

Análisis espectral de la modulación sinusoidal por ancho de pulso modificada

Spectral Analysis of Modified Sinusoidal Pulse Width Modulation

Christopher Juárez Villagómez¹, Fernando Flores Pérez¹, José Manuel Flores Pérez¹, Luis Manuel Ledesma Carrillo¹

¹Departamento de Estudios Multidisciplinario, División de Ingenierías, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato
c.juarezvillagomez@ugto.mx

Resumen

En este trabajo se presenta un análisis espectral a diferentes técnicas de modulación por ancho de pulso (PWM) para el uso en inversores de corriente directa a corriente alternan (DC-AC), se propone utilizar la transformada de Fourier para visualizar todos los componentes armónicos a la salida del inversor para frecuencias fundamentales en 10Hz, 30Hz y 60Hz. Los resultados mostraron que la técnica modulación por ancho de pulso sinusoidal modificada (MSPWM) contiene menos armónicos en comparación con la bien conocida técnica modulación por ancho de pulso sinusoidal (SPWM).

Palabras clave: Análisis espectral; SPWM; Inversor DC-AC; FFT.

Introducción

Los convertidores DC-AC, son dispositivos ampliamente usados en varias aplicaciones. Su uso abarca desde pequeñas fuentes de energía para equipos electrónicos como son los artefactos electrodomésticos de uso común, hasta fuentes de alto poder para control de motores industriales, hornos de fundición o generadores eléctricos. Sin embargo, las técnicas de conversión o modulación emplean dispositivos de conmutación que generan corrientes armónicas que contaminan el suministro eléctrico causando fallas en la red de suministro y sobrecalentamiento en los conductores. (Rashid, 2005).

Diversas técnicas de conmutación se han inventado con el fin de incrementar la eficiencia y reducir el contenido armónico tanto en la red de alimentación como a la salida del convertidor (Haokai, 2013) (Sarker, 2021) (Raghuwanshi, 2017). En este contexto, en el presente trabajo se realiza el análisis espectral de la técnica MSPWM utilizando como herramienta la Transformada Rápida de Fourier. Adicionalmente, se presentará una comparación con la técnica SPWM. En la figura 1, se muestran las gráficas de la señales y el proceso para obtener la MSPWM.

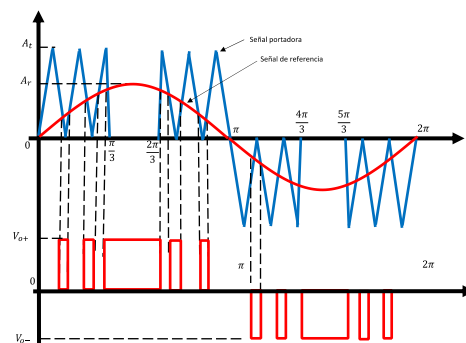


Figura 1. Modulación por ancho de pulso sinusoidal modificada.

Metodología

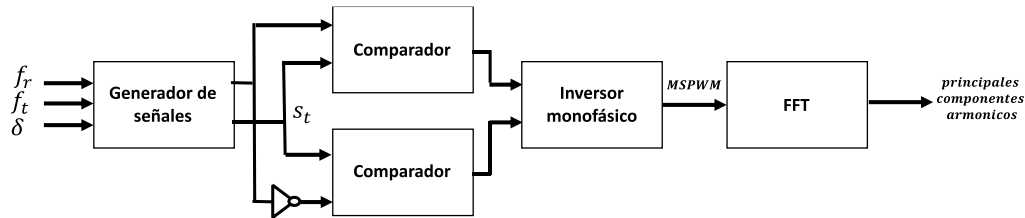


Figura 2. Metodología propuesta para el análisis espectral de la SPWM.

En la Figura 2, se muestra el diagrama de la metodología propuesta para el análisis espectral de los principales componentes armónicos de la técnica SPWM. Primeramente, se definen respectivamente el ángulo δ y la frecuencia f_t de la señal portadora s_t y la frecuencia f_r de la señal de referencia s_r , teniendo en cuenta que la frecuencia fundamental de la señal portadora debe ser al menos 10 veces mayor a la frecuencia fundamental de la señal de referencia. Posteriormente, se utiliza una etapa de comparación de los voltajes de las señales generadas, estos comparadores tienen la función de generar una señal del tipo modulación por ancho de pulso PWM para posteriormente ser utilizados en un inversor de puente completo monofásico. En seguida, la salida del inversor genera una señal del tipo MPSWM donde sus voltajes de salida corresponden a el voltaje positivo y negativo de la alimentación del inversor. Finalmente, por medio del software Matlab se utiliza la FFT para analizar los principales componentes armónicos de la técnica MSPWM y su comparativa con la bien conocida técnica SPWM.

Resultados y conclusiones

Se realizó el análisis para 3 diferentes frecuencias en la señal de referencia $f_r = 10\text{Hz}, 30\text{Hz}$ y 60Hz , y una frecuencia de la señal de referencia de $f_r = 100\text{Hz}, 300\text{Hz}$ y 600Hz con un ángulo $\delta = \pi/3$. En la figura 3, se muestran los resultados obtenidos.

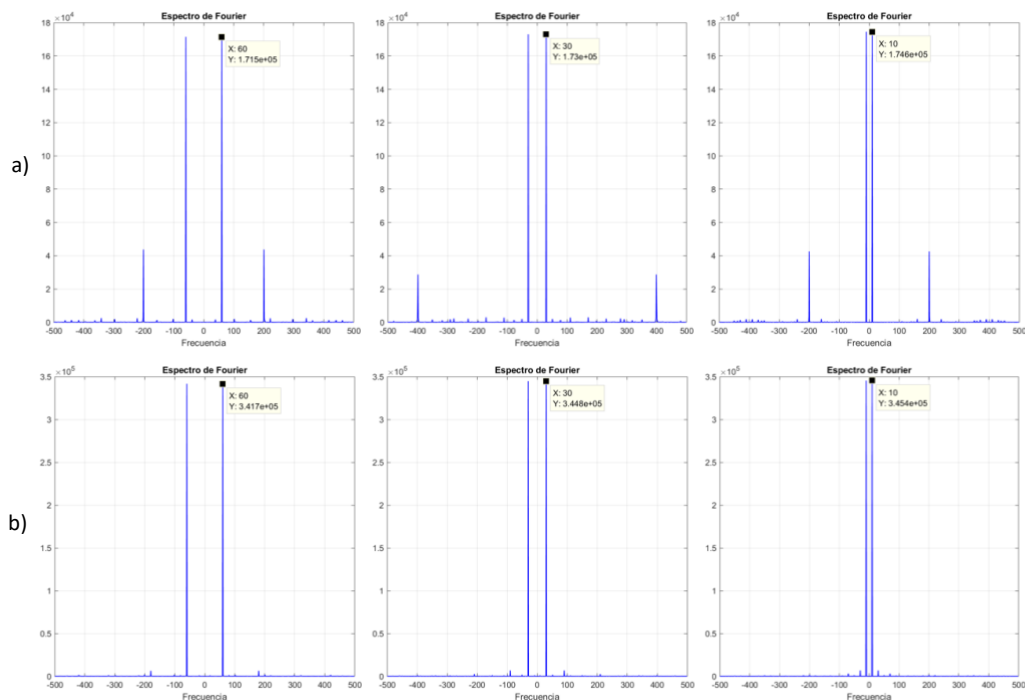


Figura 3. Principales componentes armónicos, a) técnica SPWM, b) técnica MSPWM.



Como se puede observar en las figuras 3. Es claro que tanto para la técnica SPWM y MSPWM se genera el componente armónico en $10Hz$, $30Hz$ y $60 Hz$, sin embargo, para la modulación SPWM adicional al componente armónico principal se generan componentes en $200Hz$ y $400 Hz$. Caso contrario para la técnica MSPWM se presentan una significativa minoría de los armónicos en $200Hz$ y $400 Hz$. Con esto entonces, queda comprobado que efectivamente con la técnica de modulación MSPWM se logra una reducción en la cantidad de armónicos en las señales de salida, las cuales dependen totalmente del tipo de técnica utilizada para el control de los transistores en el circuito inversor monofásico.

Referencias

Rashid, M. and González, V. (2005), *Electrónica de potencia: Circuitos, dispositivos y aplicaciones*, 4rd ed. México.

Haokai, L. and Jian, Y. (2013), Research on inverter control system based on bipolar and asymmetric regular sampled SPWM, 2013 IEEE 11th International Conference on Electronic Measurement & Instruments, pp. 595-598.

Sarker, R. Datta, A. and Debnath, S. (2021), FPGA-Based High-Definition SPWM Generation With Harmonic Mitigation Property for Voltage Source Inverter Applications, in *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, vol. 17, no. 2, pp. 1352-1362.

Raghuwanshi, S.S. Khare, V. and Gupta, K. (2017), Analysis of SPWM VSI fed AC drive using different modulation index, 2017 International Conference on Information, Communication, Instrumentation and Control (ICICIC), pp. 1-6.

