

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA PINZA PARA SOLDAR CELDAS DE LITIO.

ALEX VILAR CUBAS

INGENIERIA MECÁNICA

RESUMEN

La soldadura por puntos es un tipo de soldadura que se basa en la presión y la temperatura. Dos piezas se sueldan entre si produciendo un punto de soldadura llamado "lenteja" cuando una parte de ellas se calienta a temperaturas próximas a la de fusión y se hace presión entre ellas mediante unos electrodos.

El proyecto consiste en modelar y diseñar en 3D mediante el programa NX una máquina de soldadura por puntos y fabricar las piezas y montarla. También se realiza el dimensionamiento de los supercondensadores y el diseño de control que controle la descarga eléctrica a la hora de realizar el punto de soldadura.

Palabras clave

Máquina de soldadura, punto de soldadura y electrodos.

1.Introducción

La finalidad de este proyecto es elaborar el diseño y la fabricación de una máquina de soldadura por puntos para soldar celdas de litio que regule la fuerza de apriete o contacto entre electrodos y el material y así poder realizar estudios y experimentos con la máquina fabricada

Para conseguir esto, se ha marcado un objetivo principal que consiste en

diseñar y construir una pinza y una máquina de soldadura por puntos que funcione para soldar celdas de litio que sea funcional y se pueda controlar los diferentes parámetros asociados con la soldadura por puntos para realizar estudios y experimentación.

También se ha propuesto unos objetivos específicos, que son los siguiente:

- Realización de un diseño eficiente y práctico.
- Resolver el problema térmico y dimensionarlo.
- Utilización eficiente de las máquinas de mecanizado del taller para fabricar las piezas de la pinza y la máquina de soldadura.
- Realización de los planos y las hojas de ruta de manera correcta y con la norma asignada.

La metodología par realizar este proyecto a ha comenzado con un estudio de cómo funciona la soldadura por puntos y los tipos que tiene. Luego se ha hecho un estudio y un dimensionamiento de los supercondensadores y diseño del sistema de control con una simulación.

Una vez decidido el diseño, se ha

modelado en 3D el modelo y todas las piezas usando el programa NX y se ha procedido a elaborarlas en el taller de mecánica. Y finalmente se han montado para formar la máquina.

2. ESTADO DEL ARTE

La soldadura por puntos se basa en presión y temperatura. Dos piezas se sueldan entre sí produciendo un punto de soldadura llamado "lenteja" cuando una parte de ellas se calienta a temperaturas próximas a la de fusión y se hace presión entre ellas. El calor necesario para llevar las piezas a unir se genera por la resistencia que oponen dichas piezas al paso de la corriente eléctrica que se genera entre los electrodos. Esta resistencia hace que la energía eléctrica se transforme en calor (efecto Joule), haciendo que se genere la suficiente temperatura para unir las dos piezas.

Y la presión que se ejerce para unir las es aplicada directamente por los electrodos, en forma de pinza o por una base con un electrodo.

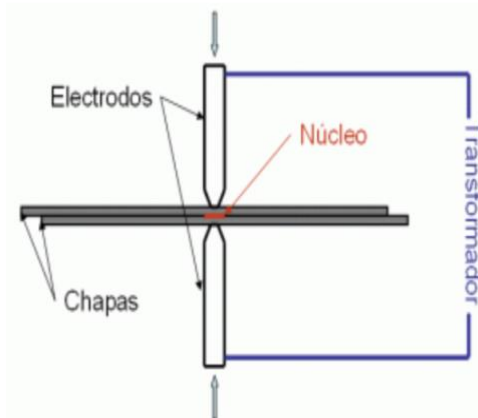


Ilustración 1. Esquema soldadura por puntos. [1]

Existen dos tipos de soldadura por puntos:

1- Soldadura unilateral:

Este tipo de soldadura se aplica en puntos unilaterales cuando los electrodos no pueden aplicarse por los dos lados. Para soldar

unilateralmente, se necesita una temperatura de hasta 400°C. [2]

2- Soldadura bilateral:

En este tipo de soldadura por puntos se sujeta por los electrodos metálicos correspondientes a las piezas del material escogido. Los electrodos procederán a conectarse con el devano secundario, el cual necesita aplicar un esfuerzo P para efectuar así su calentamiento local y un calor desprendido que funda la capa superficial del material. [2]

Seguidamente, se ha estudiado los equipos de soldadura por puntos, se pueden clasificar depende si el equipo es estacionario o portátil. También se pueden clasificar por el tipo de utilización, donde se existen los equipos robotizados y los equipos manuales.

