

| Clave de la Propuesta | PPI- - - | | |
|--|----------|---|---------------------------|
| Puntos a considerar | Si | No | Observaciones/Comentarios |
| ¿Se incluyen los datos de la Portada (licenciatura, título, modalidad, versión, declaratoria, firmas, etc.)? | | | |
| ¿La extensión del Título es adecuada y sin abreviaturas? | | | |
| ¿El Título refleja de forma clara lo que se trabajará en el proyecto? | | | |
| ¿La Introducción describe en forma concisa el área de aplicación del proyecto? | | | |
| ¿Los Antecedentes sitúan el proyecto propuesto respecto a otros trabajos? | | | |
| ¿La Justificación describe la razón, relevancia o necesidad que origina el proyecto? | | | |
| ¿El Objetivo General es claro y tiene relación directa con el proyecto a realizar? | | | |
| ¿Los Objetivos Particulares se engloban en el objetivo general? | | | |
| ¿La secuencia de actividades que se presenta en la Metodología es congruente con los objetivos y permite que se alcancen éstos? | | | |
| ¿La Descripción Técnica presenta las especificaciones generales y particulares (materiales, dimensiones, normas, etc.), así como la explicación funcional de cada uno de los bloques del sistema a desarrollar? | | | |
| ¿La Normatividad mencionada da un marco a la propuesta? | | | |
| ¿El Cronograma de Actividades señala con claridad las tareas a realizar para alcanzar los objetivos del proyecto? | | | |
| ¿El proyecto es realizable en el tiempo propuesto? | | | |
| ¿Se encuentran indicados los Entregables dentro de la propuesta? ¿Se incluye explícitamente la entrega del Reporte Final ? | | | |
| ¿Se incluyeron las Referencias Bibliográficas y estas cumplen con el formato solicitado? | | | |
| ¿La Terminología específica del proyecto, que no es del conocimiento general en Ingeniería Mecánica, está claramente explicada? | | | |
| ¿Se indican instalaciones, equipos y materiales que se requieren para realizar el proyecto? | | | |
| ¿La propuesta tiene una redacción clara y sin faltas ortográficas? | | | |
| ¿El enfoque del trabajo corresponde a un proyecto de Ingeniería Mecánica? | | | |
| Observaciones | | | |
| | | | |
| Estado de la propuesta | | Comité de Estudios de Ingeniería Mecánica | |
| () Autorizada () Revisada () No autorizada | | | |

Propuesta de Proyecto de Integración en Ingeniería Mecánica

Licenciatura: Ingeniería Mecánica

Nombre del Proyecto: Diseño y construcción de una máquina portátil de soldadura por puntos

Modalidad: Proyecto tecnológico

Versión: Primera

Trimestre lectivo: 2024 Invierno

Datos y firma del alumno:

Nombre: Jorge Roberto Alvarado Miranda

Matrícula: 2202002357

Correo electrónico: al2202002357@azc.uam.mx



Firma

Datos de los Asesores:

M. en C. Gerardo Aragón González.
Profesor Titular
Departamento de Energía.
Programa de Desarrollo Profesional
en Automatización.
Correo electrónico: gag@azc.uam.mx

M. en C. Alejandro León Galicia.
Profesor Titular
Departamento de Energía.
Programa de Desarrollo Profesional
en Automatización.
Correo electrónico: alg@azc.uam.mx

Firma

Firma

21 de marzo del 2024

Declaratoria

En caso de que el Comité de Estudios de la Licenciatura en Ingeniería Mecánica apruebe la realización de la presente propuesta, otorgamos nuestra autorización para su publicación en la página de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería.

Jorge Roberto Alvarado Miranda

M. en C. Gerardo Aragón González

M. en C. Alejandro León Galicia

1. Introducción

La unión permanente de piezas metálicas es una necesidad que se presenta en las aplicaciones industriales, así como en la fabricación de una gran variedad de objetos cotidianos como los muebles metálicos, electrodomésticos y muchos otros que se encuentran en los espacios residenciales. Se entiende por unión permanente al conjunto de procesos de manufactura que se aplica a dos o más piezas individuales, habitualmente metálicas, para integrarlas y formar un ensamble que no se puede separar sin destruirlo o dañarlo.

La construcción de ensambles a partir de piezas sencillas que se unen de modo permanente —por ejemplo, la carrocería de un automóvil— permite construir objetos metálicos complejos con menor dificultad. Además, la integración apropiada del conjunto le proporciona rigidez y resistencia a los esfuerzos y vibraciones mecánicas. Los objetos ensamblados de esta manera se diseñan de tal forma que el ensamble se mantendrá firme durante su vida útil. Para ello, se requiere el empleo de máquinas soldadoras que permitan intervenir los metales para unirlos permanentemente mediante su fusión.

