

1. Contexte

Un satellite dispose en général d'antennes et de **panneaux solaires** à orienter correctement. La stratégie actuelle est de piloter des **moteurs pas-à-pas hybrides** en injectant un courant bien trop élevé pour garantir la rotation (fonctionnement en **boucle ouverte**).

- ⇒ **Électronique de pilotage conséquente,**
- ⇒ **Puissance thermique à dissiper.**

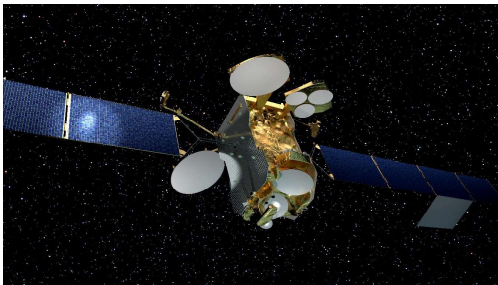


FIGURE 1 – Satellite EUTELSAT 172B avec ses panneaux solaires et antennes à positionner [1]

2. Objectifs

Le projet SATHIMM (pour SATellite Half-bridge Inverter Multi-Motor) vise à optimiser le système de commande des moteurs pas-à-pas, avec 3 buts principaux :

- **réduire significativement le coût** en utilisant des transistors bipolaires,
- **réduire la puissance à dissiper** par les moteurs,
- **utiliser des onduleurs linéaires** et pas à découpage, pour se passer de filtrages imposants et onéreux.

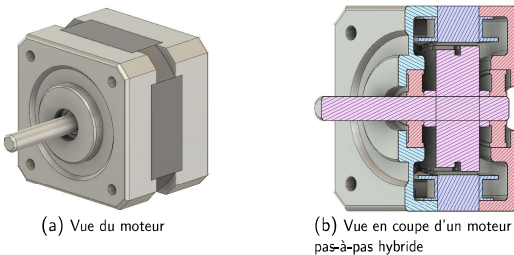


FIGURE 2 – Structure d'un moteur pas-à-pas hybride (Astrosyn Y129)

3. Détails du projet

3.1 Fermer la boucle

L'idée est de fermer la boucle et d'utiliser la transformée de Park généralisée à n phases [2] pour faire du contrôle vectoriel du moteur pas-à-pas, ce qui permet une importante réduction du courant nominal.

- ⇒ **Mesure de la position rotorique** nécessaire,
- ⇒ **Mesure précise** : période électrique du moteur $T_e = \frac{T_m}{30} = 7.2^\circ$,

3.2 Capteur de position à AMR (Anisotropic Magneto-Resistive)

- ⇒ **Aucun** encodeur spatial à prix raisonnable n'a la précision requise,
- ⇒ Utilisation de **capteurs à AMR**.

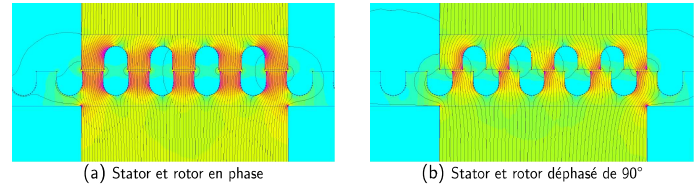


FIGURE 3 – Illustration de la variation des lignes de flux magnétique dans l'entrefer en fonction de la position rotorique

En plaçant ces capteurs judicieusement sur le côté du moteur, ou en face de ses entrefers, on peut capter les **variations de flux magnétique dues à la variation de la réluctance des entrefers** (voir figure 3), qui suivent la position rotorique électrique. [3]

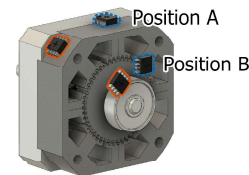


FIGURE 4 – Exemples de positionnement des capteurs

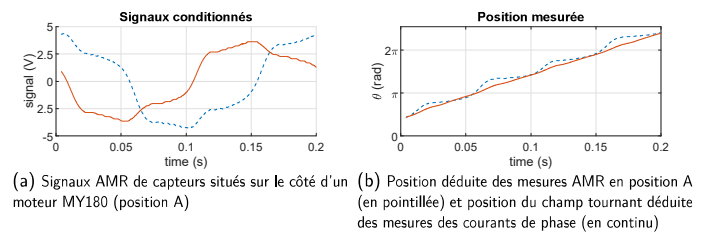


FIGURE 5 – Mesure de la position d'un moteur tournant à $f_e = 5Hz$

4. Perspectives

- Validation de la mesure par les capteurs AMR,
- Validation de la commande en boucle fermée d'une charge active équivalente à un panneau solaire,
- Modification du moteur pour piloter les enroulements au moyen de bras d'onduleurs indépendants (augmentation du nombre de transistors pour répartir le courant à fournir).

5. Références

[1] Cesar Henrique Brandao, May 26, 2017, (consulté le 08/11/2018) <https://ca.wikipedia.org/wiki/Fitxer:EUTELSAT-172B-SATELLITE.jpg>

[2] S. N. Vukosavic E. Levi, M. Jones and H. A. Toliyat. A novel concept of a multiphase, multimotor vector controlled drive system supplied from a single voltage source inverter. IEEE transactions on power electronics, 19(2) :320-335, 3 2004.

[3] Samuel Alves-Nunes. Système d'actionnement des panneaux solaires pour satellites géostationnaires. Master's thesis, Université catholique de Louvain - Ecole polytechnique de Louvain, 6 2012.