

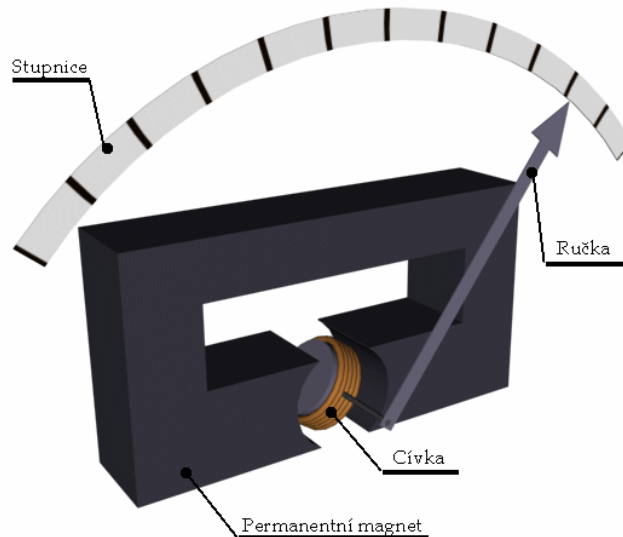
1. ANALOGOVÉ MĚŘICÍ PŘÍSTROJE

Principy měřicích soustav:

1. Magnetoelektrická (deprezský)
2. Elektrodynamická
3. Indukční
4. Feromagnetická

Magnetoelektrická soustava:

Založena na působení sil v magnetickém poli permanentního magnetu na vodiče cívky, kterou prochází elektrický proud.



Obr.1
Princip Magnetoelektrické soustavy

Pohybový moment vypočítáme: $M_p = 2NBllr = k_p I$

Konečná výchylka: $\alpha = \frac{k_p}{k_D} I$

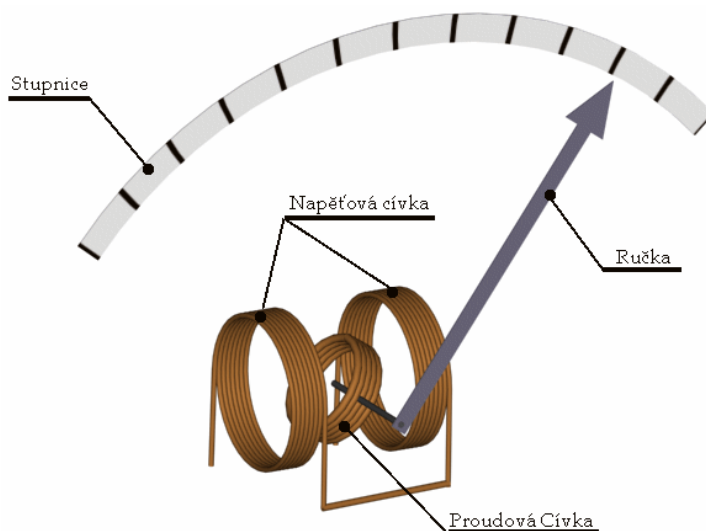
Pro měření střídavých průběhů využíváme diodové usměrňovače nebo termoelektrické články.

Použití magnetoelektrické soustavy je univerzální – ampérmetry, voltmetry ($mV \div KV$), galvanoměry.

Výhodou soustavy je nízká vlastní spotřeba - $10^{-8} \div 10^{-3}$.

Elektrodynamická soustava:

Založena na působení sil vznikajících v magnetickém poli jedné pevné a druhé otočné cívky. Z principu elektrodynamické soustavy vyplývá nutnost použít nelineární stupnici.

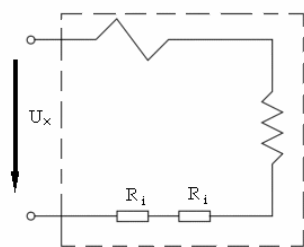


Obr.2

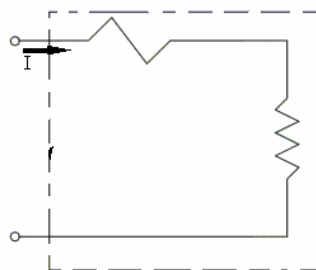
Princip elektrodynamické soustavy

Pohybový moment vypočítáme: $M_p = I_1 I_2 k_p$

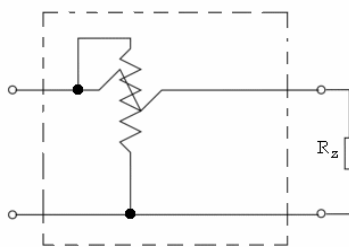
Výhodou elektrodynamické soustavy je její vysoká přesnost nevýhodou velká vlastní spotřeba. Elektrodynamickou soustavu můžeme zapojit jako voltmetr (obr.3a), jako ampérmetr (obr.3b) nebo jako wattmetr (obr.3c).



