

WELDING JOURNAL

EN ESPAÑOL

ENERO 2024



Robots autónomos

**Soldadura por puntos
por resistencia**

ADEMÁS: Soldadura aditiva para reparación de turbinas ■ Pruebas ultrasónicas ■ Nuevos productos

HELIOS

WORLD OF

KATANA H2

WELDING LASER SYSTEM



NOTHING
WELDS LIKE



6x

MÁS RÁPIDO QUE LA SOLDURA MIG

40%

MÁS PEQUEÑO

50%

MÁS APORTE DE MATERIAL

CON PULSADO

ARTÍCULOS

18 Las ventajas de la soldadura por puntos por resistencia

Descubra cómo esta tecnología impulsa un cambio transformacional

C. Anderson



22 Cómo los robots autónomos están revolucionando la industria de la soldadura

Conozca los factores que impulsan la adopción de robots en la soldadura, los beneficios de los robots autónomos y más

K. Degai



26 Las preformas de soldadura aditiva llevan la reparación de turbinas a una nueva dimensión

Cómo una nueva técnica está transformando componentes que antes no se podían reparar

S. Nelson y J. Boreman



SECCIONES

- | | |
|---|---------------------------------|
| 5 Editorial | 14 Normas de la AWS |
| 6 Artistas del arco | 36 Cuaderno de trabajo |
| 10 Punto de vista | 37 Nuevos productos |
| 12 Preguntas y respuestas — Soldadura fuerte | 37 Índice de anunciantes |

ARTÍCULOS

30 Una comparación de antorchas de oxígeno y de aire / acetileno

Descubra la diferencia entre las dos configuraciones

N. J. Loebker

33 Combinando pruebas ultrasónicas phased array y difracción de tiempo de vuelo para aumentar la productividad

Se examinan los desafíos y beneficios de integrar estas tecnologías en un flujo de trabajo de producción

P. Tremblay



En portada: Soldadura robótica. (Crédito: Shutterstock.)

OFFICERS

President Michael A. Krupnicki
Rochester Arc + Flame Center

Vice President Richard L. Holdren
Welding Consultants LLC/ARC Specialties

Vice President D. Joshua Burgess
Tennessee Valley Authority

Vice President K. Shatell
Pacific Gas & Electric Co.

Treasurer Mary Bihrl
Consultant

Interim Executive Director & CEO Robert "Bob" W. Roth
American Welding Society

DIRECTORS

R. Ashelford (Dist. 13), Rock Valley College
D. E. Clark (Dist. 20), DEClark Welding Engineering PLLC
A. Classens (Dist. 4), A. E. Classens & Associates
J. Davis (Dist. 21), Consultant
R. Emery (Dist. 22), College of the Sequoias
M. Hanson (Dist. 15), Compass Electronics Solutions
R. E. Hilty (Dist. 7), Hilty Sign & Fabrication Co.
T. S. Holt (Dist. 18)
V. Kuruville (Dist. 17) Lexicon Inc.
J. Jones (Dist. 16), Evergy Inc.
T. Jumper (Dist. 14), Lewis and Clark Community College
T. Kinnaman (Dist. 1), T. C. Kinnaman Welding Solutions

T. Kostreba (Dist. 10), Erie High School
D. H. Lange (Dist. 12), Northeast Wisconsin Tech. College
S. Moran (Dist. 3), General Dynamics Electric Boat
W. F. Newell (At Large), Euroweld Ltd.
C. E. Pepper (Dist. 9), C. E. Pepper & Associates
D. Peterson (Dist. 5), Central Maintenance and Welding
N. Peterson (At Large), Miller Electric Mfg. LLC
W. R. Polanin (Past President), WRP Associates
S. Raghunathan (At Large), Saudi Aramco
M. Rotary (Dist. 11), ZF Motorsport
L. E. Showalter (At Large), Newport News Shipbuilding
M. M. Skiles (At Large), Consultant
R. H. Stahura (Dist. 6), ESAB Welding & Cutting Products
K. Temme (Dist. 2)
J. Thompson (Dist. 8), Consultant
B. Towell (Dist. 19), Industrial Inspection & Services LLC
H. J. Wolf (At Large), Madison Area Technical College

WELDING JOURNAL en Español

Editor Carlos Guzman

WELDING JOURNAL

Publisher/Editor Annette Alonso

Editorial

Managing Editor Kristin Campbell

Sr. Editor Cindy Wehl

Associate Editor Alexandra Quiñones

Education Editor Roline Pascal

Peer Review Coord. Brenda Flores

Publisher Emeritus Jeff Weber

Design and Production

Managing Editor, Digital and Design Carlos Guzman

Production Manager Zaida Chavez

Assistant Production Manager Brenda Flores

Advertising

Senior Sales Executive Scott Beller

Manager, Sales Operations Lea Owen

Subscriptions

Subscriptions Representative Giovanni Valdes

gvaldes@aws.org

aws.org

8669 NW 36 St., # 130, Miami, FL 33166-6672
(305) 443-9353 or (800) 443-9353

La AWS valora la diversidad, defiende prácticas equitativas e invita a sus miembros a establecer una cultura en la comunidad de soldadura para aprender y celebrar las diferencias entre las personas. La AWS reconoce que un compromiso de diversidad, igualdad e inclusión es esencial para alcanzar la excelencia en la Asociación, sus miembros y empleados.

Welding Journal en español (ISSN 2155-5559 impresa/print) (ISSN 2689-064X en línea/online). Lectores del Welding Journal en español pueden hacer copias de artículos para uso personal, educacional, e investigación, pero este contenido no se puede vender. Favor indicar crédito apropiado a los autores de los artículos. No obstante, los artículos marcados con asterisco (*) tienen derechos reservados y no se pueden copiar. Para más información, favor contactar a nuestro departamento editorial

Navegando por los giros inesperados de la vida

Me gustaría comenzar expresando mi tristeza por la muerte de nuestro presidente de la AWS 2023 y mi amigo, Dennis Eck. Todavía me resulta difícil comprender que ya no está entre nosotros. Extraño sus palabras amables y tranquilizadoras, su firme apretón de manos y su sonrisa que podría derretir incluso el alma más endurecida. Trabajé durante casi una década en la junta directiva de la AWS con Dennis. Me dio la oportunidad de viajar alrededor del mundo con él mientras representamos a la AWS en numerosas funciones de la industria. Su liderazgo en la Junta Directiva como nuestro presidente también me brindó la oportunidad de tomar mi posición actual en la AWS.

Siempre me sorprende el viaje de la vida y, desde una perspectiva profesional, rara vez el camino es recto. Un ejemplo de ello es mi función actual como director ejecutivo interino de la AWS. Hasta finales de marzo de este año, si alguien me hubiera preguntado: “¿Cree que será el director ejecutivo de la AWS?” Me habría reído entre dientes y dicho: “Diablos, no”. Sin embargo, aquí estoy. Un conjunto de circunstancias no planeadas se alineó de tal manera que sucedió. Para aquellos de ustedes que no lo saben, recientemente me retiré de mi cargo de presidente y director ejecutivo de RoMan Manufacturing, la empresa familiar propiedad de la familia Hofman y la mía. Trabajé en la empresa durante 36 años y fui director ejecutivo durante 27. El 2023 iba a ser mi último año en la Junta Directiva de la AWS, donde cumplía mi segundo mandato como ex presidente. El camino hacia la jubilación parecía claro. Supongo que se podría decir que sólo me tomó tres meses fracasar en la jubilación.

Es un honor para mí desempeñar este papel. He estado involucrado con la AWS durante una buena parte de mi carrera profesional y es una organización que me entusiasma. Mi trabajo como miembro y voluntario me ha permitido conocer y aprender de tantas personas increíbles en nuestra industria. Ojalá pudiera enumerarlos a todos. Su conocimiento, sabiduría y disposición para compartir su tiempo me han beneficiado enormemente. Servir a la AWS como director ejecutivo es una forma de agradecerle por todas las oportunidades que me ha brindado. A medida que aprendo más sobre la AWS desde una perspectiva operativa, encuentro una serie de cosas alentadoras. Primero, nuestra gente. Contamos con un personal maravillosamente dedicado. Vienen a trabajar todos los días con ganas de hacer lo mejor para nuestros miembros. En segundo lugar, está nuestro contenido. Tenemos gran contenido. Tenemos que agradecer a nuestros miembros y voluntarios por la gran mayoría de esto. En tercer lugar, está la sólida posición financiera de la AWS. Hemos sido buenos administradores de nuestros recursos financieros y esto nos proporciona una base sólida para afrontar nuestro futuro. Y finalmente, nuestros miembros. Dedicar su tiempo y energía para que podamos lograr nuestra misión. Su pasión, dedicación y conocimiento son una lección de humildad.

Pero no todo son chispas y arcoíris. Tenemos cosas en las que debemos trabajar y mejorar. El mundo no se detiene; nosotros tampoco podemos. Para alguien que asume este papel como un forastero con ciertos conocimientos, me sorprende que hayamos complicado muchas cosas más de lo necesario. Nuestros procesos comerciales deben simplificarse y armonizarse en toda la organización, así como estar más centrados en el cliente. Durante 2024, centraremos nuestros esfuerzos operativos en torno a tres objetivos clave e interdependientes: armonizar las operaciones, el servicio al cliente y defender el núcleo. A riesgo de ofender a mis amigos de la Universidad Estatal de Ohio, Bo Schembechler tenía un mantra que era el equipo, el equipo, el equipo. Tomándolo prestado de él para la AWS, nuestro enfoque debe ser el miembro, el miembro, el miembro. Gracias por darme la oportunidad de servir como director ejecutivo y CEO interino. [WJ](#)



Robert Roth
Director ejecutivo y
CEO interino de la AWS

“El 2023 iba a ser mi último año en la Junta Directiva de la AWS, donde cumplía mi segundo mandato como ex presidente. El camino hacia la jubilación parecía claro. Supongo que se podría decir que sólo me tomó tres meses fracasar en la jubilación.”

Un espectáculo en vidrio

Teresa Seaton es una artista de vitrales que suelda su camino hacia hermosas creaciones.

Teresa Seaton dice que su ADN está en cada pieza que construye. La artista radicada en Ontario no está siendo metafórica al decir que trabajar con vidrio se presta a cortadas. “Tengo una regla personal: dejo de trabajar después de tres cortadas en un día”, dijo. “Esto generalmente significa que estoy cansada o que no estoy prestando atención”.

El riesgo laboral vale la pena para Seaton, quien considera que el vidrio es un excelente medio para trabajar.

“Es despiadado y a menudo tienes que convencer al vidrio para que te dé lo que quieres, pero los colores y las texturas disponibles son infinitos, lo que te brinda una amplia paleta con la que trabajar”, explicó. “Desde el principio me enamoré del proceso y de las infinitas posibilidades de diseño”.

Seaton comenzó a trabajar con vidrio en el año 2000 y ha sido artista a tiempo completo desde 2010. Sus obras comprenden coloridos mosaicos de paneles de vidrio soldados con alambre hilado. Más recientemente, su pieza Garden Hearts IV (Fig. 1) fue encargada por la Colección Internacional de Esculturas en el Dan Lawrie International Sculpture Collection (*Real Jardín Botánico de Burlington*), Ontario, Canadá, y está pendiente de instalación. Muchas de sus otras piezas también se pueden ver en espacios públicos y galerías de Ontario.

Continúe leyendo para conocer su proceso y cómo enseña a los estudiantes a soldar y trabajar con vidrio.

¿Cómo empezaste a soldar vitrales?

Llevaba más de 20 años trabajando en publicidad y necesitaba un descanso. Me tomé un verano libre y, durante ese tiempo, tomé un curso de vitrales en Abbey Stained Glass en Burlington. Nunca miré atrás. Tuve mi afición durante unos diez años mientras trabajaba de forma independiente en el diseño gráfico antes de decidir convertirme en artista de tiempo completo en 2010. Abrí mi galería de estudio (Teresa Seaton Stained Glass Studio) en 2013 y recibía a otros artistas y exhibía mi propio trabajo. Durante esos años, recibí algunos encargos de arte público y logré obtener algunos

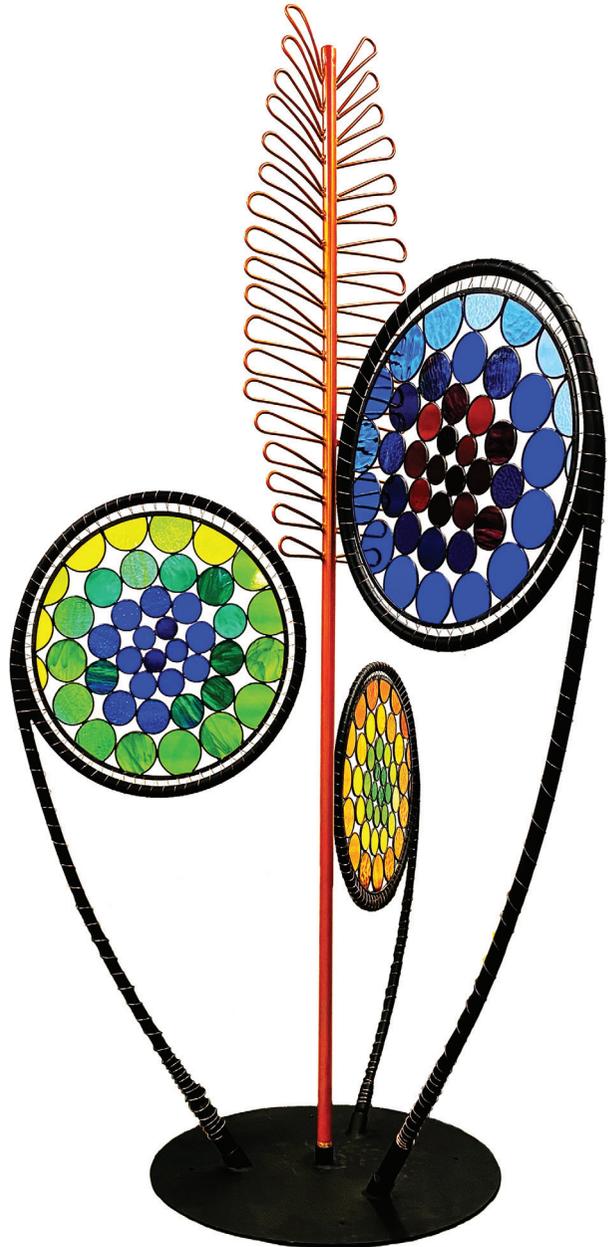


Fig. 1 — El Garden Hearts IV de 7 x 6 pies, presenta trabajos de vidrio con alambre de cobre cosido por Seaton, así como fabricación de metal por Bob Young de Ancaster, Ontario, y recubrimiento en polvo de Metal Works Powder Coating, Ancaster, Ontario. Los colores de los vidrios se inspiraron en el ciclo de crecimiento del helecho avestruz, originario del este de Ontario.



Fig. 2 — La Llave de la Ciudad de Seaton para Burlington es parte de un programa para honrar a las personas que han hecho contribuciones significativas a la comunidad.

contratos para premios que han demostrado ser el sustento de mi negocio, siendo mi mayor orgullo la Llave de la Ciudad de Burlington — Fig. 2.

¿Qué tipo de alambre sueles utilizar?

Utilizo alambre de varias maneras. Utilizo alambre de cobre pre-estañado de calibre 14 a 20. Lo estuve hilando a mano durante mucho tiempo hasta que John MacDonald de Macs Metal Works (Ontario, Canadá) me fabricó un hilandero de alambre (Fig. 3). Fue sobre-diseñado para lo que necesitaba, pero me permite la opción de hacerlo más grande si así lo deseo. Una vez estaba fabricando un olivo viejo para una ventana y tenía quizás 15 hebras que luego doblé tres veces para obtener un número de cables de 45 (Fig. 4). Ciertamente necesitaba el hilandero de alambre para eso. De lo contrario, uso alambre como adorno creativo y, a veces, como soporte estructural (Fig. 5).

Para operar el soldador, ¿cuánto calor y qué potencia utiliza normalmente?

Utilizo un soldador Weller de 100 W con una punta de soldadura fina de 900 grados. Esto permite un calentamiento rápido y me da un buen montículo de soldadura en mis costuras de cobre. Si estoy enseñando, generalmente les doy a los estudiantes una punta de hierro ancha de 700 grados, ya que existe la posibilidad de que generen una fractura por calor si la sostienen demasiado tiempo sobre el vidrio. Mi soldadura es una soldadura de alambre de núcleo sólido que es 60% de estaño y 40% de aleación de plomo. El contenido de plomo permite una buena fluidez y menos defectos en la unión final. Aplico un fundente en gel a la lámina de cobre antes de soldar.

¿Cómo rompes el cristal?

Utilizo un cortador de vidrio con rueda de carburo para marcar el vidrio, y luego uso alicates o pinzas para romper la marca. Pero mi enfoque principal es romperlo con las manos. Es muy fácil cortar vidrio; es más difícil cortar el vidrio exactamente donde quieres que se rompa. Para cortes más difíciles, puedo usar una sierra circular, pero son lentas y puedes crear una tensión indebida en la pieza con un corte complicado. Lo último que desea es sufrir una fractura por estrés después de haber completado su ventana.

