



Propuesta de Trabajo Fin de Grado en Física

Tutor:	Andrés Roldán Aranda
Departamento y Área de Conocimiento:	Departamento de Electrónica y Tecnología de los Computadores
Cotutor/a:	
Departamento y Área de Conocimiento:	

Título del Trabajo: Estudio de control de orientación satelital basado en bobinas integradas en paneles fotovoltaicos aeroespaciales

Tipología del Trabajo: Teórico - práctica
(Según punto 3 de las Directrices del TFG aprobadas por Comisión Docente el 10/12/15)

Breve descripción del trabajo:



Este trabajo consistirá en la caracterización experimental de un sensor magnético acoplado en un panel fotovoltaico aeroespacial que integra un *magnetorquer*. El estudio que se propone, arranca del planteamiento teórico del campo magnético generado por las espiras del *magnetorquer* embebido en la placa de sustento del panel y el posterior análisis del par de fuerzas que su uso introduce en el cuerpo del satélite. La gestión de la corriente con la que se alimenta el *magnetorquer*, o espira del panel, genera un campo magnético que se acopla con el campo magnético terrestre y permite rotar al satélite en su órbita con un gasto pequeño de energía. La optimización del diseño del *magnetorquer* integrado, la geometría de la bobina, la estimación del aumento de la temperatura interna del panel fotovoltaico son fundamentales en asegurar la eficacia del producto.

Objetivos planteados:

El plan de trabajo de este trabajo de fin de grado se resumiría en:

1. Obtención del modelo físico del *magnetorquer* en cuanto a campo magnético generado y par obtenido.
2. Diseño de la geometría del *magnetorquer* para su posterior fabricación [2] usando Maxwell 14.
3. Caracterización y modelado del campo y par medido en el laboratorio [3, 4] usando MATLAB.
4. Obtención de las ecuaciones del movimiento del satélite en la órbita LEO y estudio de los tiempos de estabilización tras el lanzamiento.
5. Diseño y automatización de un proceso que permita reproducir las condiciones orbitales del satélite a partir de las soluciones de las ecuaciones y las características del *magnetorquer* [5, 6].
6. Reducción de la velocidad angular a partir de la compensación mediante los actuadores magnéticos integrados en los paneles [7].

Metodología:

Para el análisis vectorial se realizarán unas hojas de simulación en Mathematica y Mathcad. La fabricación será realizada usando técnicas de prototipado y la caracterización y modelado se realizará con un sistema generador de campo magnético terrestre 3D [1] fabricado en el Dpto. de Electrónica y controlado por MATLAB.



Bibliografía:

- [1] M. Poppenk, R. Amini and G. Brouwer, "Design and application of a Helmholtz Cage for testing nano-satellites," in ESA-ESTEC 6th International Symposium on Environmental Testing for Space Programmes.
- [2] A. Roldán, C. Reig, M. Cubells-Beltrán, J. Roldán, D. Ramírez, S. Cardoso y P. Freitas, «Analytical compact modeling of GMR based current sensors: application to power measurement at the IC level,» Solid State Electronics, vol. 54, pp. 1606-1612, 2010.
- [3] A. Roldán, «Desarrollo de paneles solares desplegados para cubesats y pequeños satélites: diseño, fabricación, caracterización y validación (Deepsat),» 2016.
- [4] A. Roldan, C. Reig, J.B. Roldan, F. Cardoso, S. Cardoso, R. Ferreira and P.P. Freitas, «An in-depth noise model for giant magnetoresistance current sensors for circuit design and complementary metal-oxide-semiconductor integration,» Journal of Applied Physics, vol. 115, 2014.
- [5] Alexis Ruffenach Birgit Ritter, Arjan J. H. Meskers, Oscar Miles, Michael Rußwurm, Stephen Scully, Andrés Roldán, Oliver Hartkorn, Peter Jüstel, Victor Réville, Sorina Lupu, «A Space Weather Information Service Based Upon Remote and In-Situ Measurements of Coronal Mass Ejections Heading for Earth,» Journal of Space Weather and Space Climate, February 2015.
- [6] M. R. Brewer, «Cubesat Attitude Determination and Helmholtz cage design,» 2012.
- [7] Junquan Li, Mark Post, Thomas Wright, and Regina Lee, «Design of Attitude Control Systems for CubeSat-Class Nanosatellite,» Journal of Control Science and Engineering, p. 16, 2013.

A rellenar sólo en el caso que el alumno sea quien realice la propuesta de TFG

Alumno propuesto: **Mario Castro Santiago** <mariocs@correo.ugr.es>

Granada, 17 de mayo 2017