

## Relación de prácticas:

- 1.- ) Campo magnético en condensador de placas paralelas
- 2.- Campo magnético en espiras y bobinas.
- 3.- Ley de Ohm. Asociación de resistencias.
- 4.- Estudio de la función de carga y descarga de un condensador.

# DETERMINACIÓN DEL VALOR DEL CAMPO ELÉCTRICO Y DEL POTENCIAL CREADO ENTRE LAS PLACAS DE UN CONDENSADOR CARGADO.

## 1.- OBJETIVO DE LA PRÁCTICA

Entre las placas cargadas de un condensador se forma un campo eléctrico homogéneo. Mediante un medidor de campo eléctrico determinaremos el valor de  $\vec{E}$  en función de la distancia entre las placas del condensador y de la diferencia de potencial entre sus armaduras.

## 2.-MATERIAL

1 Condensador plano.  
1 Medidor de campo eléctrico (conectado a una fuente de 12 V)  
1 Fuente de alimentación de cc de hasta 300 V  
1 Regla  
2 Multímetros digitales  
Cables de conexión y soportes.

## 3.-FUNDAMENTO TEÓRICO

En un condensador plano, el campo eléctrico se puede considerar uniforme si las dimensiones de las placas son suficientemente grandes frente la distancia entre ellas y podamos considerarlas como planos "infinitos" (Fig. 1).

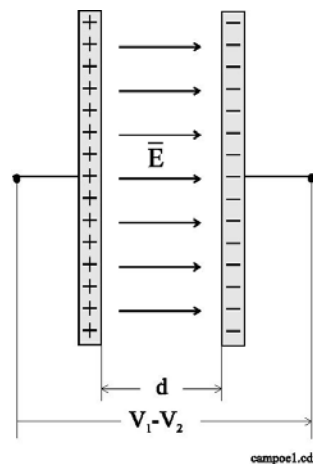


Fig. 1

La relación entre el valor del campo eléctrico y la diferencia de potencial que hay entre las placas del condensador es:

$$E = \frac{V_1 - V_2}{d} = \frac{V}{d}$$

Esta expresión nos va a permitir estudiar el valor del campo eléctrico que hay entre las placas del condensador al variar la diferencia de potencial entre las placas manteniendo la distancia entre ambas fijas, y posteriormente ver como varía cuando modificamos la distancia entre las placas del condensador.

#### 4.-MÉTODO EXPERIMENTAL

**PRECAUCIÓN: NO JUNTAR BAJO NINGÚN CONCEPTO LAS DOS PLACAS DEL CONDENSADOR CUANTO SE ENCUENTRE CONECTADO A LA FUENTE DE TENSIÓN.**

**PRECAUCIÓN: NO TOCAR SIMULTÁNEAMENTE LAS ARMADURAS DEL CONDENSADOR MIENTRAS ESTÁ CONECTADO A UNA DIFERENCIA DE POTENCIAL ALTA. LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN PUEDE PROPORCIONAR HASTA 300 V DE C.C. QUE PODRÍAN PROVOCAR UNA FUERTE DESCARGA A TRAVÉS DEL CUERPO.**

1. Encender el medidor de campo y la fuente de alimentación de corriente continua y comprobar el ajuste a cero, viendo que es nulo el valor que señala el medidor de campo cuando la tensión aplicada entre las placas es 0. Si no fuera así ajustar el 0 mediante el mando posterior que posee el medidor de campo. El valor de  $E$  no se mide directamente, sino a través de un multímetro que proporciona un valor proporcional al campo eléctrico. La relación de proporcionalidad depende del botón que se tenga pulsado en el medidor de campo (1º: 100 V/m; 2º: 1 kV/m; 3º: 10 kV/m).
2. Medir el valor de  $E$  para distintos valores de la tensión aplicada. Realizar medidas entre 20 y 150 V de 10 en 10 V, para distancias de 7 y 12 cm. Rellenar la tabla 1.

$V$ (V)	$d=7$ cm $E$ (V/m)	$d=12$ cm $E$ (V/m)

Tabla 1

4. Manteniendo un voltaje de 90 V y 120 V entre las placas del condensador, medir la intensidad de campo eléctrico en función de la separación entre las placas del condensador en un rango aproximado de 7 a 15 cm., tomando medidas de cm en cm (Tabla 2).

