

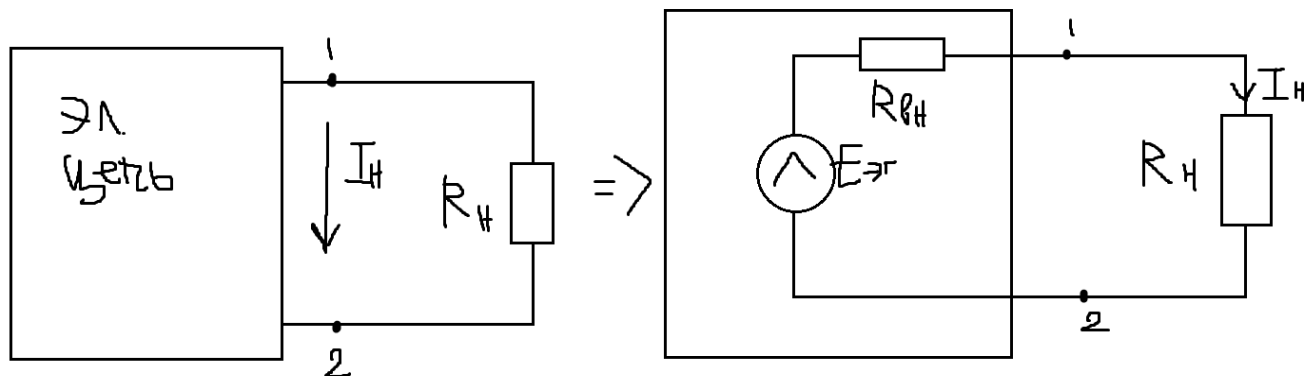
Лекция 3

Метод эквивалентного генератора

Основывается на теореме об эквивалентном генераторе.

Теорема об эквивалентном генераторе: Любую сложную цепь относительно двух произвольно выбранных зажимов можно представить в виде удобного расчетного эквивалента, содержащего ЭДС эквивалентного генератора ($E_{\text{ЭГ}}$) и его внутреннее сопротивление ($R_{\text{вн}}$).

Метод используется для определения тока в одной ветви при изменении ее параметра.



$$I_n = E_{\text{ЭГ}} / (R_{\text{вн}} + R_n) \quad (R_n - \text{сопротивление нагрузки})$$

Экспериментально:

- 1) Отключить R_n
- 2) К 1 и 2 подключить вольтметр, $V_{12} = E_{\text{ЭГ}}$
- 3) К 1 и 2 подключить амперметр; $I_{\text{кз}}$; $R_{\text{вн}} = E_{\text{ЭГ}} / I_{\text{кз}}$; //кз – короткого замыкания
- 4) $I_n = E_{\text{ЭГ}} / (R_{\text{вн}} + R_n)$

Расчетным путем:

- 1) Отключить R_n или разрываем ветвь где требуется определить ток (и рассматривать далее схему без этого участка)
- 2) Рассматриваем по правилу Кирхгофа напряжение на зажимах 1 и 2 (напряжение холостого хода (далее – $U_{\text{хх}}$))

$U_{12} = U_{\text{хх}} = E_{\text{ЭГ}}$. Это и будет ЭДС эквивалентного генератора.

Как определять $U_{\text{хх}}$ - использовать формулировку ниже:

Выбираем контур, куда входит $U_{\text{хх}}$ и записываем уравнение по 2 правилу Кирхгофа, предполагая $U_{\text{хх}}$ падением напряжения (записывать с левой стороны вместе с падениями напряжений на других элементах этого контура). Далее определяем недостающие значения токов для схемы полученной в п.1 любыми известными способами.

- 3) Определить $R_{\text{вн}}$ по следующему правилу:

Заворачиваем в ветвях источники ЭДС, размыкаем ветви с источниками тока и находим сопротивление цепи относительно зажимов 1 и 2, которое равно $R_{вн}$.

