

Diseño de un sistema de acoplamiento por medio de fresadora CNC para la medición de conductividad eléctrica en soluciones acuosas

Design of a coupling system by CNC milling machine for the measurement of electrical conductivity in aqueous solutions

Joan Sebastián Bustos Miranda¹

Jeison Stiven Martínez Gómez²

Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia

Resumen

Este working Paper presenta las simulaciones del diseño y mecanizado por fresadora CNC de un prototipo de celda potenciométrica para la medición de conductividad eléctrica en soluciones acuosas, con aplicación a la agricultura de precisión. El prototipo integra un sensor de conductividad eléctrica, una termocupla y agitador mecánico. Resaltando puntos claves, como la necesidad de realizar dos perforaciones laterales para la limpieza de la celda, indicaciones del grosor del contenedor que permite un empaque como sello, el diseño curvo de las esquinas y la proyección de mejora con aletas de soporte.

Palabras clave: conductividad eléctrica, agitador mecánico, termocupla, mecanizado de pieza, fresadora CNC.

Abstract

This Working Paper presents the simulations of the design and machining by CNC milling machine of prototype potentiometric cell for the measurement of electrical conductivity in aqueous solutions, with application to precision agriculture. The prototype integrates an electrical conductivity sensor, thermocouple and mechanical stirrer. Highlighting key points, such as the need to make two lateral perforations for cleaning the cell, indication of the thickness of the container that allows packaging as a seal, the curved design of the corners and the projection for improvement with support wings.

¹ Ingeniero electrónico, especialista en Educación Superior a Distancia, magister en Ingeniería en Automatización Industrial, <https://orcid.org/0000-0001-6305-8355> / joan.bustos@unad.edu.co

² Estudiante de ingeniería electrónica, <https://orcid.org/0000-0002-1589-046X> / jsmartinezgo@unadvirtual.edu.co

Keywords: Electrical conductivity, mechanical stirrer, thermocouple, part machining, CNC milling machine.

1. Introducción

El diseño de este tipo de celdas potenciométricas permite hacer la medición de la conductividad eléctrica, parámetro que es tenido en cuenta para estimar una producción relativa de un cultivo agrícola. Las pruebas de campo han podido relacionar las variables que son relevantes en este tipo de mediciones. La temperatura, la homogeneidad de la solución y la conductividad eléctrica son factores de suma importancia para realizar y garantizar la repetitividad de las mediciones. El prototipo planteado permite acoplar un agitador mecánico, una termocupla y un sensor de conductividad eléctrica para realizar mediciones en soluciones acuosas. El diseño se realizó mediante el uso de software Spectra CAD Engraver, los recorridos de herramienta con Spectra CAD Milling y la simulación del mecanizado con CNC Base for expertmill machine center. Las opciones de mejora se proyectaron en 3D en con el software Sketchup.

2. Metodología

Se parte del diseño experimental planteado por Bustos (2022) (ver Figura 1), el cual incorpora 4 elementos (contenedor, termocupla, sensor de conductividad eléctrica y un agitador mecánico compuesto por un motor y un aspa. Dicho sistema, permite medir la conductividad eléctrica, con lo que contribuye al desarrollo tecnológico para el mejoramiento de procesos productivos en la agricultura (Bustos *et al.*, 2022). Lo anterior permitió analizar y proyectar un sistema de acople para las partes mencionadas, teniendo en cuenta la funcionalidad para el ingreso y salida de una solución acuosa del contenedor.

