

# **MEMORIA DE ACTIVIDADES**

**AYUDAS DE LA USAL PARA PROYECTOS DE  
INNOVACIÓN DOCENTE  
CURSO ACADÉMICO 2009/2010**

Título del proyecto:

**LA ENSEÑANZA DE ELECTRICIDAD Y  
MAGNETISMO EN LOS GRADOS DE  
CIENCIAS E INGENIERÍAS**

**Código del proyecto: ID9/146**

Responsables del proyecto:

**Marcelino Zazo Rodríguez**

**Ana García Flores**

Facultad de Ciencias

UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

# ÍNDICE

<b>I.- Relación de los miembros de la Universidad de Salamanca participantes en el proyecto .....</b>	<b>1</b>
<b>II.- Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>III.- Cumplimiento de objetivos .....</b>	<b>3</b>
<b>IV.- Memoria económica .....</b>	<b>4</b>
<b>V.-Anexos:</b>	
<b>Anexo 1.- Ejemplo de problemas planteados al alumno para realizar en los seminarios de la asignatura .....</b>	<b>5</b>
<b>Anexo II.- Ejemplo de tareas individuales para el alumno y que entregará al profesor para su revisión .....</b>	<b>8</b>
<b>Anexo III.- Ejemplo de cuestionario de autoevaluación para los alumnos disponible en la plataforma moodle. ....</b>	<b>9</b>
<b>Anexo IV.- Diseño de una plantilla en la plataforma moodle para las calificaciones .....</b>	<b>12</b>
<b>Anexo V.- Ejemplo de plantilla de resultados para una experiencia realizada con el equipo demostrativo del anexo VI. ....</b>	<b>13</b>
<b>Anexo VI.- Fotografía del equipo demostrativo básico para experiencias de Electricidad y Magnetismo .....</b>	<b>15</b>

## **I. Relación de los miembros de la Universidad de Salamanca participantes en el proyecto**

M<sup>a</sup> Auxiliadora Hernández López

Ana García Flores

José Ignacio Iñiguez de la Torre

Luis López Díaz

Luis Torres Rincón

Víctor Javier Raposo Funcia

Marcelino Zazo Rodríguez

## **II. Introducción**

El presente documento presenta la memoria de actividades del proyecto de innovación docente titulado *La enseñanza de Electricidad y Magnetismo en los Grados de Ciencias e Ingenierías*, concedido dentro de la convocatoria de Ayudas de la Universidad de Salamanca (USAL) para Proyectos de Innovación Docente en el curso académico 2009/2010.

Como se indicaba en la Memoria, el objetivo principal de este proyecto se centraba en hacer comprender a los alumnos los conceptos básicos de Electricidad y Magnetismo y que se familiarizaran con el análisis de diferentes situaciones y problemas, ya que en la mayoría de los casos los estudiantes que ingresan en la universidad presentan en esta materia algunas lagunas y diferencias de conocimiento.

Hay que indicar que en las nuevas titulaciones de Grado es necesario considerar una nueva filosofía de trabajo muy diferente a la que hasta ahora estaban acostumbrados tanto los profesores como los estudiantes. En el programa de las distintas asignaturas tienen que incorporarse ejercicios prácticos, problemas, lecturas recomendadas, acceso a páginas webs..., y algo muy importante como son los ejercicios de evaluación y autoevaluación. Resulta conveniente programar todas las actividades a desarrollar por el alumnado a fin de hacer una propuesta realista y compatible con una programación que permita la consecución de las competencias previstas en el Plan de Estudios. Por todo ello, los objetivos de este proyecto de innovación docente han sido la preparación del material didáctico, problemas y transparencias, cuestionarios de evaluación y autoevaluación sobre conceptos básicos y leyes fundamentales de la materia de Electricidad y Magnetismo, que permitan al estudiante la adquisición de las competencias correspondientes. Por otro lado, en la mayoría de los Planes de Estudios de los nuevos

Grados se ha potenciado fuertemente el carácter experimental y, por ello, parece muy adecuado preparar un conjunto de experiencias básicas para que los alumnos la realicen en el laboratorio. A este último respecto, hay que indicar que el material necesario para realizar las prácticas se ha conseguido por las siguientes vías:

- Financiación del presente proyecto: que ha permitido adquirir parte de un equipo demostrativo básico para experiencias de Electricidad y Magnetismo.

