

E2-LX	Stejnoseměrné obvody	3D2
2. 10. 2017		Meinlschmidt

ZADÁNÍ:

V zadaném sério-paralelním obvodu s osmi rezistory vypočítejte:

- celkový odpor
- celkový proud nebo celkové napětí (dle zadání)
- napětí na jednotlivých rezistorech
- proud procházející jednotlivými rezistory
- výkon spotřebovaný jednotlivými rezistory
- celkový příkon obvodu

TEORIE:

Podle *Tháveninovy věty* lze každý obvod, nebo část obvodu se dvěma svorkami nahradit skutečným napěťovým zdrojem. Při výpočtu budeme tedy postupně nahrazovat skupiny rezistorů vždy jen jedním rezistorem.

Tyto skupiny mohou být seřazeny buď sériově nebo paralelně. Při nahrazování tedy využijeme vlastností sériových a paralelních obvodů. Index *sériově* reprezentuje celkovou velikost veličiny při sériovém zapojení.

$$I_{\text{sériově}} = \text{konst}$$

$$U_{\text{sériově}} = \sum U_i$$

$$U_{\text{sériově}} = \sum R_i \cdot I_{\text{sériově}}$$

$$I_{\text{sériově}} \cdot R_{\text{sériově}} = \sum R_i \cdot I_{\text{sériově}}$$

Po vykrácení $I_{\text{sériově}}$ na obou stranách rovnice získáme vztah pro celkový odpor v sériovém zapojení.

$$R_{\text{sériově}} = \sum R_i$$

Celkový odpor při zapojení v sérii je tedy **součtem** dílčích odporů, stejně jako celkové napětí je **součtem** dílčích napětí. Proud je v celém sériovém zapojení **konstantní**.

Index *paralelně* reprezentuje celkovou velikost veličiny při paralelním zapojení.

$$U_{\text{paralelně}} = \text{konst}$$

$$I_{\text{paralelně}} = \sum I_i$$

V případě výpočtu celkového odporu je úprava mírně složitější

$$\frac{U_{\text{paralelně}}}{R_{\text{paralelně}}} = \sum \frac{U_{\text{paralelně}}}{R_i}$$

$$U_{\text{paralelně}} \cdot \frac{1}{R_{\text{paralelně}}} = U_{\text{paralelně}} \cdot \left(\sum \frac{1}{R_i} \right)$$

Po vykrácení $U_{\text{paralelně}}$ na obou stranách rovnice získáme vztah pro celkový odpor v paralelním zapojení.

$$R_{\text{paralelně}}^{-1} = \sum R_i^{-1}$$

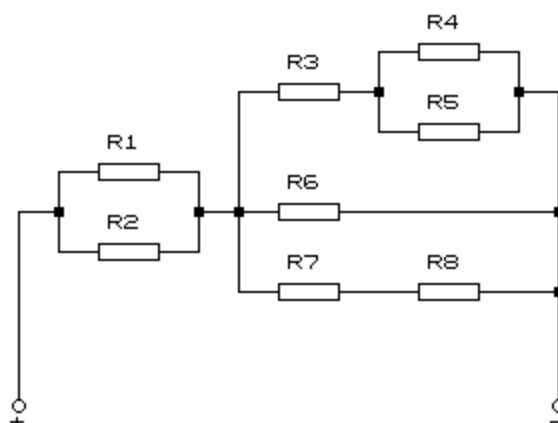
$$R_{\text{paralelně}} = \left(\sum R_i^{-1} \right)^{-1}$$

Celkový odpor při zapojení v sérii je tedy **součtem** dílčích odporů, avšak s převrácenou hodnotou, získanou hodnotu je potřeba ještě jednou převrátit. Jinak řečeno – celková vodivost je převrácenou hodnotou součtu dílčích vodivostí. Proud je **součtem** dílčích proudů. Napětí je v celém sériovém zapojení **konstantní**.

Při výpočtech je také využíván tzv. První Kirchhoffův zákon, který říká, že v každém bodě (uzlu) elektrického obvodu platí, že: *Součet proudů vstupujících do uzlu se rovná součtu proudů z uzlu vystupujících.*

Pro vypočtení dalších veličin mimo odpor $R [\Omega]$ (napětí $U [V]$ a proudu $I [A]$) využijeme Ohmova zákona, který definuje vztah $R = \frac{U}{I}$. Pro výpočet výkonu $P [W]$ využijeme vztah $P = U \cdot I$. Opakem elektrického odporu je elektrická vodivost $G [S]$, kdy $G = R^{-1}$. Ta naopak popisuje schopnost vodiče vést elektrický proud.