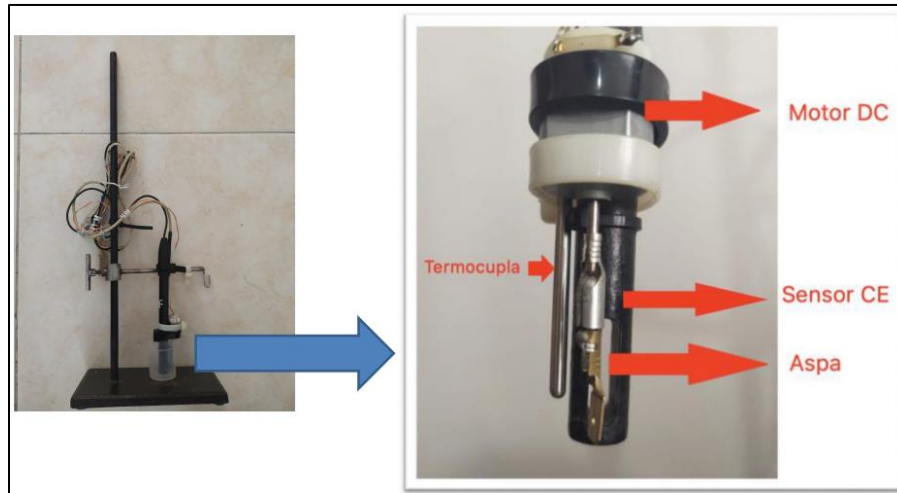
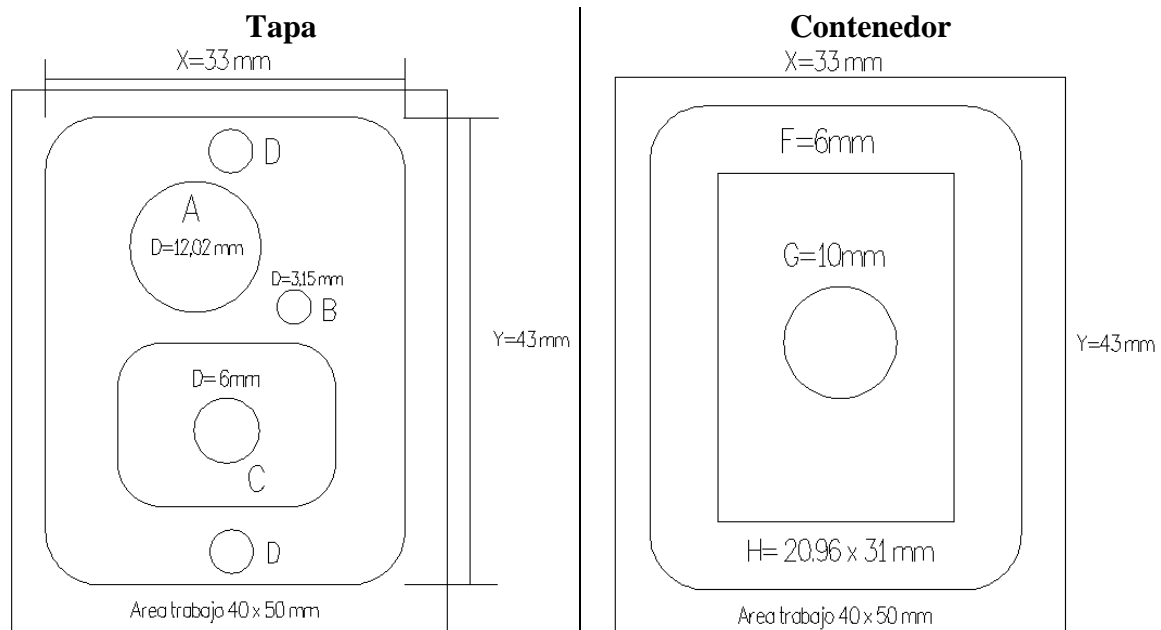


Figura 1. Montaje experimental del agitador mecánico (Bustos, 2022).

2.1 Diseño en Spectra CAD Engraver

Se planteó el diseño de una tapa y un contenedor, los cuales conformarán una celda potenciométrica. La Figura 2 indica la vista superior de los elementos diseñados con sus respectivas dimensiones a mecanizar.



A. Sensor conductividad eléctrica. **B.** Sensor termocupla. **C.** Motor agitador (medidas 20 mm x 15 mm / Filete de 4 mm). **D.** Orificios para tornillos. **F.** Espacio entre rectángulo y borde externo 6 mm. **G.** Orificio para tapón de purga. **H.** Interior recipiente. Nota: filete externo Tapa 5 mm.

Figura 2. Diseño propuesto de tapa y recipiente.

2.2 Configuración de fresado en Spectra CAD Milling

A continuación, se detallan las operaciones de fresado para la tapa y el contenedor:

- Operaciones de fresado de la tapa:

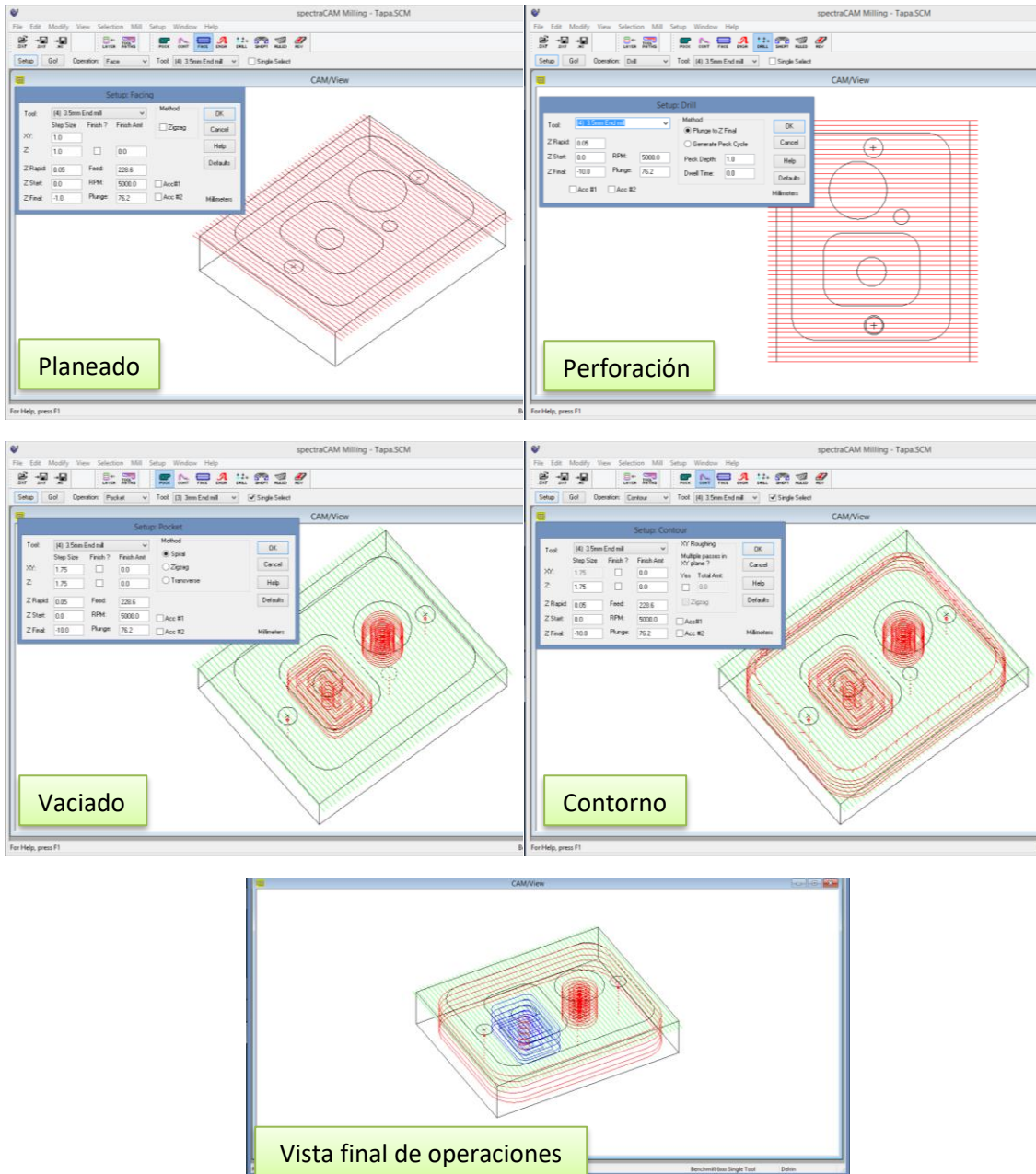


Figura 3. Operaciones de fresado para tapa.

La Figura 3 indica las operaciones de fresado para la tapa (planeado, perforación, vaciado y contorno).

- Operaciones de fresado del contenedor:

