



1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Instrumentación electrónica para prácticas de Física en el Grado en Ingeniería Electrónica Industrial

Descripción general (resumen y metodología):

El presente Trabajo Fin de Grado propone el diseño, construcción y validación de un sistema modular de instrumentación electrónica basado en Arduino/ESP32 para la realización de prácticas experimentales de Física en el Grado en Ingeniería Electrónica Industrial.

El sistema permitirá automatizar la adquisición de datos en experiencias clásicas de laboratorio, tales como el péndulo simple, la ley de Hooke, el movimiento rectilíneo de una canica, la caída libre, la velocidad del sonido en el aire o la determinación del calor específico. Además, se plantea como una plataforma abierta y programable, de modo que el alumnado de Ingeniería Electrónica Industrial pueda montar, configurar y programar el sistema como parte de la propia práctica.

En este enfoque, el estudiante no solo obtiene datos experimentales, sino que también participa en el diseño del sistema de medida, la conexión de sensores, la programación del microcontrolador y la calibración del montaje. Para otras titulaciones o asignaturas en las que la programación no sea un objetivo específico, el sistema podrá utilizarse cargando previamente el programa correspondiente a cada práctica, funcionando así como un instrumento de adquisición de datos listo para su uso.

El objetivo principal es modernizar las prácticas de Física, integrando la enseñanza de conceptos físicos con nociones básicas de instrumentación, programación, adquisición de datos y análisis experimental.

Interés formativo

Este TFG conecta directamente los contenidos de Física con competencias propias de la Ingeniería Electrónica Industrial. El estudiante no solo aplicará leyes físicas, sino que también desarrollará instrumentación real para medirlas. De este modo, el trabajo integra física experimental, electrónica, programación, sensores y análisis de datos.

Además, el proyecto puede servir como base para modernizar el laboratorio docente, favorecer el aprendizaje activo y fomentar el uso de tecnologías abiertas y reproducibles en la enseñanza de la Física.

Prácticas de Física que podrían implementarse

El sistema podría aplicarse a varias prácticas del laboratorio de Física, entre ellas:

1. **Péndulo simple**

Medida automática del periodo mediante barrera óptica o sensor magnético.

2. **Ley de Hooke**

Medida de elongación y fuerza mediante sensor de distancia y célula de carga.

3. **Movimiento rectilíneo de una canica**

Registro de tiempos de paso mediante barreras ópticas.

4. **Caída libre**

Medida del tiempo de caída y estimación de la aceleración de la gravedad.

5. Velocidad del sonido en el aire

Medida del retardo temporal entre señales acústicas captadas por micrófonos.

6. Calor específico

Registro de temperatura en función del tiempo mediante sensores digitales.

Resultados esperados

Se espera obtener un prototipo funcional, modular y de bajo coste que permita realizar prácticas de Física con adquisición automática de datos. El sistema deberá ser suficientemente sencillo para ser utilizado por estudiantes de primer curso, pero también lo bastante flexible para que pueda ampliarse en futuras prácticas o proyectos.

Como resultado final, el estudiante deberá entregar:

- Prototipo electrónico funcional.
- Código fuente documentado.
- Esquemas de conexión.
- Guías de montaje y calibración.
- Prácticas piloto validadas experimentalmente.
- Comparación con métodos tradicionales.
- Análisis de precisión y limitaciones del sistema.

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

Objetivos planteados:

Objetivo general

Diseñar y desarrollar un prototipo modular de instrumentación electrónica de bajo coste para la adquisición automática de datos en prácticas de Física del Grado en Ingeniería Electrónica Industrial.

