

<p>Interactions entre les constituants du système FMA en bande VHF-FM.</p>

En tant que pilote d'avion et passionné de radio, j'utilise la VHF. J'ai rencontré un ancien ingénieur de Thalès pour trouver un sujet regroupant les domaines de l'aéronautique et de la radiocommunication.

Thalès souhaite réduire les bruits électromagnétiques émis par le drone qui parasitent le fonctionnement du système VHF embarqué.

Le système Flight Magic Antenna est une interface de radiocommunication employée par les troupes militaires au sol qui utilisent un drone pour déporter une antenne. Les interactions entre les différents composants du drone génèrent des bruits électromagnétiques pouvant amener jusqu'à une perte de la liaison radio.

Professeur encadrant du candidat :

Ce TIPE fait l'objet d'un travail de groupe.

Liste des membres du groupe :

Positionnement thématique (phase 2)

SCIENCES INDUSTRIELLES (Traitement du Signal), SCIENCES INDUSTRIELLES (Génie Electrique), PHYSIQUE (Physique Interdisciplinaire).

Mots-clés (phase 2)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>Télécommunication</i>	<i>Telecommunication</i>
<i>Bruits radioélectriques</i>	<i>Radio noises</i>
<i>CEM (Compatibilité Electromagnétique)</i>	<i>EMC (Electromagnetic Compatibilities)</i>
<i>Propagation terrestre - Ondes de sol</i>	<i>Terrestrial Propagation - Ground Waves</i>
<i>Liaison Radio</i>	<i>Radio Link</i>

Bibliographie commentée

La radiocommunication "TACTIQUE" [1] a toujours été une des nécessités cruciales pour les forces

armées. Elle permet essentiellement aux troupes au sol d'échanger les informations : par exemple la transmission de messages entre soldats, entre le soldat et son commandement, entre véhicules porteurs etc...

Compte tenu des exigences opérationnelles et d'ergonomie, il est apparu que la bande de fréquences radio optimale pour cet emploi est la bande dite VHF-FM allant de 30MHz à 88MHz. Cette bande est de nos jours adoptée par tous les pays du monde.

La radiocommunication tactique en VHF-FM ne permet d'assurer que des couvertures de quelques dizaines de km car elle est basée sur la liaison par ondes de sol [1, 2]. Jusqu'à récemment, un des moyens couramment employés pour augmenter les performances des systèmes de radiocommunication tactique est de déporter en hauteur son antenne par exemple en utilisant un mât porteur.

Pour sa part THALES avait engagé un développement prospectif d'un système antenne s'appuyant sur un drone "off the shelf" de type hexacoptère [3], système appelé FMA ou Fly Magic Antenna [4].

La version existante V.0 du FMA a été réalisée essentiellement avec du matériel disponible dans le commerce. La puissance nécessaire pour maintenir le drone à une certaine altitude nécessite une alimentation en énergie de l'ordre du kilowatt. Malheureusement, les signaux à la réception sont brouillés par les bruits électromagnétiques émis par le système susdit [2]. En effet, la puissance des signaux à recevoir par le poste radio [5] est de l'ordre du picowatt à comparer au kilowatt que requiert la propulsion. Les travaux consistent essentiellement à l'utilisation d'un analyseur de spectre [6,7] pour quantifier les bruits radioélectriques conduits et émis [8] par les composants du système et captés par la composante antenne du FMA, à identifier la source principale de ces bruits, à mettre en œuvre des solutions pour diminuer ces bruits et l'utilisation d'un analyseur de réseau vectoriel (ou VNA), utilisé pour caractériser les pertes des différents composants, pertes impactant directement sur la portée du système.

Ces mesures sont régies en France par des normes précises [9] et nécessitent la mise en place de protocoles spécifiques [10]. Enfin, la finalité du système étant la communication, le bilan de liaison du FMA est nécessaire : quantifier la portée de l'antenne en fonction des pertes mises en jeu.

Problématique retenue

Pour être conforme au cahier des charges imposé par THALES, il s'agira d'identifier les différents bruits conduits (transmis par les composants) et rayonnés (émis par les composants) puis de proposer une solution justifiée par un bilan de liaison.

