

## El péndulo hechizado

Nuestro reto de este año se llama “**El péndulo hechizado**”.

¿Quieres saber más sobre el porqué de este reto y en qué consiste? En los siguientes apartados te lo explicamos:

### La cuarta edición: un paso más allá

En la 3ª edición de la Ingeniería en tus manos, dejamos a Harry y Ron rescatados del caldero gracias al hechizo Perpetuum Mobile que Hermione conjuró a tiempo evitando que el péndulo se detuviera.

Pero vencer a las fuerzas oscuras precisa de tener un control total sobre el movimiento del péndulo, parándolo o poniéndolo en marcha a voluntad y, por supuesto, a distancia con nuestra varita de bolsillo: el teléfono móvil.

Aprendamos en esta cuarta edición como lanzar hechizos y que estos surtan efecto haciendo uso de los superpoderes que los ingenieros recogen de científicos y utilizan para hacer progresar a la civilización.



¿Te apuntas a la magia de la Ingeniería?

### Un poco de historia

*“Si he podido ver más allá es porque me encaramé a hombros de gigantes”*

Esa frase, que suele atribuirse a Isaac Newton, pone de manifiesto cómo la ciencia y la tecnología progresan escalón a escalón, potenciándose continuamente con los avances anteriores y alcanzando metas que hace pocos años estaban solo en la imaginación de algunos pocos visionarios (os animamos a ver como Arthur C Clarke, el autor, entre otras novelas de 2001 una odisea en el espacio, predijo en 1974 el mundo híper conectado en el que vivimos actualmente <https://youtu.be/j2DAb9Aw18I>)

La naturalidad con la que enviamos un mensaje desde nuestro teléfono, de manera instantánea, a cualquier parte del mundo, sería brujería para casi todos los habitantes de la Tierra de finales del siglo XIX y principios del XX, salvo para unos pocos científicos e ingenieros, como Maxwell o Marconi, que,

subidos a los hombros de los gigantes que los precedieron, aportaron los avances en el electromagnetismo y la radio que hoy dan lugar, entre otras muchas cosas, a las comunicaciones que gestionamos a través de nuestros teléfonos móviles.

Queremos que, en esta edición del concurso, subidos a los hombros Maxwell, Marconi, Tesla o Hertz, manejeis el magnetismo y las ondas electromagnéticas de dos maneras bien diferentes. Por una parte, usando el campo magnético en su forma más básica para generar fuerzas que consigan controlar a vuestro antojo un péndulo que, por sí mismo, sería inerte. Y, por otra parte, utilizando las ondas electromagnéticas para que vuestras órdenes al péndulo lleguen de manera inalámbrica, mediante las señales de radio generadas por el Bluetooth de vuestro teléfono móvil.

Seréis hechiceros para quienes habitaban la Tierra hace 100 años. Para los humanos actuales pareceréis un usuario más de la tecnología cotidiana, pero a diferencia de la mayoría, comprenderéis como esta funciona y podréis modificar a voluntad vuestros “hechizos inalámbricos”.

## Tu reto: el péndulo hechizado. ¿En qué consiste?

Os proponemos en este reto que diseñéis y construyáis un **péndulo** Y que utilicéis la física y las matemáticas para modelarlo y después, lo dotéis de magia (magia ingenieril en este caso) para conseguir que obedezca vuestros hechizos.

¿Es esto posible? Richard Feynman, físico teórico, premio nobel en 1965 y uno de los padres de la mecánica cuántica, dijo en una ocasión “*Lo que no puedo crear, no lo entiendo*”. Y si lo decía Feynman, debe ser verdad. Nosotros vamos a poner a la ingeniería en nuestras manos. Lo que debéis hacer paso a paso es:

- construir con ellas un péndulo con el menor rozamiento posible,
- le vais a incorporar un sistema automático de medida de su periodo y vais a comprobar que, si no le aportáis energía mágica, se acabará parando.
- Aunque como la ingeniería tiene base científica, deberemos sustituir la energía “mágica” por la energía “magnética”, mediante la cual daremos al péndulo, en el momento justo, el empujoncito que consiga que nunca se pare. O sí. Eso depende del hechizo que pongamos en marcha. En esta edición tenéis que ser capaces de encontrar la fórmula mágica para que vuestro péndulo funcione con estos cuatro hechizos:
  1. Hechizo Perpetuum Mobile: El hechizo que programaréis conseguirá impulsar el movimiento del péndulo resultando en una oscilación mantenida (movimiento continuo).
  2. Hechizo Intermissum Motus: Este hechizo originará que se frene su movimiento en una posición fija (la que el equipo desee).
  3. Hechizo Statim Moventur: El hechizo arrancará el movimiento del péndulo impulsándolo a oscilaciones libres, que podrán pasar después a oscilación mantenida.
  4. Hechizo Aeternum Chaos: El péndulo deberá moverse de manera caótica, sin que su periodo se mantenga estable (Implicará dar ordenes de frenado o impulsión parcial a destiempo).
- Todos estos hechizos son mágicos y la magia es “inalámbrica” para accionar uno u otro hechizo deberéis transmitir las órdenes a vuestro péndulo sin tocarlo. Os sugerimos que sea a través de la magia Bluetooth. ¿Que cómo se hace eso? ¡No te preocupes! Estás en el

Hogwarts de la ingeniería. Nosotros y nuestros tutores te ayudarán conseguirlo. Es más fácil de lo que parece.