a)



b)



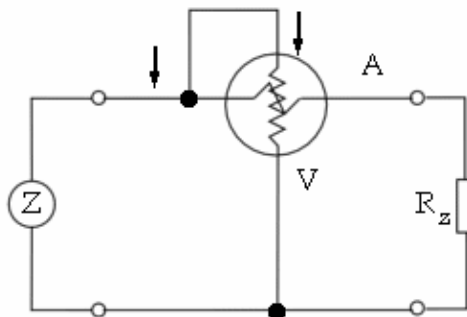
c)

Obr.3

Zapojení Elektrodynamické soustavy

V zapojení jako voltmetr je výchylka úměrná čtverci napětí, v zapojení jako ampérmetr je výchylka úměrná čtverci proudu. Speciální je zapojení wattmetru:

Wattmetr:



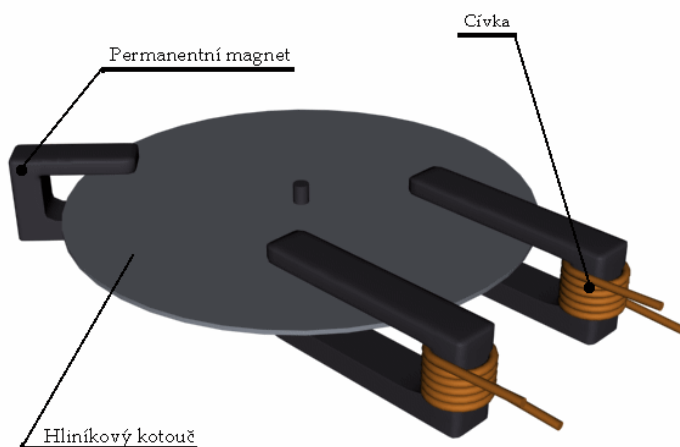
Obr.4
Zapojení wattmetru

Konstantu wattmetru spočítáme: $k_w = \frac{U_N I_N \cos \varphi}{\alpha_M}$, kde: U_N ... rozsah napěťových cívek

I_N ... rozsah proudových cívek
 $\cos \varphi$... účinník

Indukční soustava:

Pracuje na principu vzniku vířivých proudů, které vyvolají pohyb otočné části přístroje.

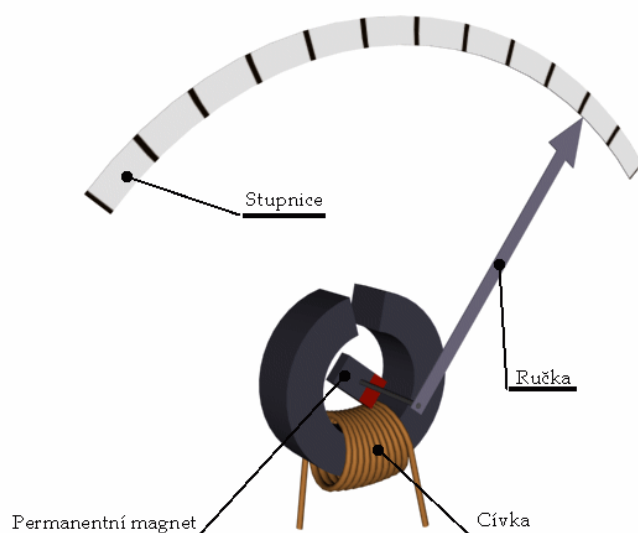


Obr.5
Schéma elektroměru

Proud procházející cívkami (obr.5) vyvolá vířivé proudy v hliníkovém kotoučku, který se roztočí pokud je jeho pohybový moment větší než brzdící moment permanentního magnetu. Tato soustava se používá v elektroměrech.

Feromagnetická soustava:

Soustava s otočným permanentním magnetem (obr.6). Používá se na ampérmetry (1mA – 200A) a voltmetry (15 – 600V). U soustavy se projevuje vliv kmitočtu většího než 500Hz. Soustava má větší vlastní spotřebu.



