

NUEVO SISTEMA DE CALIBRACIÓN DE KILOAMPERÍMETROS UTILIZADOS EN SOLDADURA POR RESISTENCIA

A. G. Britos, M. E. Bierzychudek, J. L. Casais

abritos@inti.gov.ar

Laboratorio de Alta Tension, Metrología Física- INTI

Palabras Clave: medición de corriente; Weld Tester; bobina Rogowski; integrador activo.

INTRODUCCIÓN

La soldadura por resistencia es un proceso de fabricación termoelectrónico y es ampliamente utilizada en aplicaciones industriales para la unión de chapa metálica y alambres. Debido a su eficiencia, alta velocidad y facilidad de automatización, la soldadura por resistencia en corriente alterna es, en particular, muy extendida en la industria automotriz. Los fabricantes de automóviles en Argentina y sus industrias autopartista utilizan en su producción muchas máquinas y robots de soldadura de este tipo. Dependiendo del material se determina la corriente y presión ejercida, los cuales son proporcionales al calor generado. Esta corriente de pulsos se mide mediante los denominados Weld Tester (WT) o kiloamperímetros de soldadura, instrumentos que deben ser calibrados. Las incertidumbres de medición de estos equipos pueden ser del 2 o 3%, o incluso superiores según cada fabricante. Para satisfacer los requisitos de control de calidad de las automotrices y garantizar la coherencia del proceso de soldadura, los WT necesitan calibraciones trazables. En el laboratorio de alta tensión y corriente del INTI se ha mejorado el sistema y el procedimiento de calibración, reduciendo su incertidumbre y estableciendo la trazabilidad al Sistema Internacional de Unidades.

OBJETIVOS

Renovar el anterior sistema de calibración compuesto por una bobina de Rogowski, un integrador pasivo y un osciloscopio. Se busca reducir la incertidumbre del procedimiento de calibración de WT mediante un sistema de calibración asistido por computadora, utilizando un nuevo integrador activo para la bobina de Rogowski y una placa adquisidora para el muestreo de la señal.

DESARROLLO

El sistema es controlado por una PC y se compone de una fuente de corriente de hasta 25 kA rms, una bobina de Rogowski, un

integrador activo y una placa de adquisición, *figura 1*. La fuente de corriente se dispara a través del primario del transformador, mediante un driver basado en tiristores y controlado remotamente por una placa de interconexión Bluetooth Low Energy, la cual se conecta a la PC por USB.

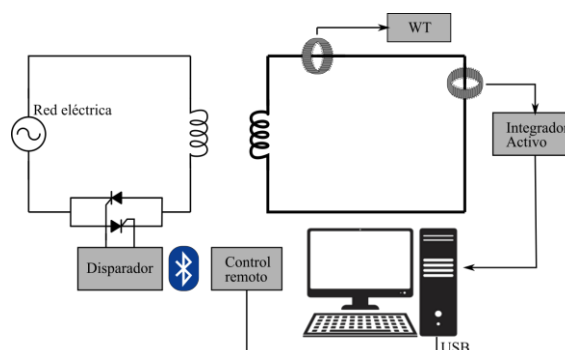


Figura 1: diagrama del sistema de calibración. La computadora contiene la placa de adquisición y se utiliza para el control del disparo de la fuente y leer los resultados. La bobina de referencia y la de WT miden la corriente del secundario.

Fuente de corriente

La fuente de corriente está conformada por un transformador elevador, alimentado a 380 V mediante un variac. El bobinado secundario está en cortocircuito mediante una jaula hexagonal y coaxial hecha especialmente de aluminio fundido, *figura 2*.

Bobina de Rogowski

La bobina de Rogowski mostrada en la *figura 3* es un transductor de corriente ampliamente utilizado para la medición de corrientes elevadas, porque no son intrusivas y no saturan, ya que su núcleo es de un material no magnético. La integración de la tensión inducida en la bobina da como resultado la corriente que la atraviesa. La utilizada en esta aplicación fue diseñada y construida por el laboratorio, minimizando los errores geométricos y mejorando la estabilidad a largo plazo [3].

Integrador

Para obtener la forma correcta de la señal medida es necesario integrar la salida de la bobina de Rogowski, para lo cual se utiliza un



Figura 2: jaula hexagonal y coaxial conectada al secundario del transformador de la fuente de corriente.

integrador activo [4]. El integrador mostrado en la figura 3 también fue diseñado por el laboratorio. Para este se utilizaron componentes electrónicos de bajo coeficiente de temperatura, alta estabilidad y baja tolerancia, con el fin de asegurar que el circuito sea estable a corto y largo plazo.

El circuito se conforma por tres etapas. La primera es un integrador pasivo de respuesta a bajas frecuencias, la segunda etapa es un integrador activo que domina a altas frecuencias y la última amplifica la señal de tensión para ser leída por la placa adquisidora. De esta manera se logra un factor de escala del sistema de 7500 A/V.



Figura 3: bobina de Rogowski e integrador activo.

RESULTADOS

La repetibilidad de las mediciones se mejoró mediante un software para la calibración del sistema de referencia y otro para la calibración de WT.

Para evaluar el comportamiento del dispositivo se llevaron a cabo las pruebas de estabilidad a

corto y largo plazo, respuesta en frecuencia, coeficiente de temperatura, linealidad en función de la tensión de entrada y en función de la corriente medida. Todas las pruebas fueron satisfactorias para lograr una incertidumbre en la referencia menor al 0,3%.

PROXIMAS MEJORAS

Dentro del marco de la industria 4.0, se trabaja en la integración del dispositivo a un registrador wireless. Esta implementación permitirá realizar mediciones inalámbricas, brindando mayor seguridad al operario, como ser en el caso de medir alta corriente en una línea de transmisión eléctrica. Además se podrá medir de manera permanente y guardar los resultados en una base de datos en un servidor remoto.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Se desarrolló un sistema de referencia para la calibración de Weld Tester basado en una bobina de Rogowski y un integrador activo. La incertidumbre de calibración está en torno al 0,5%, garantizando una proporción mayor de 4 a 1 con el dispositivo a calibrar.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración de la Branislav Djokic de NRC-Canadá por sus sugerencias y consejos durante el desarrollo de este nuevo sistema. Además, se agradece a Andrés Kastner y a Fabricio Notarfrancesco por su participación en la construcción de la jaula hexagonal y coaxial para la fuente de corriente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] B. Djokic, "Calibrations of Resistance Welding Equipment With High Pulsed Currents," IEEE Trans. Instrum. Meas., vol. 64, no. 6, pp. 1767 – 1772, June 2015.
- [2] J. L. Casais, M. E. Bierzychudek, B. Djokic and H. Parks, "Calibration of Weld Current Monitors at INTI Argentina," Proc. CPEM 2020, Denver, CO, USA, Aug. 2020.
- [3] W. F. Ray and C. R. Hewson, "High performance Rogowski current transducers," Conference Record of the 2000 IEEE Industry Applications Conference. Thirty-Fifth IAS Annual Meeting and World Conference on Industrial Applications of Electrical Energy, 2000, pp. 3083-3090 vol.5
- [4] J.A.J. Pettinga and J. Siersema "A polyphase 500 kA current measuring system with Rogowski coils" IEE Proceedings, vol.130, no. 5, September 1983.