- Financiación mediante el presupuesto del área de Electromagnetismo del Departamento de Física Aplicada: completar la adquisición del equipo demostrativo básico para experiencias de Electricidad y Magnetismo.

- Uso del equipamiento e infraestructura existente en el laboratorio de Electromagnetismo y Electrónica de la Facultad de Física.

### III. Cumplimiento de objetivos

El objetivo fundamental del presente proyecto era tratar de subsanar algunas lagunas y diferencias de conocimientos que los estudiantes que ingresan en la universidad presentan en el apartado de Electricidad y Magnetismo de la Física. Para ello propusimos la realización y preparación de material didáctico, transparencias, vídeos, experiencias y guiones de prácticas, que permitan al alumno comprender los conceptos básicos y leyes fundamentales de Electricidad y Magnetismo. También se propuso la preparación de cuestionarios de evaluación o autoevaluación de repuesta múltiple para que el propio alumno pudiese analizar su avance en la asignatura correspondiente. Todo ello enfocado a que los estudiantes adquieran las competencias y resultados de aprendizaje que se pretenden en los nuevos grados.

En cada una de las asignaturas objeto del proyecto se ha preparado el material didáctico más conveniente dependiendo de sus características. En todos los casos el material ha sido accesible a los estudiantes en la plataforma moodle o studium de la Universidad de Salamanca, accediendo a la correspondiente asignatura. Se incluyen algunos ejemplos en los anexos de la memoria.

#### ASIGNATURAS DE GRADO

*Material didáctico elaborado en las asignaturas en Física III (1º Grado en Física) y Física II (1º Grado en Matemáticas) que no tienen prácticas de laboratorio:*

- Transparencia y vídeos que permitirán preparar las clases magistrales, donde el profesor expondrá y explicará los contenidos propios de la materia.
- Colección de problemas para exponer y discutir en los seminarios (anexo I).
- Colección de tareas para realizar de forma individualizada por el alumno (anexo II).
- Cuestionarios de autoevaluación (anexo III).

En la asignatura de Física III se ha diseñado un modelo de plantilla en la plataforma studium para presentar las distintas calificaciones que ha obtenido el alumno a lo largo del desarrollo de la asignatura (anexo IV), donde se tiene en cuenta el peso de cada una de las partes en la nota final.

*Material didáctico elaborado en la asignatura de Laboratorio de Física (1º Grado en Física):*

Esta asignatura es multidisciplinar y es impartida por varios profesores de distintas áreas y departamentos. Se ha diseñado una experiencia y preparado el siguiente material didáctico:

- Guión de práctica y plantilla que permitan realizar las experiencias.
- Diseño del informe que debe presentar el alumno después de realizar la práctica.
- Preparación de las pruebas que permitan evaluar los conocimientos adquiridos por el estudiante.

#### ASIGNATURAS DE INGENIERÍA

En la asignatura de Electricidad y Magnetismo de Ingeniería Química, de la Licenciatura en Química y de Ingeniero Geólogo, se ha preparado un material didáctico similar al teniendo en cuenta las características propias de cada asignatura y titulación. Dichas asignaturas se complementan con experiencias de Electricidad y Magnetismo en el laboratorio, por lo que se han diseñado y preparado los guiones y plantillas correspondientes (anexo V). El equipo demostrativo básico (anexo VI), comprado con la ayuda del proyecto, se ha empleado para la realización de algunas de las experiencias diseñadas.

## IV.- Memoria económica

En el siguiente apartado se presenta la justificación de los gastos que se han realizado a cargo del presente proyecto, todo ello es material inventariable.

