

## - ESERCITAZIONE n. 2 –

**VERIFICA SPERIMENTALE DELLA “LEGGE DI OHM”**‘Metodo Volt-Amperometrico’

## Sommario

<b>1. SCOPO</b> .....	3
<b>2. TEORIA</b> .....	3
2.1. Definizioni .....	3
2.2. Formule.....	3
2.3. Note .....	3
<b>3. COMPONENTI &amp; STRUMENTAZIONE</b> .....	3
3.1. Descrizione & Dettagli.....	3
❖ <b>Resistenza / Resistore</b> .....	3
3.1.1. Tabella Valore Nominale del Resistore.....	4
3.1.2. Tabella Valori misurati (Pratici) & nominali (Teorici) del Resistore.....	4
3.1.3. Schema per la Tolleranza degli strumenti.....	5
❖ <b>Multimetro Digitale</b> .....	9
❖ <b>Alimentatore</b> .....	11
❖ <b>Calibro</b> .....	12
❖ <b>Jumper</b> .....	12
<b>4. ANALISI</b> .....	13
4.1. Schemi ( <i>Volt-metro a monte</i> ).....	13
4.2. Schemi ( <i>Volt-metro a valle</i> ).....	14
4.3. Teoria degli strumenti ( <i>Volt-Metro &amp; Amper-Metro</i> ) .....	14
4.4. Teoria Metodo Volt-Amperometrico ( <i>a Valle / a Monte</i> ) .....	17
<b>5. PROVA DI LABORATORIO</b> .....	19
5.1. Introduzione & Scopo .....	19
5.2. Procedimento .....	19
5.3. Risultati & Confronto ( <i>Volt-metro a Monte</i> ) .....	19
5.4. Valori Max & Min ( <i>Volt-metro a Monte</i> ).....	20
5.5. Grafico ( <i>Volt-metro a Monte</i> ) .....	20
5.6. Risultati & Confronto ( <i>Volt-metro a Valle</i> ) .....	21
5.7. Valori Max & Min ( <i>Volt-metro a Valle</i> ).....	21

---

5.8.	Grafico ( <i>Volt-metro a Valle</i> ) .....	22
5.9.	Confronto ( <i>Tabella riassuntiva</i> ) .....	22
5.9.1.	Volt-metro a Monte.....	22
5.9.2.	Volt-metro a Valle.....	22
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONI</b> .....	<b>23</b>
<b>7.</b>	<b>DUBBI</b> .....	<b>23</b>
<b>8.</b>	<b>RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI/STILOGRAFICI</b> .....	<b>23</b>

## SCOPO

Utilizzare il metodo Volt-Amperometrico, per misurare in modo indiretto il valore di una resistenza e valutare l'errore rispetto al valore nominale.

## 1. TEORIA

### 2.1. Definizioni

- L'*Ohm* e/o *Omega* ( $\Omega$ ) è l'unità di misura della **Resistenza**.
- L'*Ampere* (A) è l'unità di misura della **Corrente**.
- Il *Volt* è l'unità di misura della **Tensione**.
- Il *Watt* è l'unità di misura della **Potenza**.

### 2.2. Formule

- 1° Legge di Ohm –  $R = \frac{V}{I}$ ;  $V = R * I$ ;  $I = \frac{V}{R}$ .
- Formula per il calcolo dell'errore  $\frac{\text{Valore misurato} - \text{Valore teorico}}{\text{Valore teorico}} * 100$ .
- Errore Relativo Percentuale ( $Er\%$ ) =  $\frac{\text{Sensibilità dello Strumento}}{\text{Valore misurato}} * 100$ .

### 2.3. Note

- L'*Errore Assoluto* (per una sola misura) coincide alla *Sensibilità* dello "Strumento di Misura".
- "Conduttanza" è l'inverso della resistenza –  $1/\Omega \Leftrightarrow \Omega^{-1}$

## 3. COMPONENTI & STRUMENTAZIONE

STRUMENTO	MODELLO
Multimetro Digitale (Ohm-metro, Volt-metro, Amper-metro)	XL830L/Velleman DVM841
Resistenza/Resistore	Resistenza laboratorio (Valore Nominale – 270 $\Omega$ 5%)
Alimentatore	Mittek 1535 (N° 10510 del Laboratorio)
Calibro	Fimec
Jumper	Jumper di laboratorio

### 3.1. Descrizione & Dettagli

- ❖ **Resistenza / Resistore**
- **UNITA' DI MISURA**  
*Ohm* ( $\Omega$ ).
- **RESISTENZA NOMINALE**

1° banda (*Valore Nominale*), 2° banda (*Valore Nominale*), 3° banda (*Moltiplicatore*), 4° banda (*Tolleranza*).

**Calcolatrice per codice colore dei resistori a 4 bande**

Questo strumento è utilizzato per decodificare le informazioni dei resistori a terminale assiale a bande di colore. Selezionare il numero di bande e i loro colori per determinare il valore e la tolleranza dei resistori oppure [visualizzare tutti i resistori](#) offerti da Digi-Key. Ulteriori informazioni su [resistori e codici colore dei resistori](#).

Numero di bande:

4 bande    5 bande    6 bande

Selezionare il colore di ogni banda sul resistore:

1° banda: ● Rosso 2

2° banda: ● Viola 7

Moltiplicatore: ● Marrone ×10 Ω

Tolleranza: ● Oro ±5%

Valore resistore: 270 Ohms 5%

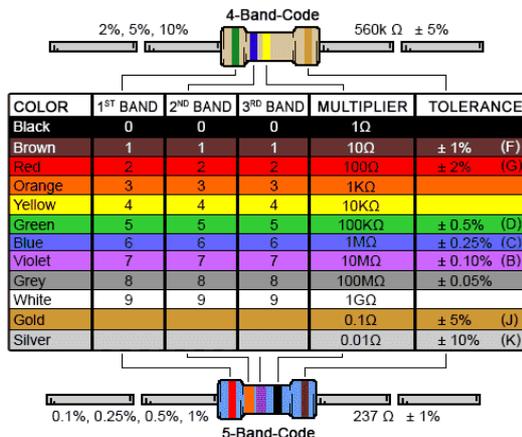


Figura 1 – Calcolatore per codice dei colori dei Resistori a 4 bande

3.1.1. Tabella Valore Nominale del Resistore

RESISTENZA NOMINALE	TOLLERANZA (%)	TOLLERANZA (Ω)
270 Ω	± 5%	13,5 Ω

3.1.2. Tabella Valori misurati (Pratici) & nominali (Teorici) del Resistore

Valore Misurato (Pratico)	Valore Nominale (Teorico)		Tolleranza		R <sub>MIN</sub> /R <sub>MAX</sub>		R OK
	COLORI		%	±	MIN (Ω)		
267 Ω	1° Banda Rosso (2)	270 Ω	(ORO)	± 5%	MIN (Ω)	283,5 Ω	SI
	2° Banda Viola (7)				MAX (Ω)	256,5 Ω	
	3° Banda Marrone (x10 Ω)						

