U výchylkových metod měření odporu (kromě substituční metody) je výsledek měření ovlivněn přesností měřících přístrojů. U můstkových metod je použitý měřící přístroj (nejčastěji galvanometr) používán pouze k indikaci vyvážení můstku, proto jeho přesnost neovlivňuje výsledek měření.

Můstky dosahují přesnosti až 0,01 %, měření je však náročnější.

Wheatstonův můstek (jednoduchý můstek) (Charles Wheatston)

- můstek se skládá ze 4 rezistorů a nulového indikátoru **G**,
- napájí se z baterie nebo stejnosměrného stabilizovaného zdroje napětí,
- je-li můstek vyvážen je v bodech C a D stejný potenciál ($U_{AC} = U_{AD}$) a nulovým indikátorem neprotéká žádný proud ($I_G=0$),
- podle II. Kirchhoffova zákona platí pro smyčku A-C-D :

$$R_X.I_1 - R_3.I_3 = 0 \Rightarrow R_X.I_1 = R_3.I_3$$

pro smyčku B-C-D :

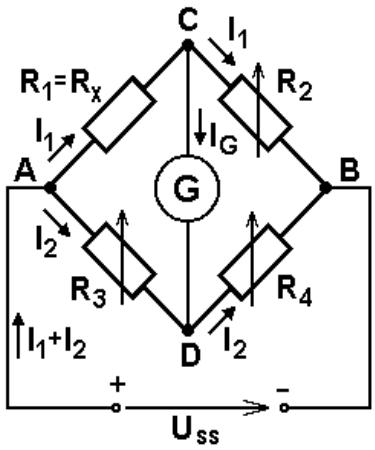
$$R_2.I_1 - R_4.I_3 = 0 \Rightarrow R_2.I_1 = R_4.I_3$$

- po dělením obou rovnic dostaneme:

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

- po úpravě pro vyvážený můstek platí:

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



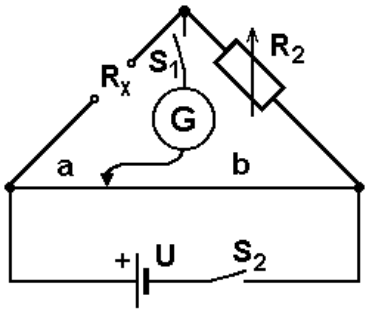
Wheatstonův můstek

- u laboratorních můstků je obvykle odpor R_2 tvořen odporovou dekádou a odpory R_3 a R_4 odporovými normály,
- **můstek není vhodný k měření velmi malých odporů** *(nemá kompenzaci vlivu přechodových odporů)*

Wheatstonův drátový můstek:

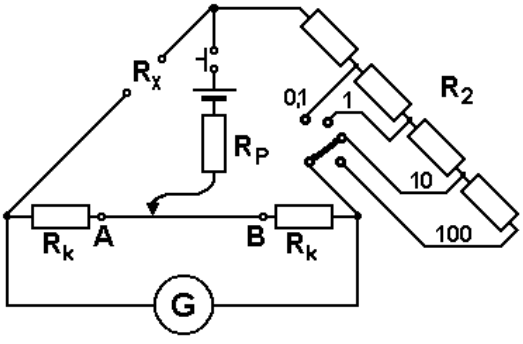
- levnější, ale méně přesné provedení,
- rezistory R_3 a R_4 jsou nahrazeny odporovým drátem, po kterém se pohybuje jezdec,
- základní podmínkou je:
- a) stejný průřez
- b) stejná rezistivita po celé délce použitého drátu,
- proměnná hodnota rezistoru R_2 umožňuje změnu rozsahu můstku, např. 1 – 10 – 100 – 1000 kΩ,
- pro neznámý odpor platí:

$$R_X = R_2 \cdot \frac{a}{b}$$



Princip drátového můstku

Drátové můstky se v Československu vyráběly pod označením Omega I a II Metrou Blansko. Můstek měl drát navinutý do spirály ve tvaru kružnice a na společné hřídelce s jezdcem byl otočný číselník. Měření s těmito můstky bylo poměrně jednoduché, avšak jejich přesnost dosahovala pouze 2 %.



Zapojení drátového můstku Omega I

R_k – korekční rezistory, R_P – omezovací rezistor

Thomsonův můstek

- můstek má dvojité přívody odstraňující vliv přechodových odporů,
- vliv přechodových odporů je vyloučen použitím oddělených proudových svorek (ve schéma kruhové svorky) a napěťových svorek (ve schéma šipky),
- umožňuje měření malých a velmi malých odporů, např. odporů ochranných vodičů nebo přechodových odporů,
- pro smyčku vlevo od galvanometru platí:

$$R_3 I_1 - R_3' I_2 - R_X I = 0 \quad \Rightarrow \quad I_1 = \frac{R_3' I_2}{R_3} + \frac{R_X I}{R_3}$$

$$R_4 I_1 - R_N I - R_4' I_2 = 0 \quad \Rightarrow \quad I_1 = \frac{R_4' I_2}{R_4} + \frac{R_N I}{R_4}$$

$$\frac{R_3' I_2}{R_3} + \frac{R_X I}{R_3} = \frac{R_4' I_2}{R_4} + \frac{R_N I}{R_4}$$

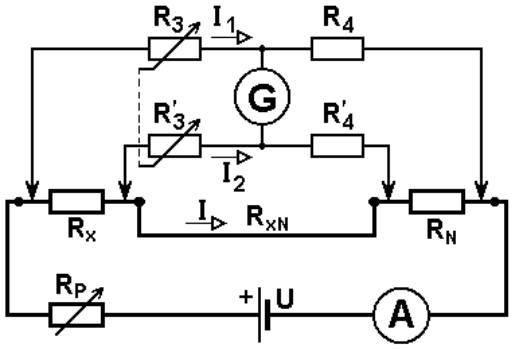
- z této rovnice plynou **dvě podmínky rovnováhy můstku**:

1) pro proud I_2 $\quad \frac{R_X}{R_3} = \frac{R_N}{R_4} \quad \Rightarrow \quad R_X = R_N \frac{R_3}{R_4}$

2) pro proud I_1 $\quad \frac{R_3'}{R_3} = \frac{R_4'}{R_4}$

- druhá podmínka je vedlejší podmínka rovnováhy, která bude splněna použitím dvojité odporové dekády R_3 a R_3'a stejných hodnot rezistorů R_4 a R_4',
- pro přesnost měření je rozhodující co nejmenší odpor R_{XN},
- přesnost laboratorních můstků dosahuje až 0,2 % a rozsah je 1 až $10^{-6}\Omega$,

Pro provozní měření vyráběla Metra Blansko drátový Thomsonův můstek Omega III, umožňující měřit odpory od 0,000 1 do 20 Ω s přesností 1 %.



Thomsonův můstek