Y, por último, se ha investigado en que sectores de la aplica la soldadura por puntos, que los sectores son para la construcción de vagones, aparatos y para industrias grandes como la automotriz y la aviación, donde se fabrican y reparan piezas con robots o máquinas portátiles. [3]

También en la industria de la fabricación de baterías como sería el caso de este proyecto.

2. DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DE LA DESCARGA Y SUPERCONDENSADORES

En esta parte del trabajo se va a realizar el estudio para poder analizar, simular y obtener la temperatura durante la descarga en el proceso de hacer un punto de soldadura en una celda de acero que contiene litio para

poder analizar cuanta corriente es necesaria en función del tiempo para soldar las celdas.

Y también se va a dimensionar los supercondensadores que se utilizarán en la máquina.

Para obtener el primer estudio de la temperatura, se resuelve el problema térmico que pasa en el punto de soldadura a la hora de soldar. En el punto vemos que realizando un balance de flujos de calor sobre el elemento de volumen se obtiene la ecuación que rige el problema térmico. Como podemos observar en la ilustración 2 se muestran los diferentes flujos de calor por unidad de volumen involucrados en el balance térmico del disco de soldadura por puntos.

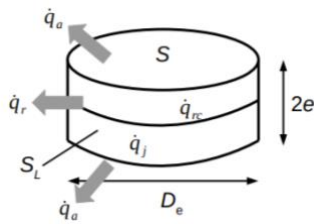


Ilustración 2. Balance térmico sobre el punto de soldadura

Donde obtenemos la siguiente ecuación:

$$\rho C p \frac{dT}{dt} = \frac{\dot{Q}_j + \dot{Q}_{rc} - \dot{Q}_a - \dot{Q}_r}{S \cdot 2e} \quad (1)$$

Y después de diferentes cálculos y varias ecuaciones obtenemos la ecuación que resuelve el problema térmico en el punto, donde obtenemos la temperatura.

$$\frac{dH}{dt} = \left[\frac{\rho r}{S^2} + \frac{R_0}{S \cdot 2e} \left(\frac{T_m - T}{T_m - T_0} \right) \right] \left(\frac{V_c}{R_d} \right)^2 e^{-\frac{t}{RCd}} - \left(\frac{2\pi K}{S} + \frac{hc}{2e} \right) (T - T_0)$$

(2)

C.I. $H(t = 0) = 0 \quad T(t = 0) = 373 \text{ K}$

Después de resolver el problema, se va a realizar una simulación para obtener la gráfica Temperatura-Tiempo para obtener la temperatura del proceso para la operación de la soldadura por punto con el programa informático llamado

Octave.

Se realizan diferentes tipos de simulaciones en la que se va a variar el espesor de la chapa y el diámetro del electrodo. Se va a utilizar unos valores mínimos a la hora de capacidad del condensador de 0,5 F y un voltaje de entrada de 4 V, así estudiar el mínimo caso con el que se puede realizar el punto de soldadura.

Se va a mostrar un ejemplo de cada tipo:

- 1- Espesor $e = 0,2 \text{ mm}$ y diámetro del electrodo $D_e = 1,5 \text{ mm}$:

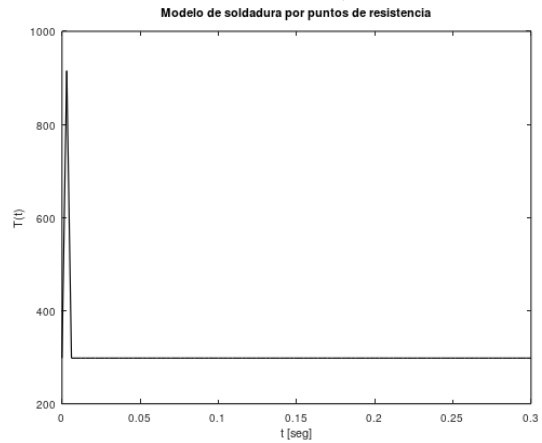


Ilustración 3. Gráfica de Espesor $e = 0,2 \text{ mm}$ y diámetro del electrodo $D_e = 1,5 \text{ mm}$.

