

Simulación en tiempo real de motores eléctricos a través de la metodología Hardware in the loop.

Dr. Héctor Huerta Avila

Introducción.

En el desarrollo de los sistemas de control, se requiere de la simulación precisa de los diferentes elementos que conforman un sistema. Además, las pruebas en lazo cerrado requieren de periodos de tiempo que pueden resultar prolongados, además de que pueden representar riesgos para los mismos sistemas, ya que los controladores pueden tener comportamientos no esperados, tales como errores en estado estable, inestabilidad, señales de control no acotadas, entre otros. En algunos casos, es común que no se cuente con los sistemas para realizar las pruebas necesarias con los controladores diseñados, como ocurre con los generadores eléctricos de gran tamaño, columnas de destilación, etc., sobre todo por el costo o disponibilidad de los mismos. Por estas razones, es conveniente contar con plataformas que permitan realizar la simulación y las pruebas necesarias en los controladores desarrollados.

Aunque existen diversas herramientas computacionales para la simulación de sistema dinámicos, presentan deficiencias en la precisión de los resultados, sobre todo, por problemas relacionados con la operación en tiempo real y la complejidad de las ecuaciones, lo que puede derivar en periodos de muestreo no adecuados. La metodología Hardware in the Loop, permite realizar la simulación en tiempo real de los diferentes elementos que componen un sistema a controlar, incluyendo elementos mecánicos, eléctricos, electrónicos, sensores y actuadores. La simulación se lleva a cabo mediante la resolución de las ecuaciones que representan la dinámica del sistema, es decir, del modelo matemático. Se utiliza un sistema embebido dedicado solamente a realizar la simulación, de tal manera que se pueden lograr resultados muy similares a las salidas que tendría al sistema real, con las mismas condiciones de entradas y restricciones adicionales. Entonces, se pueden lograr periodos de muestreo lo suficientemente pequeños, para obtener la velocidad de respuesta del sistema físico, permitiendo la operación en tiempo real. La metodología Hardware in the Loop se ha utilizado para el desarrollo de sistemas de control, a través de la interconexión de dos sistemas embebidos, una que simula el sistema y otro para implementar el controlador. De esta manera, el controlador se puede probar en condiciones muy similares a las que se tendrían con el sistema físico, logrando simular las condiciones que se requieran, sin poner el riesgo a los diversos componentes involucrados.

Objetivo.

Realizar la simulación en tiempo real de motores eléctricos de corriente directa y corriente alterna, a través de un sistema embebido, basado en FPGA.

Objetivos particulares.

1. Realizar el modelado matemático de motores de corriente alterna y corriente directa.
2. Simular los modelos matemáticos obtenidos.
3. Validar los modelos matemáticos obtenidos a través de la respuesta de su simulación y la respuesta de los motores, en diferentes condiciones.
4. Implementar los modelos matemáticos en una tarjeta de desarrollo con FPGA, en tiempo real.
5. Realizar la validación de la simulación, a través de la comparación del comportamiento de los estados de la tarjeta y las mediciones realizadas en motores.

Justificación.

El proceso de desarrollo de controladores requiere de varias etapas, siendo una de las más importantes la validación del controlador en lazo cerrado. Esta etapa considera la implementación del controlador en un dispositivo electrónico, que puede ser una tarjeta de desarrollo, una computadora, entre otros. Para esto, se requiere tener la planta completa, incluyendo los sensores, actuadores, etapas de potencia, equipo de medición, etc. Esto puede representar un gran obstáculo para realizar las pruebas de los controladores, ya que puede representar un costo alto en el equipo necesario. Además, cuando no se tienen las precauciones adecuadas, se pueden correr riesgos altos, que pueden provocar daños en alguno de los componentes de la planta, debidos a señales de control inadecuadas.

Por lo anterior, es necesario contar con esquemas flexibles, que permitan el desarrollo de controladores, con un costo accesible y un tiempo de implementación adecuado. Para esto, se puede utilizar la metodología Hardware in the Loop, que cumple con estos requerimientos. Los simuladores que se desarrollen se utilizarán para la verificación de controladores en diversos proyectos de la Maestría en Mecatrónica, incluyen proyectos de titulación y de desarrollo tecnológico. Además, se utilizarán como parte de los recursos didácticos de las materias del área de control en la misma maestría. A través de la metodología propuesta, se puede obtener en tiempo real de diferentes motores, con diferentes parámetros, sin la necesidad de comprar equipo costoso, ni invertir tiempo en su instalación.