

Esercitazioni di Laboratorio di Elettromagnetismo e Circuiti

Es. nr 1: Misure in corrente continua

Introduzione

Lo scopo di questa esercitazione è quello di effettuare delle misure di tensione e resistenza con il così detto strumento universale (o “tester”), di osservare il fenomeno di carica e scarica del condensatore e di tener conto delle perturbazioni introdotte dallo strumento di misura nelle misure di tensione. L'esercitazione è preceduta da una piccola (e rapida!) esperienza atta a sfatare alcune ‘leggende metropolitane’ a proposito degli ‘errori di lettura’.

Background teorico: elementi di circuiti in c.c.; legge di Ohm; resistenze in serie e in parallelo; principio di funzionamento del multimetro analogico; partitore di tensione; teorema di Thevenin; resistenza interna del voltmetro e sua perturbazione sulle misure; carica e scarica del condensatore; uso di carte millimetriche lineari e semilog.

Materiale a disposizione: ‘strumento universale’ analogico ICE, multimetro digitale, alimentatore elettronico, resistori e accessori vari.

Note

- Si ricorda che, nello spirito del “logbook”, i dati sperimentali vanno riportati direttamente sul quaderno, evitando di eseguire in modo non documentato anche banali operazioni, come cambiamenti di scala o moltiplicazioni per 2 o per 10.
- Le esercitazioni sui circuiti non si prestano bene ad analisi quantitative di incertezze di misura, nel senso che esse non sono banali e, comunque, si rischia di perdere di vista lo scopo di queste esercitazioni di laboratorio. Si faccia comunque attenzione ad usare un numero di cifre significative “ragionevoli”.
- Si ricorda inoltre che è buona regola di laboratorio annotare sul quaderno di laboratorio il tipo di strumento usato per eseguire le misure, il fondo scala usato e qualsiasi altra informazione che potrebbe servire per ulteriori analisi dei dati (si ricorda che parte dell'esame orale sarà legata alla descrizione del lavoro svolto ed è quindi importante che il logbook sia rileggibile e comprensibile a distanza di mesi).

A) Piccola esperienza preliminare sulla capacità di interpolazione fra le tacche

Uno studente pone il cursore del calibro in un punto a caso, legge il valore ‘misurato’ coprendo il nonio e sforzandosi a leggere mediante interpolazione mentale i decimi di millimetro. Quindi il compagno di banco effettua la lettura mediante il nonio, e si calcola la differenza (con segno) dei due valori.

Successivamente i ruoli vengono scambiati, fino a un totale di cinque “stime a occhio” (e cinque controlli) a testa, compilando una tabella per ogni studente.

B) Resistenza di una collanina di resistori cortocircuitata agli estremi

Ogni tavolo ha a disposizione una “collanina” di resistori da $100\text{k}\Omega$. La collanina ha due cavi agli estremi. Questa esperienza è particolarmente istruttiva se i due cavi vengono collegati fra di loro.

Usando il multimetro elettronico, si misuri la resistenza fra l'inizio della collanina e i primi n resistori (con $n = 1, 2, \dots, 10$). Al termine delle 10 misure riportare i dati su un grafico. Quindi calcolare il valore della resistenza 'vista' dai puntali dello strumento in funzione di n e confrontarlo con quanto si è ottenuto.

Ripetere rapidamente le misure dopo aver scollegato i cavetti che cortocircuitano gli estremi della collanina.

C) Partitore di tensione

Unire il primo e l'ultimo resistore della catenina al generatore in modo da formare un circuito chiuso. Si scelga una tensione del generatore di circa 9.5 V (il valore esatto è irrilevante purché significativamente inferiore a 10V in modo tale da poter essere letto con l'ICE con tale fondo scala). Misurare la tensione fra il polo negativo del generatore e i primi n resistori (con $n = 1, 2, \dots, 10$) in tre modi diversi:

1. usando il multimetro digitale;
2. usando lo 'strumento universale' ICE con fondo scala 2V;
3. usando lo 'strumento universale' ICE con fondo scala 10V

facendo attenzione

- a non cambiare la tensione di alimentazione durante le tre serie di misure;
- per quanto riguarda le misure effettuate con l'ICE, sforzarsi ad interpolare i valori fra le tacche, servendosi dello specchio sotto l'ago per ridurre errori di parallasse.

Riportare le tre serie di misure su un grafico e giustificare quantitativamente gli andamenti.

D) Carica e scarica del condensatore e misura della resistenza interna del voltmetro elettronico

Usando un condensatore da $2.2 \mu\text{F}$ e una resistenza da $30 \text{ M}\Omega$ posti in serie e alimentati dal generatore (f leggermente inferiore a 10 V), misurare la tensione ai capi del condensatore in funzione del tempo (una misura ogni 5s è sufficiente) durante la carica e, successivamente, durante la scarica. Si esegua la scarica in due modalità: a) spegnendo il generatore; b) staccando il circuito dal generatore. (Non è necessario eseguire le misure durante la seconda carica. E' invece importante avere pazienza attendere con pazienza che il condensatore sia ben carico.)

- Riportare le misure su grafici lineari e semilog (è preferibile riportare carica e scariche sullo stesso plot).
- Stimare la costante di tempo τ sia dai grafici lineari che semilog.
- Confronto con la teoria.
- Altri punti (che richiedono poco lavoro manuale) saranno indicati nel seguito.