Tabla 2

5. Representar gráficamente los valores de campo eléctrico obtenidos en función de la distancia entre las placas para los dos potenciales estudiados.

# **CAMPO MAGNÉTICO CREADO POR UNA ESPIRA Y EN EL INTERIOR DE UN SOLENOIDE**

## **1. OBJETIVO**

Medir el campo magnético que se crea en el centro de distintas espiras con diferentes radios y en el interior de diversos solenoides de distinto número de vueltas.

## **2. MATERIAL**

5 Espiras de distintos radio y diversos números de vueltas  
2 Solenoides de distintas características  
1 Sonda de Hall para medición del campo magnético  
1 Fuente de alimentación  
1 Teslámetro  
1 Multímetro analógico

## **FUNDAMENTO TEÓRICO**

### **a) Para una espira.**

El campo magnético creado en una espira por la que circula una intensidad de corriente  $I$  es, en el centro de la espira  $x = 0$ ,

$$B(0) = \frac{\mu_0 I}{2R} \quad [1]$$

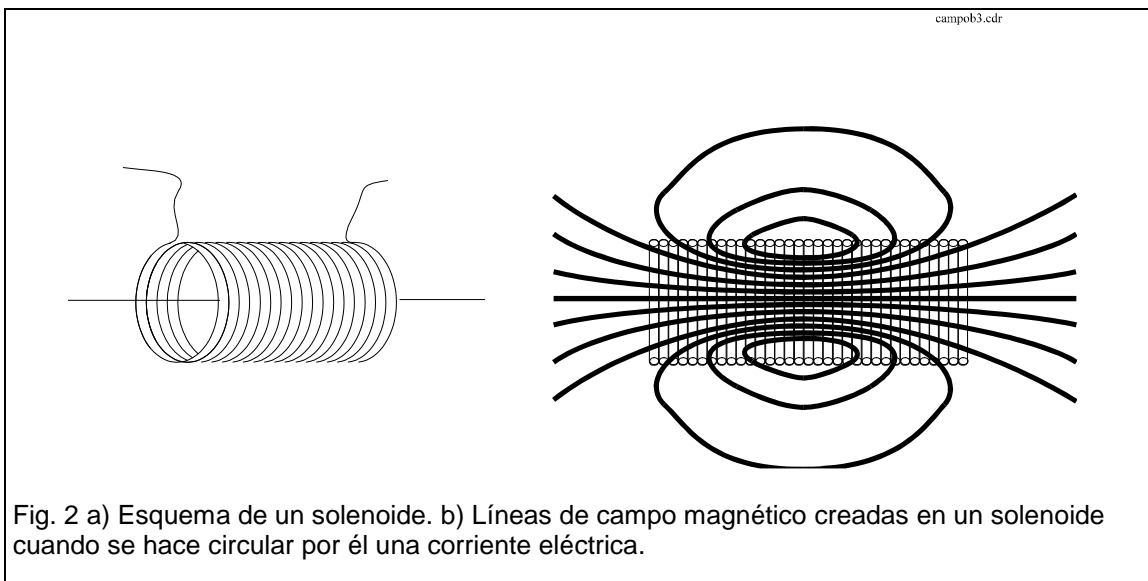
Si la espira tiene  $N$  vueltas

$$B(0) = \frac{\mu_0 NI}{2R} \quad [2]$$

### **b) Para un solenoide.**

Un conductor arrollado en forma helicoidal como el que se muestra en la figura 2 se denomina solenoide. Entre otras aplicaciones, se utiliza para producir un campo magnético intenso y uniforme en una región pequeña del espacio. En la figura 2.b) se puede observar las líneas de campo magnético que se crean cuando se hace circular por él una corriente eléctrica continua. Dentro del solenoide las líneas son prácticamente paralelas a su eje y se encuentran uniformemente espaciadas. Fuera de la bobina son menos densas, dispersándose en los extremos del solenoide.

El valor del campo magnético en el interior se puede considerar para muchas aplicaciones como constante. Si hacemos esta suposición, podemos obtener su valor mediante la aplicación de la ley de Ampere.



Supongamos un solenoide de radio  $R$  y de una longitud  $L \gg R$ , que posee un arrollamiento de  $N$  vueltas. Si hacemos la suposición de que dentro de la bobina el campo magnético  $B$  es uniforme y vale 0 fuera del mismo, al aplicar la ley de Ampère se obtiene:

$$B = \mu_0 \frac{N}{L} I = \mu_0 n I \quad [3]$$

siendo  $n$  el número de vueltas por unidad de longitud e  $I$  la intensidad de corriente que circula por el solenoide.