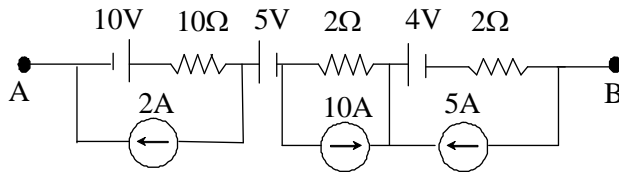
Concepto	Cantidad solicitada	Cantidad concedida	Financiación de otras fuentes	Total
Material inventariable (descripción, indicando, en cada caso, su ubicación y ámbito de utilización)	2500 € Equipo demostrativo básico para experiencias de Electricidad y Magnetismo* <i>Precio equipo: 2766,32€</i> Aulas y Laboratorio de Electromagnetismo (Primeros cursos Grados de Ciencias e Ingenierías-Master de Secundaria de Tecnología)	750 €	2016,32 € Financiación aportada por el área de Electromagnetismo del Departamento de Física Aplicada	2776,32 €
Material fungible (descripción)				
Otros gastos (detallar, indicando su necesidad para el desarrollo del proyecto)				
TOTAL		750 €	2016,32 €	2776,32 €

\*Fotografía del equipo demostrativo en anexo V

# Anexo I

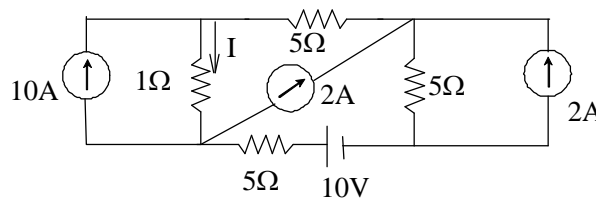
## PROBLEMAS

1.- Reducir la rama AB de la figura a una fuente real de voltaje o corriente.



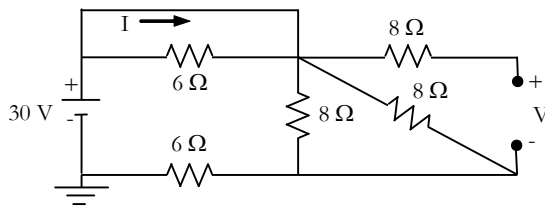
Sol.:  $\varepsilon = 9 \text{ V}$ ,  $R = 14 \Omega$  ;  $I = 9/14 \text{ A}$ ,  $R = 14 \Omega$

2.- Calcular el valor de la I que circula por la resistencia de  $1 \Omega$ , transformando previamente las fuentes en una única fuente real de voltaje o de corriente.



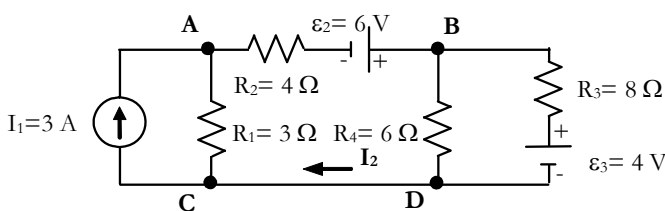
Sol.:  $I = 10.625 \text{ A}$

3.- Calcular V e I en el circuito de la figura.



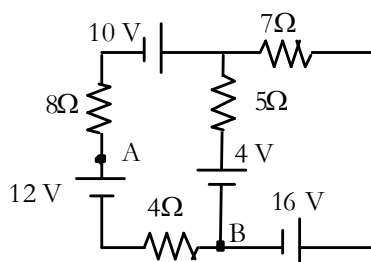
Sol.:  $V=12 \text{ V}$ ;  $I=3 \text{ A}$

4.- En el circuito de la figura, hallar  $I_2$  y  $(V_A-V_B)$ .