### 3.1.3. Schema per la Tolleranza degli strumenti

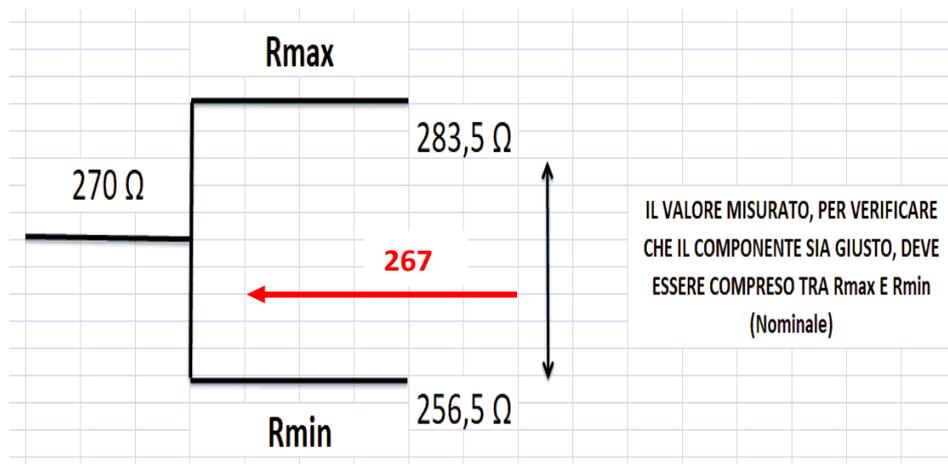


Figura 2 – Range tolleranza della resistenza

- **TEORIA SUI RESISTORI**

I **Resistori** sono componenti elettronici che hanno una specifica, immutabile resistenza elettrica .

La resistenza del resistore limita il flusso di elettroni attraverso un circuito. La resistenza elettrica di un resistore è misurata in **ohm** . Il simbolo di un ohm è il simbolo greco omega: **Ω**.

**Resistenza** (elettrica) la grandezza che misura il rapporto tra differenza di potenziale applicata agli estremi del conduttore e l'intensità di corrente elettrica che scorre al suo interno. L'**unità di misura della resistenza è l' ohm (Ω), la resistenza utilizzata nella esercitazione ha un valore Nominale di 270 Ω.**



Resistori sono disponibili in una varietà vasta di forme e dimensioni. Potrebbero essere "standard" (foro passante) per un montaggio su scheda o PCB. Potrebbero essere di tipo "SMD" (montaggio superficiale) o del tipo "resistenza variabile".

Le resistenze foro passante o montaggio superficiale sono le più comuni. Questi tipi di resistori di solito sono abbreviati come PTH (placcato foro passante) o SMD / SMT (surface-mount dispositivo o tecnologia).



Le resistenze Standard sono dotate di lunghi cavi flessibili che possono essere bloccati in una basetta breadboard o saldati in una scheda di prototipazione o scheda a circuito stampato (PCB). Queste resistenze sono di solito più utili in prototipazione, o in ogni caso in cui si preferisce non saldare minuscole, piccole resistenze SMD lunghe 0.6mm. I lunghi cavi di solito richiedono rifilatura, e queste resistenze sono tenute a prendere molto più spazio rispetto ai loro omologhi SMD a montaggio superficiale.



Le più comuni resistenze a fori passanti sono disponibili in un pacchetto assiale. La dimensione di una resistenza assiale è relativa alla sua potenza. Una comune resistenza da ½W misura circa 9,2 millimetri di diametro, mentre una resistenza da ¼W più piccola è di circa 6,3 millimetri.

- **POTENZA MASSIMA DISSIPATA DAL RESISTORE**

Ogni resistenza ha una specifica potenza nominale massima. Al fine di mantenere la resistenza a basse temperature, è importante assicurarsi che l'alimentazione che attraversa un resistore è tenuta sotto il suo massimo. La potenza di un resistore è misurata in watt, e di solito si aggira tra  $\frac{1}{8}W$  (0.125W) e 1W. Resistenze con potenze superiori a 1 W sono solitamente indicate come **resistori di potenza**, e sono utilizzati in particolare per la loro capacità di dissipazione.



La potenza di un resistore di solito può essere dedotta osservando le dimensioni dell'involucro. Le resistenze standard foro passante vengono solitamente vendute da  $\frac{1}{4}W$  o  $\frac{1}{2}W$ . Per usi speciali, le resistenze di potenza potrebbero elencare la loro potenza sulla resistenza.

codice	pollici	millimetri	t	Pd
01005	0.01" x 0.005"	0.40 mm x 0.20 mm	0.13 mm	1/32W
0201	0.024" x 0.012"	0.6 mm x 0.3 mm	0.23 mm	1/20W
0402	0.04" x 0.02"	1.0 mm x 0.5 mm	0.35 mm	1/16W
0603	0.063" x 0.031"	1.6 mm x 0.8 mm	0.45 mm	1/16W
0805	0.08" x 0.05"	2.0 mm x 1.25 mm	0.5 mm	1/10W
1206	0.126" x 0.063"	3.2 mm x 1.6 mm	0.55 mm	1/8W
1210	0.126" x 0.10"	3.2 mm x 2.5 mm	0.55 mm	1/4W
1812	0.18" x 0.12"	4.5 mm x 3.2 mm	0.55 mm	1/3W
2010	0.20" x 0.10"	5.0 mm x 2.5 mm	0.55 mm	1/2W
2512	0.25" x 0.12"	6.35 mm x 3.2 mm	0.55 mm	1W
2725	0.27" x 0.25"	6,81 mm x 6.45 mm	1,29 mm	3W
2728	0.27" x 0.28"	6,70 mm x 7.18 mm	1.14 mm	4W

Figura 3 - Tabella Potenza Dissipata dal Resistore

La Resistenza utilizzata misura 0,6 mm (Larghezza) e 0,3 mm (Spessore), secondo la tabella precedente, la Potenza Massima Dissipata è di 1/20W (**0,05 W**).

- **MATERIALI RESISTORI**

I resistori possono essere costruiti su una vasta varietà di materiali. Le resistenze moderne sono realizzate in carbonio, metallo o pellicola con ossido di metallo. In questi resistori, una pellicola sottile di materiale conduttivo (anche se ancora resistivo) è avvolto ad elica e coperto da un materiale isolante. La maggior parte delle resistenze standard arriverà in una composizione di film in carbonio o film metallico.

