

## Măsurarea directă a rezistențelor în curent continuu. Măsurarea tensiunii: Divizorul de tensiune (montajul serie)

Scop laborator: Înțelegerea și aplicarea Legii lui Ohm în circuite electrice de complexitate redusă.

Din punct de vedere practic (**hardware**) se dorește:

Manipularea instrumentelor de măsură și a elementelor de circuit (rezistoare, cabluri) în vederea realizării și testării circuitelor electrice propuse (**măsurarea directă a unei rezistențe & măsurarea tensiunii în montajul serie pentru două rezistoare**) și interpretării datelor măsurate (erori: toleranță, eroare de calcul, rezoluția aparatelor de măsură)

### Sarcini de lucru:

1) Se vor estima valorile pentru 5 rezistori conform codului culorilor:

www.resistorguide.com

	Color	Significant figures			Multiply	Tolerance (%)	Temp. Coeff. (ppm/K)	Fail Rate (%)
Bad	black	0	0	0	x 1		250 (U)	
Beer	brown	1	1	1	x 10	1 (F)	100 (S)	1
Rots	red	2	2	2	x 100	2 (G)	50 (R)	0.1
Our	orange	3	3	3	x 1K		15 (P)	0.01
Young	yellow	4	4	4	x 10K		25 (Q)	0.001
Guts	green	5	5	5	x 100K	0.5 (D)	20 (Z)	
But	blue	6	6	6	x 1M	0.25 (C)	10 (Z)	
Vodka	violet	7	7	7	x 10M	0.1 (B)	5 (M)	
Goes	grey	8	8	8	x 100M	0.05 (A)	1(K)	
Well	white	9	9	9	x 1G			
Get	gold			3th digit only for 5 and 6 bands	x 0.1	5 (J)		
Some	silver				x 0.01	10 (K)		
Now!	none					20 (M)		

6 band → 3.21kΩ 1% 50ppm/K

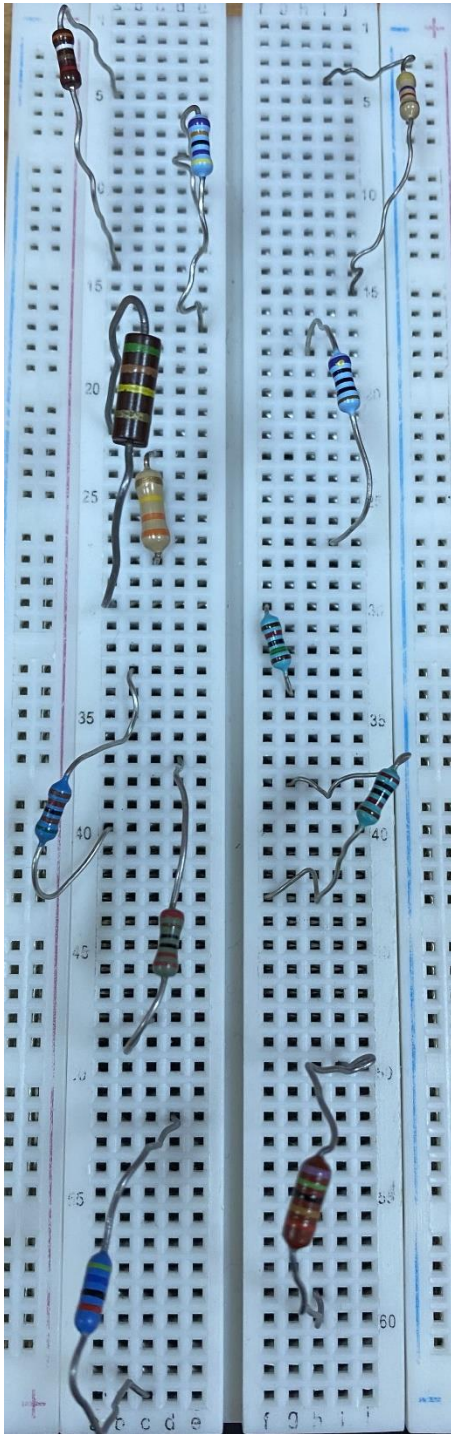
5 band → 521Ω 1%

4 band → 82kΩ 5%

3 band → 330Ω 20%

gap between band 3 and 4 indicates reading direction

Cum se conectează rezistențele în circuit (pe verticală=în serie):



