

Lezione 3

Introduzione alla Scienza dei Materiali

Introduzione all'Esperimento: Carica di un Condensatore in un Circuito RC

Obiettivo dell'Esperimento: L'obiettivo di questo esperimento è di studiare il comportamento di un condensatore durante la fase di carica in un circuito RC (Resistenza-Capacità), alimentato da una sorgente di tensione ideale. In particolare, verrà analizzato come la tensione sul condensatore varia nel tempo e come si avvicina al valore di saturazione, ossia la tensione finale che il condensatore raggiunge quando è completamente carico.

Teoria di Base: In un circuito RC, la tensione $V(t)$ sul condensatore durante la carica segue una legge esponenziale descritta dalla formula:

$$V(t) = V_0 \left(1 - \exp \left(\frac{-t}{RC} \right) \right)$$

dove:

- V_0 è la tensione iniziale della sorgente,
- R è la resistenza del circuito,
- C è la capacità del condensatore,
- t è il tempo.

Tempi caratteristici: Il parametro $\tau = RC$, chiamato **costante di tempo**, determina la velocità con cui il condensatore si carica. Dopo circa 5 costanti di tempo, il condensatore è considerato completamente carico e la tensione sul condensatore raggiunge il valore della sorgente di tensione.

Procedura per l'Esperimento

- Crea una nuova colonna per l'errore sui tempi e l'errore sulle tensioni.
- L'errore sui tempi è costante e pari a $0.01s$.
- L'errore sulle differenze di potenziale è pari a 0.4% del valore misurato, sommato a 2 digits.
- Tronca i dati sulla colonna dei tempi in modo che siano compatibili con l'errore sui tempi ($\pm 0.01s$).
- Tronca i dati sulla colonna delle tensioni in modo che siano compatibili con l'errore sulle tensioni ($0.4\% + 2$ digits).
- Formatta la tabella.
- Grafica le tensioni in funzione dei tempi includendo i relativi errori.
- Fai un fit esponenziale dei dati, ricavando i valori di τ e V_0 .
- Stima l'incertezza sui parametri del fit, variando per 10 volte i valori iniziali della regressione.
- Utilizzando la funzione \ln , rendi lineare la relazione esponenziale precedente.
- Quali sono la tua x e la tua y da graficare per ottenere un grafico lineare?
- Crea una nuova tabella con i valori di x e y costruiti per avere un diagramma lineare.
- Grafica il diagramma lineare e stima il coefficiente angolare ed incertezza con la regressione lineare, calcolando il relativo errore del fit.

1. Start with the original equation:

$$V(t) = V_0 \left(1 - \exp \left(\frac{-t}{RC} \right) \right)$$

2. Rearrange to isolate the exponential term:

$$\frac{V(t)}{V_0} = 1 - \exp \left(\frac{-t}{RC} \right)$$

$$\exp \left(\frac{-t}{RC} \right) = 1 - \frac{V(t)}{V_0}$$

3. Take the natural logarithm of both sides:

$$\ln \left(\exp \left(\frac{-t}{RC} \right) \right) = \ln \left(1 - \frac{V(t)}{V_0} \right)$$

4. Simplify the left side (since $\ln(e^x) = x$):

$$\frac{-t}{RC} = \ln \left(1 - \frac{V(t)}{V_0} \right)$$