

**Protokol č. : 4.**

Název měření : Měření pasivních součástí RLC můstkem

**Použité pomůcky**

Pomůcka	Inventární číslo	Systém	Chyba	Rozsah	Ostatní údaje
RLC můstek	DKP 537421				
Rezistory				470Ω; 9,88kΩ; 820Ω; 2700Ω; 120Ω	
Kondenzátory				330uF; 22uF; 100nF; 470nF; 1u5F	
Kondenzátory z úlohy 3				10nF; 470nF; 1,5uF; 19,88nF	

**Úkol měření**

Pomocí měřiče BK 136 určete odpor daných rezistorů a daných kapacit kondenzátorů. Porovnejte přesnost a způsob měření s úlohou 3.

**Teorie k úkolu**

Pro měření jednotlivých prvků R, C, L jsou možná různá zapojení můstků.

Všeobecně se dá říci, že v můstcích jsou prvky v jedné větvi ve předem daném poměru. V druhé větvi je prvek měřený a prvek u kterého lze měnit jeho vlastnost (odpor, kapacita, indukčnost) pomocí něž se snažíme vyvážit celý můstek tak, aby přes Galvanometr nebo Nulový Indikátor netekl žádný proud.

Pro měření odporu používáme například **Wheatstonův můstek**.

Vztahy platné při  $I_G=0A$

$$I_1 \cdot R_x = I_2 \cdot R_3$$

$$I_1 \cdot R_2 = I_2 \cdot R_4$$

$$\frac{I_1 \cdot R_x}{I_1 \cdot R_2} = \frac{I_2 \cdot R_3}{I_2 \cdot R_4}$$

$$\frac{R_x}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$$

$$R_x = R_2 \cdot \frac{R_3}{R_4}$$

Pro měření kapacity užijeme například **De Soltiho můstek**.

Vztahy platné při  $I_G=0A$

$$\bar{Z}_1 \cdot \bar{Z}_4 = \bar{Z}_2 \cdot \bar{Z}_3$$

$$\bar{Z}_1 = \frac{\bar{Z}_2 \cdot \bar{Z}_3}{\bar{Z}_4}$$

$$\bar{Z}_1 = \frac{1}{j\omega C_x}$$

$$\bar{Z}_2 = \frac{1}{j\omega C_N}$$

$$\bar{Z}_3 = R_3$$

$$\bar{Z}_4 = R_4$$

$$\frac{1}{j\omega C_x} \cdot R_4 = \frac{1}{j\omega C_N} \cdot R_3 \Rightarrow$$

$$C_x = C_N \cdot \frac{R_4}{R_3}$$

Pro měření indukčnosti lze použít **Maxwell-Wienův můstek**.

Vztahy platné při  $I_G=0A$

$$\bar{Z}_1 \cdot \bar{Z}_4 = \bar{Z}_2 \cdot \bar{Z}_3$$

$$\bar{Z}_1 = \frac{\bar{Z}_2 \cdot \bar{Z}_3}{\bar{Z}_4}$$

$$\bar{Z}_1 = R_X + j\omega L_X$$

$$\bar{Z}_2 = R_2$$

$$\bar{Z}_3 = R_3$$

$$\frac{1}{\bar{Z}_4} = \frac{1}{R_4} + j\omega C_4$$

$$R_X + j\omega L_X = R_2 \cdot R_3 \cdot \left( \frac{1}{R_4} + j\omega C_4 \right) \Rightarrow$$

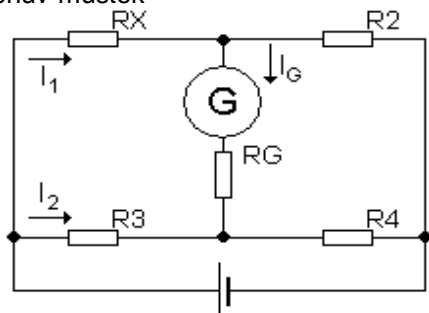
$$R_X = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_4} \quad L_X = R_2 \cdot R_3 \cdot C_4$$

Hodnoty některých odporů bývají také udávány v tzv. barevném kódu :

