

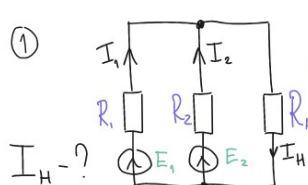
Seminar 2

Теорема Тевенина

Любой двупольник, состоящий из комбинации источников напряжения, источников тока и резисторов, с электр. точки зрения эквивалентен цепи с одним источником напряжения и одним резистором, соединенными последовательно.

Теорема Норттона

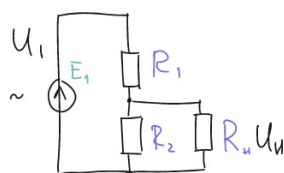
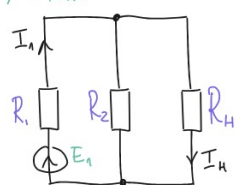
Любой двупольник, состоящий из комбинации источников напряжения, источников тока и резисторов, с электр. точки зрения эквивалентен цепи с одним источником тока и одним резистором, соединенными параллельно и подключенными к нагрузке.



Метод наложения - метод, основанный на предположении, что эл. ток в каждой ветви при всех включенных генераторах равен сумме токов в этой же ветви, полученных при включении каждого генератора по отдельности.

miro

а) Откл. E_2 :



$$I_{H1} \cdot \left(R_1 + \frac{R_2 R_H}{R_2 + R_H} \right) = E_1$$

$$I_{H1} = \frac{E_1 \cdot (R_2 + R_H)}{R_1 R_2 + R_1 R_H + R_2 R_H} ?$$

• $I_H (R_1 + R_2 \parallel R_H) = U_1$

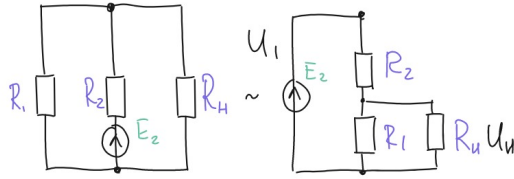
• $I_H (R_2 \parallel R_H) = U_H$

$$k = \frac{U_H}{U_1} \Rightarrow U_H = U_1 \cdot k = U_1 \cdot \frac{\frac{R_2 \cdot R_H}{R_2 + R_H}}{R_1 + \frac{R_2 \cdot R_H}{R_2 + R_H}} = \frac{U_1 \cdot R_2 R_H}{R_1 R_2 + R_1 R_H + R_2 R_H}$$

$$I \cdot R = U \Rightarrow I_{H1} = \frac{U_H}{R_H} = \frac{E_1 \cdot R_2}{R_1 R_2 + R_1 R_H + R_2 R_H}$$

miro

б) Откл. E_1 :



$$I_{H2} = \frac{E_2 R_1}{R_1 R_2 + R_1 R_4 + R_2 R_4}$$

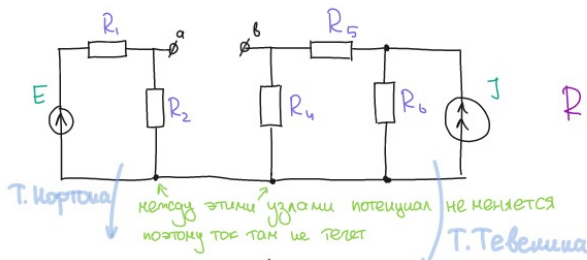
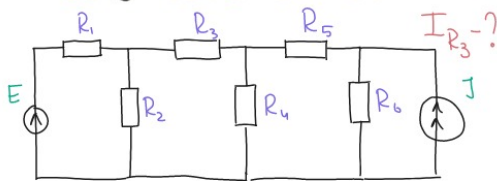
$$I_H = \frac{R_1 E_2 + R_2 E_1}{R_1 R_2 + R_1 R_4 + R_2 R_4}$$

miro

(2)

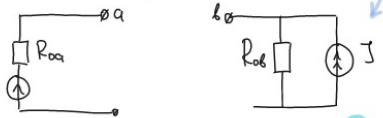
Метод эквивалентного генератора

- 1) Исключить эл-т цепи характеристики которого мы ищем.
- 2) На точках подключения определить разность потенциалов - величина эквивалентной ЭДС
- 3) Относительно этих же точек определить величину сопротивления оставшейся цепи - внутр. сопр. эквивалентного генератора.



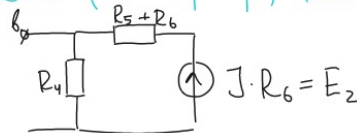
$$R_{ob} = R_4 \parallel (R_5 + R_6) = \frac{R_4 (R_5 + R_6)}{R_4 + R_5 + R_6}$$

$$R_j = 0 \text{ (внутр. сопр.)}$$



J и E взаимозаменяемы. Переход:

