PRÁCTICAS DE ELECTRICIDAD

1/5- LEY DE OHM
Cálculo de la fem de una pila, de la resistencia interna de un voltímetro y de una resistencia cualquiera añadida al circuito.

2/6- PUENTE DE WHEASTONE
Medida de resistencias y comprobación de la regla de asociación.

3/7- CONDENSADOR PLANO / PERMITIVIDAD DEL VACÍO Y RELATIVA
Variación de la capacidad con la distancia entre electrodos en un condensador plano. Valor de ε_o.
Valor de la permitividad relativa de materiales.
Estudio de las características de un condensador plano y cilíndrico: Variación del potencial y del campo entre electrodos. Determinación de la carga del condensador.

4/8- El CONDENSADOR. DESCARGA Y TIEMPO DE RELAJACIÓN. ASOCIACIÓN DE CAPACIDADES EN SERIE Y PARALELO
Descarga de dos condensadores en serie y paralelo. Tiempo de relajación y determinación de las capacidades de los condensadores a partir de la regla de asociación de capacidades.

Nota: Cada equipo debe entregar al finalizar la sesión de prácticas, la hoja final que hay en cada práctica (Hoja de Prácticas). Como en cada sesión se hacen dos prácticas, se deben entregar las dos hojas correspondientes a las prácticas realizadas con los datos adquiridos en cada una de ellas. El equipo debe quedarse con una copia de la hoja entregada. La hoja que se quedan los estudiantes puede ser copia de la misma que entregan o puede ser una hoja cualquiera en la que figuren los datos que han tomado y que deben respetar al hacer el dossier en casa. En la cabecera de la hoja que entregan, que es la que hay en esta guía - debe constar obligatoriamente el grupo al que han quedado adscritos (1, ….) y el equipo (1….8).

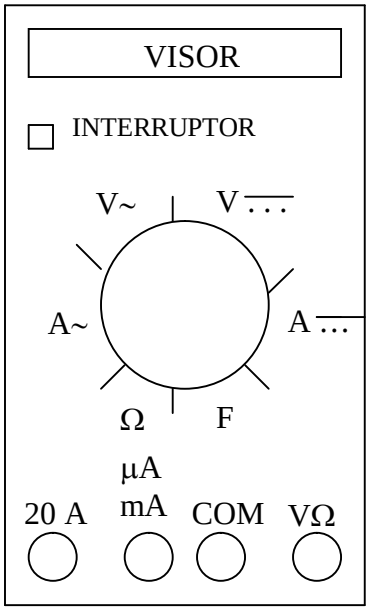
ELECTRICIDAD

EL MULTÍMETRO (MEDIDOR UNIVERSAL) O TESTER

Un multímetro es un aparato que puede medir distintos parámetros típicos eléctricos. Como hay multímetros de distintos fabricantes, resulta que a pesar de tener una presencia similar en muchos aspectos, siempre presentan algunas diferencias. En el laboratorio usamos multímetros de varias empresas: Promax, Kaise. Observar uno cualquiera de ellos.

En general tienen un dial que gira alrededor de intervalos numéricos separados. En cada intervalo se indica lo que el multímetro puede medir. Notar que figuran letras como la A (amperios/intensidad), V (voltios/tensión), Ω (ohmios/resistencia), F (faradios/capacidad) o L (henrios/inducción) aunque en algunos tipos pueden haber más posibilidades (y en algunos menos). De momento me limito a las comentadas.

Inicialmente para medir intensidades o tensiones, hay que indicar si se trabaja en continua o alterna. Los símbolos son CC o bien ⎓ en el caso continuo y CA o bien ~ en el caso alterno. Hay aparatos que tienen un botón que fija esta situación, en otros hay que buscar la letra con el símbolo indicado: (A⎓, V⎓) en continua, o (A~, V~) en alterna.



Girar el dial de modo que quede la punta con la señal en el intervalo que se pretende medir. En cada intervalo hay diversos números que indican el máximo que se puede apreciar en cada caso. Si la medida que se toma es inferior a la que marca el dial, no hay problema, pero si es mayor el equipo se protege y en el visor sale una señal de bloqueo o de protección del equipo. En este caso debéis cambiar de escala y pasar, si es posible, a una superior. Para medir ohmios o faradios no hay ningún problema y basta poner el dial en el intervalo correspondiente.

Notar que por ejemplo el multímetro de la empresa Promax, tiene 8 intervalos en el dial. Se aprecia claramente el intervalo de los voltios V y amperios A en alterna y continua. Por ejemplo, vemos que en continua la intensidad mide entre 200 μA hasta 200 mA. Esto nos dice que este aparato puede medir CC hasta 200 mA. En alterna va de 20mA a 200 mA. La escala de ohmios va de 200 Ω a 20 MΩ.

Los hilos conectores tienen que estar en consonancia con el intervalo de medida elegido. Un hilo – digamos el que entra - podéis introducirlo al conector que indica lo que pretendéis medir, que debe ajustarse a lo que indica el dial. Notar que tensión y resistencia tienen el mismo conector. El de amperios es otro conector y si se quiere medir más de 200 mA, podéis poner el dial en 20m/20 A, en cuyo caso, el hilo debe ir a la entrada de 20 A. En todos los casos el hilo de salida debe conectarse al COM (común).

PRÁCTICA 1

LEY DE OHM

Previo.
Para hacer el montaje del circuito usaremos el tablero de plástico que hay encima la mesa. Este tablero consta de varios conectores.

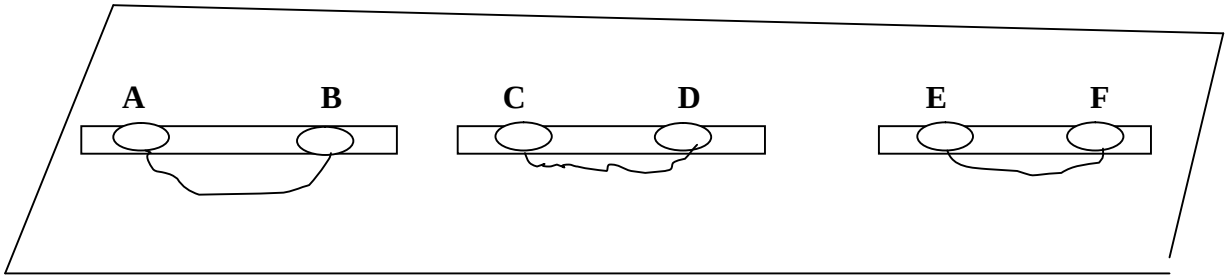


Fig. 1: Tres conectores del tablero.

