

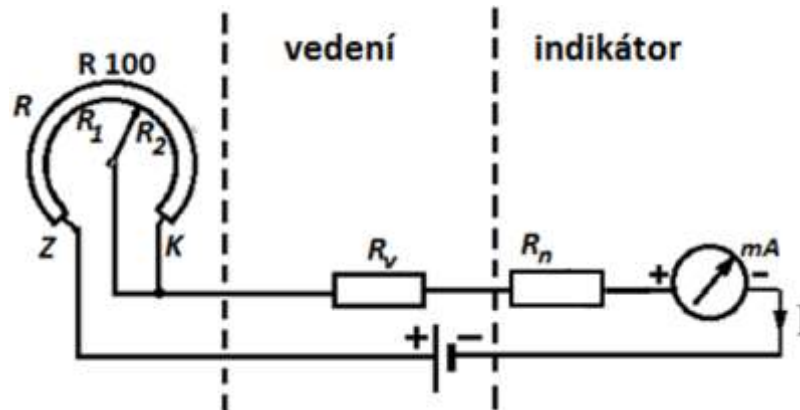
## Měření statických charakteristik odporového snímače s proudovým a napěťovým výstupem

Způsoby vyhodnocení dat z odporových snímačů polohy (proudový napěťový výstup).

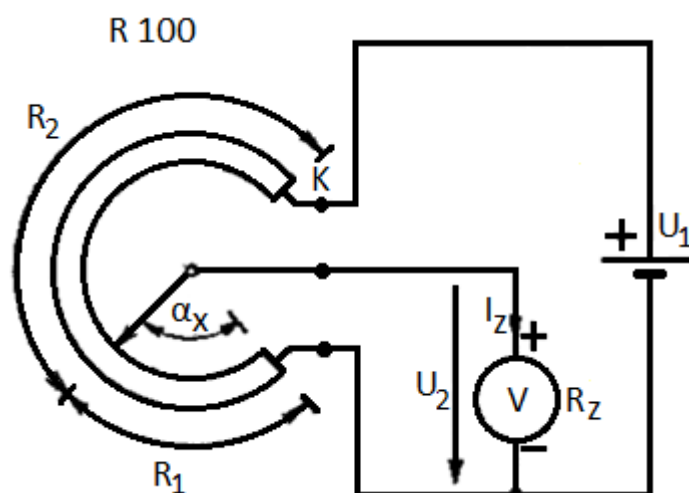
### Zadání

1. Seznamte se s odporovým snímačem polohy a přístroji pro vyhodnocení změny odporu v závislosti na změně délky.
2. Změřte statické charakteristiky odporového snímače v zapojení:
  - a. Přímém, to je v sérii s ampérmetrem
  - b. Potenciometrickém, to je s paralelním voltmetrem
3. Proveďte linearizaci charakteristik regresní přímkou v jejich lineární části, jejich zhodnocení a porovnání. Odhadněte maximální poměrné náhodné chyby.

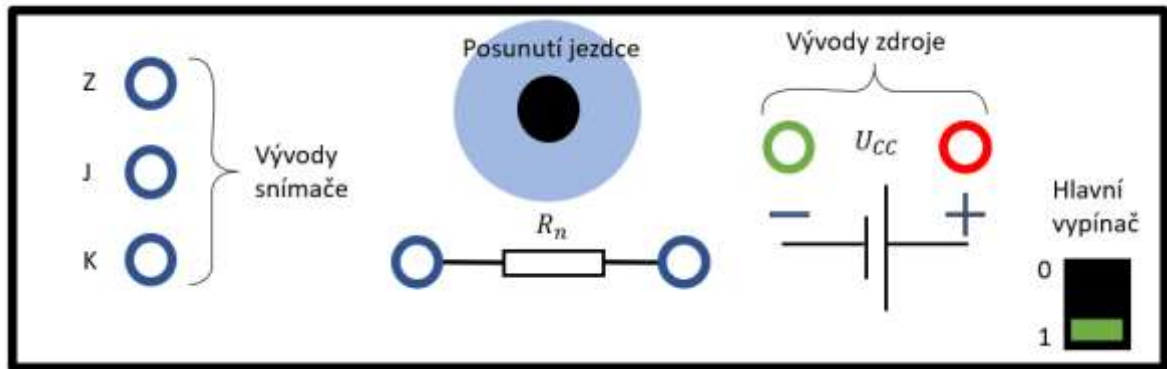
### Schémata zapojení



Obr. 1: Ampérové zapojení odporového snímače



Obr. 2: Potenciometrické zapojení snímače R-100



Obr. 3: Zapojení čelního panelu měřícího přípravku

### Teoretický rozbor

Elektrický odpor mezi běžcem a pevnými konci potenciometru se mění působením přímočarého nebo otočného pohybu na polohu kontaktu, tj. sběrače v odporové dráze. Je možno realizovat různé funkční průběhy mezi lineární nebo úhlovou změnou polohy běžce a změnou odporu, přičemž snímače jsou konstrukčně jednoduché a spolehlivé.

