

Politechnika Rzeszowska Katedra Metrologii i Systemów Diagnostycznych	Grupa		Data
Laboratorium Elektronicznych Przyrządów Pomiarowych i Technik Pomiarowych		1.....	
BADANIE ZASTOSOWANIA SKUTECZ- NOŚCI METODY DYNAMICZNEGO DO- PASOWANIA ELEMENTÓW DO DZIEL- NIKÓW ZBUDOWANYCH NA REZY- STORACH HAMONA	Nr ćwic.	2.....	Ocena
	3	3.....	
		4.....	

I. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z rezystorami Hamona oraz zastosowaniem metody dynamicznego dopasowania elementów dla uzyskania dokładnych rezystancyjnych dzielników napięcia.

II. Zagadnienia

1. Rezystory Hamona.
2. Metoda dynamicznego dopasowania elementów.
3. Dzielnik rezystancyjny na zasadzie rezystorów Hamona oraz technologii dynamicznego dopasowania elementów.
4. Dokładność dzielnika rezystancyjnego na zasadzie rezystorów Hamona oraz technologii dynamicznego dopasowania elementów.

III. Program ćwiczenia

1. Pomiar multimetrem rezystancji rezystorów dwóch dzielników.
2. Obliczanie wartości szeregowego i równoległego połączenia rezystorów obydwu dzielników.
3. Obliczanie wartości nominalnej współczynnika dzielnika oraz wartości na podstawie zmierzonych rezystancji
4. Zmontowanie układu do pomiarów napięcia wyjściowego Uwy dzielników.
5. Pomiar napięć wejściowych Uwe i wyjściowych dzielników Uwy woltomierzem.
6. Obliczanie eksperymentalnych wartości współczynnika dzielników na podstawie wyników pomiaru napięć woltomierzem ora odchylenia
7. Wnioski i spostrzeżenia dotyczące wykonanego ćwiczenia.

IV. Przebieg ćwiczenia

1. Parametry wykorzystywanej aparatury:

Zasilacz:		
Zakres napięciowy:	Zakres prądowy:	Rezystancja wyjściowa (nominalna): R _{nom} =
Źródło napięcia wejściowego (kalibrator):		
Zakres napięciowy:	Zakres prądowy:	Rezystancja wyjściowa (nominalna): R _{nom} =
Multimetr:		
Zakres pomiarowy: $U_{n,V} =$		Rezystancja wejściowa (nominalna)

Parametry dokładności: Od odczytu: $a = \pm$ %; Od zakresu: $b = \pm$ % lub $c =$; $d =$	$R_{V1,nom} =$ Ω ; $\delta_{RV1,gr} =$
Zakres pomiarowy: $R_n =$ Parametry dokładności: Od odczytu: $a = \pm$ %; Od zakresu: $b = \pm$ % lub $c =$; $d =$	Prąd wymuszenia $I_{\Omega} =$ mA

2. Pomiary wstępne

1. Wybrać 6 rezystorów o nominalnie jednakowej rezystancji. Podzielić 6 rezystorów na 2 zestawy po 3 rezystorów:

- 1) R_{11}, R_{12}, R_{13} ;
- 2) R_{21}, R_{22}, R_{23}

Rezystory tych podzestawów nie mogą być wymieniane pomiędzy sobą.

Za pomocą multimetru przeprowadzić pomiar rezystancji tych podzestawów po 3 rezystory (sumarycznie 6 rezystorów). Wyniki pomiaru wpisać do tabeli 2.

Wyniki pomiarów rezystancji i obliczeń wartości teoretycznej współczynnika wzmocnienia. Wyniki pomiarów rezystancji powinny być zapisane co najmniej 4-ma cyframi znaczącymi!

Tabela 2. Wyniki pomiaru rezystancji.

1. zestaw	$R_{11} =$	$R_{12} =$	$R_{13} =$
2. zestaw	$R_{21} =$	$R_{22} =$	$R_{23} =$

3. Obliczania wstępne (teoretyczne)

Obliczyć wartości szeregowego i równoległego połączenia w każdym podzestawie. Wyniki obliczeń powinny mieć co najmniej 5 cyfr znaczących:

- 1) Szeregowo (ang. serial):

$$R_{s,1} = R_{11} + R_{12} + R_{13} =$$

$$R_{s,2} = R_{21} + R_{22} + R_{23} =$$

- 2) Równoległego (ang. parallel):

$$R_{p,1} = \frac{1}{\frac{1}{R_{11}} + \frac{1}{R_{12}} + \frac{1}{R_{13}}} =$$

$$R_{p,2} = \frac{1}{\frac{1}{R_{21}} + \frac{1}{R_{22}} + \frac{1}{R_{23}}} =$$

Wyniki obliczeń zapisać w tabeli 3.