Obr.6

Schéma feromagnetické soustavy

Základní části měřicích přístrojů:

Měřicí ústrojí:

Konstrukční uspořádání částí jejichž vzájemná působení způsobují pohyb otočné části. Na pohyblivou část působí pohybový moment (M_p), vyvolán měřenou veličinou, a direktivní moment (M_d), uměle vyvolán proti M_p .

Stupnice:

Rozsah stupnice – Je dán krajními hodnotami stupnice určitým způsobem označenými.

Měřicí rozsah – Označená část rozsahu, kde lze měřit s předepsanou přesností.

Největší hodnoty měřicího rozsahu – Rozdíl obou hranic měřicího rozsahu.

Horní mez měřicího rozsahu – Shodná se jmenovitou hodnotou veličiny.

Zařízení pro čtení údajů měřicího přístroje:

- Ručkové
- Vibrační
- Světelný ukazatel
- Zapisovací

Tlumení otočné části:

Zabraňuje rozkmitání ukazatele a zajišťuje ustálení výchylky. Rozlišujeme podle principu:

- *Magnetické* – Otočná část se pohybuje v magnetickém poli tlumícího permanentního magnetu.
- *Vzduchové* – K tlumení se využívá odpor vzduchu.
- *Kapalinové* – K tlumení se využívá odpor kapaliny.

Vlastnosti analogových měřících přístrojů:

Třída přesnosti:

Číslo z předepsané řady, které klasifikuje přesnost přístroje. Vypočítáme ji ze vztahu:

$$\delta_x = \frac{|O_{\max}|}{M} \cdot 100\%, \text{ kde } M \dots \text{Maximální rozsah a } O_{\max} \dots \text{Maximální chyba přístroje.}$$

Řada tříd přesnosti:

0,05 – 0,1 – 0,2 – 0,5 – 1 – 1,5 – 2,5 – 5 [%]

- nižší číslo vyšší přesnost

Přetížitelnost měřících přístrojů:

Násobek jmenovité měřicí hodnoty, který přístroj snese bez poškození.

- trvalá
- krátkodobá

Základní části měřících přístrojů:

- a) měřící ústrojí
- b) ukazatel výchylky

Měřicí soustavou se rozumí fyzikální princip převodu měření el. veličiny na mechanický pohyb. Podle tohoto principu rozeznáváme tyto měřicí soustavy:

- a) s otočnou cívkou – magnetoelektrický – Depresova metoda
- b) s otočným magnetem
- c) elektromagnetický
- d) elektrodynamický
- e) indukční – Ferrarisova metoda
- f) tepelné
- g) elektrostatické
- h) rezonanční

Podle čtecího zařízení rozeznáváme měřicí přístroje:

- a) ručková
- b) registrační
- c) zrcátková
- d) vibrační
- e) digitální

Zrcátková – u níž otočná část nese zrcátko – malý úhel natočení – výchylka

Měřicí rozsah, konstanta a citlivost měřícího přístroje

Má-li se měřícím přístrojem změřit velikost měřené veličiny, musí se jeho stupnice ocejchovat v jednotkách měřené veličiny. Hodnota veličiny pro plnou výchylku určuje měřicí rozsah. Konstantou přístroje rozumíme číslo, jímž je nutno násobit výchylku na přístroji čtenou v dílcích stupnice. Jinými slovy konstanta přístroje pro určitý měřicí rozsah je hodnota 1 dílku stupnice pro tento rozsah v jednotkách měřené veličiny. Přesně stanovíme konstantu, dělíme-

li měřicí rozsah přístroje počtem dílků stupnice: $k = \frac{\text{jmenovitý rozsah}}{\text{počet dílků stupnice}}$

Převrácená hodnota konstanty se nazývá citlivost přístroje: $c = \frac{1}{k}$

Třídy přesnosti měřících přístrojů

Absolutní chyba přístroje Δp se vyjadřuje buď v dílkách stupnice, nebo v jednotkách měřené veličiny. Absolutní chyba je různá na různých místech stupnice, tj. i na různých rozsazích. Přesnost přístroje se posuzuje podle největší absolutní chyby vyjádřené v procentech z plné výchylky a podle mezní chyby dovolené třídou přesnosti. Největší procentní chyba přístroje:

$$\delta_p = \frac{\Delta p_{\max}}{\alpha_{\max}} \cdot 100$$

Třídou přesnosti měřícího přístroje se rozumí jeho mezní procentní chyba vztažená na α_{\max} . Podle velikosti mezní chyby se měřící přístroje rozdělují do 6 tříd přesnosti: 0,1; 0,2; 0,5; 1; 1,5; 2,5; 4

Soustavy měřících přístrojů

S otočnou cívkou - Depresova (magnetoelektrická) – je založena na silovém působení magnetického pole permanentního magnetu na vodič, jímž prochází el. proud. Je-li indukce ve vzduchové mezeře rovnoměrně rozložena, je dělení stupnice rovnoměrné. Tlumení měřícího přístroje je magnetické.