Sin la suposición anterior de que el valor de  $B$  es constante a lo largo de todo el eje  $x$  del solenoide, la expresión del campo magnético en un punto  $P$  del eje principal es algo más compleja. El valor de  $B$  a lo largo del eje del solenoide (ver Fig. 3) vale en este caso:

$$B(x) = \frac{\mu_0 n I}{2} \left[ \frac{L/2 + x}{\sqrt{(L/2 + x)^2 + R^2}} + \frac{L/2 - x}{\sqrt{(L/2 - x)^2 + R^2}} \right] \quad [4]$$

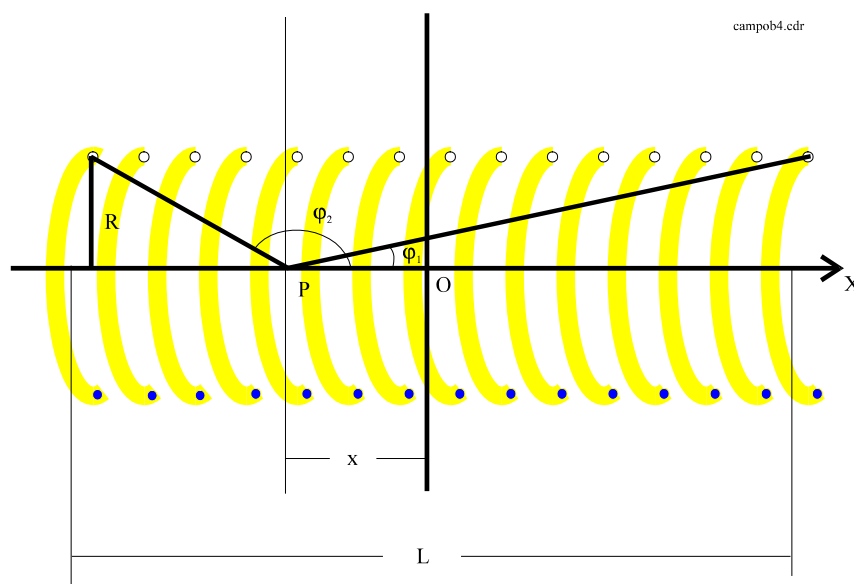


Fig.3 Esquema de un solenoide para conocer el valor de  $B$  en un punto  $P$  de su eje.

siendo  $x$  la coordenada desde el punto central del eje del solenoide en la propia dirección del eje y el valor de  $\mu_0 = 4 \pi 10^{-7} \text{ TmA}^{-1}$

Obsérvese que si en la ecuación [4] hacemos  $x = 0$  y  $R \ll L$  obtenemos la ecuación [3] que es una aproximación para el caso de un solenoide ideal.

#### 4.-MÉTODO EXPERIMENTAL

**PRECAUCIÓN: LA SONDA ESTÁ FABRICADA CON UN MATERIAL MUY FRÁGIL. PROCURE NO DARLE NINGÚN GOLPE BRUSCO YA QUE PUEDE ROMPERSE CON FACILIDAD.**

**PRECAUCIÓN: NO SUMINISTRE A LA ESPIRA UNA INTENSIDAD SUPERIOR AL LIMITE ESTABLECIDO PARA CADA UNA DE ELLAS, CUYO VALOR SE ENCUENTRA ESPECIFICADO EN UNO DE SUS LATERALES.**

**PRECAUCIÓN: AL INTRODUCIR Y QUITAR CADA UNA DE LAS ESPIRAS EN SU SOPORTE NO TIRE DIRECTAMENTE DE LA MISMA, SINO DE LA BASE RECTANGULAR QUE LAS SUSTENTA.**

Una vez conectado el instrumental y la fuente de alimentación a un voltaje de 5 V, compruebe que el valor que señala el teslámetro del campo magnético fuera de las espiras es 0. Si no fuera así ajústelo a 0.

