

Modificaciones en las fuentes de soldadura para la recuperación de Guijos en el MINAZ

Modifications in the welding sources for the recovery of Guijos in the MINAZ

MSc. Jorge Luis Portal Gallardo, Dr. Francisco Eneldo López Monteagudo, Dr. Oscar Cruz Fonticiella y Dr. Mario Morera Hernández

Universidad Central de las Villas, Cuba

Resumen— En el presente trabajo se desarrolló una metodología integral para el diseño de fuentes de soldadura conmutadas, la cual permite con gran precisión el cálculo, recálculo y selección de los diferentes elementos con criterios económicos y se toman en consideración las particularidades de los procesos de soldadura empleados en la recuperación de guijos de la industria azucarera. Para la validación de la metodología propuesta se emplearon las herramientas de simulación que nos ofrece el Matlab Simulink (M-S) tanto en el diseño y montaje del prototipo construido como en la restauración de máquinas de soldadura.

Palabras Claves— fuentes conmutadas, fuentes de corriente pulsada, fuentes de soldadura.

Abstract— In the present work an integral methodology was developed for the design of switching welding sources, which allows with great precision the calculation, recalculation and selection of the different elements with economic approaches and they take in consideration the particularities of the welding processes used in the recovery of the sugar industry guijos. For the validation of the proposed methodology was used the simulation tools that the Matlab Simulink (M-S) offers us so much in the design and assembly of the built prototype as in the restoration of welding machines.

Key words— switching sources, pulse current sources, welding sources.

I. INTRODUCCIÓN

En el siglo pasado, la norma de muchos países era producir y obtener ganancias a cualquier precio sin importar costos, tamaños, y rendimiento del producto. Hoy no, la introducción de la tecnología, el desarrollo de la ciencia, el conocimiento, la competencia y precios de los mercados ha influido grandemente en la calidad, peso, tamaño y eficiencia de los productos industriales así como en la racionalización de los recursos.

En las fuentes de soldadura con una tecnología adecuada, se puede reducir la presencia de defectos en las uniones soldadas y mejorar la ejecución del proceso mediante el control de las variables de soldadura, facilitando los trabajos de gran complejidad como lo es la soldadura de espesores muy finos y el depósito en posiciones complicadas, según American Welding Society [1].

En los últimos años debido al mal trazado del perfil de las coronas de los molinos de caña existe gran interferencia entre los elementos del engranaje de transmisión, desgastándose excesivamente ó rompiéndose los guijos en la zona de los apoyos. Esto provoca la interrupción en plena zafra de la molienda para el reemplazo de los mismos y su consiguiente desecho, por lo que se propone el

empleo de fuentes de soldadura conmutadas con dispositivos electrónicos con las cuales se puede lograr la recuperación de los guijos por soldadura con buena penetración y calidad de la unión soldada.

En el presente trabajo se propone el empleo de rectificadores con técnicas PWM, los cuales pueden trabajar como fuente de corriente o voltaje, según Herranz [2]. Estos rectificadores, con respecto a los de conmutación lineal, según Muhammad [4], los hacen superiores para los requerimientos industriales, ya que tienen la capacidad de eliminación de armónicos, por lo que constituyen filtros activos, compensadores del factor de potencia.

En la mayoría de los rectificadores con técnicas PWM es necesario convertir una fuente de corriente directa (CD) de voltaje fijo en una fuente de CD de voltaje variable, mediante un convertidor CD-CD de una sola etapa. Los convertidores con técnicas PWM pueden operar a frecuencia constante y a frecuencia variable según Kang [3] y Pindado [5].

II. FUENTES DE POTENCIA EMPLEADAS EN LA SOLDADURA

En este trabajo se analizaron las consideraciones de diseño requeridas por las fuentes de soldadura conmutadas para la unión y relleno de metales en los cuales el transformador de soldadura permite ajustar los niveles de voltaje y corriente mediante el control electrónico de sus variables.