En definitiva, en este reto tendréis así que abordar la concepción, el diseño y la construcción de un mecanismo, su modelado físico-matemático, la automatización de un proceso de medida y el desarrollo de un sistema de actuación sincronizado con el movimiento, para finalmente desarrollar una aplicación móvil que, comunicada con el sistema que controla vuestro péndulo, lo maneje a su antojo.

Y creándolo, lo entenderéis, como afirmaba Feynman y como hacen las ingenieras e ingenieros.

Os acompañaremos durante todo el camino y veréis que es mucho más fácil de lo que pensáis y, sobre todo, que es muy divertido.

Como veis, hay varios logros intermedios que tenéis que ir cubriendo para conseguir el objetivo final. Descomponer un objetivo complejo en sub-objetivos parciales más simples es un método habitual en ciencia e ingeniería. Mediante él llegareis a alcanzar metas que de entrada parecen muy complicadas.

Conseguir que cada sub-objetivo se resuelva de la mejor manera es importante para que el resultado final llegue a funcionar. Pero, además, cada uno de ellos aportará puntuación para la clasificación final.

En todo este proceso deberéis, como se hace en todo proyecto de ingeniería, conocer con detalle el contexto, documentar y explicar vuestro desarrollo defendiendo sus capacidades, demostrar su funcionamiento y enfrentaros a alguna situación fuera de las condiciones ideales de diseño.

## Estas son las restricciones que debes tener en cuenta:

1. Este trabajo se realizará en **equipos de entre 2 y 5 alumnos** que deberán tener la supervisión de un profesor o profesora de su colegio o instituto.
2. Un mismo profesor podrá ser **supervisor de varios** equipos.
3. La inscripción en el concurso debe ser realizada por el profesor/a.
4. El péndulo puede ser construido con cualquier material y mediante cualquier proceso. Puede ser montado a partir de elementos individuales comerciales (rodamientos, varillas, elementos de madera, piezas de construcción, etc.), así como utilizar procesos de fabricación a medida (impresión 3D, piezas torneadas, fundidas, etc.)
5. No se limitan ni los materiales ni los pesos de varilla ni bola. La **longitud del péndulo** (distancia entre el eje de giro y masa que oscila) **podrá ser cualquier valor entre 250 y 400 mm.**
6. La activación de los modos de funcionamiento (hechizos) del péndulo se realizará mediante comunicación Bluetooth desde un dispositivo **móvil**.
7. Todos los equipos estarán tutorizados por un estudiante de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales (UPM). El tutor/a no podrá realizar el trabajo de los concursantes, pero atenderá sus dudas, y les ayudará a superar las dificultades, aportando su experiencia al equipo.

Este trabajo se realizará desde la inscripción en el concurso hasta la competición final en junio de 2022. A lo largo de ese camino, os iremos pidiendo algunas entregas intermedias que nos permitirán ver vuestra evolución y que os ayudarán a alcanzar el objetivo final. Busca cuáles son esas entregas, sus fechas y su peso sobre la puntuación total en el apartado de “Entregas”.

En este documento te detallamos las distintas **entregas que debes realizar a lo largo del desarrollo del proyecto** y también en qué consistirá la competición final.

En ingeniería, todas las etapas de un proyecto son importantes: el éxito de unas se asienta en haber definido correctamente las anteriores y en tener en cuenta las implicaciones de cada paso en lo que se hará después. Por eso, te recomendamos que leas detenidamente la descripción de todas estas entregas y que las tengas en mente cuando vayas definiendo y avanzando en tu proyecto.

Deberás hacernos llegar estas entregas subiéndolas a la **web del concurso en formato digital** a través de en la zona concursantes de la misma y con la clave que se te ha facilitado. A lo largo del desarrollo del concurso es posible que se os den instrucciones específicas más detalladas sobre los formatos requeridos o aconsejados para cada entrega.

## Entregas

Entregables	Peso	Fecha de entrega
E1. Planificación y presentación	10%	Desde el 15 hasta el 22 de noviembre
E2. Ecuaciones del modelo, dimensionamiento y diseño. Lista de componentes (*)	10%	Desde el 10 al 17 de enero
E3. Dispositivo construido mecánicamente	15%	Desde el 28 de febrero al 5 de marzo
E4. Aprendiendo hechizos	15%	Desde el 1 al 8 de abril
E5. Lanzando Hechizos	10%	Desde el 9 al 16 de mayo
Pruebas finales (en nuestra Escuela u online)		
P1. Prueba de funcionamiento 1: medición automática del periodo.	20%	15 o 16 de junio (cada equipo tendrá una fecha asignada)
P2. Exhibición del prototipo.	10%	17 o 18 de junio
P2. Presentación de vuestro proyecto.	10%	

(\*) Antes de que completes este entregable, creemos que es necesario que conciertes una reunión con tu tutor. Escríbele y busca una fecha que os venga bien a los dos. Él revisará la viabilidad de tu diseño y la lista de componentes que propones y te asesorará sobre si debes comprarlos, cómo y cuándo hacerlo antes de avanzar más.

**A continuación, se describe en detalle cada entregable y la competición final**

## Entrega 1 - E1. Planificación y presentación

### Fecha de entrega

Desde el 15 hasta el 22 de noviembre 2021

### ¿Qué queremos?

Un proyecto grande, sobre todo si se aborda en equipo, necesita de una **planificación**.

Queremos que en esta entrega fijéis metas, que estiméis la duración de cada una y que repartáis el trabajo entre los miembros del equipo. Recordad que conviene trabajar en paralelo: a veces, mientras unos modelan matemáticamente, otros diseñan, mientras unos programan, otros montan piezas...

Para visualizar vuestra planificación os pedimos que hagáis un póster, o un calendario que os sirva para marcar las tareas en una línea de tiempo. Más adelante, deberéis revisar el avance, y si es necesario, planificar nuevas alternativas. En lo posible, tened un plan B (segundo plan o plan de contingencia) para superar posibles dificultades, sobre todo ahora, que vivimos momentos de incertidumbre constante y la capacidad de adaptación es imprescindible para afrontar cambios de escenario.

Además, en esta entrega **queremos conoceros**. Contadnos quiénes sois los miembros de vuestro equipo, cuál es vuestro instituto o colegio, quién es vuestro profesor/a y, sobre todo, por qué os gusta la tecnología, la ciencia e ingeniar con las manos.

### ¿Qué debéis entregar?

- Debéis enviarnos una foto, un vídeo o cualquier otro formato digital que nos permita ver vuestro póster calendario y entender cómo lo habéis realizado.
- Para presentar vuestro equipo podéis enviarnos una presentación de Power Point **pasada a pdf** o un vídeo. Como probablemente el vídeo será muy pesado, os pedimos que lo subáis a YouTube (si lo preferís en oculto) y nos paséis el enlace
- Si utilizáis vídeos para estas entregas, deberán tener una duración inferior a 3 minutos.

### ¿Qué se va a valorar en esta entrega?

Para puntuar esta entrega vamos a valorar:

- La adecuación del calendario (si es realista, su coherencia, si abarca todas las etapas, etc.)
- La información que transmitís en la presentación de vuestro grupo
- La originalidad en la manera de presentar tanto el calendario como a vosotros mismos y a vuestro colegio e instituto

### Puntuación

Esta entrega os permitirá conseguir un 10% de los puntos totales de la competición. Una vez realizada la entrega, la revisaremos para que podáis seguir aprendiendo. Os haremos llegar comentarios cualitativos, os diremos la puntuación de vuestro equipo y la media obtenida por los equipos participantes.



## Entrega 2 – E2. Ecuaciones del modelo, dimensionamiento y diseño. Lista de componentes

### Fecha de entrega

Desde el 10 al 17 de enero

### ¿Qué queremos?

En esta entrega, queremos en primer lugar, que dimensionéis el péndulo basándoos en la ecuaciones físico-matemáticas que explican su funcionamiento. Deberéis con ello decidir la masa que pondréis en su extremo y la longitud de la varilla y con ello el tamaño de la estructura de soporte.

Debéis basaros en **un modelo físico sencillo** (pero completo) del péndulo, con las ecuaciones y variables que intervienen. Estas quedarán detalladas en el documento. En una primera etapa, considerad que el péndulo es ideal, no tiene rozamiento y la amplitud de la oscilación es pequeña. Más adelante podréis considerar que el péndulo no es ideal y que el ángulo no sea tan pequeño. Para hacer este dimensionamiento, **repasad las restricciones del reto** que encontraréis en el documento donde se describe el mismo.

Una vez dimensionado, debéis pensar sobre como construirlo haciendo un **diseño detallado**. Esta palabra “detallado” tiene un significado real y es una característica diferencial en un buen ingeniero/a que contempla con rigor todos los detalles del proceso.

Hay que decidir cómo se materializará cada detalle del péndulo, buscando los **elementos constructivos** que sean accesibles (por disponer de ellos o por poderse adquirir con suficiente facilidad) y pensando en el modo de **fabricar las piezas** que lo precisen, teniendo siempre en mente cómo montar todo el conjunto. Antes de que hagáis esta entrega, y con suficiente antelación, es necesario **que contactéis a vuestro tutor o tutora** y que le contéis lo que estáis pensando hacer. Los tutores os ayudarán y revisarán la viabilidad del diseño, sobre todo, para que no deis el paso siguiente de comprar material que pueda no ser el adecuado.

Debéis poner atención en los detalles, pensar de manera crítica en posibles dificultades y ver cómo vuestro diseño las minimiza. ¿Cómo conseguir que el péndulo oscile casi sin rozamiento y holgura? ¿Dónde situar los distintos elementos? ¿Cómo acoplarlos? No olvidéis el situar los elementos que permitirán medir el periodo (sensores), así como los elementos actuadores encargados de hacer variar su movimiento según el hechizo (arrancar, pararse, mantener su movimiento periódico, moverse caóticamente).

Un buen diseño mecánico facilitará posteriormente la construcción y dará lugar a un funcionamiento más preciso. Así que valoraremos que vuestro diseño mecánico sea detallado y corresponda a un **prototipo simple, bien pensado y realizable. Además vale la pena empezar a cuidar el diseño, pues hay un premio especial del jurado al mejor diseño mecánico.**

### ¿Qué debéis entregar?

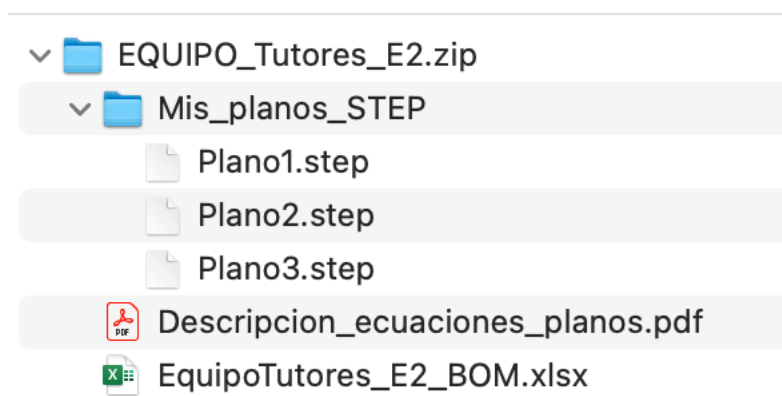
Para esta entrega os pedimos que entreguéis 3 ficheros comprimidos en una carpeta que denominareis: “Nombre\_de\_equipo\_E2”. Estos ficheros serán:

- Documento de texto (en formato PDF) que incluya a) la descripción del **modelo** físico de vuestro péndulo, b) sus variables más importantes y las **ecuaciones** que las relacionan y c) los **planos** del

diseño detallado en formato pdf . Todo ello lo debéis acompañar de una explicación, con vuestras palabras, de los conceptos físicos y matemáticos que ya habéis estudiado y que van a hacer funcionar el péndulo así como de la materialización que habéis diseñado.

- Fichero **Excel** denominado “Nombre\_de\_equipo\_E2\_BOM.xlsx” con una lista de todos los componentes y materiales del prototipo (los que se deban adquirir y los que se fabriquen mediante impresión 3D). El formato del fichero os será proporcionado por la organización y tendrá las siguientes columnas:
  - Número de ítem en los planos.
  - Nombre.
  - Descripción.
  - Fabricado (F) o Adquirido (A).
  - En caso de fabricado: Modo de fabricación (mecanizado, impresión, etc.); en caso de adquirido Enlace de donde se comprará (enlace del producto en tienda en línea o física).
  - Fecha estimada de disponibilidad.
  - Número de unidades en su caso.
  - Precio total (en caso de fabricado puede ser estimado).
- Carpeta con los planos en formato STEP de todo vuestro prototipo

En conjunto , una vez descomprimido el fichero que nos enviareis. Deberá presentar la siguiente estructura:



## ¿Qué se va a valorar en esta entrega?

Para puntuar esta entrega vamos a valorar:

- La corrección del modelo desde el punto de vista de la física y las matemáticas (es decir, que las ecuaciones sean correctas)
- La explicación del funcionamiento.
- La simplicidad y viabilidad constructiva del diseño
- El detalle con el que se ha diseñado el prototipo
- La calidad de los planos
- Si la lista de materiales es completa y su grado de detalle

## Puntuación

Esta entrega os permitirá conseguir un 10% de los puntos totales de la competición. Una vez realizada la entrega la revisaremos para que podáis seguir aprendiendo. Os haremos llegar comentarios cualitativos, os diremos la puntuación de vuestro equipo y la media obtenida por los equipos participantes.



## Entrega 3 – E3. Dispositivo construido mecánicamente

### Fecha de entrega

Desde el 28 de febrero al 5 de marzo de 2022.

### ¿Qué queremos?

Para esta entrega deberéis tener **construido mecánicamente** vuestro péndulo. Queremos que construyáis la estructura y mecanismos, montéis en ella el péndulo e instaléis el sensor y electroimán, si bien aún no tendréis que hacer uso de ellos. Tendréis por lo tanto un péndulo que oscilará un buen rato cuando le deis un impulso o le separéis de su posición de reposo. Cuanto mejor lo hayáis construido mecánicamente, mas tiempo oscilará antes de pararse.

Ahora se trata de presentarlo, mostrarlo y ver cómo esperáis que funcione. Queremos conocerlo, pero como es pronto para llevarlo a la Escuela de Industriales, nos lo vais a mostrar con fotos y con un video. Es otra tarea de los ingenieros e ingenieras: mostrar y explicar el trabajo realizado.

Las fotos nos mostrarán **cómo es el péndulo y sus componentes**, así como algún detalle importante de los materiales que lo componen, de sus características o del toque personal que le habéis puesto. Serán un número limitado de fotografías las que podéis subir en esta entrega, con lo que debéis seleccionar aquello que consideráis más destacado de vuestro péndulo. Para las fotos podéis utilizar cualquier móvil o cámara. A continuación, estas fotografías deben ser ajustadas, con cualquier programa de tratamiento de imágenes, al formato requerido (los hay gratuitos como Pixlr X) Para grabar el video podéis usar también cualquier móvil o cualquier cámara, pero luego será necesario editarlo, de forma que quede bien visible. Hay muchas aplicaciones que permiten la edición (nuevamente también las hay gratuitas, como son KdEnlive, VirtualDub, Wax...). Como probablemente el vídeo será muy pesado, os pedimos que lo subáis YouTube (si lo preferís en oculto) y nos paséis el enlace. Por favor, ¡aseguraos de que se puede ver el video a partir del enlace!

### ¿Qué debéis entregar?

- Un conjunto de fotografías con las siguientes características:
  - Entre 4 y 6 fotos del péndulo
  - Tamaño de cada fotografía:  
1440 píxeles de ancho y 960 píxeles de altura
  - Resolución: 96 ppp
  - Formato: jpg, jpeg, png...
- Un video con las siguientes características:
  - Duración entre 3 y 5 minutos
  - Que destaque algún aspecto o momento de su construcción
  - Expliquéis su funcionamiento y el modo en qué podéis modificar su longitud L.

Todos estos archivos de fotografías se entregarán en un único fichero comprimido denominado "Nombre\_de\_equipo\_E3". El enlace del vídeo se incluirá en un fichero de texto.

### ¿Qué se va a valorar en esta entrega?

Para puntuar esta entrega vamos a valorar:

- El funcionamiento del péndulo
- La limpieza y buen acabado de su construcción
- Las características destacadas de vuestro péndulo: El modo en que los sustentáis, etc.
- La calidad de las fotografías y el video
- La propia presentación del péndulo y la explicación de su funcionamiento

## Puntuación

Esta entrega os permitirá conseguir un 15% de los puntos totales de la competición. Una vez realizada la entrega, la revisaremos para que podáis seguir aprendiendo. Os haremos llegar comentarios cualitativos, os diremos la puntuación de vuestro equipo y la media obtenida por los equipos participantes.

## Entrega 4 – E4. Aprendiendo hechizos

### Fecha de entrega

Del 1 al 8 de abril de 2022

### ¿Qué queremos?

El péndulo ya lo tenemos hecho y tiene acoplada su electrónica: sensores, el electroimán y el sistema de control que acciona dicho electroimán y que permite que nuestro péndulo tenga movimiento perpetuo. Ahora hay que enseñarle a funcionar con nuestra magia que es la “programación” y proyectarla, en el momento adecuado, con nuestra fuerza invisible: el campo magnético generado por el electroimán.

Los cuatro hechizos precisan que el electroimán sea activado en el momento exacto, que será detectado con el sensor.

- Así el hechizo **Statim Moventur**, debe conseguir que, estando el péndulo parado comience a oscilar, sin que este hechizo tenga capacidad de mantener la oscilación de manera permanente
- El que el péndulo no se pare será misión del hechizo **Perpetuum Mobile**, que a partir del movimiento iniciado por Statim Moventur, impulsará al péndulo en los momentos adecuados, para vencer el rozamiento y lograr que el movimiento del péndulo sea perpetuo y periódico.
- De este hechizo solo podrá sacarlo **Prohibere Movere**, que hará que el péndulo se detenga de la manera más rápida posible en una posición fija escogida por vosotros
- Y si queremos infligir un hechizo realmente molesto, utilizaremos el **Aeternum Chaos**, que hará que el péndulo oscile de manera caótica, no periódica, una y otra vez (si nos arrepentimos, siempre podremos usar el Prohibere Movere para pararlo).

Para valorar esta entrega os pediremos un vídeo de corta duración (5-7 minutos) mostrando el funcionamiento de los cuatro hechizos. Mostradnos primero una descripción formal de como lo habéis hecho. Pero tras ella, demostradnos el resultado de los cuatro hechizos. No olvidéis pronunciar el hechizo con voz alta y firme, para que este surta efecto y podamos apreciar en el video como el péndulo os obedece.

Estamos llegando al final así es que también puede ser un buen momento para hacer una **valoración técnica de vuestro diseño**. ¿Qué haríais de otra forma si empezaraís otra vez? ¿Modificaciones en el diseño? ¿Selección de otros componentes? Discutidlo y documentad vuestras conclusiones de manera argumentada en el vídeo. Son muy valiosas.

Evaluad también **qué tal habéis gestionado el proyecto**. Una buena gestión del proyecto es fundamental para obtener un buen resultado. Revisad que tal habéis trabajado en equipo, la definición y seguimiento del plan de trabajo, la gestión de imprevistos. Valorad el efecto que han tenido las limitaciones de todo tipo (de tiempo, de presupuesto...). Estas reflexiones son de gran importancia pues son las que os permiten progresar en experiencia y formación. Con ellas, sacaréis mayor partido tanto a lo que haya salido bien, como a lo que no.

Como probablemente el vídeo será muy pesado, os pedimos que lo subáis a YouTube (si lo preferís en oculto) y nos paséis el enlace. Por favor, ¡aseguraos de que se puede ver el video a partir del enlace sin permisos especiales!

## ¿Qué debéis entregar?

- Un video con las siguientes características:
  - Duración entre 5 y 7 minutos
  - Que destaque algún aspecto o momento de su construcción
  - Mostrad el péndulo funcionando bajo los cuatro hechizos y explicuéis su funcionamiento. Según el hechizo podéis destacar uno u otro aspecto. Por ejemplo en el Perpetuum Mobile podéis mostrarnos el número de oscilaciones que es capaz de dar antes de que dejen de apreciarse oscilaciones a simple vista, o en el Aeternum Chaos como el periodo o la amplitud varia de manera no predecible.
  - Valorad vuestro diseño y la gestión del proyecto

Todos los archivos de las fotografías se entregarán en un único fichero comprimido denominado "Nombre\_de\_equipo\_E4". El enlace al video se escribirá en un fichero de texto.

## ¿Qué se va a valorar en esta entrega?

Para puntuar esta entrega vamos a valorar:

- El funcionamiento del péndulo con el electroimán:
  - Que pueda comenzar a moverse desde parado
  - Que se mantenga en movimiento periódico un número elevado de oscilaciones
  - Que se pueda parar
  - Que se mueva aperiódicamente
- La precisión de su construcción
- Las características destacadas de vuestro péndulo
- Vuestra autoevaluación del trabajo realizado
- La calidad del video
- La propia presentación del péndulo y la explicación de su funcionamiento

## Puntuación

Esta entrega os permitirá conseguir un 15% de los puntos totales de la competición. Una vez realizada la entrega, la revisaremos para que podáis seguir aprendiendo. Os haremos llegar comentarios cualitativos, os diremos la puntuación de vuestro equipo y la media obtenida por los equipos participantes.

## Entrega 5 – E5. Lanzando hechizos

### Fecha de entrega

Del 9 al 16 de mayo de 2022

### ¿Qué queremos?

Todo mago tiene su varita con la que lanza sus hechizos a distancia, pero nosotros somos “*ingemagos*” y no usamos varitas de palo de vid con núcleo de pelo de dragón, sino que proyectamos nuestros poderes a través de la tecnología. Además no nos gusta llevar palitroques en los bolsillos, para qué, si tenemos a mano a todas horas un super-procesador con el que podemos hacer miles de cosas (por cierto, no sé porqué lo “*ingemagos*” más mayores lo llaman “teléfono”). Vamos a usar nuestro “super-procesador” para enviar los hechizos a distancia. Haremos uso de una de sus múltiples capacidades: la comunicación mediante radiofrecuencia de corto alcance según el protocolo de Bluetooth.

Así que convertiremos nuestro “teléfono” en un mando a distancia de hechizos desde el que ordenaremos a nuestro péndulo cada uno de los hechizos que hemos aprendido (si aprendemos o nos inventamos alguno más, siempre lo podremos incluir).

Deberéis, por lo tanto, dotar al Arduino de un módulo Bluetooth e incorporar en el programa la recepción e interpretación de los mensajes que llegan por este canal. Por su parte, en el teléfono incorporaréis una app que os permita seleccionar el hechizo y enviárselo al Arduino a través del Bluetooth. Tranquilos, vuestros tutomagos os guiarán por este oscuro pasaje y tras algunos tropezones veréis que tenéis a la ingeniería en vuestras manos.

Por lo tanto, para superar esta entrega os vamos a pedir de nuevo un video en el que nos contéis brevemente cómo habéis llevado a cabo esta fase y, sobre todo, que nos mostréis cómo, sin trampa ni cartón, lanzáis cada uno de los cuatro hechizos a distancia, impactan en el péndulo y este obedece vuestras órdenes. Grabad el video con una duración de uno 5-7 minutos y una vez más, subidlo a Youtube, pasándonos el enlace. Haced que viéndolo nos lo pasemos tan bien como vosotros haciéndolo. Cuando uno descubre que tiene la magia en sus manos (¡o en su bolsillo!), se siente muy satisfecho.

### ¿Qué debéis entregar?

- Un video con las siguientes características:
  - Duración entre 5 y 7 minutos.
  - Que describa como habéis incorporado la conexión Bluetooth tanto en Arduino como en el teléfono.
  - Una presentación de cómo es la interfaz que habéis incluido en el teléfono para seleccionar los hechizos.
  - Una demostración del funcionamiento en la que se aprecie que el péndulo responde correctamente a órdenes que se seleccionan y envían desde el teléfono.

### ¿Qué se va a valorar en esta entrega?

Para puntuar esta entrega vamos a valorar:

- La capacidad de enviar las órdenes de los 4 hechizos desde el teléfono al Arduino que maneja el péndulo.
- El diseño y facilidad de uso de la interfaz que desarrollareis en el móvil (la app).
- Si habéis encontrado y puesto en práctica algún hechizo nuevo.
- Si vuestros hechizos originan señales colaterales (Apagado o encendido de luces, ruidos ensordecedores, chispazos, erizamiento del cabello, etc).
- La propia presentación de vuestro trabajo y la explicación de su funcionamiento.

### Puntuación

Esta entrega os permitirá conseguir un 10% de los puntos totales de la competición. Una vez realizada la entrega, la revisaremos para que podáis seguir aprendiendo. Os haremos llegar comentarios cualitativos, os diremos la puntuación de vuestro equipo y la media obtenida por los equipos participantes.



## Competición final – Pruebas de funcionamiento y presentación

### Fecha de realización

**15 o 16 de junio de 2022** (pruebas de funcionamiento). Se asignará una de estas dos fechas a cada equipo.

**17 o 18 de junio de 2022** (exhibición, presentación y entrega de premios).

Nuestra final estará llena de emoción y de premios. ¡Apunta y reserva ya las fechas!

### ¿Qué queremos?

Ha llegado el momento final. Todos estamos deseando que nos contéis y enseñéis con detalle lo que habéis ideado y construido y cómo lo habéis hecho.

Vais a poner a prueba vuestra capacidad de trabajo en equipo bajo los nervios de la presentación y de la demostración final. Y es el momento de demostrar que sois un equipo: todos tenéis que participar.

### ¿Qué pruebas habrá?

Os citaremos un día, entre el **15 o el 16 de junio**, para poder realizar **pruebas de funcionamiento** a vuestro dispositivo frente al jurado. Las pruebas serán las siguientes:

- **Prueba de funcionamiento:** Se mostrará ante un jurado el funcionamiento del péndulo en cada uno de sus cuatro modos de funcionamiento:
  - a) Modo **Statim Moventur** (Moverse inmediatamente): El jurado verificará que sobre el péndulo no actúa otra fuerza que la gravedad y la correspondiente reacción de la varilla que sujeta a la masa del extremo. Situando al péndulo en su posición de reposo, lo dejará suelto y esperará unos segundos para garantizar que está quieto. El equipo participante activará el hechizo Statim Moventur desde su teléfono a través de la app mediante Bluetooth. En ese momento el péndulo deberá comenzar a oscilar. El jurado considerará que el péndulo se mueve cuando la amplitud de su oscilación supere una distancia que será establecida en relación con la longitud del péndulo.
  - b) Modo **Perpetuum Mobile** (Movimiento perpetuo): Con el péndulo oscilando del modo que el equipo decida, el jurado indicará a éste que lance el hechizo Perpetuum Mobile a través de la app mediante Bluetooth y tras surtir efecto, el jurado medirá la serie de tiempos de paso por cero del péndulo durante 20 pasos, mediante un sistema de medida externa. Se cuantificará la dispersión de las medidas de tiempo de paso por cero y se valorará con mayor puntuación cuanto menor sea dicha dispersión.
  - c) Modo **Prohibere Movere** (Dejar de moverse): El jurado situará al péndulo separado de su punto de reposo en un ángulo que será dependiente de la longitud del péndulo, soltándolo desde esa posición lo que originará que el péndulo oscile por efecto de la gravedad. En la primera oscilación, se activará el hechizo Prohibere Movere desde la app mediante Bluetooth y el jurado contabilizará el tiempo transcurrido desde ese instante hasta que el péndulo se para,

considerándose como tal cuando su amplitud sea inferior a un valor que se establecerá en función de la longitud del péndulo.

- d) Modo **Aeternum Chaos** (Caos Eterno): Se partirá de la misma situación que en el hechizo Statim Moventur. Tras activarse el hechizo Aeternum Chaos a través de la app mediante Bluetooth el péndulo deberá oscilar caóticamente. El jurado medirá la serie de tiempo de paso por cero durante 20 pasos, mediante un sistema de medida externa. Se cuantificará la dispersión de las medidas y se valorará con mayor puntuación cuanto mayor sea dicha dispersión.

Además, el **17 o 18 de junio** tendremos nuestra gran final con las últimas pruebas y la entrega de premios. Estas son las dos últimas pruebas que realizaréis:

- **Exposición:** En una exposición colectiva, los miembros del jurado irán pasando por los prototipos, observando detalles de manera directa y haciendo las preguntas que consideren oportunas sobre aspectos constructivos. Se pedirá ver el funcionamiento del péndulo, sin entrar a cuantificar la precisión. Los miembros del jurado irán observando detalles de los prototipos de manera directa. Se observará la calidad mecánica, así como la estética en el diseño del péndulo, el diseño y la facilidad de uso de la aplicación sobre el móvil. Se podrán hacer preguntas a cualquier miembro del equipo.

La puntuación del jurado estará basada en estos aspectos:

- Desarrollo de la conexión Bluetooth y de la aplicación desarrollada en el teléfono. Atractivo del diseño y facilidad de uso
- Funcionamiento del péndulo: Descripción de su funcionamiento y demostración del mismo.
- Comentar sus posibles aplicaciones.
- Comentar y justificar los materiales mecánicos seleccionados.
- Observar la calidad de su acabado tanto mecánico como electrónico.
- Observar su estética y ergonomía de uso y transporte.

Si esta prueba no pudiese realizarse de forma presencial, se sustituiría por una análoga pero donde el jurado inspeccionaría el prototipo a través de una sesión de videoconferencia.

- **Presentación:** El equipo de concursantes debe presentar al público su proyecto en nuestro Salón de Actos durante un tiempo máximo de 5 minutos.

En la presentación deberán participar todos los miembros del equipo. Si alguno de ellos no puede asistir, se admitirá que se aporte su presentación grabada en vídeo (de calidad, que se proyectará en una pantalla gigante), estando siempre en el escenario al menos un miembro del equipo que, micrófono en mano, irá presentando o "interactuando" con los que estén grabados.

Si esta prueba no pudiese realizarse de forma presencial, se sustituiría por una análoga pero donde la presentación se realizaría a través de una sesión de videoconferencia.

## Puntuaciones

En la prueba de funcionamiento, cada uno de los 4 modos de funcionamiento tiene un peso de 5% de los puntos de la competición, aportando en conjunto un 20%.

La exposición tiene un peso del 10% de los puntos de la competición.

La presentación tiene un peso del 10% de los puntos de la competición.

La **entrega de premios** se realizará el día **17 o 18 de junio** (mismo día de la exposición y presentación).

Recordad que, además del **ganador absoluto** por puntuación total, habrá premio a la **regularidad** (de acuerdo con las puntuaciones en las entregas E1-E5), al **mejor diseño** y a la mejor **presentación en público**. El ganador absoluto no podrá acceder a estos premios parciales.

Cada equipo solo podrá obtener uno de los premios. En caso de resultar vencedor en más de una categoría se adjudicará un único premio con el siguiente orden de prioridad:

1. Ganador absoluto del concurso por puntuación total
2. Premio al mejor diseño
3. Premio a la regularidad (entregas E1-E5)
4. Premio a la mejor presentación en público

Los premios que por este motivo no sean asignados pasarán al siguiente equipo en esa categoría.

En esta cuarta edición premiaremos diferentes aspectos a desarrollar durante el proyecto: la regularidad en el trabajo, el mejor diseño del prototipo y la presentación en público. Y por supuesto habrá un premio absoluto al que obtenga la mejor calificación global. Los ganadores tendrán premios en metálico de 1.000 euros para el centro y unos auriculares inalámbricos Bluetooth para los concursantes.

Los docentes que tutelen los grupos concursantes recibirán reconocimiento oficial de la Comunidad de Madrid por Actividades de Formación.