Una Resistenza è composta da: un supporto di sostegno, un elemento resistivo, un rivestimento protettivo.

Sono presenti vari tipi di Resistori:

- ✚ **RESISTORI A IMPASTO** = composte da un cilindro di carbone impastato da resina e stampato.

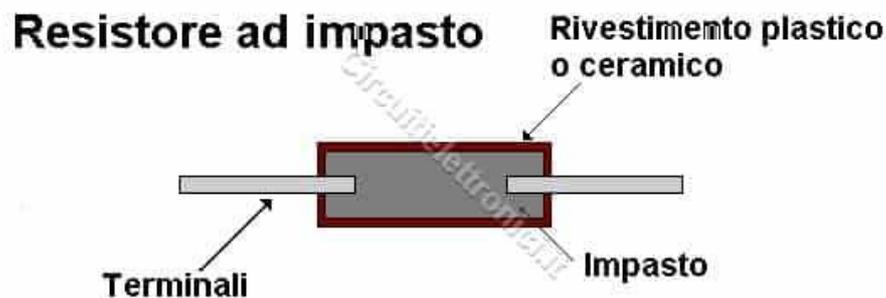


Figura 4 - Resistori a impasto (Struttura)



Figura 5 - Resistore a impasto (Foto)

- ✚ **RESISTORI A STRATO** = più stabili, meno rumorose e più precise di quelle a impasto, la pellicola è composta da carbone o grafite e per renderle più stabili vengono usati ossidi metallici; una lacca protettiva ricopre il tutto con la verniciatura.

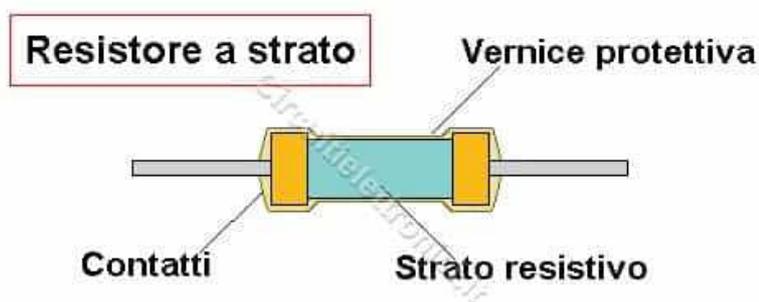


Figura 6 - Resistore a strato (Struttura)



Figura 7 – Resistore a strato (Foto)

- ✚ **RESISTORI A FILO** = vengono usate per dissipazione di potenze elevate oppure per una maggiore precisione; vengono realizzate avvolgendo il filo di nichel-cromo su un supporto di ceramiche o vetro. Il tutto viene verificato con lacca protettiva o annegato in una cassetina di ceramica con uno speciale cemento.

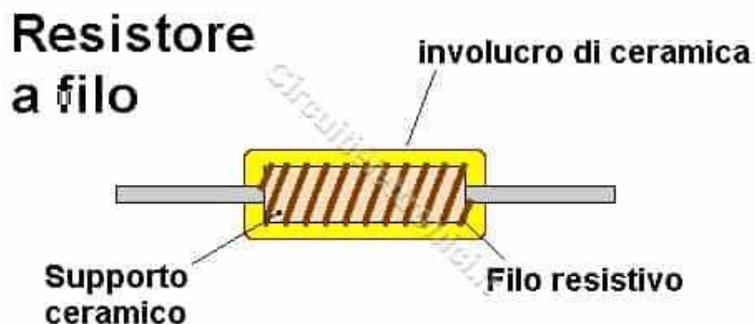


Figura 8 - Resistore a filo (Struttura)

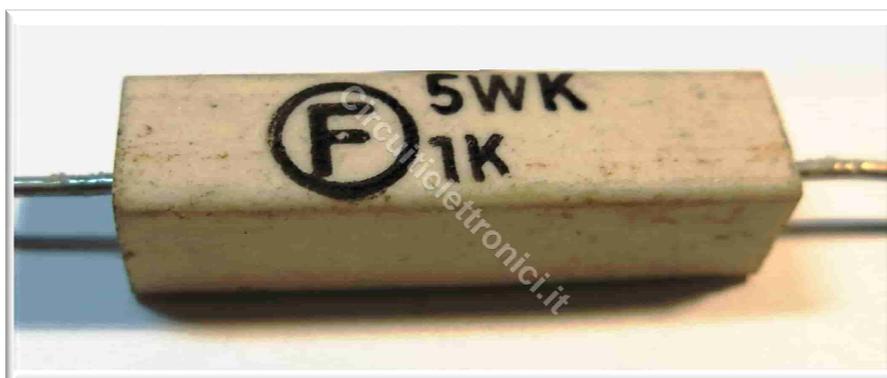


Figura 9 - Resistore a filo (Foto)

Il Resistore utilizzato è un “Resistore a strato”.

- **SERIE DEI RESISTORI**

I valori delle resistenze non sono assegnati alla rinfusa, ma sono standard e stabiliti a livello internazionale dalla IEC (International Electrotechnical Commission) con la normativa “IEC 60063”. Il Resistore utilizzato ha tolleranza del 5% e fa parte della serie **E24**.

Serie/tolleranza	Valori standard
<b>E6</b> (20%)	10 15 22 33 47 68
<b>E12</b> (10%)	10 12 15 18 22 27 33 39 47 56 68 82
<b>E24</b> (5%)	10 11 12 13 15 16 18 20 22 24 27 30 33 36 39 43 47 51 56 62 68 75 82 91
<b>E48</b> (2%)	100 105 110 115 121 127 133 140 147 154 162 169 178 187 196 205 215 226 237 249 261 274 287 301 316 332 348 365 383 402 422 442 464 487 511 536 562 590 619 649 681 715 750 787 825 866 909 953
<b>E96</b> (1%)	100 102 105 107 110 113 115 118 121 124 127 130 133 137 140 143 147 150 154 158 162 165 169 174 178 182 187 191 196 200 205 210 215 221 226 232 237 243 249 255 261 267 274 280 287 294 301 309 316 324 332 340 348 357 365 374 383 392 402 412 422 432 442 453 464 475 487 499 511 523 536 549 562 576 590 604 619 634 649 665 681 698 715 732 750 768 787 806 825 845 866 887 909 931 953 976
<b>E192</b> (0,5% 0,25% 0,1%)	100 101 102 104 105 106 107 109 110 111 113 114 115 117 118 120 121 123 124 126 127 129 130 132 133 135 137 138 140 142 143 145 147 149 150 152 154 156 158 160 162 164 165 167 169 172 174 176 178 180 182 184 187 189 191 193 196 198 200 203 205 208 210 213 215 218 221 223 226 229 232 234 237 240 243 246 249 252 255 258 261 264 267 271 274 277 280 284 287 291 294 298 301 305 309 312 316 320 324 328 332 336 340 344 348 352 357 361 365 370 374 379 383 388 392 397 402 407 412 417 422 427 432 437 442 448 453 459 464 470 475 481 487 493 499 505 511 517 523 530 536 542 549 556 562 569 576 583 590 597 604 612 619 626 634 642 649 657 665 673 681 690 698 706 715 723 732 741 750 759 768 777 787 796 806 816 825 835 845 856 866 876 887 898 909 919 931 942 953 965 976 988