- Espesor $e = 0,8 \text{ mm}$ y diámetro del electrodo $D_e = 1,5 \text{ mm}$:

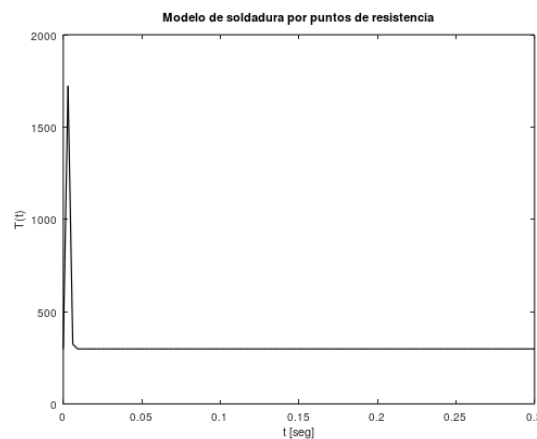


Ilustración 4. Voltaje de 1 V con un espesor de 2 mm.

Con las simulaciones obtenemos el control y todos los datos principales necesarios para controlar la descarga a la hora de soldar dependiendo de las

medidas que tengamos.

Y se llega a la conclusión que cuanto mayor espesor tenga la chapa hay más resistividad por lo tanto aumenta el calor generado por el efecto Joule y eso hace que la temperatura de la chapa aumente.

Y si cuanto mayor sea el diámetro del electrodo la corriente pasa por un cilindro de mayor diámetro lo que hace que disminuya la densidad de la corriente y aumente el volumen del material a soldar por eso la temperatura es menor.

Una vez obtenido el control de descarga, se realiza el dimensionamiento de los supercondensadores para el circuito eléctrico.

Los supercondensadores son dispositivos electroquímicos capaces de sustentar una densidad de energía alta en comparación a los condensadores normales, ya que tiene mil veces más capacidad, pudiéndose cargar y descargar en breves periodos de tiempo.

Esta característica vendrá muy bien a la hora de realizar la descarga de corriente ya que se necesita una intensidad muy alta en periodos de tiempo muy pequeños.

Para dimensionar los supercondensadores se utiliza la simulación anterior, ya que como se podía ver la capacidad del condensador era un valor necesario para obtener la temperatura del proceso y los valores rondaban entre $C = 0,5 \text{ F}$ y $C = 1,5 \text{ F}$, que son cantidades grandes que un condensador solo no tiene, por eso se necesita un supercondensador.

3.DISEÑO DE LA MÁQUINA DE SOLDADURA

Se estudian diversas propuestas preliminares a partir de las maquinas estudiadas y los tipos de soldadura por puntos encontrados, que sirve para saber qué tipo de pinza va a tener la máquina, como va a realizar la soldadura y que tipo de maquina va a ser portátil o estacionaria.

Se ha escogido que el diseño será una máquina de soldar estacionaria debido a que será una maquina utilizada para el estudio y experimentación de la soldadura para celdas de litio y es necesario una gran estructura fija que permite que se realice bien la acción.

Luego a la hora de soldar se hará de forma unilateral ya que para soldar celdas de litio necesitamos que estén apoyadas en una base para que se pueda soldar de manera correcta y debido a que se utilizara la soldadura unilateral, para soldar se usará una pinza unilateral.

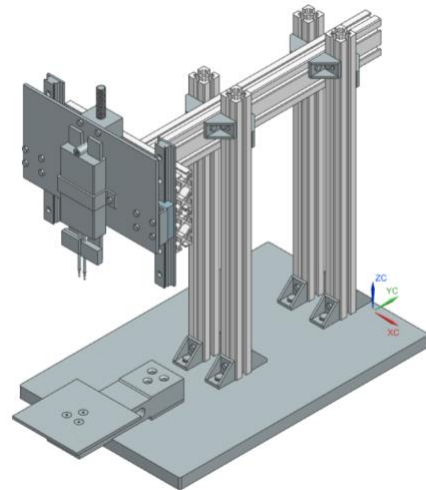


Ilustración 5. Diseño en 3D de la máquina.