ЭДС = (ток генератора) • (его внутр. сопротивление)



$$U_b = \frac{J \cdot R_6 \cdot R_4}{R_4 + R_5 + R_6}$$

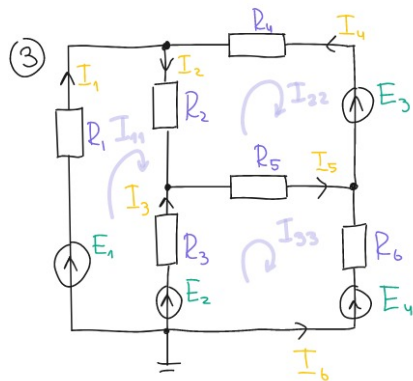
R_1 и R_2 согл. параллельно, значит $R_{oa} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$

$$\frac{U_a}{U_1} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \Rightarrow U_a = \frac{R_2 E}{R_1 + R_2}$$

miro

$$I_{R_3} = \frac{U_a - U_b}{R_3 + R_{0a} + R_{0b}} = \frac{R_2 E_1}{R_1 + R_2} - \frac{J \cdot R_6 \cdot R_4}{R_4 + R_5 + R_6}$$

$$R_3 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + \frac{R_4 (R_5 + R_6)}{R_4 + R_5 + R_6}$$



Метод контурных токов

$$\sum_i (I_{\text{кк}} + I_{\text{нн}}) R_i = \sum_i E_i$$

R_i - сопротивление ветвей контура
 $I_{\text{кк}}$ - ток контура для кт. сст. ур-е
 E_i - ЭДС ветвей контура

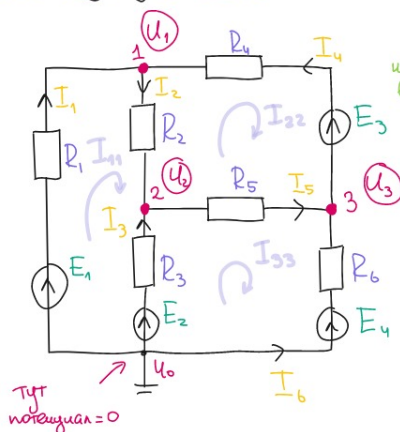
$I_{\text{нн}}$ - токи соседних контуров протекающие через данную ветвь.

$$\begin{cases} I_{11}(R_1 + R_2 + R_3) - I_{22}R_2 - I_{33}R_3 = E_1 - E_2 \\ I_{22}(R_2 + R_4 + R_5) - I_{11}R_2 - I_{33}R_5 = E_3 \\ I_{33}(R_3 + R_5 + R_6) - I_{11}R_3 - I_{22}R_5 = E_2 - E_4 \end{cases}$$

miro

$$\begin{aligned} I_1 &= I_{11} & I_4 &= -I_{22} \\ I_2 &= I_{11} - I_{22} & I_5 &= -I_{22} + I_{33} \\ I_3 &= I_{33} - I_{11} & I_6 &= -I_{33} \end{aligned}$$

Метод узловых потенциалов



1 узел. Закон Кирхгофа: $I_1 - I_2 + I_4 = 0$

начальная точка ветви $\rightarrow 0 - U_1 + E_1$
 конечная точка ветви $\rightarrow U_2 - U_1$
 ЭДС с учетом направления отн. тока $\rightarrow \frac{U_3 - U_1 + E_3}{R_4} = 0$

Аналог: $U_k \sum_i G_i - \sum_i U_i \cdot G = \sum_i E_i \cdot G$

\uparrow проводимость сст. с узлом к.

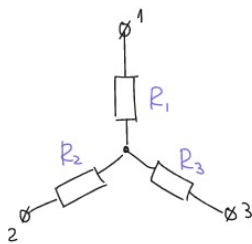
miro

$$U_1 \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_4} \right) - U_2 \cdot \frac{1}{R_2} - U_3 \frac{1}{R_4} = \frac{E_1}{R_1} + \frac{E_3}{R_4}$$

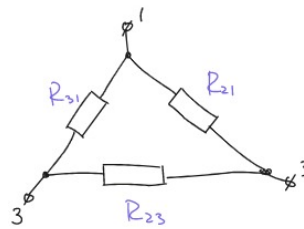
$$U_2 \left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_3} \right) - \frac{U_1}{R_2} - \frac{U_3}{R_5} = \frac{E_2}{R_3}$$

$$U_3 \left(\frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_6} \right) - \frac{U_2}{R_5} - \frac{U_1}{R_4} = - \frac{E_3}{R_4} + \frac{E_4}{R_6}$$

⑤ Преобразование звезда-треугольник



~



Метод узл. пот:

$$1: R_1 + R_2 = \frac{R_{12}(R_{23} + R_{31})}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}$$

$$2: R_2 + R_3 = \frac{R_{23}(R_{31} + R_{12})}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}$$

$$3: R_1 + R_3 = \frac{R_{31}(R_{23} + R_{12})}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}$$

$$R_1 = \frac{R_{12} R_{31}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}$$

$$R_2 = \frac{R_{12} R_{23}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}$$

$$R_3 = \frac{R_{23} R_{31}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}$$

$$R_{12} = R_1 + R_2 + \frac{R_1 R_2}{R_3}$$

$$R_{23} = R_2 + R_3 + \frac{R_2 R_3}{R_1}$$

$$R_{31} = R_3 + R_1 + \frac{R_3 R_1}{R_2}$$