Cada conector tiene dos polos que se conectan entre sí por la parte inferior, por lo que los dos polos son el mismo punto (eléctricamente hablando). Esto quiere decir que si al montar un circuito entra una señal, por ejemplo por el polo A, podemos seguir la línea saliendo por el polo B (fig. 2).
Supongamos que queremos conectar una resistencia en serie con un condensador, ambos en serie con una pila. El ejemplo ilustra la manera de actuar

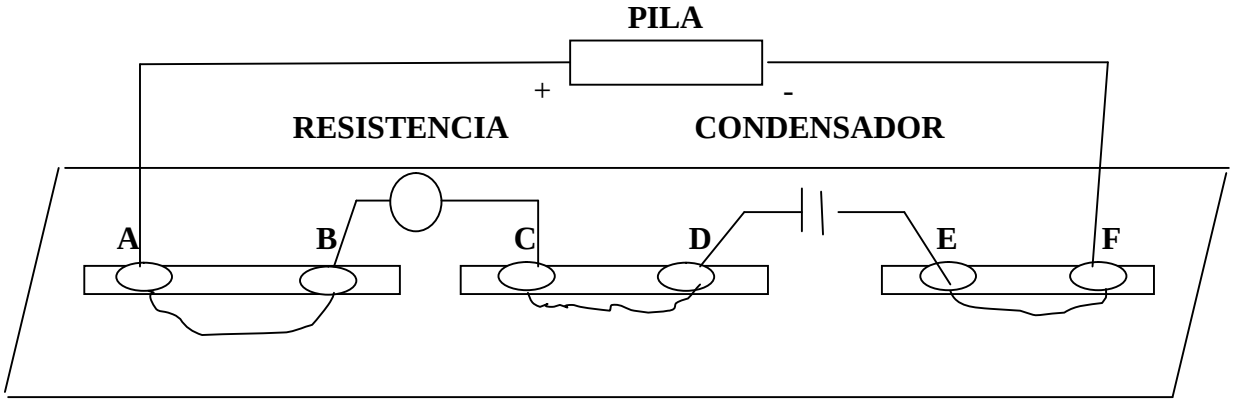


Fig. 2: La pila tiene un hilo que sale de su borne (por ejemplo el positivo) que va al primer conector con entrada en A. La señal sale por B y entra en la resistencia. Luego sale de la resistencia y entra en C. La señal sale por D y entra en el condensador. A continuación la señal sale del condensador y entra en E, saliendo por F. Conectamos F con el otro borne de la pila (borne negativo).

Determinación de la fem de una pila, de la resistencia interna de un voltímetro y de una resistencia incógnita R_x.

Montar el circuito de la fig. 3. Consta de una resistencia variable R_v, de una caja de aluminio en la que hay una fuente de tensión, y del voltímetro.
En realidad R_v consiste en 10 resistencias que están, todas ellas, incluidas en una caja. Su valor está indicado en la caja. Una salida es común a todas las resistencias, la otra salida está conectada a cada una de ellas. Al ir cambiando esta conexión, va cambiando el valor de la resistencia.

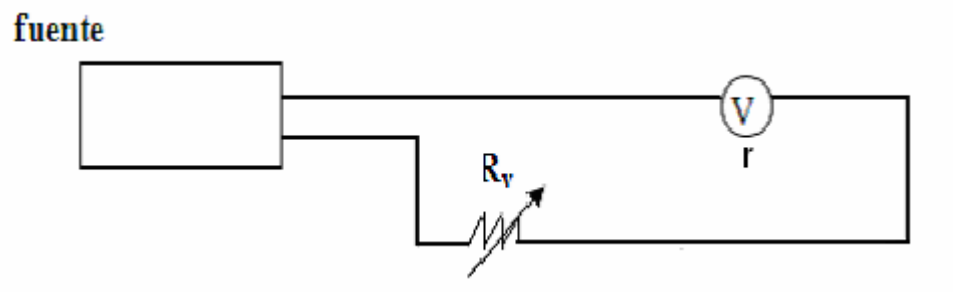


Fig. 3

Ir dando cada uno de los valores de R_v y anotar los de V que da el voltímetro. Hacer la tabla

V	1 / V	R_v

En este circuito se cumple, según la ley de Ohm generalizada, que la fem E aplicada vale

$$E = (R_v + r)I = R_v I + rI \qquad (1)$$

siendo R_v el valor de la resistencia que hemos aplicado y r la interna del voltímetro que hemos colocado en serie con R_v. Ahora bien, la I que pasa por el circuito entre los extremos del voltímetro cumple I = V / r, por lo que E = (R_v + r) V/ r; despejando 1/V:

$$1/V = \frac{R_v + r}{Er} = \frac{R_v}{Er} + \frac{1}{E} \qquad (2)$$

ecuación del tipo Ax + B, que es una recta, siendo A = 1/Er (es la pendiente) y B = 1/E (es la ordenada en el origen). Así que si representamos, en papel milimétrico, 1/V (calculadora) en función de R_v, tendremos una recta de pendiente 1/Er y de ordenada en el origen 1/E. A partir de la ordenada en el origen sabremos E y, conocido este valor y el de la pendiente, podemos determinar r.

Ahora, en el circuito, cambiar el voltímetro por un tester en formato "amperímetro" en c.c. y colocar en serie, entre R_v y el amperímetro la resistencia R_x (ver la fig. 4). Este circuito, por la ley de Ohm, cumple que $V = (R_x+R_v)\, I$, siendo V el valor del potencial aplicado que es justamente el valor de E obtenido anteriormente
Así que

$$1/\, I \; = (R_x + R_v)\, /E \; = \frac{R_X}{E} + \frac{R_V}{E} \qquad (3)$$

Hacer la tabla siguiente

I	1 / I	R_v

y representar gráficamente 1/I frente a R_v. Según (3) es una recta de pendiente 1/E y de ordenada en el origen Rx/E. Representar esta recta. De la ordenada en el origen deducir R_x. Nótese que la pendiente debe coincidir con E (que es la fem calculada en la primera parte).