¿Hay algo único en su proceso?

Una cosa que hago que es diferente de la mayoría de los artistas del vidrio es que trabajo muchos diseños en un patrón 3D o una obra de arte escultórica. Gracias a esto, he podido conseguir algunos contratos de arte público, muchos de los cuales involucran a un muy buen herrero llamado Bob Young de Ancaster, Ontario. Ha sido muy paciente interpretando mis divagaciones creativas. Estoy muy orgullosa de decir que él fue una parte integral de mi última obra de arte público (ver Fig. 1).



Fig. 3 – Hilandero de alambre fabricado por John MacDonald para Seaton.

¿Puedes explicar cómo hiciste tu pájaro de cristal (Fig. 6) de principio a fin?

Esta pieza en particular es parte de un panel cuadrado más grande de 22 pulgadas. Es el comienzo de una nueva serie que llamo Visual Echoes. Estoy intentando, con mi propio estilo, capturar la esencia del movimiento de ciertas aves que he tenido el placer de encontrar en mi propio patio trasero o al

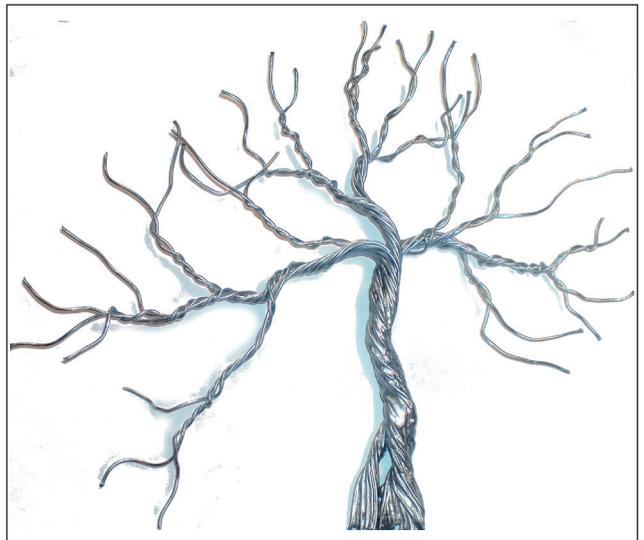


Fig. 4 – Olivar solo con múltiples alambres doblados.



Fig. 5 – Catedral de Amiens, réplica del rosetón del crucero sur.

otro lado de la calle. Hay un hermoso cementerio con muchos árboles centenarios que les brindan la protección, el descanso y el sustento que necesitan en su viaje de regreso a casa.

Comencé haciendo el centro de esta ventana. Ese no es siempre el caso. Si fuera un paisaje, probablemente comenzaría desde abajo, ya que es lo más parecido a ti en perspectiva. Una vez que el pájaro esté terminado, comenzaré con el cielo a su alrededor. Si hubiera decidido usar el vidrio para el borde, podría haber comenzado con eso, pero tengo dudas y deseo ver qué vidrio se verá mejor una vez que haya construido un poco más del panel. Una vez cortado todo se procederá a laminar los trozos. Estoy usando lámina de cobre negra de $\frac{3}{16}$ pulgadas para este panel, ya que quiero que las líneas de soldadura sean lo más delgadas posible. La lámina de cobre viene en muchos espesores según el uso. En mi trabajo 3D, usaré una lámina más gruesa para mayor estabilidad, pero al ser un panel plano, no lo pensé necesario. Una vez que todo esté cubierto, soldaré completamente un lado del panel. Luego colocaré un marco de zinc a su alrededor, le daré la



Fig. 6 - El pájaro de cristal (izquierda) antes de ser colocado en un panel más grande (derecha).

vuelta y luego soldaré la parte trasera completa. Después de soldar, se debe limpiar bien el panel con un removedor de fundente. Una vez seco, utilizo una pátina negra tanto para la soldadura como para el marco. Finalmente viene el esmalte. Esto le da a la pieza final un brillo agradable y la protege de la acumulación de polvo en la superficie.

Cuando enseñas a soldar vitralesvidriera, ¿cuál es tu proceso para que los estudiantes entiendan qué deben hacer?

Soldar es sólo una parte de lo que los estudiantes aprenden en mi clase. Primero aprenden a cortar, encajar y laminar antes de soldar. He descubierto que lo único que parece frenar a muchos estudiantes cuando sueldan es el miedo (por ejemplo, se quemarán o dañarán el vidrio al tocar el vidrio o el papel de aluminio con la plancha). A menudo los encuentro tratando de dejar caer la soldadura sobre las uniones, lo que termina muy grueso. Una vez que les explico que deben sostener la plancha junto a la lámina fundente y pasar la soldadura y la plancha a lo largo de la unión en cámara lenta, su soldadura inmediatamente se ve mejor. A menudo me dicen que hago que parezca fácil, pero como les explico, llevo mucho tiempo haciendo esto y conozco la velocidad de fusión de la soldadura en la lámina. Definitivamente lo sientes después de tantos años.

Mi único consejo sería que no tuvieran miedo. Tomaría mucho tiempo fracturar el vidrio por calor. Dicho esto desafortunadamente he visto a algunos de ellos hacerlo al preocuparse demasiado en una determinada costura. O la soldadura se está filtrando o es posible que se hayan olvidado

de fundir. Mi segundo consejo sería aprender a alejarse de una unión si no está quedando bien. Puede volver a él después de que se haya enfriado.

¿Qué te inspira?

Me inspiro fácilmente. Miro todo lo que me rodea con los ojos de un artista del vidrio y cómo podría interpretarlo. Recientemente, mi interés está en las aves que me rodean mientras me preparo para una exposición que será la próxima primavera, la cual está titulada "Suserrations". Cuatro artistas maravillosos y talentosos y yo, estamos interpretando nuestras vidas con los pájaros. Tengo mucha suerte de vivir en la ruta migratoria de muchas especies de aves que viajan de norte a sur y viceversa. Tengo un suministro interminable de material de investigación justo afuera de mi puerta.

Mis largos años de trabajo en diseño gráfico han demostrado ser una verdadera ventaja a la hora de diseñar mis propios paneles. Utilizo Adobe InDesign para la mayoría de los diseños. Todavía hago un poco de dibujo para expresar el concepto, pero luego generalmente voy a la computadora para finalizar los diseños. Tengo un libro lleno de pensamientos que tal vez nunca se hagan realidad en las obras de arte finales. Pero eso está bien. Prefiero tener demasiados a pocos. [WJ](#)

ALEXANDRA QUIÑONES (quinones@aws.org) es editora asociada de, *Welding Journal*.

Para obtener más información sobre las obras de arte de Seaton, visite teresaseaton.ca.

La soldadura robótica aumenta la producción de escaleras

Un contratista utiliza la automatización para manejar soldaduras repetitivas

Nosotros en JD Stairs Inc., Las Vegas, Nevada, somos contratistas artesanales de escaleras que creamos escaleras, puertas, portones y más. Con la reciente inversión de una unidad de soldadura robótica, hemos podido aumentar la producción y ofrecer productos de mayor calidad en toda nuestra oferta de escaleras.

Esta medida surgió mientras discutíamos cómo “poner la vara más alta” para la industria de las escaleras. Ahora no solo fabricamos mejores piezas, sino que también estamos ampliando los límites de lo que es posible en la industria y la fabricación en su conjunto.

¿Por qué la soldadura robótica?

We chose a robot that welds for the added benefit of automaElegimos un robot que suelda sólo por el beneficio adicional de la fabricación automática. Con tanta soldadura en un taller de escaleras, sentimos que un robot podría ayudar a reducir la cantidad de soldadura básica pero muy necesaria de postes a placas y soportes de largueros.

Al principio, no estábamos seguros de una compra como esta porque muchas de las piezas que soldamos son personalizadas y únicas por naturaleza y requieren nuevos procesos para adaptarse al nicho de mercado de Las Vegas. Éramos escépticos sobre si habría mucha necesidad de esta pieza de maquinaria. Sin embargo, al observar nuestra línea de producción, notamos que realizábamos muchas soldaduras repetitivas todos los días. Así que llamamos al distribuidor del producto que queríamos comprar y, a la semana siguiente, apareció un representante en un camión con un robot para hacer una demostración. En cuestión de minutos, conectaron la energía, pusieron todo en orden, soldaron y mostraron lo que el robot podía hacer. Después de ver la máquina en vivo y hacer varias preguntas, supimos que una unidad de soldadura robótica era un complemento perfecto para nuestro taller.

Beneficios ofrecidos y más

Hemos notado ventajas y limitaciones, incluidas las siguientes:

- Los beneficios de tener una unidad de soldadura robótica son que las soldaduras siempre salen limpias, su empleado puede realizar múltiples tareas y usted ahorra en consumibles y gas. Casi todas las escaleras de nuestra empresa tienen una placa y un poste soldados entre sí que conectan el pasamanos con el peldaño. Lo último que desea en su escalera es un pasamanos inseguro. Al utilizar el producto, hemos visto soldaduras confiables y duraderas en cada proyecto. Ya no hay que preocuparse por quién supervisa este proceso porque sabemos que la soldadura siempre será correcta.

Nuestro operador robótico también programa nuestro láser y prensas dobladoras. Ahora no solo puede cortar láminas con láser y doblar material, sino que también puede operar tres piezas de maquinaria al mismo tiempo para permitir la máxima eficiencia en nuestro proceso de fabricación. Finalmente, hemos visto una disminución en la cantidad de consumibles y gas utilizado por la unidad de soldadura robótica. El mantenimiento es mínimo. Y la formación dotada con esta compra ha hecho que la experiencia sea ideal.

- Los desafíos incluyen encontrar a alguien en quien pueda confiar para manejar el equipo. Si no se utiliza correctamente, el robot puede dañarse y costarle a la empresa miles de dólares. Nuestro modelo viene con un sistema de seguridad que evita que el robot cause más daño si alguna vez choca contra algo. Sin embargo, como ocurre con todos los equipos automatizados, se puede perder mucho dinero si no se utiliza correctamente.

Detalles de la operación

Operar una unidad de soldadura robótica es más fácil de lo que parece. Con el rápido avance de la tecnología, la necesidad de comprender la codificación de maquinaria prácticamente ha desaparecido. Pero un operador necesita comprender los conceptos básicos de la soldadura y cómo manipular el brazo de un robot.

Nuestro modelo venía con un controlador que permite cambiar una variedad de configuraciones y mover manualmente el brazo del robot a donde queramos. Para mover el brazo y establecer la ruta de soldadura, el operador debe identificar los puntos en los que el brazo cambiará de direc-

ción. Por ejemplo, si alguien soldara un tubo a otro en una junta a tope, movería el brazo del robot a la posición inicial. Luego, el operador marca este como el primer punto y mueve el brazo del robot a la siguiente esquina y lo identifica como el segundo punto. El robot cuidará la trayectoria de la herramienta y entenderá que debe soldar entre estos dos puntos sin detenerse. Una vez que la ruta de soldadura se ha trazado y programado con múltiples puntos, esa ruta se puede utilizar repetidamente.

Consideraciones de compra

Si está buscando un robot que suelde, debe hacerse tres preguntas:

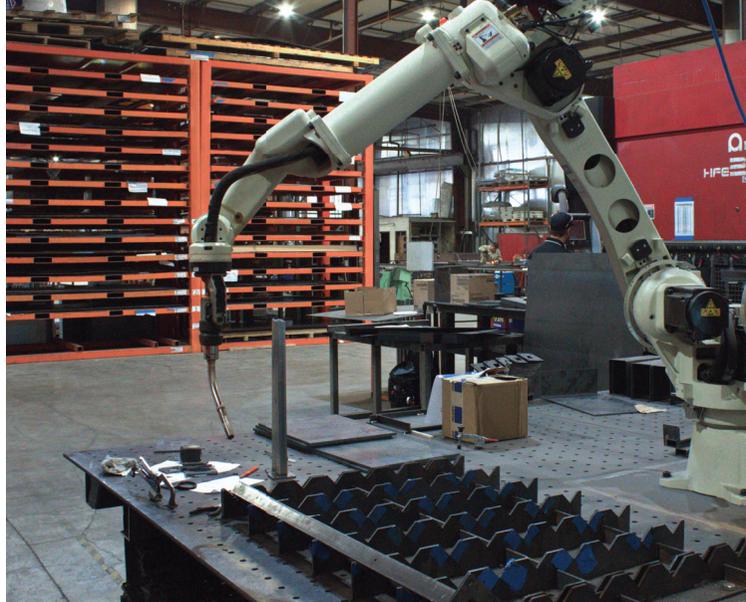
- 1) ¿Tengo partes repetitivas que hago una y otra vez en varios proyectos?
- 2) ¿Tengo a alguien capaz de manejar la maquinaria?
- 3) ¿Ahorraré dinero a largo plazo comprando una máquina como esta?

Quizás esté pensando: “Soldamos muchas piezas personalizadas y muchas de ellas no son iguales, pero somos un taller de metal personalizado que ha encontrado procesos que podrían cambiarse”. Una vez que compramos el robot, nos ayudó a ver que muchas de las tareas que pensábamos que solo un humano podía realizar podían ser soldadas fácilmente por el robot. Usted también deberá tener en cuenta que los diferentes robots alcanzan diferentes longitudes. Su modelo puede estar diseñado para proyectos de soldadura pequeños o grandes.

Una vez que haya determinado que un robot sería una inversión beneficiosa, deberá encontrar el personal ade-



El robot produce soldaduras limpias, fiables y duraderas. Aquí se ve soldando dos placas.



La instalación de soldadura robótica de JD Stairs está equipada para soldar piezas en stock y hechas a medida con las plantillas de la empresa.

cuado para utilizar la maquinaria. Si puede encontrar a alguien que entienda de tecnología y soldadura, lo más probable es que sea la persona adecuada. Es importante que esta persona comprenda y domine la mecánica de la maquinaria. Su máquina sólo será tan buena como la persona que la programe.

Por último, es posible que se pregunte: “¿Ahorraré dinero a largo plazo con este tipo de inversión?” Deberá investigar qué tipo y tamaño de máquina es más adecuado para sus necesidades. Existe una gran variedad de empresas que los fabrican y venden. Los sistemas de soldadura robótica pueden costar entre 40,000 y más de 250,000 dólares, según el modelo, las características y los niveles de producción. El rango de precios es amplio porque existen soluciones de soldadura robótica que se adaptan a todos los tamaños y presupuestos (Ref. 1).

Si respondió afirmativamente a todas estas preguntas, lo más probable es que se beneficie al comprar un robot.

Conclusión

Hemos tenido esta maquinaria desde hace casi dos años y nunca nos hemos arrepentido de nuestra decisión de comprarla. No solo aumentó nuestra producción y nos permitió hacer más, sino que la mentalidad en JD Stairs también cambió. Las capacidades de lo que podemos hacer se pueden ver al incorporar maquinaria al proceso de fabricación. [WJ](#)

BRAEDEN SMITH (braeden@jdstairs.com) es el director de operaciones de JD Stairs, Las Vegas, Nevada.

Referencia

1. OTC Daihen. ¿Cuándo debería mi empresa invertir en soldadura robótica? Obtenido el 20 de septiembre de 2023 de blog.daihen-usa.com/when-should-my-company-invest-in-robotic-welding.

P: Recientemente hemos comenzado a soldar conjuntos de tubos de aluminio. Estamos uniendo aleación de aluminio 1100 y lo estamos haciendo a mano con antorchas usando propano. Trabajamos un poco en línea para determinar la mejor manera de hacer esto y estamos usando una varilla de soldadura fuerte Al 718 y un fundente que, según nos dicen, no es corrosivo. Aplicamos el fundente manualmente.

Llevó algún tiempo conseguir la presión adecuada sobre la antorcha y desarrollar la técnica correcta para calentar estas uniones. Ahora estamos obteniendo juntas sin fugas, pero la apariencia de las juntas es cuestionable. No hemos estado en esto por mucho tiempo y nos preocupa la corrosión con el tiempo. Las articulaciones parecen estar recubiertas de un polvo blanco. No se cepilla ni se desprende con agua. Algunos de nuestros clientes consideran que el aspecto de la junta es cuestionable.

No estamos entusiasmados con el punto de fusión de la varilla de Al 718 porque hubo una gran curva de aprendizaje para calentar las juntas sin que las piezas se distorsionaran o derritieran. Tampoco estamos seguros del flujo que hemos seleccionado. Parece darnos unas articulaciones aceptables, pero el aspecto nos deja preocupados.

¿Deberíamos considerar un enfoque diferente en la selección de aleaciones y fundentes?

