

[Soldagem & Inspeção](#)

Print version ISSN 0104-9224 On-line version ISSN 1980-6973

Soldag. insp. vol.25 São Paulo 2020 Epub June 05, 2020

<https://doi.org/10.1590/0104-9224/si25.16>

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

Análisis Estadístico en Aplicación de Soldadura GTAW Usando Diseño de Experimentos Factorial Completo

Statistical Analysis in GTAW Welding Application Using Full Factorial Design Experiment

Tania Elizabeth Sandoval Valencia¹

 <http://orcid.org/0000-0002-2800-4797>

Luis Eduardo Ugalde Caballero¹

Adriana del Carmen Téllez Anguiano¹



Héctor Javier Vergara Hernández¹

Dante Ruiz Robles¹

¹Instituto Tecnológico de Morelia, Tecnológico Nacional de México, Morelia, Michoacán, México.

Services on Demand

Journal

-  SciELO Analytics
-  Google Scholar H5M5 (2020)

Article

-  text new page (beta)
-  Spanish (pdf)
-  Article in xml format
-  How to cite this article
-  SciELO Analytics
-  Automatic translation

Indicators

Related links

Share

-  More
- More

 Permalink

RESUMEN:

La determinación de los parámetros eléctricos y funcionales para aplicación de soldadura requiere realizar pruebas preliminares tanto en la industria como en la investigación. Sin embargo, este proceso resulta ser muy costoso, lento y, para objeto de investigación, de baja confiabilidad, por tal motivo, el desarrollo de una metodología de experimentación que permita obtener adecuadamente dichos parámetros es muy importante. El presente trabajo muestra el análisis estadístico para la aplicación de soldadura de arco metálico con electrodo de tungsteno y gas inerte (GTAW) utilizada para determinar la velocidad de avance de la antorcha y la corriente de soldadura óptimos para lograr soldadura libre de defectos. Con los resultados obtenidos en el diagrama causa-efecto (Ishikawa) se permite la interpretación efectiva de la causa raíz de los defectos, reduciendo el número de experimentos, posteriormente el diagrama de árbol da pauta para definir la matriz experimental. La validación de la experimentación se hace con el diseño de experimento factorial completo, la efectividad proporcionada por el cálculo del coeficiente de determinación, también conocido como nivel de correlación, de 94,24% en penetración del cordón

y 85,03% en ancho del cordón. La gráfica de residuales y valores predichos valida la distribución del error en las probetas.

Palabras clave: GTAW; Acero al carbono; Diseño de experimentos

ABSTRACT:

Electrical and functional parameters determination for welding application requires preliminary tests in industry and research fields. However, this process turns out to be very expensive, slow and, for research purposes, with low reliability. Thus, the development of a statistical analysis that allows obtaining these parameters properly is very important. The present work shows an experimental methodology to apply the metal arc welding with tungsten electrode and inert gas (GTAW), used to determine the optimum torch speed and current level to achieve defect-free welding. With the results obtained in the cause-effect diagram (Ishikawa), the effective interpretation of the root cause of the defects is allowed, reducing the number of experiments, then the tree diagram gives guidelines to define the experimental matrix. The validation of the experimentation is performed by designing a complete factorial experiment, the effectiveness provided by coefficient of determination estimation or correlation level known is 94.24% in cord penetration and 85.03% in cord width. Residuals and predicted values graph are used to validate the specimens error distribution.

Key-words: GTAW; Carbon steel; Experiment design

1. INTRODUCCIÓN

La soldadura de arco eléctrico con electrodo de tungsteno y gas Inerte (*Gas Tungsten Arc Welding*, GTAW) es un proceso que utiliza un arco entre un electrodo de tungsteno (no consumible) y el charco de soldadura, el cual se ha vuelto una herramienta indispensable en muchas industrias en virtud de la alta calidad de las soldaduras que produce y del bajo costo del equipo [1-3]; la validez del proceso radica en obtener las características metalúrgicas adecuadas según la aplicación de la pieza soldada. La eficiencia de la experimentación en soldadura se puede validar usando diseño de experimentos; un experimento consiste en un conjunto de actividades, ejecutadas bajo un determinado plan de actuación, que sirven para obtener y analizar datos de forma eficiente y económica [4,5], la experimentación como proceso se puede desarrollar formulando la hipótesis, el diseño de experimentos, el desarrollo experimental, el análisis estadístico de los datos y finalmente las conclusiones [6].

Los parámetros que se deben regular en la aplicación de soldadura son voltaje, corriente, tipo de electrodo, longitud del arco, velocidad de avance de la antorcha, entre otras. Las primeras dos tienen un efecto significativo en la forma del cordón y algunos defectos. La máquina de soldar puede usar un transformador, un inversor de estado sólido o un motor generador para reducir el voltaje de 120, 240 o 480 V de la línea terminal o de circuito abierto especificado, así como proporcionar corriente elevada, generalmente de orden de 30 a 1500 A, apropiados para la soldadura de arco [3]. Un transformador se define como una máquina estática que tiene la misión de transmitir, mediante un campo electromagnético alterno, la energía eléctrica de un sistema, con determinada tensión, a otros sistemas de tensión deseada [7-10]. Por tal motivo es importante tomar en consideración el ruido que proporciona la máquina de soldar y las condiciones externas, para validar que tan confiables son los resultados experimentales.

Algunos investigadores usan la estadística como apoyo para el análisis de los experimentos; en el 2014 Cruz et al. [11] obtienen los criterios de calidad para mejorar el proceso GTAW, el número de experimentos se reduce mediante el uso del análisis de modo y efecto "AMEF" y los resultados se analizan con un diseño central compuesto, obteniendo un nivel de correlación superior al 80%. Costa et al. [12] utilizan la metodología de superficie de respuesta para el modelado de funciones objetivo (variables de respuesta con variables de entrada) y la optimización se realiza con algoritmos genéticos y la gráfica de frente de Pareto, siendo posible establecer modelos matemáticos empíricos satisfactorios para las variables de respuesta. Posteriormente, los autores en [13] realizan un estudio experimental con 15 operadores en el cual se estudia el sesgo de la eficiencia del arco, dando como resultado que el sesgo primordialmente es provocado por la caída del voltaje debido al mal estado de los cables de soldadura, siendo insignificante el factor de la manipulación del operador; estos resultados se evalúan estadísticamente.

Recientes investigaciones utilizan la estadística para obtener parámetros óptimos y mejorar la calidad de los productos o experimentos realizados. Park et al. [14] utilizan el método Taguchi para el diseño de una cosechadora que garantice un voltaje de salida suficiente alto y robusto en un amplio rango de frecuencia producido por vibraciones mecánicas externas, confirmando que la longitud del sustrato tiene mayor influencia en la respuesta del recolector, con 18 experimentos se obtiene la combinación óptima resultando una reducción de