3) Na podstawie obliczonych wartości rezystancji szeregowych i równoległych połączeń rezystorów obliczyć dwie wartości współczynnika podziału dzielników (Wartości wpisać do tabeli 3, minimalnie 6 cyfr znaczących):

$$K_{d,12} = \frac{R_{s,1}}{R_{p,2}} + 1 = \qquad K_{d,21} = \frac{R_{s,2}}{R_{p,1}} + 1 =$$

4) Obliczyć wartość średnią współczynnika podziału (Wartości wpisać do tabeli 3, minimalnie 6 cyfr znaczących):

$$K_{d,sr} = \frac{K_{d,12} + K_{d,21}}{2}$$

5) Obliczyć teoretyczną wartość współczynnika podziału:

$$K_{d,teor} = n^2 + 1 = 3^2 + 1 = 10$$

6). Obliczyć wartość błędu względnego każdej wartości współczynnika podziału (Wartości wpisać do tabeli 3, nominalnie $K_{d,teor} = 10$):

$$\delta_{d,12} = \left(\frac{K_{d,12}}{10} - 1 \right) \cdot 100\% = \qquad \delta_{d,21} = \left(\frac{K_{d,21}}{10} - 1 \right) \cdot 100\% =$$

7). Wyznaczyć maksymalną wartość modułu względnego odchylenia współczynnika od wartości teoretycznej (wartość wpisać do tabeli 3):

$$\delta_{d,max} = \max\left(|\delta_{d,12}|, |\delta_{d,21}|\right)$$

8). Obliczyć teoretyczną wartość błędu względnego średniej wartości współczynnika podziału (nominalnie $K_{d,teor} = 10$) (wartości wpisać do tabeli 3):

$$\delta_{sr,teor} = \left(\frac{K_{d,sr}}{10} - 1 \right) \cdot 100\% =$$

9). Obliczyć teoretyczną skuteczność zastosowania technologii dynamicznego dopasowania elementów:

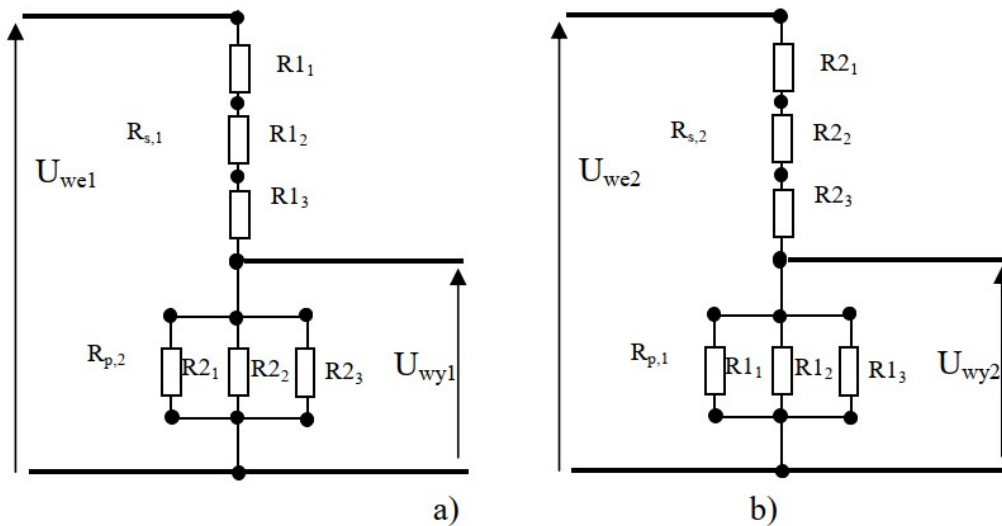
$$E_{teor} = \left| \frac{\delta_{d,max}}{\delta_{sr,teor}} \right| =$$

4.Badania eksperymentalne. Pomiary woltomierzem cyfrowym

Schematy układów dzielników przedstawiono na Rys. 1.

W pierwszym przypadku (Rys.1,a) rezystory pierwszego zestawu połączone szeregowo, a rezystory drugiego zestawu połączone równolegle.

W drugim przypadku (Rys.1,b) rezystory pierwszego zestawu połączone równolegle, a rezystory drugiego zestawu połączone szeregowo.



Rys 1. Schematy połączenia rezystorów w układach badawczych

- 1). Zamontować układ pierwszego dzielnika (Rys.1,a).
- 2). Do wejścia pierwszego układu dzielnika podłączyć wyjście źródła napięcia wejściowego (kalibratora). Nastawić napięcie wejściowe U_{we1} z zakresu około 10 V.
- 3). Woltomierzem cyfrowym zmierzyć rzeczywistą wartość tego napięcia. Wskazanie (minimalnie 4-5 cyfr znaczących) woltomierza $U_{V,we1}$ wpisać do tabeli 3.
- 4). Woltomierzem cyfrowym zmierzyć napięcie na wyjściu pierwszego dzielnika i wskazanie woltomierza $U_{V,wy1}$ (minimalnie 4-5 cyfr znaczących) wpisać do tabeli 3.
- 5). Zamontować układ drugiego dzielnika (Rys.1,b).
- 6). Do wejścia drugiego układu dzielnika podłączyć wyjście źródła napięcia wejściowego (kalibratora). Nastawić napięcie wejściowe U_{we2} z zakresu około 10 V.
- 7). Woltomierzem cyfrowym zmierzyć rzeczywistą wartość tego napięcia. Wskazanie (minimalnie 4-5 cyfr znaczących) woltomierza $U_{V,we2}$ wpisać do tabeli 3.
- 8). Woltomierzem cyfrowym zmierzyć napięcie na wyjściu drugiego dzielnika i wskazanie woltomierza $U_{V,wy2}$ (minimalnie 4-5 cyfr znaczących) wpisać do tabeli 3.