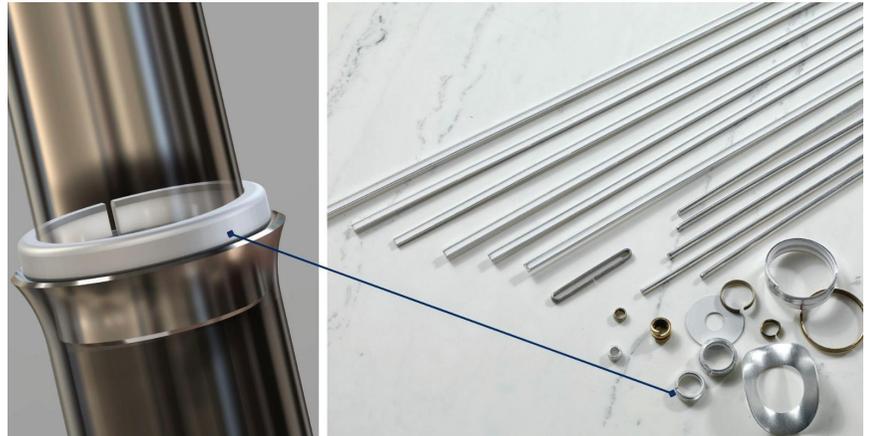


Fig. 1 — Ejemplos de metal de aportación para soldadura fuerte de Al con fundente y colocación de anillos en una conexión de junta soldada tubular. (Foto cortesía de The Prince & Izant Co.)

R: Lo que usted describe es una combinación común de metal base, fuente de calor, metal de aportación para soldadura fuerte y fundente para unir aluminio. Repasémoslo pieza por pieza.

Los tubos AA1100 son un material que se une fácilmente porque no contiene ningún elemento de aleación difícil que afecte la humectación. La humectación es la capacidad del metal de aportación fundido para extenderse y adherirse a las superficies del tubo. Siempre que los materiales estén limpios y libres de aceite, la soldadura debe estar en buenas condiciones.

La selección de aleaciones es buena. El Al 718 cumple con las especificaciones de la industria (Aluminum Association 4047; AWS A5.8, *Especificación para Metales de Aporte para Soldadura Fuerte*, BAlSi-4; Especificación de Materiales Aeroespaciales 4185) y es el caballo de batalla de los metales de aporte para soldadura fuerte de aluminio. Es el material que suelo recomendar. Es interesante que en este caso el metal de aportación es más resistente que el metal base. En la mayoría de situaciones de soldadura fuerte, ocurre lo contrario. Esto hace posible utilizar menos material de soldadura de lo que podría pensar.

El Al 718 tiene un rango de fusión de 1070°–1080°F (577°–582°C). El

tubo AA1100 tiene un rango de fusión de 1190°–1215°F (643°–657°C). Esto deja sólo una pequeña diferencia de temperatura con la que lidiar al calentar los materiales. Calentar demasiado derretirá o distorsionará el tubo, pero hay otro problema. El Si en el Al 718 puede causar erosión de la tubería si no se controla el calentamiento. Esto puede tener un efecto perjudicial sobre la fuerza de las articulaciones.

Una de las mejores formas de controlar la cantidad de metal de aportación para soldadura fuerte es utilizar lo que la industria llama una preforma o, en su caso, un anillo. Al utilizar esta forma preformada, controla la cantidad de metal de aportación por junta. Esto es difícil de hacer cuando se alimenta la varilla manualmente. También ayuda al calentar, ya que elimina las conjeturas del proceso porque, con la alimentación manual, el operador debe juzgar cuándo la articulación está lo suficientemente caliente. Con un anillo puesto, se derrite cuando se alcanza la temperatura adecuada.

Ya sea que use un anillo o un soporte con varilla, puede simplificar el proceso usando un material que contenga fundente, lo que elimina la necesidad de agregar fundente por separado. Estos están disponibles en fundentes corrosivos y no corrosivos, según la forma del producto que seleccione, y pro-

porcionan una cantidad constante de fundente de junta a junta. En la figura 1 se pueden ver ejemplos de estas varillas y preformas junto con un anillo portador de fundente colocado en la unión soldada.

La otra opción que podría considerar es un metal de aportación alternativo. Las opciones son limitadas, pero a veces se utiliza el sistema zinc-aluminio. Uno de ellos es el 78Zn/22Al. Tiene un rango de fusión de 800°–900°F (427°–482°C). Esto aumenta la diferencia de temperatura entre el tubo AA1100 y el metal de aportación, lo que hace que el margen de error en el calentamiento sea más atractivo.

La desventaja de los materiales Zn/Al es la naturaleza de las uniones que forman. Presentan contracción del metal de aportación al enfriarse y, debido a la naturaleza volátil del zinc, son propensos a formar poros. Se ha demostrado que esta porosidad es posible mejorar con un estricto control del proceso. Darling y Marek detallan bien estos fenómenos (Ref. 1).

Otra forma de controlar la calefacción es utilizar algún nivel de automatización. Ya sea calor de la antorcha proporcionado por un gas combustible, como propano, o un método eléctrico, como la inducción, la automatización puede proporcionar una fuente de calor constante tanto en la cantidad de calor aplicada como en la proximidad de la aplicación de calor a la junta. Hay sistemas simples disponibles si su volumen de producción es pequeño.

En cuanto al fundente que utiliza, los fundentes no corrosivos han supuesto un gran avance. Pueden aplicarse manualmente o dispensarse fácilmente. El uso de un dispensador le permite usar solo la cantidad exacta necesaria y colocarla en el lugar exacto requerido. Esto es difícil con la colocación manual.

Se nota la apariencia posterior a la soldadura fuerte de las uniones hechas con fundente no corrosivo. Un ejemplo de esto se ve en la Fig. 2. Estos residuos son tenaces y no se pueden eliminar en las operaciones de enjuague. Los residuos no son corrosivos y no afectan la vida de las juntas. Algunas empresas consideran que la resistencia a la corrosión mejora al proporcionar una película protectora.



Fig. 2 — Aspecto posterior a la soldadura fuerte de una junta hecha con Al 718 y fundente no corrosivo. (Foto cortesía de SK Brazing).



Fig. 3 — Aspecto posterior a la soldadura fuerte de una junta hecha con Al 718 y fundente corrosivo después de que se eliminaron los residuos con un enjuague con agua caliente. (Foto cortesía de SK Brazing).

Para aquellas aplicaciones donde la apariencia es desagradable, se puede utilizar un fundente considerado corrosivo donde es necesario eliminar los

residuos. Un ejemplo de junta sin estos residuos se ve en la Fig. 3.

Estos residuos elaborados con fundente corrosivo se lavaron con agua caliente. Tendrá que hacer su tarea y realizar pruebas para asegurarse de que los residuos de cualquier fundente corrosivo que seleccione se puedan eliminar con un enjuague con agua caliente. Algunas requieren un tratamiento ácido, que conviene evitar en la medida de lo posible.

Su situación tiene todas las piezas básicas implementadas para lograr una soldadura fuerte exitosa. Como se muestra en esta columna, hay varias formas de realizar ajustes en su proceso. Debe evaluar cada opción y considerar su impacto en los costos, la productividad y la calidad. [WJ](#)

Referencia

1. Darling, C. y Marek, S. G. 2012. Condiciones preferidas de soldadura fuerte y soldadura fuerte para juntas de transición de cobre a aluminio. IBSC 2012 — *Actas de la Quinta Conferencia Internacional de Soldadura Fuerte y Fuerte.*

TIM P. HIRTHER (timhirthe@aol.com) es ingeniero y consultor de unión de materiales en Braze Connect, New Berlin, Wisconsin. Esta columna está escrita secuencialmente por **ALEXANDER E. SHAPIRO, DAN KAY, y TIM P. HIRTHER.** Shapiro y Hirthe son miembros y Kay es asesor del Comité C3 sobre soldadura fuerte y soldada. Los tres han contribuido a la quinta edición del manual de soldadura fuerte de AWS. Se solicita a los lectores que envíen por correo electrónico sus preguntas para utilizarlas en esta columna a los autores o aquinones@aws.org. También pueden enviar correo postal a la atención de los autores a *Welding Journal*, 8669 NW 36 St. #130, Miami, FL 33166.

Destacando los comités de soldadura fuerte y blanda de la AWS

Descubra qué hacen el C3 y los Comités de Fabricantes de Soldadura Fuerte y Blanda

¿Alguna vez ha querido saber más sobre los comités dedicados a la soldadura fuerte y blanda? Si es así, está de suerte. Aquí hay una guía que describe su importancia.

Todo sobre el Comité C3

Elementos históricos. Robert “Bob” L. Peaslee, ampliamente conocido como el padre de la soldadura fuerte con níquel, detalló la historia del Comité C3 de Soldadura Fuerte y Blanda de la AWS. En ese documento, Peaslee declaró que se unió a Wall Colmonoy Corp. en Detroit, Michigan, el 1 de mayo de 1950. Poco después, se unió al Comité de Soldadura Fuerte y Blanda de la AWS que estaba en el proceso de escribir el primer Manual de Soldadura Fuerte.

“En aquella época, la soldadura fuerte se definía como un proceso de soldadura. No tengo ningún registro que indique un nombre para este comité, o si fue especificado como Comité C3. Escribí un capítulo sobre soldadura fuerte a alta temperatura titulado ‘Aleaciones resistentes al calor’ para el primer Manual de Soldadura Fuerte, que se publicó en 1955. Cuando el comité terminó su trabajo, el Comité de Soldadura Fuerte y Blanda de la AWS se disolvió y no se planearon más reuniones”, escribió Peaslee. “Alrededor de 1959, AWS decidió que el Manual de Soldadura Fuerte debía revisarse y actualizarse. Se organizó un nuevo Comité de Soldadura Fuerte y Blanda para trabajar en las revisiones. La segunda edición del Manual de Soldadura Fuerte se publicó en 1963 y nuevamente, cuando el Comité completó su trabajo, se disolvió y no se planearon reuniones futuras”.

En 1967 o principios de 1968, se le pidió a Peaslee que presidiera el comité. El Comité de la AWS C3 sobre Soldadura Fuerte y Blanda se estableció oficialmente el 1 de junio de 1968 con 33 miembros.

Tiempos actuales. Hoy en día, el grupo sigue en pie, ha florecido a lo largo de los años y recuerda con cariño las contribuciones de Peaslee.

“Nuestros miembros provienen de diferentes áreas de interés relacionadas con la soldadura fuerte y blanda, lo que nos permite ser un subcomité completo, que no solo aborda los estándares de redacción, sino que también educa, desarrolla y comercializa la industria de la soldadura fuerte y blanda”, dijo Robin Gourley, presidente del Comité C3. También es ingeniera principal de materiales en Curtiss-Wright, Cheswick, Pensilvania.



En esta foto de hace más de una década, Bob Peaslee (izquierda) le da la mano a Grayson Alexy, ex presidente inmediato del Comité C3.

Los documentos publicados se enumeran en aws.org/standards/CommitteesAndStandardsProgram/c3-committee-on-brazing-and-soldering, incluyendo el AWS C3.2M/C3.2:2019, *Método Estándar para Evaluar la Resistencia de Uniones Soldadas*; C3.3:2008 (R2016), *Prácticas Recomendadas para el Diseño, Fabricación y Examen de componentes soldados críticos*; C3.4M/C3.4:2016, *Especificación para Soldadura Fuerte con Antorcha*; y más. Se proporcionan además los documentos en proceso de redacción y aprobación, junto con una lista de subcomités.

“El Comité C3 de la AWS sobre soldadura fuerte y soldadura blanda es el estándar de oro de los voluntarios profesionales”, dijo Grayson Alexy, quien se desempeñó como presidente de 2015 a 2022 y es presidente de Alexy Metals, Willoughby, Ohio. “Este grupo desarrolla estándares industriales y especificaciones técnicas para procesos de soldadura fuerte y metales de aporte que siguen todas las demás organizaciones globales”.

Durante los últimos cinco años, el director del programa Kevin Bulger se ha desempeñado como secretario del Comité C3. Explicó por qué sus miembros son únicos:

“Participan en la redacción de especificaciones, la organización de conferencias técnicas y la redacción de artículos técnicos. Hay más de diez estándares que escriben sobre procesos muy diferentes (antorcha, horno, inducción), e incluso la soldadura blanda es muy diferente a la soldadura fuerte”.

Además, los miembros han reunido y revisado los capítulos del Manual de Soldadura Fuerte que ahora comprenderá tres volúmenes cuando se publique. El Manual de Soldadura, una fuente de datos técnicos, está escrito por Paul T. Vianco, miembro activo y ex presidente del C3. El grupo se reúne dos

AWS C3.7M/C3.7:2011 (R2022), Especificación para soldadura fuerte de aluminio, es uno de los documentos que produce el Comité C3.



veces al año y, si bien existe una opción híbrida, la mayoría de los miembros asisten en persona.

Aspectos destacados del BSMC

El Comité de Fabricantes de Soldadura Fuerte y Soldadura Blanda (BSMC), un comité permanente de la AWS, se dedica a brindar a los miembros de la alta gerencia un foro para promover planes y programas, compartir soluciones y más. Entre sus funciones se encuentra la promoción de los objetivos de la Sociedad entre los fabricantes de equipos y suministros de soldadura fuerte y fuerte.

“El BSMC está compuesto por miembros de diversos aspectos de la industria manufacturera con el propósito de brindar educación y orientación técnica general al sector comercial de unión de metales”, dijo James Bush, miembro que trabaja en ventas técnicas en Prince & Izant Co. Cleveland Ohio.

El BSMC ayuda a dirigir el contenido en *brazingandsoldering.com*. Los visitantes del sitio web aprenden sobre soldadura fuerte y soldadura blanda. Bush señaló que el sitio web también sirve como recurso para preguntas y respuestas, información actualizada sobre ferias y conferencias comerciales relevantes, y servicios de consultoría y adquisición de materiales.

“Con una dirección unificada entre los fabricantes de aleaciones, podemos promover los objetivos de la industria en su conjunto y brindar orientación a la AWS sobre cómo aumentar el interés y el compromiso en la comunidad de soldadura fuerte y blanda”, explicó Bush.

Asista a la IBSC 2024

Los miembros del Comité C3 están muy involucrados en la Conferencia Internacional de Soldadura Fuerte y Soldadura Blanda (IBSC), que reúne a científicos e ingenieros de todo el mundo para intercambiar ideas y presentar tecnologías avanzadas. Este evento se lleva a cabo cada tres años desde el año 2000.

“La próxima IBSC 2024 será la novena conferencia después de la exitosa serie celebrada en las últimas dos décadas”,



En IBSC 2021, el presidente interino del C3, Robin Gourley (derecha), le presenta a Hui Zhao su pin de servicio de diez años. (Crédito: Kevin Bulger.)

dijo Hui Zhao, miembro del Comité C3 e ingeniero principal de Creative Thermal Solutions, Urbana, Illinois.

Concentración de conferencias. El evento se llevará a cabo del 14 al 17 de abril de 2024 en el Hotel Francis Marion, Charleston, Carolina del Sur. Zhao destacó varias de las ofertas del evento:

“La conferencia de tres días y medio comienza con una sesión educativa de un día completo que enseña principios fundamentales en diferentes aspectos de la tecnología de soldadura fuerte a cargo de expertos líderes en el campo. La sesión es ideal para audiencias con intereses generales en soldadura fuerte, así como para profesionales que desean explorar avances en áreas especiales como soldadura fuerte cerámica, soldadura fuerte de superaleaciones y evaluación de resistencia de uniones”, dijo. “El siguiente programa de dos días y medio está dedicado al programa técnico, que incluye conferencias magistrales presentadas por científicos de renombre mundial sobre el desarrollo de tecnología de soldadura fuerte y de última generación, y sesiones individuales que se centran en temas especiales como propiedades de materiales de soldadura fuerte y procesos y aplicaciones de soldadura fuerte. En cada sesión se presentarán y discutirán artículos de alta calidad revisados por pares para informar a la audiencia sobre los avances tecnológicos en el campo”.

Sala de exposiciones, red de contactos y más. Zhao también señaló los siguientes factores:

- La sala de exposiciones ofrece oportunidades para conocer los últimos desarrollos de productos relacionados con la soldadura fuerte de la industria y para conectarse con representantes de la empresa.
- Hay muchas oportunidades de formar una red de contactos gracias al programa social de la conferencia. Se llevará a cabo una recepción de bienvenida la noche del primer día del programa técnico. Además, el segundo día se realizará una cena de premiación, donde se anunciará el ganador del premio al mejor trabajo.

Zhao, que asistió a su primer IBSC hace casi 20 años, es una prueba de que el evento puede generar conexiones positivas.

“Para mí fue una experiencia inolvidable trabajar con algunas de las figuras legendarias en el campo, cuya pasión y dedicación a la investigación sobre soldadura fuerte y soldadura fuerte han sido una gran inspiración en mi trayectoria profesional”, dijo Zhao.

El evento también tiene como objetivo educar a jóvenes profesionales.

“Uno de los objetivos más importantes del comité organizador de la AWS IBSC es promover la educación de la próxima generación de investigadores e ingenieros”, afirmó Zhao. “IBSC 2024 continúa el esfuerzo de motivar a los estudiantes participantes y ofrece grandes descuentos en la inscripción de estudiantes”.