SCHÉMA ZAPOJENÍ:



POUŽITÉ PŘÍSTROJE A POMŮCKY:

Nebyly užity žádné měřicí přístroje ani zařízení.

POPIS PRÁCE:

V daném zadání je znám pouze celkový proud procházející obvodem a dále jednotlivé velikosti odporů. Cílem je tedy vypočítat – celkový odpor, celkové a dílčí napětí, dílčí proudy. Pracovní postup bude vycházet z *Tháveninovy věty*, pomocí které budeme nahrazovat jednotlivé části obvodu vždy jedním napěťovým zdrojem. Vzhledem k jednoduchosti obvodu není nutné jej pro lepší práci překreslovat a nahrazovat se bude od „nejhlouběji“ zakreslených odporů až po nahrazení celého obvodu právě jedním zdrojem.

Kontrola spočívá v porovnání součtu výkonů jednotlivých rezistorů s vypočteným celkovým výkonem obvodu.

TABULKY:

Tučně jsou označeny známé hodnoty ze zadání.

Rezistor	R[Ω]	U[V]	I[A]	P[W]
R ₁	6,000	0,720	0,12	0,086
R ₂	9,000	0,720	0,08	0,059
R ₃	18,000	1,209	0,067	0,081
R ₄	2,000	0,119	0,060	0,007
R ₅	15,000	0,119	0,007	0,001
R ₆	20,000	1,328	0,066	0,088
R ₇	10,000	0,664	0,066	0,044
R ₈	10,000	0,664	0,066	0,044
Celkem	10,240	2,048	0,200	0,410

Tabulka pro pomocné výpočty

Nahrazení rezistorů	R[Ω]	U[V]	I[A]
$R_4 \parallel R_5$	1,765	0,119	0,067
$R_3 + (R_4 \parallel R_5)$	19,765	1,328	0,067
$R_7 + R_8$	20,000	1,328	0,066
$[R_3 + (R_4 \parallel R_5)] \parallel R_6 \parallel (R_7 + R_8)$	6,640	1,328	0,200
$R_1 \parallel R_2$	3,600	0,720	0,200
$\{[R_3 + (R_4 \parallel R_5)] \parallel R_6 \parallel (R_7 + R_8)\} + (R_1 \parallel R_2)$	10,240	2,048	0,200

VÝPOČTY:

Nahrazovat začneme u součástí s označením R_4 a R_5 , které jsou ve vzájemném paralelním zapojení. Uplatníme na ně tedy následující vztahy a nahradíme je právě jedním zdrojem s následujícími vlastnostmi.

$$R_4 = 2 \Omega; R_5 = 15 \Omega$$

$$R_{4||5} = (R_4^{-1} + R_5^{-1})^{-1}$$

$$R_{4||5} = (2^{-1} + 15^{-1})^{-1}$$

$$R_{4||5} = (0,500 + 0,067)^{-1}$$

$$R_{4||5} = 1,765 \Omega$$

Tímto postupem jsme se dostali až k celkovému odporu obvodu, který činí $R_{celkem} = 10,240 \Omega$. Ze zadání známe celkový proud $I_{celkem} = 0,200 A$. Jednoduše tedy můžeme zjistit celkové napětí obvodu.

$$U_{celkem} = I_{celkem} \cdot R_{celkem}$$

$$U_{celkem} = 0,200 \cdot 10,240$$

$$U_{celkem} = 2,048 V$$

Spolu s tím lze zjistit i celkový výkon P_{celkem}

$$P_{celkem} = U_{celkem} \cdot I_{celkem}$$

$$P_{celkem} = 2,048 \cdot 0,200$$

$$P_{celkem} = 0,410 W$$

Při výpočtu proudu na větvi paralelního zapojení, kde se nachází pouze jeden rezistor R_6 využijeme vztah:

$$I_6 = \sum I_i$$

$$I_6 = \frac{U_6}{R_6}$$

$$I_6 = \frac{0,660}{20}$$

$$I_6 = \frac{1,328}{20}$$

$$I_6 = 0,660 \text{ A}$$

SPOLUPRACOVALI:

Úloha byla vypracována samostatně.

ZÁVĚR:

Byly splněny všechny úkoly ze zadání. Součet jednotlivých výkonů byl roven celkovému výkonu, kontrola tedy vyšla správně. Mezi získané poznatky patří zopakování sériového a paralelního zapojování rezistorů. Úlohy se snažím vypracovávat tak, aby mi v budoucnu mohly sloužit jako základ pro zpracovávání maturitních otázek.