

## OBJETIVO DEL TRABAJO

Cálculo y representación de la fuerza, el campo y el potencial eléctrico. Además del cálculo y la representación de la carga y la intensidad en un proceso de carga y de descarga de un condensador.

## EXPLICACIÓN DEL FENÓMENO FÍSICO

La fuerza eléctrica, medida en N, se define como:  $\vec{F} = K_e \frac{q_1 q_2}{r^2} \vec{u}$

A su vez, se define el campo eléctrico como la fuerza sobre una unidad de carga positiva de prueba medido en N/C.

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_2} = K_e \frac{q_1}{r^2} \vec{u}$$

Para calcular tanto la fuerza como el campo se aplicará el principio de superposición.

El potencial eléctrico en un punto, medido en V, es la energía potencial por unidad de carga de prueba  $q_0$  en ese punto.

$$V = \frac{U}{q_0} = \frac{1}{q_0} \cdot K_e \frac{Q q_0}{r} = K_e \frac{Q}{r}$$

Mientras se carga un condensador, se calculan la carga y la intensidad mediante las fórmulas:

$$q(t) = Q_f (1 - e^{-\frac{t}{RC}}) \quad i(t) = I_0 e^{-\frac{t}{RC}}$$

En el proceso de descarga, la corriente tendrá un valor negativo porque su sentido es opuesto al sentido mientras se carga el condensador, pero se empleará la fórmula mencionada anteriormente. Mientras que la carga se calcula como:

$$q(t) = Q_0 e^{-\frac{t}{RC}}$$

Tanto en la carga como en la descarga de un condensador se define tau, la constante de tiempo para un circuito R-C cuando el tiempo es igual a la resistencia por la capacitancia.

## EXPLICACIÓN DE LA PARTE COMPUTACIONAL

- Programa 1: Fuerza y campo eléctrico en dos dimensiones

La función creada en este programa calcula mediante un bucle la distancia y ángulo entre cada carga y el punto en el que se van a hacer los cálculos. Se calcula la componente x y la componente y para cada carga mediante las fórmulas anteriores, aplicando el principio de superposición para calcular la fuerza y el campo resultantes. Por último, se calcula un factor de escala para igualar el orden de magnitud de la fuerza o el campo a la distancia entre las cargas. Se representan los resultados mediante el comando "plot".

- Programa 2: Campo y potencial eléctrico en dos y tres dimensiones

El primer caso es crear una malla de puntos, definiendo los límites de la malla (latitud y longitud) y empleando el comando "meshgrid". Mediante bucles anidados se calcula el valor del campo eléctrico y el potencial en cada punto de la malla, teniendo en cuenta la distancia de cada punto de la malla al punto donde se encuentra la carga. Se representan los resultados en dos dimensiones mediante el comando "contour" y en tres dimensiones mediante el comando "mesh".

- Programa 3: Carga y descarga de un condensador o capacitor

Se programa un bucle que calcula la carga y la intensidad para un instante de tiempo basándose en el fundamento teórico anterior. En cada iteración, se incrementa el tiempo en un diferencial de t, terminando el bucle cuando la diferencia entre dos valores de carga consecutivos es menor a la tolerancia. Mediante el comando "subplot" se representan en una misma gráfica los valores de carga e intensidad frente al tiempo.