(a)



(b)

Fig. 1 (a) Conectarea rezistențelor (b) Rezistență de 330 kohmi ( $33 \times 10^4$ , toleranță 1 sau 5%)

2) Se compară valoarea estimată (conform codului culorilor) cu valoarea măsurată **direct** pe multimetru astfel:

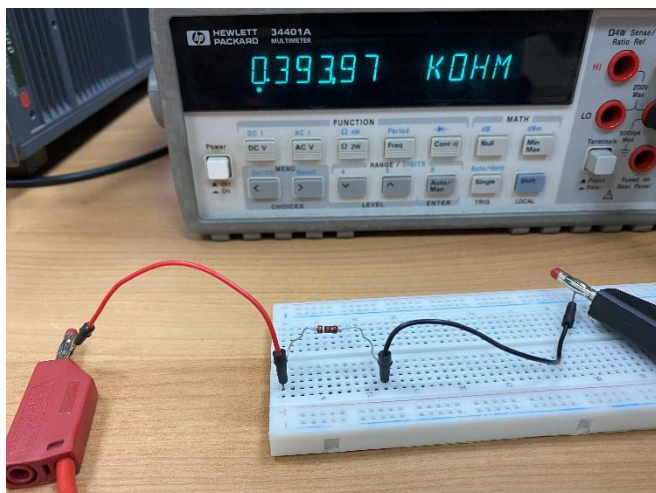


Fig. 2 Măsurarea directă a rezistenței (Rcod culori = 390 ohmi)

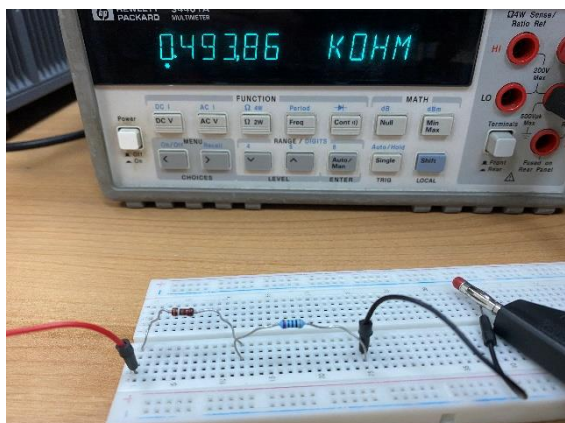
Apoi se completează următorul tabel:

Rezistență (cod culori) (ohmi)	Toleranță (%)	Rezistență măsurată direct (ohmi)	Eroare (%)	Observații
100 ohm	.1%	100 ohm	0%	ok
100 ohm	.1%	102.9 ohm	2.9%	rezistor cu defecte
3246 ohm	1%	3246 ohm	1.63%	imperfecțiuni traductor
50979 ohm	1%	50979 ohm	.04%	ok
10 ohm	2%	10 ohm	0%	ok

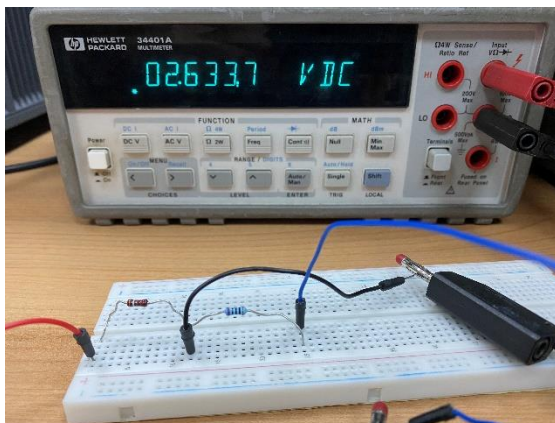
La observații se va concluziona dacă se respectă sau nu **toleranța** dată prin comparația cu eroarea obținută astfel:

$$\varepsilon(\%) = \frac{|R_{\text{cod_culori}} - R_{\text{măs_direct}}|}{R_{\text{cod_culori}}} \cdot 100\%$$