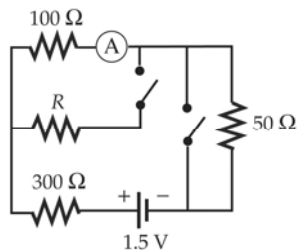
Sol.:  $I_2=1.274 \text{ A}$ ;  $V_A-V_B= -0.904 \text{ V}$

5.- En el circuito de la figura hallar  $(V_A-V_B)$  y la potencia disipada en la resistencia de  $4 \Omega$ . Dibujar un voltímetro que mida  $(V_A-V_B)$  y un amperímetro que mida la corriente que pasa por los  $4 \Omega$ .



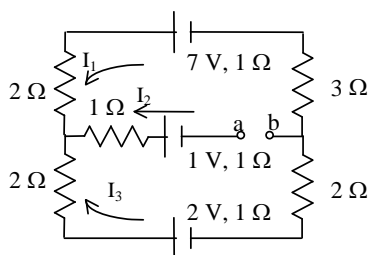
Sol.:  $V_A-V_B = 8.52 \text{ V}$ ;  $P_{(4\Omega)}= 3.03 \text{ W}$

6.- En el circuito indicado en la figura la lectura del amperímetro es la misma cuando ambos interruptores están abiertos que cuando ambos están cerrados. Hallar la resistencia  $R$ .



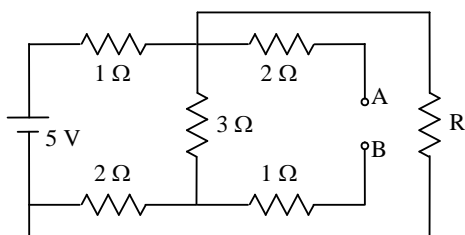
Sol.:  $R = 600 \Omega$

7.- (a) Calcular la diferencia de potencial, entre los puntos **a** y **b** de la figura. (b) Si unimos entre sí los puntos **a** y **b**, ¿qué intensidad de corriente pasa por cada rama del circuito?



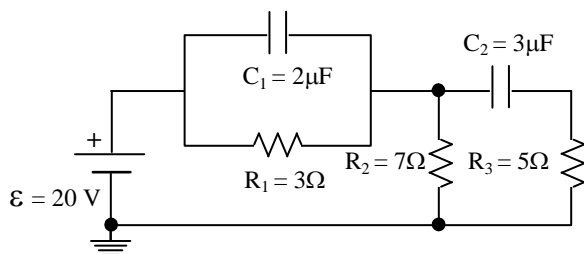
Sol.:  $V_a - V_b = 36/11 \text{ V}$ ;  $I_1 = 10/13 \text{ A}$ ;  $I_2 = -9/13 \text{ A}$ ;  $I_3 = -1/13 \text{ A}$

8.- Dado el circuito de la figura, calcular la fuerza electromotriz de la pila que hay que colocar entre A y B para que no circule corriente a través de la resistencia  $R$ .



Sol.:  $35 \text{ V}$

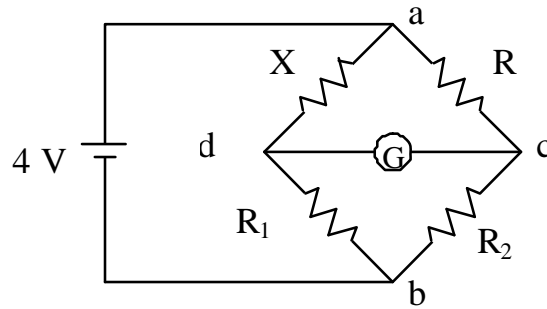
9.- Suponiendo que en el circuito de la figura se ha alcanzado el estado permanente, a) hallar la carga de cada condensador, la diferencia de potencial entre sus extremos y la energía almacenada en cada condensador. b) Calcular la potencia suministrada por la batería. ¿En qué elementos del circuito se invierte esta potencia?



