Estudio de la Cantidad de Conmutaciones de un Convertidor Matricial Indirecto aplicando Control Predictivo

Marcos Alberto Gómez Redondo¹

RESUMEN

Introducción: En la electrónica de potencia, las tecnologías desarrolladas permiten conmutaciones cada vez más rápidas como es el caso de los dispositivos SiC-MOSFET. Además, con la alta velocidad de procesamiento digital, la técnica MPC ha ganado gran interés en los últimos años. Más aún, la naturaleza discreta de los convertidores de potencia determina una razón adicional para la aplicación FCS-MPC. Sin embargo, el aumento de frecuencias de conmutación introduce pérdidas asociadas a la no idealidad de los conmutadores. Es por ello que este trabajo propone un control que reduce la cantidad de conmutaciones en un Convertidor Matricial Indirecto (IMC) aplicando FCS-MPC.

Objetivo: Establecer una función de costo adecuada para controlar un IMC con FCS-MPC, teniendo en cuenta la cantidad de conmutaciones del dispositivo y la calidad de la corriente controlada.

Material y Método: Para las pruebas, se realizaron simulaciones en Simulink, con el solver ode1 y un paso de integración de 1us. Se utiliza una fuente de Voltaje AC trifásico de 220VAC y 50 Hz, un convertidor matricial indirecto y una carga inductiva. Los valores utilizados son $R = 0.1\Omega$ y $L = 10\text{mH}$. Para las pruebas se utilizó una referencia de 4.24A (6A pico) y 60 Hz, se realiza un salto en amplitud, frecuencia y fase (señal de 61 Hz y 8A pico) para comprobar la respuesta transitoria. Control FCS-MPC: Se obtiene el modelo discreto con la aproximación de Euler con un paso de 50us. Se predicen 14 corrientes posibles y se aplica la configuración que brinda la corriente más cercana a la referencia. La función de costo propuesta es: $\text{Costo} = w_1 (i(k+1) - i^*)^2 + w_2 (V_{PN} - 530)^2 + w_3 N_r + w_4 N_i$. Donde el término $(i(k+1) - i^*)^2$ se relaciona con el error de corriente, el término $(V_{PN} - 530)^2$ se introduce para mantener un voltaje V_{PN} positivo, y tanto N_r y N_i son la cantidad de conmutaciones durante 0.1s para la etapa rectificadora y para la etapa inversora, respectivamente. Se consideran 2 conmutaciones por cada cambio en la etapa rectificadora y 1 por cada cambio en la inversora. Las w_i son

1. Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ingeniería, Paraguay.

E-mail: gomezredondomarcos@gmail.com

DOI: 10.26885/rcei.foro.2019.269

pesos que se asignan por métodos heurísticos.

Resultados: El controlador es capaz de seguir la referencia incluso después del cambio de referencia. El Vdc-Link llega a 0 V en ciertos instantes, lo cual puede ocasionar que en la práctica se presenten problemas. Esto se soluciona con el control. La función de costo obtenida permite reducir la cantidad de conmutaciones en un 18%.

Conclusiones: Las simulaciones permiten validar la factibilidad de implementación de un control predictivo de corriente en un convertidor matricial indirecto. La función de costo en el FSC-MPC permite controlar de forma sencilla tanto la corriente de salida, así como el Vdc-Link ficticio y la cantidad de conmutaciones del convertidor. Se obtuvo una reducción de la cantidad de conmutaciones controlando además el Vdc-Link ficticio.

Palabras clave: control predictivo de modelo, control de corriente, convertidor matricial indirecto.

REFERENCIAS

- Maqueda, E., Toledo, S., Gregor, R., Caballero, D., Gavilán, F., Rodas, J., ... & Wheeler, P. (2017, December). An assessment of predictive current control applied to the direct matrix converter based on SiC-MOSFET bidirectional switches. In *2017 IEEE Southern Power Electronics Conference (SPEC)* (pp. 1-6). IEEE.
- Toledo, S., Maqueda, E., Rivera, M., Gregor, R. L., Caballero, D., Gavilán, F., & Rodas, J. (2017, October). Experimental assessment of IGBT and SiC-MOSFET based technologies for matrix converter using predictive current control. In *2017 CHILEAN Conference on Electrical, Electronics Engineering, Information and Communication Technologies (CHILECON)* (pp. 1-6). IEEE.
- Trentin, A., Empringham, L., De Lillo, L., Zanchetta, P., Wheeler, P., & Clare, J. (2016). Experimental efficiency comparison between a direct matrix converter and an indirect matrix converter using both si igbts and sic mosfet s. *IEEE Transactions on Industry Applications*, 52(5), 4135-4145.
- Correa, P., Rodríguez, J., Rivera, M., Espinoza, J. R., & Kolar, J. W. (2009). Predictive control of an indirect matrix converter. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 56(6), 1847-1853.
- Wheeler, P. W., Clare, J. C., & Empringham, L. (2002). A vector controlled MCT matrix converter induction motor drive with minimized commutation times and enhanced waveform quality. In *Conference Record of the 2002 IEEE Industry Applications Conference. 37th IAS Annual Meeting (Cat. No. 02CH37344)* (Vol. 1, pp. 466-472). IEEE.