3) Se selectează două rezistoare din cele 5 și se măsoară căderea de tensiune pe fiecare rezistență, aplicând legea divizorului de tensiune, conform figurii de mai jos:



(a)



(b)

Fig.3 (a) Montajul serie cu 2 rezistențe (R1=390 ohmi, R2=100 ohmi), (b) măsurarea căderii de tensiune pe prima rezistență (Vtotal=3.3 V)

Pentru montajul din Fig.3 (cu 2 rezistori în serie) se realizează următorul tabel:

Tensiune alimentare (V)	Căderea de tensiune pe R1 (V1)	Căderea de tensiune pe R2 (V2)	Rezoluție aparat (%)	Eroare (%)
4.5 V	1.5 V	3 V	0.045%	0.003%

În funcție de eroare, se poate concluziona dacă au fost erori de calcul sau legate de aparatele de măsură (exemplu, rezoluție nesatisfăcătoare). Erorile de calcul nu ar trebui să depășească 0.5%

Rezoluția aparatului se calculează astfel:

$$\text{Rezolutia} = \frac{\text{cel mai mica variatie a valorii masurate}}{\text{valoarea maxima masurata}} \cdot 100\%$$

Exemplu de calcul. Un aparat care afișează **XX.XX** are rezoluția de 0.01%

$$\text{Rezolutia} = \frac{0.01}{99.99} \cdot 100\% \approx 0.01\%$$

Eroarea de calcul se efectuează astfel:

$$\varepsilon(\%) = \frac{|V - V1 - V2|}{V} \cdot 100\%$$

4) În continuare, se va compara valoarea căderii de tensiune măsurate în circuit (practic) cu cea obținută în simulare (Multisim, de exemplu).

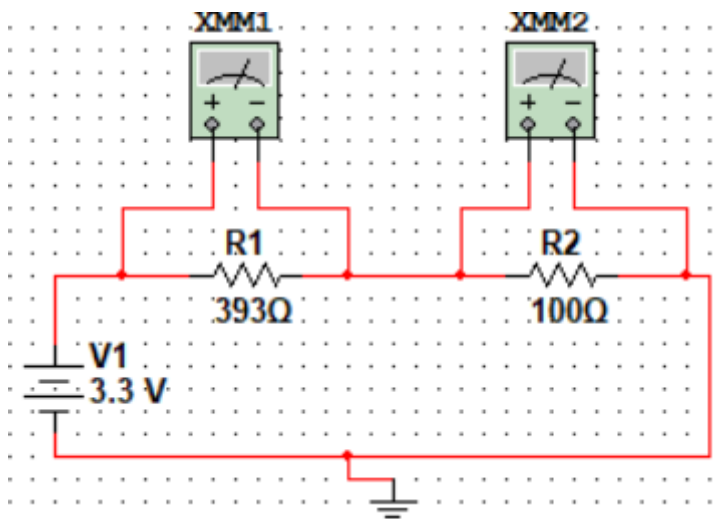


Fig.4 Realizarea circuitului în Multisim

Se realizează simulările prezentate în Fig.4 și se compară valorile obținute în simulare cu cele obținute practic. CUM POT FI OBȚINUTE ACELEAȘI VALORI CA CELE REALE?

Concluzii: Care din cele două metode (măsurare directă sau indirectă) este mai precisă și DE CE?

De ce apar diferențe de valori între o măsurare practică și simulare? Care este cauza acestor erori?