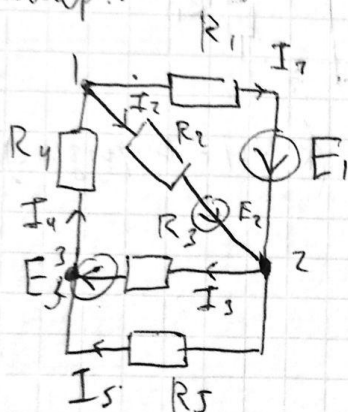
$$R_{12} = R_{вн}$$

4) Определяем ток по формуле: $I = E_{\Sigma} / (R_{вн} + R_H)$

Также можно определить параметры эквивалентного генератора методом эквивалентных преобразований. Используя эквивалентные преобразования приводим цепь к одному сопротивлению и одному сопротивлению относительно искомой ветви.

Решим задачу сначала расчётным путём.

пример:



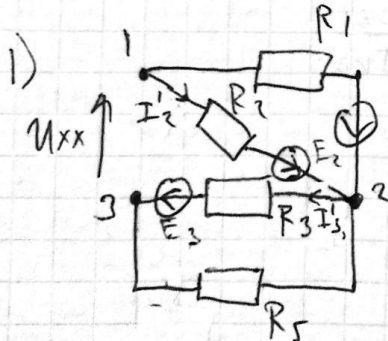
$$E_1 = 10 \text{ В}, E_2 = 20 \text{ В}, E_3 = 5 \text{ В}$$

$$R_1 = R_5 = 20 \text{ м}$$

$$R_2 = R_3 = 30 \text{ м}$$

$$R_4 = 10 \text{ м}$$

$$I_4 = ?$$



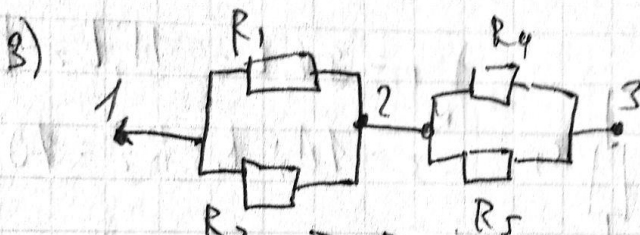
2) у трех R_2, E_2, R_3, E_3 с замк. ун-е по 2 пр. куче.

$$I_2 R_2 + I_3 R_3 + U_{xx} = E_2 + E_3$$

$$U_{xx} = E_2 + E_3 - I_2' R_2 - I_3' R_3$$

$$I_2' = \frac{E_2 - E_1}{R_1 + R_2} = 2 \text{ А}; I_3' = \frac{E_3}{R_3 + R_5} = 1 \text{ А}$$

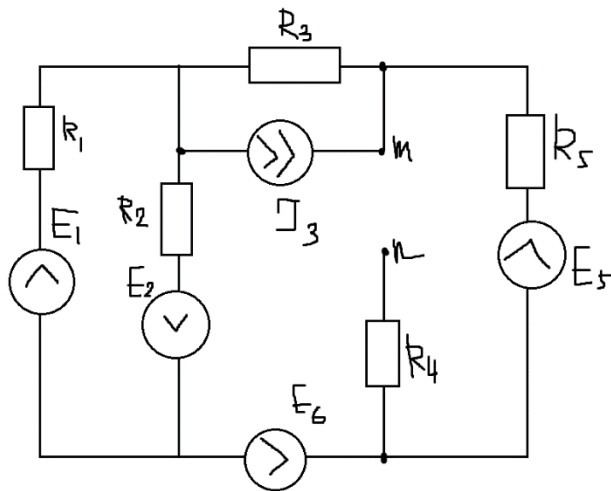
$$U_{xx} = 16 \text{ В}; E_{\Sigma} = 16 \text{ В}$$



$$R_{13} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} + \frac{R_4 \cdot R_5}{R_4 + R_5} = 240 \text{ м} = R_{вн}$$

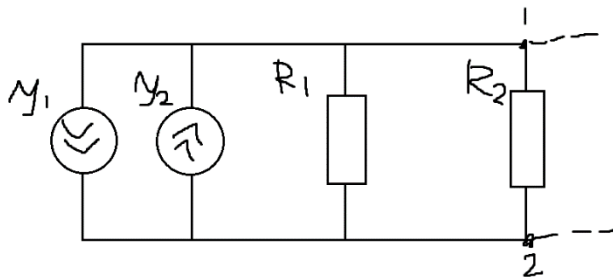
$$4) I_4 = \frac{E_{\Sigma}}{R_{вн} + R_H} = \frac{16}{240 + 1} \approx 4,7 \text{ А}$$