Centrándose en el futuro

Alexander E. Shapiro, miembro del Comité C3 de AWS desde hace mucho tiempo y director ejecutivo de Titanium Brazing Inc., Columbus, Ohio, indicó que los cursos académicos de soldadura fuerte WE 4023 y WE 7123 de la Universidad Estatal de Ohio (OSU) fueron fundados gracias a los esfuerzos conjuntos del Departamento de Ingeniería de Ciencias de Materiales de OSU y el Comité C3 de la AWS en 2007.

“Desde entonces, la clase de soldadura fuerte se imparte anualmente durante dos semestres y es la única en nuestro país”, dijo Shapiro.

En la siguiente sección, destaca los cursos de soldadura fuerte y blanda en OSU y comparte sus pensamientos sobre la próxima generación.



Los estudiantes del curso WE 7123 en OSU, alrededor de 2020, instalaron una máquina de prueba para medir la resistencia al corte de una muestra soldada de acero inoxidable.

Énfasis en Educación. En el otoño, los estudiantes aprenden los fundamentos aplicados de las tecnologías de soldadura fuerte y blanda, reglas de diseño de juntas, equipo necesario, inspección de calidad y aplicaciones industriales para unir aceros al carbono e inoxidables, aluminio, cobre, superaleaciones, titanio, grafito y herramientas de corte de carburo de tungsteno. En la primavera, se profundizará en conceptos fundamentales de los procesos de soldadura fuerte y blanda, como la humectación y las reacciones de



El Comité C3 se reunió para una reunión celebrada los días 20 y 21 de abril de 2023 en la sede mundial de AWS, Miami, Florida. Entre los asistentes a la reunión se encontraban Shawn Lindsey, Robin Gourley, Hui Zhao, Alex Shapiro, Ray McKinney, Gary DeVries y Scott McAllister, Joel Gutiérrez, Dharmendra Chalasani, Jason Krywicki, James Bush, Peter Fassman, Jonathan Longabucco, Michael Disabb-Miller y Nathan Kult.

sólidos con metales de aportación líquidos, la difusión, la resistencia y las pruebas mecánicas. El tercer bloque de conferencias cubre materiales avanzados.

“Aproximadamente 350 estudiantes que estudiaron este curso (WE 4023) entre 2007 y 2023 están trabajando con éxito en nuestra industria”, compartió Shapiro.

Los próximos años. La soldadura fuerte y blanda son importantes hoy en día, añadió, por las siguientes razones:

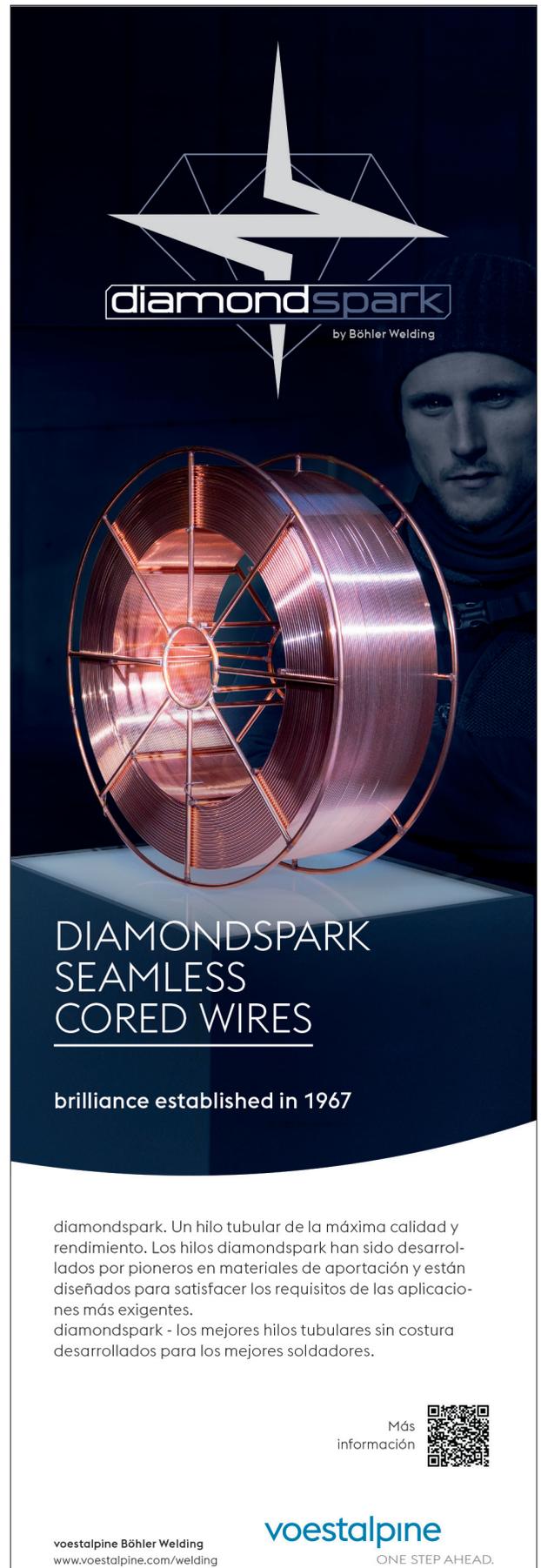
- La soldadura fuerte en horno transportador y la soldadura por ola proporcionan la mayor productividad entre todos los métodos de unión.
- Unen materiales no metálicos como cerámica, vidrio o materiales compuestos; aleaciones fundidas no soldables, tales como superaleaciones resistentes al calor; metales y aleaciones refractarias; materiales diferentes, por ejemplo, cerámica a metales; y estructuras multicapa, por ejemplo, intercambiadores de calor y paneles alveolares.
- Reducen costos de montajes complejos.
- Son adecuados para operar en el espacio.

“La próxima generación debería interesarse por este campo, en primer lugar, porque los recursos metálicos en la Tierra son limitados y a partir del próximo siglo habrá escasez de metales como el níquel, el cromo, el cobalto, el manganeso y otros. Esto significa que muchas de las estructuras metálicas habituales serán reemplazadas por materiales a base de cerámica o al menos metal-cerámica, y la aplicación de la tecnología de soldadura fuerte se expandirá porque la mayoría de los materiales no metálicos no son soldables”, enfatizó. “La unión de materiales diferentes, materiales clasificados funcionalmente, estructuras jerárquicas livianas, materiales controlados por el servicio, materiales para nuevas fuentes de energía y ahorro de energía, como celdas de combustible o baterías de metal líquido, así como dispositivos electrónicos de alta temperatura, computadoras cuánticas y Los superconductores también aumentarán la demanda en soldadura fuerte y blanda”.

Únase

Ahora que sabe más sobre estos comités, si está en el campo y está pensando en cómo contribuir con su conocimiento a una buena causa, considere participar en el C3 y/o BSMC comunicándose con el Gerente de Programa Kevin Bulger en kbulger@aws.org.

“La industria de la soldadura fuerte y blanda existe en el Comité C3, por lo que si desea conocerlos, ser una persona conocida y obtener contactos y conexiones, querrá unirse”, concluyó Bulger. “Es la mejor combinación de experiencia en soldadura fuerte y blanda”. [WJ](#)



diamondspark
by Böhler Welding

**DIAMONDSPARK
SEAMLESS
CORED WIRES**

brilliance established in 1967

diamondspark. Un hilo tubular de la máxima calidad y rendimiento. Los hilos diamondspark han sido desarrollados por pioneros en materiales de aportación y están diseñados para satisfacer los requisitos de las aplicaciones más exigentes.
diamondspark - los mejores hilos tubulares sin costura desarrollados para los mejores soldadores.

Más información 

voestalpine Böhler Welding
www.voestalpine.com/welding

voestalpine
ONE STEP AHEAD.



POR CHRIS ANDERSON

Los robots de alto rendimiento con diseños de brazos huecos utilizan tecnología de soldadura por puntos de resistencia para maximizar el espacio y al mismo tiempo mejorar los tiempos de ciclo y la calidad del producto.

La ventaja de la soldadura por puntos por resistencia

Descubra cómo esta tecnología impulsa un cambio transformacional

La soldadura por puntos de resistencia (RSW), un proceso rentable que produce soldaduras sólidas para un rendimiento a largo plazo, sigue siendo un método de unión superior para una variedad de piezas estructurales. La RSW fue una de las primeras aplicaciones aprovechadas por la robótica y los avances en hardware y software de robots la han mejorado. Con sus diseños de brazo robustos e interfaces digitales intuitivas, la RSW cuenta con un amplio respaldo y continúa siendo un método de referencia para la fabricación de chapa delgada. El proceso de soldadura robótica presenta una variedad de innovaciones, como inversores de frecuencia media (1000 a 2000 Hz) para soldadura de corriente directa que reducen el tamaño y el peso del transformador

para mejorar el diseño de la pistola de soldadura por puntos y servomotores que accionan las pistolas por puntos para mejorar la eficiencia energética y la precisión en comparación con las pistolas neumáticas.

Adquirir ganancias de productividad

La tecnología de la RSW es especialmente beneficiosa para los avances automotrices, como la fabricación de vehículos eléctricos, ya que fomenta la utilización eficiente del espacio, tiempos de ciclo rápidos y piezas de alta calidad. Para lograr estos resultados, los espacios de trabajo se están integrando

con robots flexibles de alto rendimiento en configuraciones óptimas que están diseñadas para aprovechar pistolas por puntos servocontroladas, controles de soldadura y otros periféricos de alta capacidad. Dicho esto, ¿qué se está implementando específicamente para impulsar este cambio?

Robots de alto rendimiento

Las velocidades rápidas de los ejes del robot y las capacidades de aceleración son clave para reducir el tiempo de corte de aire y lograr tiempos de ciclo más rápidos. Los avances en el diseño de robots incluyen la construcción de brazos huecos y arneses de puntos integrados que reducen la interferencia de los cables para un mejor rango de movimiento y utilización del espacio en el piso. Además, las pistolas livianas permiten utilizar robots con carga útil más liviana (80 a 120 kg [176 a 265 libras]) con velocidades más rápidas y espacios más pequeños. Por lo general, los robots con carga útil más pesada (150–200+ kg [331–441+ libras]) tienen alcances más largos, y el servocontrol les permite acelerar más rápido con pistolas que pueden tener cargas útiles inferiores a las nominales. Ya sea que lleven una pistola por puntos a una pieza o muevan piezas a una máquina RSW estacionaria, los robots pueden sincronizar las pistolas por puntos servocontroladas con los procesos de soldadura. Asimismo, se pueden utilizar robots portadores de piezas para combinar procesos como la soldadura por arco o por proyección.

Pistolas de soldadura por puntos

Para lograr mayores fuerzas para la RSW, se ha vuelto popular el uso de actuadores que combinan los elementos del motor y del tornillo de bolas en una sola unidad. Los fabricantes de armas pueden incluir un actuador o un servomotor acoplado a una caja de engranajes junto con otros elementos de diseño de pistolas para satisfacer la aplicación del cliente. Los brazos de aluminio y otros avances están ayudando al diseño de pistolas más ligeras con perfiles más pequeños y mayores fuerzas de sujeción.

Funciones de la servo pistola

Al permitir un control de movimiento preciso a través de codificadores que monitorean la posición del eje, los servomotores se pueden controlar para aplicar un par específico de manera constante, lo que los convierte en una opción ideal para pistolas de soldadura por puntos y permite el control del robot. Las funciones clave controladas desde el control remoto del robot incluyen las siguientes:

Funciones relacionadas con la posición

- **Ecuilibración de la pistola:** esta función utiliza el control de posición para mover el brazo del robot mientras se aplica presión en la pistola y puede compensar la flexión del brazo de la pistola y las fuerzas inducidas, lo que reduce la posibilidad de dañar las piezas.

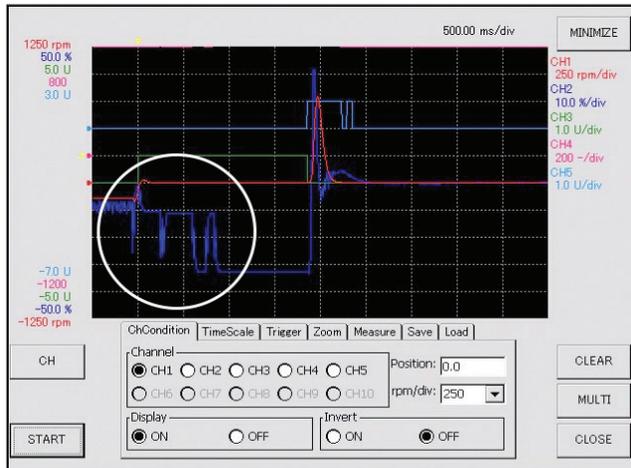


Las interfaces digitales para temporizadores puntuales, como las que ofrece Medar®, permiten la programación directamente desde el control remoto del robot.

- **Compensación del desgaste de la punta:** Al utilizar un codificador para medir el desgaste de la punta cuando la pistola está cerrada, esta función compensa automáticamente la posición de las puntas de la pistola para una mayor consistencia de la soldadura, ya que incluso un cambio marginal en la distancia de recorrido puede afectar la calidad de la soldadura. Las puntas desgastadas se renuevan o se retocan para eliminar la formación de hongos en la punta y garantizar la consistencia de la soldadura, o se pueden reemplazar según la información existente sobre el desgaste de la punta.
- **Detección del espesor de la pieza de trabajo:** esta característica es ideal para evitar errores debido a piezas faltantes y permite medir la apertura de la pistola durante la sujeción para confirmar que la acumulación de material está dentro de la tolerancia.

Funciones relacionadas con el par de torsión

- **Presión de sujeción controlada:** la calibración de la fuerza de sujeción del electrodo frente al par del servomotor permite a los usuarios especificar la fuerza de sujeción deseada y el robot funcionará hasta el par requerido. Los controles del robot permiten diferentes perfiles de sujeción con variaciones de presión y tiempo.
- **Secuenciación de soldadura con presión:** el robot iniciará el control de soldadura para iniciar el proceso cuando los electrodos estén bajo presión de sujeción. Esto puede eliminar el tiempo de compresión asociado con las pistolas neumáticas.



El control remoto del robot muestra el valor cambiante del par de la pistola (azul), que responde a una señal de presión remota variable durante una prueba. (El ciclo puntual dura aproximadamente 2 segundos y cada división equivale a 0.5 segundos).

- **Función de compensación de presión:** esta función permite que un valor externo cambie la presión de la pistola de soldadura por puntos, donde un control con provisiones para generar la fuerza del electrodo puede establecer o cambiar la fuerza durante el ciclo de soldadura. Este proceso, cada vez más utilizado para la soldadura por puntos de aluminio se conoce como forjado forzado y ayuda a prevenir grietas en la pepita de soldadura.
- **Función de búsqueda de pieza de trabajo:** esta función simplifica la programación, especialmente cuando la pieza o la herramienta pueden obstruir la línea de visión, y permite que la pistola se acerque a las piezas de trabajo hasta que detecta el contacto según la retroalimentación del par de torsión. También se puede activar durante la operación automática para buscar ubicaciones de soldadura que pueden variar debido a la fluctuación en los lotes de piezas.

Otras funciones útiles

Se pueden proporcionar funciones útiles adicionales con el robot controlando el servomotor en el eje de la pistola:

- **Gráficos de parámetros:** con la ayuda de una función de osciloscopio en el robot, esta función permite monitorear la velocidad y el par del motor de la pistola, así como la secuenciación del temporizador puntual, para controlar el proceso y solucionar problemas.
- **Rectificador de puntas accionados por servo:** Los rectificadores de puntas son un periférico que ayuda a recuperar las puntas desgastadas. Recortan una pequeña capa de la tapa de cobre utilizando un motor neumático o eléctrico para accionar el cortador. Un servomotor

proporciona un nivel adicional de control de torsión y velocidad que se puede utilizar para realizar cortes más pesados, programar límites para evitar dañar los electrodos y cambiar la presión y la velocidad para generar un pulido que alise la superficie.

Controles de soldadura de interfaz digital

Al ofrecer una funcionalidad rica en funciones para una programación optimizada, los controles de soldadura con interfaces digitales ayudan a los fabricantes a simplificar las conexiones a través de cables Ethernet de un solo cable. Los controles pueden programar y monitorear información con más de 255 programas de soldadura compatibles para cada control. De manera similar, se pueden conectar en red múltiples controles de soldadura con múltiples controladores de robot o múltiples pistolas que funcionan desde un único controlador de robot. Algunas de las funciones más avanzadas de los controles de soldadura incluyen las siguientes:

- **Retroalimentación adaptativa:** el control de soldadura genera una forma de onda de alto voltaje en el lado primario del transformador para obtener la corriente deseada en el lado secundario de la pistola. Un temporizador con esta característica utiliza cables sensores en los electrodos para monitorear la salida y realizar ajustes para garantizar la salida de corriente adecuada del transformador.
- **Software de programación:** El temporizador puntual tendrá algún tipo de interfaz de software para permitir programar los horarios con comandos de soldadura. Algunos pueden tener un protocolo abierto que permite realizar la programación desde el control remoto del robot, eliminando la necesidad de conectar una PC.
- **Monitoreo de datos:** El control de soldadura supervisa el proceso de soldadura y puede registrar los resultados de cada soldadura para resolución de problemas o con fines de calidad. Esto puede incluir la fuerza del electrodo con la adición de un transductor en la pistola.

