

Počítání s odpory trochu jinak II -

Napsal/a: Žirafka

Datum zveřejnění: : 3. 10. 2008 v 20:06

Jelikož námětů na počítání s odpory je hodně, rozhodla jsem se udělat menší pokračování „Počítání s odpory trochu jinak“. Možná se to někomu zdá zbytečné, ale mně ne. Už proto, že si sama občas potřebuji zopakovat základní výpočty. Například hned první výpočet jsem použila pro konstrukci jednoho přístroje pro zkoušení jiných přístrojů. Možná se jeho popisu také časem dočkáte na těchto stránkách 😊

Tak tedy vzhůru do víru čísel, značek a toho, co k elektronice patří, ačkoli to lidi nemají moc rádi. Do říše teorie a výpočtů elektrických obvodů. Tentokrát to budou úlohy poněkud zapeklitější.

Příklad první: Bočník pro ampérmetr

Při jednom z pokusů v laboratoři je potřeba změřit proud cca 800 mA. Máme k dispozici měřicí ústrojí s citlivostí 1 mA na plnou výchylku při úbytku 60 mV. Dále je v šuplíku odporový drát z materiálu Kanthal a nějaké hliníkové a měděné vodiče. Průměr každého odporového drátu je 1,5mm. Měrný elektrický odpor kanthalu je 1,4; hliníku 0,032 a mědi $0,017 \times \Omega \text{ mm}^2 \times \text{m}^{-1}$

Řešení:

Nejprve je nutné spočítat požadovaný odpor bočníku. Jelikož víme, že měřidlo má citlivost 1mA, při úbytku napětí 60mV je jeho vnitřní odpor:

$$R = U \div I = 0,06 \div 0,001 = \underline{60 \Omega}$$

Když už známe velikost vnitřního odporu měřidla, spočítáme si, jaký proud musí téci bočníkem a jaký poteče přístrojem. Tomuto rozdělení proudů se říká poměr bočníku a spočítá se podle vzorce:

$$n = I \div I_m = 1 \div 0,001 = \underline{1000} \quad [-;A,A]$$

Jelikož je potřeba měřit proud cca 800 mA, zvolíme maximální rozsah nového ampérmetru 1 A. Velikost bočníku je potom:

$$R_{\text{bočníku}} = R_{\text{měřidla}} \div (n-1) = 60 \div 999 = \underline{0,06 \Omega}$$

Nyní již známe všechny potřebné údaje nutné k výpočtu délky odporového drátu pro daný bočník. Nejprve je nutné spočítat průřez jednotlivých drátů:

$$S = \pi \times r^2 = 3,14 \times 0,75^2 = 3,14 \times 0,5625 = \underline{1,77 \text{ mm}^2}$$

Jelikož všechny tři dráty mají stejný průměr, je i jejich průřez stejný.

$$R = \rho \times (l \div S) \Rightarrow l = R \times (S \div \rho) \quad \text{😊}$$

Kanthal:

$$l = R \times (S \div \rho) \quad \text{😊} = 0,06 \times (1,77 \div 1,4) = \underline{0,075 \text{ m}}$$

Hliník:

$$l = R \times S \div \rho = 0,06 \times (1,77 \div 0,032) = \underline{3,318 \text{ m}}$$

Měď:

$$l = R \times S \div \rho = 0,06 \times (1,77 \div 0,017) = \underline{6,247 \text{ m}}$$

Jak je vidět, potřebná délka se značně liší. U speciálního odporového drátu z kanthalu je potřeba cca 7,5cm drátu, u hliníku je to již 3,3m a u mědi 6,24m drátu. To již není bočník, ale spíše tlumivka. Zde jen zmíním, že kanthal není ideální odporový drát pro bočníky, ale když v šuplíku jiný není, tak není problém jej použít. Jen je potřeba počítat s tím, že jeho odpor se mění s teplotou a podle toho je třeba dimenzovat průměr drátu.

Příklad druhý: Předřadník pro kontrolku

Postavili jsme si elektronkový zesilovač a chceme nějak indikovat zapnutí anodového napětí pro elektronky. V šuplíku jsou tyto součástky, které můžeme použít:

- červená svítivá dioda na proud 20 mA
- žlutá svítivá dioda na proud 2 mA
- doutnavka na proud 0,1 mA s napětím výboje 80 V

Zesilovač má anodové napětí koncových elektronek 350 V. Vypočítejte potřebné předřadné odpory pro jednotlivé kontrolky a spočítejte výkon ztracený na předřadném odporu pro každou možnost.