##### **A) Para las espiras**

1. Sitúe cada una de las espiras en el soporte y después de situar la sonda a la altura adecuada en el pie que la sustenta mida el valor de  $B$  en el centro de cada una de las espiras, tomando nota de la medición que proporciona el teslámetro.
2. Represente los valores de  $B$  para las espiras de radio igual a 60 mm en función del número de arrollamientos
3. Represente el valor de  $B$  obtenido para una espira de  $R=6\text{cm}$  y  $N=3$  al hacer pasar por ella distintas intensidades
4. Represente el valor de  $B$  obtenido en función del radio de las espiras.

##### **B) Para los solenoides**

1. Para cada una de las bobinas:  $N=75$  y  $N=150$  vueltas, medir el campo magnético en el eje. Para ello, desde un extremo y desplazando la sonda cm a cm, hasta recorrer toda la longitud de la bobina, medir el campo magnético en el eje. Se debe evitar tocar las paredes con la sonda.
2. Representar gráficamente las dos curvas con los valores experimentales obtenidos en una misma gráfica.



## 5.- RESULTADOS

### 1) Espiras.

- Tomar los datos correspondientes.
- Representar gráficamente B frente a cada una de las variables.
- ¿Qué tipo de gráficas se obtienen?

Espiras: R=6 cm; I=5 A	
N (Vueltas)	$B(mT)$
1	
2	
3	

Espiras: N=1; I=5 A	
R (cm)	$B(mT)$
6	
4,5	
3	

Espira: N=3; R=6 cm	
I (A)	$B(mT)$
1	
2	
3	
4	
5	

## 2) Bobinas

- Tomar los datos correspondientes.
- Representar gráficamente B frente a la distancia al centro de la bobina en una misma gráfica para  $N=75$  y  $N=150$ .
- Comente los resultados obtenidos.

[illegible]

# LEY DE OHM: ASOCIACIÓN DE RESISTENCIAS.

## 1.-OBJETIVO DE LA PRÁCTICA

Verificar si un conductor metálico es óhmico, es decir, que obedece a la ley de Ohm y por tanto su resistencia es constante. Comprobarlo en asociaciones de resistencias en serie y paralelo.

## 2.- MATERIAL

Fuente de alimentación.  
Panel de resistencias.  
Polímetros.

## 3.- FUNDAMENTO TEÓRICO

La relación entre la diferencia de potencial  $V$ , la intensidad de corriente  $I$  y la resistencia  $R$ , en un conductor metálico, viene dada por la ley de Ohm:

$$V=I \cdot R$$

## 4.-MÉTODO EXPERIMENTAL Y RESULTADOS

### Comprobación de la ley de Ohm.

Se efectúa el montaje mostrado en la figura 1, colocando el voltímetro (con el cual vamos a medir la diferencia de potencial entre los extremos de la resistencia:  $V_{cd}$ ) en paralelo y el amperímetro (para medir intensidad de corriente  $I$ ) en serie con la resistencia.

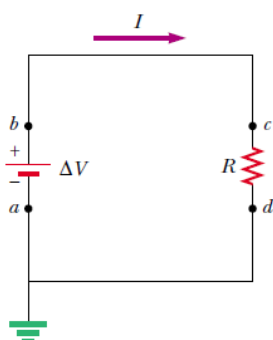


Fig. 1

Una vez montado el circuito se varía la tensión mediante la fuente de alimentación regulable  $\Delta V$  entre el valor más bajo y el más alto, tomando 10 puntos y midiendo la intensidad de corriente que circula y la diferencia de potencial en los extremos de la resistencia  $R$ . Los valores obtenidos se anotan en la tabla 1.

	$V_{cd}$ (V)	I (mA)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Tabla1

Representar gráficamente la d.d.p.  $V_{cd}$  frente a la intensidad I y contestar a las siguientes preguntas:

- ¿Qué tipo de gráfica se obtiene?
- ¿Responde a la ley de Ohm?
- A partir de la gráfica, calcular el valor de la resistencia. Comparar el valor obtenido con el valor de R indicado en la propia resistencia.

**Comprobación de la ley de Ohm en una asociación de resistencias en serie:**

Montar un circuito con dos resistencias en serie y la fuente de alimentación unida a los extremos de la asociación, Fig. 2b.

