

Měření odporu můstkovou metodou

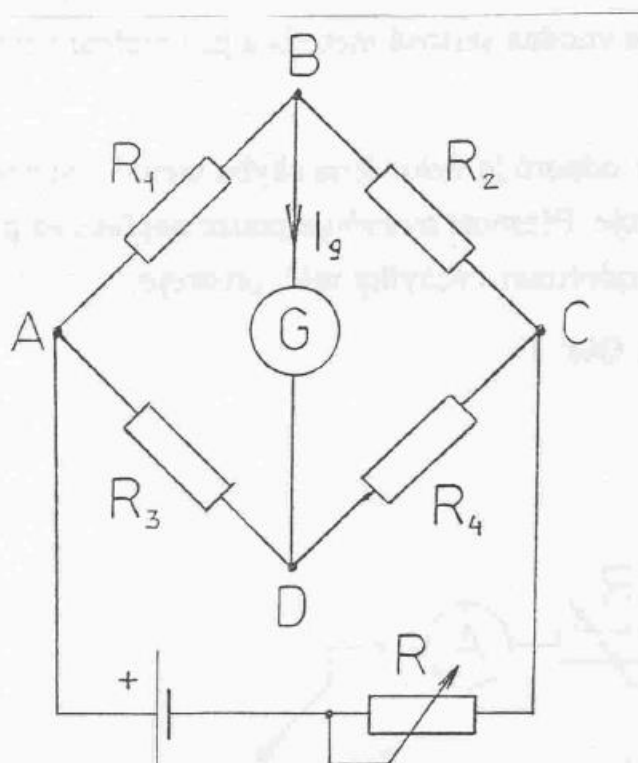
Úvod a teorie

Můstková metoda patří mezi nepřímé metody měření odporu. Současně patří (či přímo je nejpřesnější) mezi nejpřesnější metody měření odporu. Její přesnost je dána těmito vlastnostmi metody: při měření můstkovou metodou stačí použít jediný měřicí přístroj, který navíc nemusí vůbec nic přesně měřit, v metodě slouží jen k tomu, aby indikoval, že jím neprochází žádný proud. Proto se o metodě někdy říká, že metoda patří mezi tzv. nulové metody.

Nyní popíšeme princip metody, konkrétně Wheatstonův můstek.

Wheatstonův

můstek je sestaven ze čtyř odporů R_1, R_2, R_3 a R_4 zapojených podle obrázku č. 4.



Obr. 4. Wheatstonův můstek

Úloha 2 – Měření odporu můstkovou metodou

Odpory jsou připojeny na zdroj napětí (přes regulační odpor R) a mezi uzly B a D je zapojen citlivý galvanometr G . Jeden z odporů, např. R_1 je neznámý. Změnami hodnot tří zbývajících odporů lze dosáhnout, že galvanometrem neteče proud (můstek je vynulovaný). To se stane tehdy, je-li potenciál uzlu B stejný jako potenciál uzlu D , což nastane při splnění podmínky:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$$

Z toho pro hledaný odpor R_1

$$R_1 = R_2 \frac{R_3}{R_4}$$

Galvanometr je citlivý ampérmetr, konstruovaný tak, že má nulu uprostřed stupnice. Doprava se tak ručka přístroje vychyluje, prochází-li galvanometrem proud v jednom směru, doleva se ručka vychyluje, prochází-li galvanometrem proud v opačném směru. Čím je galvanometr citlivější, tím lepší pro přesnost metody. Citlivost je dána velikostí proudu, který způsobí znatelnou výchylku ručky přístroje, čím je hodnota tohoto proudu menší, tím je galvanometr citlivější a při jinak stejných okolnostech metoda přesnější.

K možným nevýhodám metody by se dalo napsat:

Můstkovou metodou je možno měřit odpory v poměrně širokém rozsahu. Při měření odporů řádu jednotek ohmů a menších se však začíná uplatňovat vliv spojů jednotlivých odporů. Při měření velkých odporů řádu $10^4 \Omega$ a vyšších prochází můstkem malý proud a můstek je málo citlivý. Pokud je měřící přístroj dostatečně citlivý, neovlivní přesnost měření, neboť zde slouží pouze jako indikátor stavu vyvážení můstku.

K tomu je možno dodat, že při měření malých či velmi malých odporů (zlomky Ω) se vliv spojů a vodičů projevuje, či spíše je nutno s ním počítat, u každé metody měření odporu. Obdobně při měření velkých odporů (v $M\Omega$) se velmi malé proudy indikují obtížně i u jiných metod měření odporu.

Vlastní měření

1. Úlohu zapojíme podle obrázku 4, ve kterém R je regulovatelný (buď plynule nebo skokově, záleží, co právě použijeme) předřadný odpor, který omezuje proud celým můstkem od maximálního omezení (je-li R na své maximální hodnotě) až po plnou citlivost můstku když $R=0$. Citlivost galvanometru je dána nastavením (v krabici uvnitř nainstalovaného předřadného odporu, ten je v sérii s měřidlem) přepínače citlivosti od nejnižší (přepínač zcela vpravo) až po plnou citlivost měřidla (přepínač zcela vlevo).
2. Vyučující připojí zdroje a úlohu zprovozní.
3. Úkolem je:

Úloha 2 – Měření odporu můstkovou metodou

- a) změřit 5 různých rezistorů v původní konfiguraci můstku
- b) potom za dohledu pedagoga vyměňte jeden z odporů R_2 , R_3 (předpokládáme, že R_4 je použitá odporová dekáda, kterou můstek vyvažujeme) za jiný vhodný rezistor a všech 5 rezistorů jako v a) změřte znovu.

Při měření vždy začněte od omezené citlivosti můstku i galvanometru až po plnou citlivost obou.

4. Pro každý z těchto 5 odporů naměřené hodnoty zapisujeme do tabulky, v tabulce uvedeme na každém řádku také hodnoty R_2 , R_3 , R_4 a spočtenou hodnotu měřeného odporu R_1 .
5. Protože přesnost celé metody závisí nejen na citlivosti galvanometru, ale také na přesnosti k měření použitých odporů R_2 , R_3 , (u dekády R_4 je její přesnost uvedena přímo na ní), musíme hodnoty těchto odporů znát co nejpřesněji. Pro naši potřebu si jejich hodnoty naměříme dvěma různými digitálními ohmmetry a jako správnou použijeme aritmetický průměr naměřených hodnot.
6. Do závěru úlohy napíšeme pouze všechny výsledky a naše vlastní zhodnocení měření.

Poznámka pro obory, které neměly Praktikum I - mechanika: jak se píše celý protokol, tj. včetně tabulek a výpočtu nejistot, je uvedeno v úvodním protokolu do laboratoře, tj. v úloze „Měření plochy stolu“ – viz IS.

Na obrázku níže je foto úlohy při měření.

Vidíme, že jako předřadný odpor R byla použita část odporové dekády (šedé nahoře), jako odpor např. R_2 , kterým můstek vyvažujeme je použita odporová dekáda (větší bedna vpravo). Dále na obrázku vidíme dělič napětí, kterým se (do nuly) nastavuje pro měření použité elektrické napětí.

Úloha 2 – Měření odporu můstkovou metodou