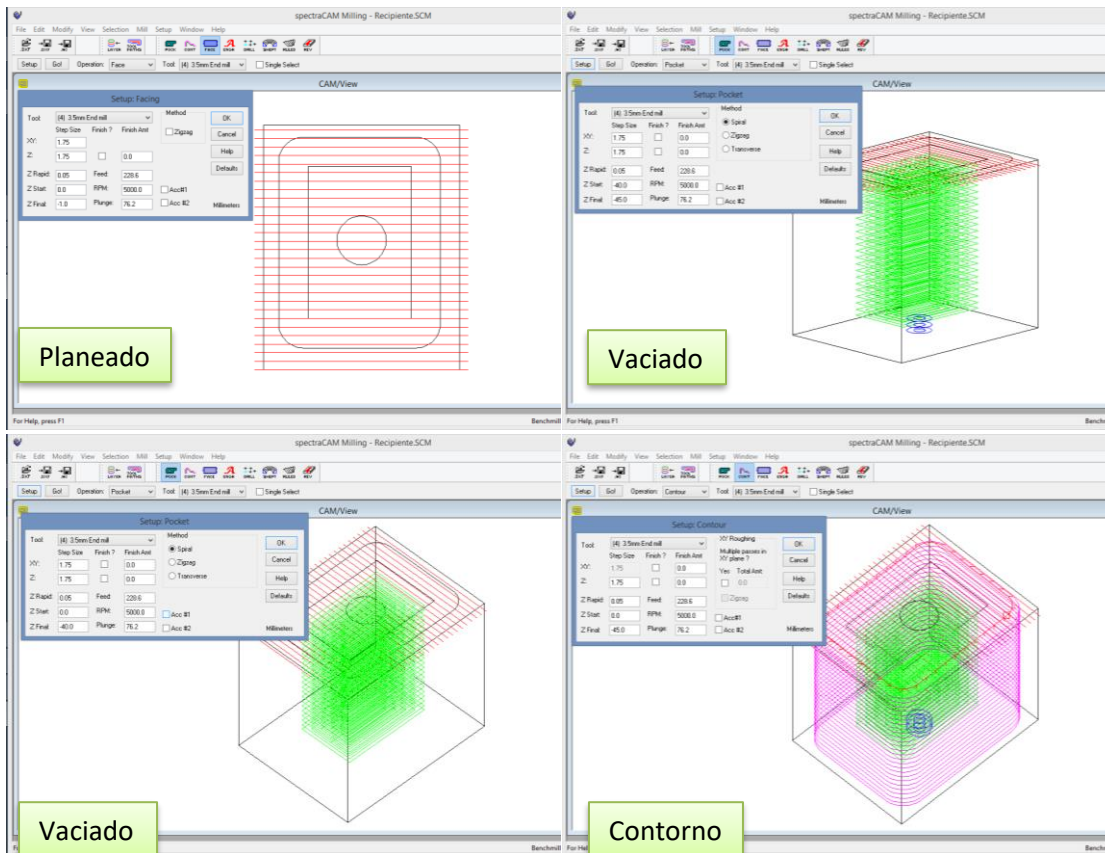


Figura 4. Operaciones de fresado para el contenedor.

La Figura 4 indica las operaciones de fresado para el contenedor (planeado, perforación, vaciado y contorno).

En las operaciones de fresado, se tuvo en cuenta las áreas de trabajo, las cuales varían de profundidad entre tapa y recipiente, siendo la primera de 40x50x10 mm y la segunda de 40x50x45 mm. Con ello se garantiza una tapa con un grosor que permite el acople seguro de los sensores. El contenedor tiene un tamaño adecuado para albergar los sensores y la solución acuosa para ser estudiada. Así mismo, el grosor del contenedor es el suficiente (6 mm) para evitar posibles interferencias externas que puedan alterar la medición.

2.3 Simulación de maquinado en CNC Base for expertmill machine center

A continuación, se muestran las vistas isométricas del mecanizado del contenedor y de la tapa.

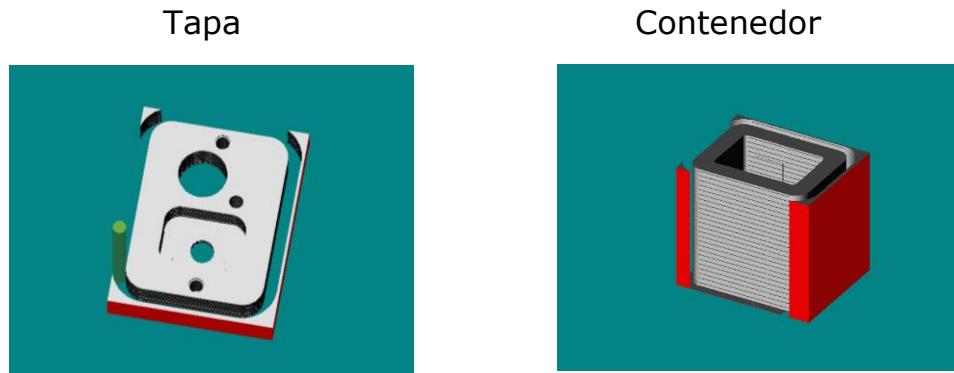


Figura 5. Vistas isométricas de simulación del mecanizado de la tapa y del recipiente.

