

$$U = 24V$$

$$R_1 = 10k\Omega$$

$$R_2 = 220\Omega$$

$$U = I \cdot R$$

$$\frac{U_{20}}{U} = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$U_{20} = \frac{R_2 \cdot U}{R_1 + R_2}$$

$$U_{20} = \frac{220 \cdot 24}{220 + 10 \cdot 10^3}$$

$$U_{20} = 0,517V$$

$$\frac{U_{R1}}{U} = \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

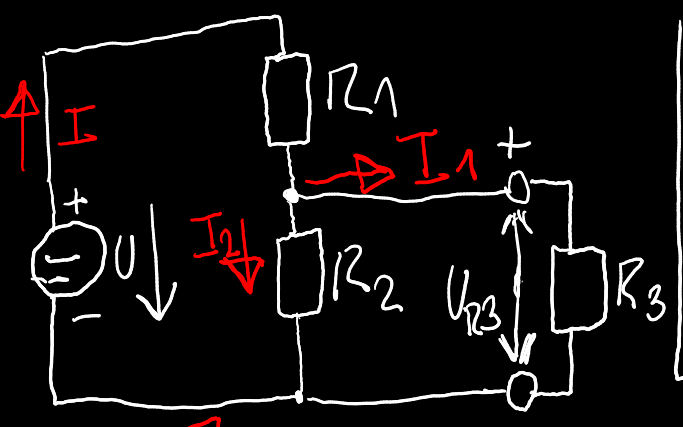
$$U_{R1} = \frac{U \cdot R_1}{R_1 + R_2}$$

$$U_{R1} = 23,483V$$

$$I = \frac{U}{R}$$

$$I = \frac{24}{10220}$$

$$I = 2,348mA$$



$$R_1 = 10k\Omega$$

$$R_2 = 220\Omega$$

$$R_3 = 2k\Omega$$

$$U = 24V$$

$$\frac{I_1}{I} = \frac{R_2}{R_3 + R_2}$$

$$I_1 = \frac{R_2 \cdot I}{R_3 + R_2}$$

$$I_1 = 0,233mA$$

$$I = \frac{U}{R}$$

$$I = \frac{24}{10200}$$

$$I = 2,353mA$$

$$R = R_1 + \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3}$$

$$R = 10 \cdot 10^3 + \frac{220 \cdot 2000}{220 + 2000}$$

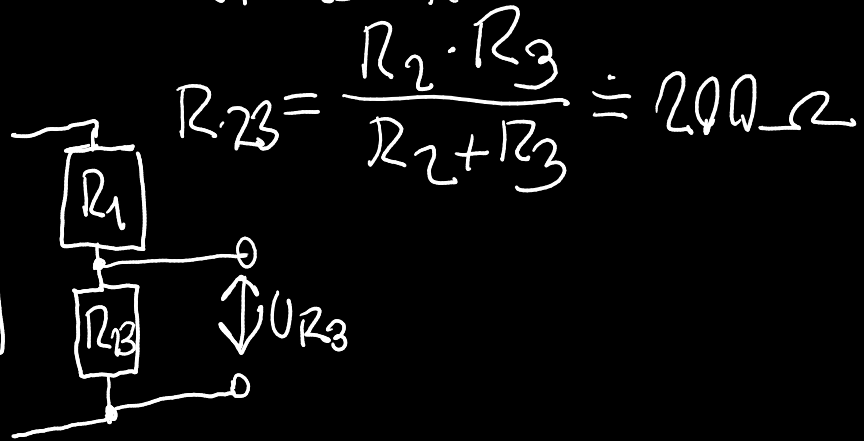
$$R = 10198\Omega$$

$$\frac{I_2}{I} = \frac{R_3}{R_2 + R_3}$$

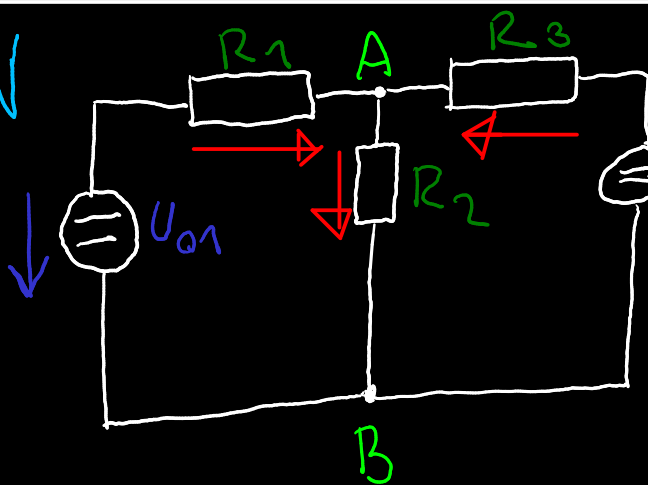
$$I_2 = \frac{R_3 \cdot I}{R_2 + R_3}$$

$$I_2 = 2,12 \text{ mA}$$

$$U_{R3} = \frac{U \cdot R_3}{R_1 + R_3} = \frac{24 \cdot 200}{10 + 200} = \underline{\underline{0,471 \text{ V}}}$$



MUN



$$U_{01} = 50 \text{ V} \quad U_{02} = 100 \text{ V}$$

$$R_1 = 50 \text{ } \Omega$$

$$R_2 = 20 \text{ } \Omega$$

$$R_3 = 100 \text{ } \Omega$$

$$I_{R1}, I_{R2}, I_{R3} = ?$$

↑ směrem rovně

$$I_1 = \frac{U_{01} - U_A}{R_1} \quad I_2 = \frac{U_A}{R_2} \quad I_3 = \frac{U_{02} - U_A}{R_3}$$

$$A: \frac{U_{01} - U_A}{R_1} - \frac{U_A}{R_2} + \frac{U_{02} - U_A}{R_3} = 0$$

$$\frac{50 - U_A}{50} - \frac{U_A}{20} + \frac{100 - U_A}{100} = 0$$

$$\frac{100 - 2U_A}{100} - 5U_A + 100 - U_A = 0$$

$$200 - 8U_A = 0$$

$$200 = 8U_A$$

$$\frac{200}{8} = U_A$$

$$\frac{100}{4} = U_A$$

$$\frac{50}{2} = U_A$$

$$\underline{\underline{25V = U_A}}$$

$$I_1 = \frac{U_{01} - U_A}{R_1} = \frac{50 - 25}{50} = \frac{25}{50} A$$

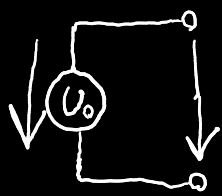
$$= 0,5 A$$

$$I_2 = \frac{25}{20} A$$

$$I_3 = \frac{100 - 25}{100} = \frac{75}{100} A$$

Zatěžovací charakteristika zdroje napětí

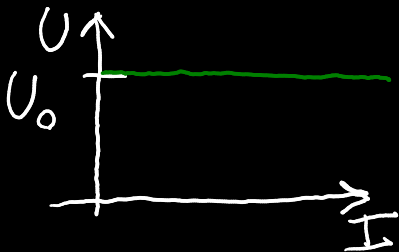
Ideální zdroj napětí



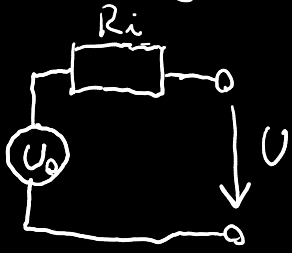
- má nulový odpor zdroje nulový

- napětí na svorkách zdroje je nezávislé na zátěži

Zatěžovací charakteristika



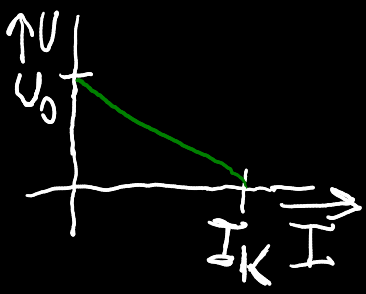
Skutečný zdroj napětí



- nahraujeme pro potřeby výpočtu ideálním zdrojem napětí a vnitřním odporem R_i

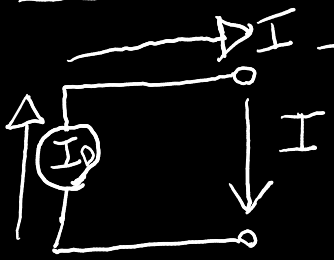
- u skutečného zdroje napětí klesá vnější napětí U od hodnoty U_0 naprázdno ($R_2 = \infty$) při zvyšujícím se proudu zatěžení až k nulové hodnotě při zkratu ($R_2 = 0$), kdy se zdroj vyčerpá proudem zkratu I_K

Zatěžovací charakteristika



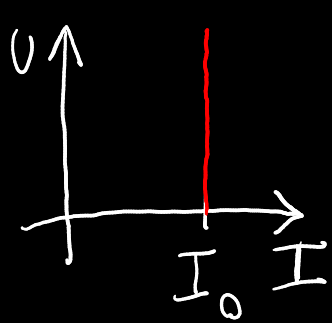
ZATĚŽOVACÍ CHARAKTERISTIKA ZDROJE PROUDU

Ideální zdroj proudu



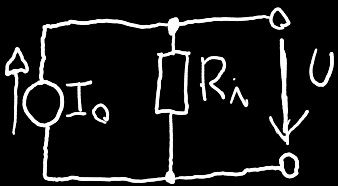
- má vnitřní odpor zdroje nekonečný
- proud zdroje je nezávislý na zatěžení

Zatěžovací charakteristika

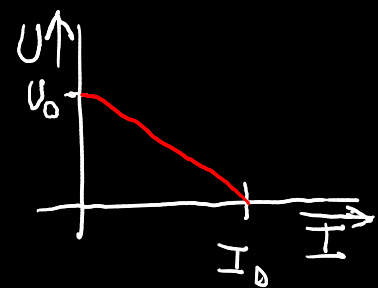


Skutečný zdroj proudu

- nahraujeme pro potřeby výpočtů spojení ideálního zdroje proudu I_0 a paralelně zapojeného vnějšího odporu R_i



Zatěžovací charakteristika

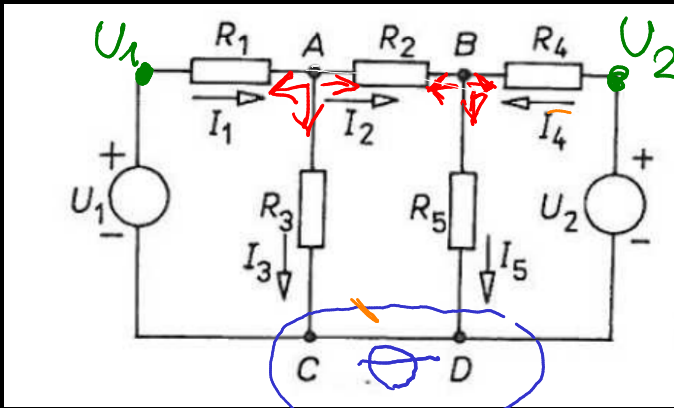


- u skutečného zdroje proudu částka protéká ižn část proudu zdroje, mířemá \emptyset pod protékající vnějším odporem

- vrchové napětí U klesá od hodnoty

U_0 naprázdno ($R_2 = \infty$) při zvyšujícím se proudu zatěžáči až k nulové hodnotě při zkratu ($R_2 = 0$), kdy ze zdroje vyjde proudu maximálko $I_K = I_0$

Určete proudy ve všech členech obvodu podle obr. 41. Napětí zdrojů jsou $U_1 = 48 \text{ V}$, $U_2 = 30 \text{ V}$. Odporů rezistorů jsou $R_1 = 2 \Omega$, $R_2 = 2 \Omega$, $R_3 = 4 \Omega$, $R_4 = 1 \Omega$, $R_5 = 2 \Omega$.



MUN

(A)

$$\frac{A - U_1}{R_1} + \frac{A - B}{R_2} + \frac{A}{R_3} = 0$$

(B)

$$\frac{B - U_2}{R_4} + \frac{B - A}{R_2} + \frac{B}{R_5} = 0$$

$$\frac{A - 48}{2} + \frac{A - B}{2} + \frac{A}{4} = 0 \quad | \cdot 4$$

$$\frac{B - 30}{1} + \frac{B - A}{2} + \frac{B}{2} = 0 \quad | \cdot 2$$

$$2A - 96 + 2A - 2B + A = 0$$

$$2B - 60 + B - A + B = 0$$

$$5A - 2B = 96$$

$$\rightarrow A + 4B = 60$$

$$\begin{bmatrix} 5 & -2 & | & 96 \\ -1 & 4 & | & 60 \end{bmatrix} \sim \begin{bmatrix} 1 & -4 & | & -60 \\ 0 & 18 & | & 396 \end{bmatrix} \sim \begin{bmatrix} 1 & 0 & | & 28 \\ 0 & 1 & | & 22 \end{bmatrix} \quad \begin{matrix} A = 28V \\ B = 22V \end{matrix}$$

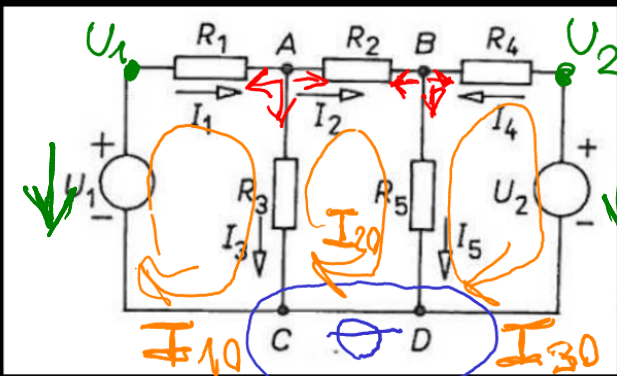
$$I_1 = \frac{U_1 - A}{R_1} = \frac{48 - 28}{2} = \underline{10A}$$

$$I_2 = \frac{A - B}{R_2} = \frac{28 - 22}{2} = \underline{3A}$$

$$I_3 = \frac{A}{R_3} = \frac{28}{4} = \underline{7A}$$

$$I_4 = \frac{U_2 - B}{R_4} = \frac{30 - 22}{1} = \underline{8A}$$

$$I_5 = \frac{B}{R_5} = \frac{22}{2} = \underline{11A}$$



MSP

$$I_1 = I_{10} = \underline{10A}$$

$$I_2 = I_{20} = \underline{3A}$$

$$I_{30} = -8A \quad I_4 = \underline{8A}$$

$$I_3 = (I_{10} - I_{20}) = \underline{7A}$$

$$I_5 = (I_{20} - I_{30}) = \underline{11A}$$

MSP

$$U_1 = I_1 \cdot R_1 = 20V$$

$$U_2 = I_2 \cdot R_2 = 6V$$

$$U_3 = R_3 \cdot I_3 = 28V$$

$$U_4 = R_4 \cdot I_4 = 8V$$

$$U_5 = R_5 \cdot I_5 = 22V$$

I_{10}

$$I_{10} \cdot R_1 + R_3 (I_{10} - I_{20}) - U_1 = 0$$

I_{20}

$$I_{20} \cdot R_2 + R_5 (I_{20} - I_{30}) + R_3 (I_{20} - I_{10}) = 0$$

$$I_{30} \cdot R_4 + U_2 + (I_{30} - I_{20}) \cdot R_5 = 0$$

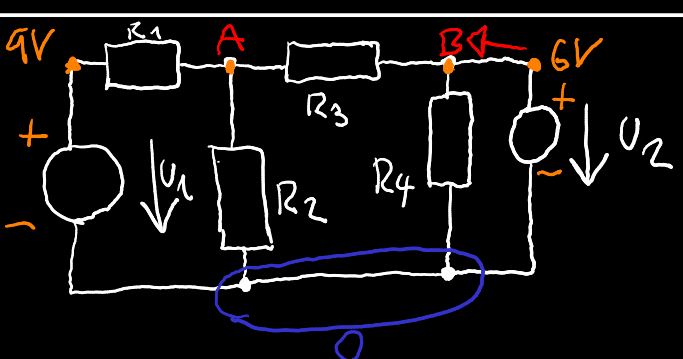
$$I_{10} \cdot 2 + 4 (I_{10} - I_{20}) - 48 = 0$$

$$I_{20} \cdot 2 + 2 (I_{20} - I_{30}) + 4 (I_{20} - I_{10}) = 0$$

$$I_{30} \cdot 1 + 30 + (I_{30} - I_{20}) \cdot 2 = 0$$

$$\left[\begin{array}{ccc|c} 6 & -4 & 0 & 48 \\ -4 & 8 & -2 & 0 \\ 0 & -2 & 3 & -30 \end{array} \right] \sim \left[\begin{array}{ccc|c} 3 & -2 & 0 & 24 \\ 2 & -4 & 1 & 0 \\ 0 & 2 & -3 & 30 \end{array} \right] \sim \left[\begin{array}{ccc|c} 1 & 2 & -1 & 24 \\ 0 & -8 & 3 & -48 \\ 0 & 1 & -\frac{3}{2} & 15 \end{array} \right]$$

$$\sim \left[\begin{array}{ccc|c} 1 & 0 & 2 & -6 \\ 0 & 0 & -9 & 72 \\ 0 & 1 & -\frac{3}{2} & 15 \end{array} \right] \sim \left[\begin{array}{ccc|c} 1 & 0 & 0 & 10 \\ 0 & 1 & 0 & 3 \\ 0 & 0 & 1 & -8 \end{array} \right] \begin{array}{l} I_{10} = 10 \text{ A} \\ I_{20} = 3 \text{ A} \\ I_{30} = -8 \text{ A} \end{array}$$



$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 1 \cdot 10^3 \Omega$$

$$U_1 = 9V \quad U_2 = 6V$$

U_A

U_B

$$\frac{A-9}{R_1} + \frac{A}{R_2} + \frac{A-B}{R_3} = 0 \quad U_B = 6V$$

$$R_2 R_3 (A-9) + R_1 R_3 A + R_1 R_2 (A-B) = 0$$

$$A R_2 R_3 - 9 R_2 R_3 + R_1 R_3 A + R_1 R_2 A - R_1 R_2 B = 0$$

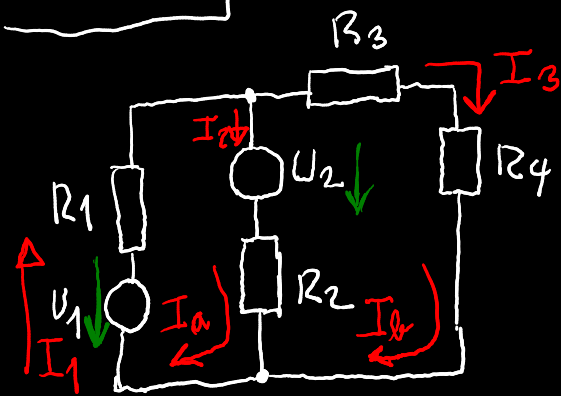
$$A \cdot 1000 \cdot 1000 - 9 \cdot 1000 \cdot 1000 + 1000 \cdot 1000 \cdot A + 1000 \cdot 1000 \cdot A - 1000 \cdot 1000 \cdot 6 = 0$$

$$A(1 \cdot 10^6 + 1 \cdot 10^6 + 1 \cdot 10^6) = 9 \cdot 10^6 + 6 \cdot 10^6$$

$$A = 3 + 2$$

$$U_A = 5V$$

MSP



$$R_1 = 100 \Omega \quad U_1 = 100V$$

$$R_2 = 100 \Omega \quad U_2 = 20V$$

$$R_3 = 75 \Omega$$

$$R_4 = 25 \Omega$$

$$I_1, I_2, I_3 + \text{úbytok } U = ?$$

I_a

$$I_a \cdot R_1 + U_2 + R_2 (I_a - I_b) - U_1 = 0$$

I_b

$$R_2 (I_b - I_a) - U_2 + R_3 I_b + R_4 I_b = 0$$

$$I_a \cdot 100 + 20 + 100(I_a - I_b) - 100 = 0$$

$$100(I_b - I_a) - 20 + 75I_b + 25I_b = 0$$

$$\left[\begin{array}{cc|c} 200 & -100 & 80 \\ -100 & 200 & 20 \end{array} \right] \begin{array}{l} \leftarrow | : 100 \\ \leftarrow | : 100 \end{array} \left[\begin{array}{cc|c} 1 & -2 & -0,2 \\ 2 & -1 & 0,8 \end{array} \right] \begin{array}{l} \leftarrow | -2 \\ \leftarrow | -2 \end{array} \left[\begin{array}{cc|c} 1 & -2 & -0,2 \\ 0 & 3 & 1,2 \end{array} \right] \begin{array}{l} \leftarrow | : (3) \\ \leftarrow | : 2 \end{array}$$

$$\sim \left[\begin{array}{cc|c} 1 & 0 & 0,6 \\ 0 & 1 & 0,4 \end{array} \right] \begin{array}{l} I_a = 0,6 \text{ A} \\ I_b = 0,4 \text{ A} \end{array}$$

$$I_1 = I_a = 0,6 \text{ A}$$

$$I_3 = I_b = 0,4 \text{ A}$$

$$I_2 = I_a - I_b = 0,2 \text{ A}$$

$$U_1 = R_1 \cdot I_1$$

$$U_1 = 100 \cdot 0,6$$

$$U_1 = 60 \text{ V}$$

$$U_2 = R_2(I_2)$$

$$U_2 = 100 \cdot 0,2$$

$$U_2 = 20 \text{ V}$$

$$U_3 = R_3 \cdot I_3$$

$$U_3 = 75 \cdot 0,4$$

$$U_3 = 30 \text{ V}$$

$$U_4 = R_4 \cdot I_3$$

$$U_4 = 0,4 \cdot 25$$

$$U_4 = 10 \text{ V}$$

$$i_1(t) = 30 \cdot \sin(\omega t + 1,2)$$

$$i_2(t) = 20 \cdot \sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$$

$$\hat{I}_1 = 30 \cdot e^{j 1,2}$$

$$\hat{I}_2 = 20 \cdot e^{j \frac{\pi}{2}}$$

$$\hat{I}_1 = 30 \cdot (\cos 1,2 + j \sin 1,2)$$

$$\hat{I}_2 = 20 \cdot (\cos \frac{\pi}{2} + j \sin \frac{\pi}{2})$$

$$\hat{I}_1 = 10,871 + 27,961 j$$

$$\hat{I}_2 = 0 + 20 j$$

$$\hat{I} = \hat{I}_1 + \hat{I}_2 = 10,871 + 47,961 j$$

$$\hat{I} = \sqrt{10,841^2 + 47,961^2} \cdot e^{j \arctan \frac{47,961}{10,841}}$$

$$\hat{i}(t) = 49,178 \cdot \sin(\omega t + 1,348)$$