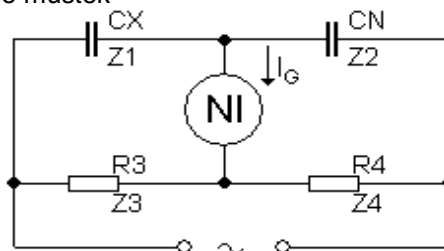
Barva	Číslice	Násobitel	Tolerance
stříbrná	-	$10^{-2}$	$\pm 10\%$
zlatá	-	$10^{-1}$	$\pm 5\%$
černá	0	1	
hnědá	1	10	
červená	2	$10^2$	
oranžová	3	$10^3$	
žlutá	4	$10^4$	
zelená	5	$10^5$	
modrá	6	$10^6$	
fialová	7	$10^7$	
šedá	8	$10^8$	
bílá	9	$10^9$	

### Schéma zapojení

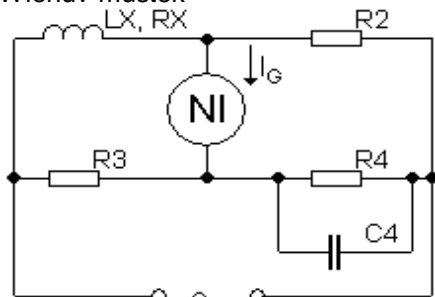
Wheatstonův můstek



De Soltiho můstek



Maxwell-Wienův můstek



### Postup měření

Protože RLC můstek je provozní přístroj bylo nutné pouze zvolit veličinu kterou chceme měřit, a zvolit správný rozsah.

### Naměřené a vypočítané hodnoty

Hodnoty odporů v barevném kódu :

červená; fialová; červená; stříbrná  
2 7 100  $\pm 10\% \Rightarrow 2700 \pm 10\% \Omega$

hnědá; červená; hnědá; zlatá  
1 2 10  $\pm 5\% \Rightarrow 120 \pm 5\% \Omega$

$R_{\text{štítková}}$ [ $\Omega$ ]	$R_{\text{naměřená}}$ [ $\Omega$ ]	$\Delta R$ [ $\Omega$ ]	$\Delta R$ [%]
470	492	22	4,68
9,88k	9,89k	0,01k	0,10
820	802	18	2,20
2700	2,73k	0,03k	1,11
120	119	1	0,83

				Úloha 3 - naměřeno					
$C_{\text{štítková}}$ [F]	$C_{\text{naměřená}}$ [F]	$\Delta C$ [ $\Omega$ ]	$\Delta C$ [%]	malé C	$\Delta C_M$ [ $\Omega$ ]	$\Delta C_M$ [%]	velké C	$\Delta C_V$ [ $\Omega$ ]	$\Delta C_V$ [%]
330u	379u	49	14,85	X	X	X	X	X	X
22u	19,3u	2,7	12,27						
100n	115n	15	15,00						
470n	450n	20	4,26						
1u5	1451n	0,049	3,27						
10n	10,25n	0,25	2,50	10,46n	0,46	4,60	10,46n	0,46	4,60
470n	455n	15	3,19	405,12n	64,88	13,80	288,32n	181,68	38,66
1u5	1533n	0,033	2,20	1,56u	0,06	4,00	1,57u	0,07	4,67
19k88	19,92n	0,04	0,20	20,26n	0,38	1,91	20,33nF	0,45	2,26

### Závěr

Při měření odporů se naše odchylky od štítkových hodnot pohybovaly v rozmezí  $0,1 \div 4,68\%$ .

Při měření kapacit kondenzátorů pro úlohy 4 byly naše odchylky  $3,27 \div 15\%$ . Oproti tomu kapacity kondenzátorů z úlohy 3 měly odchylky  $0,2 \div 3,19\%$  což je přibližně desetkrát méně než u předešlých kondenzátorů.

Srovnání s úlohou 3 pro metodu malých kapacit :

pro 10n je chyba 4,6%, tedy 1,84x větší  
470n je chyba 13,8%, tedy 4,33x větší  
1u5 je chyba 4%, tedy 1,18x větší  
19k88 je chyba 1,91%, tedy 9,55x větší

Srovnání s úlohou 3 pro metodu velkých kapacit :

pro 10n je chyba 4,6%, tedy 1,84x větší  
470n je chyba 38,66%, tedy 12,12x větší  
1u5 je chyba 4,67%, tedy 2,12x větší  
19k88 je chyba 2,26%, tedy 11,3x větší

Jak je tedy vidět, pokud jsme měřili kapacity nepřímou metodou jsou odchylky od štítkových hodnot mnohonásobně vyšší než při měření RLC můstky  $\Rightarrow$  RLC můstky jsou pro měření odporů, kapacity, indukčnosti přesnější než-li nepřímé metody, které jsou zatížené chybou již ve výpočtu.