Lograr operaciones ricas en funciones

Ya sea que la industria sea agrícola, automotriz, de construcción o cualquier otra, estos métodos y tecnologías pueden trabajar juntos para mejorar las capacidades de las tareas para el cambio operativo. Las personas encargadas de tomar decisiones que buscan mayor confiabilidad y precisión para la eficiencia operativa y la calidad de la soldadura deben comunicarse con un proveedor o integrador de robots experimentado para obtener más información. [WJ](#)

CHRIS ANDERSON (chris.anderson@motoman.com) es ingeniero jefe asociado en Yaskawa America Inc., División de Robótica Motoman, Miamisburg, Ohio.



American Welding Society®

Agentes de la AWS en México para Seminarios y Exámenes



Para más información



Capacitación y Pruebas

No Destructivas de México, CDMX

Teléfono: (55)5537-3306

claudia.alanis@capacitacionypnd.com

www.capacitacionypnd.com

Corporación Mexicana de Investigación

Saltillo, Coahuila

Teléfono: 844-4113200 EXT. 1212

Email: gibarra@comimsa.com

www.comimsa.com.mx

DALUS

Monterrey/Apodaca, NL

Teléfono: 81-8386-1717

Email: info@dalus.com

www.dalus.com

Instituto de Soldadura y Tecnologías de Unión (ISTUC)

El Marqués, Querétaro

Teléfono: 442-2201486

Email: daniel.rojas@istuc.com

www.istuc.com

Twilight S.A. de C.V.

Monterrey, NL

Teléfono: 81 81 15 1400

Email: cursos@twilight.mx

www.twilight.mx

aws.org/certification



Cómo los robots autónomos están revolucionando la INDUSTRIA DE LA SOLDADURA

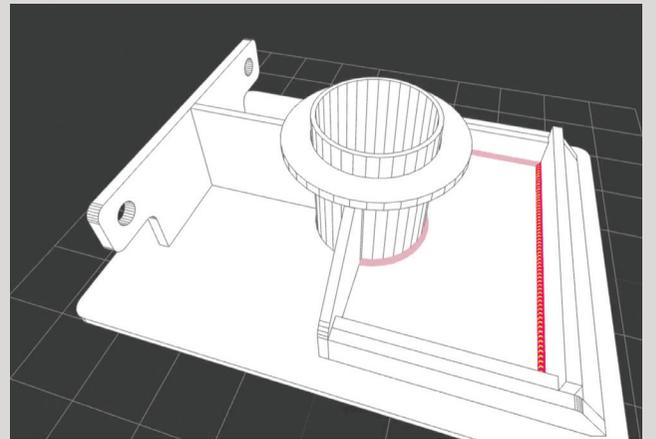
He aquí algunas estadísticas sorprendentes: según la Federación Internacional de Robótica, el promedio de la densidad mundial de robots en las industrias manufactureras es de 141 robots por cada 10,000 empleados. Y en Estados Unidos, la densidad de robots es ligeramente superior al promedio mundial: 274 unidades por cada 10,000 empleados (Ref. 1). Sin embargo, es importante tener en cuenta que la soldadura es un proceso de producción complejo, que involucra varios materiales y tipos de juntas, cada uno de los cuales requiere la definición de numerosos parámetros de soldadura. Como resultado, la robotización de la soldadura es más desafiante en comparación con el empleo de robots para tareas como paletizado u operaciones de recogida y colocación. No obstante, estamos siendo testigos de un cambio dramático.

Antiguas limitaciones de la aplicación de robots en la producción de alta mezcla

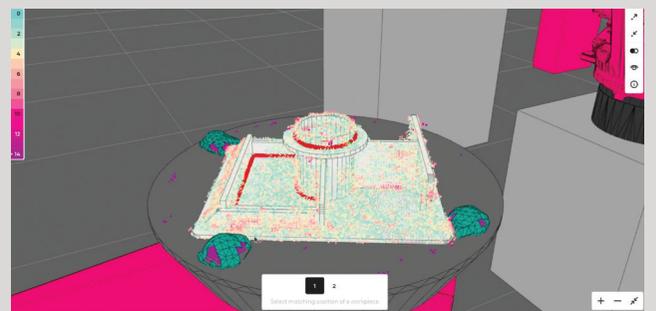
Históricamente, los robots se utilizaron principalmente en industrias de producción en masa, como la fabricación de automóviles. La programación de un robot se creaba una sola vez que, a pesar de ser difícil, lenta y costosa, luego sería utilizada miles de veces.

La producción de alta mezcla encontró obstáculos importantes al intentar integrar robots. Consideremos una situación en la que hay docenas de productos diferentes, todos producidos en pequeños lotes. El uso de métodos de programación tradicionales con un control remoto para robots resulta económicamente poco práctico porque se dedica más tiempo a programar que a soldar.

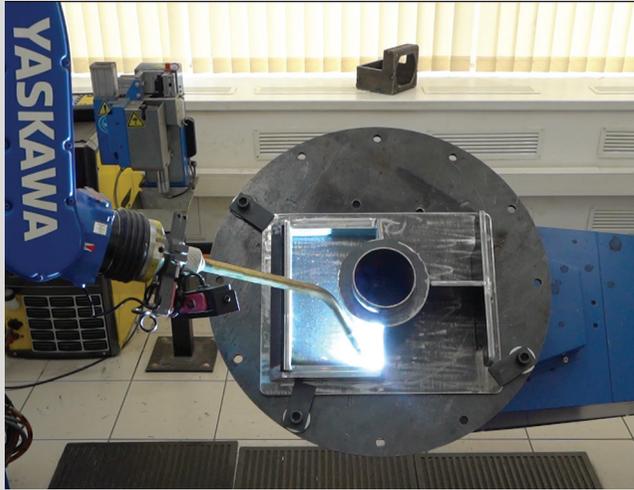
Paso 1: carga un modelo de producto 3D



Paso 2: el robot puede “ver” gracias a la visión artificial



Paso 3: soldaduras robotizadas



Los robots autónomos abordan este problema generando automáticamente la trayectoria del robot. Además, mediante el uso de visión artificial, el robot se adapta en tiempo real a cualquier desviación, incluso en el pre-ensamble y la deformación de la pieza. Los tres pasos siguientes lo demuestran.

La situación está cambiando, como lo demuestran los pedidos de robots no automotrices que representan casi la mitad de las ventas totales de robots en América del Norte en 2022 (Ref. 2). Este cambio significa una transformación más amplia en la aplicación de la robótica en diversas industrias.

Factores que impulsan la adopción de robots en soldadura

Dos factores principales están convergiendo, lo que lleva a la adopción acelerada de robots en la industria de la soldadura.

- En primer lugar, existe una demanda de profesionales de la soldadura en América del Norte. Las personas entre 45 y 54 años representan el 21.8% de la fuerza laboral de soldadura, y se proyecta que para 2027 se necesitarán 360,000 nuevos profesionales de soldadura (Ref. 3).
- En segundo lugar, se está produciendo un auge tecnológico. Los avances en los algoritmos de visión por computadora, los dispositivos de visión técnica y la potencia computacional general brindan la oportunidad de desarrollar robots industriales autónomos, aumentando así significativamente su eficiencia para operaciones no repetibles.

La inteligencia artificial (IA) es el próximo gran avance, y ChatGPT está en los titulares y también puede estar dando forma al futuro de la robótica. En un experimento, el desarrollador de software ABAGY pidió al modelo de lenguaje impulsado por IA que escribiera algunos programas para un robot Yaskawa y luego los probó en el robot. Estos programas eran muy simples; en un caso, la empresa le pidió al robot que cortara un cable y, en el segundo, que dibujara un cuadrado. ChatGPT tuvo éxito en una de las tareas, pero no en la otra. Sin embargo, incluso si el uso de ChatGPT se limita a tareas

simples, aún puede resultar beneficioso para la transformación de la robotización. Para obtener más información, vea el vídeo de ABAGY “Cómo ChatGPT programó un robot industrial” en youtu.be/uzxsBMXANKs.

El camino a seguir: robots autónomos

Los robots autónomos están revolucionando la industria de la soldadura al ofrecer más flexibilidad y facilidad de uso que nunca. Al generar rutas de robot automáticamente e incorporar tecnología de visión artificial, estos robots pueden adaptarse a la pieza de trabajo y al entorno reales, lo que reduce significativamente la necesidad de programación compleja.

Industrias que anteriormente tenían un uso limitado o nulo de robots ahora están adoptando tecnología de robots autónomos en diversas aplicaciones, como estructuras de puentes, fabricación de chasis y remolques de camiones, construcción naval, construcción comercial, equipos de construcción pesados, estructuras de servicios públicos, estructuras costa afuera y transportadores industriales.

Aquí hay tres ejemplos del canal de YouTube de ABAGY que destacan los robots de soldadura para la fabricación de alta mezcla con este nuevo método de programación:

- Cómo soldar un cubo de excavadora con robots está en youtu.be/7MaotKSuPOg. Anteriormente, programar un robot de soldadura para un cubo llevaba días o semanas. Ahora son necesarios diez minutos.
- Además, hay un vídeo sobre el barrenado en youtu.be/OtH3tal2csU. Fig. 1. Muestra un sistema inteligente que coordina automáticamente los movimientos simultáneos de un sinfín y una antorcha para crear una soldadura uniforme y continua sin programación. No es necesario voltear ni reposicionar las piezas.



Fig. 1 — es posible coordinar el movimiento simultáneo de un barreno y una antorcha para crear un cordón uniforme y continuo. (Captura de pantalla del canal de YouTube de ABAGY, vídeo de barrenado).

- Las estructuras de puentes se presentan en youtu.be/wlD-AxnjuFM — Fig. 2. Este estudio de caso detalla un fabricante de puentes de acero que suelda más de 50 tipos diferentes de piezas por mes en una sola celda robótica.

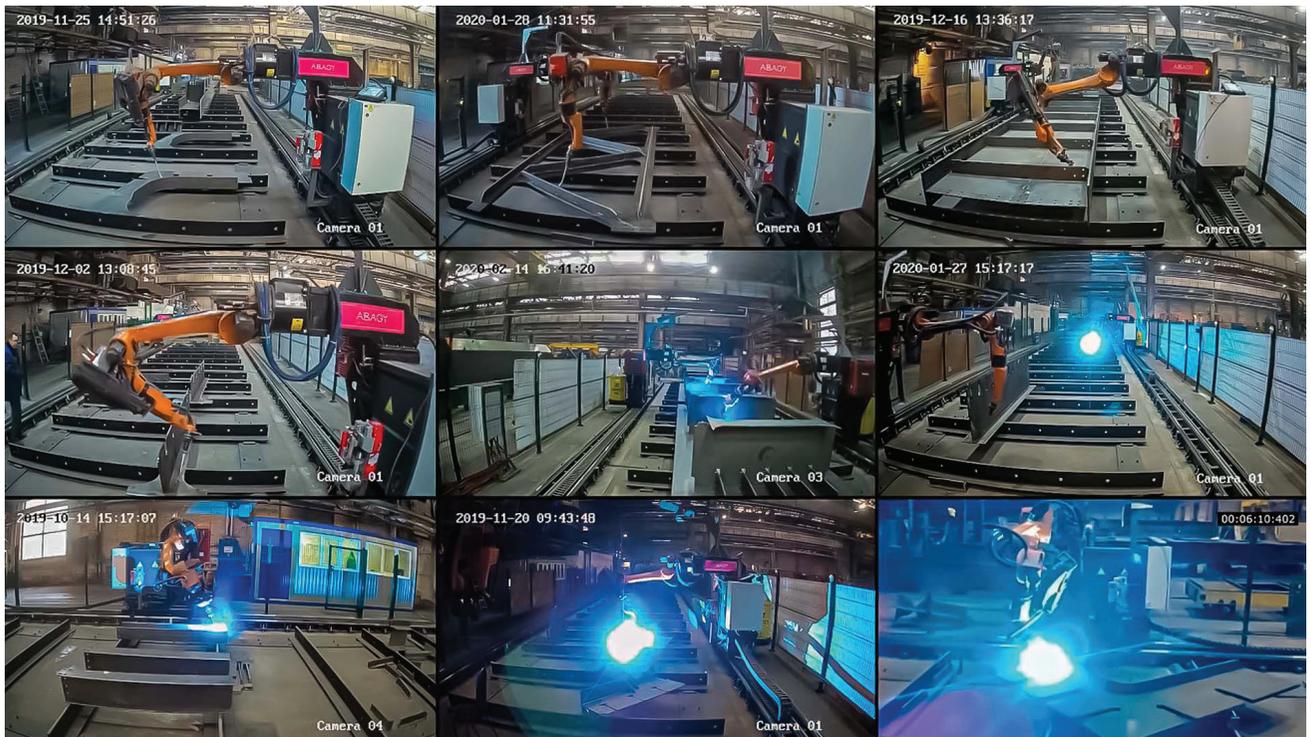


Fig. 2 – Vea cómo un fabricante de puentes de acero suelda más de 50 tipos de piezas diferentes por mes en una sola celda robótica. (Captura de pantalla del canal de YouTube de ABAGY, vídeo de estructuras de puentes).

Empoderando a los soldadores a través de la robótica

El uso de robots autónomos no requiere habilidades de programación especializadas, lo que los hace accesibles a varios especialistas de producción. Con la ruta del robot generada automáticamente, los soldadores pueden centrarse en su experiencia y ampliar sus habilidades controlando robots además de utilizar técnicas de soldadura tradicionales.

Austin Hargett, conocido como Dr. Weldz en las redes sociales, es soldador con 14 años de experiencia. Sin ningún conocimiento especial de robótica, Hargett probó el sistema de control del robot de ABAGY y no sólo definió los parámetros de soldadura sino que también puso un robot a trabajar.

“Las máquinas de soldar están cambiando”, afirmó. “La tecnología está cambiando. Mi trabajo es una evolución constante. Como soldador, creo que necesito aprender algo nuevo cada día. Y estoy de acuerdo con ABAGY en que los robots pueden ser una herramienta nueva y eficaz para los soldadores. Estoy realmente impresionado con lo simple y fácil que fue poner el robot en funcionamiento”.

Adoptando la revolución robótica en la soldadura

La industria de la soldadura vive un momento transformador gracias a los robots autónomos. Este cambio está impulsado por una combinación de factores, incluida la

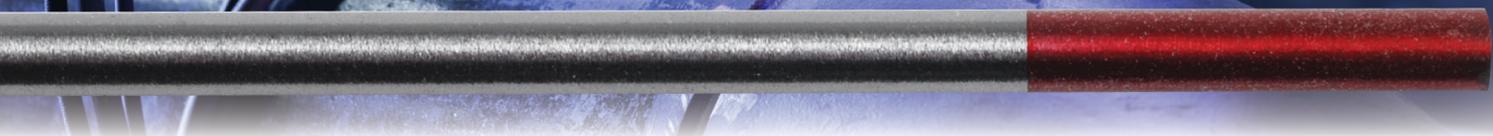
demanda de profesionales de la soldadura y los avances en la tecnología, particularmente en la inteligencia artificial y la visión artificial. A medida que los robots autónomos continúan ganando terreno en diversas industrias y aplicaciones, los profesionales de la soldadura pueden mirar hacia un futuro que será más eficiente y accesible con mayores oportunidades de crecimiento y desarrollo. [WJ](#)

Referencias

1. Federación Internacional de Robótica. China supera a Estados Unidos en densidad de robots. Obtenido el 19 de septiembre de 2023 de ifr.org/ifr-press-releases/news/china-overtakes-usa-in-robot-density.
2. Asociación para el avance de la automatización. América del Norte registra ventas récord de robots en 2022. Consultado el 19 de septiembre de 2023 en automate.org/news/north-america-sees-record-robot-sales-in-2022.
3. Sociedad Estadounidense de Soldadura. Datos de la fuerza laboral de soldadura de AWS. Obtenido el 18 de septiembre de 2023 de [Weldingworkforcedata.com](https://weldingworkforcedata.com).

KATE DEGAI (edegai@abagy.com) es directora de marketing de ABAGY, Buffalo Grove, Ill.

¿Buscando Tungsteno Toriado del 2%?



El tungsteno toriado del 2% ha sido el estándar de la industria de la soldadura por décadas. Ahora algunos distribuidores le harán creer que la disponibilidad del tungsteno toriado llegó a su fin.

Los Tungsten Electrode Experts de Diamond Ground Products tienen tungsteno toriado del 2% en existencia y disponible por tiempo indefinido.

Llame a DGP para conseguir su tungsteno toriado al 2% o 4% o para obtener una muestra gratuita de nuestras otras variantes de tungsteno, como Tri-Mix™ o Cryo-T. Estas son mejores opciones y no como otras imitaciones baratas que dicen ser “tecnología nueva”.