La máquina de soldadura esta constituida por las siguientes partes, donde constan piezas compradas y piezas diseñadas:

- Base.
- Estructura.
- Galga extensiométrica.
- Soporte de plástico y electrodos.
- Guías correderas.

- Parte del tornillo y muelle.

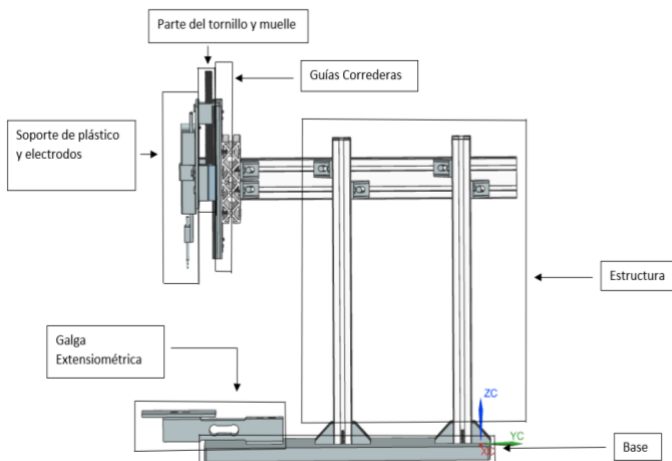


Ilustración 6. Partes de la máquina.

4.FABRICACIÓN

En esta parte se realiza la fabricación de las diferentes piezas que se han diseñado para fabricar la máquina de soldadura.

Se trata de 13 piezas, que son las siguientes:

- Base.
- Barra 20x20x300 mm.
- Barra 20x40x150 mm.
- Chapa soporte tornillo.
- Tapa de la pinza.
- Chapa galga.
- Chapa baterías.
- Chapa vía.
- Placa patín.
- Soporte superior tornillo.
- Soporte inferior tornillo.
- Soporte pinza.
- Tope cilíndrico.

Para fabricar las diferentes piezas se ha utilizado el taller de mecánica, donde se ha utilizado gran variedad de herramientas y máquinas, como los machos para hacer agujeros roscados, el taladro de pedestal para hacer agujeros, la sierra eléctrica para cortar y muchas otras máquinas.

En las siguientes fotografías se enseñarán ejemplos de piezas fabricadas:

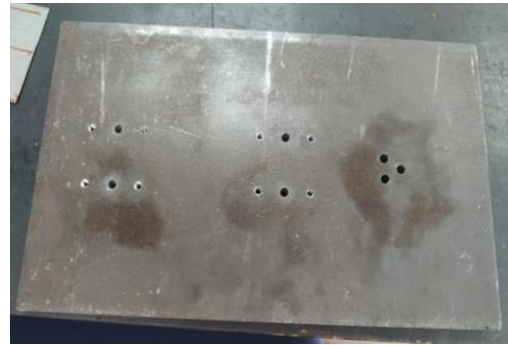


Ilustración 7. Ejemplo 1 de pieza fabricada.



Ilustración 8. Ejemplo 2 de pieza fabricada.

Para realizar la pinza y la máquina de soldadura, se ha utilizado los siguientes materiales:

- Aluminio 6061 T-6:

Este material se ha utilizado para fabricar la sujeción de la parte de plástico y los dos soportes del muelle y la tuerca.

- Aluminio estructural:

Este material se ha utilizado para la estructura de la máquina que consta de los perfiles 20x60 mm y 20x20 mm.

- PVC:

Con este material se ha fabricado el tope cilíndrico de la pieza de plástico.

- Hierro:

Es el material el cual está hecho la

base de la máquina.

- Aluminio:

Este material se ha utilizado para fabricar todas las diferentes chapas menos la de las guías y también para la tapa y sujeción de la pinza.

- Acero:

Con este material se ha fabricado la chapa de las guías.