Sol.:  $V_1 = 6\text{V}$ ;  $V_2 = 14\text{V}$ ;  $Q_1 = 12\mu\text{C}$ ;  $Q_2 = 42\mu\text{C}$ ;  
 $U_1 = 36\mu\text{J}$ ;  $U_2 = 294\mu\text{J}$ ;  $P = 40\text{W}$

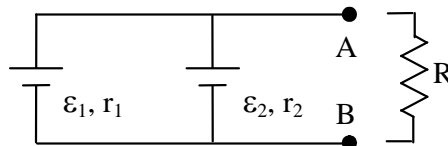
10.- Calcular la resistencia  $X$  de la figura (puente de Wheatstone) si el galvanómetro  $G$  no indica paso de corriente siendo  $R = 20 \Omega$ ,  $R_1 = 10 \Omega$  y  $R_2 = 10 \Omega$ . A continuación calentamos  $10^\circ\text{C}$  las resistencias  $R_1$  y  $R$ . Si su variación es de la forma:  $R_f = R_0 (1 + \alpha \Delta T)$  con  $\alpha = 1/273$ , ¿cuál será el nuevo valor de  $X$  para que  $G$  siga marcando cero?





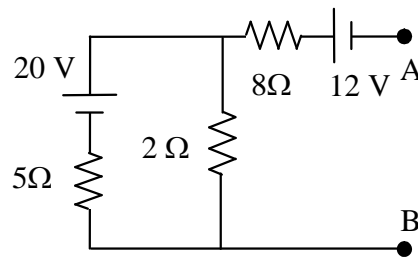
Sol.:  $X = 20 \Omega$ ;  $X = 21.49 \Omega$

11.- Calcular la corriente en una resistencia  $R$  conectada entre los bornes A y B del circuito de la figura aplicando el teorema de Thévenin y el teorema de Norton. Supóngase  $\epsilon_1=20 \text{ V}$ ,  $r_1=1\Omega$ ,  $\epsilon_2=5 \text{ V}$ ,  $r_2=1\Omega$  y  $R=100\Omega$ .



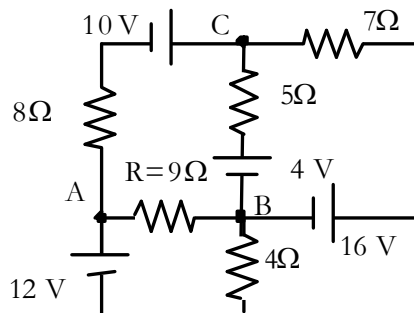
Sol.  $I = 0.12 \text{ A}$

12.- Hallar los equivalentes de Thévenin y Norton entre los terminales A y B del circuito de la figura.



Sol.  $\epsilon_{Th}=-6.3 \text{ V}$ ;  $R_{Th}= R_N=9.4 \Omega$ ;  $I_N=0.67 \text{ A}$

13.- Hallar la intensidad  $I_R$  a través de la resistencia  $R$  del circuito de la figura, utilizando el equivalente de Thévenin entre A y B.



Sol.:  $I_R= 0.71 \text{ A}$

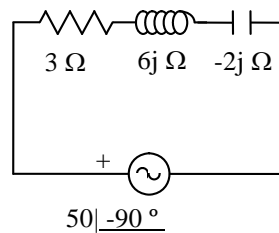
## Anexo II

### Tareas a entregar

Apellidos \_\_\_\_\_

Nombre \_\_\_\_\_

- 1.- Hallar la potencia aparente, activa y reactiva así como el factor de potencia en el circuito de la figura.



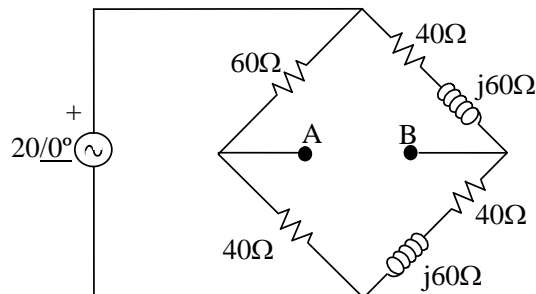
Sol. ( $P_N = 250 \text{ VA}$ ;  $P_a = 150 \text{ w}$ ;  $P_R = 200 \text{ VAR}$ ;  $\cos\phi = 0.6$ )

### Tareas a entregar

Apellidos \_\_\_\_\_

Nombre \_\_\_\_\_

- 2.- Obtener el circuito equivalente Thévenin entre los terminales A y B del circuito mostrado en la figura. Hallar la corriente que circularía por una resistencia R de  $1 \Omega$  conectada entre A y B.