“The Tungsten Electrode Experts”

2651 Lavery Court • Newbury Park, CA 91320
 Tel: 805.498.3837 • sales@diamondground.com
DIAMONDGROUND.COM



LAS PREFORMAS DE SOLDADURA ADITIVA LLEVAN LA REPARACIÓN DE TURBINAS A UNA NUEVA DIMENSIÓN

Cómo una nueva técnica está transformando componentes que antes no se podían reparar

Una representación 3D del interior de un motor de turbina de gas. (Fuente de la foto: Shutterstock.)

POR SCOTT NELSON Y JUSTIN BOREMAN

Desde el desarrollo de los motores de turbina de gas, la demanda de menores costos y mayor rendimiento ha requerido componentes que puedan soportar temperaturas más altas y vidas útiles más largas.

Los componentes de las turbinas modernas, como las paletas guía de las toberas (NGV), que son responsables de dirigir y aprovechar los gases que se expanden violentamente durante

la combustión del combustible, están hechos de superaleaciones avanzadas a base de níquel fundidas mediante técnicas de solidificación, como la cristalización simple, e incluyen complejas funciones de enfriamiento. Estos componentes son costosos de producir y se retiran o reparan cuando están dañados o después de exceder sus límites de servicio.

Soldadura fuerte con espacio amplio

Las grietas y superficies desgastadas en áreas de bajo esfuerzo se han reparado mediante soldadura fuerte con espacios amplios (WGB). Se trata de una tecnología derivada de la difusión del níquel y la unión transitoria de fases líquidas, pero las limitaciones de

Las tecnologías WGB han impedido que se reparen muchos componentes de las turbinas. Debido a los altos costos de los componentes, éstos a menudo se almacenan mientras se espera a que se desarrolle una reparación adecuada, lo que genera una gran cantidad de material existente y deja a los operadores y fabricantes de equipos originales con el costo de almacenarlo y reemplazarlo.

Una nueva técnica WGB desarrollada a través de una asociación entre Rolls-Royce, Indianápolis, Indiana, y AIM MRO, Miami, Ohio, ha dado nueva vida a componentes de turbinas que antes no se podían reparar, ahorrando costos y recursos.

La WGB se utiliza comúnmente para el mantenimiento, reparación y revisión de componentes de la sección caliente en motores de turbina de gas tanto aeroespaciales como terrestres. Los materiales de relleno WGB constan de dos componentes principales: un polvo de superaleación y un polvo de soldadura fuerte de bajo punto de fusión. Durante un ciclo de soldadura fuerte en horno de vacío, el componente del polvo de soldadura fuerte se fundirá y los supresores del punto de fusión, como el boro y el silicio, comenzarán a esparcirse tanto en el componente como en el polvo de superaleación, provocando una solidificación isotérmica, creando efectivamente una población de micro soldaduras entre las partículas de polvo de superaleación y el componente. A medida que continúa el ciclo de soldadura fuerte, el esparcimiento de los supresores del punto de fusión garantiza que se deje en su lugar una reparación fuerte y térmicamente resistente sin fases intermetálicas eutécticas quebradizas.

Los métodos de la WGB pueden reparar grietas con anchos de hasta 0.080 pulgadas (2 mm), un aumento significativo en comparación con las holguras tradicionales para juntas soldadas. Los métodos WGB también se pueden utilizar para restaurar áreas desgastadas

por fricción, erosión y fatiga mecánica térmica.

Los materiales y procesos de la WGB se coordinan para controlar el flujo de la aleación de relleno y garantizar la compatibilidad química. La WGB equilibra las mezclas de polvos constituyentes y el tiempo/temperatura del horno para lograr las propiedades requeridas del material y un flujo de relleno suficiente para lograr controles dimensionales. Esta composición de la mezcla de polvo se define por qué tanto necesita fluir la aleación para completar la reparación; una grieta necesitará más fluidez y un mayor porcentaje de soldadura fuerte, mientras que una reparación de restauración dimensional deberá permanecer en su lugar y tener un mayor porcentaje de polvo de superaleación. Los fabricantes de motores aeroespaciales y las instalaciones de reparación a nivel internacional utilizan materiales de relleno WGB con composiciones patentadas y disponibles comercialmente. Los materiales de relleno WGB vienen en numerosas formas, incluyendo lechadas, pastas, pinturas, polvos, láminas flexibles y láminas rígidas (sinterizadas), para facilitar la aplicación.

Las láminas sinterizadas rígidas se cortan en preformas conocidas como preformas sinterizadas con soldadura fuerte (BSP) o preformas presinterizadas (PSP). Hasta ahora, los límites de reparación han restringido este tipo de reparación a pequeñas grietas y daños menores por desgaste, dejando a gran parte de la población de álabes de turbina con daños irreparables.

Daños irreparables en el perfil aerodinámico

Para mejorar la eficiencia operativa, los operadores comerciales y militares continúan superando los límites y llevando las temperaturas de la cámara de combustión al extremo superior de sus límites especificados. Si bien esto puede optimizar el desempeño de la

Preforma 3D de última generación para reparar un vehículo a gas con modernas funciones de refrigeración.



Preformas 3D con funciones de refrigeración diseñadas y producidas para la reparación del VGN AE2100.



misión, también resulta en vidas operativas más cortas para las paletas de las turbinas. El daño puede comenzar como una pequeña grieta que rompe el lado de presión del perfil aerodinámico y permite que los productos calientes de la combustión ingresen al conducto de enfriamiento interno e interrumpen el aire de enfriamiento lo que resulta en oxidación, fusión y daño físico al perfil aerodinámico y a la estructura del enfriamiento interno. Este tipo de daño anteriormente no era reparable, pero los desarrollos de PSP realizados por AIM MRO y Rolls-Royce han presentado una nueva oportunidad.

La solución

La primera aplicación de esta novedosa reparación de PSP fue en una



Un AE2100 NGV con daños en el perfil aerodinámico, después de soldar y después de mezclar y recubrir.

turbina monocristalina de NGV del motor Rolls-Royce AE3007™ que impulsa muchas pequeñas estructuras de aviones regionales y corporativos. Este daño se presentó como un pequeño agujero que medía de 0.4 a 1.2 pulgadas (10 a 30 mm) de diámetro con grietas que irradiaban hacia los bordes y plataformas de la paleta; los conductos de refrigeración internos carecían de rasgos distintivos. Para reparar este daño, se utilizó una herramienta de fresado para eliminar una cantidad específica de material correspondiente a una preforma de parche preestablecida. Estos parches, que comprenden una composición específica de monocristal, se fabricaron utilizando una proporción significativamente mayor de superaleación para evitar que se hundieran en las estructuras internas durante la soldadura fuerte. También se usó pasta WGB adyacente al parche y en las grietas radiales antes de agregar una preforma de cobertura. Después de la soldadura fuerte y el tratamiento tér-

mico, el perfil aerodinámico se mezcló para que coincidiera con la geometría requerida. El componente final reparado se volvió a poner en servicio, lo que extendió la vida útil de la mayoría de las piezas que antes no eran reparables.

Otras partes presentaban diferentes desafíos que requerían una solución aún más novedosa. La cavidad interna del componente de turbina NGV AE2100™ que impulsa el USAF C130J es un componente de superaleación de níquel equiaxial y presenta conjuntos de pasadores y rieles submilimétricos para promover un mayor intercambio de calor y turbulencia en el aire de enfriamiento. Los daños en el perfil aerodinámico provocaron un impacto significativo en la geometría de enfriamiento interna, lo que provocó una pérdida de eficiencia de enfriamiento y la posibilidad de que los desechos dañen los componentes posteriores. Para reparar este daño, AIM MRO utilizó un proceso aditivo que produce preformas 3D de alta resolución. Esto implicó agregar capas de polvo metálico y aglutinante una encima de otra para crear la forma deseada. Con esta capacidad, fue posible diseñar parches WGB que incluyeran funciones de refrigeración complejas integradas en un parche para restaurar funciones tanto internas como externas. El parche de preforma 3D se soldó de manera muy similar al método de reparación AE3007 y luego se mezcló según los requisitos de configuración finales. Este método dio como resultado una reparación que cumplió con éxito todas las métricas establecidas por el programa, incluida la geometría interna y externa, la integridad de las juntas y el flujo de aire de refrigeración. La evaluación del componente reparado mostró que un proceso de flujo de soldadura controlado, que da como resultado un paso de aire interno con geometrías complejas, podría repararse utilizando parches sintetizados 3D.

Pensando en el futuro

Aún se está trabajando en el desarrollo de una nueva reparación centrada en la sustitución del borde frontal de un perfil aerodinámico de álabes de turbina dañado. Esta reparación requiere una geometría 3D compleja y orificios de refrigeración integrados con funciones de refrigeración interna. También se continúa trabajando en la cualificación de procesos y lotes en 3D.

Los éxitos de las complejas preformas 3D de WGB brindan oportunidades para el futuro de WGB más allá de las reparaciones actuales. Las posibilidades incluyen el uso de parches para alterar las propiedades de los materiales, reparar o cambiar circuitos de refrigeración y fabricar o restaurar perfiles aerodinámicos complejos. A medida que los motores se calientan y los diseños de patrones de enfriamiento críticos requieren procesos costosos para producir los componentes, las tecnologías de reparación y fabricación deben mantenerse al día. La cooperación entre AIM MRO y Rolls-Royce ha demostrado que el procesamiento 3D proporcionará las soluciones necesarias mediante la utilización de un equilibrio de materiales, procesos y tecnología 3D tanto para la reparación de componentes de turbinas a alta temperatura como para las innovaciones en la fabricación de nuevos componentes. [WJ](#)

Agradecimientos

Los autores contaron con la ayuda de Aaron Jones y del Dr. Ray Xu, propietario del proceso global de soldadura fuerte en Rolls-Royce y miembro de AWS, quien contribuyó en gran medida a este trabajo.

SCOTT NELSON (scott.nelson@rolls-royce.com) es especialista técnico en materiales en Rolls-Royce, Indianápolis, Indiana, y miembro del Comité de soldadura fuerte AWS C3. **JUSTIN BOREMAN** (justin.boreman@aimmro.com) es ingeniero de desarrollo en AIM MRO, Miamiville, Ohio.

***VEA LA TECNOLOGÍA QUE
REVOLUCIONÓ EL PLASMA.***



La tecnología de plasma X-Definition® de Hypertherm representa el avance más significativo en la tecnología de corte mecanizado que haya habido jamás. Con sus capacidades ampliadas y calidad de corte mejorada, XPR® le mostrará el plasma como jamás lo ha visto antes. **Más información en Hypertherm.com/X-Definition.**

 **HYPER THERM®**
A Hypertherm Associates Brand



UNA COMPARACIÓN DE ANTORCHAS DE OXÍGENO Y DE AIRE / ACETILENO

DESCUBRA LA DIFERENCIA ENTRE LAS DOS CONFIGURACIONES

Hay dos opciones principales de equipo a considerar cuando se trata de soldadura fuerte: oxígeno/acetileno o aire/antorchas de acetileno — Figs. 1, 2.

Tradicionalmente, las configuraciones de oxígeno/acetileno han sido dominantes en muchas aplicaciones de soldadura fuerte de aire acondicionado en los Estados Unidos. Sin embargo, las antorchas de aire/acetileno presentan una alternativa viable. Los contratistas que han experimentado con antorchas

de aire/acetileno a menudo aprecian su portabilidad y sus menores costos operativos, que pueden compensar la ligera compensación de tiempos de calentamiento más prolongados.

Capacidades de operación

La principal diferencia entre las dos configuraciones radica en cómo se quema el acetileno.

Sistemas de oxígeno/acetileno y aire/acetileno

Un sistema de oxígeno/acetileno requiere tanto un cilindro de gas acetileno comprimido como un cilindro de gas comprimido de alta presión. Estos gases se mezclan para producir una temperatura de llama intensa.

Por otro lado, un sistema de aire/acetileno utiliza sólo un tanque de acetileno y extrae oxígeno de la atmósfera circundante. Esta dependencia del aire

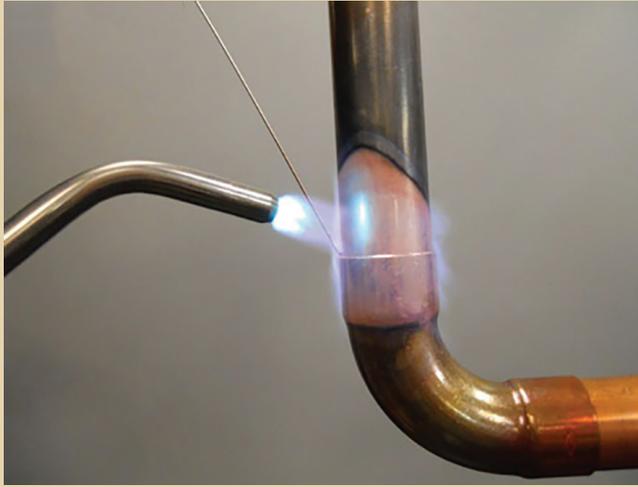


Fig. 1 – Una antorcha de aire/acetileno que funde una aleación de soldadura fuerte en una articulación de codo.

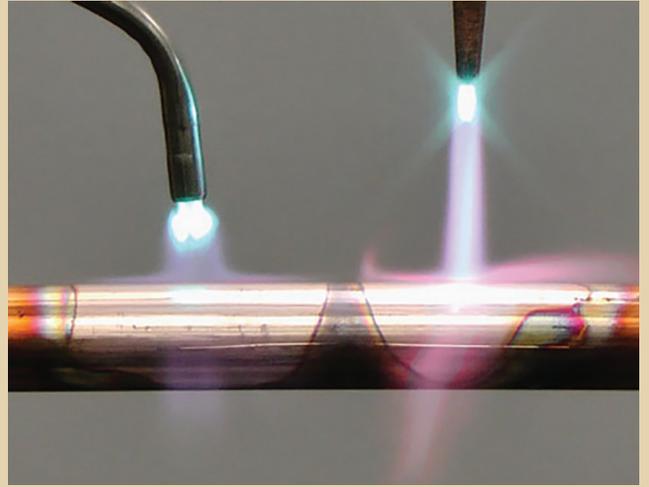


Fig. 2 – Patrones de dispersión de calor para configuraciones de aire/acetileno (izquierda) y oxígeno/acetileno (derecha).

presenta un desafío porque el aire contiene solo aproximadamente un 21% de oxígeno, lo que dificulta que los sopletes de aire/acetileno más antiguos alcancen las temperaturas de llama más altas requeridas para la soldadura fuerte. Como resultado, estos sopletes han sido más adecuados para aplicaciones de soldadura a baja temperatura.

Mejoras modernas

Los avances modernos en el diseño de antorchas, como la tecnología de combustión por remolino, han hecho que los sistemas de aire/acetileno sean viables para la soldadura fuerte a alta temperatura. En estas antorchas, el gas acetileno que pasa a través de la cámara de expansión de la punta crea un efecto Venturi que aspira más aire. El mayor volumen de aire se mezcla con acetileno a mayor velocidad y un rotor o paleta homogeneiza los gases, lo que da como resultado una mezcla más rica que se quema de manera más eficiente. Este diseño único de la punta le da a la llama su característico patrón de remolino.

Consideraciones de seguridad

Debido a que un sistema de oxígeno/acetileno implica mezclar dos gases, existe un riesgo potencial de retroceso, que es la ignición de los gases mezcla-

Un sistema de oxígeno/acetileno requiere tanto un cilindro de gas acetileno comprimido como un cilindro de oxígeno comprimido de alta pureza.

dos. Este problema de seguridad se reduce con una antorcha de aire/acetileno porque solo se utiliza un gas. Para ver las hojas informativas sobre seguridad y salud de la AWS, incluidas las de humos y gases, fundentes para soldadura por arco y soldadura fuerte, y muchos más, visite aws.org/standards/page/safety-health-fact-sheets.

Comparación de configuraciones

En las configuraciones de oxígeno/acetileno comúnmente utilizadas en la industria de calefacción, ventilación, aire acondicionado y refrigeración, los cilindros de gas suelen ser del tamaño MC estándar de la industria para acetileno (10 pies cúbicos) y de tamaño R para oxígeno (20 pies cúbicos). Estos tamaños de cilindros son compactos y portátiles, pero dan lugar a una extracción desigual de gases debido a sus diferentes volúmenes. Como resul-

tado, los contratistas pueden verse obligados a realizar viajes adicionales al distribuidor de gas o llevar cilindros de respaldo para garantizar un flujo de trabajo ininterrumpido.

Para lograr las características de llama deseadas en la soldadura fuerte con oxígeno/acetileno, una llama neutra generalmente requiere una proporción cercana a 1.1:1 de oxígeno a acetileno. Lograr el equilibrio adecuado en la mezcla de gases es crucial para obtener la temperatura ideal y la eficiencia de combustión durante la soldadura fuerte. Sin embargo, esto significa que es necesario controlar cuidadosamente el consumo de gas, ya que ajustes imprecisos pueden provocar una llama ineficiente y un desperdicio de gas.