Figura 10 - Tabella Serie Resistori

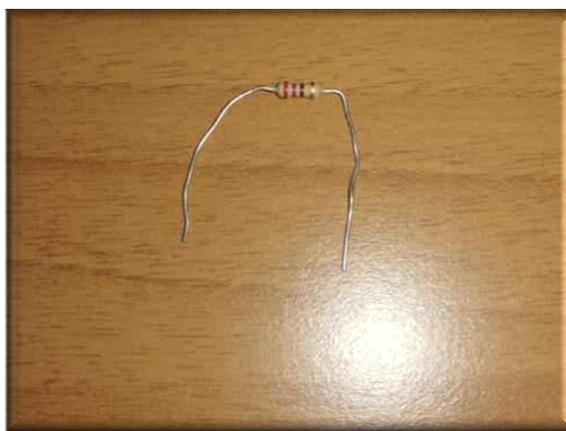


Figura 11 - Resistenza/Resistore

❖ **Multimetro Digitale**

● **STRUMENTI DI MISURA'**

**DIGIT**ali (Cifre Binarie ⇨ bit)

✚ Corrente Alternata (AC-Alternate Current) & Corrente Continua (DC-Direct Current)

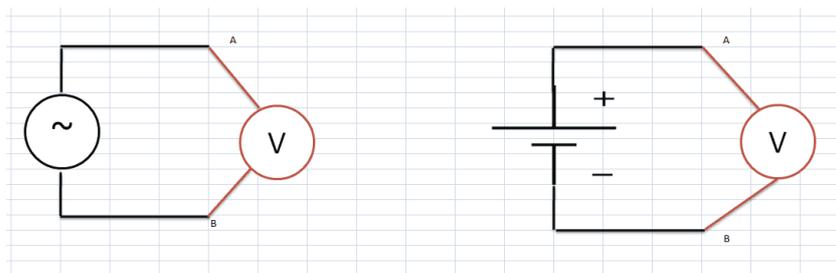


Figura 12 – Alternate Current &amp; Direct Current

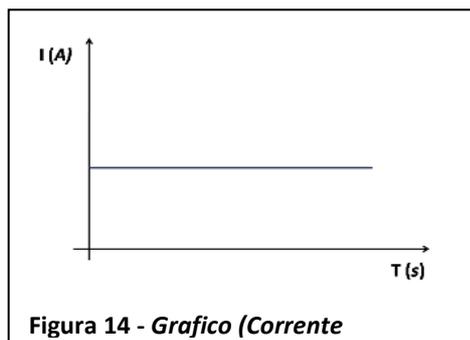


Figura 14 - Grafico (Corrente

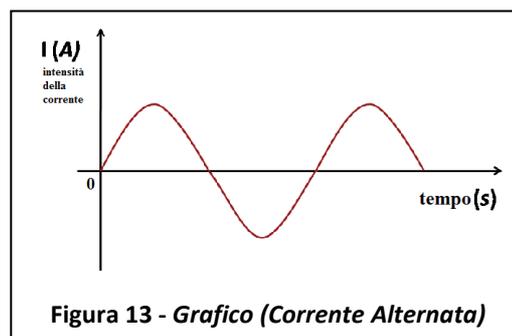


Figura 13 - Grafico (Corrente Alternata)

### ● DESCRIZIONE e DETTAGLI

Un *multimetro* o *tester* è uno strumento che, come dice il nome, è in grado di determinare il valore di molte grandezze elettriche diverse. Consente infatti di effettuare misure di resistenza, corrente elettrica e tensione, sia continua che alternata. Per misurare la *Tensione (V)*, la *Corrente (A)*, la *Resistenza ( $\Omega$ )* tra 2 punti uso il Multimetro. Esso consente di misurare la Differenza di Potenziale e/o Tensione ai capi di un bipolo (attivo o passivo) e/o tra due punti. Nella esercitazione verrà usato come Ohmetro ( $\Omega$ ), come Amperometro (A) e come Voltmetro (V)

Quando parliamo degli strumenti di misura, dobbiamo interessarci alla **PORTATA**, alla **SENSIBILITA'**, alla **PRONTEZZA**, alla **PRECISIONE**.

Che cos'è la **PORTATA**?

🛠 La portata è la massima misura che uno strumento può misurare.

Che cos'è la **SENSIBILITA'**?

🛠 La variazione minima che uno strumento è in grado di fornire.

Che cos'è la **PRONTEZZA**?

🛠 La prontezza è la velocità con cui lo strumento mostra la misura.

Che cos'è la **PRECISIONE**?

🛠 La precisione è il rapporto tra la sensibilità dello strumento e la portata.

Tra gli strumenti di misura possiamo capitare in **INCERTEZZE**, ovvero, non esistono misure precise e perfette. L'incertezza della misura può essere

causata da due tipi di errori: *ERRORI CASUALI* (dovuti al caso), *ERRORI SISTEMATICI* (errori che sono dovuti a imperfezioni degli strumenti utilizzati o a imprecisioni della procedura di misura e che vengono arrotondati o per *eccesso* o per *difetto*).

$$\text{Errore Relativo Percentuale (Er\%)} = \frac{\text{Sensibilità dello Strumento}}{\text{Valore Misurato}} * 100 =$$

$$\frac{1}{270} * 100 = \mathbf{0,4 \%}$$



Figura 15 - Multimetro Digitale

#### ❖ Alimentatore

##### ● DESCRIZIONE e DETTAGLI

Un alimentatore è un dispositivo che raddrizza la tensione elettrica in entrata per fornire energia elettrica adatta all'uso di dispositivi elettrici. Gli alimentatori si distinguono **in base al fattore di forma, in base alla qualità della corrente in uscita e in base al tipo**. si distinguono per modularità, per certificazione e potenza erogata:

- ✚ **Modularità:** gli alimentatori modulari differiscono dagli alimentatori "standard" per via della possibilità o no di decidere quali cavi connettere o no, cioè negli alimentatori modulari si possono collegare solo i cavi necessari ad alimentare i componenti del pc, negli alimentatori "standard" tutti i cavi sono sempre collegati.
- ✚ **Certificazione:** gli alimentatori hanno diverse certificazioni in base all'efficienza. L'efficienza ha una nomenclatura precisa: 80 plus, seguito da bronze, silver, gold e platinum, l'efficienza parte da bronze (più bassa) ed arriva a platinum (più alta). Se si lascia il pc acceso per molto tempo è consigliabile un alimentatore con efficienza silver o superiore.
- ✚ **Fattore di forma:** gli alimentatori devono rispettare degli standard di dimensioni, i più usati sono: atx, mini-atx, itx e mini-itx. Le uniche cose che differiscono da un fattore di forma (form facto) all'altro sono solo le dimensioni.



