

Měření elektrického proudu

Měření elektrického proudu

- proud měříme ampérmetrem
- ampérmetr řadíme vždy do sériově k měřenému obvodu
- ideální ampérmetr má nulový vnitřní odpor
- na skutečném ampérmetru vzniká při průchodu proud úbytek napětí - na střídavých rozsazích i více jak 1 V
- u analogových i číslicových ampérmetrů se vnitřní odpor a někdy i úbytek napětí mění s rozsahem
- měření vždy začínáme na nejvyšším rozsahu, který postupně snižujeme až na dosažení maximální výchylky

Přímé měření proudu ampérmetrem

Zapojením ampérmetru do měřícího obvodu se změní celkový odpor obvodu a obvodem bude protékat menší proud - vzniká chyba metody δ_I

$$\delta_I = -\frac{R_A}{R + R_A} \cdot 100$$

Chybu přímého měření proudu:

- lze omezit použitím ampérmetru s malým vnitřním odporem (úbytkem napětí)
- při znalosti vnitřního odporu ampérmetru lze provést korekci na úbytek napětí na ampérmetru $U_A = I \cdot R_A$
- v silových rozvodech se z důvodu značného kolísání napájecího napětí (pro síť 230V je dovolená odchylka $\pm 10\%$) zanedbává

Analogové ampérmetry

Stejnoseměrné magnetoelektrické ampérmetry:

- rozeznají polaritu
- velký rozsah - desetiny mA až několik A
- vysoká přesnost - až 0,1%
- malá vlastní spotřeba - úbytek napětí je i do 100mV
- rozsah se mění bočnickem

Magnetoelektrické ampérmetry pro měření střídavých proudů

a) přístroje s usměrňovačem

- měří střední hodnotu průběhu, ale číselník je v efektivních hodnotách sinusového průběhu
- velký úbytek napětí až 1V
- menší přesnost (max.1%)
- do 20kHz

b) přístroje s termočlánek

- měří efektivní hodnotu
- velká spotřeba
- menší přesnost (max.1%)
- do 1MHz

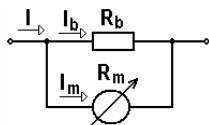
Elektromagnetické (feromagnetické) ampérmetry

- měří efektivní hodnotu střídavého průběhu proudu
- velká přesnost - až 0,5%
- má pevnou měřicí cívku
 - ⇒ velká krátkodobá přetížitelnost
- rozsah se mění odbočkami z vinutí
 - ⇒ úbytek napětí se vždy mění s rozsahem
- min. měřitelná hodnota proudu 0,1A
- typický max. rozsah 20A (100A)
- kmitočtový rozsah 40 až 400Hz
- nejvýznamnějším rušivým vlivem je okolní magnetické pole

Číslicové ampérmetry - multimetry

- používají nepřímé měření proudu - měření úbytku napětí na rezistoru
- ⇒ menší přesnost než při měření napětí (*nepřesnosti jsou 2x až 3x větší*) - platí pro chybu čtení i digitalizace
- ještě větší jsou nepřesnosti na střídavých rozsazích (až 5x horší přesnost než na stejnosměrných rozsazích)
- u rozsahů 10 nebo 20A je přesnost čtení pouze $\approx 1\%$
- malý kmitočtový rozsah - typicky 1 maximálně 10kHz
- pouze „kvalitní“ přístroje měří skutečnou efektivní hodnotu - angl. True RMS
- nelze ani krátkodobě přetěžovat - chráněno pojistkou
- klešťové ampérmetry měří až od 1A

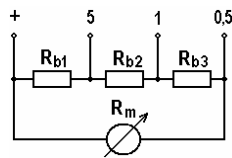
Změna rozsahu ampérmetru bočníkem



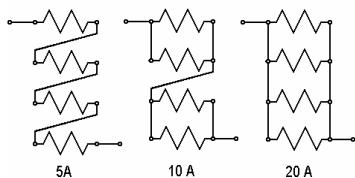
$$R_b = \frac{R_m}{n-1}$$

$$n = \frac{I}{I_m}$$

- zařazování bočníku se provádí přepínačem nebo je přístroj vybaven samostatnými svorkami pro jednotlivé rozsahy proudu
- u vícerozsahových přístrojů se používá sériové řazení jednotlivých rezistorů bočníku



Změna rozsahu ampérmetru přepínáním částí proudové cívky



- používá se u soustav s pevnou proudovou cívkou – elektrodynamické a ferodynamické,
- je typická pro změnu proudových rozsahů wattmetrů
- změna rozsahu je v poměru 1 : 2 nebo 1 : 2 : 4 podle počtu částí měřicí cívky (2 nebo 4) velmi často kolíčky

Změna rozsahu ampérmetru změnou počtu závitů měřicí cívky



- používá se u feromagnetických ampérmetrů, kde je dokonce častější než přepínání částí proudové cívky
- části cívky měřicí menší proudy mají i menší průřez vodičů vinutí
- často je pro každý rozsah jiná stupnice
- pro každý rozsah má přístroj samostatnou svorku

Měřicí transformátory proudu - MTP

Měření velkých proudů nebo galvanické oddělení měřícího obvodu s průmyslovým kmitočtem 50Hz

Provedení:

- tyčové - klasický transformátor zapojený do série se zátěží
- násuvné - primární vinutí tvoří měřený vodič

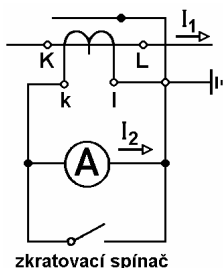


Tyčový MTP



Násuvné MTP

Měřicí transformátor proudu



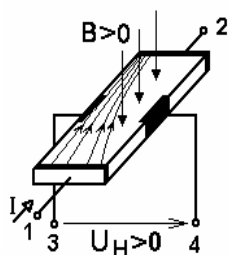
- jmenovitému vstupnímu (primárnímu) proudu odpovídá **výstupní (sekundární) proud 5A**
- primární proud **0,5A až 6kA**
- **nesmí pracovat naprázdno !**
- **výstup se nesmí jistit !**
- vyrábí se pro různá napětí (od nn po zvn)
- zatížitelnost 1 až 120VA
- přesnost 0,1 až 3%

Klešťový ampérmetr

- přenosný přístroj skládají se z měřicího transformátoru proudu a měřicího transformátoru a magnetoelektrického ampérmetru s usměrňovačem
- změna rozsahu se provádí přepínáním odboček
- přesnost je malá 2,5%
- v kombinaci s měřením napětí umožňuje měření výkonu



Hallova sonda - HS



Hallovo napětí:

$$U_H = k \cdot I \cdot B$$

- k – konstanta polovodiče
I – pomocný stejnosměrný proud
B – magnetická indukce
vytvořená měřeným proudem
okolo vodiče $B \approx I_1$

- u klešťových ampérmetrů umožňuje HS měřit AC i DC proudy
- umísťuje se do mezery magnetického obvodu
- ve wattmetrech se HS užívá i jako analogová násobička
