

Unidad Rectificadora Multipulsos de THD Reducida Basado en Transformadores con Conexión Polígono

Cesar Castillo Cáceres, Ms.¹, Deidamia Chani Ollachica, Ms.²

¹Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú, ccastill@ucsm.edu.pe

²Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú, dchani@ucsm.edu.pe

Resumen.— En este trabajo se presenta un diseño e implementación virtual de una fuente rectificadora de diodos multipulsos no controlada de alto factor de potencia y una tasa de distorsión armónica bastante reducida en base a transformadores en conexiones especiales polígono para mejorar la calidad de la energía en lado de corriente alterna y el lado de corriente continua.

En los últimos años los sistemas de control de motores de inducción y sistemas de excitación estática vienen alcanzando gran importancia en mismo ritmo de la evolución y desarrollo de los dispositivos semiconductores.

Se pone énfasis en el análisis la calidad de la energía eléctrica en cuanto a distorsión armónica y factor potencia del sistema eléctrico de potencia y métodos de dimensionamiento y selección de componentes de los circuitos de potencia a partir de las características del de la carga.

Palabras clave.- Fuente de rectificación no controlada, factor de potencia unitaria, tasa de distorsión armónica, configuración de bobinas triángulo y polígono.

I. INTRODUCCIÓN

El motivo de la presente investigación es intentar solucionar los problemas generados por las industrias en su proceso de producción, centros mineros de extracción de materias primas que utilizan pesados accionamientos eléctricos de velocidad controlada, donde la necesidad de transformar la materia prima y aún más las exigencias de la producción en gran escala motivan procesos de producciones controladas y automatizadas las que van a requerir de un servicio de energía eléctrica de calidad y eficiente de parte de la concesionaria.

La principal característica del rectificador multipulso consiste en su habilidad para reducir la distorsión armónica de la corriente de línea. Esto es logrado por el transformador de fase cambiada, a través del cual algunas de las corrientes armónicas de bajo orden generadas por los rectificadores de seis pulsos son canceladas.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

El factor de potencia de entrada y la corriente de línea del rectificador (THD) serán evaluados y los resultados serán sintetizados en un formato gráfico. Para esto se empleó el rectificador de diodos de seis pulsos en dos modalidades

A. Carga resistiva del rectificador

El diagrama del circuito de un rectificador de diodo con seis pulsos se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, donde v_a, v_b y v_c son los voltajes de fase de la fuente de tensión.

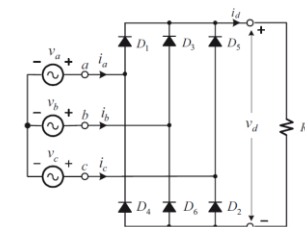


Fig. 1 Rectificador de diodos de seis pulsos con carga resistiva

Donde v_a, v_b y v_c son los voltajes de fase de la fuente de tensión. Para aplicaciones de media tensión cada diodo del rectificador puede implementar dos o más diodos en serie.

La fig. 2 representa las formas de ondas del rectificador de seis pulsos. Las tensiones de fase de la fuente ideal están definidas por:

$$v_a = \text{sqr}(2) \cdot V_{ph} \cdot \text{sen}(\omega.t) \quad (1)$$

$$v_b = \text{sqr}(2) \cdot V_{ph} \cdot \text{sen}[\omega.t - (2\pi/3)] \quad (2)$$

$$v_c = \text{sqr}(2) \cdot V_{ph} \cdot \text{sen}[\omega.t - (4\pi/3)] \quad (3)$$

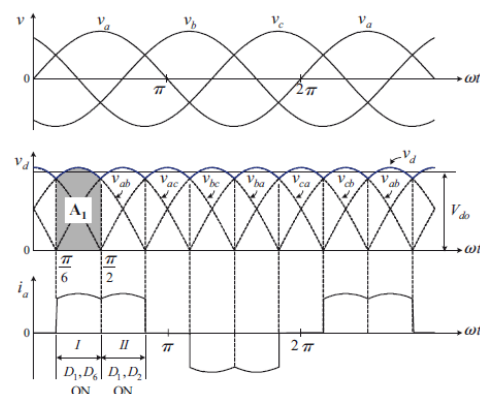


Fig. 1 Formas de ondas del rectificador de diodos de seis pulsos con carga resistiva.

B. Carga capacitiva del rectificador

La fig. 3 representa el circuito de un rectificador de seis pulsos con carga resistiva - capacitiva; donde L_s es la inductancia total de línea entre la fuente ideal y el rectificador incluyendo la inductancia equivalente de la fuente y del transformador de aislamiento si hubiera y la reactancia del reactor que en la práctica se hace necesario para la reducción de la tasa de distorsión armónica - THD.

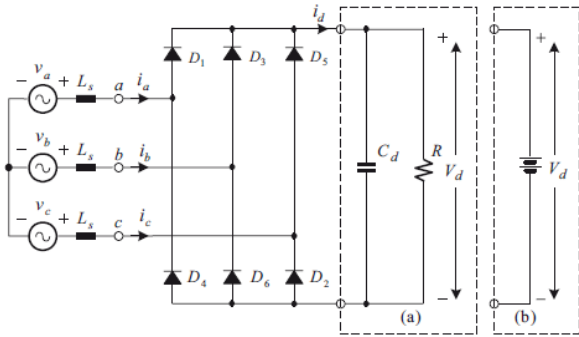


Fig. 3 Rectificador de diodos de seis pulsos con carga capacitiva.

