Úloha II.1 ... vždy si lze poradit 3 body

Jirka si chtěl udělat jednoduchý experiment se solárním panelem o svorkovém napětí $U = 12\,\mathrm{V}$ a maximálním výkonu $P_0 = 6\,\mathrm{W}$. Zjistil však, že jeho rezistory vydrží pouze $P_{\max} = 1/4\,\mathrm{W}$. Navrhněte takový obvod, aby nebyla žádná součástka poškozena a zároveň byl solární panel maximálně využit. *Jirka si neobjednal součástky dopředu.*

V této úloze využijeme vlastností obvodů s rezistory. Existují dva základní způsoby, jak rezistory zapojit. Jedná se o **sériové** (za sebou) a **paralelní** zapojení (vedle sebe). U prvně jmenovaného se napětí na rezistorech dělí přímo úměrně mezi rezistory podle jejich odporu. Tedy v sériovém zapojení pro n rezistorů, kde i-tý rezistor má odpor R_i, bude na j-tém rezistoru napětí

$$U_j = R_j \cdot I = R_j \frac{U}{R} = \frac{R_j}{R} U\,,$$

kde R je celkový odpor, U celkové napětí a I celkový proud. Výkon na každém rezistoru tudíž bude

$$P_j = \frac{R_j}{R} U \cdot I\,.$$

V paralelním zapojení se do každé větve rozdělí proud nepřímo úměrně jejího odporu. Tedy

$$I_j = \frac{U}{R_j} = \frac{R \cdot I}{R_j} = \frac{R}{R_j} I\,.$$

Výkon daného rezistoru tak můžeme zapsat jako

$$P_j = U \cdot \frac{R}{R_j} I\,,$$

kde R je celkový odpor. Všimněme si především, že výkon P_j je menší než celkový výkon P. (U paralelního zapojení si promyslete, jaký bude vztah mezi celkovým odporem R a odporem jednoho rezistoru R_i.)

Jak tedy nahradíme obvod s jedním rezistorem tak, aby byl proud stejný a snížili jsme na každém výkon? Využijeme toho, že při zapojení více rezistorů se nám výkon na jednotlivých rezistorech zmenší. Aby byl stejný proud, je třeba si ohlídat, že celkový odpor našeho nového obvodu má stejnou hodnotu jako původní rezistor, který jsme chtěli použít. Uvažujme proto sériové zapojení N rezistorů o stejném odporu R/N. Na každém rezistoru tak bude výkon

$$P = \frac{U \cdot I}{N}\,.$$

Víme, že celkový výkon ze solárního panelu je $P_0 = 6\,\mathrm{W}$ a že na každém rezistoru může být maximálně $P_{\max} = 0{,}25\,\mathrm{W}$. Jelikož je celkový výkon určen jako

$$P_0 = U \cdot I\,,$$

dostáváme

$$P_{max} = \frac{U \cdot I}{N} = \frac{P_0}{N}$$

a po přepsání

$$N = \frac{P_0}{P_{max}} = \frac{6}{0,25} = 24\,.$$

Řešením je tak například sériové zapojení 24 rezistorů o odporu $R/24$. Pokud jste si však rozmysleli přepočet pro odpory při paralelním zapojení, vyšlo vám, že jsou výsledné rovnice pro finální maximální výkon velice podobné. Dalším řešením je tedy také například 24 paralelně zapojených rezistorů o odporu $24R$.

Jiří Sýkora
jiri.sykora@fykos.cz

Fyzikální korespondenční seminář je organizován studenty MFF UK. Je zastřešen Oddělením propagace a mediální komunikace MFF UK a podporován Ústavem teoretické fyziky MFF UK, jeho zaměstnanci a Jednotou českých matematiků a fyziků. Realizace projektu byla podpořena Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy.

Toto dílo je šířeno pod licencí Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported.
Pro zobrazení kopie této licence navštivte https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/.