un largo periodo de tiempo. El término "largo periodo" difiere del tiempo de observación convencional para medida de la calidad eléctrica (superior a una semana). Normalmente uno necesita un registro de datos de no más de varias horas. Pero el tiempo de rastreo debe durar varios segundos o menos para considerar la dinámica del consumo energético. Y este tiempo de rastreo es una barrera real para

casi toda la gestión de potencia y herramientas de monitorización de calidad eléctrica, las cuales almacenan los datos cada 10 o 15 minutos.

**LMG450: Una medida precisa de tensiones y corrientes. La base de frecuencia no importa.**

La aplicación del vatímetro de precisión LMG450 de ZES ZIMMER Electronic Systems GmbH resuelve los problemas arriba mencionados y hace la investigación de sistemas de potencia en aviónica más efectiva.



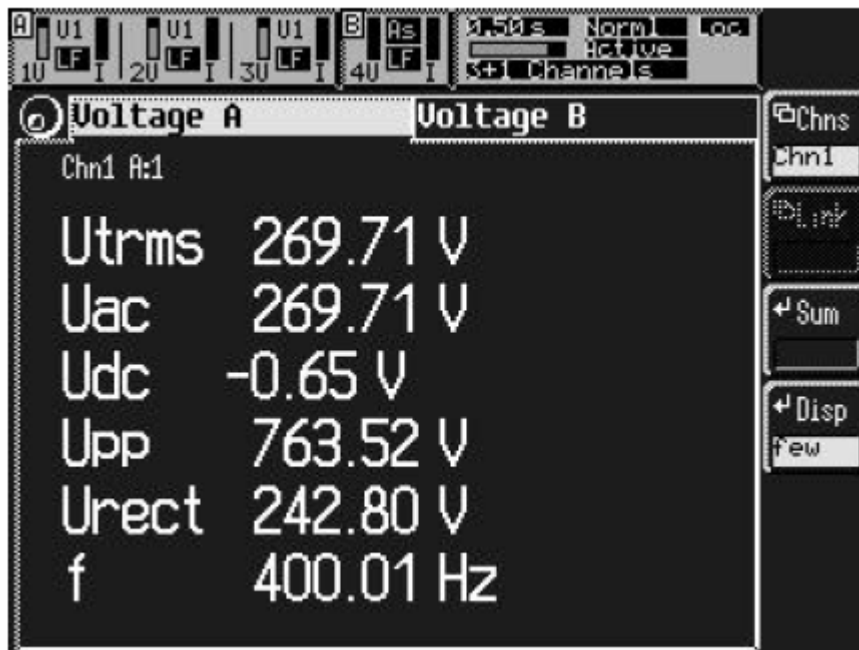
**Figura 2.** LMG450: La solución para la medida de potencia en aviónica.

El instrumento mide cuatro corrientes y cuatro tensiones (cuatro canales de potencia). Las máximas tensiones y corrientes medibles directamente son 600V y 16A. Adicionalmente los diversos sensores de corriente pueden ser usados. La tasa de muestreo de cada canal es de 50kS/s (50,000 muestras por segundo), junto con un ancho de banda de 20kHz y una precisión del 0.1%, son unas importantes pre-condiciones para una estimación precisa de armónicos, especialmente concerniente a sistemas a 400Hz. Todos los canales están aislados uno del otro. La baja capacitancia y un muy buen rechazo al modo común permiten la correcta medida cuando los potenciales están variando u oscilando. Los canales de entrada pueden ser divididos en dos grupos totalmente independientes con respecto a la sincronización y a los parámetros de filtrado. Eso es por lo que el instrumento es capaz de evaluar las señales de diferentes sistemas de potencia, por ejemplo corriente continua y 400Hz. Y todos los valores obtenidos tendrán el mismo tiempo de presentación y serán evaluados completamente sin lapsos o saltos de tiempo.

**LMG450 sustituye a un multímetro, a un analizador de armónicos, a un osciloscopio e integra un sistema de adquisición de datos personalizado**

En cualquier sistema de potencia en el que midas, mientras evalúas la interacción de una carga no lineal y variable con una alimentación principal, no es suficiente usar sólo un medidor de la calidad eléctrica. Normalmente las diversas herramientas o aparatos de instrumentación o medida, como voltímetros, amperímetros, osciloscopios, etc. son necesarios. La permanente reconfiguración de la preparación de las diferentes medidas convierte al usuario en un rehén de gran número de cables, conectores e instrumentos. Y un error o un accidente llega a ser sólo cuestión de tiempo. El LMG450 reemplaza a todos estos instrumentos con una eficiencia mejorada.