Sol. ( $\bar{Z}_{TH} = (44 + j30)\Omega$ ;  $\bar{e}_{TH} = 2 \angle 180^\circ \text{ V}$ ;  $\bar{I}_R = 37 \angle 146.31^\circ \text{ mA}$ )

## Anexo III

# Cuestionario

## Pregunta 1

Verdadero o Falso:

Una fuente de voltaje real debe tener una resistencia interna conectada en serie con la fuente de voltaje ideal.

Verdadero ▼

Una fuente de corriente real debe tener una resistencia interna conectada en serie con la fuente de corriente ideal.

Falso ▼

Una fuente de voltaje real debe tener una resistencia interna conectada en paralelo con la fuente de voltaje ideal.

Falso ▼

Una fuente de corriente real debe tener una resistencia interna conectada en paralelo con la fuente de corriente ideal.

Verdadero ▼

Las fuentes de voltaje reales no tienen resistencia interna.

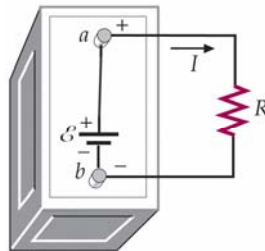
Falso ▼

No existen las fuentes de corriente.

Falso ▼

## Pregunta 2

Sea el circuito de la figura, formado por una fuente de voltaje ideal en serie con una resistencia. Si se añade una segunda resistencia en serie con R:



La diferencia de potencial entre terminales de la fuente

permanece invariable ▼

La diferencia de potencial entre terminales de la resistencia R

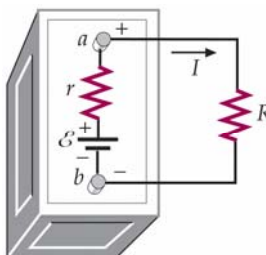
disminuye ▼

La intensidad a través de la batería

disminuye ▼

## Pregunta 3

Sea el circuito de la figura, formado por una fuente de voltaje real en serie con una resistencia. Si se añade una segunda resistencia en paralelo con R:



La diferencia de potencial entre terminales de la fuente real

disminuye ▼

La diferencia de potencial entre terminales de la resistencia R

disminuye ▼

La intensidad a través de la batería

aumenta ▼

## Pregunta 4

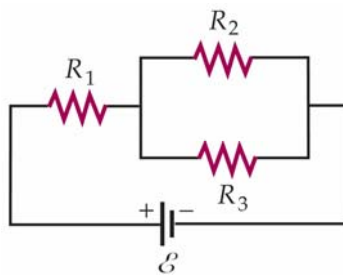
Cuando dos resistencias idénticas se conectan en serie entre los bornes de una batería ideal, la potencia distribuida por ésta es 20 W. Si estas resistencias se conectan en paralelo entre los bornes de la misma batería, ¿cuál es la potencia distribuida por la batería?

Seleccione una respuesta.

- a. 10 W
- b. 80 W
- c. 5 W
- d. 40 W
- e. 20 W

## Pregunta 5

Las tres resistencias de la figura son idénticas. La potencia disipada es:



Seleccione una respuesta.

- a. La misma en  $R_1$  que en la combinación en paralelo de  $R_2$  y  $R_3$
- b. Mayor en  $R_1$
- c. Menor en  $R_1$
- d. La misma en  $R_1$  que en  $R_2$

## Pregunta 6

La regla de las mallas de Kirchhoff es una consecuencia de:

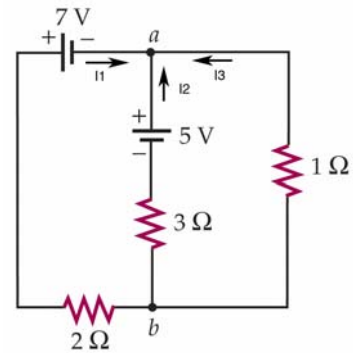
Seleccione una respuesta.