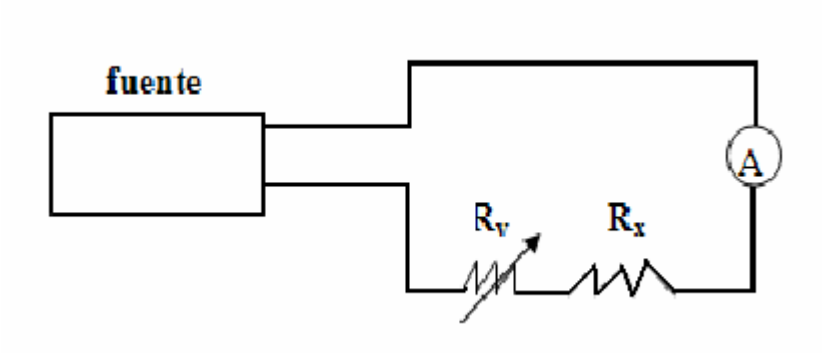


Fig. 4

HOJA DE PRÁCTICAS **Grupo:** **Equipo:**

Nombre de los alumnos que han realizado la práctica

…….

…….

Nombre de la práctica: Ley de Ohm.
Objetivo: Valorar la fem de una pila y la r interna del voltímetro y calcular el valor de una resistencia desconocida.
==========’

R_v	V del voltímetro	1 / V

Recta de regresión:

FEM de la pila = E =

RESISTENCIA INTERNA DEL VOLTÍMETRO: r =

I	1 / I	R_v

Recta de regresión:

VALOR DE R_x =

(utilizar la parte trasera de esta hoja para anotaciones y cálculos)

PRÁCTICA 2

PUENTE DE WHEASTONE
Medida de resistencias.
Comprobación de las reglas de asociación de resistencias.

El puente está dibujado en la fig. 1. Es evidente que al conectar la pila, en condiciones normales, debe pasar corriente por cada rama del circuito. Podemos conseguir, para valores adecuados de las resistencias, que NO pase corriente por CD en cuyo caso el potencial que marca el voltímetro V es cero. Entonces se dice que el puente está en equilibrio y se cumple**: $R_1 R_3 = R_2 R_4$ (1)** (ecuación del equilibrio del puente).

Supongamos que tenemos el circuito con dos resistencias conocidas fijas, por ej. R_2 y R_3, que R_4 es variable (la llamaré R_v) y que R_1 es desconocida (será: R_x). Entonces (1) es $\mathbf{R_x R_3 = R_2 R_v}$, o bien $\mathbf{R_x = R_2 R_v / R_3}$ (2). Esta expresión, que permite calcular R_x, sólo es aplicable si el puente está en equilibrio, es decir, si no pasa corriente por CD. Esto, inicialmente, no ocurrirá al colocar R_2 y R_3 arbitrarias, pero lo **podemos conseguir si, colocadas estas últimas resistencias citadas, vamos variando R_v**. Es por tanto un método útil para determinar resistencias.

Montar el circuito atendiendo al equipo que hay en la mesa. Hay dos resistencias que son R_1 y R_2 de la fig. 1 (o de la fig. 2). Medir su valor utilizando el ohmiómetro **que debéis poner en formato de medir resistencias (Ω).** Anotar los valores de estas 2 resistencias. Estas resistencias las vamos a utilizar para medir cada una de las tres resistencias desconocidas que también tenéis en la mesa, etiquetadas como R_x, R_y y R_z. **Para determinar el valor de estas 3 resistencias poner en el puente las dos resistencias conocidas, R_2 y R_3, y la incógnita R_x, cada una en su lugar, como indica la fig 2. Equilibrar utilizando R_v que debéis ir variando hasta conseguir que el potencial del voltímetro indique cero, es decir, que entre C y D no pase corriente. En este momento el puente está en equilibrio y como R_1, R_2 y R_v son conocidas, podéis aplicar (2) y hallar R_x. Repetir la medida permutando R_1 y R_2. Tendréis otro valor de R_x, parecido al anterior. Hacer la media entre los dos valores de R_x obtenidos. Repetir todo el proceso para R_y y R_z.**

Como el objetivo final es comprobar la regla de asociación de resistencias, vamos a proceder como sigue:
Repetir exactamente lo mismo que acabamos de hacer con las resistencias individuales pero poniendo ahora como R_x las tres resistencias citadas colocadas a) en serie (al resultado le llamaré R_{s*}); b) en paralelo (al resultado le llamaré R_{p*}) y finalmente c) colocando R_x y R_y en serie y R_z en paralelo con ambas (al resultado le llamaré R_{m*}). Conseguir los valores comentados aplicando siempre (2).

Ahora, con los tres valores individuales obtenidos inicialmente de R_x, R_y y R_z vamos a hacer cálculos numéricos aplicando las conocidas reglas de asociación de resistencias. Calcular numéricamente: a) el valor que sale al ponerlas en serie (sea el valor obtenido R_s); b) en paralelo (sea el valor R_p), y c) poniendo la primera y segunda en serie, en paralelo con la tercera (sea el valor R_m). Obviamente lo correcto sería que los valores calculados a partir del puente: R_{s*}, R_{p*} y R_{m*} coincidieran con los calculados numéricamente: R_s, R_p y R_m.