Los parámetros de la tensión (trms o verdadero valor eficaz, rectificada, valores pico a pico) junto a un amplio rango factores relacionados con la carga (factores de corriente, potencias activa, reactiva y aparente, factor de potencia, consumos o energía, etc.) son evaluados en el modo de medida normal.



**Figura 3.** Comportamiento en estado estacionario de un distribuidor a 400Hz mostrado por un LMG450.

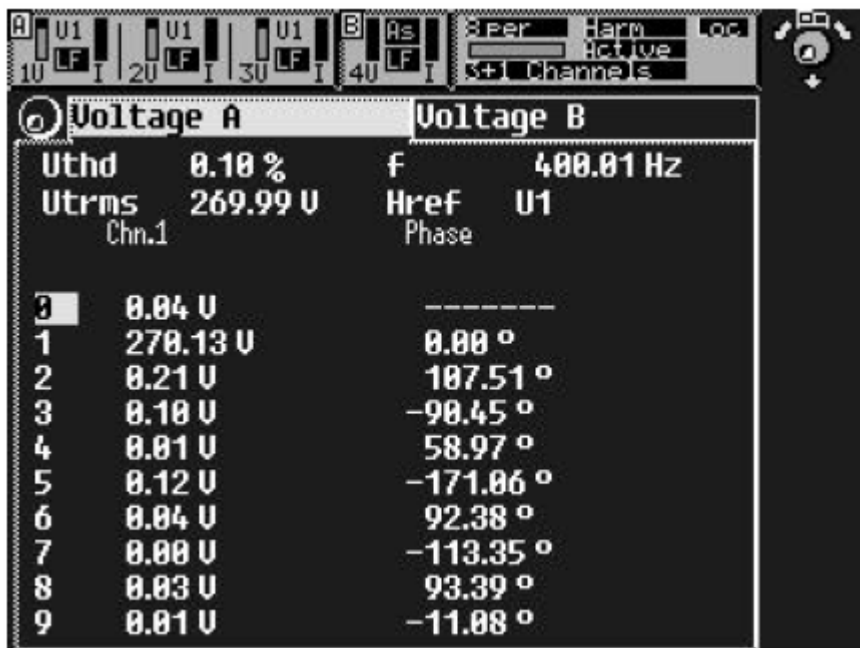
El rastreador de medidas puede ser configurado desde 0.05segundos hasta 60segundos. Los resultados medidos son inmediatamente mostrados y pueden ser representados gráficamente frente a otro parámetro o como forma de onda.

**Ejemplo 1.** Desde que usamos un sistema de conexión a tierra, el esporádico malfuncionamiento del sistema de apertura de una puerta puede ser registrado y darnos cuenta. El análisis detallado por medio de un LMG450 muestra la caída de tensión en la línea de corriente continua al mismo tiempo. La caída estaba ocurriendo en la cadena del inversor y estaba causando el fallo. La mejora de las propiedades en el recorrido o proximidades del inversor mejoró el rendimiento del sistema de apertura de la puerta. La **Figura 4.** muestra la caída de tensión ocurrida en la línea de corriente continua y causada por el fallo.