En gran parte de los procesos que se ejecutan en la industria Sideromecánica están presentes los procesos de soldadura. De esta manera es evidente que se necesite de la presencia de una fuente de alimentación de características especiales, ya que desde la red industrial no es posible soldar. En la fuente de soldadura un factor decisivo que determina el tamaño y el volumen de la misma es la ubicación del transformador en el camino de la energía. En la figura 1 se muestra el diagrama de bloques para los diferentes tipos de diseño de fuentes de potencia empleadas en la soldadura.

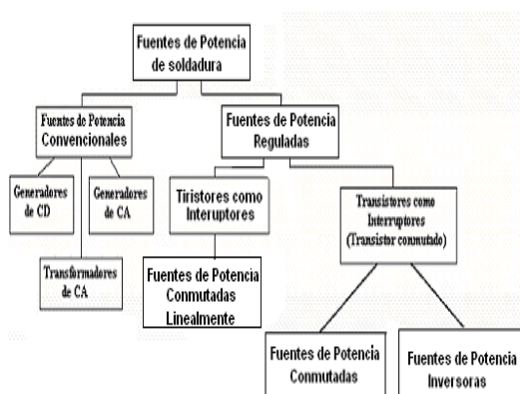


Figura 1 Diagrama en bloque de las fuentes de potencia empleadas en soldadura

Desde hace años las fuentes de potencia convencionales empleadas en la soldadura han sido sustituidas por los modernos convertidores estáticos, los cuales garantizan una mayor estabilidad, menores niveles de ruidos e incluso trabajos de soldadura con empleo de corriente pulsada y otras exigencias.

Desde el punto de vista de la conmutación del proceso los rectificadores de soldadura, se pueden clasificar, según Muhammad [4], en dos categorías importantes: rectificadores controlados linealmente (Rectificadores a tiristores), y los rectificadores de conmutación con técnicas PWM.

La conmutación lineal tiene un efecto negativo en el factor de potencia y en su calidad. En estos convertidores solo se logra mejorar la calidad de la forma de onda de salida adicionando enormes filtros pasivos, los que incrementan tamaño, peso y costo.

IV. RECTIFICADORES TRIFÁSICOS CON ESTRATEGIA DE CONTROL PWM

La conmutación con técnicas de control PWM, permite mejorar la calidad de la corriente, y por consecuencia el factor de potencia. Existen dos grandes grupos de estos rectificadores, monofásicos (1ϕ) y trifásicos (3ϕ) conocidos como elevadores y reductores.

Los rectificadores trifásicos con técnicas PWM, según Muhammad [4], se construyen con dispositivos con capacidad de apagado por compuerta: GTO, MOSFET, IGBT, etc. lo que permiten el control total del convertidor, debido a que las válvulas pueden conmutarse (ON, OFF) cada vez que se requiera; además posibilita la conmutación cientos de veces en un período, lo que no es posible en un rectificador con conmutación lineal donde los tiristores se disparan solo una vez en el ciclo. Esta característica, según Muhammad [4], tiene las siguientes ventajas:

- La corriente o el voltaje pueden modularse generando poca contaminación de armónicos con técnicas (PWM).
- El factor de potencia puede controlarse y hacerse mejor.
- Pueden construirse como rectificadores tipo fuente de voltaje o de corriente.

Los rectificadores trifásicos se pueden implementar como fuente de corriente o de voltaje. De estos rectificadores el más utilizado en fuentes de soldadura con características planas, es el tipo fuente de voltaje, su configuración básica se muestra en la figura 2.

