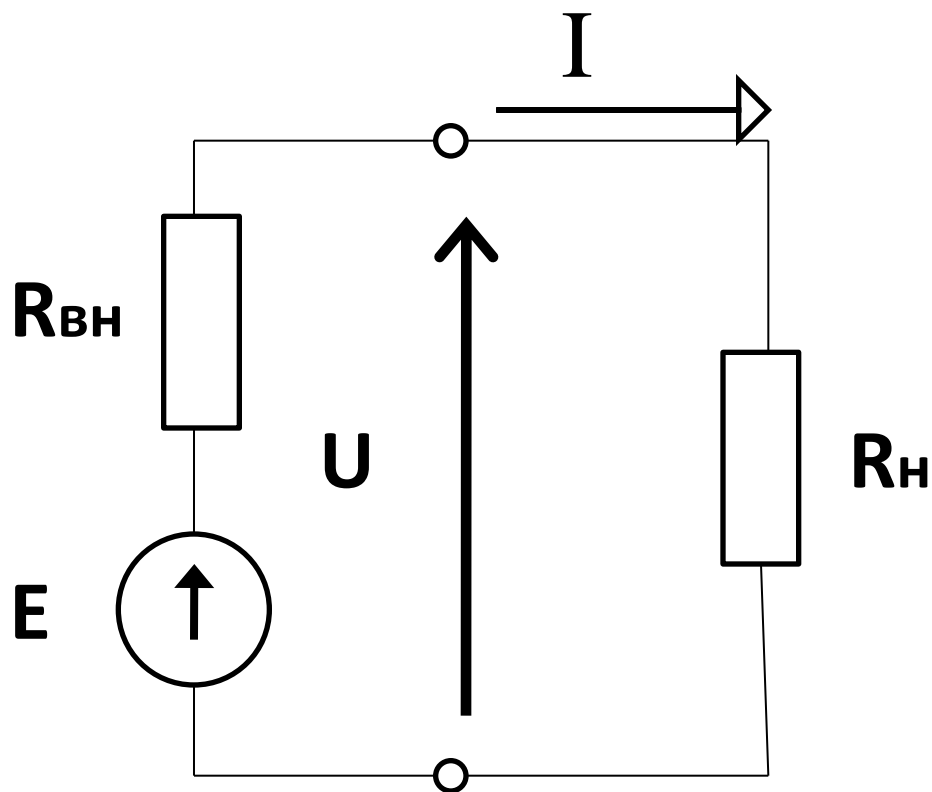


Лекция 2

**Режимы работы источника. Законы
Кирхгофа. Метода анализа
эквивалентными преобразованиями.**

Параграф 1.4,1.6-1.9 учебника

Лекция №2 Режимы работы источников



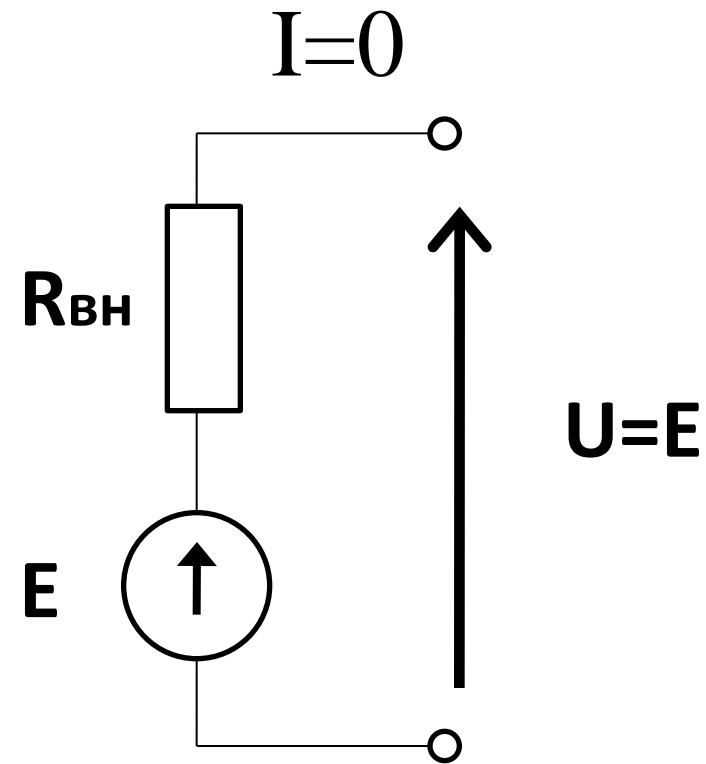
$$U = E - R_{вн}I$$

Лекция №2 Режимы работы источников

Режимом холостого хода (х.х.)