Objetivos específicos

1. Diseñar una arquitectura modular basada en Arduino o ESP32 para prácticas de laboratorio de Física.
2. Seleccionar sensores adecuados para medir variables físicas como posición, tiempo, fuerza, temperatura, sonido o aceleración.
3. Desarrollar el hardware básico de adquisición de datos, incluyendo conexiones, alimentación, acondicionamiento de señal y comunicación.
4. Programar el microcontrolador para registrar datos experimentales en tiempo real.
5. Implementar almacenamiento de datos en tarjeta SD o transmisión a ordenador/dispositivo móvil.
6. Validar el sistema en al menos dos o tres prácticas representativas de Física general.
7. Comparar los resultados obtenidos con los métodos tradicionales de laboratorio.
8. Elaborar guías de uso para estudiantes, incluyendo montaje, calibración, adquisición y análisis de datos.
9. Desarrollar una plataforma docente con dos modos de utilización: un modo programable, en el que el alumnado de Ingeniería Electrónica Industrial pueda montar y programar el sistema como parte de la práctica, y un modo preconfigurado, en el que el programa de cada práctica pueda cargarse previamente para su uso directo en otras asignaturas o titulaciones.

Metodología

El trabajo se desarrollará en varias fases.

En primer lugar, se realizará un análisis de las prácticas de Física que actualmente se imparten en el laboratorio y se seleccionarán aquellas más adecuadas para ser digitalizadas mediante sensores

electrónicos. Se priorizarán prácticas con interés para la Ingeniería Electrónica Industrial, como el movimiento rectilíneo, el péndulo simple, la ley de Hooke, la caída libre o la velocidad del sonido. En segundo lugar, se diseñará una plataforma modular de adquisición basada en Arduino o ESP32. Esta plataforma deberá permitir la conexión de distintos sensores mediante entradas analógicas y digitales, así como la comunicación con una pantalla, tarjeta SD, ordenador o dispositivo móvil. En tercer lugar, se seleccionarán y probarán los sensores necesarios para cada práctica. Por ejemplo, se podrán usar sensores ultrasónicos o barreras ópticas para medidas de movimiento, células de carga o sensores de fuerza para la ley de Hooke, micrófonos para la velocidad del sonido, sensores de temperatura para calorimetría y acelerómetros para estudios dinámicos. Posteriormente, se desarrollará el software de adquisición y procesamiento básico de datos. El programa deberá leer las señales de los sensores, aplicar calibraciones sencillas, registrar los datos y exportarlos en un formato útil para su análisis posterior. Finalmente, se validará el sistema mediante la realización de varias prácticas completas. Se analizará la precisión, repetibilidad, facilidad de uso y utilidad docente del prototipo. Los resultados se compararán con los obtenidos mediante instrumentación tradicional.

Bibliografía básica:

Bibliografía básica

1. Monk, S. Programming Arduino: Getting Started with Sketches. McGraw-Hill Education.
2. Fraden, J. Handbook of Modern Sensors: Physics, Designs, and Applications. Springer.
3. Horowitz, P., & Hill, W. The Art of Electronics. Cambridge University Press.
4. Arduino Documentation. Arduino Reference and Tutorials. Arduino Project Documentation.
5. Espressif Systems. ESP32 Series Datasheet. Technical Documentation.
6. Taylor, J. R. An Introduction to Error Analysis: The Study of Uncertainties in Physical Measurements. University Science Books.
7. Serway, R. A., & Jewett, J. W. Physics for Scientists and Engineers. Cengage Learning.

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

Conocimientos necesarios

Para desarrollar este TFG serán necesarios conocimientos básicos de:

- Laboratorio de Física (MOT).
- Electrónica analógica y digital.
- Sensores e instrumentación.
- Microcontroladores Arduino o ESP32.
- Programación en C/C++.
- Adquisición y tratamiento de datos.
- Calibración de sensores.
- Representación gráfica y análisis de errores.
- Diseño de prototipos de laboratorio.
- Comunicación serie, I2C, SPI o Wi-Fi, según la versión final del sistema.

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: GUILLERMO RAMÓN IGLESIAS SALTO

Ámbito de conocimiento/Departamento: FÍSICA APLICADA

Correo electrónico: iglesias@ugr.es

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

Nombre y apellidos:

Ámbito de conocimiento/Departamento:

Correo electrónico:

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: