

ELEKTROTECHNICKÝ TAHÁK - 3

STEJNOSMĚRNÝ PROUD

PŘÍKLAD PARALELNÍHO CHODU DVOU NAPĚŤOVÝCH ZDROJŮ (startovací kabely z pohledu smyčkových proudů)

Zadání:

Určete proudové poměry v obvodu, simulujícím startování pomocí tzv. startovacích kabelů. Předpokládané parametry obvodu jsou následující:

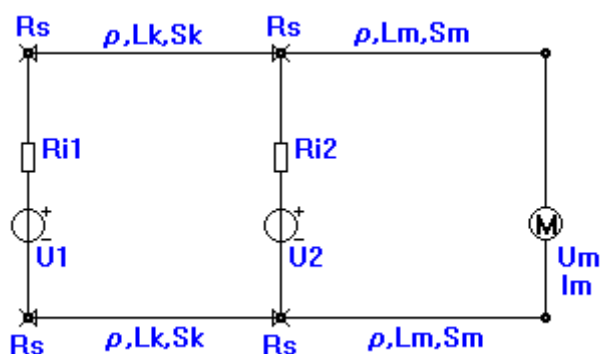
napětí pomocného akumulátoru	$U_1 = 12,6 \text{ V}$ (plně nabitý)
vnitřní odpor akumulátoru	$R_{i1} = 1,5 \text{ m}\Omega$
napětí vlastního akumulátoru	$U_2 = 10,8 \text{ V}$ (téměř vybitý)
vnitřní odpor akumulátoru	$R_{i2} = 5 \text{ m}\Omega$
jmenovité napětí startéru	$U_m = 10,8 \text{ V}$
jmenovitý proud startéru	$I_m = 120 \text{ A}$

připojovací vodiče startéru

délka	$L_m = 2 \times 1 \text{ m}$
průřez	$S_m = 50 \text{ mm}^2$
typ CYA	$\rho_{Cu} = 0,018 \text{ }\Omega/\text{m}/\text{mm}^2$

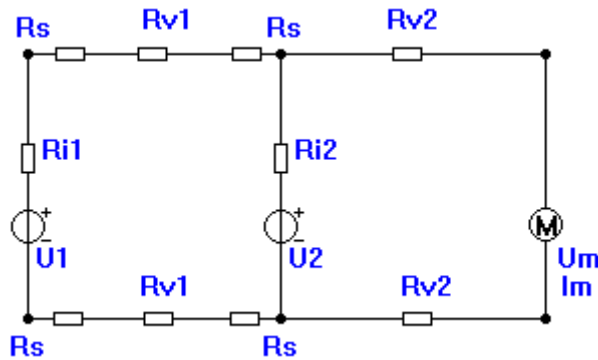
startovací kabely

délka	$L_k = 2 \times 2 \text{ m}$
průřez	$S_k = 25 \text{ mm}^2$
typ CYA	$\rho_{Cu} = 0,018 \text{ }\Omega/\text{m}/\text{mm}^2$
přechodový odpor svorky	$R_s = 1 \text{ m}\Omega$

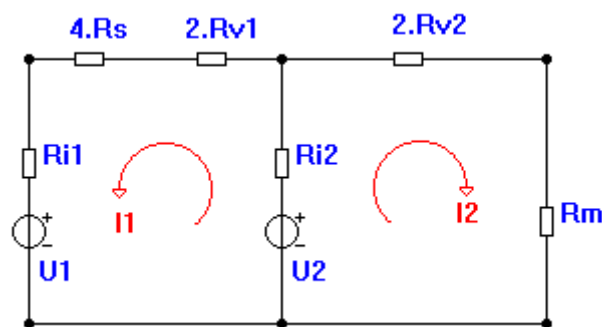


Řešení:

obvod překreslíme do schématu s diskrétními součástkami



s sdružením odporů vytvoříme náhradní schéma a zvolíme směr smyčkových proudů (zpravidla tak, aby smyčky byly co nejjednodušší)



s využitím 2. Kirchhoffova zákona sestavíme rovnice pro první a druhou smyčku, kdy za výchozí bod bereme kladný pól zdroje U2

$$U_2 = R_{i2} \cdot (I_1 + I_2) + 2 \cdot R_{v1} \cdot I_1 + 4 \cdot R_s \cdot I_1 + R_{i1} \cdot I_1 + U_1$$

$$U_2 = R_{i2} \cdot (I_1 + I_2) + 2 \cdot R_{v2} \cdot I_2 + R_m \cdot I_2$$

kde

$$R_{v1} = \frac{\rho \cdot L_k}{S_k} \quad , \quad R_{v2} = \frac{\rho \cdot L_m}{S_m} \quad , \quad R_m = \frac{U_m}{I_m}$$

po dosazení

$$U_2 = R_{i2} \cdot (I_1 + I_2) + \frac{2 \cdot \rho \cdot L_k}{S_k} \cdot I_1 + 4 \cdot R_s \cdot I_1 + R_{i1} \cdot I_1 + U_1$$

$$U_2 = R_{i2} \cdot (I_1 + I_2) + \frac{2 \cdot \rho \cdot L_m}{S_m} \cdot I_2 + \frac{U_m}{I_m} \cdot I_2$$

a po úpravě

$$I_1 \cdot \left(R_{i2} + \frac{2 \cdot \rho \cdot L_k}{S_k} + 4 \cdot R_s + R_{i1} \right) + I_2 \cdot R_{i2} = U_2 - U_1$$

$$I_1 \cdot R_{i2} + I_2 \cdot \left(R_{i2} + \frac{2 \cdot \rho \cdot L_m}{S_m} + \frac{U_m}{I_m} \right) = U_2$$

vyčíslíme závorky a sestavíme determinanty soustavy a neznámých

$$D_s = \begin{vmatrix} 13,38 & 5 \\ 5 & 95,72 \end{vmatrix} = 1255,7336$$

$$D_{I1} = \begin{vmatrix} -1,8 & 5 \\ 10,8 & 95,72 \end{vmatrix} = -226,296$$

$$D_{I2} = \begin{vmatrix} 13,38 & -1,8 \\ 5 & 10,8 \end{vmatrix} = 153,504$$

PŘESNĚ !

potom

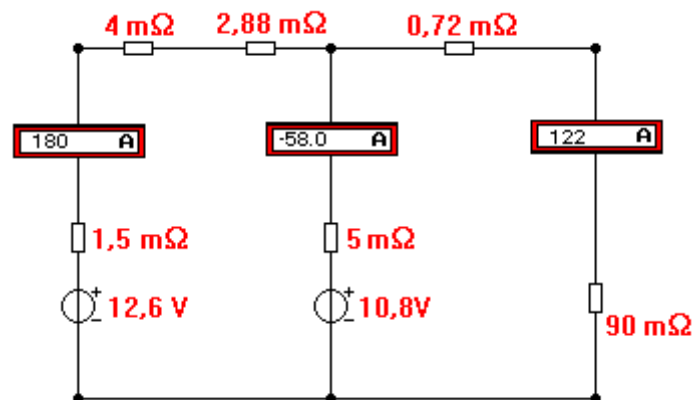
$$I_1 = \frac{D_{I1}}{D_s} = -180,21 \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{D_{I2}}{D_s} = 122,24 \text{ A}$$

$$I_b = I_1 + I_2 = -57,97 \text{ A}$$

Záporné hodnoty znamenají, že proud teče opačně, než byl původní předpoklad.

Pro ilustraci je uveden výsledek simulace v programu Electronics Workbench v.4.1.



Poznámka:

Rozdíl ve vypočtených a simulovaných výsledcích je způsoben tím, že virtuální indikátory simulátoru EWB4 měří pouze na 3 platná místa.