Por otro lado, las configuraciones de aire/acetileno simplifican el aspecto de la gestión del gas. Con un solo cilindro de acetileno de tamaño MC o B, no hay necesidad de hacer malabarismos con varios cilindros lo que reduce la complejidad y los posibles desafíos logísticos. Además, las antorchas de aire/acetileno proporcionan una mayor flexibilidad en las proporciones de gas porque el oxígeno se extrae de la atmósfera circundante. El operador puede ajustar la proporción de aire a acetileno más fácilmente para ajustar la llama de acuerdo con los requisitos de soldadura específicos.

Características de la llama y soldadura fuerte

Las llamas de oxígeno/acetileno normalmente miden alrededor de 5400°F en el extremo del cono interior, mientras que las llamas de aire/acetileno alcanzan aproximadamente 3000 °F en un lugar similar, aunque las temperaturas pueden variar.

Al soldar o cortar, es necesario el calor concentrado de la llama de oxígeno/acetileno. Sin embargo, la soldadura fuerte requiere un mecanismo diferente, conocido como acción capilar para tirar de la aleación de soldadura fundida entre las piezas que se unen. Para lograr una acción capilar uniforme, ambas partes deben calentarse uniformemente antes de agregar la varilla de

soldar. Este amplio precalentamiento promueve la conducción del calor a través de la unión y lleva ambas piezas a la temperatura de soldadura correcta.

El uso de oxígeno/acetileno para soldar requiere que la antorcha se mantenga en movimiento para distribuir uniformemente el calor porque la temperatura más alta se concentra en el extremo del cono interior. También es necesario ubicarlo más lejos de la pieza para evitar el sobrecalentamiento, especialmente con latón o aluminio. Por el contrario, la llama de aire/acetileno es más indulgente. El cono interior se puede colocar más cerca de la pieza durante más tiempo sin riesgo de quemar el metal base. La llama más amplia envuelve el tubo o accesorio, proporcionando una distribución más amplia del calor, lo que facilita la soldadura especialmente para

los nuevos técnicos, según muchos expertos de la industria.

Al final

Si bien los sistemas de oxígeno/acetileno son populares debido a su versatilidad en el manejo de diversas aplicaciones, los sistemas de aire/acetileno se prefieren para tareas de soldadura y ofrecen ciertas ventajas, incluida la facilidad de uso y la rentabilidad para aplicaciones de soldadura fuerte específicas. **WJ**

NANCY JO LOEBKER es gerente nacional de cuentas mayoristas en Harris Products Group, Mason, Ohio.



¡AYUDÁNDOLE A MEJORAR SU PRODUCTIVIDAD EN SOLDADURA!
NUEVAMENTE AMERICAN WELDQUIP LIDERA LA INDUSTRIA

- Antorchas Semiautomáticas
- Antorchas con Extracción de Humos
- Antorchas Automáticas
- Soluciones ArcSafe para Robots de Brazo Hueco y Solido
- Periféricos Robóticos
- Estación de Limpieza de Toberas ROBO-QUIP
- Anti-Salpicaduras Quip-Mist
- Conductos, Conectores y Conos para Tambores de Alambres
- Afiladores de Tungstenos de Precisión
- Puntas de Contacto HRT de Extra Larga Vida
- Productos Especiales
- La Entrega Mas Rapida de la Industria

Brindando a Soldadores Profesionales
SERVICIO · CALIDAD · SOLUCIONES desde 1987

Fabricado con Orgullo en los EE.UU. - Desarrollados y Manufacturados en Sharon Center, Ohio

Para más información - visítenos en www.weldquip.com o contacte a su distribuidor local de American Weldquip

AMERICAN WELDQUIP
P. O. Box 397 • 1375 Wolf Creek Trail • Sharon Center, OH 44274-0397
Phone (330) 239-0317 • Fax (800) 949-9353

FRIFAX
A MEMBER OF THE PROFPAK FAMILY OF COMPANIES

Combinando PRUEBAS ULTRASÓNICAS PHASED ARRAY Y DIFRACCIÓN DE TIEMPO DE VUELO para aumentar la productividad

Se examinan los desafíos y beneficios de integrar estas tecnologías en un flujo de trabajo de producción

En el panorama contemporáneo de los modelos económicos, la prevalencia del enfoque de fabricación justo a tiempo ha inducido una profunda transformación. Este cambio ejerce una inmensa presión sobre la cadena de suministro para lograr eficiencia. Las tareas que no contribuyen directamente a un aumento inmediato en el rendimiento de la producción a menudo provocan el desdén de la alta dirección. En este contexto, la soldadura de materiales introduce un enigma en el que el examen no destructivo (NDE) se reconoce a regañadientes, en el mejor de los casos como un inconveniente necesario y, en el peor, como un adversario de la productividad. Este artículo explora tecnologías que provocan muchas menos interrupciones en la producción de soldadura.

Situación actual

Uno de los métodos de inspección predominantes empleados en aplicaciones de soldadura son las pruebas radiográficas (RT), que se han mantenido firmes durante décadas en la verificación de la integridad de la soldadura de equipos y estructuras fabricados. Como enfoque de inspección volumétrica no destructiva bien establecido, RT goza de un amplio respaldo de los principales códigos de inspección y organismos de certificación de todo el mundo, y cuenta con un historial documentado de detección eficaz de defectos volumétricos como las porosidades. Si bien sus ventajas son ampliamente reconocidas, también lo son sus desventajas. Un desafío notable radica en el uso de fuentes radiactivas, lo que requiere la limpieza de la zona de soldadura para mitigar

los problemas de seguridad radiológica. Esta exigencia de autorización, sin duda perjudicial para la producción, lleva a menudo a que las inspecciones se releguen al turno de noche cuando las instalaciones están desocupadas. Además, la prueba radiográfica (RT) tradicional basada en una película requiere procesamiento de la película, lo que genera un intervalo de tiempo considerable entre el procedimiento de inspección y la determinación final de la aceptación o rechazo de la soldadura.

Opción de reemplazo

Con la continua evolución de códigos y estándares, el cambio de la radiografía de película convencional a las pruebas ultrasónicas avanzadas ha atraído una atención significativa tanto para la fabricación como para la inspección en servicio de soldaduras (Ref. 1). Más allá de las evidentes ventajas de seguridad sobre la RT, esta transición también genera una mayor productividad y menores costos de implementación, lo que impulsa la rápida adopción de técnicas ultrasónicas alternativas (Ref. 2).

El pináculo actual de esta progresión implica las pruebas ultrasónicas de matriz en fase (PAUT) y la difracción de tiempo de vuelo (TOFD) (Ref. 3). La sinergia entre estos métodos presenta un enfoque sólido y confiable para la inspección de soldaduras. La combinación de estas técnicas garantiza una alta probabilidad de detección de defectos y un dimensionamiento preciso. Mantiene flexibilidad para abordar los desafíos prácticos que se encuentran con frecuencia en el

campo, como geometrías de juntas no convencionales o desviaciones menores de las especificaciones nominales (Ref. 4).

Esta técnica de inspección volumétrica ofrece dos ventajas principales en comparación con el método convencional de RT de película establecido. En primer lugar, elimina los riesgos de radiación. En segundo lugar, se puede acceder rápidamente a los resultados del análisis, lo que permite a los equipos de NDE colaborar sin problemas con los equipos de soldadura. Este mecanismo de retroalimentación en tiempo real ayuda a la productividad al minimizar la aparición de soldaduras deficientes.

Durante la última década, PAUT y TOFD han demostrado de manera concluyente su valor como alternativas a la RT en diversas aplicaciones de inspección de soldaduras y mercados globales, y han recibido el reconocimiento de múltiples organismos certificadores. En particular, cada técnica tiene distintos puntos fuertes con respecto a los tipos de defectos con los que está más en sintonía. La RT destaca en la detección de defectos volumétricos como porosidades o escorias, mientras que la PAUT la supera en la identificación de defectos planos, como grietas. En consecuencia, lo ideal sería realizar una evaluación meticulosa de la técnica de inspección caso por caso.

Si bien es posible realizar inspecciones PAUT y TOFD de forma secuencial, el uso simultáneo de estos métodos ofrece muchas ventajas que hacen que cualquier otro enfoque sea contraproducente. Este enfoque no solo mejora la eficiencia de los equipos de inspección al minimizar la cantidad de escaneos y manipulaciones necesarios, sino que también afecta significativamente la calidad de los datos. La aplicación secuencial a menudo presenta desafíos para mantener referencias mecánicas idénticas, como las posiciones iniciales del escaneo y los desplazamientos desde la línea central de la soldadura. Esta variación puede provocar un posicionamiento de indicación impreciso. Además, el uso de diferentes escáneres para PAUT y TOFD, cada uno con distintas calibraciones de codificador, puede generar imprecisiones en el tamaño de la longitud de las indicaciones.

Sin embargo, implementar en la práctica PAUT y TOFD simultáneos es una tarea más compleja de lo que parece. Analicemos los numerosos desafíos inherentes a la ejecución efectiva de una inspección de este tipo mientras examinamos un sistema desarrollado recientemente para abordar estos desafíos.

Desafíos de combinación de técnicas

Las técnicas PAUT y TOFD requieren distintos requisitos de hardware y software adaptados a cada método. Si bien el mercado ofrece diversos sistemas de inspección dedicados únicamente a PAUT o TOFD, al mismo tiempo es evidente la escasez de opciones que destaquen en ambas técnicas. Abordar estas disparidades técnicas específicas presenta desafíos, particularmente en lo que respecta a la capacitación y competencia de los operadores.

Un desafío intrigante surge de las diferencias entre las técnicas PAUT y TOFD: la experiencia de un operador centrado en PAUT podría no extenderse perfectamente al cálculo de valores precisos de separación entre el centro de la sonda (PCS) para configuraciones TOFD específicas ni a la interpretación precisa de los datos TOFD. De manera similar, un

operador TOFD experto podría encontrar dificultades para configurar sectores o escaneos electrónicos para PAUT. En consecuencia, un escenario de inspección típico implica la participación de dos operadores especializados.

Es digna de mención la complejidad de un dispositivo de escaneo que admite la aplicación simultánea de PAUT y TOFD. Como mínimo, el escáner debe acomodar cuatro unidades de búsqueda compuestas por dos sondas PA y un par TOFD. Sin embargo, a medida que aumenta el espesor del material, las inspecciones TOFD necesitan múltiples zonas de profundidad, lo que implica más sondas TOFD y un PCS ampliado para cubrir el volumen de interés de manera integral. Para optimizar la eficiencia de la inspección, particularmente cuando se evalúan componentes de paredes delgadas y pesadas en un solo turno, el escáner debe ofrecer flexibilidad para atender una amplia gama de espesores. Esta adaptabilidad mejora la eficacia del equipo de inspección, contribuyendo a optimizar las operaciones.

Un sistema portátil con software integrado

Un sistema PAUT y TOFD portátil que combina ambas técnicas con software integrado y un escáner modular versátil representa una solución. La familia de productos TOPAZ® (Fig. 1) y Gekko® (Fig. 2) son sistemas operados por baterías que manejan diversas aplicaciones.



Fig. 1 — El sistema portátil TOPAZ64 PAUT.



Fig. 2 — El detector de defectos Gekko.

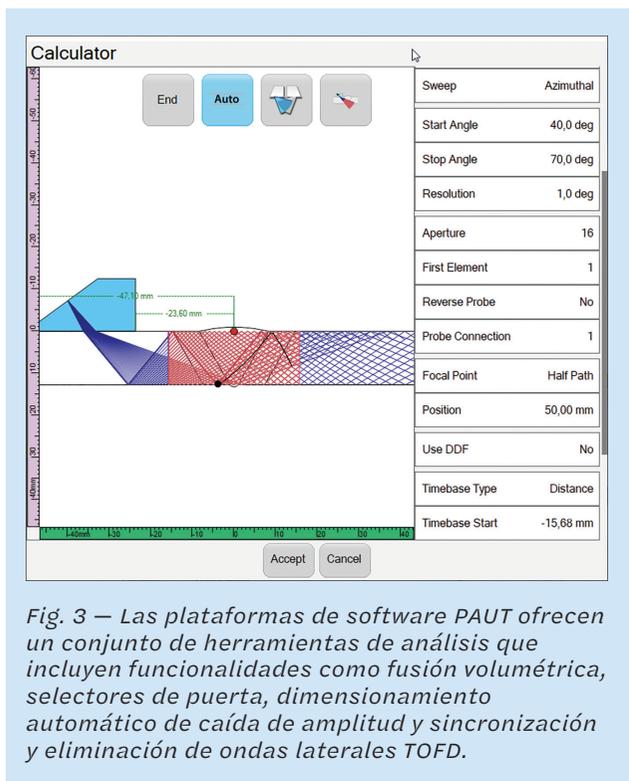


Fig. 3 — Las plataformas de software PAUT ofrecen un conjunto de herramientas de análisis que incluyen funcionalidades como fusión volumétrica, selectores de puerta, dimensionamiento automático de caída de amplitud y sincronización y eliminación de ondas laterales TOFD.

Una de las principales mejoras de software de esta plataforma de inspección es la retroalimentación visual integrada en la creación de la configuración (Fig. 3). La calculadora integrada simplifica el desarrollo de un plan de escaneo integral y la evaluación de la cobertura del volumen, abarcando incluso la zona afectada por el calor. Por el contrario, los sistemas de primera generación requieren ejecutar esta fase dentro de un software basado en PC y transferirla manualmente al sistema integrado.

La presentación de informes sigue siendo una tarea fundamental del proceso de inspección. Las plataformas de software modernas permiten a los usuarios generar una tabla de indicaciones rápidamente y producir informes en PDF personalizables y listos para imprimir. Los analistas de datos ahora pueden seleccionar información para incluirla en los informes (desde configuraciones de hardware y planes de escaneo hasta indicaciones específicas) y también agregar campos personalizados.



Fig. 4 — El escáner LINCSTM de Eddyfi Technologies.

Escáner modular

Durante una campaña de inspección, el tamaño y la geometría de las soldaduras pueden variar mucho. Para maximizar la eficiencia del equipo de inspección, el escáner utilizado para el uso simultáneo de PAUT y TOFD debe adaptarse a tantas configuraciones de inspección como sea posible (Fig. 4).

El kit básico de escáner LYNCS permite la inspección bilateral de soldaduras circunferenciales desde tamaños nominales de tubería cuatro (NPS 4) y superiores, y hasta dos pulgadas para espesores. Su diseño compacto le permite operar en espacios libres de hasta 4.3 pulgadas, aumentando su rango de aplicación. El sistema de tensión ajustable de los cuatro porta-sondas permite un acoplamiento adecuado a la superficie de inspección en todas las condiciones.

Para espesores mayores a dos pulgadas, la inspección TOFD generalmente se realiza en más de una zona. Por lo tanto, cuando se utiliza simultáneamente con PAUT, se requieren más de cuatro porta-sondas. Además, se requieren valores de PCS más grandes para cubrir la parte inferior del volumen de interés. Hay kits de extensión opcionales para ampliar el rango de aplicabilidad del escáner para espesores de hasta seis pulgadas. Cuando es necesario inspeccionar soldaduras axiales, el escáner se puede convertir utilizando una pieza mecánica opcional. En su configuración axial, el escáner permite la inspección de soldaduras longitudinales.

Conclusión

La sustitución de PAUT y TOFD por RT en la inspección de soldaduras erradica los riesgos de radiación y facilita la retroalimentación rápida al equipo de soldadura. Esto puede mejorar las tasas de producción y al mismo tiempo reducir los gastos relacionados con producciones deficientes. El uso simultáneo de PAUT y TOFD es un método de inspección convincente para uniones soldadas. [WJ](#)

Obras consultadas

1. Escarcha y Sullivan. 2013. La sustitución de la radiografía por pruebas ultrasónicas de matriz en fase impulsa el mercado mundial de equipos de pruebas ultrasónicas no destructivas, análisis del mercado mundial de equipos de pruebas ultrasónicas no destructivas. Vista a la montaña, California.
2. Chauveau, D., Blettner, A., Cadith, J. y Rivenez, J. 2011. Comment, pratiquement, améliorer la radioprotection des opérateurs CND par l'utilisation d'autres méthodes et/ou Techniques? COFREND, Dunkerque, Francia.
3. Hatsch, J., Chauveau, D. y Blettner, A. 2008. Méthodes Alternatives à la gammagraphie à l'Iridium, projet alter-X. COFREND, Toulouse, Francia.
4. Laprise, F., Berlinger, J. y Maes, G. 2012. Escaneo sectorial PAUT combinado con TOFD, una técnica sólida de inspección de soldaduras en lugar de RT. 18ª Conferencia sobre Ensayos No Destructivos, Durban, Sudáfrica.

PATRICK TREMBLAY (ptremblay@eddyfi.com) es UT senior experto en aplicaciones en Eddyfi Technologies, Quebec, Canada.

