

# Relazione prima esperienza di laboratorio Fisica 2

Gruppo A15: Armani Stefano, Cappellaro Nicola, Pasquato Leonardo

10-10-2022

---

## 1 Scopo dell'esperienza

Lo scopo della prima esperienza di laboratorio è stato quello di proiettare su un piano reale ciò che è stato illustrato solamente in teoria, in modo tale da valutare le discrepanze tra i risultati sperimentali e i risultati attesi dai calcoli ideali. I circuiti costruiti sono stati utilizzati per verificare sperimentalmente le leggi base dell'elettrotecnica, ossia la legge di Ohm, le leggi di Kirchhoff, la legge di Millman.

Lo scopo più implicito di questa esperienza è stato quello di familiarizzare con gli strumenti del laboratorio come il generatore da banco, breadboard, multimetro e componenti elettronici.

## 2 Cenni teorici

In questa prima esperienza utilizziamo e verificheremo la legge di Ohm utilizzando i resistori, mentre nel secondo esperimento verifichiamo il teorema di Millman per le reti elettriche.

Ricordiamo:

- Legge di Ohm  $V = R \cdot I$ , ossia la legge caratteristica dei *resistori*;
- Legge di Kirchhoff delle correnti  $\sum_{e=1}^n i_e = \sum_{u=1}^m i_u$ ;
- Legge di Kirchhoff delle tensioni  $\sum_{k=1}^n V_k = 0$ ;
- Teorema di Millman  $V_0 = \frac{\sum_{k=1}^n \frac{V_k}{R_k}}{\sum_{k=1}^n \frac{1}{R_k}}$ , ossia una diretta conseguenza delle leggi di Kirchhoff: la tensione ai terminali di un circuito comuni ad  $n$  rami corrisponde al rapporto tra la somma algebrica delle correnti cortocircuitate dei rami presi singolarmente e la somma dei reciproci delle resistenze.

I circuiti realizzati sono di tipo lineare a tempo invariante e sono detti LTI, quindi i loro comportamenti sono idealmente costanti nel tempo.

### 3 Strumentazione

- Breadboard con annessi morsetti serrafile;
- Cavi con connettori a banana;
- Resistori di varie misure ( $1k\Omega$ ,  $10k\Omega$ ,  $100k\Omega$ ,  $1M\Omega$ ,  $10M\Omega$ );
- Connettori da banco (Jumper);
- Multimetro;
- Alimentatore da banco (generatore di corrente e tensione).

### 4 Esperimento

Una volta messo a disposizione il kit contenente la strumentazione indicata al punto 3, si è esposto il primo esercizio riguardante un semplice **partitore di tensione**. Il partitore di tensione è un circuito LTI di prim'ordine come in figura, composto da generatore di tensione, 2 resistori in serie ed un multimetro collegato in parallelo al secondo resistore.

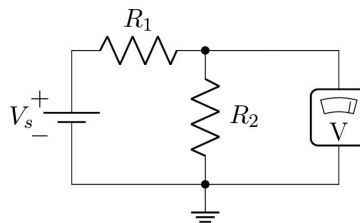


Figure 1: Partitore di tensione

Si è successivamente replicato lo stesso circuito su una **Breadboard** utilizzando due resistori da  $1k\Omega$ , connettori da banco per collegare la Breadboard ai morsetti serrafile connessi al generatore tramite **connettori a banana**.

Successivamente sono stati accesi il multimetro e il generatore e per prima cosa sono stati impostati i limiti di corrente e tensione massima erogabile dal generatore, rispettivamente a  $6mA$  e  $6V$ .

A questo punto è stato possibile attivare il generatore affinché nel circuito venisse mantenuta la tensione voluta e, grazie al multimetro impostato in modo tale da fungere da voltmetro, è stato possibile ottenere la tensione di lato della seconda resistenza in serie. La tensione di lato ottenuta è stata pari a  $3.020V$ . Successivamente, è stato ripetuto lo stesso esperimento utilizzando diversi resistori, ottenendo risultati leggermente diversi.

I risultati più discostati dai precedenti sono sicuramente stati rilevati nelle ultime due misurazioni in cui sono stati utilizzati resistori con resistenze ben più alte rispetto alle precedenti (nell'ordine dei  $M\Omega$ ).

Nella seconda parte di questa esperienza di laboratorio è stato illustrato dal punto di vista teorico un teorema derivante dalle leggi di **Kirchhoff**, ossia il teorema di **Jacob Millman**. Dopo un'illustrazione teorica, è stato esposto un secondo esercizio in cui si può verificare sperimentalmente il teorema di Millman:

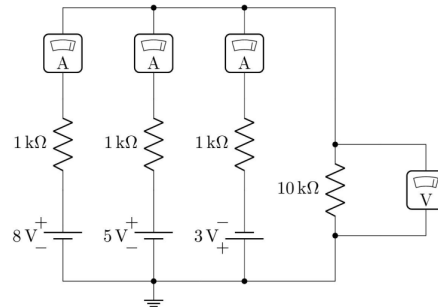


Figure 2: Secondo circuito

Una volta costruito il circuito sono state ripetute 3 misurazioni da parte del multimetro impostato come amperometro, in modo tale da poter misurare sperimentalmente le correnti uscenti dai resistori collegati ai rispettivi generatori.