называют режим работы источника, когда сопротивление нагрузки равняется бесконечности, а ток в ней равен нулю. Напряжение на выходе источника в этом режиме равно ЭДС.

$$U = E - R_{\text{вн}} I \quad I_{\text{хх}} \rightarrow 0 \quad U_{\text{хх}} = E$$

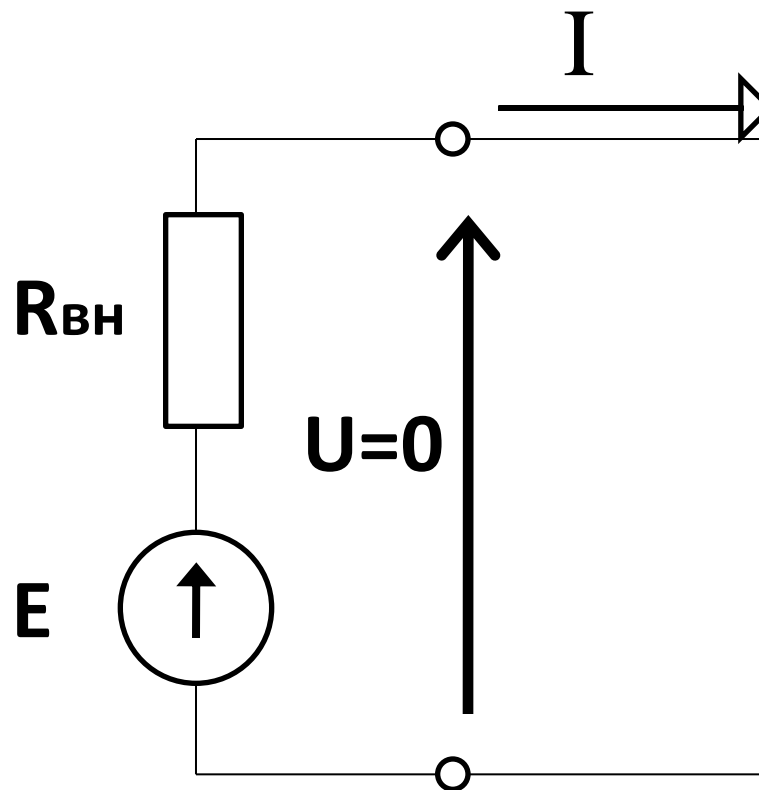


Режимом короткого замыкания (к.з.) называют режим работы источника, когда сопротивление нагрузки равно нулю, а ток стремится к максимальному (ограничен только внутренним сопротивлением источника). Напряжение на выходе источника в этом случае равно нулю.

$$U = E - R_{\text{ВН}} I \quad I_{\text{КЗ}} \rightarrow I_{\text{МАХ}} \quad U_{\text{КЗ}} = 0$$

$$I_{\text{КЗ}} = J = E G_{\text{ВН}}$$

Лекция №2 Режимы работы источников



Лекция №2 Режимы работы источников

$$I = \frac{E}{R_{\text{ВН}} + R_{\text{Н}}}$$

$$P = R_{\text{Н}} I^2 = \frac{R_{\text{Н}} E^2}{(R_{\text{ВН}} + R_{\text{Н}})^2}$$

