

## Prefacio

En un momento en que la transformación digital está en el centro de los cambios importantes que afectan a la mayoría de los sectores industriales tradicionales, es bueno volver a los principios de la física elemental y sus leyes fundamentales. El libro de Jean-Marie Dilhac y Vincent Boitier nos recuerda que antes de convertirse en virtual, toda la información emana de la combinación de fenómenos físicos concretos y conocidos, que los sistemas llamados *sensores* en esta obra, permiten capturar en tiempo real, y transmitir a otros sistemas capaces de analizar esta información

Así, los sensores permiten hacer “hablar” a los objetos, materiales y estructuras que antes eran considerados elementos pasivos. El desarrollo exponencial de la *Internet of Things* - IoT (Internet de las Cosas) y la proliferación de estos objetos pasivos ahora conectados están dando como resultado un mercado creciente para las aplicaciones que estos sensores permiten. La logística, el mantenimiento aeronáutico, el automóvil autónomo, el control de la integridad de la aeroestructura, la salud... son algunos ejemplos en los que el uso de sensores es la base de nuevos servicios, soluciones o modelos económicos.

Sin embargo, los sistemas existentes se enfrentan a dos grandes limitaciones para permitir sus aplicaciones industriales: la autonomía energética y los medios de transmisión de la información captada. Además, para la industria aeronáutica aparece una tercera limitación: la del peso.

La investigación que se presenta aquí proporciona una visión general de las leyes físicas que pueden utilizarse para diseñar sensores que no están conectados a una red eléctrica o a una batería independiente. Dependiendo de sus respectivos campos de

aplicación y rendimiento, los posibles sensores pueden tener varias características. Pero la gama de técnicas discutidas muestra que todas las aplicaciones son posibles.

Entre los modelos de autonomía energética discutidos, los generadores térmicos ya han sido identificados por su potencial en la aeronáutica. Los autores también estuvieron entre los precursores de los desarrollos aeronáuticos de recuperación de energía por termoelectricidad con el Grupo Airbus. La búsqueda permanente de ejemplos de aplicaciones e implementaciones industriales es una de las cualidades de este libro. En efecto, además de realizar un inventario de las posibilidades técnicas, los autores tratan de ilustrar al lector acerca de los contextos en los que se ponen en práctica los diversos tipos de sensores autónomos. Los fabricantes, en particular en la industria aeronáutica – fabricantes de motores, constructores, ensambladores – encontrarán así las vías para explorar sus especificaciones de diseño. A este respecto, los ejemplos de aplicación en el marco de los ensayos de vuelo ofrecen una descripción esquemática de las aplicaciones industriales de estas nuevas familias de sensores energéticamente autónomos.

Hay mucho en juego:

– En primer lugar, la ubicuidad. No es necesario que los sensores autónomos sean accesibles para su mantenimiento o recarga. Así, pueden ser distribuidos en los lugares más sensibles, incluso inaccesibles. En términos de supervisión de la estructura, esto permite controlar un mejor nivel de cobertura de los sensores.

– En segundo lugar, la permanencia temporal. Los sensores autónomos están permanentemente activos. Esto permite imaginar nuevos escenarios de aplicación en los que la integración de estos sensores tendrá lugar al momento del diseño de un programa (avión u otro), porque estos sensores pueden tener una vida útil cercana a la de la plataforma.

– En tercer lugar, los problemas de seguridad. Más sensores permiten una mejor supervisión de los sistemas y, por tanto, una mejor prevención de riesgos. Las plataformas aumentan así su propia capacidad de alerta en caso de fallo.

– Finalmente, los nuevos modelos de negocio. Dado que estos sensores autónomos pueden ser integrados industrialmente en las plataformas, la reducción de los costos de mantenimiento es un primer paso adelante. Dependiendo de la industria, se pueden desarrollar nuevos modelos basados en la monitorización de los estados transmitidos por dichos sensores.

Para multiplicar los campos de aplicación de los sensores energéticamente autónomos en el ámbito aeronáutico, habrá que seguir investigando para reducir el factor de peso de los sistemas de producción de energía a partir del medio ambiente. Deben ser capaces de proporcionar rendimientos de “energía producida/masa” que permitan tenerlos en cuenta industrialmente a costos de operación asequibles. Esto será sin duda el tema de un trabajo dedicado.

Frédéric SUTTER  
Director del Programa de Transformación Digital  
Grupo Airbus

## Prólogo

Durante los últimos diez años más o menos, hemos tenido la oportunidad de trabajar en el campo de las redes de sensores inalámbricos, que son autónomas en cuanto a la energía, en varios campos como la agricultura, el espacio y la aeronáutica. En particular, hemos desarrollado métodos y técnicas de gestión de la energía, sobre todo para los sistemas que utilizan la recolección de la energía del ambiente.

Rápidamente, nuestro campo de aplicación ya no se limitó – en su mayor parte – a la aeronáutica y tuvimos la suerte de trabajar en las necesidades expresadas por los profesionales del sector. Algunos de estos trabajos han implicado campañas específicas de medición durante los ensayos de vuelo, y para los últimos logros se han llevado a cabo campañas de ensayos de vuelo de sistemas completos.

Entonces pareció apropiado, en un momento en que el estudio de la autonomía energética de los sistemas de sensores incorporados está encontrando su lugar en los planes de estudio universitarios, resumir nuestros logros más significativos en un libro que permita a los estudiantes, ingenieros e investigadores interesados, comprender el campo de los sensores autónomos de energía, un campo en plena expansión, pero marginal o incluso ausente en varios sectores industriales. Sin embargo, la descripción de los logros prácticos en el cuarto capítulo del libro está precedida por tres capítulos introductorios, lo que permite situar estos ejemplos en la perspectiva más amplia de las redes de sensores inalámbricos, la autonomía energética y la electrónica de potencia.

Este libro pretende ser una herramienta ampliamente accesible para estudiantes, ingenieros e investigadores, sean o no expertos en electrónica, física de materiales, térmica o aeronáutica. Por otra parte, dada la diversidad de las especificaciones y técnicas utilizadas, no abarca un conjunto completo de sistemas directamente

aplicables. Su propósito es permitir al lector avanzar en su estudio, y abrir las puertas correctas.

No podemos concluir este prólogo sin señalar que el contenido de este libro no es el resultado del trabajo aislado de los dos autores, sino el fruto de reuniones, colaboraciones y trabajo en equipo. En particular, queremos agradecer a los miembros de Airbus que han depositado su confianza en nosotros, nuestros colegas, nuestros estudiantes de doctorado y nuestros aprendices. Hay muchos de ellos, y enumerarlos por su nombre nos expondría a lamentables omisiones. Sin embargo, es nuestra esperanza que ellos sean conscientes de su papel y de lo agradecidos que nos sentimos.

Jean-Marie DILHAC  
Vincent BOITIER