

PROPUESTA C para TFG Ingeniería Electrónica Industrial

Título: Diseño y fabricación de dispositivo de recubrimiento por rotación (spin coater)

Plazas: 1

Grado: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial

Departamento: Mecánica de Estructuras e Ingeniería Hidráulica

Tipología: Resolución de problemas en el ámbito de la ingeniería y la arquitectura.

Curso: curso 2025/2026

Profesor proponente tutor: Antonio Jesús Gómez Fernández (ajgomez@ugr.es)

Cotutor de la UGR: Alejandro León Carmona Zurfluh (leon@ugr.es)

Descripción general (resumen y metodología):

El presente Trabajo Fin de Grado tiene como finalidad el diseño, construcción y validación de un recubridor por rotación (también conocido como *spin coater*), un dispositivo ampliamente utilizado en laboratorios de investigación para la deposición de capas delgadas y homogéneas sobre superficies planas. Este tipo de sistemas tiene especial relevancia en campos como la microfabricación, la ingeniería de superficies, la biotecnología y la ciencia de materiales, ya que permite aplicar recubrimientos controlados de soluciones líquidas sobre sustratos con alta precisión y reproducibilidad.

La metodología propuesta se basa en un enfoque experimental y de ingeniería aplicada. Se construirá un prototipo funcional empleando un motor de revolución controlada, acoplado a una plataforma giratoria sobre la cual se depositará el líquido. Para garantizar una rotación estable y ajustable, se incorporará un encoder que permitirá medir la velocidad angular del sistema en tiempo real. Esta medición será la base del diseño e implementación de un controlador PID, encargado de mantener constante la velocidad deseada, compensando cualquier perturbación externa.

El sistema completo será gestionado desde un entorno de software desarrollado ad hoc, posiblemente usando Matlab como plataforma de programación, debido a su versatilidad y facilidad de integración con hardware externo. La interfaz permitirá al usuario establecer perfiles de recubrimiento personalizados (velocidad, aceleración, duración del proceso, etc.) y visualizar en tiempo real los datos de funcionamiento. Finalmente, el prototipo será evaluado mediante pruebas funcionales con soluciones líquidas, analizando la estabilidad del sistema y la calidad del recubrimiento generado.

Objetivos planteados:

Diseñar un sistema mecánico estable y equilibrado para la rotación precisa de sustratos. Implementar un sistema de medida de velocidad mediante encoder, y desarrollar un algoritmo de control PID para garantizar la estabilidad rotacional. Desarrollar una interfaz de usuario intuitiva para definir parámetros de funcionamiento y controlar el proceso de forma remota. Evaluar experimentalmente el comportamiento del sistema y validar su utilidad práctica en la creación de películas delgadas.

Bibliografía básica:

- R.G. Larson and T. J. Reheg. 1997. Spin coating. Chapter of Liquid Film Coating. Springer. 709-734.
- D. Loza; V. H. Guerrero; R. Dabirian. 2014. Construction of low cost spin and dip coaters for thin film deposition using open source technology. *Momento*. 49(49):13-25.
- A. Brito; R. Nunes; G. Maioli. 2023. Building a low cost spin coater with Arduino. *SBMicro*.
- A. Shnier; F. Otieno; C. Billing; D. Wamwangi; D. G. Billing. 2023. Robots Arduino controlled spin coater using a novel and simple gravity chuck design. *HardwareX*. 14:e00422.

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

Animamos a los estudiantes de último año del Grado de Ingeniería Electrónica Industrial a embarcarse en este excitante proyecto. Puede ser particularmente atractivo a aquellos estudiantes con interés en tecnología médica. Son ya 10 los estudiantes del Grado de Ingeniería Electrónica que han realizado de forma muy satisfactoria su TFG con el Grupo de Ultrasonidos de la Universidad de Granada.

Se recomienda contactar con el profesor responsable de la propuesta antes de solicitarla (ajgomez@ugr.es). Sería relevante tener nociones en física de ondas, mecánica básica y métodos numéricos, así como destreza en programación en lenguaje Matlab y/o Python.

La presente propuesta es transversal a diversas líneas de investigación ya existentes en el Grupo de Ultrasonidos de la Universidad de Granada, por lo que, si los resultados de investigación del proyecto son positivos, surgirán sinergias para dar continuidad al proyecto, así como posibilidades de buscar financiación en planes de investigación nacionales, regionales y propios de la universidad.

Para aquellos estudiantes con interés en una carrera académica y de investigación: las ayudas para la Formación del Profesorado Universitario (FPU) son las ayudas por excelencia para realizar estudios de doctorado en España. Contribuyen con el salario y coste laboral del investigador predoctoral durante 4 años, así como con financiación para realizar estancias de investigación en otros centros. Entre los requisitos para solicitarlas se encuentra el tener una nota alta en el expediente académico del Grado, en Ingeniería >7.5. Es de vital importancia involucrarse en investigación desde una etapa temprana, apoyándose en grupos de investigación sólidos y punteros para desarrollar el TFG y el TFM, de forma que el esfuerzo puesto en estos proyectos se materialice en publicaciones científicas y actividades de divulgación que servirán para fortalecer el currículum del candidato a beca FPU. El Grupo de Ultrasonidos de la Universidad de Granada tiene, en este aspecto, amplia experiencia, habiendo formado y contribuido a la carrera académica e investigadora de más de 12 doctores y candidatos a doctor hasta la fecha, uno de ellos proveniente del Grado de Ingeniería Electrónica Industrial de la Universidad de Granada.