

Control predictivo basado en el modelo con garantía de estabilidad para convertidores de potencia

Alejandro Garcés-Ruiz

Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia

El control predictivo basado en el modelo (MPC por sus siglas en inglés), es una técnica avanzada de control que consiste en resolver un problema de optimización matemática en tiempo real usando el modelo dinámico de sistema para predecir el comportamiento futuro. Aunque esta técnica se originó en los 70s, en la industria petro-química, se están haciendo un esfuerzos en investigación para ser aplicada en electrónica de potencia. Se destacan dos retos fundamentales, eficiencia computacional y estabilidad.

Por un lado, el tiempo de respuesta de convertidor electrónico de potencia suele ser significativamente más rápido en comparación con un sistema químico, debido a las diferencias inherentes en sus dinámicas físicas (horas en el segundo vs microsegundos en el primero). Esto hace que el modelo de optimización deba ser simple de forma que pueda ser implementado en un microcontrolador.

De otro lado, la estabilidad es un reto debido a la no linealidad del modelo. Esta suele ser impuesta mediante horizontes largos, penalizaciones de la función objetivo o restricciones tipo Lyapunov en el modelo de optimización. Sin embargo, estas opciones incrementan el esfuerzo computacional por lo que no son viables en aplicaciones de electrónica de potencia.

Esta charla presenta una serie de resultados recientes de un MPC *ad-hoc* para aplicaciones de electrónica de potencia. Nuestro enfoque está basado en mantener características de pasividad y disipatividad en el modelo dinámico manteniendo dicha estructura en el modelo de optimización matemática, sin aumentar la complejidad del mismo. Discutiremos conceptos teóricos relacionados con estabilidad en el sentido de Lyapunov para sistemas discretos y su aplicación en modelos de electrónica de potencia. Mostraremos resultados teóricos y experimentales publicados en [1, 2, 3].

Referencias

- [1] A. Garcés-Ruiz, S. Riffo, C. González-Castaño, and C. Restrepo, “Model Predictive Control with Stability Guarantee for Second-Order DC/DC Converters,” *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, vol. 71, no. 5, pp. 5157–5165, 2024.
- [2] S. Riffo, C. González-Castaño, A. Garcés-Ruiz, F. Flores-Bahamonde, E. Ibáñez, and C. Restrepo, “Model predictive control with stability guarantee for the versatile buck-boost converter,” *IEEE Transactions on Power Electronics*, pp. 1–7, 2024.
- [3] A. Garcés-Ruiz, W. Gil-González, and O. D. Montoya, “Stability analysis for an ad-hoc model predictive control in dc/dc converters with a constant power load,” *Results in Engineering*, vol. 22, p. 102262, 2024.