

Diseño e implementación física del sistema de control de velocidad del motor síncrono de imanes permanentes para aplicaciones motrices con uso eficiente de energía

Design and physical implementation of a permanent magnet synchronous motor speed control system for energy-efficient drive applications

Onofre Amador Morfín Garduño^{a*}, Javitt Higmar Nahitt Padilla Franco^a, Francisco López Orozco^a, Fernando Ornelas Téllez^b, Pedro Martín García Vite^c, Oscar Hernández Guerrero^{a&}, Jorge Luis Esquivel Pérez^{a&}, Jonathan Rentería Sariñana^{a&}, Luis Eduardo Calderón Villalba^{a#}, Mateo Grajeda Yribe^{a#}, Emiliano Tadeo Dávila Aldana^{a#}

^a Ingeniería Eléctrica, Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computación, Instituto de Ingeniería y Tecnología, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México.

^b Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

^c Tecnológico Nacional de México Campus Ciudad Madero.

[&] Trabajo de campo con beca.

[#] Servicio social.

***Autor de correspondencia.** Correo: omorfin@uacj.mx

Resumen

El objetivo de la investigación consiste en el diseño e implementación física del sistema de control de velocidad de un motor síncrono de imanes permanentes para aplicaciones motrices con uso eficiente de energía utilizando el grupo de máquinas motor síncrono-generador de inducción. La metodología consiste en diseñar el sistema de control de velocidad en lazo cerrado aplicado al motor síncrono de imanes permanentes en base a su modelo en espacio de estados aplicando dos técnicas alternativas de linealización, además de diseñar el observador del par de carga, todo esto en el ambiente de Simulink/Matlab [1-4]. Una vez sintonizado el sistema en simulación se procede a diseñar y construir la estación de trabajo para implementar el sistema de control en forma experimental. La estación de trabajo contiene el grupo de máquina síncrona-máquina inducción acopladas directamente flecha a flecha, una computadora de escritorio, el kit ds1104 de dsPACE, una interfaz de medición, una interfaz de acondicionamiento para la activación de los transistores del convertidor, sistema de alimentación de energía, sistema de arranque de los motores, construcción de base de la estación e instalación eléctrica. Finalmente se realizan pruebas experimentales de validación del sistema de control de velocidad propuesto.

Palabras clave: motor síncrono de imanes permanentes; control robusto; retroalimentación de estados; control a bloques.

Abstract

The goal of this research is to design and physically implement a speed control system for a permanent magnet synchronous motor in energy-efficient drive applications, utilizing a synchronous motor-induction generator group. The methodology involves designing a closed-loop speed control system for the permanent magnet synchronous motor based on its state-space model, utilizing two alternative linearization techniques. Additionally, a load torque observer is designed, all within the Simulink/Matlab environment [1-4]. Once the system has been tuned in simulation, the workstation is designed and built to implement the control system experimentally. The workbench station comprises a shaft-to-shaft directly coupled synchronous machine-induction machine group, a desktop computer, the dsPACE DS1104 kit, a measurement interface, a conditioning interface for driving the converter transistors, a power

supply system, a motor starting system, the station's base construction, and the electrical installation. Finally, experimental tests are carried out to validate the proposed speed control system.

Keywords: permanent magnet synchronous motor; robust control; state feedback; block control.

Referencias

- [1] P. Pillay y R. Krishnan, "Modeling, simulation, and analysis of permanent-magnet motor drives. I. The permanent-magnet synchronous motor drive", en *IEEE Transactions on Industry Applications*, vol. 25, n.º 2, pp. 265-273, mar-abr. 1989, doi: [10.1109/28.25541](https://doi.org/10.1109/28.25541).
- [2] H. Lu, D. Yang y Z. Su, "Improved sliding mode control for permanent magnet synchronous motor servo system", *IET Power Electronics*, vol. 16, n.º 2, pp. 169-179, 2023, doi: [10.1049/pe12.12372](https://doi.org/10.1049/pe12.12372).
- [3] A. G. Loukianov, "Nonlinear block control with sliding modes", *Autom. Remote Control*, vol. 57, n.º 7, pp. 916-933, 1998.
- [4] A. Loria, "Robust Linear Control of (Chaotic) Permanent-Magnet Synchronous Motors With Uncertainties", en *IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Regular Papers*, vol. 56, n.º 9, pp. 2109-2122, sept. 2009, doi: [10.1109/TCSI.2008.2011587](https://doi.org/10.1109/TCSI.2008.2011587).

Entidad responsable del estudio

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

Financiamiento

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

Conflictos de interés

No existen conflicto de intereses.