Определение эквивалентных параметров методом эквивалентных преобразований



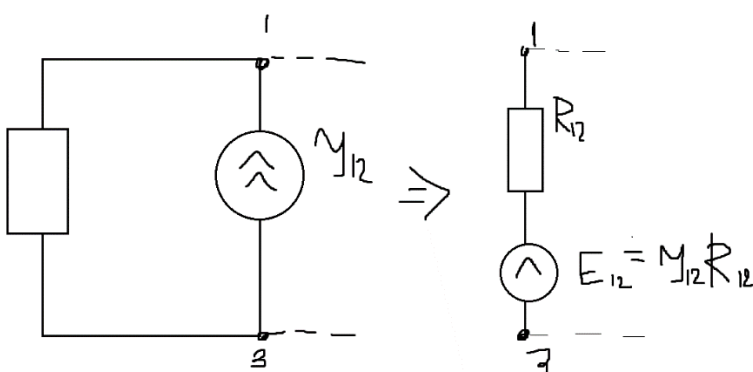
$E_1 = 3 \text{ В}, E_2 = 1 \text{ В}, E_5 = E_6 = 2 \text{ В}$
 $J_3 = 1 \text{ А}, R_1 = R_2 = 1 \text{ Ом}$
 $R_3 = 2 \text{ Ом}, R_4 = R_5 = 3 \text{ Ом}$
 $E_{\text{ЭГ}}, R_{\text{ВН}} - ?$

Используя преобразование источника ЭДС в источник тока получим эквивалентный участок относительно точек 1 и 2.

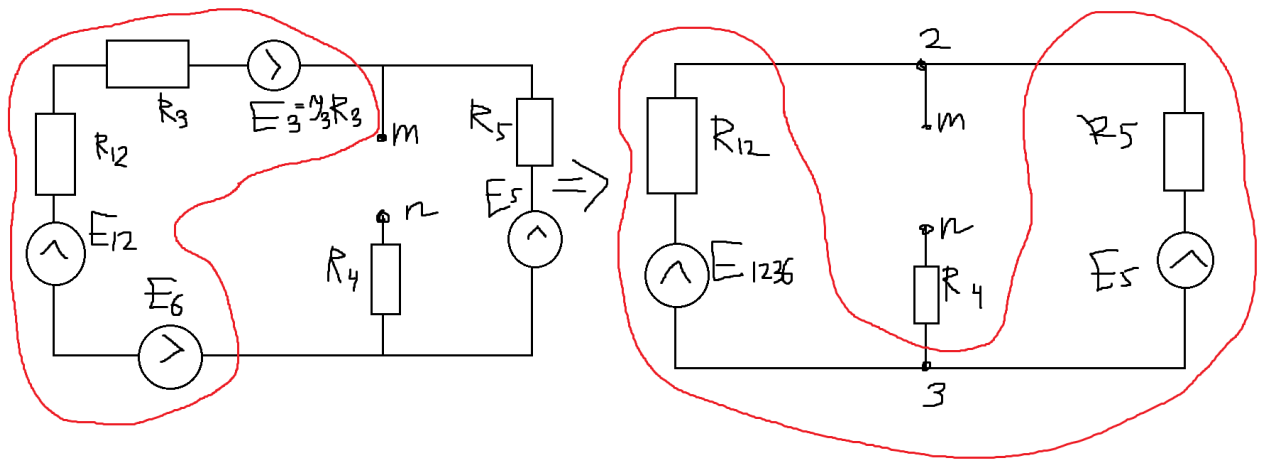


Формулы для определения значений в этой схеме:

$$\begin{aligned}
 J_1 &= E_2/R_2; J_1 = E_1/R_1 \\
 J_{12} &= -E_2/R_2 + E_1/R_1; \\
 R_{12} &= R_1 R_2 / (R_1 + R_2)
 \end{aligned}$$



Используя преобразование источника тока в источника ЭДС получим эквивалентный участок относительно точек 1 и 2.



$$E_{1236} = E_{12} + E_3 - E_6; \quad R_{123} = R_{12} + R_3$$