Figura 16 – Alimentatore

❖ **Calibro**

● **DESCRIZIONE e DETTAGLI**

Strumento di precisione per misurare, verificare il diametro e la forma di pezzi lavorati.



Figura 17 – Calibro

❖ **Jumper**

● **DESCRIZIONE e DETTAGLI**

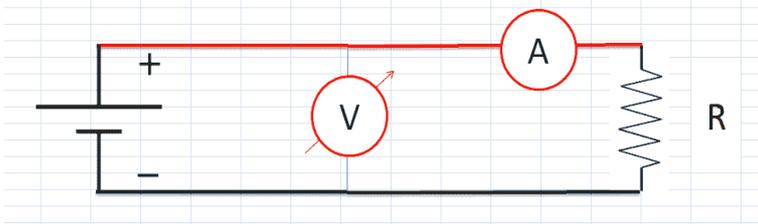
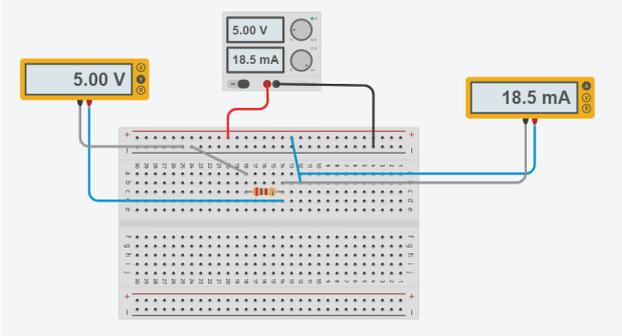
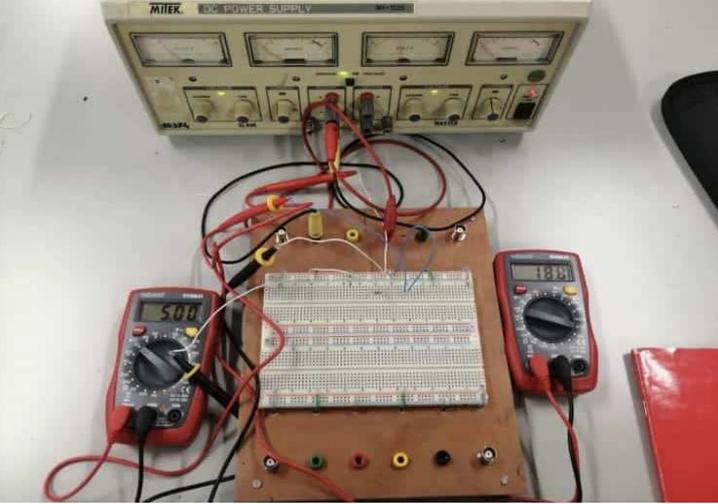
Jumper (elettronica), ponticelli metallici utilizzati per cortocircuitare dei contatti.



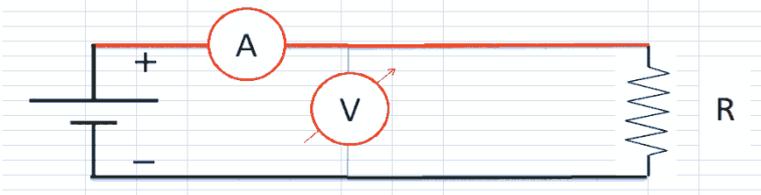
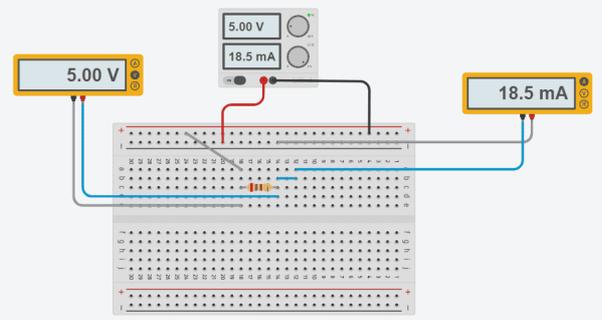
Figura 18 – Jumper

## 4. ANALISI

### 4.1. Schemi (Voltmetro a monte)

<p>SCHEMA ELETTRICO (Excel)</p>	 <p>Figura 19 - Schema Elettrico con il Voltmetro a Monte</p>
<p>SCHEMA DI MONTAGGIO (Tinkercad)</p>	 <p>Figura 20 - Simulazione tramite il programma Tinkercad</p>
<p>SCHEMA TOPOGRAFICO (Foto)</p>	 <p>Figura 21 - Esercitazione in Laboratorio</p>

#### 4.2. Schemi (Voltmetro a valle)

<p>SCHEMA ELETTRICO (Excel)</p>	 <p>Figura 22 - Schema Elettrico con il Voltmetro a Valle</p>
<p>SCHEMA DI MONTAGGIO (Tinkercad)</p>	 <p>Figura 23 - Simulazione tramite il programma Tinkercad</p>
<p>SCHEMA TOPOGRAFICO (Foto)</p>	 <p>Figura 24 - Esercitazione in Laboratorio</p>

#### 4.3. Teoria degli strumenti (Volt-Metro & Amper-Metro)

1) **Domanda:**

- ⚡ Che *Resistenza* ha il *Voltmetro* per non alterare il funzionamento del circuito quando si effettua la misura di una tensione?

2) **Risposta:**

- ⚡ La *Resistenza* del *Voltmetro*, per evitare di alterare il funzionamento del circuito, deve avere lo stesso valore della resistenza dell'aria, ovvero, molto alta per lo più tendente a infinito ( $\infty$ ).