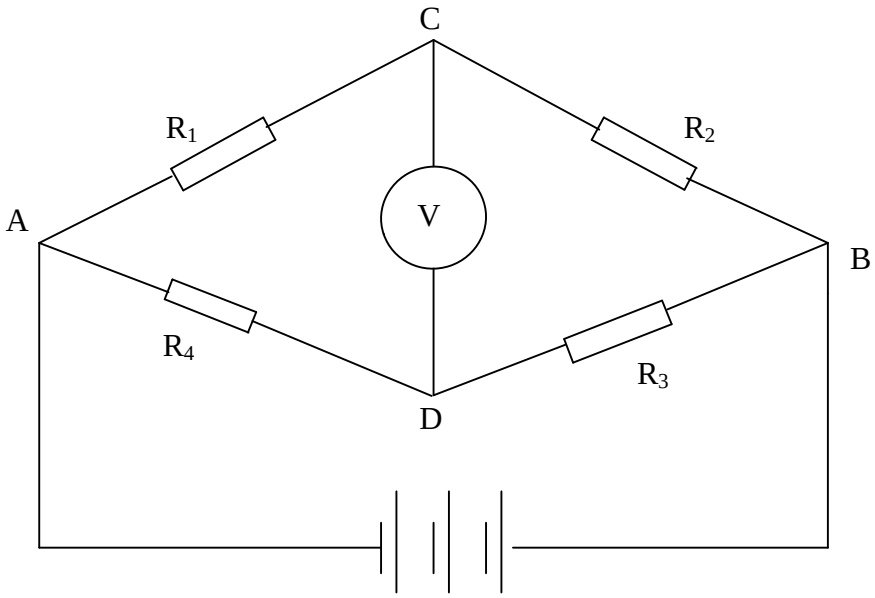
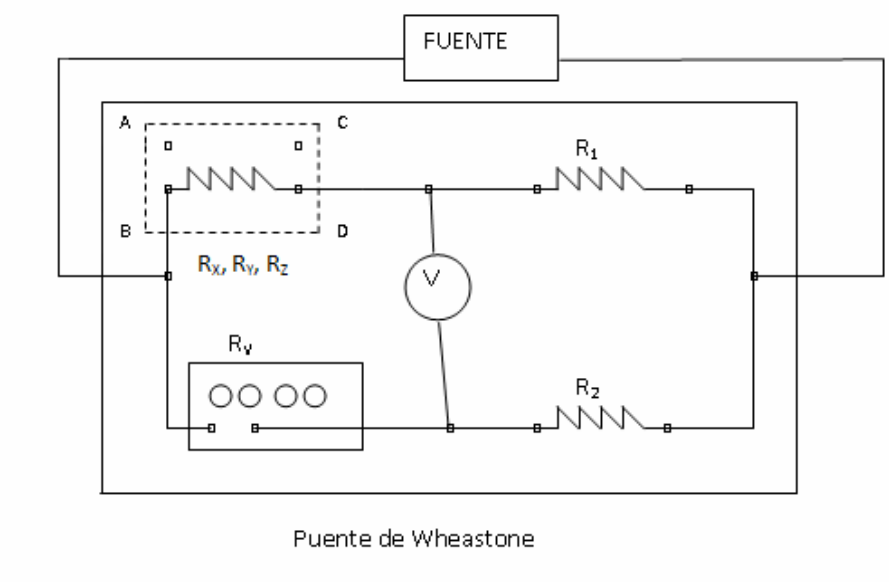
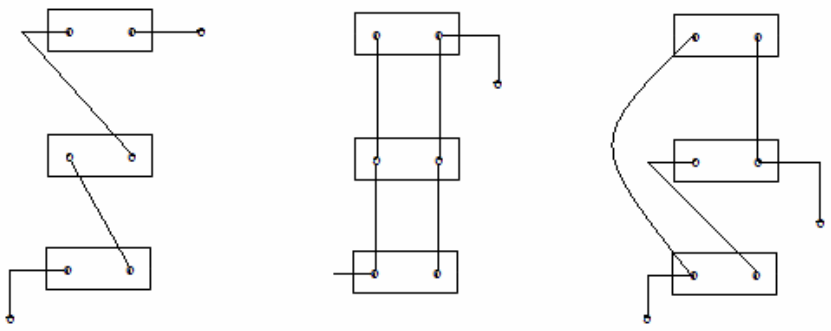


Fig. 1



Puente de Wheastone

Fig. 2



SERIE PARALELO MIXTA **Fig. 3**

HOJA DE PRÁCTICAS **Grupo:** **Equipo:**

Nombre de los alumnos que han realizado la práctica

…….

…….

Nombre de la práctica: Medida de resistencias con el puente de Wheastone.
Objetivo: Medir tres resistencias y comprobar la regla de asociación.

==========

Valores medidos de R_a= R_b=

Incógnita	**R_v**	**Resistencias conocidas**		**Valor calculado**
R_x		**R_a =**	**R_b=**	
R_x		**R_b =**	**R_a=**	
R_y		**R_a =**	**R_b=**	
R_y		**R_b =**	**R_a=**	
R_z		**R_a =**	**R_b=**	
R_z		**R_b =**	**R_a=**	
R_{s*}		**R_a =**	**R_b=**	
R_{s*}		**R_b =**	**R_a=**	
R_{p*}		**R_a =**	**R_b=**	
R_{p*}		**R_b =**	**R_a=**	
R_{m*}		**R_a =**	**R_b=**	
R_{m*}		**R_b =**	**R_a=**	

Valores medios calculados en el puente

R_x=	**R_y=**	**R_z=**	**R_{s*}=**	**R_{p*}=**	**R_{m*}=**

Diferencias entre los valores calculados numéricamente y los dados por el puente

valor numérico		
$R_x + R_y + R_z =$	**R_s =**	**R_{s*} - R_s =**
$(\frac{1}{R_x}+\frac{1}{R_y}+\frac{1}{R_z})^{-1}$ **= R_p =**		**R_{p*} -R_p =**
$(\frac{1}{R_x+R_y}+\frac{1}{R_z})^{-1}$ **= R_m =**		**R_{m*} - R_m =**

Si hay que hacer cálculos o anotaciones, utilizar la parte trasera de esta hoja.

PRÁCTICA 3

ESTUDIO DEL CONDENSADOR.

Permitividad del vacío. Permitividad relativa. Valor del Potencial y del campo entre los electrodos. Carga en cada electrodo.

Permitividad del vacío y permitividad relativa.

En la mesa disponéis de un tester preparado para medir capacidades. También hay dos láminas planas de PVC y PET y un condensador de placas planas que pueden desplazarse de forma controlada mediante un tornillo micrométrico. Conectar el tester en formato "capacidad" y en la "escala de nF", a las armaduras del condensador. Como se trata de un condensador plano, la capacidad, cuando entre placas queda aire (en tal caso ε_r es aproximadamente 1), es $C_0 = \varepsilon_o S/d$, siendo S el área de las placas y d la distancia entre ellas. Como las placas son circulares, el área es $S = \pi r^2$, siendo r el radio que vale 13 cm en el equipo Phywe o 12,5 cm en el equipo Elwe. Calcular el valor de S en el sistema MKS.

Poner las placas del condensador a una distancia de 1 mm. Éste será nuestro valor de espesor d inicial. Separar las placas, progresivamente, tomando los siguientes valores

d = 1 1,5 2 2,5 3 3,5 4 mm

y anotar los valores de la capacidad que indica el tester para cada desplazamiento.

Así tendremos 7 valores de C_0 que indicaremos en picofaradios ($F \times 10^{-12}$).
Sabemos que la fórmula de la capacidad en el condensador plano es $C_0 = \varepsilon_o S/d$ (1). Si representamos C_0 en función de S/d, tendremos una recta. Notar que su pendiente es ε_o.

Calcular S/d (en el sistema de unidades MKSQ). Ahora podemos hacer el gráfico en papel milimétrico.