Donde el valor de V_d , puede variar de acuerdo a las condiciones de la carga. Cuando el rectificador tiene una carga ligera la corriente de dc presenta el modo de discontinuidad (durante el periodo).

III. RESULTADOS

Los resultados obtenidos a través de la simulación numérica la corriente de la fase A, espectro armónico, esfuerzo de corriente en diodo y la tensión de salida rectificadora son mostrados en las figuras 4, figura 5, figura 6 y figura 7 respectivamente.

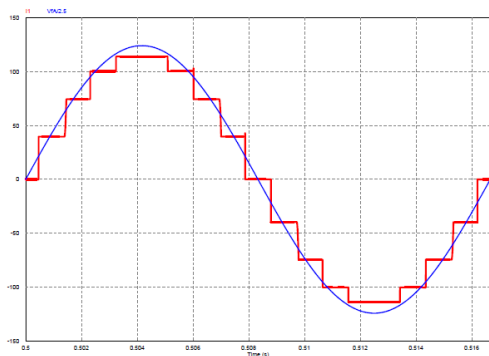


Fig. 4 Forma de onda de la corriente de entrada de la fase A del rectificador de pulsos.

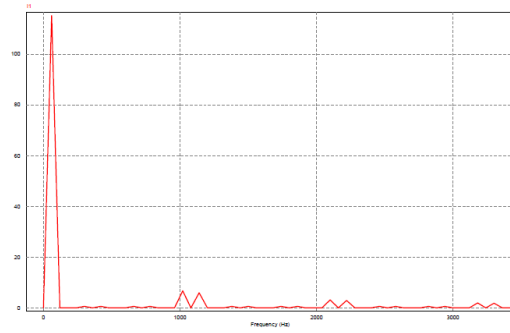


Fig. 5 Espectro armónico de la corriente de entrada fase A del rectificador.

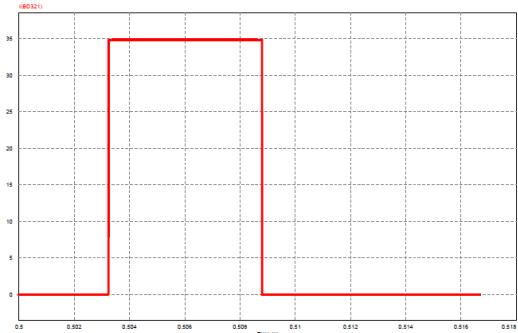


Fig. 6 Formas de onda de la corriente máxima de esfuerzo de diodo.

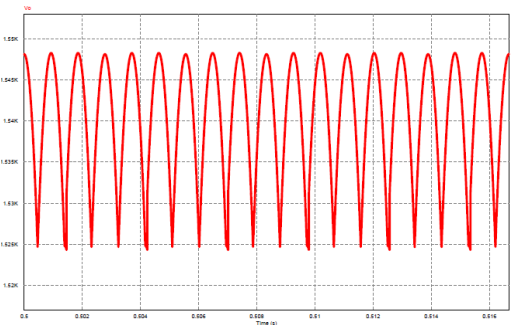


Fig. 7 Forma de onda de la tensión de salida del rectificador.

IV. DISCUSIÓN

Una característica importante a resaltar es el bajo nivel de ondulación de la tensión de salida; y, por tanto no requiere de filtros capacitores de grandes tamaños para atenuarla en la carga.

CONCLUSIONES

el transformador del rectificador no presenta problemas de saturación por causa de la circulación de corriente con componente continua; ya las corrientes a través de los devanados primario y secundario son alternas con valor

promedio cero. Esta situación se presenta una ventaja ya que no requiere el sobredimensionamiento del transformador.

RECOMENDACIONES

1. La regulación de voltaje, el factor de potencia y la distorsión armónica son parámetros que indican el buen funcionamiento de un sistema eléctrico. Tanto normas como prácticas recomendadas nacionales e internacionales establecen los límites para cada uno de estos parámetros, por lo que se recomienda implementar un estudio de dichos parámetros en todos los diseños y aplicaciones de unidades rectificadoras.

REFERENCIAS

- [1] ERICKSON, R. W. *Fundamentals of Power Electronics*, Boulder, CO USA: Chapman & Hall, 1997.
- [2] MOHAN, N.; UNDELAND, T. M.; ROBBINS, W. *Power Electronics: Converters, applications and Design*. 3rd. ed., New York: Jhon Wiley, 2003.
- [3] IEEE Committee Report, "Excitation Systems Models for Power Systems Stability Studies", IEEE Transactions on PAS, Vol. PAS-100, pp 494-509, feb. 1981.
- [4] IEEE Recommended Practice for Excitation System Models for Power System Stability Studies, Standar 421.5-199.
- [5] P. M. Anderson and A. A. Fouad, " Power System Control and Stability ", The Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA, Ch. 4, 1977.
- [6] J. Arrillaga, C. P. Arnold and B. J. Harker, " Computer Modeling of Electrical Power Systems ", Jhon Wiley & Sons, 1983.
- [7] RASHID, H. M., *Electrónica de Potencia Circuitos, Dispositivos y Aplicaciones*, Prentice Hall Hispanoamericana S.A. 2da ed. 1997.
- [8] Zamora M. y Macho V., "*Distorsión armónica producida por convertidores estáticos*", Iberdrola 1997, 1ra Edición, Páginas 9 – 18.
- [9] IEEE Standard 519-92, "IEEE Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electrical Power Systems.