Ottenuti i valori delle correnti, è stata valutata la tensione di lato ( $V_M$ ) sulla resistenza da  $10k\Omega$ , come in figura: Questa misurazione sperimentale è prossima alla tensione teorica calcolata tramite il teorema di Millman.

## 5 Dati sperimentali

Primo esperimento:

Test	Primo resistore	Secondo resistore	Tensione di lato
Test 1	$R_1 = 1k\Omega$	$R_2 = 1k\Omega$	$V_1 = 3,020.65V$
Test 2	$R_1 = 1k\Omega$	$R_2 = 500\Omega$	$V_2 = 2,011.25V$
Test 3	$R_1 = 10k\Omega$	$R_2 = 10k\Omega$	$V_3 = 3,007.85V$
Test 4	$R_1 = 100k\Omega$	$R_2 = 100k\Omega$	$V_4 = 2,987.50V$
Test 5	$R_1 = 1M\Omega$	$R_2 = 1\Omega$	$V_5 = 2,857.62V$
Test 6	$R_1 = 10\Omega$	$R_2 = 10\Omega$	$V_6 = 1,836.33V$

Secondo esperimento, rispetto alla figura 2 si indica con il segno positivo la corrente che scorre dal basso verso l'alto e con segno negativo la corrente che scorre dall'alto verso il basso:

Ramo cortocircuitato	Tensione	Corrente
Primo ramo	$V_1 = 8V$	$I_1 = +4,782.75mA$
Secondo ramo	$V_2 = 5V$	$I_2 = +1,695.85mA$
Terzo ramo	$V_3 = -3V$	$I_3 = -6,276.95mA$
	$V_M = 3,198.98V$	

## 6 Elaborazione dati

Primo esperimento,  $V_s = 6V$ :

$$I_s = \frac{V_s}{R_{eq}} \quad v_{R_2} = \frac{V_s}{V_{eq}} \cdot R_2 \quad V_{eq} = R_1 + R_2 \quad (1)$$

$$V_{Test1} = \frac{6V}{1k\Omega + 1k\Omega} \cdot 1k\Omega = 3V \quad (2)$$

$$V_{Test2} = \frac{6V}{1k\Omega + 500\Omega} \cdot 500\Omega = 2V \quad (3)$$

$$V_{Test3} = \frac{6V}{10k\Omega + 10k\Omega} \cdot 10k\Omega = 3V \quad (4)$$

$$V_{Test4} = \frac{6V}{100k\Omega + 100k\Omega} \cdot 100k\Omega = 3V \quad (5)$$

$$V_{Test5} = \frac{6V}{1M\Omega + 1M\Omega} \cdot 1M\Omega = 3V \quad (6)$$

$$V_{Test6} = \frac{6V}{10M\Omega + 10M\Omega} \cdot 10M\Omega = 3V \quad (7)$$

Secondo esperimento:

$$V_M = \frac{\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_3}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}} \quad (8)$$

$$V_M = \frac{\frac{8V}{1k\Omega} + \frac{5V}{1k\Omega} + \frac{-3V}{1k\Omega}}{\frac{1}{1k\Omega} + \frac{1}{1k\Omega} + \frac{1}{1k\Omega} + \frac{1}{10k\Omega}} = 3,226V \quad (9)$$

## 7 Conclusione

Nel primo esperimento sono stati ottenuti dei valori di tensione prossimi a quelli ideali con i resistori inferiori ad  $1M\Omega$ . Nel momento in cui sono stati utilizzati resistori con resistenze dell'ordine dei  $M\Omega$ , sono emersi valori lontani dal risultato teorico. Questo succede a causa della resistenza interna del voltmetro  $R_{intV}$ : posizionato il voltmetro in parallelo alla seconda resistenza, sono state rilevate grosse variazioni perchè le resistenze  $R_1$  e  $R_2$  avevano valori prossimi all'incognita resistenza interna del voltmetro, dunque quest'ultima ha agito come una vera e propria resistenza in parallelo a  $R_2$ . Questa anomalia non è stata rilevata con i resistori precedenti poichè avevano resistenze di ordini ben minori rispetto alla resistenza interna del voltmetro, dunque la maggior intensità della corrente percorreva i resistori  $R_1$  e  $R_2$  (Vedi legge di Ohm). È stato quindi possibile calcolare in modo approssimativo  $R_{intV}$ , considerando  $V_{in} = V_6 \approx 2V$ :

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{R_{eqV}}{R_1 + R_{eqV}} = \frac{6V}{2V} = \frac{1}{3} \rightarrow R_{eqV} = \frac{R_1}{2} = \frac{10M\Omega}{2} = 5M\Omega \quad (10)$$

dove  $R_{eqV}$  è il parallelo tra  $R_2$  e  $R_{intV}$ .

La resistenza interna del multimetro  $R_{intV}$  dunque risulta essere pari a  $10M\Omega$

Nel secondo esperimento è stato verificato il teorema di Millman: dopo aver misurato sperimentalmente il valore della tensione di lato ai morsetti comuni, è stata confrontata questa misurazione con il valore atteso. La valutazione è stata positiva: il valore sperimentale era prossimo al valore ideale.