**Figura 4.** La caída de tensión en el distribuidor de corriente continua registrado con un LMG450.

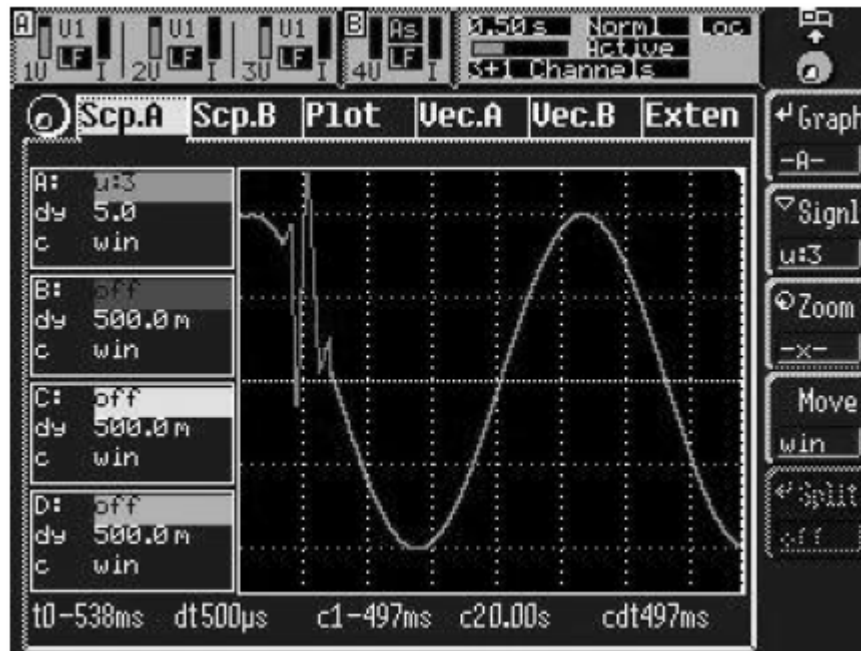
El LMG450 es capaz de evaluar armónicos independientemente de la base de la frecuencia. Las 100 líneas espectrales están disponibles para cada señal de entrada. La resolución entre líneas espectrales puede ser modificada. Así mismo esta característica permite analizar interarmónicos. Aparte de los armónicos de tensión y corriente, el LMG450 calcula los armónicos de la potencia activa, reactiva y aparente en tiempo real y puede mostrarlos. Por medio de esta herramienta el usuario puede analizar la dirección del flujo de armónicos.



**Figura 5.** Análisis de armónicos de una alimentación principal a 400Hz. La información sobre los procesos en estado estacionario en sistemas de potencia, así como sobre fluctuaciones lentas de los valores medidos, como interrupciones de tensión y fluctuaciones de potencia, es muy importante para resolver la gestión de potencia y de

problemas de calidad eléctrica. Sin embargo algunas veces es necesario capturar los cambios transitorios de tensiones y corrientes para investigar corrientes de arranque, huecos de tensión y sobretensiones. Así mismo, el LMG450 puede operar como un analizador de transitorios. Las posibles condiciones de disparo incluyen los valores absolutos y tasas de variación rápidas (*slew rate*) para efectos no lineales en amplificadores o tiempos de transición entre dos puntos fijos de medida, que suelen ser típicamente el 20% y el 80% de la tensión de alimentación respectivamente, de las señales. La frecuencia de muestreo puede ser configurada a 50kHz.

**Ejemplo 2.** La operación de un variador de velocidad se vio afectada. La protección de sobretensión paró el dispositivo. La medida de valores eficaces de tensión no mostraba variaciones apreciables de la tensión de alimentación. La investigación de los sistemas por medio del LMG450 ha mostrado que el transitorio de conexión del condensador causa esta parada. Después de un ajuste del equipo de compensación del factor de potencia el dispositivo comenzó a operar adecuadamente.



**Figura 6.** El registro del transitorio de conexión del condensador con un LMG450.

Es cierto que los aviones de hoy en día están siendo cada vez más y más eléctricos. Pero esa es la cuestión del hecho que todavía hay muchos componentes mecánicos e hidráulicos en un avión. Y es a menudo útil medir sus parámetros operacionales, como temperatura, presión, velocidad de giro, etc. junto con valores eléctricos. Además de los canales de tensión y corriente, descritos antes, un LMG450 tiene ocho entradas analógicas y digitales para capturar tensiones entre  $\pm 10V$  y señales digitales. Junto con los sensores externos, pueden ser usados para registrar también magnitudes no eléctricas.

**Integrando una inteligente forma de saber cómo hacer las cosas (“know-how”) por medio de un pre-procesador de datos**

Mientras medimos es a menudo emplear operaciones lógicas y matemáticas para la estimación de magnitudes derivadas, así como para controlar las condiciones de medida en tiempo real. Proporciona ventajas significativas a aquellos usuarios experimentados que pretenden aplicar su conocimiento de cómo hacer las cosas (“know-how”) para personalizar las medidas y optimizar el análisis de datos. Para estas finalidades el editor de instrucciones o rutinas está implementado directamente en el instrumento de medida.