Un tipo de máquina de soldar por resistencia eléctrica es la «máquina soldadora por puntos», que se emplea frecuentemente para unir piezas de lámina de acero al carbono de diferentes calibres. Una soldadora de puntos cuenta con dos electrodos —construidos con cobre— que aplican fuerzas opuestas de presión sobre dos láminas empalmadas entre sí, con el propósito de hacer circular una corriente eléctrica a través de los electrodos y las láminas durante cierto tiempo, hasta fundirlas en la zona de contacto y unir las permanentemente (Figura 1).

Uno de los electrodos de cobre está acoplado a un mecanismo que permite abatirlo y acercarlo al segundo electrodo fijo, para cerrar el circuito con la fuerza de presión necesaria. Los electrodos separados permiten introducir y extraer las piezas que se trabajan en medio de ellos, con un tamaño limitado por la escotadura de la máquina.

El presente proyecto consiste en el diseño y fabricación de una soldadora de puntos portátil. La máquina funcionará con el suministro de corriente alterna residencial (127 V y 60 Hz), para soldar piezas de lámina de acero al carbono de hasta 1 mm de espesor (calibre 18) (Figura 2).



Figura 1. Máquina soldadora de puntos por pedestal [1].



Figura 2. Máquina soldadora de puntos portátil [2].

2. Antecedentes

Durante el siglo XIX el ingeniero estadounidense Elihu Thompson desarrolló la soldadura por resistencia [3], a partir de un experimento fallido en el que soldó dos cables de cobre accidentalmente. En 1885 Thomson patentó una máquina de soldadura que operaba con un transformador, cuyo devanado primario se conectaba a la corriente alterna para inducir voltaje en el devanado secundario. Las terminales de salida del secundario se conectaban con dos pinzas que sujetaban las piezas que se deseaban soldar [4] [5]. La corriente a través de la unión generaba el calor que fundía y soldaba el metal.

Jaime Duque A. y Fernando Forero A., en «Diseño y construcción de un soldador de punto», destacan la importancia que tiene el diseño geométrico y mecánico de los electrodos y del mecanismo abatible que los cierra y aplica la fuerza de presión. Entre mayor es la fuerza de presión ejercida por el sistema mecanismo-electrodos, menor será la resistencia eléctrica de los materiales a soldar y mayor la corriente del circuito. Los electrodos deben tener elevada conductividad térmica, para transferir el calor eficientemente; buena conductividad eléctrica, para reducir la resistencia de contacto y mejorar la transferencia de calor; y módulos de elasticidad y de torsión que resistan los esfuerzos de presión [6].

José Luis Ordoñez Jiménez establece —en el artículo «Soldadura resistente punto por punto», publicado en la revista *Metal Actual*— que, para soldar dos láminas de acero al carbono de 1 mm de espesor, se requieren 500 A con una tensión de 3V durante un tiempo de 0.25 a 0.35 segundos [7]. En una soldadora de puntos se necesita un controlador que interrumpa la corriente después del tiempo apropiado, o —de lo contrario— se fundirán las piezas más de lo necesario [6]. La potencia eléctrica en las instalaciones residenciales en México se suministra con una tensión de 110 a 127 VCA, 60 Hz y una corriente que normalmente no excede 15 A. Para proporcionar la corriente que exige el proceso de soldadura por puntos es necesario emplear un transformador eléctrico como parte de la máquina soldadora.

En los textos «Fundamentos teóricos de transformadores», de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en Ecuador, y «Transformadores de potencia, de medida y de protección», de E. Ras, se define a los transformadores como máquinas eléctricas estáticas, cuyo propósito es transmitir potencia a través de un campo electromagnético alterno, desde un sistema con tensión de entrada ΔV_1 a otro con tensión de salida ΔV_2 . Los transformadores tienen alta eficiencia de conversión de energía, requieren escaso mantenimiento y su costo es moderado [8] [9]. Su construcción consiste en un núcleo de material ferromagnético, en el cual se enrollan dos devanados diferentes sin conexión directa entre sí, de modo que la única interacción que presentan entre ellos es un flujo electromagnético común que se transmite a través del núcleo (Figura 3). La relación entre el voltaje de entrada ΔV_1 y el voltaje de salida ΔV_2 , así como la corriente inducida en el devanado secundario, son funciones del número de espiras n , la longitud L y el calibre de ambos devanados [10].