2.4 Proyección 3D en Sketchup

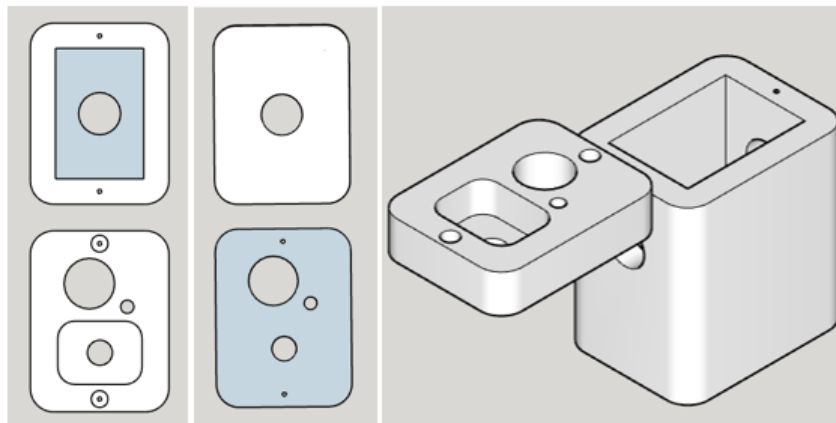


Figura 6. Diseño 3D propuesto de la tapa y del recipiente en sketchup

La Figura 6 indica el diseño propuesto para la tapa y el contenedor. Con la opción de dos perforaciones en el contenedor para realizar el mantenimiento de la celda.

3. Discusión

El prototipo final del diseño del sistema de acople para los sensores fue satisfactorio, cabe resaltar los siguientes puntos:

- El mecanizado mediante el software Spectra no considera las dos perforaciones laterales del diseño (ver en Figura 6), por lo que una vez maquinado se hacen manualmente. Estas perforaciones se tienen estipuladas para entrada y salida de la solución acuosa por mangueras, sin destapar el recipiente.
- El borde del contenedor al tener un grosor de 6 mm admite la utilización de un empaque que se puede recortar, usando las mismas medidas para ser utilizado como un sello.

3.1 Proyección de mejora

El diseño puede ser mejorado, incluyendo aletas de soporte con perforaciones para sujeción con tornillo, con ello permite anclar el sistema a una base horizontal sin comprometer la estructura interna del recipiente.

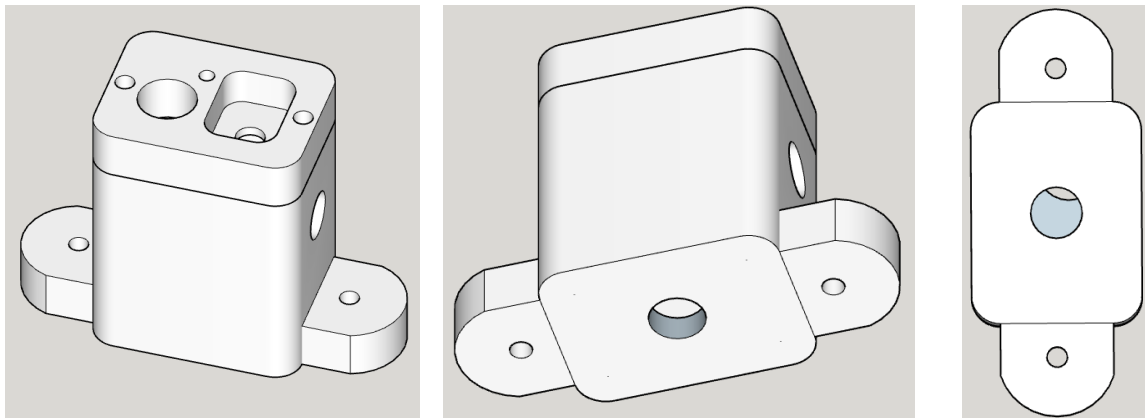


Figura 7. Vista 3D de posible mejora al diseño.

La Figura 7 indica las aletas de soporte como proyección de mejora al sistema diseñado.

4. Conclusiones

El desarrollo experimental del sistema de acoplamiento para el sensor de conductividad eléctrica, termocupla y agitador mecánico ha resultado en un nuevo diseño satisfactorio y funcional. El uso de software de diseño y simulación ha facilitado el mecanizado del sistema, lo que ha contribuido a mejorar la practicidad, estética y funcionalidad.

Las mejoras propuestas, junto con características existentes como el borde del recipiente con un grosor de 6 mm que permite el uso de un empaque como sello, demuestran el potencial para seguir mejorando y optimizando el sistema en trabajos futuros.

Referencias

- Bustos Miranda, J. (2022). *Identificación nutricional de soluciones de suelo por correlación de conductividad eléctrica*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia. <http://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/81547>
- Bustos Miranda, J., Toro García, N. & Cárdenas Jiménez, J. (2022). Modelación de la conductividad eléctrica del suelo con aplicación a la agricultura. *Memoria Congreso Internacional de Investigación e Innovación*, 4(1), 1415. Universidad Nacional de Colombia, Universidad Nacional, abril 2022. https://www.congresoucec.com.mx/documentos/mem2022/MEMORIA_2022_PRIMERA_PARTE.pdf