

XLIV Jornadas de Automática

Enseñando diseño electrónico y control avanzado con un levitador magnético

Édgar Ramírez Laboreo

Antonio Bono Nuez

Eduardo Montijano Muñoz

Carlos Sagüés Blázquez

Zaragoza, España, 7 de septiembre de 2023



Introducción

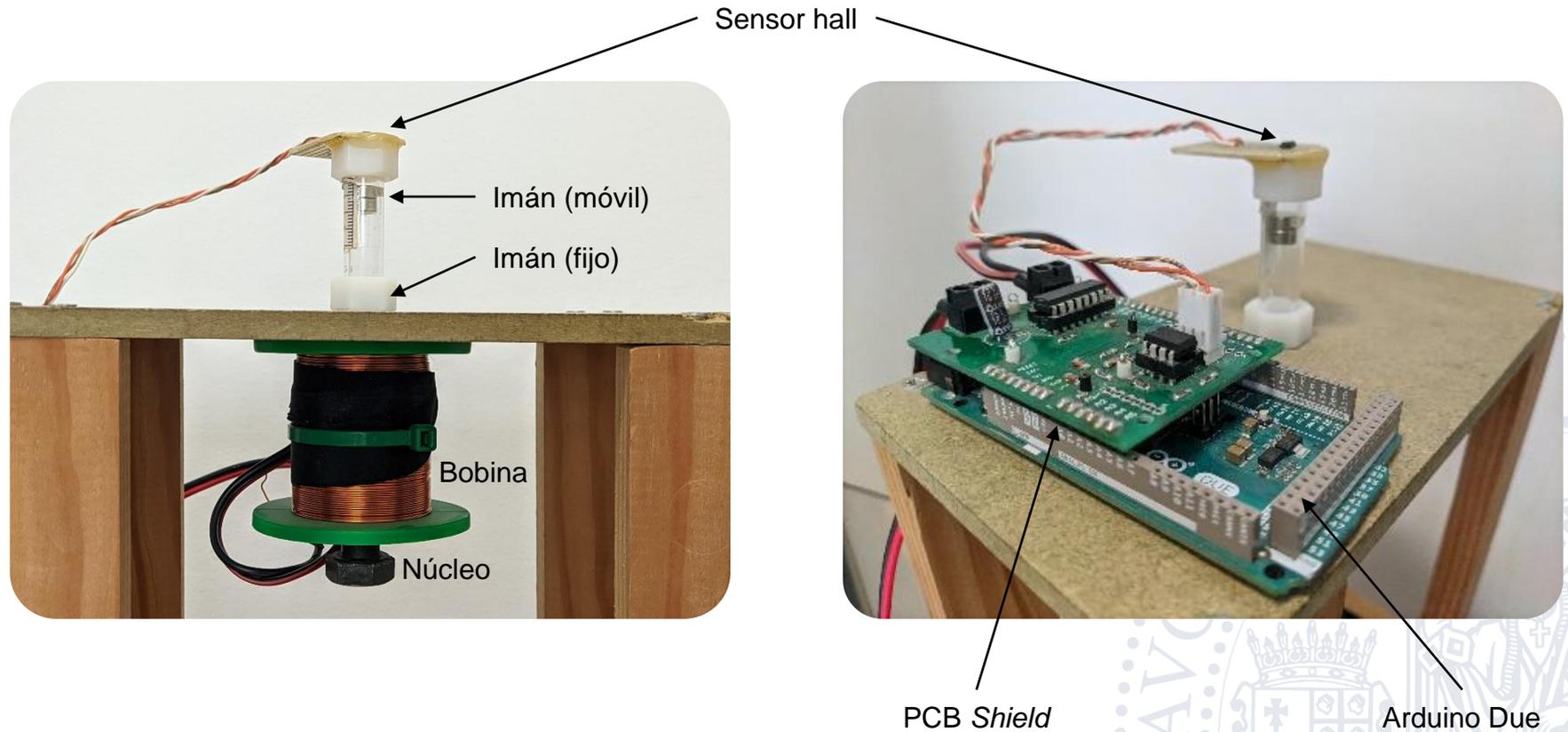
Aprendizaje basado en proyectos:

