



1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Desarrollo y caracterización de termopares flexibles impresos en sustratos blandos para detección térmica de bajo coste

Descripción general (resumen y metodología):

La monitorización precisa de la temperatura es fundamental en múltiples aplicaciones tecnológicas y biomédicas, desde dispositivos portátiles hasta sistemas de control térmico en sensores electrónicos. En particular, los sensores térmicos basados en el efecto Seebeck, como los termopares, ofrecen una solución pasiva, de bajo coste y fácilmente integrable en plataformas flexibles.

Este trabajo de fin de grado tiene como objetivo el diseño, fabricación y caracterización experimental de termopares utilizando tecnologías de impresión de circuitos disponibles en el laboratorio. Empleando materiales disponibles como cobre, carbono o plata, el/la estudiante imprimirá combinaciones de metales conductores sobre sustratos flexibles para fabricar sensores térmicos que generen voltaje en función de un gradiente de temperatura.

Una vez fabricados los dispositivos, se realizarán experimentos para evaluar su sensibilidad térmica, linealidad y estabilidad, y se compararán los resultados con modelos teóricos basados en la literatura. Además, se estudiará el **efecto Peltier** como fenómeno inverso, aplicando corriente a los termopares para observar los cambios de temperatura inducidos, cuantificando así su respuesta térmica activa.

Tipología: Trabajos experimentales, de toma de datos de campo o de laboratorio.

Objetivos planteados:

Objetivo general:

Diseñar, fabricar y caracterizar sensores térmicos tipo termopar sobre sustratos flexibles utilizando impresión de circuitos, y analizar tanto su comportamiento pasivo (efecto Seebeck) como activo (efecto Peltier) mediante comparación con modelos teóricos.

Objetivos específicos:

Investigar diferentes combinaciones de materiales conductores imprimibles (cobre, carbono, plata, etc.) con potencial para generar diferencias de potencial por efecto Seebeck.

Diseñar geometrías funcionales de termopares compatibles con la impresora de tintas conductoras disponible en el laboratorio.

Fabricar los dispositivos sobre sustratos flexibles mediante impresión directa de los materiales.

Realizar ensayos experimentales para determinar la sensibilidad térmica ($\mu\text{V/K}$), estabilidad y repetibilidad de los dispositivos.

Comparar los resultados obtenidos con modelos teóricos y coeficientes termoeléctricos conocidos.

Evaluar el efecto Peltier aplicando corriente a los dispositivos y midiendo la variación de temperatura inducida.

Bibliografía básica:

- https://en.wikipedia.org/wiki/Thermoelectric_effect
- G. D. Mahan, Introduction to thermoelectrics. **APL materials**, v. 4, n. 10, 2016.
- A. Harzheim, F. Könnemann, B. Gotsmann, H. S.J. van der Zant, and P. Gehring, "Single-material graphene thermocouples," Adv. Funct. Mater., vol. 30, no. 22, 2000574, 2020.
- Hwang, Hyeon Jun et al. Large scale graphene thermoelectric device with high power factor using gradient doping profile. **Carbon**, v. 201, p. 467-472, 2023.

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

Se recomienda que el/la estudiante tenga:

Interés por el trabajo experimental y la fabricación y caracterización de dispositivos.

Conocimientos de electrónica básica.

Familiaridad o interés en aprender conceptos de transferencia de calor y efectos termoeléctricos (Seebeck, Peltier).

Conocimientos básicos de análisis de datos y programación en Python o Matlab para procesar resultados.

Capacidad para trabajar bajo supervisión en laboratorio con autonomía y responsabilidad.

No se requiere experiencia previa en impresión de circuitos, ya que se proporcionará formación y acompañamiento en el uso del equipamiento disponible.

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: ANDRÉS GODOY MEDINA

Ámbito de conocimiento/Departamento: ELECTRÓNICA

Correo electrónico: agodoy@ugr.es

3. COTUTOR/A DE LA UGR (en su caso):

Nombre y apellidos: FELIPE DE ASSIS DIAS

Ámbito de conocimiento/Departamento: ELECTRÓNICA

Correo electrónico: fadias@ugr.es

4. COTUTOR/A EXTERNO/A (en su caso):

Nombre y apellidos:

Correo electrónico:

Nombre de la empresa o institución:

Dirección postal:

Puesto del tutor en la empresa o institución:

Centro de convenio Externo:

5. DATOS DEL ESTUDIANTE:

Nombre y apellidos:

Correo electrónico: