



Electricidad y Electrometría

Curso 06-07

- 1- Presentación
- 2- Objetivos de la asignatura
- 3- Programa de la asignatura
- 4- Prácticas
- 5- Recursos disponibles para aprobar la asignatura
- 6- Evaluación

Joaquín Mur Amada, Antonio Usón Sardaña y Jesús Letosa Fleta



1- Presentación

- ◆ Profesores:
 - Antonio Usón Sardaña (grupo 71)
 - **Nuevo Procedimiento:** En estos grupos intervienen tres profesores de la asignatura Joaquín Mur Amada, Antonio Usón sardaña y Jesús Letosa Fleta (grupo 72 y 73)
 - Coordinación prácticas/ADD: Joaquín Mur Amada
- ◆ Tutorías:
 - Se comunicarán en clase, en la página web de la asignatura (add.unizar.es), en la puerta de nuestros despachos y en el tablón de la Escuela.
- ◆ Nuestro despacho está en el Edif. TORRES QUEVEDO, 1ª planta, cerca de la secretaría del Dpto. Ingeniería Eléctrica.



¿Qué vais a estudiar?

◆ **Electromagnetismo:** Interacciones entre cargas en reposo y en movimiento.

◆ **Electrometría:** Fundamentos y manejo de instrumentos de medidas eléctricas.



2- Objetivos

- ◆ Dar la **base** conceptual del **campo eléctrico y magnético** para las asignaturas que lo utilicen con posterioridad.
 - Otras asignaturas utilizan aproximaciones de la teoría general (la que vemos en Electricidad y Electrometría) para casos concretos (ej. Teoría de circuitos)
- ◆ Describir la interacción entre cargas estáticas mediante el concepto de **campo eléctrico** \vec{E} y el **potencial eléctrico** V mostrando la relación entre ambos.

2- Objetivos (ii)

- ◆ **Caracterizar** el comportamiento de los **materiales** bajo la influencia de campos eléctricos y magnéticos.
- ◆ Describir los fenómenos de **corriente eléctrica** desde un punto de vista macroscópico, focalizando el estudio en el circuito eléctrico, así como desde un punto de vista microscópico, estableciendo las diferencias entre el comportamiento de los metales y de los semiconductores.

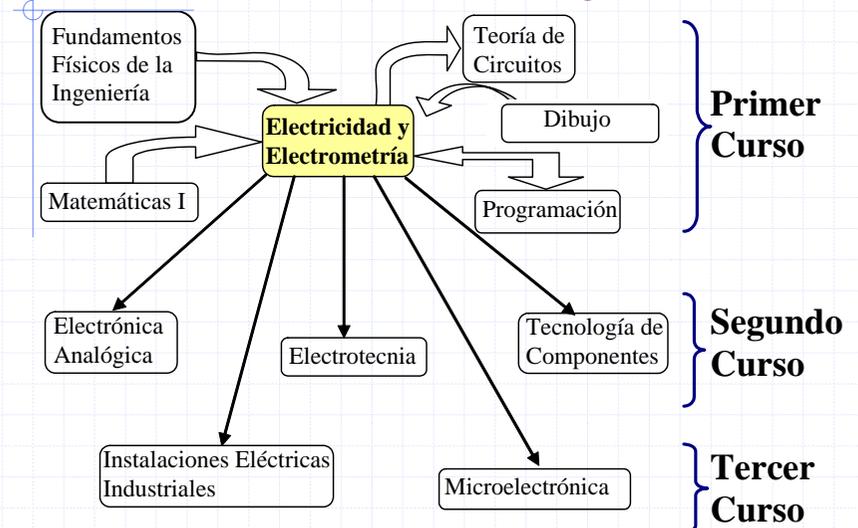
2- Objetivos (iii)

- ◆ Describir el campo magnético \vec{B} estático tanto en el vacío como en presencia de materiales
- ◆ Introducir los fenómenos de **inducción** electromagnética y su interés tecnológico en la actualidad.
 - Base de generadores, motores, transformadores...
 - Origen de las interferencias.

¿Qué se espera que aprendáis?

- ◆ Las leyes básicas del electromagnetismo
- ◆ Deducir conclusiones de las leyes básicas y aplicarlas a problemas reales
- ◆ Saber formular problemas eléctricos y magnéticos de forma matemática
- ◆ Conocer los parámetros geométricos y eléctricos necesarios para el diseño de los elementos básicos de circuitos (resistencias, condensadores y bobinas)
- ◆ Conocer la instrumentación eléctrica básica

2.1- Relación del electromagnetismo con otras asignaturas...



¿Qué papel juega en vuestra carrera?



9

- ◆ Teoría de circuitos, electrotecnia, regulación de máquinas eléctricas se basan en la teoría que vamos a ver:
 - Utilizan técnicas abreviadas que simplifican mucho la resolución de problemas electromagnéticos en las aplicaciones concretas que ellos tratan.
 - Esto les permite resolver problemas muy extensos, que utilizando la teoría electromagnética completa serían inabordables.
 - Se centran en cuestiones más tecnológicas e ingenieriles.

2.2- Dificultades principales:

10

- ◆ Aprender a razonar con elementos abstractos, fuera del uso cotidiano.
- ◆ Manejar las herramientas matemáticas necesarias para resolver los problemas planteados.
- ◆ Acostumbrarse a razonar utilizando geometría y análisis matemático.



Esto implica un esfuerzo importante a principio de curso



Adaptación del bachillerato a la universidad...



- ◆ En la universidad, **existe gran libertad**...
 - La asistencia a clase no es obligatoria.
 - Hay pocos exámenes (primeros exámenes en febrero).
- ◆ Pero esa libertad hay que aprovecharla.
 - ◆ Un universitario debe aprender a ser organizado y constante en los estudios, aunque no tenga un examen próximo
 - ◆ **Aprendizaje para la vida real : un buen profesional deberá estructurar el trabajo para que esté en fecha sin necesitar un supervisor esté revisándolo y controlándolo constantemente.**
 - ◆ El nivel de exigencia en la universidad es mayor que en el bachillerato, como corresponde a los estudios superiores.

11

Trabajo perseverante... la única forma de aprobar



- ◆ Fundamental: **trabajo continuo**. *¡Esta asignatura no puede aprenderse una semana antes del examen!*
- ◆ Imprescindible: **No desanimarse**... Lo imposible de resolver con tiempo y trabajo se vuelve un problema asequible. "Cuántas veces se juzga una cosa imposible hasta que está hecha".
- ◆ Síndrome del folio en blanco: ¿cómo empiezo a resolver este problema?...
- ◆ Necesario: detectar fallos y vicios en el procedimiento en que se resuelven los problemas antes del examen.



El aprendizaje requiere una actitud personal:



- ◆ **Esfuerzo** (no existe la ciencia infusa, las grandes ideas son un 95 % de transpiración y un 5 % de genialidad)
- ◆ **Dedicación** (insistir en el trabajo diario, necesario para seguir las clases –de otra forma es perder el tiempo y pasar un mal rato en clase porque no entiendes lo que te están explicando)
- ◆ **Confianza**, en que un tema / problema que no sabes por dónde cogerlo lo vas a comprender, e incluso, si es necesario, dominar. *Confianza en que al final del túnel vas a ver la luz*

13

El aprendizaje requiere una actitud personal:



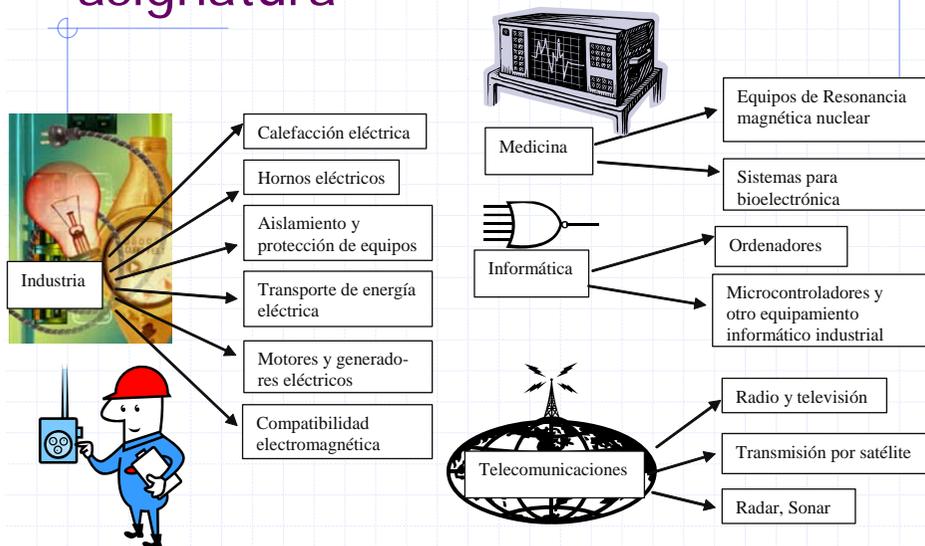
- ◆ **Valor**, para enfrentarse a lo desconocido y complejo.
- ◆ **Perseverancia**, no tirar la toalla en la primera contrariedad.
- ◆ **Voluntad**, para vencer la naturaleza humana que nos hace ser perezosos (el trabajo es un "castigo divino").
- ◆ **Curiosidad**, por conocer cosas nuevas. Curiosidad, por saber el porqué de las cosas,



14

2.3- Interés tecnológico de la asignatura

15



A caballo entre ciencia básica y tecnología

16

- ◆ La asignatura se basa en la teoría que fue completada finalmente por James Clerk Maxwell en... ¡1873!
- ◆ Todo el contenido de la asignatura se puede sintetizar en cuatro ecuaciones:

$$\left. \begin{array}{ll}
 \oint_{\text{Sup. cerrada}} \vec{D} \cdot d\vec{S} = Q & \oint_{\text{línea cerrada}} \vec{H} \cdot d\vec{\ell} = I + \frac{d\Phi_{\vec{D}}}{dt} \\
 \oint_{\text{Superficie cerrada}} \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0 & \oint_{\text{línea cerrada}} \vec{E} \cdot d\vec{\ell} = -\frac{d\Phi_{\vec{B}}}{dt}
 \end{array} \right\} \begin{array}{l}
 \text{+ Comportamiento} \\
 \text{de los materiales} \\
 \text{Fuerza de Lorentz:} \\
 \vec{F} = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B})
 \end{array}$$

pero lo complicado es aplicarlas bien...



17

Tecnología...

- ◆ La gran explosión de la tecnología eléctrica de mitad-finales del s. XX se produjo debido al descubrimiento de los componentes electrónicos
 - Conocimiento del comportamiento de los semiconductores
 - Obtención de semiconductores suficientemente puros
- ◆ El diseño de las máquinas eléctricas no ha cambiado mucho en los últimos años.
 - Mejora modesta de los materiales utilizados
¿superconductores? ¿magnetoresistencia colosal?
 - Mejora gradual de los procesos productivos
- ◆ Actualmente, los avances principales están en el control (electrónico) de máquinas eléctricas.

Teoría ↔ ciencia ↔ tecnología

- ◆ El mejor conocimiento de las leyes que rigen el comportamiento de la naturaleza es el que nos ha permitido crear sistemas cada vez más complejos.
- ◆ Pero para descubrir esas leyes también ha sido necesario desarrollar tecnologías que En esta asignatura se puede ver una de las múltiples relaciones entre teoría y ciencia.

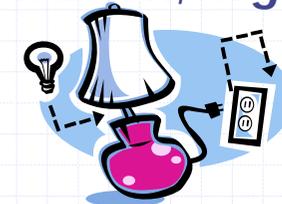
¿Ingeniería = aplicación de ciencia y tecnología a problemas reales?

- ◆ La ciencia a menudo lleva un camino despegado de la tecnología. Algunas teorías han predicho posibles aplicaciones prácticas pero que por motivos tecnológicos no se han podido realizar hasta mucho después.
- ◆ La ciencia descubre cosas que quizás se utilizarán mucho después en la vida cotidiana, si es que alguna vez se utilizan.
- ◆ La ingeniería muchas veces es la popularización de la ciencia y de la tecnología.

20

Ingeniería ↔ tecnología ↔ ciencia

- ◆ La ingeniería a veces menosprecia la ciencia, ya que para la construcción de aparatos / sistemas se utilizan otros **criterios** que **no** son estrictamente **científicos** (criterios **económicos**, **facilidad de fabricación**, **ergonomía**, **diseño...**).



3- Programa de la asignatura

◆ Tres grandes bloques:

- ◆ **Electrostática:** cargas eléctricas en reposo
- ◆ **Conducción:** cargas en movimiento, originando corrientes
- ◆ **Magnetismo:** en principio se pensaba que era independiente de las cargas (magnetostática). Con Oersted (año 1820) se demostró que el magnetismo es una manifestación de las cargas en movimiento.

Distribución de los temas

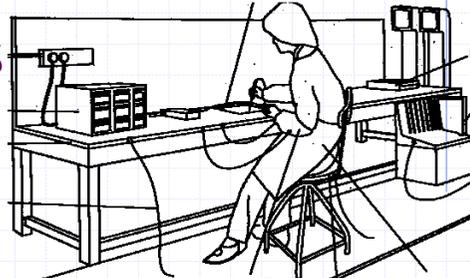
- 1.- Introducción. Campo eléctrico
 - 2.- Condensadores en vacío. Ley de Gauss
 - 3.- Condensadores con dieléctricos. Apantallamiento y ruptura dieléctrica.
 - 4.- Energía electrostática
- Exámenes de febrero.**
- 5.- Corriente eléctrica
 - 6.- Campo magnético en el vacío
 - 7.- Campo magnético en la materia
 - 8.- Inducción electromagnética y energía magnética



4- Prácticas

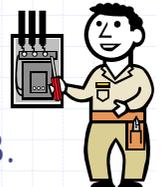
◆ Son obligatorias.

- No asistencia en alguna sesión → examen de prácticas.
- Quedan exentos de la obligatoriedad los alumnos repetidores que realizaron las prácticas el curso 2004-2005 con nota de prácticas ≥ 7.0 . No obstante, si lo desean pueden voluntariamente volver a realizar las prácticas.



¿Dónde se realizan las prácticas?

- ◆ En el edificio Torres Quevedo, 2ª planta, en la zona de Ingeniería Eléctrica (Noroeste del edificio). Es el mismo laboratorio que el de Teoría Circuitos.
- ◆ Se realizan en grupos de 2 personas.
- ◆ Turnos organizados en semanas A o B.
- ◆ Los guiones de prácticas están disponibles en reprografía y en add.unizar.es.
 - ◆ Excepto la primera práctica que no tiene guión, es necesario hojear el guión antes de prácticas.



5- Recursos disponibles para aprobar la asignatura



- ◆ Clases
- ◆ Prácticas de laboratorio, que apoyan la teoría.
- ◆ Demostraciones prácticas en clase y laboratorio
- ◆ Tutorías y talleres de problemas
- ◆ Talleres de laboratorio
- ◆ Trabajos voluntarios de asignatura
- ◆ Material disponible en reprografía o en la página web
 - Esquemas
 - Guías de estudio
 - Resúmenes
 - CDROM curso interactivo
 - Problemas propuestos
 - Problemas resueltos
- ◆ Bibliografía adicional
- ◆ Vídeos

5.1- Material en reprografía



- ◆ Al principio de cada tema, se dejará en **reprografía**:
 - ◆ Esquema del capítulo, los objetivos y la bibliografía específica de cada apartado del tema.
 - ◆ Una guía de estudio del tema, indicando los problemas más relevantes y las horas de estudio necesarias para un alumno "promedio".
 - ◆ También se dejarán problemas propuestos (con resultado).
 - ◆ Resolución de algunos problemas del tema anterior, a modo de ejemplo.



5.2- Material interactivo



27

- ◆ CDROM del Curso interactivo de Electricidad y Electrometría
 - ◆ Contiene las transparencias de clase y los vídeos.
 - ◆ No requiere estar conectado a Internet.
 - ◆ Para ver los vídeos y animaciones, hace falta instalar algunos visores (incluidos en el CDROM).
 - ◆ En reprografía hay una copia impresa del material más relevante.
- ◆ Página web de la asignatura: **add.unizar.es**
 - ◆ Usuario: número de identificación personal o email.
 - ◆ Contraseña: la del correo electrónico.
 - ◆ Contiene muestras de los **test** que se hacen cada tema.