## Gráficas: representación de campo y potencial eléctrico; carga y descarga de un condensador

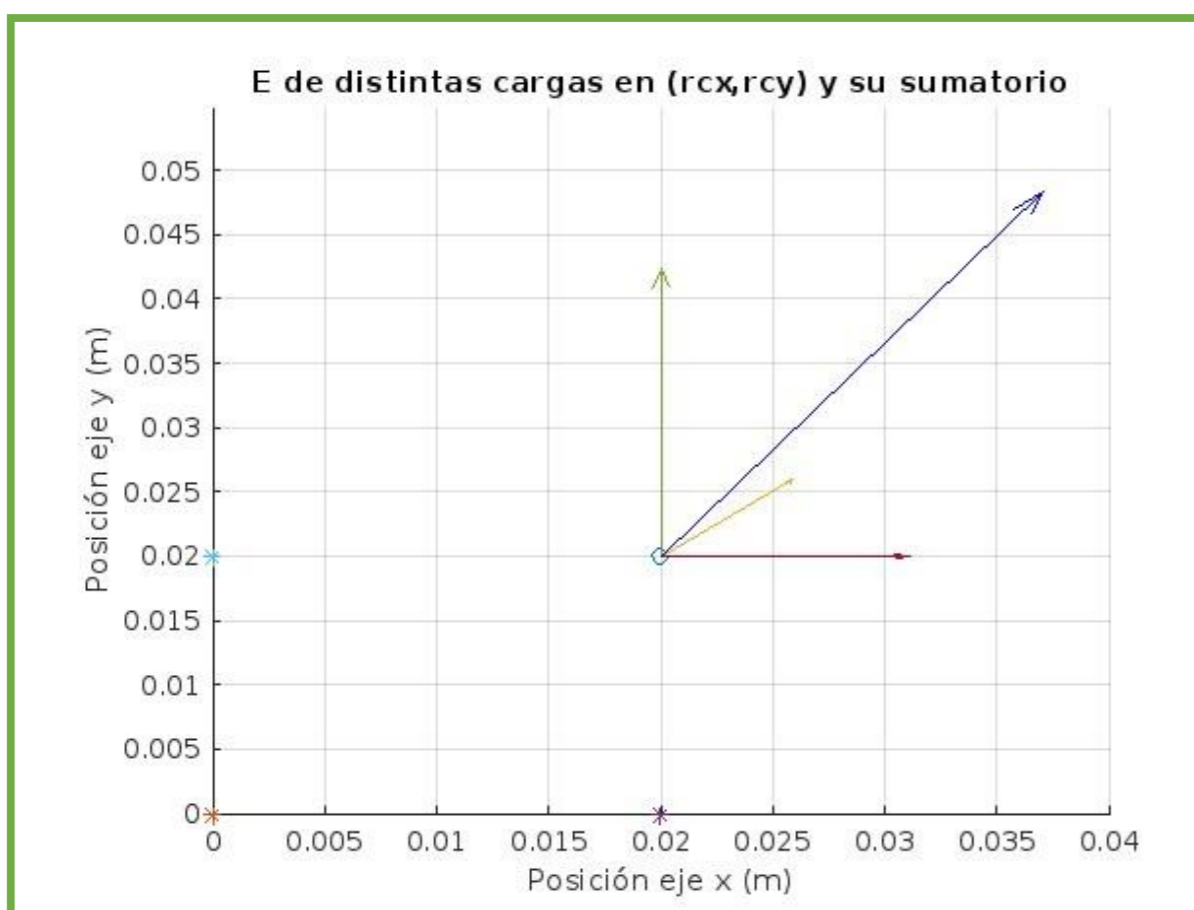


Figura 1. Campo total en (rcx,rcy) representado en azul; además de las contribuciones de cada carga

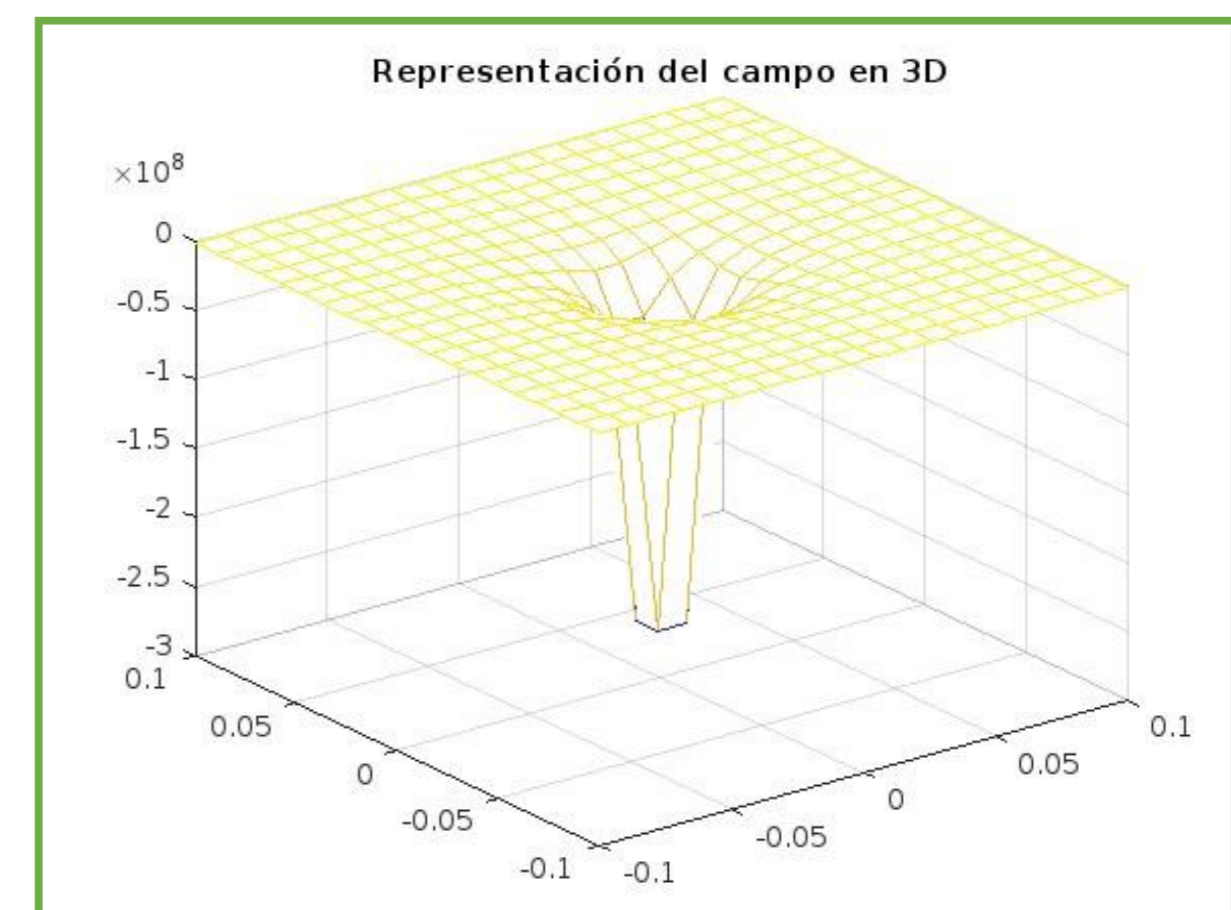


Figura 2. Campo eléctrico generado por una carga q en el origen de coordenadas

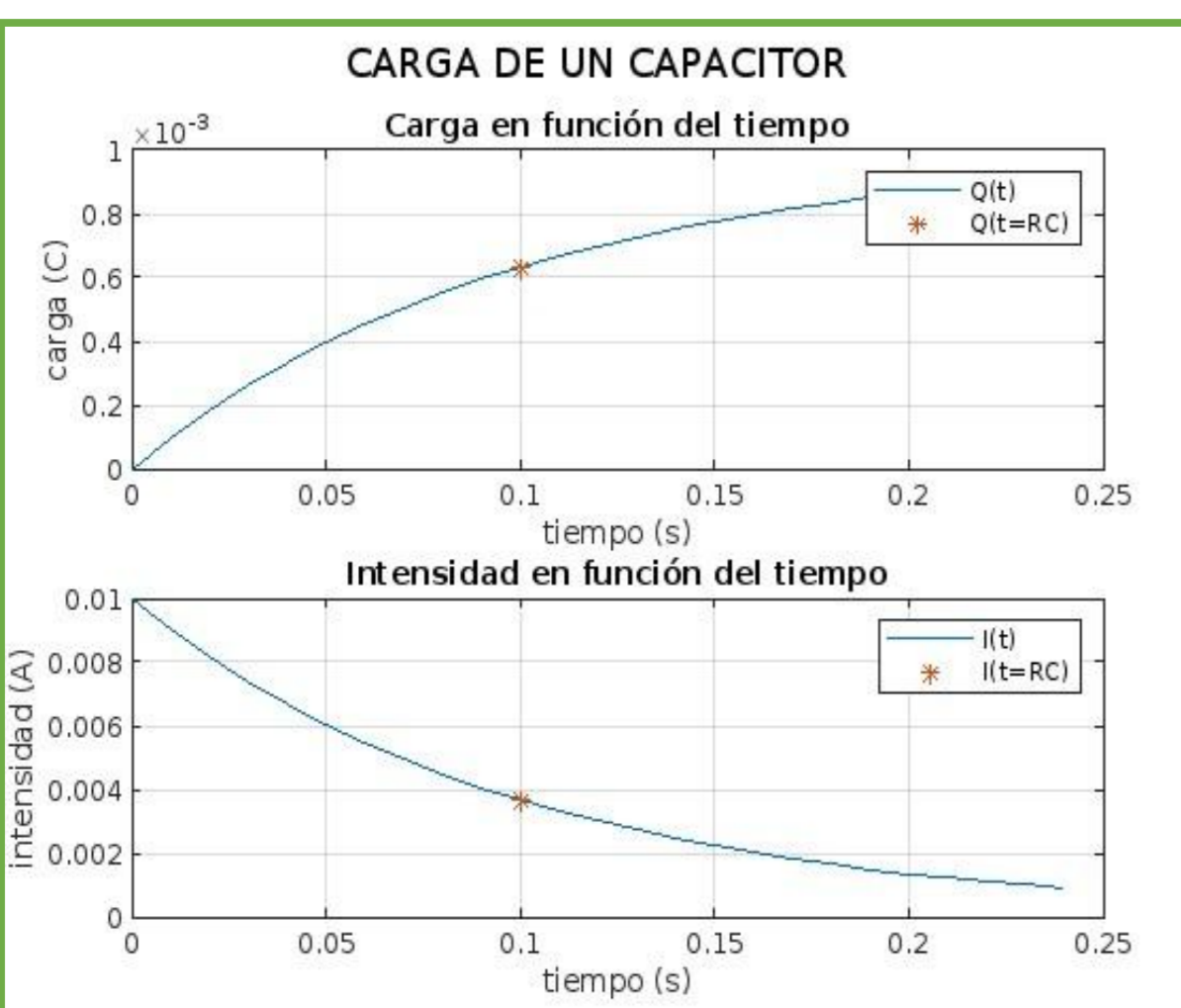


Figura 3. Carga e intensidad durante el proceso de carga de un capacitor y sus valores cuando t=tau

## EXPLICACIÓN DE LAS FIGURAS

Datos:

- Figura 1: Campo  
Cargas de valor  $[30 \cdot 10^{-9}, 40 \cdot 10^{-9}, 20 \cdot 10^{-9}]$  C en  $x=[0, 0.02, 0]$  m e  $y=[0, 0, 0.02]$  m con  $(rcx,rcy)=(0.02, 0.02)$  m

- Figura 2: Potencial  
Para la malla se han empleado valores de  $lat=linspace(-20, 20, 100)$  m y  $lon=linspace(-20, 20, 100)$  m. El valor de la carga colocada en el origen es de  $1.6 \cdot 10^{-6}$  C.

- Figura 3: Carga de un condensador  
La carga final es de  $10^{-3}$  C, la resistencia es de  $1000 \Omega$ , la intensidad inicial es de  $0.01$  A, la capacitancia es igual a  $100 \cdot 10^{-6}$  F. Por último, para poder ejecutar el programa es necesario definir la tolerancia ( $0.01 \cdot Q_f$ ) y el incremento de tiempo ( $dt=0.01$  s)

- Figura 4: Descarga de un condensador  
Mismos datos que la figura 3 pero renombrando la carga inicial en vez de la carga final y asignando a  $I_0$  un signo negativo