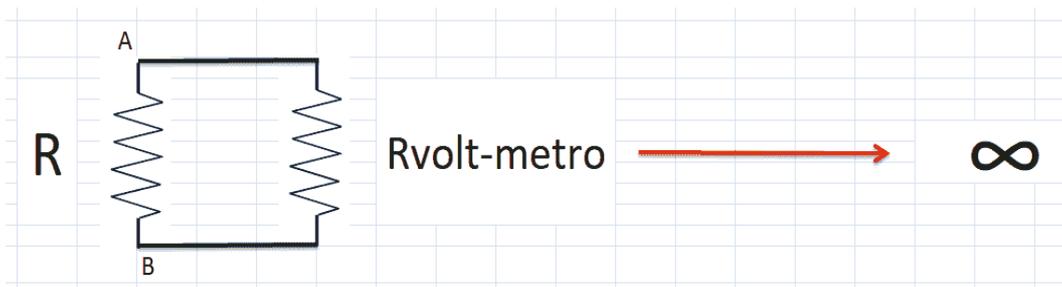


Figura 25 - Resistenza Voltmetro

3) **Domanda:**

🔧 Come si collega il Voltmetro al circuito?

4) **Risposta:**

🔧 Il Voltmetro si collega **sempre** in 'parallelo'.

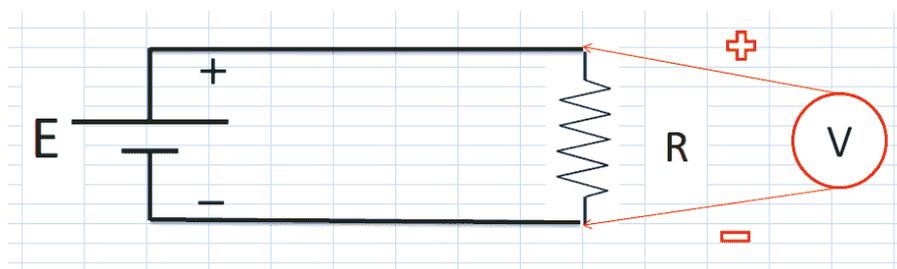


Figura 26 - Voltmetro in parallelo

5) **Domanda:**

🔧 E' possibile collegare il Voltmetro in 'serie' al circuito?

6) **Risposta:**

🔧 Se il Voltmetro viene collegato in 'serie' al circuito, allora si tratta di circuito aperto (C.A.), ovvero nel momento in cui nel circuito di fig. 27 la Corrente è uguale a zero ( $I=0$ ). La Tensione ai capi della Resistenza vale "0" ( $V_{R1} = R * I = R * 0 = 0V / V_{CD} = 0$ ). Dunque il Voltmetro collegato tra i punti B ed A, misura solo la Tensione generata dal generatore.

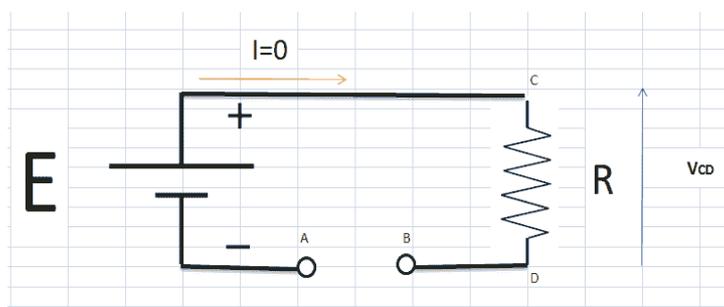


Figura 27 - Voltmetro in serie

7) Domanda:

- ✚ Che *Resistenza* ha l'*Amperometro* per non alterare il funzionamento del circuito quando si misura la corrente in un ramo?

8) Risposta:

- ✚ La *Resistenza* dell'*Amperometro*, per evitare di alterare il funzionamento del circuito, deve avere un basso valore, tendente a "0".

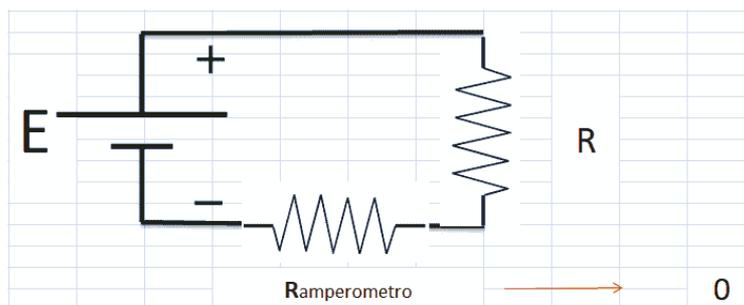


Figura 28 - Resistenza dell' Amperometro

9) Domanda:

- ✚ Come si collega l'*Amperometro* al circuito?

10) Risposta:

- ✚ L'*Amperometro* si collega **sempre** in 'serie'.

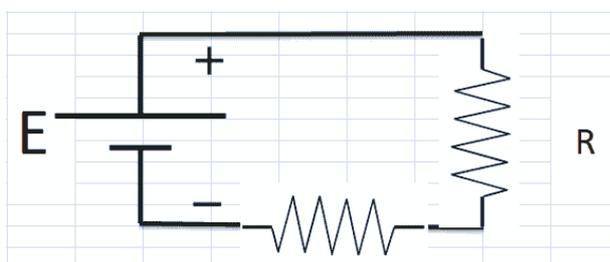


Figura 29 - Amperometro in serie

11) Domanda:

- ✚ E' possibile collegare l'*Amperometro* in 'parallelo'?

12) Risposta:

- ✚ Se l'*Amperometro* viene collegato in 'parallelo' al circuito, la corrente va dove c'è "strada libera", ovvero dove la *Resistenza* è più bassa, quindi verso l'*Amperometro*. Questo porta, dunque, ad un corto circuito (C.C.), ovvero nel momento in cui nel circuito la *Resistenza* equivalente vale "0" ( $R_{Eq} = \frac{R1 \cdot RA}{R1 + RA} = \frac{R1 \cdot 0}{R1 + 0} = 0$ ), con il rischio che la corrente che attraversa lo strumento lo danneggi.