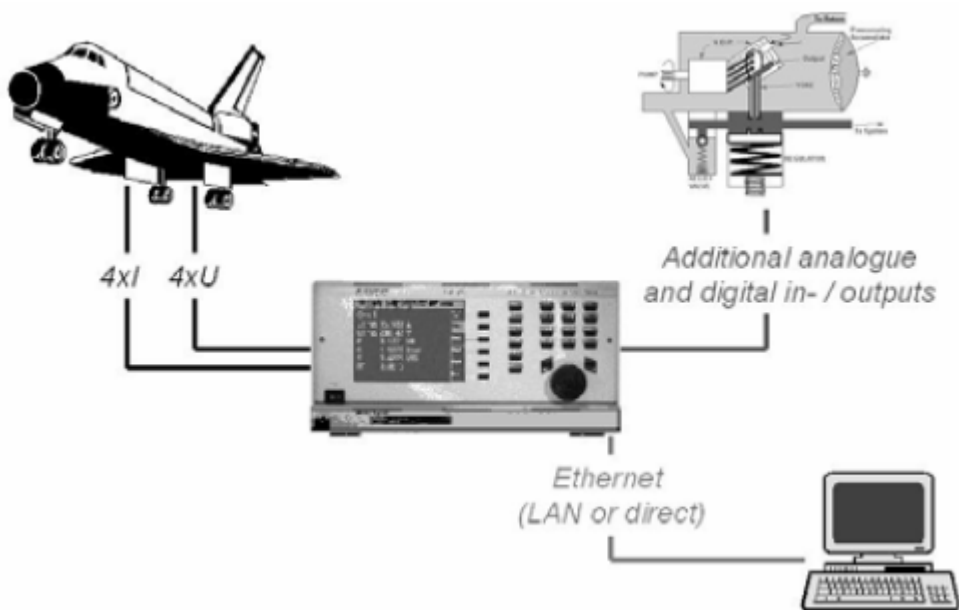
**Figura 7.** El editor de instrucciones integrado personaliza la medida.

La rutina implementada en la **Figura 7**. muestra una de las muchas posibles respuestas o reacciones del instrumento de medida al decremento de la tensión de entrada. En este caso el LMG450 habilitará la primera salida digital y el sonido de alarma si la tensión permanece por debajo de 200V. Adicionalmente la forma de onda en este momento puede ser impresa.

### **Grabación de larga duración con una unidad autónoma de registro de datos**

El siguiente aspecto importante de un sistema de monitorización de la potencia es la capacidad de capturar los datos en un largo periodo de tiempo. El dispositivo de medida en sí mismo puede mostrar los datos y almacenar las relativamente pequeñas porciones en la disquetera de 3.5" integrada.

El empleo de la unidad de registro de datos autónoma NDL5, junto con la aplicación informática TERM-L5, amplía significativamente la capacidad de registro de datos. En este caso el usuario tiene al menos 20GB de memoria (disco duro) para almacenar los datos.



**Figura 8.** El NDL5 permite el registro de datos y el acceso a la red local via Ethernet

La utilización de esta unidad de registro de datos tiene las siguientes ventajas:

- El usuario define los valores que van a ser almacenados así como el tiempo de guardado.
- El registro de datos puede ser inicializado o interrumpido en cualquier momento así como puede ser sincronizado con las condiciones particulares de cada entrada digital del LMG450.
- Las medidas pueden ser configuradas y programadas en la oficina. En cada activación del NDL5 las medidas estarán realizándose y actualizándose o almacenándose.
- No es necesario disponer de un ordenador portátil u otro ordenador personal en el sitio de medida. El sistema de medida es en sí mismo compacto y robusto y puede ser montado en un puerto convencional.
- El sistema de alimentación auxiliar integrado mantiene la operación normal durante la interrupción de la tensión de alimentación durante más de 15 minutos.
- Los datos medidos están disponibles tanto durante como después de la medida en la red local Ethernet.
- Tanto la conexión directa como la red de área local (LAN) puede ser utilizada para configurar, inicializar y parar la adquisición de datos y leer los datos almacenados.

Los datos están guardados en formato ASCII. Esto permite al usuario aplicar todas las herramientas convencionales de procesamiento de datos, como MS-Excel, Matlab, etc. para analizar los datos y generar los informes de las medidas.

## **Adler Instrumentos, S.L.**

Madrid: 91 358 40 46

Barcelona: 91 640 13 69

San Sebastián: 94 337 65 09

[www.adler-instrumentos.es](http://www.adler-instrumentos.es)

[info@adler-instrumentos.es](mailto:info@adler-instrumentos.es)