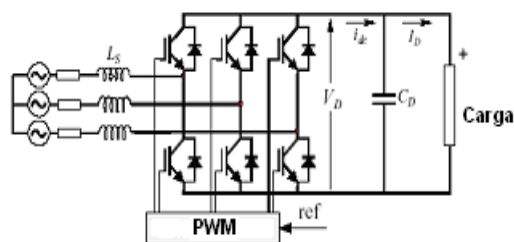


Figura 2. Rectificador 3ϕ tipo fuente de voltaje

Su principio de operación básico consiste en mantener el voltaje de la carga en un valor de referencia deseado, usando un lazo de control. Para lograr esta tarea el voltaje en la carga debe medirse y compararse con la referencia. La señal de error generada por esta comparación es usada para conmutar las 6 válvulas del rectificador. Cuando la corriente que circula por la carga (I_d) es positiva el capacitor (C_d) se descarga, y la señal de error le pide al bloque de control más potencia del suministro de corriente alterna (CA). El bloque de control genera las señales PWM apropiadas

para las 6 válvulas. De esta forma el voltaje del capacitor se recupera. Inversamente, cuando I_d es negativa (C_d) se sobrecarga, y la señal de error le pide al bloque de control que descargue el capacitor y regrese potencia a la fuente AC.

El control PWM, según Muhammad [4], no solo maneja la potencia activa, sino también la reactiva, lo que le permite al rectificador corregir el factor de potencia. Además la forma de onda de la corriente alterna (I_{ac}) puede mantenerse siempre sinusoidal, reduciendo la contaminación de armónicos en la fuente principal. Este control consiste en conmutar las válvulas siguiendo un patrón predeterminado, el cual puede ser una forma de onda sinusoidal de corriente o voltaje.

Para hacer que el rectificador trabaje apropiadamente el modelo de PWM debe generar un patrón de voltaje modulado (V_{mod}) con la misma frecuencia que la fuente de potencia. Cambiando la amplitud de V_{mod} y haciendo un cambio de la fase con respecto a la principal, el rectificador puede operarse en los 4 cuadrantes. Para la validación del análisis realizado en los rectificadores trifásicos con técnicas de control PWM se realizaron varias simulaciones empleando el M-S en operación reductora y elevadora lo cual demuestra tanto su factibilidad de implementación práctica como la reducción significativa del contenido de armónicos.

En la figura 3 se muestra la configuración del rectificador 3 ϕ nulo en operación reductora con técnicas PWM y en la figura 4 se muestran los resultados de la simulación para carga R pura.

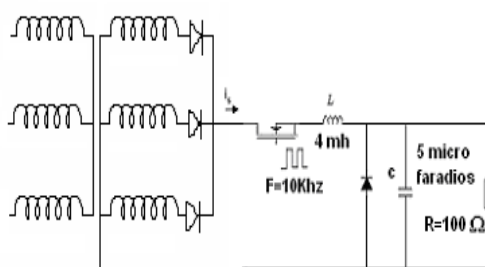


Figura 3. Rectificador 3 ϕ nulo reductor PWM

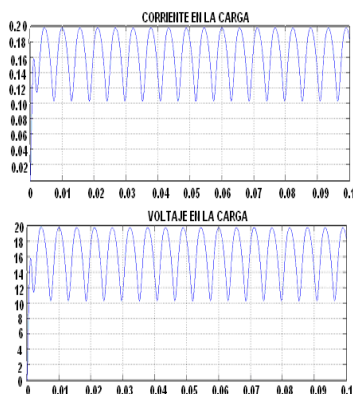


Figura 4. I y V de salida del rectificador 3 ϕ nulo reductor con carga R pura

En la figura 5 se muestra la configuración del rectificador 3φ nulo en operación elevadora con técnicas PWM y en la figura 6 se muestran los resultados de la simulación para carga R pura.

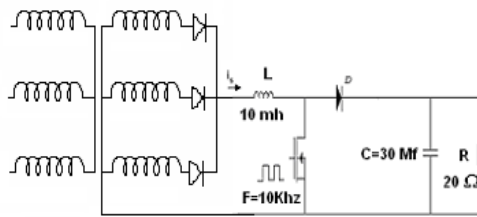


Figura 5. Rectificador 3φ nulo elevador PWM

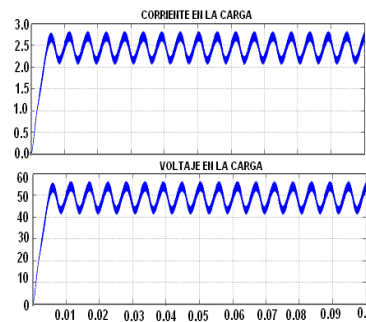


Figura 6. I y V de salida del rectificador 3φ nulo elevador con carga R pura

En la figura 7 se muestra la configuración del rectificador 3φ puente en operación reductora PWM y en la figura 8 se muestran los resultados empleando el M-S para carga R pura.