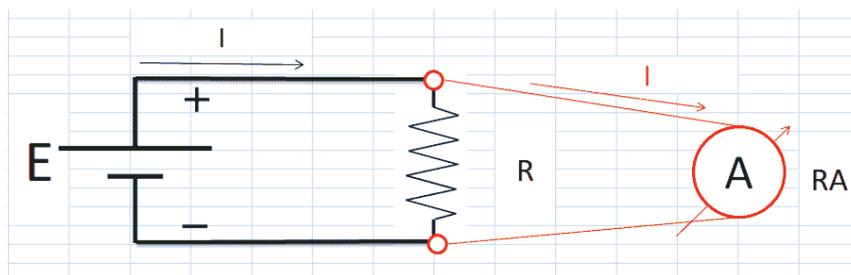


Figura 30 - Amperometro in parallelo

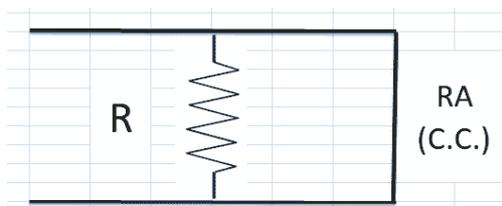


Figura 31 - Corto Circuito

#### 4.4. Teoria Metodo Volt-Amperometrico (a Valle / a Monte)

Il metodo voltamperometrico è un metodo indiretto per la misura di una *Resistenza*, ed è applicabile a *Resistenze* di qualsiasi valore. Il metodo si basa sulla "1° Legge di Ohm", più precisamente, consiste nel **calcolare la resistenza in modo indiretto** tramite la seguente formula:  $R=V/I$ , **dove V ed I sono i valori misurati della tensione e della corrente**. Gli strumenti che si utilizzano in questo metodo di misurazione sono: *alimentatore e/o generatore di Tensione continua* che alimenta la *Resistenza* da misurare, di un *Voltmetro* (strumento di misura della *Tensione*) e di un *Amperometro* (strumento di misura della *Corrente*).

✚ **Metodo Volt-Amperometrico a Monte**: collegare il *Voltmetro* a monte quando si vuole misurare la corrente tramite l'*Amperometro* senza commettere errori; in questo caso, il voltmetro misura la somma della tensione ai capi della resistenza più la tensione ai capi dell'*amperometro*. L'errore sarà tanto più basso quanto più la **Resistenza ha un valore elevato**, in modo che la tensione misurata sia più vicina possibile alla caduta di tensione ai capi della resistenza.

Il voltmetro con una resistenza elevata ed un amperometro con una resistenza bassa contribuiranno ad ottenere un risultato più preciso.

✚ **Metodo Volt-Amperometrico a Valle**: collegare il *Voltmetro* a valle quando si vuole misurare la tensione senza commettere errori; in questo caso, l'*amperometro* misura la corrente che attraversa la resistenza più la corrente che attraversa il voltmetro. L'errore sarà tanto più basso quanto più la **Resistenza ha un valore basso**, in modo che la corrente misurata dall'*amperometro* sia il più possibile uguale alla corrente che attraversa la resistenza.

Il voltmetro con una resistenza elevata ed un amperometro con una resistenza bassa contribuiranno ad ottenere un risultato più preciso.

**Nota:** I due modi metodi sono indifferenti nel momento in cui il collegamento degli strumenti di misura non altera in alcun modo il circuito; ovvero, nel momento in cui l'*Amperometro* presenta una *Resistenza* il più vicino possibile a "0 Ω", in modo da non

provocare una caduta di *Tensione*, ovvero, con l'espressione "*Caduta di Tensione*" o "*Caduta di Potenziale*" si indica la differenza di potenziale fra due qualsiasi punti di un conduttore attraverso il quale scorre una *Corrente*. Essa è sempre più piccola della *Tensione* del generatore, che invece rappresenta la differenza di *Tensione* massima che si può avere ai capi del conduttore, mentre il *Voltmetro* presenta una *Resistenza* interna tendente a infinito ( $\infty$ ), in modo da non assorbire *Corrente*.

## 5. PROVA DI LABORATORIO

### 5.1. Introduzione & Scopo

Verificare la “1° Legge di Ohm” utilizzando il metodo Volt-Amperometrico.

### 5.2. Procedimento

Prima di iniziare a lavorare con il metodo *Volt-Amperometrico*, è necessario collegare, attivare e regolare tutti gli strumenti necessari per svolgere la esercitazione: bisogna collegare i componenti al circuito secondo il metodo prescelto (*Volt-metro a Valle / Volt-metro a Monte*), attivare **l'alimentatore** e i **Multimetri**, fare in modo che tutto il “sistema” sia perfettamente funzionante, compresa la **Resistenza** con la potenza massima dissipata per evitare che si possa compromettere, e infine cominciare con le misurazioni.

A seconda del metodo scelto, che sia a *Valle* o a *Monte*, regolare **l'alimentatore** su diversi valori di *Tensione*: nella esercitazione, i valori vanno su una scala da 1V a 10V, con 10 misurazioni.

Per ogni misura il **Volt-metro** e **l'Amperometro** misurano diversi valori di *Tensione* e di *Corrente*. Dopo aver preso le 10 misurazioni per entrambi i metodi, su una tabella inserire i valori di *Tensione* generata dall'**alimentatore** e misurati dal **Volt-metro** per verificare che essi siano corretti e precisi e con il minor errore possibile, i valori di *Corrente* misurati dall'**Amperometro**; utilizzando la “1° Legge di Ohm”, verificare, con i dati ottenuti, il valore della **Resistenza**: se il valore ottenuto dalla formula della “1° Legge di Ohm” per trovare la **Resistenza** ( $R = \frac{V}{I}$ ) si avvicina il più possibile, con maggior precisione al valore reale della **Resistenza**, allora l'esercitazione è corretta ed è stata completata ed eseguita nel miglior modo possibile.

### 5.3. Risultati & Confronto (*Volt-metro a Monte*)

TENSIONE (V)	CORRENTE (mA)	RESISTENZA ( $\Omega$ )
1	3,7	270
2	7,4	270
3	11,2	268
4	14,9	268
5	18,8	266
6	22,5	267
7	26,3	266
8	30,2	265
9	34,0	265
10	37,8	265
<b>R media</b>		<b>264</b>

TENSIONE (V)	CORRENTE (mA)	RESISTENZA (Ω)
1	3,7	0,270
2	7,4	0,270
3	11,2	0,268
4	14,9	0,268
5	18,8	0,266
6	22,5	0,267
7	26,3	0,266
8	30,2	0,265
9	34	0,265
10	37,8	0,265
Vmax	Imax	Rmax
10	37,8	0,270
Vmin	Imin	Rmin
1	3,7	0,265
		Rmedio
		0,267

Figura 32 - Tabella Voltmetro a Monte (Excel)