- a. la cuantización de la carga
- b. la conservación de la energía
- c. la conservación de la carga
- d. las leyes de Newton
- e. la ley de Coulomb

## Pregunta 7

En el circuito de la figura, las intensidades que circulan son:

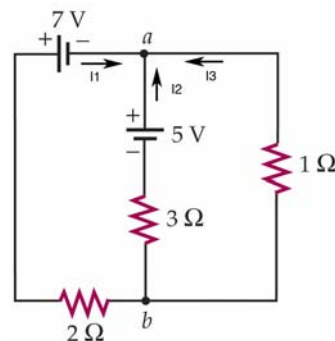
- a.  $I_1 = 3\text{A}$ ;  $I_2 = 2\text{A}$ ;  $I_3 = 1\text{A}$
- b.  $I_1 = -3\text{A}$ ;  $I_2 = 2\text{A}$ ;  $I_3 = 1\text{A}$
- c.  $I_1 = 3\text{A}$ ;  $I_2 = 2\text{A}$ ;  $I_3 = -1\text{A}$
- d.  $I_1 = 3\text{A}$ ;  $I_2 = -2\text{A}$ ;  $I_3 = 1\text{A}$



## Pregunta 8

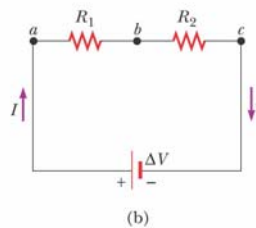
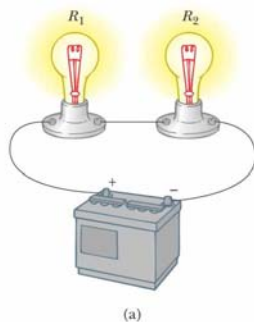
En el circuito de la figura, la diferencia de potencial  $V_a - V_b$  es:

- a.  $-11\text{V}$
- b.  $1\text{V}$
- c.  $-1\text{V}$
- d.  $11\text{V}$



## Pregunta 9

Si se conectan los puntos b y c del circuito de la Figura b por medio de un cable, la iluminación del foco  $R_1$



- a. aumenta
- b. disminuye
- c. se mantiene igual

## Pregunta 10

Elegir la respuesta correcta:

Un amperímetro ideal deberá tener una resistencia interna

nula

Un voltímetro ideal deberá tener una resistencia interna

infinita

Una fuente de voltaje ideal deberá tener una resistencia interna

nula

# Anexo IV

Universidad de Salamanca | Física III\_Física: Calificaciones: C...

stadium > Física III\_Física > Calificaciones > Informe > Calificador > Calificador

Elija una acción...

Calificador Mis preferencias de informe

Ocultar iconos 'mostrar/ocultar' Ocultar bloqueos Show Quick Feedback Mostrar cálculos resultados Mostrar promedios de columna Ocultar grupos Mostrar rangos Mostrar

Física III (1º curso del ...)

Pruebas Escritas (35%)

Problemas de clase (15%) Tareas entregadas (10%) 1º Prueba Escrita 2ª Prueba escrita

Nombre ↓ / Apellidos	Problema 1 resuelto en clase	Problema 2 resuelto en clase	Media categoría	Tarea del Tema 1	Tarea del Tema 2	Tarea del Tema 3	Tarea del Tema 6	Tarea del Tema 7	Media categoría	Problema 1	Problema 2	Problema 3	Media 1ª Prueba Escrita	Problema 1	Problema 2	Problema 3	Media
Controles	60,00	60,00	3,00	70,00	0,00	90,00	0,00	0,00	4,00	3,00	1,00	3,00	2,33				
ALUMNO 1	60,00		3,00	70,00	0,00	90,00	0,00	4,00	3,00	1,00	3,00	2,33					
ALUMNO 2	90,00		4,50	60,00	100,00	70,00	40,00	6,75	9,50	5,00	3,00	5,83					
ALUMNO 3	40,00		2,00	95,00	65,00	60,00	60,00	7,00	0,00	0,00	0,00	0,00					

Universidad de Salamanca | Física III\_Física: Calificaciones: C...