Hallar ε_o. Su valor exacto es $\varepsilon_0 = \dfrac{1}{4\pi 9x10^9} = 8{,}85 \times 10^{-12}$ F / m. Apreciar la diferencia.

Visto este punto, podemos pasar a ver el valor de la permitividad relativa de dos materiales aislantes plásticos. Se trata de PVC y PET. Para ello medir el espesor d de cada material con un pié de rey. Anotar estos valores d_{pet} y d_{pvc}. Poner las placas a la primera de estas distancias usando el tornillo micrométrico y mirar la capacidad que indica el tester. Anotar esta capacidad C_0 (PET). Ahora colocar la lámina de PET entre las placas y cuidar que el tornillo micrométrico quede en el mismo punto que antes (esto puede tener un error por cuanto si se han movido las placas, probablemente no queden en el mismo sitio exactamente). Sea C (PET) el valor de capacidad que da el tester. Repetir el mismo proceso con la placa de PVC.

La relación entre C / C_0 en cada caso, siempre es la permitividad relativa del material correspondiente (no tiene dimensiones y siempre es mayor que 1 (en el vacío $\varepsilon_r = 1$)). Como $P = \varepsilon_o(\varepsilon_r - 1)E$; si $\varepsilon_r = 1$ que es el caso del vacío, P = 0. Notar que ε_r valora el grado de orientación o polarización P que alcanza el material al aplicarle el campo E.

Estudio del condensador.

Podemos hacer un estudio de un condensador y valorar lo que vale el campo y el potencial entre placas, así como la carga que acumulan los electrodos, cómo cambia la carga mientras se carga o descarga y más cosas.
En este caso vamos a trabajar un poco con un condensador plano y uno cilíndrico. Entre placas se cumple que en cada punto P de coordenadas (x,y,z), la ecuación fundamental de la electrostática, para el potencial V, es :

$$\Delta V(x,y,z) = -\frac{\rho(x,y,z)}{\varepsilon_o} \qquad (2) \text{ (ecuación de Poisson)}$$

Si en el interior del condensador hay aire, tenemos que $\rho = 0$, y por tanto (2) es la ecuación de Laplace: $\Delta V = 0$ (3). La resolución de esta ecuación nos dice cómo cambia el potencial en cada punto.
Podemos formar un condensador utilizando el equipo que tenemos en la mesa. Colocar las dos barritas metálicas enfrentadas paralelamente, distantes d y bien sujetas con los tornillos. Aplicar un potencial V_0 a la varilla izquierda. La derecha conectarla a tierra, por lo que queda a potencial cero.

El sistema lo podemos representar como indica la figura:

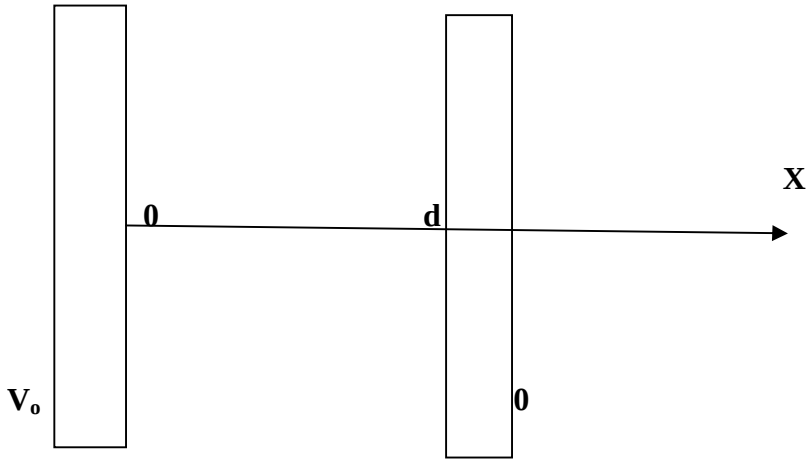


Fig. 1

Entre x = 0 y x = d, el potencial cambia de V_0 a 0. La función V(x) sigue la ley que resulta de resolver la (1). Haciendo cálculos se llega a $V(x) = -Ax + B$ (4). (Notar que en este caso se ha resuelto V suponiendo que solo depende de x lo que no es correcto ya que las placas no son infinitas, por ello d no debe ser grande y se ajusta mejor el resultado cuanto más cerca estemos del eje central de los electrodos).

Claramente (4) se trata de una recta. El campo por su parte es $E = -\frac{dV}{dx} = A$, que es una constante. El desplazamiento es $D = \varepsilon_o E$, por lo que también es constante y, como el campo E es normal a las placas (esto sería totalmente correcto si las placas fueran infinitas), de las condiciones de separación de D tendremos que en x = 0, D= σ = Q/S siendo Q la carga de la barra. Su valor es $Q = \varepsilon_o ES = \varepsilon_o V_o S / d$ (en la otra placa vale lo mismo pero con signo cambiado).

Para el caso de un condensador cilíndrico, el proceso sería similar pero la ecuación de Laplace se debe resolver en cilíndricas. La solución es

$$V(r) = B - A \ln r; \quad \text{con} \quad R_1 < r < R_2 \qquad (5)$$

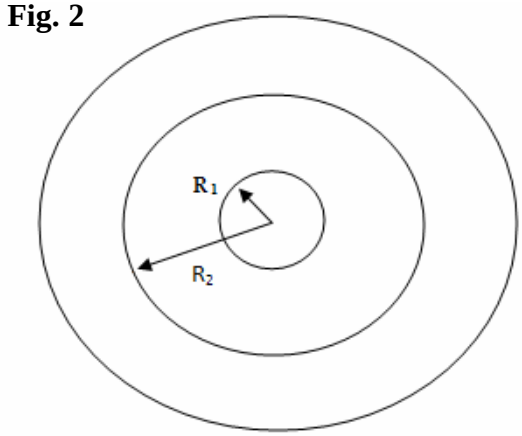
y el campo $E = - \, dV/dr = A / r$ (6).

El desplazamiento

$$D(r = R_1) = \varepsilon_o E(r = R_1) = -\varepsilon_o \frac{dV}{dr}(r = R_1) = \varepsilon_o \frac{B}{R_1} = \sigma \, (r = R_1) = Q/S \qquad (7)$$

de la que puede deducirse la carga Q de la armadura interna (que es la carga del condensador).

