



UNIVERSIDAD  
DE GRANADA



FACULTAD  
DE CIENCIAS

**Propuesta TFG.** Curso 2026/2027

**GRADO:** Grado en Ingeniería Electrónica Industrial

**CÓDIGO DEL TFG:** 205-050-2026/2027

## 1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

**Título:** Diseño, construcción y control electrónico de una bioimpresora 3D de bajo coste basada en motores paso a paso

**Descripción general** (resumen y metodología):

La bioimpresión 3D es una tecnología emergente que permite depositar biotintas de forma controlada para fabricar estructuras tridimensionales con interés en ingeniería de tejidos y medicina regenerativa. Sin embargo, las bioimpresoras comerciales presentan habitualmente costes elevados y arquitecturas cerradas, lo que limita su adaptación a necesidades específicas de investigación. Por este motivo, en los últimos años se han desarrollado plataformas abiertas y de bajo coste basadas en impresoras 3D modificadas, firmware libre y sistemas de extrusión mediante jeringas accionadas por motores paso a paso.

En este TFG se propone el diseño, construcción y puesta en marcha de una bioimpresora 3D de bajo coste, con especial énfasis en la integración electrónica, el control de tres motores paso a paso y la programación del sistema de movimiento/extrusión. La propuesta se inspira en plataformas recientes de bioimpresión DIY y open-source, incluyendo sistemas modulares multi-cabezal, bioimpresoras coaxiales modificadas a partir de impresoras comerciales y plataformas compactas de direct ink writing de bajo coste. En estos trabajos se demuestra la viabilidad de utilizar electrónica abierta, firmware Marlin, placas de control tipo SKR/MKS/RUMBA y extrusores de jeringa accionados por motores para imprimir materiales blandos.

El trabajo se centrará en la construcción de una plataforma funcional controlada electrónicamente, capaz de desplazar el cabezal o la plataforma de impresión y accionar un sistema de extrusión mediante jeringa. El/la estudiante abordará la selección de componentes electrónicos, el cableado de motores y drivers, la

configuración del firmware, la generación o adaptación de trayectorias mediante G-code y la calibración básica del sistema. Como validación, se realizarán pruebas de movimiento, repetibilidad, control de caudal y deposición de materiales modelo no celulares. La posibilidad de integrar en el futuro una bobina o módulo magnético se tendrá en cuenta en el diseño, dejando espacio y compatibilidad mecánica/electrónica para desarrollos posteriores en el Laboratorio Singular en Tecnologías Avanzadas F2N2Lab de la Universidad de Granada.

La metodología incluirá: revisión del estado del arte, diseño conceptual del sistema, selección de placa controladora y drivers, montaje de los tres motores paso a paso, configuración del firmware, diseño o adaptación de piezas mediante modelado 3D, pruebas de calibración y validación experimental con patrones simples de impresión. El trabajo se desarrollará en colaboración con un equipo multidisciplinar, combinando electrónica, programación, fabricación 3D y aplicaciones en biomateriales.

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

**Objetivos planteados:**

- Estudiar el estado del arte en bioimpresoras 3D de bajo coste, sistemas open-source y plataformas DIY para impresión de hidrogeles.
- Diseñar la arquitectura electrónica básica de una bioimpresora basada en tres motores paso a paso.
- Seleccionar e integrar la placa controladora, drivers de motores, fuente de alimentación, finales de carrera y elementos auxiliares necesarios.
- Configurar el firmware de control, preferentemente basado en Marlin u otra plataforma abierta compatible.
- Diseñar o adaptar las piezas mecánicas necesarias mediante modelado 3D, incluyendo soportes para motores, jeringa/extrusor y cabezal de impresión.
- Implementar el control de movimiento y extrusión mediante G-code.
- Calibrar el desplazamiento de los ejes, la respuesta de los motores y el sistema de extrusión.
- Validar la bioimpresora mediante la deposición de patrones simples usando materiales modelo.

- Evaluar la precisión, repetibilidad y limitaciones del sistema desarrollado.
- Dejar preparado el diseño para futuras ampliaciones, incluyendo módulos de extrusión adicionales o integración de una bobina/campo magnético.

#### **Bibliografía básica:**

- L. X. Phung, T. Q. Ta, V.-H. Pham, M. T. H. Nguyen, T. Do and T. K. Nguyen, "The development of a modular and open-source multi-head 3D bioprinter for fabricating complex structures", Bioprinting 39, e00339, 2024.  
<https://doi.org/10.1016/j.bprint.2024.e00339>
- J. D. Weiss, A. Mermin-Bunnell, F. S. Solberg, T. Tam, L. Rosalia, A. Sharir, D. Rüttsche, S. Sinha, P. S. Choi, M. Shibata, Y. Palagani, R. Nilkant, K. Paulvannan, M. Ma and M. A. Skylar-Scott, "A Low-Cost, Open-Source 3D Printer for Multimaterial and High-Throughput Direct Ink Writing of Soft and Living Materials", Advanced Materials 37, 2414971, 2025.  
<https://doi.org/10.1002/adma.202414971>
- M. Jergitsch, R. Sojunov, F. Selinger, M. Frauenlob, L. M. Delgado, S. Perez-Amodio, R. A. Perez and M. A. Mateos-Timoneda, "Fabrication and validation of an affordable DIY coaxial 3D extrusion bioprinter", Scientific Reports 15, 22978, 2025.  
<https://doi.org/10.1038/s41598-025-06478-9>
- N. Mohan, Power Electronics: A First Course, Wiley, 2011.
- R. S. Khandpur, Printed Circuit Boards: Design, Fabrication, Assembly and Testing, McGraw-Hill, 2006.  
<https://books.google.com.pe/books?id=xmMoetS8vSQC>
- Marlin Firmware Documentation, documentación técnica del firmware open-source para impresoras 3D.  
<https://marlinfw.org/>

#### **Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:**

- Conocimientos básicos de electrónica, motores paso a paso y drivers de potencia.
- Conocimientos de programación en C/C++ y/o python.
- Interés por firmware de impresoras 3D, G-code y sistemas de control de movimiento.
- Conocimientos básicos de diseño CAD/modelado 3D, o disposición para aprenderlos durante el TFG.
- Interés por fabricación aditiva, instrumentación de laboratorio y desarrollo de prototipos.

**Plazas:** 1

## **2. DATOS DEL TUTOR/A:**

**Nombre y apellidos:** JUAN DE VICENTE ÁLVAREZ-MANZANEDA

**Ámbito de conocimiento/Departamento:** FÍSICA APLICADA

**Correo electrónico:** jvicente@ugr.es

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

**Nombre y apellidos:** ELIO CINAR SAN SEGUNDO

**Ámbito de conocimiento/Departamento:** FÍSICA APLICADA

**Correo electrónico:** eliocss@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:**