5. Obliczania wyników eksperymentu

- 1). Obliczyć wartość eksperymentalna współczynnika podziału pierwszego i drugiego dzielników (wpisać do tabeli 3, minimalnie 5 cyfr znaczących):

$$K_{d,eksp1} = \frac{U_{Vwe1}}{U_{Vwy1}} = \qquad K_{d,eksp2} = \frac{U_{Vwe2}}{U_{Vwy2}} =$$

- 2). Obliczyć wartość błędę względnę każdej eksperymentalnej wartości współczynnika podziału (nominalnie $K_{d,teor} = 10$) (Wartości wpisać do tabeli 3):

$$\delta_{d,eksp1} = \left(\frac{K_{d,eksp1}}{10} - 1 \right) \cdot 100\% = \qquad \delta_{d,eksp2} = \left(\frac{K_{d,eksp2}}{10} - 1 \right) \cdot 100\% =$$

3). Wyznaczyć maksymalną wartość modułu względnego błędu eksperymentalnego współczynnika od wartości teoretycznej (wpisać do tabeli 3):

$$\delta_{d,eksp,max} = \max\left(|\delta_{d,eksp1}|, |\delta_{d,eksp2}|\right)$$

4). Obliczyć eksperymentalną wartość średnią współczynnika dzielnika (minimalnie 5 cyfr znaczących, wpisać do tabeli 3):

$$K_{d,sr,eksp} = \frac{K_{d,eksp1} + K_{d,eksp2}}{2}$$

5). Obliczyć eksperymentalną wartość błędu względnego (w %) średniej wartości współczynnika dzielnika (teoretycznie $K_{teor} = 10$ (wpisać do tabeli 3)):

$$\delta_{d,sr,eksp} = \left(\frac{K_{d,sr,eksp}}{10} - 1 \right) \cdot 100\% =$$

6). Obliczyć skuteczność eksperymentalnego zastosowania technologii DEM do dzielników rezystancyjnych (wpisać do tabeli 3)

$$E_{eksp} = \left| \frac{\delta_{d,eksp,max}}{\delta_{d,sr,eksp}} \right| =$$

7). Porównać wyniki obliczeń teoretycznej i eksperymentalnej wartości średniej współczynnika dzielnika oraz odpowiednich błędów.

Tabela 3. Wyniki obliczeń wartości rezystancji szeregowego i równoległego połączenia rezystorów.

Obliczenia wstępne (teoretyczne)			
1. zestaw	$R_{s,1} =$	$R_{p,2} =$	
2. zestaw	$R_{p,1} =$	$R_{s,2} =$	
$K_{d,12} =$	$\delta_{d,12} =$		
$K_{d,21} =$	$\delta_{d,21} =$		
$K_{d,sr} =$	$\delta_{d,sr} =$	$\delta_{d,max} =$	E_{teor}
Obliczenia eksperymentalne			
1. seria pomiarów	$U_{V,we1} =$	$U_{V,wy1} =$	
2. seria pomiarów	$U_{V,we2} =$	$U_{V,wy2} =$	
$K_{d,eksp1} =$	$\delta_{d,eksp1} =$		
$K_{d,eksp2} =$	$\delta_{d,eksp2} =$		
$K_{d,sr,eksp} =$	$\delta_{d,sr,eksp} =$	$\delta_{d,eksp,max} =$	$E_{eksp} =$

V. Wnioski

We wnioskach należy przeanalizować wyniki, porównać wyniki obliczeń teoretycznej i eksperymentalnej wartości średniej współczynnika dzielnika oraz odpowiednich błędów uzyskanych przy pomiarach woltomierzem a także skuteczności metody.

VI. Pytania kontrolne

1. Jaka teoretyczna wartość współczynnika dzielnika zbudowanego na rezystorach Hamona (szeregowo-równoległe połączenie zestawów rezystorów)?
2. Na czym polega istota dynamicznego dopasowania elementów (DEM)?

VII. Literatura

1. Smart sensor systems. Edited by Gerard C. M. Mejer. John Wiley and Sons Ltd. 2008. 385 p.
2. De Jong P.C., Mejer G.C.M., van Roermund A.H.M. A dynamic-feedback instrumentation amplifier. IEEE Journal of Solid-State Circuits, 33. 1999
3. Sydenham P.H. : Podręcznik metrologii. Tom 2. WKiŁ Warszawa, 1988 - (str. 213-219)
4. Dziuban E, Dorozhovets M., Kowalczyk A., Ryski A., Szlachta A., Tabisz R., Wilk B., Wojturski J.: Metrologia Elektryczna i Elektroniczna. Laboratorium część I. Materiały pomocnicze. Oficyna Wyd. Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2005.