Fig. 2

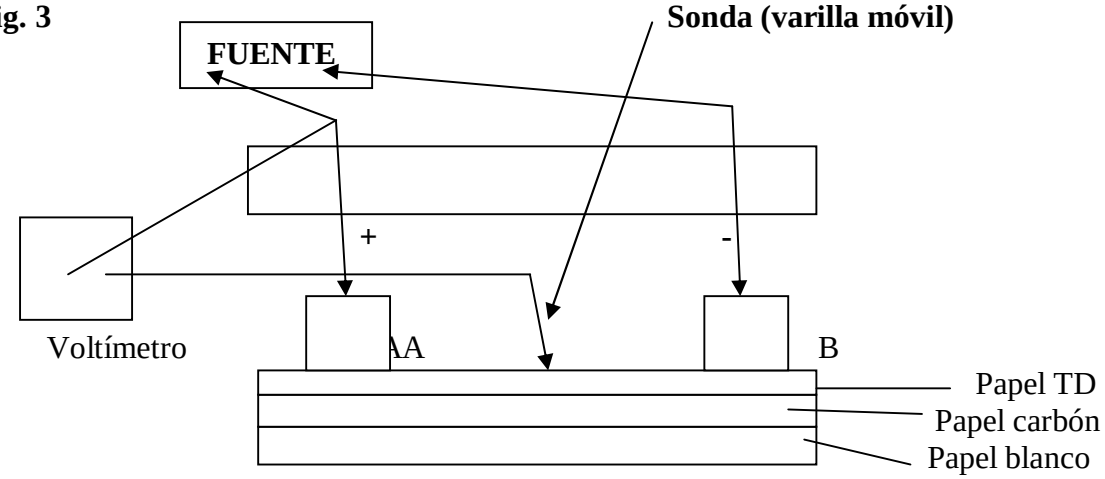


R_1= 2 mm

R_2 = 24 mm

Espacio entre electrodos = 22 mm

Fig. 3



Colocar en la base del equipo y en el orden que se indica, el papel resistivo (TD), debajo el papel carbón y debajo una hoja ordinaria blanca.

En la caja tenemos los electrodos (barritas planas, aros y puntos cilíndricos)**.** Colocar en A y B y apretar los 2 electrodos planos con los tornillos conductores. Conectar dos hilos entre las salidas de la fuente y los tornillos. Situar el voltímetro en paralelo con la salida de la fuente de modo que un polo del voltímetro quede conectado al electrodo positivo y el otro polo quede libre sujeto a una varilla móvil (sonda), es decir que podamos desplazarlo con la mano y apretar en cualquier punto del plano de papel TD que queda entre electrodos.

Encender la fuente por la parte trasera y aplicar V_0 voltios. Girando el botón que se indica con la letra V aplicar la tensión de 20 voltios que veréis en el visor del tester si tocáis con la sonda el electrodo negativo. Esta tensión es la que tendremos siempre entre los electrodos que en este caso forman un condensador. Como la sonda acaba en punta, dibujar, presionando algo, "no mucho", la situación de los dos electrodos de manera que tengamos en el papel blanco la referencia de donde están situados ambos electrodos.

Tocar con la sonda el electrodo negativo: el voltímetro indicará la diferencia de potencial aplicado. Si apretamos en cualquier punto P intermedio entre barras, entonces, normalmente, no debería dar nada, pero como hemos colocado el papel TD, que es resistivo, tendremos que el voltímetro marcará la caída de tensión entre el positivo y el punto P. Si se tantea con la sonda sobre el papel TD veremos que podemos encontrar valores de potencial que van de 18 V a cero y es fácil ver que hay muchos puntos que tienen el mismo potencial. Si vamos señalando puntos del mismo potencial, tendremos líneas equipotenciales. Se puede apreciar – si el tiempo lo permite – que, en el caso del condensador plano, si se elige al azar un potencial entre 0 y 18 V los puntos de una línea equipotencial son puntos de una línea paralela a los electrodos.

Nota importante: si se aprieta mucho el papel, se rompe y se llena de agujeros. Cuando tengáis bastantes puntos, los podéis unir y tendréis la equipotencial correspondiente.

Entre electrodos y sobre el papel TD, colocar la escala métrica que está confeccionada en papel milimétrico y se ajusta entre los dos electrodos y que permite saber la distancia entre los electrodos y el punto de medida. Si tocamos y presionamos con la sonda el papel TD a distintas distancias, (guiaros por la escala indicada) podemos anotar V para cada x. Anotar V cada 0,5 mm. El valor de V solo será válido si el contacto es bueno.

Representar en papel milimetrado V(x) (V = eje de ordenadas, x = es el de abscisas). Es una recta (4) de la que podemos deducir la pendiente y la ordenada en el origen. La pendiente es el campo. Representar el campo E(x) en otra hoja.

Ahora cambiar los electrodos planos por el anillo circular que pondremos como electrodo exterior y poner como interior un cilindro puntual. Así formaremos un condensador cilíndrico. En otra hoja de papel milimétrico, representar gráficamente V(r) entre R_1 (interior) y R_2 (exterior). Tendremos la curva (5). Representar V en función de ln(r). Esto da una recta. Hallar A y B. En este caso A no es el campo como en el caso plano. El campo E cambia con la distancia radial y vale: E (r) = A / r. Como A es conocida, determinar el valor del campo para cada r. De (7) podemos deducir la carga del electrodo interior (que es la del condensador), su valor es $Q(R_1) = \varepsilon_o SE(R_1)$.

HOJA DE PRÁCTICAS **Grupo:** **Equipo:**

Nombre de los alumnos que ha realizado la práctica

…….

…….

Nombre de la práctica: Medida de resistencias con el puente de Wheastone.
Objetivo: Medir los valores de la C de un condensador plano.
Determinación del valor de ε_o.
Determinación de la ε_r de dos placas aislantes.
Estudio del condensador plano y cilíndrico.

==========

d (metros)	C (pF)	S / d (m)

Equipo: Radio de las placas r = Área S =

Gráfico 1.- Representar C = f(S / d).
EJE X: S / d (metros). Tomar 5 m ≈ 1cm. Variación entre 0 y 60 m.
EJE Y: C ($x10^{-12}$) (Faradios).Varia de 0 a 600. Tomar 100 F ≈2 cm.