5.4. Valori Max & Min (Voltmetro a Monte)

Vmax = 10V

Vmin = 1 V

Imax = 37,8 mA

Imin = 3,7 mA

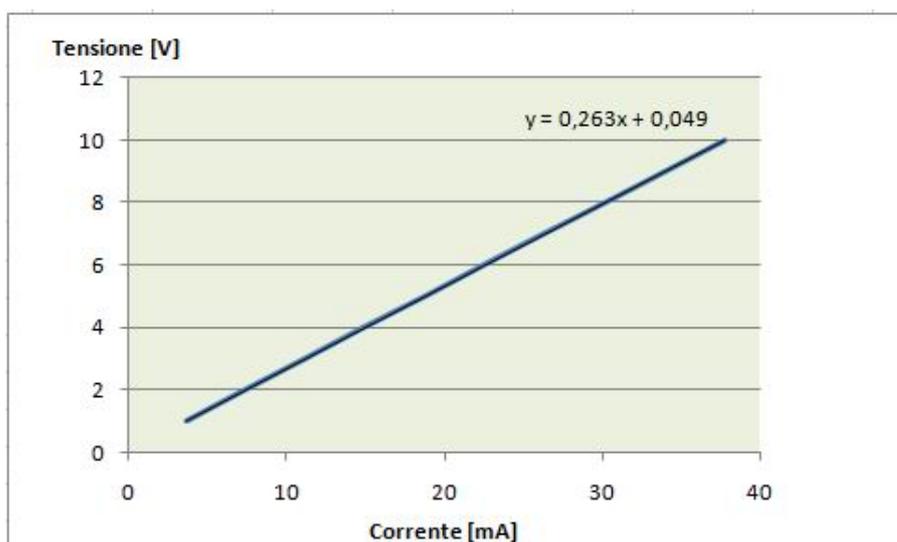
Rmax = 270 Ω

Rmin = 265 Ω

Rmedio = 263 Ω (dall'interpolazione lineare)

Rmedio= 267 Ω (dalla media aritmetica con Excel)

5.5. Grafico (Voltmetro a Monte)



### 5.6. Risultati & Confronto (Voltmetro a Valle)

TENSIONE (V)	CORRENTE (mA)	RESISTENZA ( $\Omega$ )
1	3,74	267
2	7,49	267
3	11,25	267
4	15,01	266
5	18,80	266
6	22,9	262
7	26,8	261
8	30,7	261
9	34,5	261
10	38,5	260
<b>R media</b>		<b>264</b>

TENSIONE (V)	CORRENTE (mA)	RESISTENZA ( $\Omega$ )
1	3,74	0,267
2	7,49	0,267
3	11,25	0,267
4	15,01	0,266
5	18,8	0,266
6	22,9	0,262
7	26,8	0,261
8	30,7	0,261
9	34,5	0,261
10	38,5	0,260
Vmax	Imax	Rmax
10	38,5	0,267
Vmin	Imin	Rmin
1	3,74	0,260
		R medio
		0,264

Figura 33 - Tabella Voltmetro a Valle (Excel)

### 5.7. Valori Max & Min (Voltmetro a Valle)

**Vmax = 10V**

**Vmin = 1 V**

**Imax = 38,5 mA**

**Imin = 3,74 mA**

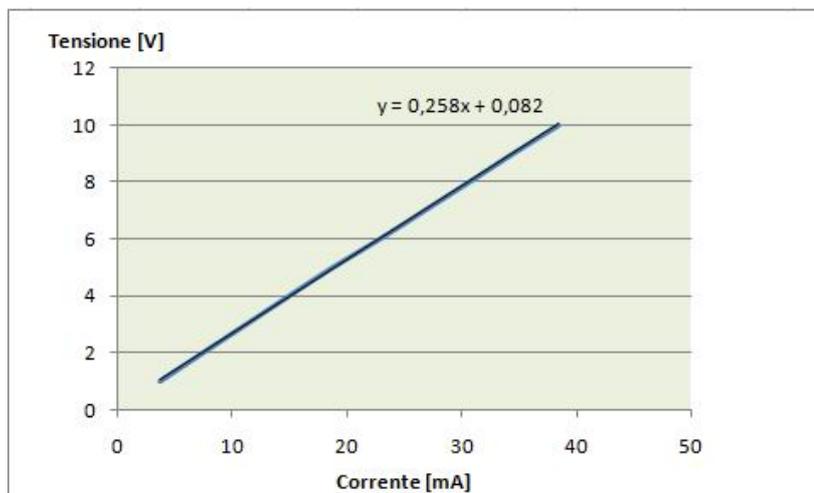
**Rmax = 267  $\Omega$**

**Rmin = 260  $\Omega$**

**Rmedio = 258  $\Omega$  (dall'interpolazione lineare)**

**Rmedio = 264  $\Omega$  (dalla media aritmetica con Excel)**

5.8. Grafico (Voltmetro a Valle)



5.9. Confronto (Tabella riassuntiva)

5.9.1. Voltmetro a Monte

Valore Nominale (Teorico)	Valore Misurato (con Ohmetro)	Metodo Volt-Amperometrico	
		Misura lab + Errore	Excel + Errore
<b>270 Ω</b>	<b>267 Ω</b>		
	± 1,1 %	<b>263 Ω</b>	<b>267 Ω</b>
		2,6 %	1,1 %

5.9.2. Voltmetro a Valle

Valore Nominale (Teorico)	Valore Misurato (con l'ohmetro)	Metodo Volt-Amperometrico	
		Misura lab + Errore	Excel + Errore
<b>270 Ω</b>	<b>267 Ω</b>		
	± 1,1 %	<b>258 Ω</b>	<b>264 Ω</b>
		4,4 %	2,2 %

## CONCLUSIONI

In conclusione, abbiamo constatato che:

- L'errore ottenuto con la **misura singola tramite** l'ohmetro è più basso rispetto alla misura indiretta della resistenza calcolata con entrambi i metodi volt-amperometrici.
- L'errore ottenuto con il **voltmetro a monte è più basso** rispetto all'errore ottenuto con il voltmetro a valle. Il valore della resistenza, compatibilmente con le caratteristiche degli strumenti sarebbe ritenuto pertanto un valore elevato.
- Con una buona approssimazione si può anche concludere che con resistenze di questo ordine di grandezza entrambi gli schemi si possono utilizzare essendo **l'errore inferiore alla tolleranza del 5%** del resistore.

## 6. DUBBI

Nella esercitazione, personalmente, vorrei approfondire quanto le caratteristiche del Voltmetro e dell'Amperometro incidono sul fatto di considerare il valore di una resistenza basso o alto.

## 7. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI/STILOGRAFICI

<https://www.digikey.it/it/resources/conversion-calculators/conversion-calculator-resistor-color-code-4-band> CALCOLATORE RESISTENZE CODICE A COLORI

[https://www.google.com./](https://www.google.com/) MOTORE DI RICERCA

<https://imagecompressor.com/it/> COMPRESSORE IMMAGINI

<https://library.weschool.com/lezione/multimetro-o-tester-come-impostarlo-5640.html>

DEFINIZIONE MULTIMETRO

<http://www.edutecnica.it/elettronica/alimentatori/alimentatori.htm> DEFINIZIONE ALIMENTATORE

<http://ishtar.unibo.it/em/elet/tensione.html> DEFINIZIONE CADUTA DI TENSIONE