- Madera:

La madera se ha utilizado para fabricar la chapa de baterías.

5.Montaje

En esta parte se ha procedido al montaje de todas las piezas diseñadas y compradas para montar la máquina de soldadura y terminar el prototipo.

El prototipo final de la máquina montado es el siguiente:

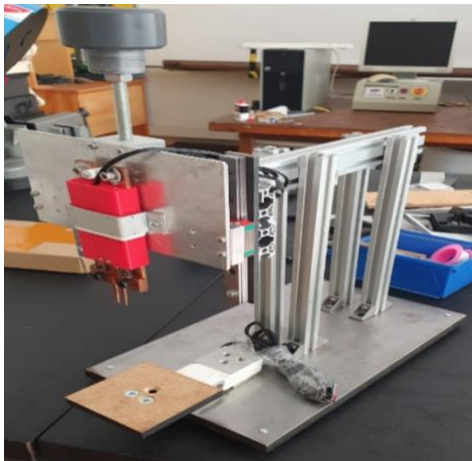


Ilustración 9. Prototipo final.

6.PRESUPUESTO

El presupuesto final del proyecto es de 5056,5 €. Se basa en tres conceptos.

El primer concepto, hace referencia al diseño de la máquina de soldadura ha costado 875 €, el modelaje en 3D 2800

€, y el acoplamiento del conjunto 260 €.

El segundo concepto, se basa en el material utilizado que ha tenido un coste de 160,75 €.

Y el último concepto, son los gastos de fabricación 210,75 € y el montaje 750 €.

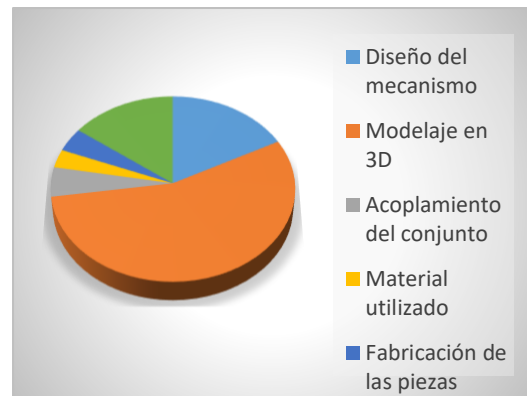


Ilustración 10. Presupuesto del proyecto.

RESULTADOS

Se ha puesto en práctica los conocimientos estudiado en las diferentes asignaturas cursadas durante la carrera.

Se ha conseguido el objetivo principal que era el diseño y fabricación de la máquina de soldadura y dimensionamiento de los supercondensadores y el sistema de control de la descarga. Además de superar los objetivos específicos determinados y también se ha ganado experiencia diseñando y fabricando en un caso real superando los problemas que iban apareciendo por el camino, ya que cambia mucho cuando se diseña y cuando se está fabricando y montando.

CONCLUSIONES

- Se ha simulado con éxito cuando se produce el punto de soldadura en una celda de litio, obteniendo la gráfica de la temperatura en función del tiempo en el punto.

- Se ha diseñado la máquina de soldadura por puntos para soldar celdas de litio.
- Se ha realizado de manera correcta los planos y las hojas de rutas de las piezas y luego se han fabricado.
- Se ha ido corrigiendo de manera rápida, adaptable y ligera los errores del diseño y los errores de fabricación cuando iban surgiendo.
- Se ha montado las piezas y el conjunto de manera correcta.

REFERENCIAS

[1] Maquituls. La soldadura por puntos. Principales características. [en línea]. [Consulta: 15 febrero 2022]. Disponible en: <https://www.maquituls.es/noticias/la-soldadura-por-puntos-principales-caracteristicas/>

[2] EcuRed. Soldadura por puntos. [en línea]. [Consulta: 1 de marzo de 2022]. Disponible en: https://www.ecured.cu/Soldadura_por_puntos

[3] AutoCrash. Aplicaciones de la soldadura por puntos en la industria automotriz. [en línea]. [Consulta: 2 de marzo de 2022]. Disponible en: <https://www.revistaautocrash.com/conozca-los-metodos-union-ensamble-carrocerias/>