Rušivé vlivy – vliv cizích magnetických polí a vliv rozdílu teplot.

Použití – magnetoelektrická soustava je ze všech soustav nejpřesnější, lze dosáhnout třídy přesnosti až 0,1, používá se pro měření napětí a proudu (stejnoseměrného).

S otočným magnetem – patří mezi elektromagnetické, patří k nejstarším měřícím přístrojům, mají jednu z nejmenších α . Tlumení je vzduchové.

Rušivé vlivy – obsahuje velmi malý magnet, tudíž je náchylný na cizí magnetické pole, závislý na teplotě.

Použití – voltmetry a ampérmetry, galvanoměry (stejnoseměrné)

Elektromagnetické – měřící přístroje elektromagnetické soustavy jsou založeny na magnetických účincích elektrického proudu. Dělíme je na soustavu s plochou a kruhovou cívkou. Přístroje soustavy s plochou cívkou do jejichž dutiny se vtahuje plíšek z měkké oceli. Přístroje s kruhovou cívkou v jejichž válcové dutině jsou uloženy dva tenké plíšky z měkkého ocelového materiálu. Prochází-li proud – zmagnetizují se oba plíšky na stejnou polaritu.

Rušivé vlivy – poněvadž magnetické pole měřícího přístroje je velmi malé, tak na ně mají značný vliv cizí magnetická pole. Proto se vkládají do stínícího krytu z feromagnetického materiálu.

Použití – měřící přístroje této soustavy se používají jako voltmetry a ampérmetry na stejnosměrný i střídavý proud.

Elektrodynamické – přístroje soustavy elektrodynamické využívají k svému působení dynamických účinků elektrického proudu. Skládají se z pevné cívky, v jejichž dutině je otočná cívka. Při průchodu elektrickým proudem měřícím ústrojím vytvářejí obě cívky magnetické pole (kroutící moment).

Rušivé vlivy – vliv cizích magnetických polí. Abychom tyto vlivy vyrušili, musíme magneticky odstínit.

Použití – měřící přístroje této soustavy se používají jako voltmetry, ampérmetry a wattmetry na střídavý proud.

Ferodynamická (elektrodynamická se železem) – odstraňuje nedostatky elektrodynamické soustavy (uložením cívky na feritové jádro). Má stejné vlastnosti jako elektrodynamická soustava.

Tepelná – přístroje tepelné soustavy se zakládají na změně délky kovového vodiče (závisí na procházejícím elektrickém proudu).

Rušivé vlivy – prudká změna teploty, musíme kalibrovat.

Použití – ampérmetry na střídavý i stejnosměrný proud. Přesnost až 0,1%.

Elektrostatické – přístroje se zakládají na silových účincích elektrického pole. Měří pouze napětí. Jejich provedení je různé podle použití. Měřicí ústrojí se skládá ze dvou nebo více pevných desek, na které přivádíme napětí. Mezi nimi je zavěšena lehká hliníková destička (pohyblivá). V provedení se podobá elektrostatickému otočnému kondenzátoru.

Rušivé vlivy – vliv cizích elektrických polí – odstíníme.

Použití – dělíme jako voltmetry měřící stejnosměrné i střídavé napětí. Při nízkém kmitočtu nemají žádnou spotřebu. Třída přesnosti 1. Kontrolují i vysoké napětí.

Rezonanční – přístroje rezonanční (vibrační) jsou založeny na principu: jazýček tvořící pohyblivou část přístroje je každý naladěný na určitou frekvenci a tepavé pole střídavého proudu rozkmitá jazýčky. Nejvíce ty, které jsou naladěny na danou frekvenci.

Rušivé vlivy – otřesy v rytmu kmitočtů.

Poměrové – používají se na měření poměrových veličin (výkon).