

Analogové měřicí přístroje

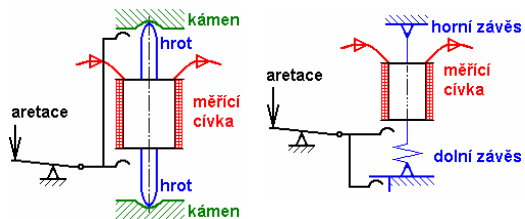
Základní vlastnosti

Analogové přístroje s otočnou soustavou

- většina analogových přístrojů využívá otáčivého pohybu měřicí soustavy
- natočení měřicí soustavy se indikuje ručkou nebo světelnou stopou (*odrazem světelného paprsku od otáčejícího se zrcátka dopadajícího na stupnici*)
- proti pohybovému momentu měřicí soustavy M_p působí direktivní moment pružin M_D
- pružiny tlačí ručku do nulové polohy
- je-li $M_p = M_D$ dojde k ustálení výchylky
- setrvačnost měřicí soustavy (včetně ručky a tlumení) působí zabraňuje rychlým změnám výchylky \Rightarrow podle principu pak přístroje měří střední nebo efektivní hodnoty střídavých veličin

Konstrukční součásti analogových přístrojů

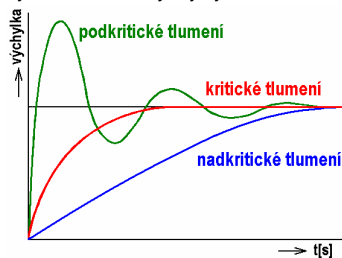
- vlastní měřicí soustava s ručkou nebo zrcátkem
- uložení měřicí soustavy - umožňuje otáčení
 - hrotové - „osička“ opřená do dvou ložiskových kamenů
 - závěsné - 1 nebo 2 drátky



- aretace - odlehčení měřicí soustavy při přemísťování přístroje

Tlumení

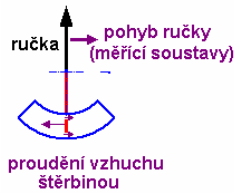
- zajišťuje rychlé ustálení výchylky



- **podkritické** – ručka několikrát ustálenou hodnotu překmitne
- **nadkritické** – ustálená výchylka je dosažena po dlouhé době
- **kritické** - výchylka je dosažena rychle a bez překmitnutí

Realizace tlumení měřících přístrojů

➤ **vzduchové** - vzduchová komůrka s Al křídélkem - štěrbinou omezuje proudění stlačeného vzduchu ⇒ síla působící proti pohybovému momentu



➤ **magnetické** - v Al segmentu pohybujícím se ve štěrbině podkovovitěho magnetu se indukuje napětí ⇒ protéká proud ⇒ síla působící proti pohybovému momentu



Přetížitelnost

- násobek jmenovité hodnoty měřícího rozsahu (U_N nebo I_N), kterou přístroj snese bez poškození

Trvalá

- ❖ laboratorní přístroje (třída přesnosti 0,05 až 0,5)
nesmí se přetěžovat!
- ❖ přístroje pro běžná měření (třída přesnosti 1 až 5)
1,2 násobek jmenovité hodnoty

Krátkodobá (několik sekund)

- laboratorní - **2 násobek** jmenovité hodnoty
- pro třídu přesnosti **1 až 5**
 - ampérmetry a proudové cívky wattmetrů **$10 \times I_N$**
 - **voltmetry pouze $2 \times U_N$**

Rozsahy pro přímé měření proudů jsou u **digitálních přístrojů** chráněny rychlou pojistkou!

Vlastní spotřeba měřícího přístroje

- příkon nutný k dosažení plné výchylky
u stejnosměrných měř. přístrojů se vyjadřuje ve **W**
u střídavých ve **VA**

Výrobci ji udávají se pouze u voltmetrů a napěťových cívek wattmetrů a to nepřímou hodnotou vnitřního odporu R_i

$$P = U^2 / R_i \quad [W; V, \Omega]$$

U více rozsahových přístrojů je vnitřní odpor r_i udán v Ω/V :

$$R_i = r_i \cdot U_R \quad [\Omega; \Omega/V, V]$$

Příklad: Pro rozsah $U_R = 12 V$, $r_i = 5000 \Omega/V$, určete R_i

$$R_i = r_i \cdot U_R = 5000 \cdot 12 = 60000 \Omega = 60 k\Omega$$

U střídavých přístrojů se z důvodu fázového posunu se udává výkon zdánlivý:

$$S = U^2 / Z_i \quad [VA; V, \Omega]$$

Měřicí rozsah

- část stupnice kde je zaručena přesnost přístroje
- obvykle je vymezena částí stupnice s rovnoměrnou velikostí dílků
- u prodloužených stupnic je označen červenou tečkou u hodnoty na stupnici

Indikační rozsah

- část rozsahu kde není zaručena přesnost
- obvykle počátek nebo konec rozsahu kde „chybí“ dílky stupnice

Druhy stupnic:

- lineární** – vzdálenost mezi dílky je stejná – měřicí rozsah zahrnuje celou stupnici
- nelineární** – měřicí rozsah zahrnuje pouze část stupnice
- prodloužené** – měřicí rozsah je označen tečkou, nad ním je rozsah indikační

Přiřazení hodnoty veličiny k výchylce

konstanta – počet jednotek veličiny na dílek stupnice

$$k = \frac{X_R}{\alpha_R}$$

X_R – měřicí rozsah [jednotky veličiny]

α_R – počet dílků stupnice [dílků]

hodnota veličiny: $X = k \cdot \alpha$

Příklad: Určete hodnotu proudu I pro $I_R = 1,5 A$, $\alpha_R = 30$ dílků;
 $\alpha = 25$ dílků.

$$k = \frac{I_R}{\alpha_R} = \frac{1,5}{30} = 0,05 \text{ A / dílek}$$

$$I = k \cdot \alpha = 1,25 A$$

Konstanta wattmetru:

$$k_W = \frac{I_R U_R}{\alpha_R} \cos \varphi$$

I_R – proudový rozsah

U_R – napěťový rozsah

$\cos \varphi$ – účinník – uveden na stupnici

Citlivost – počet díků stupnice na jednotku veličiny

$$c = \frac{1}{k} = \frac{\alpha_R}{X_R}$$

citlivost je převrácená hodnota konstanty

Příklad: Určete citlivost ampérmetru, $I_R=1,5$ A, $\alpha_R = 30$ dílků

$$c = \frac{\alpha_R}{I_R} = \frac{30}{1,5} = 20 \text{ dílků / A}$$

Značky na číselníku měřícího přístroje

- a) měřené veličiny – ve středu pod stupnicí
A, mA, V, mV, W, Ω, Hz, cosφ
- b) měřicí soustavy – vpravo dole
- c) třída přesnosti – vpravo dole (**0,05** až **5**)
- d) značka druhu proudu – vedle nebo pod třídou přesnosti
- e) počet měřících ústrojí – udává se u vícefázových přístrojů
- f) kmitočtový rozsah – vedle třídy přesnosti
např. **40...60...400 Hz** – podtržené = zaručená přesnost
- g) poloha číselníku – vpravo dole = poloha při měření
kolmá ⊥, vodorovná ∏ šikmá ∠ - sklon ve stupních
- h) zkušební napětí (kV) – vpravo dole ⚡ - 500 V, 1 kV, 2 kV
izolační pevnost mezi vodivými a nevodivými částmi
- i) vlastní spotřeba – ve středu pod měřenou veličinou
vnitřní odpor částí pro měření napětí [Ω nebo Ω / V]
- j) značka výrobce, typ přístroje a výrobní číslo