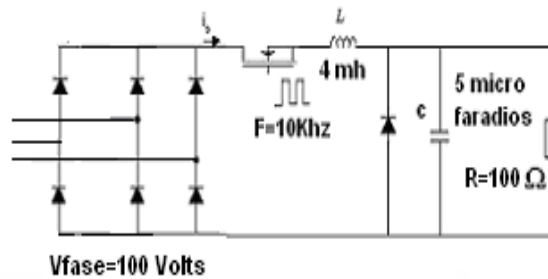


Figura 7 Rectificador 3φ puente reductor PWM

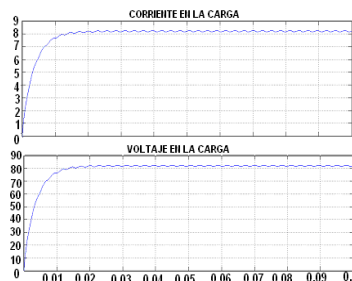


Figura 8. I y V de salida del rectificador 3φ puente reductor con carga R pura

En la figura 9 se muestra el rectificador 3φ puente en operación elevadora y en la figura 10 se muestran los resultados de la simulación empleando el M-S para carga R pura.

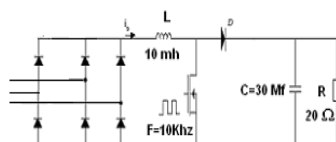


Figura 9 Rectificador 3 ϕ puente elevador PWM

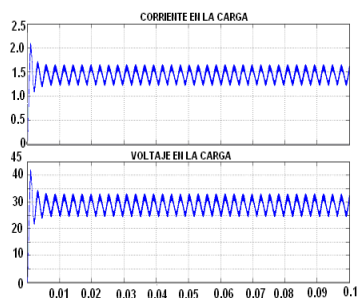


Figura 10. I y V de salida del rectificador 3 ϕ puente elevador con carga R pura

VI. CONCLUSIONES

1. Los rectificadores conmutados linealmente poseen un alto índice de distorsión armónica, por lo que se proponen estrategias de modulación del ancho del pulso (PWM).
2. Los rectificadores con técnicas PWM en el proceso de conversión necesitan emplear dispositivos totalmente controlados con alta velocidad de conmutación para obtener mínima distorsión de la forma de onda del voltaje de salida.
3. Los resultados obtenidos en el presente trabajo demuestran un magnífico desempeño de las fuentes conmutadas de alta potencia en los procesos de soldadura.
4. Finalmente se simularon varios rectificadores con técnicas PWM con ayuda del Matlab Simulink obteniéndose formas de onda con mínima distorsión, por lo cual recomendamos emplear los rectificadores conmutados en aplicaciones industriales que requieren alta calidad del suministro.

VII. REFERENCIAS

- [1] American Welding Society. Welding Handbook, Eighth Edition Vol. 2, 1991.
- [2] Herranz, A. Electrónica Industrial componentes circuitos y sistemas de potencia, Editorial ETSI, Madrid, España, 1994.
- [3] Kang. D. W. Improved carrier wave-based SVPWM method using phase voltage redundances for generalized cascaded multilevel inverter topology. Proc. Applied Power Electronics Conference and Exposition, pages 542–548, 2000.
- [4] Muhammad, H. Electrónica de potencia circuitos dispositivos y aplicaciones. Editorial Prentice Hall, México, 2004.

- [5] Pindado. R. "Limits of the neutral-point balance in back-to-back-connected three-level converters," IEEE Trans. Power Electrón., vol. 19, pp. 722-731, May 2004.