Aplicaciones de GTAW

Desde las soldaduras de alta calidad realizadas en las industrias aeroespacial y nuclear hasta las soldaduras autógenas de alta velocidad necesarias en la fabricación de tubos y láminas metálicas, la soldadura por arco de tungsteno con gas (GTAW) ofrece ventajas para una amplia gama de aplicaciones. A continuación, se enumeran varias de ellas.

Soldaduras de alta calidad

A menudo se selecciona la GTAW cuando se deben cumplir especificaciones de soldadura críticas. Debido a que la GTAW proporciona el mejor control de la entrada de calor, es el proceso preferido para unir metales de calibre fino, soldar por puntos en aplicaciones de chapa metálica y realizar soldaduras cerca de componentes sensibles al calor. El proceso es fácil de controlar y ofrece la opción de agregar metal de aportación (según sea necesario) para producir soldaduras de alta calidad con formas de cordón o superficies de depósito suaves y uniformes.

Varias industrias, incluida la aeroespacial, hacen un uso extensivo de GTAW para aprovechar el control preciso y las características de calidad de la soldadura del proceso. En la Fig. 1 se muestra una aplicación aeroespacial. En este ejemplo, se utilizó una corriente pulsada para la soldadura autógena de una unión bridada entre dos piezas fundidas mecanizadas de acero inoxidable 17-4PH (180 mm [7 pulgadas] de diámetro). Para esta aplicación se utilizó gas protector argón.

Metales diversos

La GTAW se puede utilizar para soldar casi todos los metales. Es especialmente útil para unir aluminio y magnesio, que forman óxidos refractarios, y para metales reactivos como el titanio y el circonio, que pueden volverse quebradizos si se exponen al aire mientras están fundidos.

La GTAW también se puede utilizar para soldar muchas geometrías de juntas y superposiciones en placas, láminas, tuberías y otras formas estructurales. Es particularmente apropiada para soldar secciones de menos de $\frac{3}{8}$ pulgadas (10 mm) de espesor. La soldadura de tuberías a menudo se logra usando GTAW para el paso de raíz y soldadura por arco metálico con gas o metal protegido para los pasos de relleno.

GTAW orbital

Se han aplicado millones de soldaduras orbitales de fusión por arco de tungsteno con gas en plantas de fabricación

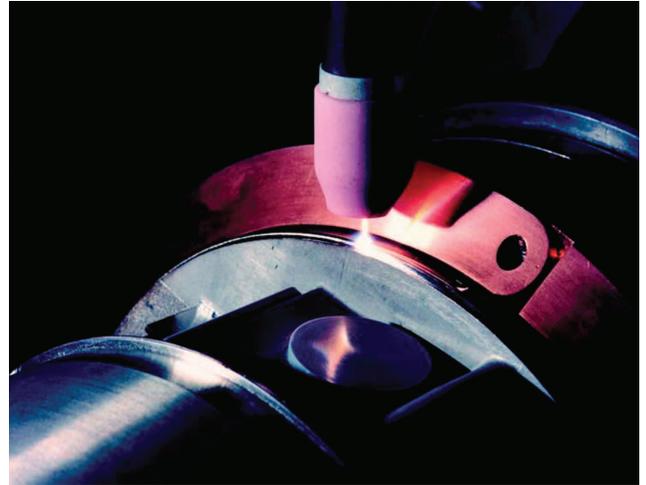


Fig. 1 — soldadura GTA autógena en dos piezas fundidas mecanizadas de acero inoxidable 17-4PH para la industria aeroespacial.

de semiconductores en todo el mundo para unir tubos de pequeño diámetro, accesorios y otros componentes utilizados en sistemas de distribución de gas, donde la calidad de la soldadura es especialmente crítica

Soldadura de ranura estrecha

Las innovaciones aplicadas al proceso de la GTAW han dado como resultado una variedad de modificaciones de equipos para aplicaciones específicas, como la soldadura de ranura estrecha. Los fabricantes han tenido un éxito cada vez mayor en la gestión de la energía del arco para lograr una fusión constante de las caras de bisel o ranura, cobertura de gas de protección y tasas de deposición efectivas en la producción.

Las aplicaciones típicas de GTAW de ranura estrecha incluyen tuberías para plantas generadoras de vapor, carcasas de imanes superconductores y ejes forjados de gran diámetro. Un ejemplo de esta modificación de ranura estrecha de GTAW es un sistema que incorpora un arco de tungsteno en ángulo oscilante sincronizado con el movimiento de lado a lado de la guía del alambre de relleno. Este tipo de equipo se ha utilizado con éxito para soldaduras fuera de posición en materiales de más de 10 pulgadas (254 mm) de espesor con ángulos incluidos de 1 a 2 grados. 

Los cobots ofrecen mayor capacidad de carga útil



Los robots colaborativos (cobots) GoFa™ 10 y 12 manejan cargas útiles de hasta 10 y 12 kg (22 y 26.4 libras), respectivamente. Automatizan el cuidado de máquinas, la soldadura, el manejo de piezas, el pulido y el ensamblaje para lograr una amplia gama de tareas exigentes. El alcance de 1.62 m (5.31 pies) del GoFa 10 también lo hace útil para aplicaciones de paletizado. Además de sus cargas útiles mejoradas, los cobots ofrecen velocidades del punto central de la herramienta de hasta 2 m/s (6.56 pies/s) con una repetibilidad de 0.02 mm (0.0008 pulgadas). Con certificación IP67 contra la entrada de humedad y polvo, los cobots incorporan una variedad de características que les permiten usarse de manera segura junto a trabajadores humanos sin la necesidad de diseñar y construir barreras o cercas. Sus funciones de ahorro de energía, incluida la regeneración de energía y la recuperación de energía de frenado, reducen los requisitos de energía hasta en un 20% para mejorar la sostenibilidad. Equipados con programación directa y el software Wizard Easy Programming, los cobots son fáciles de configurar.

ABB
abb.com

Máquina de soldadura robótica que facilita operaciones 24 horas al día, 7 días a la semana

La máquina soldadora AX MIG permite la soldadura automatizada y de alta intensidad por arco metálico con gas (GMAW) las 24 horas del día. Está diseñado para realizar tareas difíciles y cumplir objetivos de producción exigentes. Compatible con la mayoría de los sistemas de soldadura robótica, el encendido ajustado de la máquina y la señal precisa de seguimiento de la costura garantizan soldaduras repetibles y de



alta calidad. Para materiales desafiantes, se pueden utilizar procesos de soldadura de rendimiento de arco MAX o Wise para aumentar la velocidad, reducir el aporte de calor y garantizar la penetración. La máquina también cuenta con la herramienta de guía Weld Assist para una rápida configuración de parámetros, que permite que la soldadura comience hasta un 60% más rápido que cuando se utiliza la configuración manual de parámetros. Otras características incluyen detección de colisiones para evitar que la antorcha golpee objetos no deseados y encendido por sensor táctil para minimizar las salpicaduras y estabilizar el arco inmediatamente después del encendido. Con una interfaz de usuario intuitiva y controles fáciles de usar, la unidad se puede operar con conocimientos básicos de soldadura. Se puede acceder a los controles de la máquina y a los datos de rendimiento en tiempo real con un navegador en cualquier computadora portátil o teléfono móvil. Su interfaz de usuario también se puede integrar en un sistema de control existente.

Kemppi
kemppi.com

Controlador CNC diseñado para corte por plasma y oxicorte

El controlador CNC Vision T6™ para máquinas de corte automatizadas por



plasma y oxicorte cuenta con un panel multitáctil de alta definición con sistema operativo Windows. El dispositivo intuitivo incluye funciones como deslizar para hacer zoom, arrastrar y soltar y un botón de inicio familiar, que brinda a los usuarios acceso rápido y fácil a una variedad de funciones y capacidades para que puedan seleccionar y editar programas, crear nidos, localizar piezas en una placa y cortar. La unidad tiene una pantalla HD de 21.5 pulgadas 16% más grande que la de su predecesor y se conecta con el software de anidamiento y programación CAD/CAM Columbus®. Con su función de reconocimiento de placas y piezas, los operadores no necesitan alinear físicamente la placa y, en su lugar, pueden mover la máquina hasta las esquinas de la placa o seleccionar puntos a lo largo de un remanente, incluso si tiene una forma irregular. El controlador también tiene un lector de etiquetas de identificación por radiofrecuencia (RFID) incorporado que permite iniciar y cerrar sesión de manera rápida y sencilla para controlar los permisos y la trazabilidad. Su base de datos de procesos incorporada con selector gráfico hace que la configuración del proceso de plasma u oxicorte sea rápida y sencilla.

ESAB
esab.com

Línea de productos que se centra en aplicaciones de metrología industrial

La línea de productos RCS, compuesta por las series L-90, T-90 y P, para aplicaciones de metrología industrial tiene como objetivo transformar el proceso de puesta en servicio y mantenimiento de tecnologías de automatización industrial. El L-90 es un dispositivo barra de bolas que mejora la precisión del sistema robótico, reduce el tiempo de implementación y monitorea el estado del robot con rutinas simples



controladas por su paquete de software de soporte. El T-90 es un sistema de triple barra de bolas que permite a los usuarios de robots identificar las causas fundamentales del bajo rendimiento. Se pueden realizar pruebas integrales adicionales para capturar información crítica, como remasterizar las compensaciones de las juntas en posiciones calculadas, ejecutar rutinas de recuperación maestra y trazar el rendimiento de la ruta 3D. La serie P integra una solución de sondeo permanente dentro de una celda robótica para aplicar metrología en proceso y recuperación automática a procesos de automatización. Los tres productos cuentan con el respaldo de un paquete de software dedicado y se centran en los problemas asociados con la configuración, calibración y mantenimiento manuales de robots, como la precisión operativa y la repetibilidad.

Renishaw
renishaw.com

El portafolio presenta numerosas herramientas de taladrado y fresado



La cartera de corte de metales presenta múltiples herramientas que brindan rendimiento, resistencia al desgaste y productividad mejorados para una variedad de aplicaciones, incluidas las aeroespaciales, médicas, de energía y transporte, e ingeniería general. Algunas de las herramientas de la cartera incluyen los avellanadores KenShape™ MaPACS y MaxPACS, así como la calidad para fresado de extremo macizo KCSM15A. Los avellanadores MaPACS (soldados) y MaxPACS (indexables) ofrecen un rendimiento mejorado en aplicaciones de

avellanado manual de polímero reforzado con fibra de carbono para clientes aeroespaciales que se centran en la perforación de orificios para remachar en materiales compuestos y apilados. Ambos avellanadores están diseñados para minimizar el esfuerzo requerido por el operador. La calidad para fresado de extremos KCSM15A presenta una tecnología de recubrimiento por deposición física de vapor, que puede prolongar la vida útil de la herramienta. Su tecnología de recubrimiento está diseñada con un color cobre para una fácil identificación del desgaste. El grado está disponible para las siguientes fresas: HARVI™ III, HARVI III Aero, HARVI II Long y RSM II.

Kennametal Inc.
kennametal.com

Máquina de soldadura por inducción portátil diseñada para aplicaciones industriales



La máquina de soldadura fuerte por inducción portátil ofrece una solución portátil para soldadura fuerte de alta calidad en diversos sectores, incluidas las industrias automotriz, aeroespacial y eléctrica. Utiliza tecnología de calentamiento por inducción para soldar cobre, acero, acero inoxidable y otros metales con un espesor de hasta 3 mm (0.118 pulgadas). Su efecto de calentamiento constante y confiable garantiza uniones soldadas de alta calidad, lo que ahorra tiempo y dinero a las industrias. Además, la máquina funciona para una variedad de aplicaciones de soldadura fuerte, que incluyen instalación de tuberías, reparación de motores y más. Con su diseño ergonómico, liviano y compacto, la máquina es ideal para usar en espacios reducidos y de difícil acceso. Su interfaz fácil de usar y sus controles intuitivos facilitan su operación.

Inducción FOCO
focoinducion.com

Impresora automatizada de soldadura en pasta aumenta la velocidad y la precisión

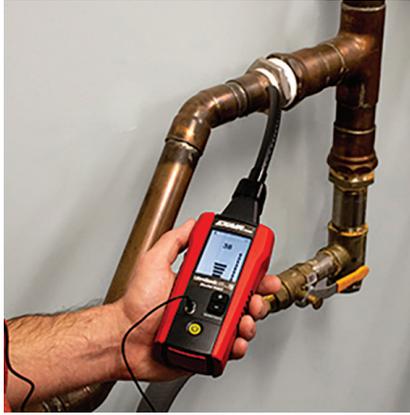


La impresora de soldadura en pasta YRP10 logra una impresión de soldadura de alta velocidad y alta precisión. Su cabezal escobilla de goma 3S y su mecanismo de vacío de plantilla permiten un alto nivel de precisión de impresión. La rasqueta oscilante única optimiza las condiciones de impresión según el tipo de soldadura que se utilice. Equipada con un servomotor, el ángulo de ataque de la impresora y la velocidad de la rasqueta se pueden configurar y cambiar arbitrariamente. Además, la impresora ofrece automatización total de los cambios de configuración para lograr un funcionamiento continuo y a largo plazo. Sus funciones automatizadas incluyen el reemplazo de los pines de empuje y las plantillas, la transferencia de soldadura a la plantilla de reemplazo sin causar desperdicio y la reposición de la soldadura sin detener la impresora. Estas funciones automatizadas ayudan a reducir la mano de obra y los errores humanos al cambiar productos. Además, la impresora admite la producción de dos carriles para permitir que cada carril se opere y configure de forma independiente.

Yamaha Motor Co. Ltd.
yamaha-motor.com

El detector de fugas ultrasónico facilita las reparaciones en áreas de difícil acceso

El detector de fugas ultrasónico (ULD) modelo 9207 ayuda a localizar la fuente de fugas en un sistema de aire comprimido, lo que permite una reparación rápida y ahorro de costos. Los gases a alta presión crean turbulencias de alta frecuencia cuando se mueven hacia un área con menor presión, creando un sonido ultrasónico (o ruido blanco) que está más allá del alcance del oído humano. El ULD puede detectar estas



vibraciones y crear un sonido audible a través de los auriculares suministrados. Usando una pantalla LED frontal, también puede indicar la intensidad de una fuga a medida que se acerca al origen de la fuga. Se puede ajustar para filtrar el ruido de fondo en plantas más ocupadas con los botones + o - para ajustar la sensibilidad. El ULD portátil también ofrece una mayor capacidad para detectar fugas en áreas de difícil acceso. Puede probar las uniones, tuberías, válvulas y accesorios de una instalación completa a distancias de hasta 20 pies (6.1 m). El ULD cumple con la Comisión

Electrotécnica Internacional (IEC) 61326-1, Equipos eléctricos para medición, control y uso en laboratorio: requisitos EMC, para operación en entornos electromagnéticos. También cumple con la normativa CE y viene con un estuche de plástico rígido, auriculares, parábola, adaptador tubular y extensión, y baterías AA.

EXAIR LLC
exair.com

La máquina GTAW que cuenta con un diseño liviano

Con un peso de 10 kg (22 lb), la máquina de soldadura por arco de tungsteno con gas inversor (GTAW) Picotig de 220 pulsos CC presenta un diseño robusto y compacto. Viene con cables principales que miden 3.5 m (11.5 pies) para mejorar el radio de trabajo del soldador sin necesidad de un cable de extensión. También tiene un asa de transporte resistente equipada con un soporte para cables y un compartimento de almacenamiento incorporado. Además de su diseño robusto, la máquina utiliza el mini control Comfort 3.0, que permite a los usuarios seleccionar procesos de soldadura por pulsos, estándar o innovadores. Los usuarios también pueden establecer puntos de



virada con precisión utilizando las funciones spotArc® y spotMatic® de la máquina. Al ofrecer una potencia de salida mejorada, la máquina alcanza corrientes de soldadura de 220 A con un ciclo de trabajo del 40% para GTAW y corrientes de soldadura de 190 A con un ciclo de trabajo del 35% para soldadura por arco metálico protegido.

EWM
grupo-ewm.com

ÍNDICE DE ANUNCIANTES

American Weldquip
weldquip.com

32
330-239-0317

Okila S.A. de C.V.
okila.net

40
(55) 5747-6600

AWS Certification
aws.org/certification

21
(305) 443-9353

Voestalpine Bohler Welding USA, Inc.
voestalpine.com/welding

17
(800) 527-0791

Diamond Ground Products
diamondground.com

25
(805) 497-3837

Welding Technology Group S.A.S
helioswelds.com

2
Contacto Web

Hypertherm
hypertherm.com

29
Contacto Web



OKILA®

entregando VALOR



CORTEC®

**Equipos y accesorios
para oxicrote
y plasma**



WELD500®

**Máquinas y accesorios
para soldar**



safe100®

Artículos de protección industrial

Contamos con distribuidores en toda la República Mexicana

Ciudad de México ☎ (55)5747-6600
Suc. Monterrey ☎ (81)1970-9900 al 20

✉ contactoweb@okila.com.mx
🌐 www.okila.net  /OKILAMEXICO