Odporový smaltovaný drát bývá navinut na nosné podložce, např. prstenci a po upravené vnitřní straně se pohybuje sběrač z platinového drátu spojený s hřídelí snímače. Úhel natočení je maximálně  $270^\circ$ , normalizovaná hodnota odporu snímače  $R_0 = 100 \text{ W}$ . Maximální odchylka výstupního napětí od ideálního lineárního průběhu určuje přesnost snímače (projevuje se zde nedokonalost vinutí, sběračů, převodů atd.). Běžné snímače dosahují přesnosti do 1 %, u speciálních typů - např. víceotáčkových se spirálovou dráhou, pak až 0,02 % při stejnosměrném napájecím napětí. Maximální přípustný proud je obvykle do 100 mA.

Pro zachování požadované statické charakteristiky potenciometru  $R = f(\alpha)$  je nezbytné, aby měření odporu bylo zprostředkováno vhodným elektrickým zapojením. Přesnost měření ovlivňují pochopitelně mimo konstrukčních parametrů snímače také změny teploty okolí, které působí jak na vlastní odporový snímač, tak i na spojovací vedení k vyhodnocovacímu přístroji. Výsledná změna odporu se projeví jako chyba měření a lze ji omezit pouze vhodným zapojením snímače (např. poměrový přístroj).

a) **Přímé měření proudu Ampérovou metodou** je velmi jednoduché, ale výstupní veličina proud  $I$  je nelineární funkcí změny úhlu natočení  $\alpha$ , a závisí na kolísání napájecího napětí  $U$ :

$$I = \frac{U}{R_1 + R_V + R_x}$$

kde  $R_l$  je levá část odporového snímače, jejíž odpor se mění v závislosti na úhlu natočení [W],  $R_v$  je odpor vedení [W] a  $R_n$  je nastavovací odpor pro nulování stupnice [W]

b) **Potenciometrické zapojení** je velmi rozšířené a výstupní veličina - napětí - je lineární funkcí změny odporu. Pro  $U_2$  platí:

$$U_2 = R_z \cdot I_z = \frac{R_1 + R_z}{R_2 + \frac{R_1 R_z}{R_1 + R_z}} \cdot U_1$$

kde  $R_1 = \alpha_x \cdot R$  [ $\alpha_x$  je poměrný úhel natočení,  $\langle 0,1 \rangle$ ] a  
 $R_2 = (1 - \alpha_x) R$   $K_z = R_z/R$  je činitel zatížení

Můžeme tedy psát:

$$U_2 = \frac{\alpha_x}{1 + \frac{\alpha_x(1 - \alpha_x)}{K_z}} \cdot U_1$$

Definujeme-li tzv. přídatnou chybu zátěže  $\delta_z$  jako:

$$\delta_z = \frac{U_2}{U_1} - \alpha_x$$

Dostaneme po dosazení předcházejícího vztahu:

$$\delta_x = \frac{\alpha_x^2(1 - \alpha_x)}{K_z + \alpha_x(1 - \alpha_x)} \cdot 100 \quad [\%]$$

Jestliže předpokládáme, že  $R_z \gg R$ , pak

$$\delta_z = \frac{\alpha_x^2(1 - \alpha_x)}{K_z}$$

Maximální chyba nastává při  $\frac{d\delta_z}{d\alpha_x} = 0$ , to je pro  $\alpha_x = \frac{2}{3}$  a  $\delta_{z_{\max}} \cong 0,15\%$  (pro  $K_z = 100$ ).

Použijeme-li elektronický voltmetr, který má velmi vysoký odpor ( $R_z = \infty, K_z = \infty$ ), lze proud  $I_z$  zanedbat, a pro  $U_2$  bude platit:

$$U_2 = U_1 \frac{R_1}{R_1 + R_2} = U_1 \cdot \alpha_x$$

## Postup měření

1. Proved'te zapojení odporového snímače R-100 pro měření Ampérovou metodou dle obr. 1. Odpor  $R_n$  musí být použit tak, aby proud  $I$  nepřekročil hodnotu  $I_{max} = 100$  mA a nedošlo ke zničení snímače! Použijte k tomu odporu  $R_n$ , který je součástí měřicího přípravku viz, obr. 3.
2. Změřte statickou charakteristiku snímače  $I = f(\alpha)$  pro nárůst i pokles a vyhodnoťte ji. Krok volte  $30^\circ$ .
3. Proved'te zapojení snímače R-100 v potenciometrickém uspořádání dle obr. 2.
4. Změřte statickou charakteristiku snímače v obou směrech.
5. Naměřené charakteristiky zakreslete do grafu, vypočtete koeficienty regresních přímk a proved'te srovnání metod.

Tabulka

Odporový snímač R-100, výrobní číslo .....

n	$\alpha [^\circ]$	PŘÍMÉ ZAPOJENÍ			POTENC. ZAPOJ.			koefic. regresní přímky
		I	I	I	U	U	U	

## Kontrolní otázky

1. Vysvětlete princip odporového snímače polohy, jeho parametry.
2. Porovnejte výhody a nevýhody jednotlivých zapojení snímače R-100.

## Odpověď na kontrolní otázky