Recta de regresión:

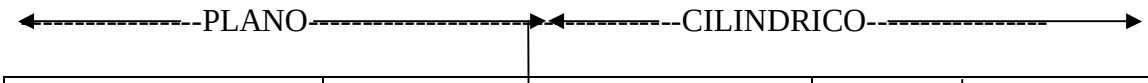
Valor de la ε_o =

Capacidades: C (PVC) = C (PET) =

Valores del espesor del PVC = Co_{pvc} = $\varepsilon_{r\ pvc}$ =

Valor del espesor del PET = $Co_{pe\ t}$ = $\varepsilon_{r\ pet}$ =

El condensador plano y cilíndrico.



x (mm)	V (voltios)	r (mm)	ln r	V (voltios)

Carga del cond. plano Q = **Carga de cond. cilíndrico Q =**

Condensador plano**: gráfico 2.-** Dar el gráfico de la variación del potencial V con la distancia x entre el electrodo de potencial cero y el otro electrodo que está a 18 V

EJE X (distancia): Variar de 0 a 55 mm. Tomar 5 cm de hoja $\approx$10 mm de distancia.
EJE Y (potencial): Varía de 0 a 18 Voltios. Tomar 5cm de la hoja $\approx$5 Voltios.

Hallar A y B de la ecuación (4). B es la ordenada en el origen y A la pendiente.
Recta de regresión:

A = B =

Gráfico 3. Representar el campo E(x).
Tomar 4cm de papel $\approx$ 100 V/m.

Dar la carga del condensador Q (x = 0) =

Gráfico 4. Representar la variación del potencial V con la distancia r que queda entre R_1 y R_2, que es de 22mm.

Gráfico 5. Representar la variación del potencial V con lnr que traduce la ecuación (5). Esto da una recta. De esta gráfica, hallar los valores de la pendiente A y de la ordenada en el origen B.

Anotar valores de A = B =

Ahora podéis dar la expresión (5) definitiva.

V (x) =

Como E= -dV/dr, resulta que en este caso E(r) = A / r. Calcular E(r) numéricamente. Indicar su valor para las distintas distancias r utilizadas.

r (mm)							
E (V/cm)							

Representar la variación E (r).

Dar los valores de E ($r = R_1$) = ; y E ($r = R_2$) =

y determinar la carga del condensador Q($r = R_1$) =

Operaciones, cálculos y comentarios en la parte trasera de las hojas de prácticas.

PRÁCTICA 4

CARGA Y DESCARGA DE UN CONDENSADOR
Tiempo de relajación.
Determinación de capacidades.

Se trata de montar un circuito que permita primero cargar y posteriormente descargar los dos condensadores C_1 y C_2 dados en el circuito. La práctica la haremos colocando primero C_1 y C_2 en serie y después, en una segunda parte, los pondremos en paralelo. El circuito que tenéis en la caja viene dado en la fig. 1 con los puntos principales numerados. En la fig. 2 podéis ver el esquema básico de carga de un condensador C_x (zona C.C. en la fig. 1) y en la fig. 3 vemos el de la descarga (zona C.D. en la fig. 1). En esta práctica se trata de seguir la caída de tensión V, durante la descarga a través de una resistencia R_d =11 MΩ, con un voltímetro electrostático (V.E.) que tiene una resistencia interna R_i = 11MΩ muy alta (justamente coincide con la R_d). Primero cargaremos los condensadores – proceso que se realiza de forma inmediata ya que no hay resistencia en este circuito de carga – y a continuación pasaremos a realizar su descarga que la haremos a través de una resistencia que es la equivalente de R_d y R_i **que están en paralelo.**

Tanto en el caso serie como en el paralelo, el circuito de descarga es el mismo.

Montaremos primero el **circuito de descarga** atendiendo a la fig 3. Para ello conectar 3 y 8 al voltímetro. Encender el voltímetro, esperar que se caliente y ajustarlo a cero. Ponerlo en formato potencial V con el dial de la derecha a 5 V.

Circuito de carga: conectar C_1 y C_2 en serie (fig. 4). Conectar 3 con 7 para cerrar el circuito, y los bornes 1, 6 a la fuente. Encender la fuente a 5 V. Este circuito solo funciona cuando está cerrado por lo que debemos apretar el botón B. **Al soltar B, se abre el circuito de carga y se inicia la descarga** a través de la resistencia equivalente a la R_d y a la del R_{VE}, que están en paralelo.

La descarga se sigue a través del voltímetro en el que podemos ver la caída de V con el tiempo. Para medir el tiempo, utilizar el cronómetro que tenéis en la mesa. Finalizada la medida de la caída de V cuando los condensadores están en serie, repetir con los condensadores en paralelo. La descarga sigue la ley $V(t) = Vo \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right)$ (1). La τ = ReC se llama tiempo de relajación que traduce el tiempo que tardan los condensadores en descargar, siendo C la C_s o la C_p según estemos en el caso serie o paralelo. Se cumple que $\frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$ (2); o bien $C_p = C_1 + C_2$ (3). Como $Cp > C_s$, se tiene que $\tau_p > \tau_s$, es decir en el caso paralelo el sistema tarda más en descargar. La medida inicial es V_0 = 5 voltios, a partir de este valor la aguja cae hasta V = 0. Podéis anotar los tiempos correspondientes a las caídas de V correspondientes a intervalos de 0,5 voltios entre 5 y 0,5 voltios. Repetir la medida y hacer la media de los 10 valores obtenidos. Ahora podéis trazar el gráfico de la caída de cada uno de los dos casos estudiados.

Representar gráficamente la caída de V(t). Si en (1) $t = \tau = ReC$, (4) entonces $V(t) = V_0/e$, es decir, si representáis la caída de V (ordenadas) con t (abscisas), llega un

momento que $V = V_0/e$. Entonces, extrapolando este valor al eje de abscisas, tendremos el tiempo t que es justamente τ. Anotar el valor de este tiempo en los dos casos
Una vez se tienen los valores de los tiempos de relajación, podemos calcular los valores de C_s y C_p de la (4) y sustituir en (2) y (3). Así tendréis un sistema de 2 ecuaciones con dos incógnitas, que podéis resolver y determinar los valores de las capacidades C_1 y C_2 de los dos condensadores. Si la operatoria se ha realizado correctamente es claro que $C_1R = \tau_1$ y $C_2R = \tau_2$ deberían ser los tiempos de relajación de los condensadores C_1 y C_2 si descargaran solos.

