

Normály elektrických veličin

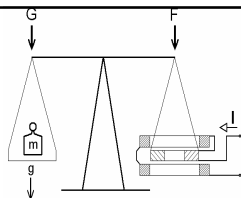
Normál elektrického proudu

Ampér - základní jednotka soustavy SI

Definice proudu 1 A. Proud 1 A protékající dvěma nekonečně dlouhými a tenkými vodiči zanedbatelného kruhového průřezu umístěnými ve vakuu a vzdálenými od sebe 1 m vyvolá sílu o hodnotě $2 \cdot 10^{-7}$ N působící na 1 m délky každého z obou vodičů.

Proudové váhy

praktická realizace
primárního normálu proudu



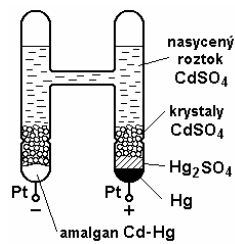
- sériově spojenou pevnou a pohyblivou cívku prochází proud, který vytvoří sílu **F** působící proti hmotnosti závaží **m** umístěného na druhém ramenu vah
- hodnota proudu se určí výpočtem z gravitačního zrychlení **g** a hmotnosti závaží **m**
- nevýhodou je závislost na gravitačním zrychlení a složitost konstrukce
- v provozní praxi se využívá Ohmova zákona a sekundárních normálů napětí a odporu

Normály napětí

- a) chemické zdroje - Westonův článek - velmi přesný laboratorní zdroj napětí
- b) elektronické referenční zdroje - zdroje referenčního napětí pro A/D převodníky číslicových přístrojů

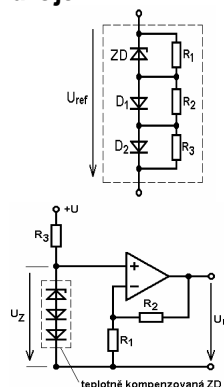
a) Westonův článek

- chemický zdroj napětí
- 1,01865 V
- teplotní součinitel $-40\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
- nesmí se zatěžovat, $I_{\text{max}}=1\mu\text{A}$
- při větším zatížení dochází k chemickým změnám složení článku
- vnitřní odpor je vysoký až několik $\text{k}\Omega$
- je náchylný na otřesy a naklonění
- lze užít pouze k měření napětí kompenzačními metodami a kontrole voltmetrů



b) Elektronické referenční zdroje

- základem je teplotně kompenzovaná Zenerova dioda – sériové spojení stabilizační diody a několika diod v propustném směru
- hodnotu napětí lze upravit použitím operačního zesilovače



Normály elektrického odporu

a) sekundární normály odporu pro obvody stejnosměrného proudu

- přesné manganinové odpory s malým teplotním součinitelem $\alpha_{\max}=1 \cdot 10^{-5} \text{K}^{-1}$; typicky $\pm 2,5 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$ a malým termoelektrickým napětím proti mědi $1 \mu\text{V} \cdot \text{K}^{-1}$
- vyrábí se vinuté z drátu, pro velmi malé hodnoty se používají tvarované profilové vodiče
- pro větší proudy má normál zvlášť napěťové a proudové svorky
- vyrábí se v hodnotách desítkových násobků od 10^{-5} do $10^9 \Omega$
- přesnost od 0,000 1%, běžná provedení od 0,05%
- zatížitelnost 1 W při vzduchovém chlazení a 10 W při chlazení v oleji

Sekundární normály odporu pro obvody střídavého proudu

V obvodech střídavého proudu se výrazně projevuje indukčnost vinutí a jeho mezizávitová kapacita

Řešení:

- bifilární vinutí - potlačuje indukčnost vinutí
- Chaperonovo vinutí potlačuje indukčnost a omezuje mezizávitovou kapacitu vinutí

malá přesnost - pouze 0,1% a kmitočtové omezení do 100Hz

Pro vyšší kmitočty se používají hmotové bezindukční a bezkapacitní rezistory

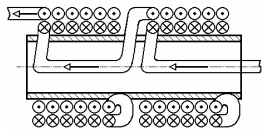
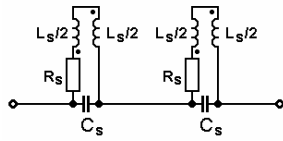
Bifilární vinutí



- potlačuje vlastní indukčnost
- v sousedních závitěch protéká proud opačným směrem \Rightarrow výsledný magnetický tok je nulový
- vinutí je vinuté „od středu“
- vhodné pro odpory do 100Ω
- u větších hodnot odporů se výrazně projevuje mezizávitová kapacita, která se omezí dělením vinutí

Chaperonovo vinutí

- sériové spojení bifilárně vinutých sekcí
- výrazně omezuje celkovou mezizávitovou kapacitu vinutí
- pro dvě sériové sekce klesá celková kapacita vinutí na polovinu a pro 4 sekce na čtvrtinu



Normály kapacity

Absolutní

- speciální stíněný vzduchový kondenzátor s válcovými elektrodami s kapacitou vypočítanou z jeho rozměrů

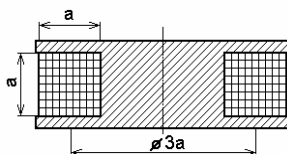
Sekundární

- kondenzátory s plynným nebo pevným dielektrikem
- **vzduchové deskové** $C=100$ až $10\,000\text{pF}$ – přesnost $0,03\%\pm 0,2\text{pF}$
- **plněné plynem (dusíkem)** $C=3$ až $10\,000\text{pF}$ – přesnost $0,5$ až 5%
- **pevné dielektrikum** (slída) $C=1\text{nF}$ až $1\mu\text{F}$

Normály vlastní indukčnosti

Přesná cívka s malým odporem vinutí a malou mezizávitovou kapacitou a indukčností nezávislou na hodnotě proudu a kmitočtu

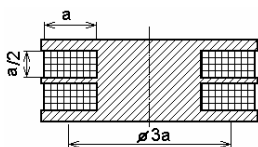
- **Absolutní** - jednovrstvá cívka - malá indukčnost
- **Sekundární** - vícevrstvá cívka (může obsahovat feritové jádro) - větší indukčnost



$$L=25,4 \cdot 10^{-9} a^2$$

Normály vzájemné indukčnosti

Přesně zkonstruované vzduchové cívky



Proměnné normály

Sekundární normály umožňující změnu hodnoty veličiny

Dekáda - sada normálů umožňující nastavení hodnoty 1-2-3-4 až -9-(10)

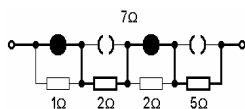
- Obvykle v rozsahu 4 až 6 řádů

Nastavení hodnoty:

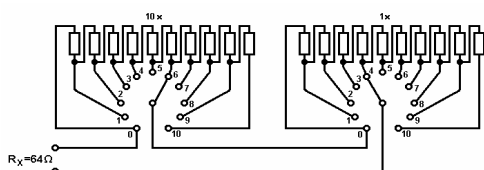
- otočným přepínačem
- kolíčky
- přepínači hodnot - obdoba kolíčků

Odporová dekáda

sériové spojení rezistorů stejných nebo různých hodnot



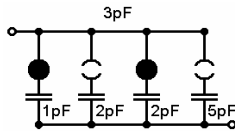
Princip kolíčkové odporové dekády



Odporová dekáda s otočným přepínačem

Kapacitní dekáda

- paralelně zapojované slídkové nebo keramické kondenzátory s poměrem hodnot 1:2:2:5 nebo 1:2:3:4
- velmi často se používají i otočné deskové kondenzátory podobné ladícím kondenzátorům s přesnější konstrukcí



Princip kolíčkové kapacitní dekády