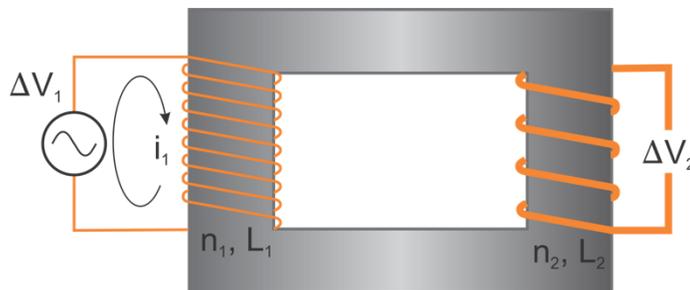


Figura 3. Diagrama de un transformador eléctrico [imagen propia].

3. Justificación

En la división de CBI en la UAM Azcapotzalco se llevan a cabo trabajos muy variados de mantenimiento, diseño, construcción e instalación de máquinas y objetos útiles, como parte de los trabajos académicos que se desarrollan habitualmente en la institución. Es frecuente la necesidad de construir ensambles metálicos que se fabrican a partir de múltiples piezas mediante soldadura eléctrica.

En la División de Ciencias Básicas e Ingeniería no existe un equipo de soldadura con las capacidades que tendrá el que se construirá en este proyecto. Será de gran utilidad contar con una máquina soldadora de puntos para uso rudo, con ciclo de funcionamiento de 80 %, controlada digitalmente, semejante a las que se emplean en la industria actual. Además de los beneficios en la formación de los alumnos **participantes**, ya que el prototipo se empleará como un apoyo para el aprendizaje y la experimentación con un sistema de manufactura.

4. Objetivos

Objetivo General:

Diseñar y construir una máquina portátil de soldadura por resistencia, por puntos, bilateral, con escotadura de 0.20 m y capacidad para soldar láminas y perfiles de acero al carbono con espesor no mayor a 1 mm.

Objetivos Particulares:

Diseñar el sistema de potencia eléctrica de la máquina de soldadura, con alimentación monofásica de 127 V, 60 Hz y salida de 3 V y 500 A.

Dimensionar, seleccionar o manufacturar los componentes mecánicos del sistema, para aplicar una fuerza en los electrodos regulable de 400 a 800 N.

Diseñar el sistema de control electrónico para establecer la intensidad de corriente y el tiempo de soldadura y gobernar el sistema de enfriamiento de la máquina.

Integrar la máquina y probar su funcionamiento.

5. Descripción Técnica

Voltaje de alimentación: 127 V a 60 Hz.

Voltaje inducido: 3V a 60 Hz.

Corriente inducida: 500 A.

Potencia nominal: 1.5 kVA

Escotadura: 20 cm.

Fuerza de presión en los electrodos: 400 a 800 N.

Tipo de control del tiempo: Electrónico.

Tipo de control del mecanismo abatible: Mecánico.

Tipo de ventilación: Ventilación controlada electrónicamente.

Materiales que puede soldar: Láminas de acero al carbono.

Espesor máximo de las láminas a soldar: 1 mm (calibre 18).

Ciclo de funcionamiento: 80 %.

6. Normatividad.

Para la construcción de la máquina portátil de soldadura por puntos se utilizarán los procedimientos de inspección detallados en la siguiente norma:

AWS D8.9M:2022, Métodos de prueba para evaluar el comportamiento de soldadura por puntos de resistencia en materiales de lámina de acero

Las siguientes normas serán empleadas para la realización de los planos de la máquina al momento del diseño de la geometría de la estructura y el mecanismo:

NORMA Oficial Mexicana NOM-Z-25-1986, Dibujo Técnico-Acotaciones.

- NOM-Z-3-1986, Dibujo Técnico-Vistas.
- NOM-Z-4-1986, Dibujo Técnico-Líneas.
- NOM-Z-6-1986, Dibujo Técnico-Cortes y Secciones.
- NOM-Z-23-1986, Dibujo Técnico-Acotaciones o NOM-Z-56-1986, Dibujo Técnico-Letras.

Para realizar la manufactura de algunos elementos que componen a la máquina, es necesario realizar procesos de soldadura, así como operación de maquinaria, para lo cual, se requieren la aplicación de las siguientes normas:

NOM-004-STPS-1999, Sistemas y dispositivos de seguridad en maquinaria.

NOM-027-STPS-2008, Soldadura y corte.

