

Quantification, Caractérisation et Contrôle des effets vibratoires induits sur la métrologie embarquée

Application à l'électronique des Micro-Drones volants

La thèse s'inscrit dans le cadre des activités de recherche menées au sein du Département Electronique, Optronique et Signal (DEOS) et du Département d'Aérodynamique, Energétique et Propulsion (DAEP) de l'Institut Supérieur de l'Aéronautique et de l'Espace à Toulouse (ISAE Supaéro). Elle aborde la thématique générale de la mesure embarquée, avec comme objectif premier, la compréhension des interactions vibratoires et inertielles sur l'électronique de conditionnement, d'amplification et de transmission des capteurs utilisés classiquement en instrumentation mécanique. Le but ultime de ce projet concerne plus particulièrement l'intégration de capteurs embarqués dans des pales d'hélice de dimensions inférieures au mètre. L'instrumentation embarquée est connue pour des structures de type avion ou hélicoptère, c'est-à-dire à dimension humaine, l'ambition de cette étude est celle d'applications de type micro et nano-drones. Le développement de tels aéronefs est motivé par un marché mondial potentiel de 2 milliards de dollars en 2015 (source : cabinet Frost & Sullivan) et un marché nord-américain potentiel de 80 milliards de dollars – et 100 000 nouveaux emplois – d'ici 2025 (source : AUVSI), avec des applications diverses, notamment dans les domaines de la sécurité et du renseignement, dans des contextes civils et militaires. En plus de cela, une meilleure connaissance des effets vibratoires sur la métrologie embarquée permettrait d'augmenter la robustesse et la précision des mesures. L'objectif de cette thèse est double, à savoir :

- 1) D'abord caractériser les effets de vibration sur les performances des circuits électroniques embarqués dans des objets soumis à de fortes vibrations, comme par exemple les drones (voir **Fig.1a**). Ces variations induisent des variabilités sur les paramètres électriques (**Fig.1b**) par l'intermédiaire de modulations de couplage et/ou d'interaction de nature électro-mécanique sur les circuits de référence de synchronisation et de transmissions. La **Fig.1c** montre un insecte doté d'un transpondeur constitué d'une antenne et d'un système de détection dont les performances impactées par les mouvements de vibration de l'insecte ont une signature en bruit qui demande à être caractérisée.
- 2) Ensuite étudier des solutions de contrôle et de compensation de ces vibrations afin de garantir un fonctionnement acceptable pour la charge utile électronique embarquée. Ces solutions comprennent aussi bien une dimension électronique (auto-test) qu'une dimension « matériaux » capables de compenser les vibrations et qui s'intègrent bien dans la fonctionnalité électronique globale (exemple utilisation de packages ou PCB amovible qui aient, au delà de leurs attributs électriques, des caractéristiques appropriées).

Le travail de thèse proposé s'établira autour d'une approche «Co-Design» qui permette de coupler efficacement les cultures mécanique, métrologique et électronique à travers une démarche «Multi-Physique» tant expérimentale que théorique (modélisation). La première année de thèse sera dédiée à la mise au point d'un banc expérimental pour la caractérisation de l'effet des vibrations sur les performances RF de circuits électroniques sensibles à identifier (par exemple : résonateurs piézo-électriques). Les deux années suivantes seront consacrées à l'étude de solutions de contrôle tant du point de vue de la fiabilité que celui de la recherche de matériaux et architectures de régulations/compensations.

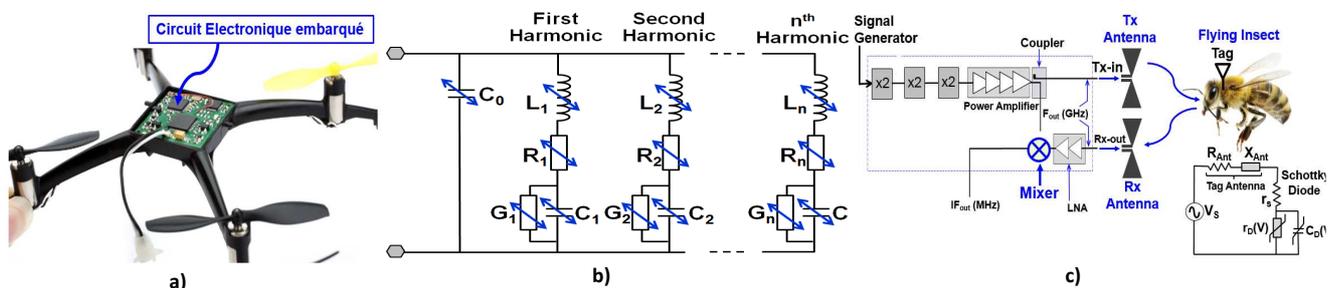


Fig.1: Nano-drone avec circuit électronique complexe (a), radar harmonique (b) pour la localisation d'insectes (c)

Laboratoire d'accueil : ISAE-Supaero, Toulouse, France
Départements : DEOS / DAEP
Co-directeurs : Pr. Damienne Bajon & Dr. Sebastien Prothin