Řešení:

Z [předchozího článku](#) již známe vzoreček pro výpočet předřadníku:

$$R = (U_n - U_{LED}) \div I_{LED}$$

Na červené diodě vzniká úbytek napětí asi 1.6V, na žluté asi 2,1V a doutnavka potřebuje pro svícení cca 80V. Jednotlivé předřadníky tedy budou:

Svítivá dioda 20mA:

$$R_{LED1} = (U_n - U_{LED}) \div I_{LED} = (350 - 1,6) \div 20 = \underline{17 \text{ k}\Omega} \quad [\text{k}\Omega; \text{V}, \text{V}, \text{mA}]$$

Svítivá dioda 2mA:

$$R_{LED2} = (U_n - U_{LED}) \div I_{LED} = (350 - 2,1) \div 2 = \underline{173 \text{ k}\Omega}$$

Doutnavka:

$$R_{doutnavka} = (U_n - U_{doutnavka}) \div I_{LED} = (350 - 80) \div 0,1 = 2700\text{k} = \underline{2,7 \text{ M}\Omega}$$

Jelikož se odpory s hodnotami 173 k Ω a 17 k Ω běžně nevyskytují, použijeme odpory s hodnotami 18k Ω a 180k Ω . Odpor s hodnotou 2,7 M Ω je běžně dostupný.

Nyní ještě zbývá spočítat ztrátový výkon na použitých odporech. Jelikož víme, že $P = U \cdot I$ tak jej

můžeme celkem snadno spočítat. Na diodách vzniká zanedbatelný úbytek, proti napětí napájecímu, proto jej můžeme v tomto případě zanedbat:

Svítivá dioda 20mA:

$$P_R = U_R \times I = 350 \times 0,02 \approx \underline{7 \text{ W}}$$

Svítivá dioda 2mA:

$$P_R = U_R \times I = 350 \times 0,002 \approx \underline{0,7 \text{ W}}$$

Doutnavka:

$$P_R = U_R \times I = (350 - 80) \times 0,0001 \approx \underline{0,03 \text{ W}}$$

Jak je vidět, je pro indikaci anodového napětí u zesilovače energeticky nejvýhodnější použít doutnavku, protože její spotřeba je nepatrná. Použít obyčejnou svítivou diodu je značné plýtvání energií zdroje a navíc tu je potřeba dávat pozor na fyzickou velikost odporu a jeho dostatečné chlazení. Jako nejvhodnější se jeví použít svítivou diodu určenou pro proud 2mA, která má malou spotřebu a svítí více než doutnavka. Pro tento účel se jeví jako optimální řešení.

Příklad třetí: Vnitřní odpor zdroje

Do laboratoře jsme dostali novou akumulátorovou baterii a chceme zjistit, jaký je její vnitřní odpor a podle toho se rozhodnout, jestli bude vhodná pro pokusy nebo ne.

Řešení:

Ač se to nezdá, zjištění vnitřního odporu zdroje je relativně jednoduché. Nejprve je potřeba změřit napětí baterie naprázdno a potom při velkém zatížení. Měření je nutné omezit na co nejkratší dobu.

Měřením jsme zjistili následující údaje:

Napětí naprázdno: $U_0 = 26 \text{ V}$

Napětí při zatížení: $U_z = 16 \text{ V}$

Zátěžový proud: $I_z = 30 \text{ A}$

Odpor zatěžovacího odporu je:

$$R_z = U_z \div I_z = 16 \div 30 = \underline{0,533 \Omega}$$

Vnitřní odpor baterie je:

$$R_i = (U_0 - U_z) \div I_z = (26 - 16) \div 30 = \underline{0,333 \Omega}$$

Pro ověření výpočtu můžeme zkusit ještě jiný postup:

Začnu malou úvahou „Při tomto měření je v obvodu zapojený venkovní zatěžovací odpor a vnitřní odpor zdroje. Oba tyto odpory jsou zapojené do série a tvoří vlastně dělič napětí.“ Nejprve je tedy potřeba zjistit, jaký je celkový odpor v obvodu a potom počítat dále.

Celkový odpor zařazený do obvodu je:

$$R_c = U_0 \div I_z = 26 \div 30 = \underline{0,866 \Omega}$$

Odpor zatěžovacího odporu je:

$$R_z = U_z \div I_z = 16 \div 30 = \underline{0,533 \Omega}$$

A konečně vnitřní odpor baterie je

$$R_i = R_c - R_z = 0,866 - 0,766 = \underline{0,333 \Omega}$$

Jak je vidět, oba postupy vedou ke stejnému výsledku.

Ještě můžeme zjistit maximální proud, který baterie dodá do zkratu:

$$I_{\max} = 26 \div 0,333 = \underline{78 \text{ A}}$$

Zkratový proud baterie je skoro 80A, proto baterie dobře vyhovuje pro pokusy s odběrem do přibližně 40 až 50A. Větší proudy již vhodné nejsou. Před pokusem je však nutné se podívat do dokumentace k baterii, jestli takový proud dávat vůbec smí. Některé gelové baterie mívají maximální proud značně omezený jak proudově, tak časově. Na to je potřeba dávat pozor i při měření.

To, že baterie je schopná dodat nějaký proud neznámá, že jej dodá bez vlastního poškození.

Jak je vidět, příkladů na počítání s odpory je moc a mnoho a ještě nějaké další se určitě najdou. No a když se různě obmění, není problém si počítat a počítat... já to sice nemám moc ráda, matematika není zrovna to, co miluji, ale když je to potřeba, tak je "královna věd" velice užitečná věc



Příště se můžeme podívat na spojení elektřiny a tepla, neboli různé závislosti odporu a teploty a ohřevu a tak podobně.