7. Cronograma de actividades.

UEAs para las que se solicitan autorización:

- Proyecto de integración en Ingeniería Mecánica I.

| Actividad Trimestre 24-P | | SEMANA | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|--|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1 | Revisar la bibliografía correspondiente | ■ | | | | | | | | | | | |
| 2 | Realizar el diseño geométrico tentativo de la estructura y el mecanismo abatible en el programa de cómputo Inventor® | | ■ | | | | | | | | | | |
| 3 | Diseñar los electrodos en el programa de cómputo Inventor® | | ■ | | | | | | | | | | |
| 4 | Diseñar el transformador | | | ■ | ■ | | | | | | | | |
| 5 | Diseño electrónico del sistema de control | | | | | ■ | ■ | | | | | | |
| 6 | Calcular la carga térmica | | | | | | | ■ | ■ | | | | |
| 7 | Diseñar el sistema de ventilación | | | | | | | | | ■ | ■ | | |
| 8 | Diseñar mecánicamente la estructura y realizar las correcciones necesarias al diseño inicial | | | | | | | | | | | ■ | ■ |

| Actividad Trimestre 24-O | | SEMANA | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 9 | Cotizar y comprar materiales | ■ | | | | | | | | | | | |
| 10 | Realizar la manufactura del transformador | | ■ | ■ | | | | | | | | | |
| 11 | Instalar el sistema de control electrónico | | | | ■ | | | | | | | | |
| 12 | Instalar el sistema de ventilación | | | | | ■ | | | | | | | |
| 13 | Manufacturar y ensamblar los electrodos | | | | ■ | ■ | | | | | | | |
| 14 | Diseñar y ensamblar la cubierta de los electrodos | | | | | | ■ | ■ | | | | | |
| 15 | Realizar la manufactura de la estructura y del mecanismo abatible | | | | | | | | ■ | ■ | | | |
| 16 | Diseñar y ensamblar el gabinete | | | | | | | | | | ■ | | |
| 17 | Ensamblar todos los componentes | | | | | | | | | | | ■ | |
| 18 | Realizar el trabajo de pintura y acabados finales | | | | | | | | | | | ■ | ■ |
| 19 | Realizar el reporte final | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

8. Entregables

Reporte final.

Prototipo funcional de una máquina soldadora de puntos portátil.

9. Referencias Bibliográficas

- [1] s.f., “Rajlaxmi Pedal Operated Spot Welding Machine”, de:
<https://m.indiamart.com/proddetail/pedal-operated-spot-welding-machine-19298926912.html>
- [2] WWELDERGUIDE, s.f.. “Professional Electric 240 Volt Spot Welder Welding Systems”, de: <https://spot-welding-equipment.welderguide.biz/stkusa-electric-spot-welder-welding-systems.html>
- [3] s.f., Alcavil, S.A. de C.V. “¿Qué es la soldadura por resistencia?”, de:
<https://www.alcavil.com.mx/que-es-la-soldadura-por-resistencia/>
- [4] 2020, “Historia de la soldadura”, de: <https://bearcat.es/2020/09/22/historia-de-la-soldadura/>
- [5] s.f., “Elihu Thompson. Inventor of Resistance Welding”, de:
<http://www.weldinghistory.org/whfolder/biography/bio-thomson.html>
- [6] Duque J. y Forero F., 1987, “Diseño y construcción de un soldador de punto”, tesis, División de Ingenierías Programa de Ingeniería Eléctrica, Corporación Universitaria Autónoma de Oriente, capítulo 1.
- [7] Ordoñez, J., s.f., “Metal Actual El magazín del sector industrial”, 18va ed., Colombia, Bogotá, capítulo 18.
- [8] Ras, E., “Transformadores de potencia, de medida y de protección”, 7ª ed., Marcombo, capítulo 1
- [9] “Fundamentos teóricos de transformadores”, Repositorio digital Universidad Técnica de Cotopaxi, de: <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/868/1/T-UTC-0622.pdf>
- [10] Resnick, Halliday y Krane, “Física”, 5ta. ed., Vol. 2, GRUPO EDITORIAL PATRIA, capítulo 34.

10. Terminología

Devanado: Bobina de alambre de cobre enrollado alrededor del núcleo sólido de un transformador eléctrico.

Electrodo: Elemento metálico rígido que conduce energía eléctrica.

Escotadura: Distancia entre los electrodos y la articulación de los brazos, que determina el tamaño máximo de las piezas a soldar.

11. Infraestructura

El proyecto se realizará en el Programa de Desarrollo Profesional en Automatización (PDPA), ubicado en la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco. El PDPA proporcionará los componentes, herramientas e insumos para la construcción del prototipo.

12. Asesoría complementaria

No es necesaria.

13. Publicación o difusión de los resultados del proyecto

No se tiene la intención de publicar