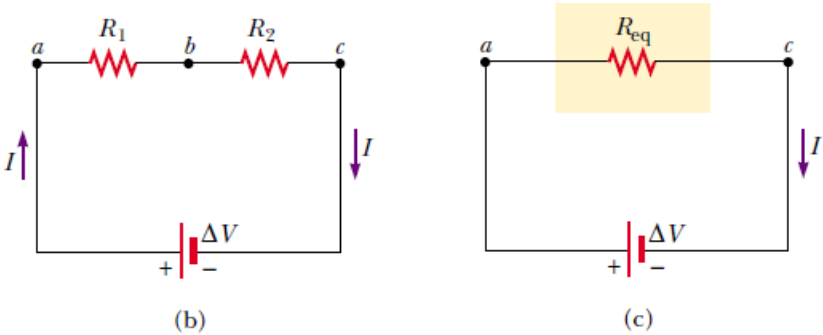


Fig. 2

Variar la tensión de la fuente tomando 5 valores y medir en cada caso la diferencia de potencial en los extremos de cada resistencia  $R_1$  y  $R_2$  ( $V_{ab}$  y  $V_{bc}$ ), anotando también el valor de la intensidad  $I$ , así como la d.d.p. en los extremos de la asociación de resistencia ( $V_{ac}$ ). Anotar los valores en las tres tablas que se indican a continuación.

Con estos datos, obtenga el valor medio para cada resistencia y para la resistencia total de la asociación. Comprobar que se cumple la expresión:

$$R_{eq} = R_1 + R_2$$

	I (mA)	$V_{ab}$ (V)	$R_1$ ( $\Omega$ )
1			
2			
3			
4			
5			
Valor medio de $R_1$			

Tabla 2

	I (mA)	$V_{bc}$ (V)	$R_2$ ( $\Omega$ )
1			
2			
3			
4			
5			
Valor medio de $R_2$			

Tabla 3

	I (mA)	V <sub>ac</sub> (V)	R <sub>eq</sub> (Ω)
1			
2			
3			
4			
5			
Valor medio de R <sub>eq</sub>			

Tabla 4

### Comprobación ley de Ohm en una asociación de resistencias en paralelo

Con las dos resistencias del apartado anterior, cuyos valores acabamos de determinar, montar el circuito para la asociación en paralelo y conectar la fuente de alimentación como se indica en la Fig. 3b.

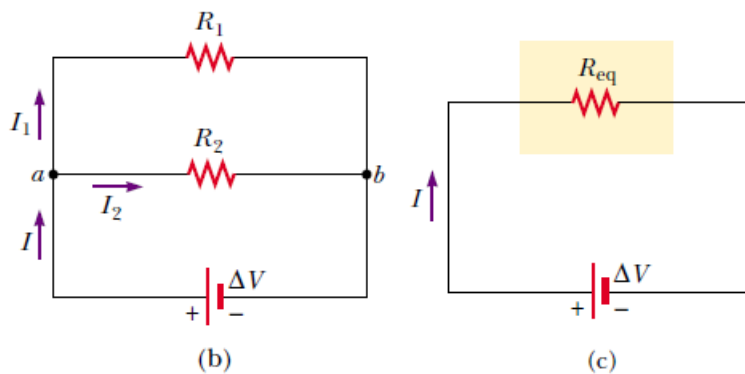


Fig. 3

Para cinco valores de tensión de la fuente, medir la diferencia de potencial  $V_{ab}$  y la intensidad  $I$  para la asociación en paralelo (Fig. 3c). Comprobar que ahora se cumple que:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

	I (mA)	V <sub>ab</sub> (V)	R <sub>eq</sub> (Ω)
1			
2			
3			
4			
5			
Valor medio de R <sub>eq</sub>			

Tabla 6

Comparar los valores obtenidos en la realización práctica con los valores teóricos de las resistencias.

Valores teóricos:	Resultados experimentales:
R1: Ω	R1: Ω
R2: Ω	R2: Ω
Serie R <sub>eq</sub> : Ω	Serie R <sub>eq</sub> : Ω
Paralelo R <sub>eq</sub> : Ω	Paralelo R <sub>eq</sub> : Ω

## **ESTUDIO DE LA FUNCIÓN DE CARGA Y DESCARGA DE UN CONDENSADOR.**

### **1.- OBJETIVO DE LA PRÁCTICA**

Estudiar el valor de la intensidad instantánea que circula por un circuito RC conectado a una fuente de c/c y de la carga que van adquiriendo un condensador mientras tiene lugar el proceso de carga y de descarga.