Informe > Calificador > Calificador

Calificador Mis preferencias de informe

Ocultar bloqueos Show Quick Feedback Mostrar cálculos resultados Mostrar promedios de columna Ocultar grupos Mostrar rangos Mostrar

Física III (1º curso del ...)

Pruebas Escritas (35%)

Problemas de clase (15%) Tareas entregadas (10%) 1º Prueba Escrita 2ª Prueba escrita Examen Final (40%)

Nombre ↓ / Apellidos	Problema 1 resuelto en clase	Problema 2 resuelto en clase	Media categoría	Tarea del Tema 1	Tarea del Tema 2	Tarea del Tema 3	Tarea del Tema 6	Tarea del Tema 7	Media categoría	Problema 1	Problema 2	Problema 3	Media 1ª Prueba Escrita	Problema 1	Problema 2	Problema 3	Media 2ª Prueba Escrita	Media categoría Examen	Total categoría Examen	Total del curso
ALUMNO 1	60,00		3,00	70,00	0,00	90,00	0,00	4,00	3,00	1,00	3,00	2,33						1,17		1,26
ALUMNO 2	90,00		4,50	60,00	100,00	70,00	40,00	6,75	9,50	5,00	3,00	5,83						2,92		2,37
ALUMNO 3	40,00		2,00	95,00	65,00	60,00	60,00	7,00	0,00	0,00	0,00	0,00						0,00		0,00

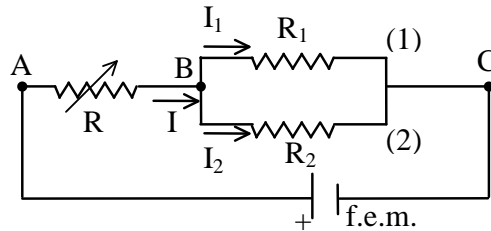
## Anexo V

### PRÁCTICA: REGLAS DE KIRCHHOFF. MANEJO DE MULTÍMETRO

Nombre y Apellidos:

#### 1. CÁLCULOS TEÓRICOS

Considérese el siguiente circuito,



donde  $R = 1000\Omega$ ,  $R_1 = 1000\Omega$ ,  $R_2 = 500\Omega$ , y la fem =  $\varepsilon = 4.5V$ .

Calcular de forma teórica:

1.a) La resistencia equivalente entre los puntos B y C:  $R_{BC} =$

1.b) La resistencia equivalente entre los puntos A y C:  $R_{AC} =$

1.c) Escribir las ecuaciones de las mallas y nudos:

1.d) Escribir la solución de las ecuaciones anteriores:

$I =$  ;  $I_1 =$  ;  $I_2 =$

1.e) Calcular las diferencias de potencial entre los puntos A y B, y B y C:

$V_{AB} =$  ;  $V_{BC} =$

1.f) Comprobación de las leyes de Ohm y de las reglas de Kirchhoff:

$$V_{AB} = I R$$

$$V_{BC} = I_1 R_1 = I_2 R_2$$

$$I = I_1 + I_2$$

$$\varepsilon = V_{AB} + V_{BC}$$

## **2. MEDIDAS EXPERIMENTALES**

Usar un multímetro para medir las siguientes magnitudes. Dibujar en cada caso, el circuito incluyendo el aparato de medida (Ohmímetro, Amperímetro y Voltímetro).

Circuito de medida

2.a) Valor medido de  $R_{BC} =$

2.b) Valor medido de  $R_{AC} =$

2.c) Valor medido de  $I =$

2.d) Valor medido de  $I_1 =$

2.e) Valor medido de  $I_2 =$

2.f) Valor medido de  $V_{AB} =$

2.g) Valor medido de  $V_{BC} =$



## Anexo VI

