

FISICA II

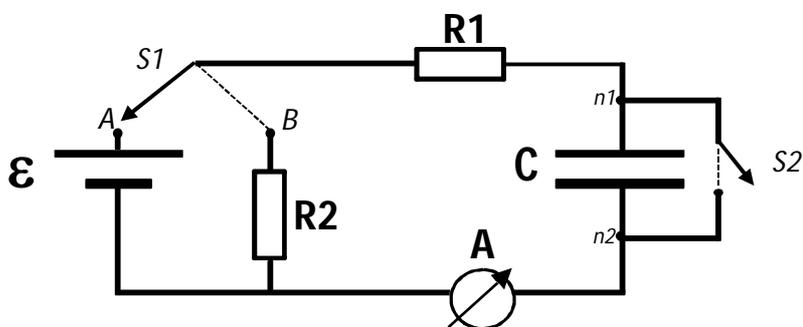
Trabajo Práctico N° 4: Circuitos RC

Conceptos básicos para el desarrollo del Trabajo Práctico:

Carga y descarga del Condensador: ecuaciones y gráficas. Constante de tiempo del circuito.

Objetivo 1 (estudio teórico-práctico)

Se propone estudiar el proceso de carga y descarga de un condensador utilizando el circuito esquematizado en la figura. Los valores nominales de los componentes del circuito serán provistos por los docentes.



1. En un primer paso se conecta el interruptor S1 en el punto (A) y el interruptor S2 está cerrado.
 - a) Realice un diagrama del circuito sin incluir los elementos del mismo que quedan "desconectados".
 - b) ¿Qué ocurre con la corriente en los nudos n1 y n2?
 - c) ¿Se está cargando el condensador? ¿cuánto vale la V_C ?
 - d) Calcule la corriente (I_0) que circula por el amperímetro ¿espera que esta corriente cambie con el tiempo?
2. A continuación, se abre el interruptor S2
 - 1) Esquematice el circuito resultante.
 - 2) ¿Qué espera que ocurra con la corriente? Calcule I_0 y τ y grafique (esquemáticamente) la variación en el tiempo de la corriente y la V_C
 - 3) ¿Cuánto vale la I para $t=0$? ¿Cuánto vale para $t=\infty$?
 - 4) Como ud. no dispone de un tiempo infinito para realizar el TP de física, le sugieren que mida la I en función del tiempo durante 6 min. ¿Cuánto valdrá la corriente en este tiempo?
 - 5) El amperímetro que está utilizando tiene una apreciación de $0.5 \mu A$. Indique la lectura del instrumento a $t=6$ min.
 - 6) ¿Considera que 6 min es un tiempo "suficientemente largo" para considerarlo "infinito"? ¿De qué depende el valor de este tiempo?
 - 7) ¿Se puede decir que el condensador está cargado? ¿Qué espera que ocurra si se deja el C conectado a la fuente un tiempo menor?
3. Se cambia la posición del interruptor S2 de (A) a (B)
 - a) Esquematice el circuito resultante.
 - b) ¿Qué espera que ocurra con la corriente? (recuerde que el amperímetro sigue conectado de la misma forma que en (2)).

- c) Grafique (esquemáticamente) la variación en el tiempo de la corriente y la V_c . Calcule el valor de la constante de tiempo y la corriente inicial. ¿Van a ser los mismos que en (2)? ¿Por qué?
- d) Si se quiere que el V_c sea el 99,99% del V_0 ¿cuánto tiempo debemos esperar? ¿Cuál va a ser la lectura del voltímetro si medimos V_c ? (apreciación del voltímetro 0.01 V)

Objetivo 2 (estudio experimental)

- Estudiar cuantitativamente los procesos de **carga** y **descarga** de un condensador y compararlos con el modelo teórico.
- Determinar la capacidad del condensador a partir de la constante de tiempo del circuito.

Materiales necesarios:

- Un condensador $C = 1000 \mu\text{F}$ (nominal con 20% de tolerancia) Este condensador es electrolítico, tiene **polaridad definida** (bornes positivo y negativo). **Consultar con el docente antes de conectarlo a la fuente.**
- Dos resistencias R_1 y R_2 .
- Un amperímetro analógico A de rango $\pm 0-30 \mu\text{A}$.
- Un voltímetro de rango $0-20 \text{V}$.
- Una fuente de tensión continua ϵ .
- Cables de conexión.
- Un cronómetro.

Metodología:

- o Arme el circuito de la figura con la fuente apagada y con el "interruptor S_1 " abierto (identifique la manera en la que se va a cerrar el circuito en el punto A y en el B).
- o Conecte las placas del condensador con un cable de manera de "puentearlo" (interruptor S_2 cerrado).
- o Encienda la fuente con la tensión en cero, conecte el interruptor S_1 en el punto A. Lleve la corriente que circula por el circuito a aproximadamente $28 \mu\text{A}$ aumentando cuidadosamente la tensión de la fuente. Este valor de I se tomará como valor inicial ($I_0 = I_{(t=0)}$).
- o Mida con un voltímetro la ddp entregada por la fuente (ϵ).
- o Mida con el voltímetro la ddp entre las placas del condensador (V_{c0}).

Carga del condensador:

- o Desconecte el cable entre las placas del condensador y dispense el cronómetro en ese instante.
- o Registre los valores de I en función de t (el valor de I_0 es el que corresponde a la lectura del amperímetro antes de iniciar la carga). Se sugiere tomar lecturas cada 10 segundos en los primeros 2 minutos, y cada 30 segundos en los 4 minutos siguientes (6 min en total). ¿El proceso de carga se ha completado?
- o Mida la ddp en el condensador cuidando de no tocar sus contactos para no descargarlo. ¿Cuánto debería valer esa ddp si el proceso de carga efectivamente se completó?

Descarga del condensador

- o Después de finalizar el proceso de carga cambie el interruptor del punto a al punto b y dispense el cronómetro en ese instante. ¿cambia de sentido de la I con respecto a la carga?
- o Registre los valores de I en función de t (en este caso no se cuenta con el valor de I_0). Se sugiere tomar lecturas cada 10 segundos en los primeros 2 minutos, y cada 30 segundos en los 5 minutos siguientes (7 min en total). ¿el proceso de descarga se ha completado?

Resultados:

Carga del condensador:

- Exprese correctamente los resultados obtenidos de las mediciones de: la diferencia de potencial de la fuente ϵ , el valor inicial de la corriente I_0 y la diferencia de potencial final del condensador V_C .
- Calcule la resistencia R_1 a partir de los valores medidos de ϵ e I_0 y exprese correctamente el resultado.
- Construya una tabla con los valores obtenidos de I y t .
- Grafique $I = f(t)$ y ajuste los datos experimentales proponiendo una función de regresión adecuada. Exprese correctamente los parámetros del ajuste indicando el significado físico de cada uno. Indique el valor de R^2 que caracteriza la bondad de cada ajuste.
- A partir de la constante de tiempo del circuito, calcule el valor de la capacidad del condensador (C) (utilizando el valor de R_1 calculado) y compárelo con el valor nominal (teniendo en cuenta la tolerancia de ese valor).

Descarga del condensador:

- Construya una tabla con los valores obtenidos de I y t .
- Grafique $I = f(t)$ y ajuste los datos experimentales proponiendo una función de regresión adecuada. Exprese correctamente los parámetros del ajuste indicando el significado físico de cada uno. Indique el valor de R^2 que caracteriza la bondad de cada ajuste.
- A partir de la constante de tiempo del circuito y el valor de la capacidad del condensador (C) obtenido en el proceso de carga, calcule la resistencia R_2 del circuito y exprese correctamente el resultado.

Discusión y conclusiones:

- 1) A partir del valor de R^2 discuta si los resultados experimentales se ajustan al modelo teórico. Analice los valores de los parámetros:
 - Compare el valor de I_M obtenido del ajuste y el medido experimentalmente cuando S_2 está cerrado (I_0).
 - Analice si el valor obtenido de la constante de tiempo está en el orden de lo calculado a partir de los valores nominales de R_1 y C ($\tau = RC$) teniendo en cuenta la tolerancia de los valores nominales y las incertidumbres de las mediciones experimentales.
- 2) Analice los valores iniciales y finales de V_C e I a partir de los datos medidos y/o las observaciones gráficas:
 - Observando la gráfica indique los valores de I a $t = 0$ y a tiempos muy largos.
 - Indique el valor de V_C antes de comenzar el proceso de carga. Compare el valor de V_C al finalizar el proceso de carga con el valor del ϵ de la fuente, teniendo en cuenta la incertidumbre de las mediciones.
- 3) Compare las gráficas de $I = f(t)$ en los procesos de carga y descarga. ¿los valores de I_0 y τ son iguales o diferentes? ¿Por qué?

Bibliografía

- R. A. Serway y J. W. Jewett, Jr., "Física para ciencias e ingeniería con física moderna", Cengage Learning Editores, 2009.
- P. Tipler, "Física. Vol. II", Editorial Reverté, 1983.
- W.E. Gettys, F.J. Keller y M.J. Skove, "Física Clásica y Moderna", McGraw-Hill, 1991