### **2.-MATERIAL**

- 1 Fuente de alimentación de c/c.
- 2 Condensadores de distinta capacidad
- 1 Resistencia de 2,2 MΩ
- 2 Multímetros digitales

### **3.-FUNDAMENTO TEÓRICO**

Un condensador es un dispositivo formado por dos conductores cercanos y aislados entre sí denominados placas o armaduras del condensador. Al conectar el dispositivo a un generador y establecer entre ambas placas una diferencia de potencial, se establece una corriente eléctrica que transporta electrones desde una de las placa a la otra, hasta que se estabiliza en un valor que depende de la capacidad del condensador. Cuando ha terminado la transferencia de electrones ambas armaduras poseen la misma carga, aunque de signo contrario. Este dispositivo mientras está cargado puede almacenar energía y, en un momento determinado ceder su carga, proporcionando energía al sistema al que está conectado.

#### **Proceso de carga.-**

Consideremos un circuito como el que se muestra en la figura 1. El generador de C/C está conectado en serie a una resistencia R y a un condensador de capacidad C. Supongamos que inicialmente el condensador está descargado.

Al conectar el condensador a la fuente de alimentación de C/C que proporciona una diferencia de potencial entre sus extremos  $\varepsilon$ , comienza a pasar carga desde una de las placas a la otra del condensador. El valor instantáneo de la intensidad es:

$$i = I_0 \exp\left(-\frac{t}{RC}\right)$$

El valor de  $I_0$  en esta ecuación es el valor de la intensidad en el instante en que se conecta la fuente de alimentación y el condensador comienza a cargarse:

$$I_0 = \frac{\varepsilon}{R}$$



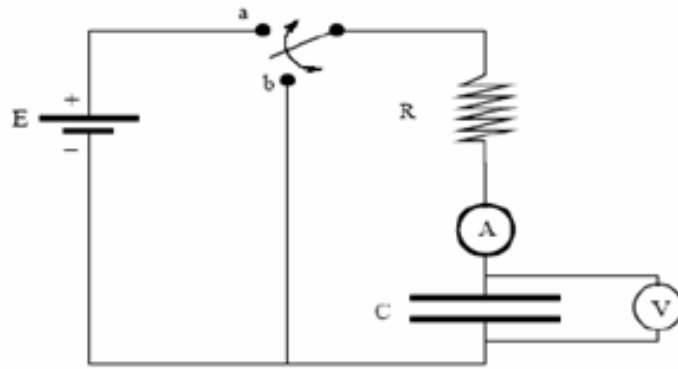


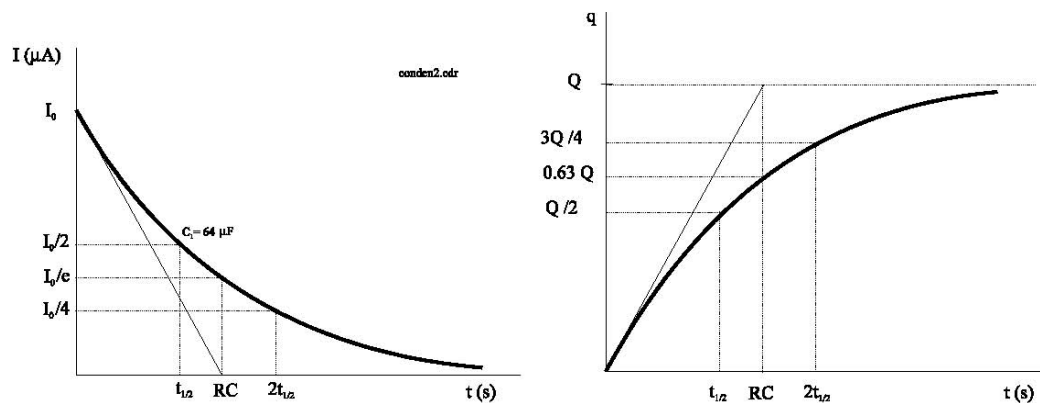
Fig.1 Esquema del circuito para la carga y descarga del condensador.

El valor de la carga que posee el condensador al cabo de un tiempo  $t$  se obtiene integrando la expresión de la corriente instantánea. Del resultado de dicha operación se obtiene:

$$q = Q \cdot \left[ 1 - \exp\left(-\frac{t}{RC}\right) \right]$$

siendo  $Q$  el valor final de la carga y que vale:  $Q = CV$ .