Din punct de vedere **software** se dorește:

Implementarea în Multisim (sau a altui soft dedicat testării circuitelor electrice) a circuitelor realizate practic și corelarea datelor obținute în acest mediu cu cele obținute în mod real (**de ce apar erori?**).

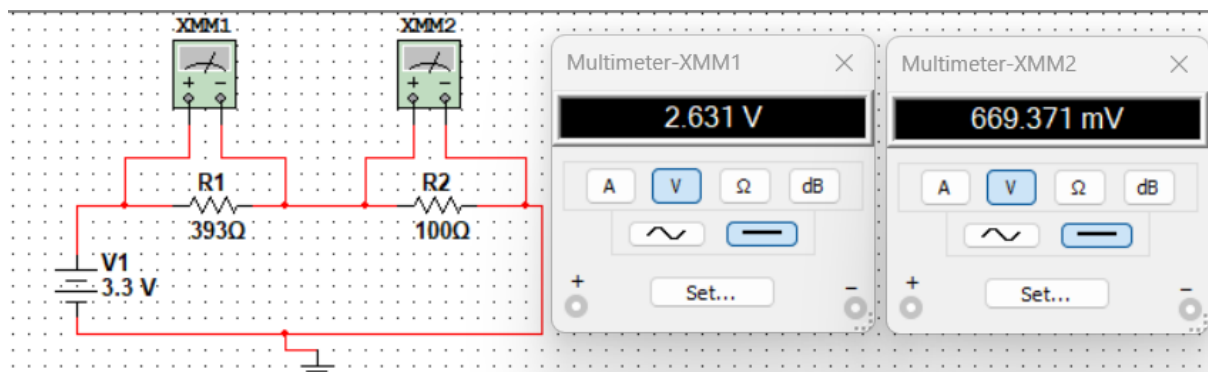
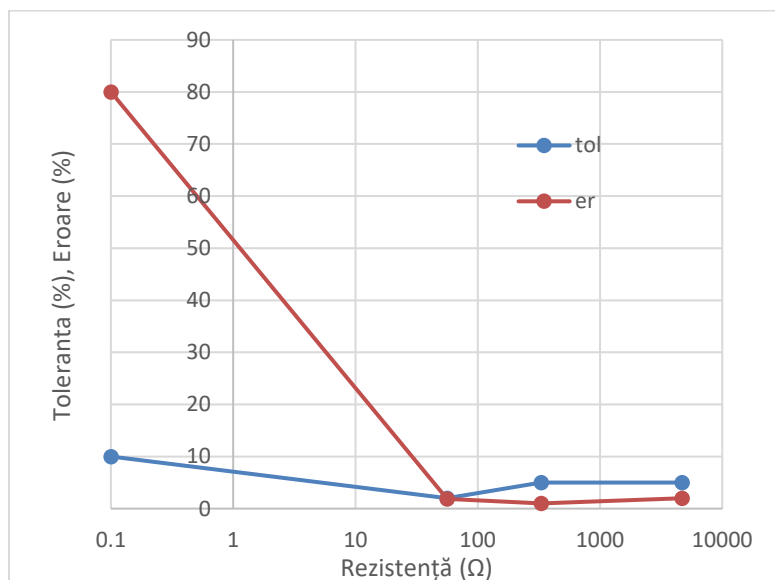


Fig.5 Testarea circuitului în Multisim

#### Exemplu de calcul:

Rezistență (cod culori) (ohmi)	Toleranță (%)	Rezistență măsurată direct (ohmi)	Eroare (%)	Observații
1) 330	5	328.6	0.42	ok
2) nu există	-	416.5	-	-
3) 0.1	10	0.18	80	x
4) 56	2	57	1.78	ok
5) 4700	5	4660	0.85	ok



Există clar o legătură între toleranță și eroare. Dar cum rămâne cu erorile mari?