Retirar del circuito los dos condensadores que habéis utilizado en la medida y poner en el circuito SOLO el condensador C_1, aplicar el potencial V_0 para cargarlo y dejar que descargue como lo hicieran anteriormente C_1 y C_2. No tenéis que tomar ningún dato de caída. Ahora con el cronómetro en mano, seguir la caída de la carga y <u>calcular el tiempo que tarda en alcanzar Vo/e</u>. Es el tiempo de relajación. Anotaros este valor como τ^*_1. Repetir con C_2. Sea el tiempo de relajación τ_2^*. Hallar el error cometido entre los valores hallados de τ_1 y τ_2 calculados con los condensadores en serie y en paralelo y los valores τ^*_1 y τ_2^* cuando los condensadores descargan solos.

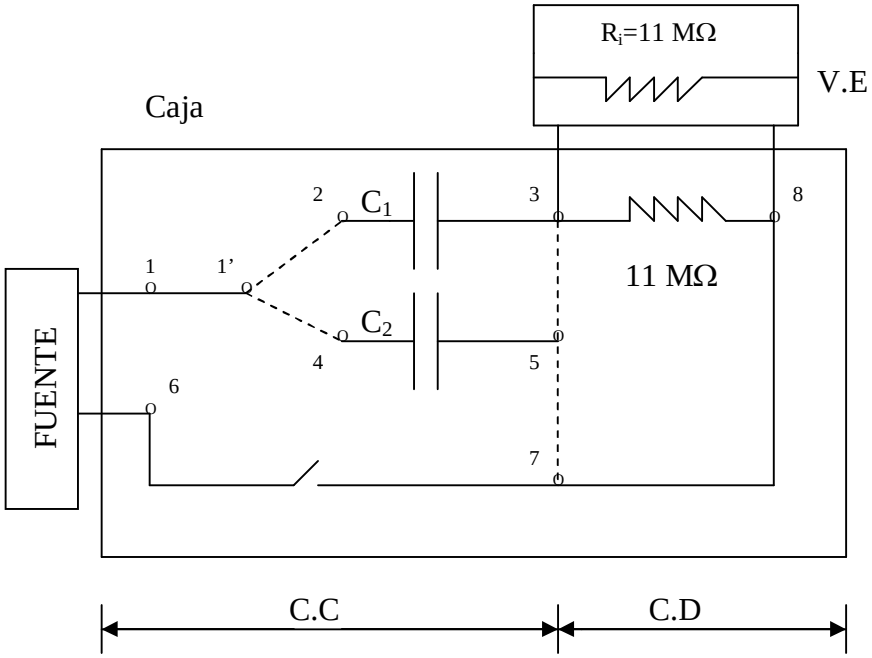


Fig. 1

Circuito de Carga (C.C.):

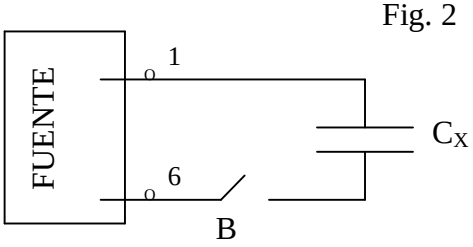


Fig. 2

Circuito de descarga (C.D.):

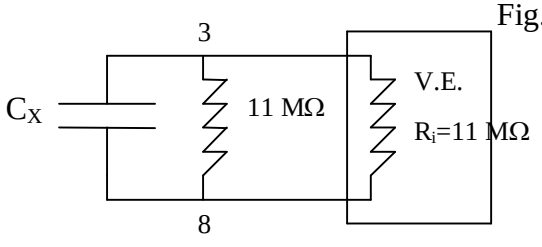
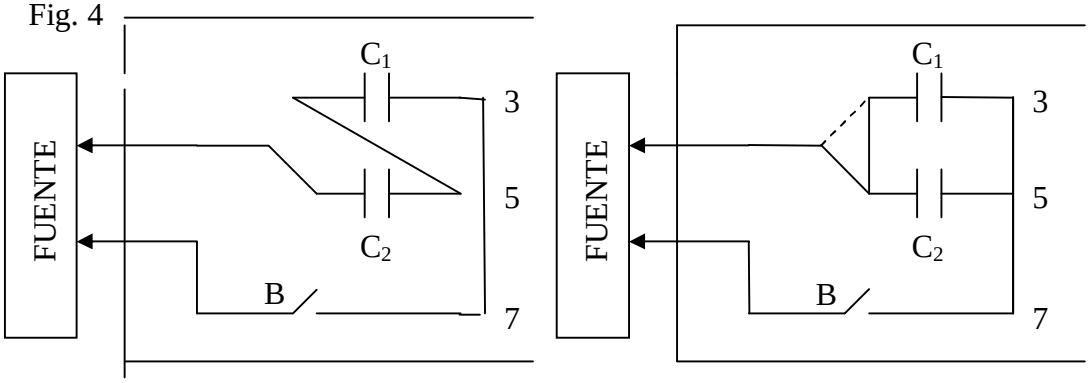


Fig. 3

$C_x \approx C_1, C_2$ serie:

$C_x \approx C_1 , C_2$ paralelo:

Fig. 4



HOJA DE PRÁCTICAS **Grupo:** **Equipo:**

Nombre de los alumnos que han realizado la práctica

…….

…….

Práctica: Descarga de condensadores en serie y en paralelo, valores de los tiempos de relajación y de las capacidades

Objetivo.- Trazar el gráfico de la descarga; medir los valores de los tiempos de relajación $\tau(s), \tau(p)$ de dos condensadores colocados en serie y en paralelo a partir de la caída de la carga. Obtener los valores de sus capacidades.

==========’
==========

	Serie 1ª medida	**Serie 2ª medida**	**Par. 1ª medida**	**Par. 2ª medida**	**Media serie**	**Media paralelo**
V (voltios)	**tc1**	**tc2**	**tc1**	**tc2**	$\overline{t(s)}$	$\overline{t(p)}$
V_0= 5						
4,5						
4						
3,5						
3						
2,5						
2						
1,5						
1						
0,5						

Representar los gráficos de la descarga serie y paralelo en la misma hoja.
Indicar los valores de

R_e = V_0 / e = $\tau(serie)$= $\tau(paralelo)$ =

Ecuación de 2º grado (en C_1) a partir del sistema (2), (3):
Resolver esta ecuación en la parte trasera de esta hoja. Indicar los valores finales de las Capacidades:

C_1= C_2 =

Anotar los tiempos τ^*_1 y τ^*_2 que tardan los condensadores C_i en alcanzar V_0/e:

τ_1^*= τ_2^*=

Indicar las diferencias: $\tau_1 - \tau_1^*$= $\tau_2 - \tau_2^*$=