El producto  $\tau = RC$  se denomina constante de tiempo del circuito y tiene dimensiones de tiempo. La constante de tiempo nos indica el tiempo que el condensador tarda en adquirir el 63 % de la carga final de equilibrio, mientras que el semiperiodo del circuito ( $t_{1/2}$ ) se define como el tiempo que se necesita para que el condensador adquiera la mitad de la carga final de equilibrio. Por tanto:  $t_{1/2} = RC \ln(2)$  (ver gráficas).



Gráficas que muestran la evolución de la intensidad instantánea y de la carga del condensador con los valores que presentan en  $t=RC$  en  $t =$  semiperiodo y 2 veces el semiperiodo en el proceso de carga

### Proceso de descarga.-

Consideremos ahora un condensador cargado y aislado que posee una carga  $Q$  entre sus armaduras. Si su capacidad es  $C$ , la diferencia de potencial entre sus armaduras es:

$$V_0 = \frac{Q_0}{C}$$

En el circuito de la figura 1 se representa un condensador cargado con sus placas unidas a través de una resistencia R. Si inicialmente estaba cargado con Q, en el momento que se cierra el circuito comienza a pasar una intensidad de corriente a través de la resistencia hasta que el condensador se descarga totalmente. Utilizando el mismo razonamiento que para el proceso de carga, se obtiene que la intensidad instantánea que circula por el circuito toma la expresión:

$$i = I_0 \exp\left(-\frac{t}{RC}\right)$$

y la carga que resta en el condensador al cabo de un tiempo t de comenzar la descarga:

$$q = Q_0 \exp\left(-\frac{t}{RC}\right)$$

ecuaciones que proporcionan unas gráficas semejantes a las del proceso de carga.

#### 4.-MÉTODO EXPERIMENTAL

1. Comprobar que el circuito corresponde al esquema que se presenta en la figura 1.
2. Comprobar que la fuente de alimentación está graduada para suministrar la tensión adecuada a nuestras medidas, 8 V.
3. Conectar la fuente de alimentación. ESTAR ATENTO PARA TOMAR LA PRIMERA MEDIDA DE INTENSIDAD AL ALCANZAR SU MÁXIMO ( $t = 0$ ).
4. Tomar medidas de la intensidad que circula por el circuito y de la diferencia de potencial entre las placas del condensador a intervalos de tiempo regulares. Debe tenerse en cuenta que al cerrar el circuito la corriente máxima tarda breves instantes en alcanzarse partir de dicho valor máximo comienzan las medidas. Cuando la corriente sea prácticamente nula y la diferencia de potencial entre las armaduras constante, puede considerarse terminado el proceso de carga.
5. Proceder a descargar el condensador eliminando la fuente de alimentación del circuito, tomando como en el caso anterior, datos a intervalos de tiempo regulares de la intensidad que circula y de la diferencia de potencial entre las armaduras.
6. Repetir el proceso para distintos valores de la capacidad del condensador, 64  $\mu\text{F}$  y 4.7  $\mu\text{F}$ .

#### 4.- RESULTADOS

Para cada condensador:

1.- Tomar los siguientes datos

CARGA DEL CONDENSADOR DE 64 $\mu\text{F}$			
Tiempo (s)	$I$ ( $\mu\text{A}$ )	$V$ (V)	$Q$ ( $\mu\text{C}$ )
cada 15 s.			

DESCARGA DEL CONDENSADOR DE 64 $\mu\text{F}$			
Tiempo (s)	$I$ ( $\mu\text{A}$ )	$V$ (V)	$Q$ ( $\mu\text{C}$ )
cada 15 s.			

CARGA DEL CONDENSADOR DE 4.7 $\mu\text{F}$			
Tiempo (s)	$I$ ( $\mu\text{A}$ )	$V$ (V)	$Q$ ( $\mu\text{C}$ )
cada 5 s.			

DESCARGA DEL CONDENSADOR DE 4.7 $\mu\text{F}$			
Tiempo (s)	$I$ ( $\mu\text{A}$ )	$V$ (V)	$Q$ ( $\mu\text{C}$ )
cada 5 s.			

2.- Representar gráficamente los valores de la intensidad frente al tiempo y la carga frente al tiempo para los procesos de carga y descarga de cada condensador (8 gráficas en total).

3.- A partir de de las gráficas del proceso de carga obtener el valor de la constante de tiempo y del semiperiodo.