Tensiune alimentare (V)	Căderea de tensiune pe R1 (V1)	Căderea de tensiune pe R2 (V2)	Rezoluție aparat (%)	Eroare (%)
3.3 V	2.63V	0.66V	0.01%	0.3%



În Multisim s-au obținut diferențe mici. Aceasta se datorează și rezoluției (care este 0.01%)

Soluție Multisim: Se adaugă un rezistor în serie care va mări căderea de tensiune pe R2 (Fig.6)

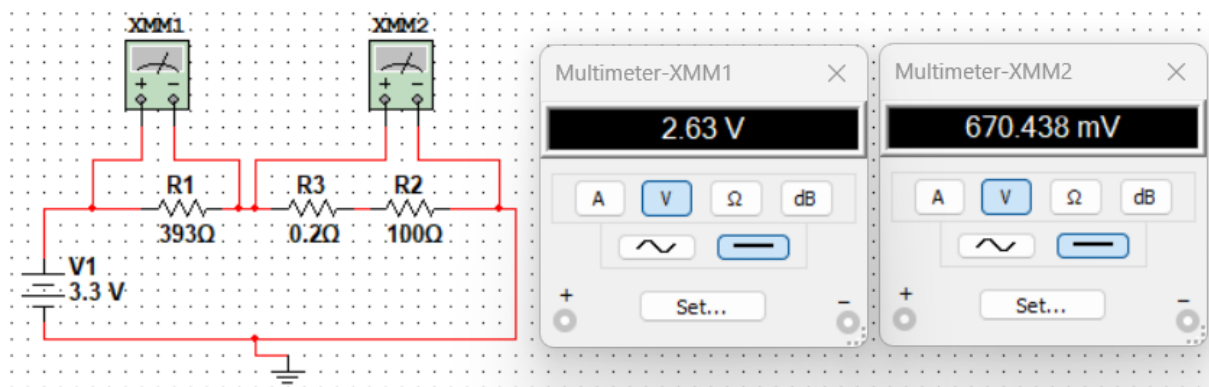


Fig.6 Ajustarea circuitului în Multisim. Explicați de ce a fost necesară conectarea unei rezistențe cu valoarea de 0.2 ohmi (A se consulta Legea Divizorului de Tensiune).

Concluzii: 1) Măsurarea directă este influențată atât de rezistența internă a aparatelor de măsură utilizate spre deosebire de valorile din simulare ( $R_{\text{internă ampermetru\_simulare}}=1 \text{ nohm}$ ,  $R_{\text{internă voltmetru\_simulare}}=1 \text{ gigaohm}$ ) cât și de rezoluția aparatului de măsurare (10 mV pentru aparatul utilizat, în timp ce în simulare rezoluția este de 1μV). Oare ce rezistențe interne au aparatele de măsură folosite? Kiloohmi sau **megaohmi**?

2 Măsurarea practică implică erori de calcul și de manipulare a circuitului (factori umani) și erori legate de abaterile elementelor de circuit (toleranță pentru rezistori, cabluri cu rezistență diferită de zero. Acestea nu există în simulare (aparatele de măsură au rezistențe interne cu valori aproape ideale, a se vedea 1) iar cablurile nu influențează măsurătorile, deoarece  $R_{\text{cablu\_simulare}}=0$ . Rămâne de răspuns la întrebarea de ce o rezistență de 0.2 ohmi este satisfăcătoare pentru rezistența cablului.

In viața reală, un conductor electric (de exemplu cupru) va avea o anumită rezistență, însă de obicei neglijabilă.

Cu toate acestea există și aplicații în care până și argintul (metalul cu cea mai mică rezistență electrică) trebuie folosit în condiții speciale, deoarece rezistența conductorului poate amplifica mult factorii de eroare.

În aceste cazuri speciale, adăugăm și o rezistență de cablu în simulări, precum de 0.2 ohmi. Aceasta nu este nici prea mare, dar nici absolut 0.