- “Aprender haciendo” vs. “Aprender para hacer”
- Los alumnos son agentes activos del proceso
- Más motivación y mejor aprendizaje
- Todos los niveles educativos
- Ejemplos en educación universitaria: informática, electrónica de potencia, robótica, redes inteligentes, sistemas embebidos...



Nuestra propuesta: Un levitador magnético para enseñar diseño electrónico y control avanzado.

El levitador magnético



El levitador magnético

Modelo matemático:

- Ecuación eléctrica

$$u(t) = Ri(t) + L \frac{di(t)}{dt}$$

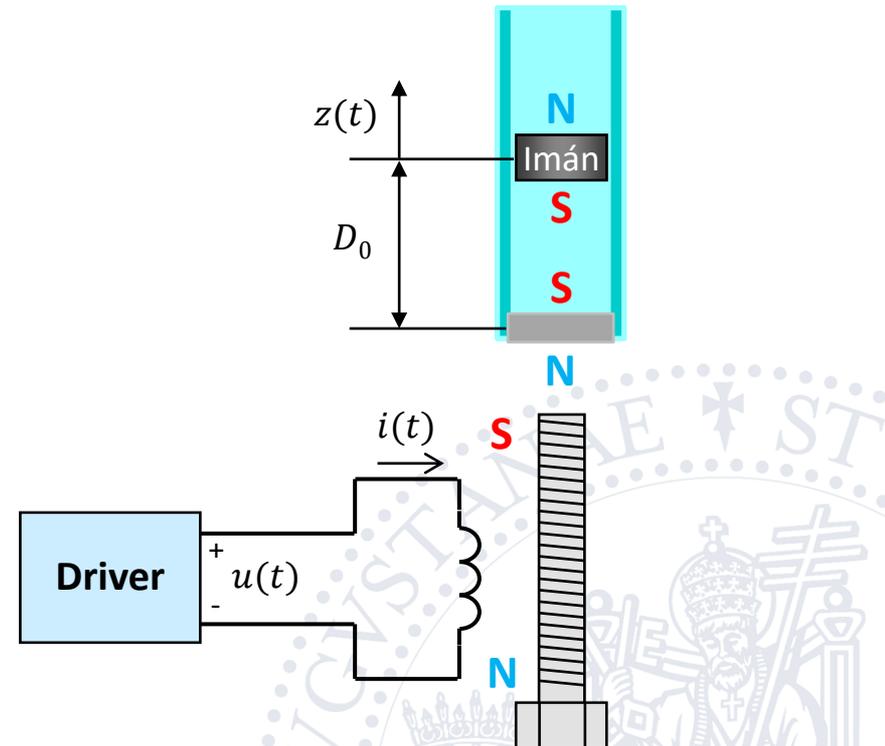
- Ecuación del movimiento

$$M \frac{d^2z(t)}{dt^2} = F(i(t), z(t)) - Mg - K_f \frac{dz(t)}{dt}$$

- Fuerza magnética

$$F(i, z) = K_0 \left(\frac{i(t) + K_1}{z(t) + D_0} \right)^2$$

Fácil caracterización de los parámetros



La asignatura

Diseño electrónico y Control Avanzado

Impartida desde el curso 2014/2015

Dos áreas de conocimiento: Tecnología Electrónica e Ingeniería de Sistemas y Automática

Dos titulaciones: Máster en Ingeniería Industrial y Máster en Ingeniería Electrónica



Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza

La asignatura

El levitador es el hilo conductor de toda la asignatura

Contenidos de teoría

Diseño electrónico:

- Diseño de PCBs
- Acondicionamiento de señales
- Convertidores de potencia
- Aritmética de computación
- Sistemas de tiempo real

Control avanzado:

- Modelado dinámico
- Discretización, control digital
- Control clásico y moderno
- Observadores
- Técnicas avanzadas

Prácticas de laboratorio

Proyecto básico del levitador

1. Diseño del PCB *Shield*
2. Programación de microcontroladores
3. Estimación de parámetros
4. Diseño e implementación de controladores clásicos
5. Diseño e implementación de un observador

Trabajo

Finalizar el proyecto del levitador

- Diseño, implementación y depuración de controladores y observadores adicionales
- Apartados obligatorios y optativos
- Evaluación mediante defensa oral individual

Evaluación

La evaluación es la principal problemática del uso del levitador magnético

¿Trabajo obligatorio?

- ✓ Buen aprendizaje
- ✗ Elevada carga de corrección
- ✗ Elevada carga de trabajo para el estudiantado



¿Trabajo opcional?

- ✗ Pérdida de interés por la asignatura
- ✓ Menos carga de corrección
- ✓ Solo l@s interesad@s asumen la carga de trabajo

Actualmente, sistema de evaluación continua:

Teoría y problemas
Tres pruebas parciales
80%

Prácticas de laboratorio
Cuestionarios Moodle
20%

Trabajo (Opcional)

Modulador de la nota

- Si no se hace: la nota satura en 7
- Si se hace: hasta cuatro puntos “extra”

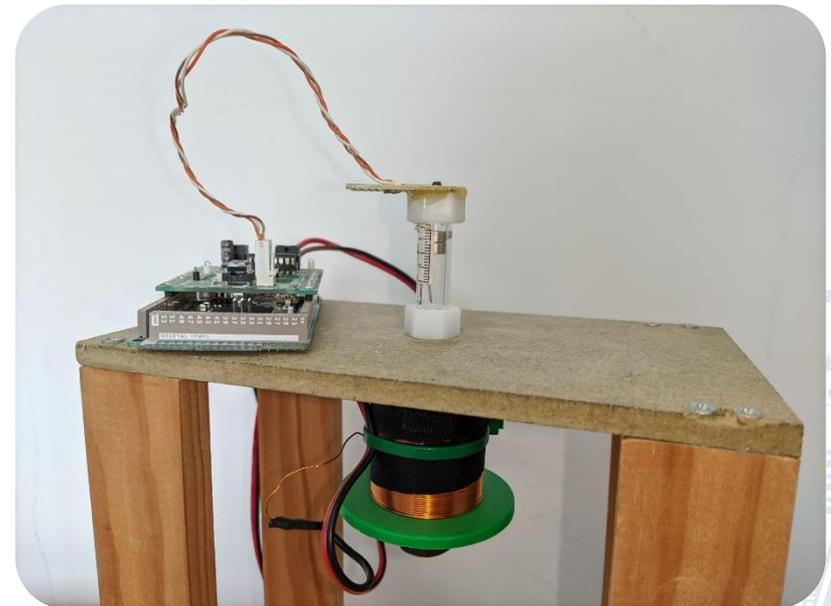
Conclusiones y lecciones aprendidas

El proyecto es útil para el proceso de aprendizaje

Elevada carga de trabajo para el estudiantado

Elevada carga de trabajo para el profesorado

No es atractivo para todos los estudiantes



Conclusiones y lecciones aprendidas



La evaluación del trabajo debe ser justa y válida

Conflicto entre obligatoriedad y optatividad

Si es voluntario, garantizar competencias mínimas

La evaluación continua es más atractiva, pero...

XLIV Jornadas de Automática

Enseñando diseño electrónico y control avanzado con un levitador magnético

Édgar Ramírez Laboreo

Antonio Bono Nuez

Eduardo Montijano Muñoz

Carlos Sagüés Blázquez

Zaragoza, España, 7 de septiembre de 2023