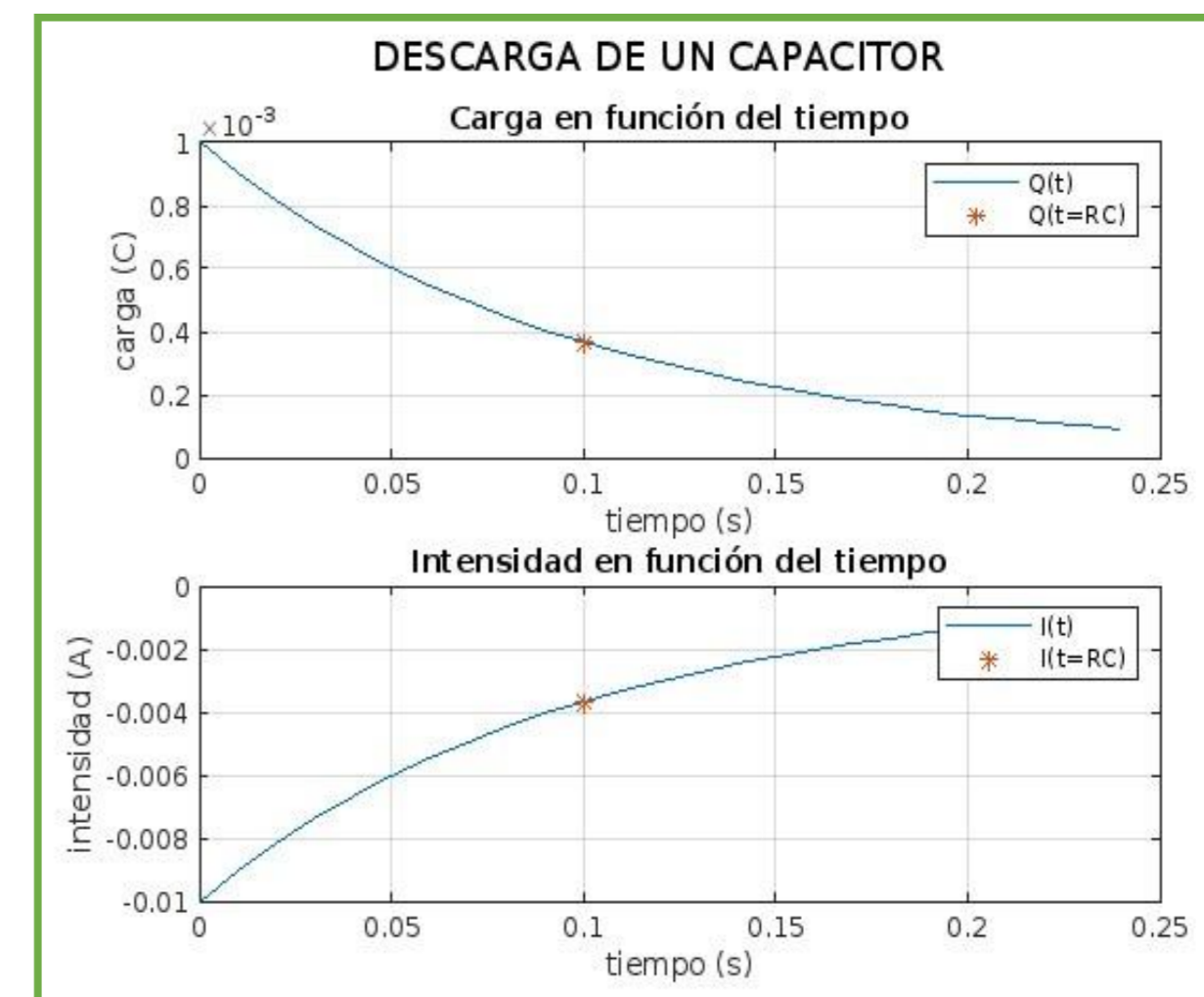


Figura 4. Carga e intensidad durante el proceso de descarga de un capacitor y sus valores cuando t=tau



Escanea para ver los códigos

REFERENCIAS  
Apuntes Fundamentos de Física II  
Grupo A

AGRADECIMIENTOS  
Este trabajo forma parte del proyecto INNOVA "Integración de la computación científica en la enseñanza de la Física (INCENFIS) (ref 344)