Objectifs du TIPE du candidat

1. Identifier et quantifier les perturbations générées par les constituants du système FMA.

2. Trouver des solutions et étudier leur faisabilité.

Ces travaux ont été réalisés grâce à la mise à disposition des matériels et des équipements de mesures par THALES, des échanges techniques avec leurs ingénieurs ainsi que des réunions d'avancements périodiques avec le responsable du projet sur le site THALES de Gennevilliers.

Objectifs du TIPE des autres membres du groupe

1. Identifier et quantifier les perturbations générées par les constituants du système FMA
2. Mise en œuvre et évaluation opérationnelles des solutions

Ces travaux ont été réalisés grâce à la mise à disposition des matériels et des équipements de mesures par THALES, des échanges techniques avec leurs ingénieurs ainsi que des réunions d'avancements périodiques avec le responsable du projet sur le site THALES de Gennevilliers.

-
1. Quantifier les perturbations maximum générées par le système FMA (performances actuelles en fonctionnement)
 2. Quantifier les pertes induites par les différents constituants du système
 3. Quantifier la portée de l'appareil et justifier les modifications proposées par les autres membres du groupe (bilan de liaison)
 4. Valider les modifications apportées (performances futures)

Ces travaux ont été réalisés grâce à la mise à disposition des matériels et des équipements de mesures par THALES, des échanges techniques avec leurs ingénieurs ainsi que des réunions d'avancements périodiques avec le responsable du projet sur le site THALES de Gennevilliers.

Abstract

Recent development of electric propulsion drones could allow to deport in height an antenna faster, to increase radiocommunications range. However, these current drones are source of electromagnetic noise which disrupts the reception signals. Within the TIPE, THALES entrusted us with the investigation on propagation, radiated noise and conducted noise for system FMA. I've been personally entrusted with the research on the last one. I've used some CEM protocols in SATIE laboratories to identify and quantify these noises. The results had enabled me to change some components on the system, and add other ones, which led to improve the system's performance.

Références bibliographiques (phase 2)

- [1] THALES : Cours Radio : *Module MS3 / Antennes*
- [2] THOMSON-CSF : Cours Radio : *Module CEM*
- [3] DJI : Spreading Wings S900 User Manual : *2014*
- [4] INPI : Certificat d'utilité du brevet d'invention n°15/02291 : *STRUCTURE ANTENNAIRE OMBILICALE*
- [5] HARRIS : AN/PRC-117G Multiband Manpack Radio : *Operation Manual, 2008*
- [6] RIGOL TECHNOLOGIES : RIGOL User's Guide DSA700 Series Spectrum Analyzer : *2017*
- [7] J.P MULLER : Analyse spectrale des signaux radiofréquences : *Principe de fonctionnement de l'analyseur RF, 2000*
- [8] O. PICON ET P. POULICHET : Aide mémoire d'électromagnétisme : *Compatibilité électromagnétique, DUNOD, 2010*
- [9] J.C BOUDENOT : Les mesures et tests en CEM
- [10] TE CONNECTIVITY : High Power Wire Wound Resistor : *Type TE Series, 2011*

DOT

- [1] *Mai/juin 2017 : Première rencontre avec le responsable radio, de THALES, Monsieur Chulot et recherches bibliographiques.*
- [2] *Aout/Septembre 2017 : Elaboration des protocoles expérimentaux et rencontre avec Monsieur Costa directeur du pôle CSEE (Composants et Systèmes pour l'Energie Electrique) du laboratoire de recherche SATIE (Systèmes et Applications des Technologies de l'Information et de l'Energie).*
- [3] *Octobre 2017 : Conception et test des résistances blindées.*
- [4] *Novembre 2017 : Expériences en milieu extérieur et dans les laboratoires du SATIE.*
- [5] *Décembre 2017 : Présentation des premiers résultats au responsable radio de THALES Monsieur Chulot.*
- [6] *Janvier 2018 : Etude d'un filtre supplémentaire et d'un blindage de la cellule.*
- [7] *Février 2018 : Présentation finale de l'étude et validation des travaux par le directeur technique de THALES, Monsieur Multedo.*
- [8] *Mars/Avril 2018 : Préparation des livrables.*