5.3- Bibliografía

28



- ◆ No es imprescindible comprar libros. La bibliografía recomendada está en la biblioteca.
- ◆ Por otra parte, es importante que aprendáis a buscar información en la bibliografía. En vuestra vida profesional os pasará muchas veces que tendréis que consultar alguna información y tengáis dificultades para encontrarla.
- ◆ Conviene ir a clase para estructuraros mejor los contenidos y llevar el ritmo de trabajo.
- ◆ ¡El uso adecuado de la bibliografía ahorra tiempo, en vez de acerlo perder!



Libros de consulta (opcionales)

- ◆ ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO, Apuntes de la asignatura de Eléctricos del profesor A^o Pardina.
- ◆ Los libros recomendados en "**Fundamentos físicos de la Ingeniería**" dedican algunos temas al electromagnetismo. Pueden ser un complemento interesante a los apuntes de clase.

Libros de fundamentos físicos de la ingeniería (opcionales)



- ◆ TIPPLER P., "Física", Tomo II, Ed. Reverté, 3^a ed., Bilbao, 1996. Un libro de física general, del mismo nivel que el Serway y el Resnick pero que utiliza fotografías y dibujos a todo color.
- ◆ SERWAY, R: Electricidad y Magnetismo, 3^a Ed. Revisada, McGraw-Hill, 1997
Esta es la versión reducida del tratado de Física del mismo autor en dos volúmenes. La parte de electromagnetismo comienza en el segundo volumen y su referencia completa es: SERWAY, R: "Física", 4^a o 5^a Ed., McGraw-Hill, 1997.
- ◆ GIANCOLI, D.G., "Física para Universitarios", Vol. II, 3^a Ed., Prentice Hall. Tiene una página web multimedia, en inglés, muy interesante:
<http://cwx.prenhall.com/bookbind/pubbooks/giancoli3/chapter21/deluxe.html>
- ◆ RESNICK Y HALLIDAY, "Física", Tomo II, 4^a Ed., CECSA, México, 1993. El segundo tomo de esta obra contiene los capítulos correspondientes a electromagnetismo.

Problemas resueltos (opcionales)



- ◆ Problemas propuestos con resultado, en reprografía (algunos están resueltos paso a paso).
- ◆ Si esto no fuera suficiente... (opcional)
 - ◆ López, E. Y Núñez, F.: 100 problemas de Electromagnetismo. Alianza, Madrid, 1997.
 - ◆ Ejercicios mucho más difíciles de lo que se ve en clase: López Rodríguez, V.: "Problemas resueltos de Electromagnetismo". Centro de Estudios Ramón Areces, Madrid, 1990.

Recursos multimedia (incluidos parcialmente en el curso interactivo)



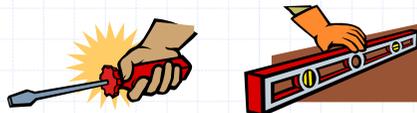
- ◆ VÍDEOS DEL "UNIVERSO MECÁNICO Y MÁS ALLÁ" disponibles en la biblioteca.
 - Un curso completo de física en vídeo, desarrollado por el MIT de California. Explica de forma contextualizada las principales ideas físicas. Para esta asignatura, hay unos 10 o 12 vídeos de 1/2 hora.
 - Son muy interesantes porque pueden ayudar mucho a la comprensión y son amenos.
- ◆ Página web (en inglés) de la asignatura "Electricity & Magnetism" del MIT. Contiene material **excepcional** (parte está enlazado en este curso interactivo)
web.mit.edu/8.02t/www/
- ◆ Curso multimedia de física, de la Univ. Eibar (en español): www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/

6- Evaluación:



◆ La evaluación se basa en:

- ◆ Exámenes.
 - ◆ Al final de cada parcial y los finales (junio, julio y sept)
- ◆ Test al finalizar cada tema.
 - ◆ El día concreto se avisará una semana antes. Se realizan en los 10-15 minutos finales de la clase.
- ◆ Actividades en clase
- ◆ Prácticas.
 - ◆ Además de ser obligatorias, cuentan para nota.
- ◆ Trabajos voluntarios



34

Exámenes parciales

- ◆ Hay un examen al final de cada parcial... (principios de febrero y principios de junio)
 - Los exámenes parciales se realizan durante dos semanas en las cuales se interrumpen las clases.
 - Los parciales no corren convocatoria. Aún en el caso de tener pocas esperanzas de aprobar, sería muy recomendable presentarse para ganar experiencia.
 - Al final de cada tema se realizará en clase un test de 10 preguntas en 10 minutos (hay muestras en la página web).
 - Si aprobáis un parcial (≥ 5) pero suspendéis (<5) el otro, en junio y julio os podéis presentar sólo al parcial suspenso.
- ◆ En **septiembre** el examen es de toda la materia (es decir, no se guardan parciales en septiembre).

35

Opciones de evaluación

◆ regla general

$\text{Nota Final} = 0,9 * (\text{Nota Examen Final}) + 0,1 * (\text{Nota Prácticas de Laboratorio})$

◆ Primer Parcial:

- Grupo de referencia, grupo 71.
Grupos 71 y 72 metodología activa de aprendizaje.

Opción 1: Nota examen parcial > 5

Opción 2: $\text{Nota parcial} = 0,2 * (\text{Nota promedio de los Tests}) + 0,8 * (\text{Nota Examen})$

Opción 3: $\text{Nota parcial} = 0,2 * (\text{Nota Tests}) + 0,4 * (\text{Nota Actividades en clase}) + 0,4 * (\text{Nota Examen})$

Opciones de evaluación

◆ Primer Parcial:

G 73: Las mismas opciones que en el primer parcial

G 72: Opción equivalente a la tres pero para aprender simultáneamente Electricidad y matemáticas

$\text{Nota parcial} = 0,2 * (\text{Nota Tests conjuntos para ambas asign}) + 0,4 * (\text{Nota Actividades en clase de ambas asign}) + 0,4 * (\text{Nota Examen})$

Condiciones necesarias para aprobar

- ◆ Haber aprobado las prácticas, es decir, haber asistido y obtener una media ≥ 5 ptos.
- ◆ Para aprobar por parciales es necesario obtener una nota ≥ 5 en los dos parciales (computando las actividades elegidas para la evaluación).
- ◆ Para optar la la nota de test hay que hacer todos los del parcial.
- ◆ Para aprobar en las convocatorias oficiales se debe obtener al menos 4 puntos en el examen y la nota final debe superar 5 puntos.

Cuestiones adicionales

- ◆ Trabajos voluntarios para gente con especial interés en la asignatura:
 - www.wfu.edu/physics/pira/PIRAHome3.html
 - www.coe.ufrj.br/~acmq/electrostatic.html
- ◆ En un tríptico se detalla más información
- ◆ Para planificar la asignatura en el nuevo marco europeo, se os pedirá que rellenéis un FORMULARIO con las HORAS aproximadas de DEDICACIÓN a la ASIGNATURA.

La convergencia europea

- ◆ El nuevo sistema exigirá calcular el trabajo que cuesta a un estudiante cada asignatura
- ◆ Para ello partimos de que 1 año de trabajo son: $40 \text{ semanas} \times 40 \text{ H/semana} = 1600 \text{ h}$ anuales de trabajo
- ◆ Vuestro plan de estudios tiene 83 créditos anuales en promedio
 - ⇒ $1 \text{ crédito actual} = 1600/83 = 19,2 \text{ horas de trabajo}$

La convergencia europea

- ◆ La asignatura de Electricidad y Electrometría tiene 13,5 créditos
 - ⇒ Le corresponden $13,5 \times 19,2 = 260$ horas de trabajo
 - ◆ Si descontamos las 120 horas de clase y las 15 h que tenéis que venir a prácticas de laboratorio ⇒ os corresponden $260 - 135 = 125 \text{ h}$ de estudio de esta asignatura por vuestra parte

¿Dudas y preguntas?