Лекция №2 Режимы работы источников

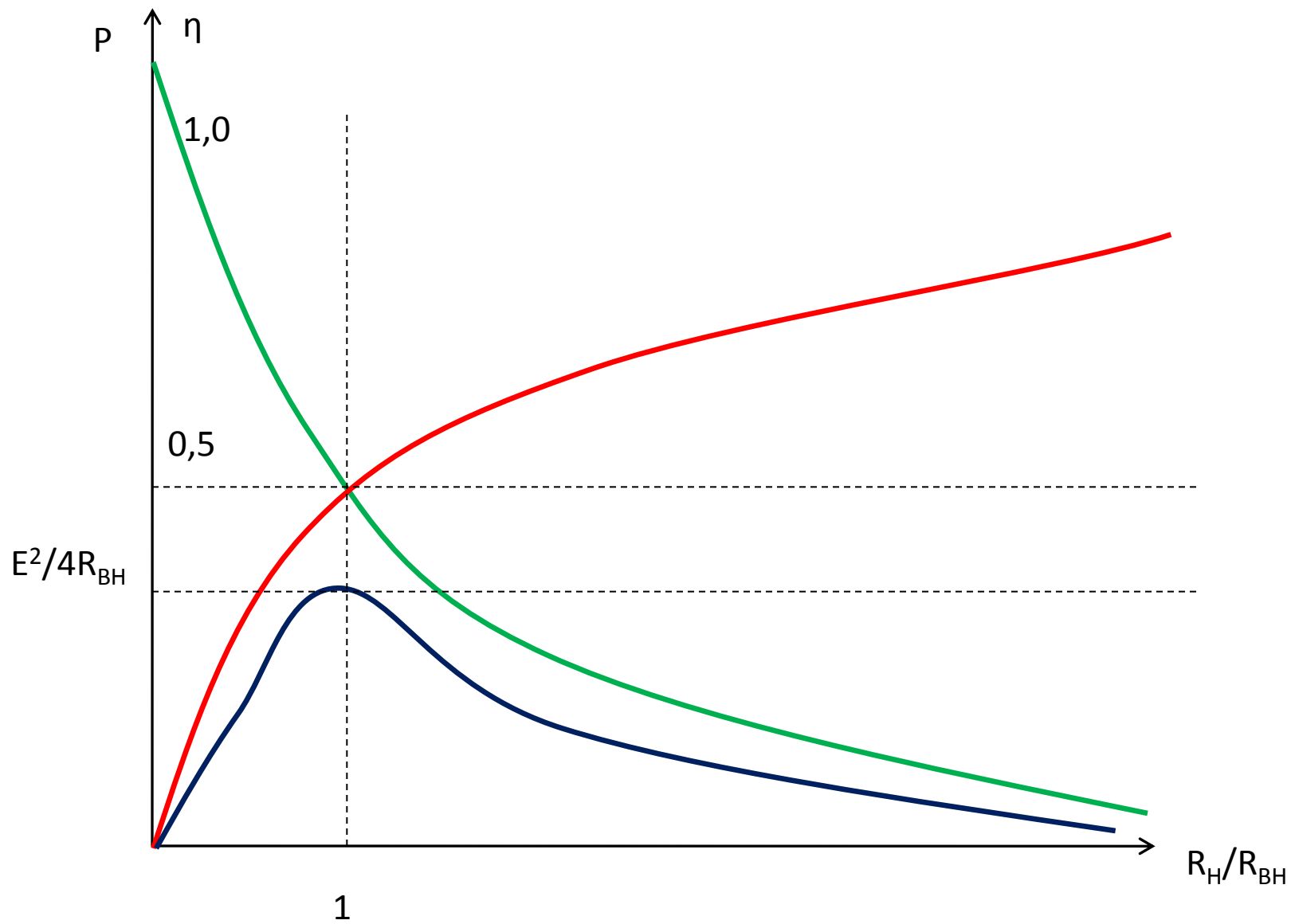
Согласованным режимом работы называют режим, обеспечивающий максимальную передачу активной мощности от источника питания к потребителю.

$$R_{ВН} = R_{Н}$$

Мощность получаемая нагрузкой в согласованном режиме

$$P = \frac{E^2}{4R_{ВН}}$$

Лекция №2 Режимы работы источников



Номинальный режим

Номинальным режимом работы источников и приемников электрической энергии называют режим, токи и напряжения при котором соответствуют расчетным, рекомендуемым производителем.

Как правило такие режимы характеризуются $R_{вн} \ll R_{н}$ а КПД источника близок к единице.

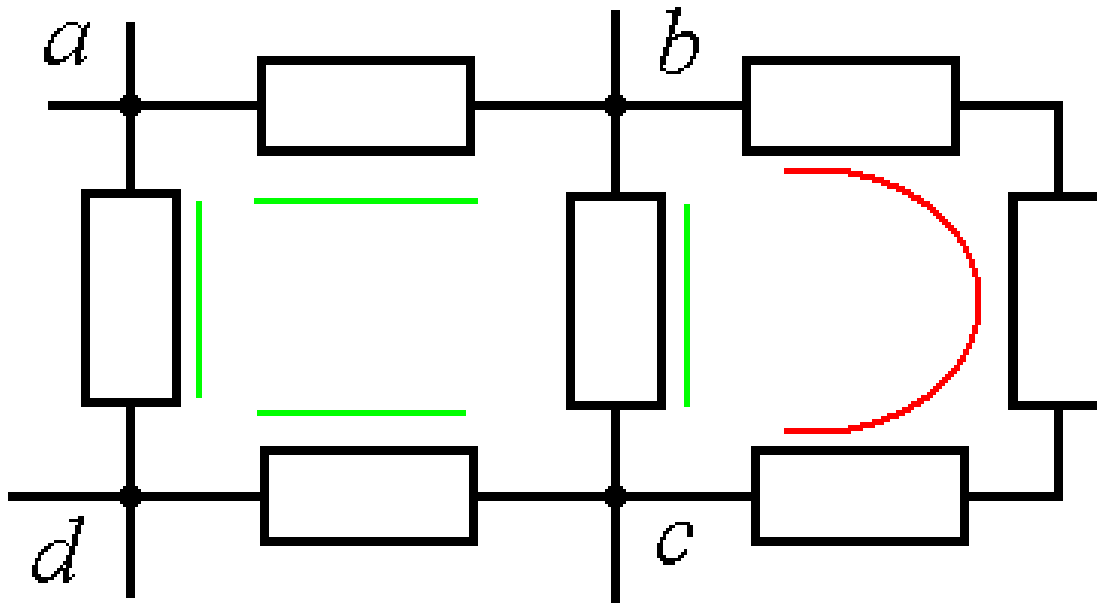
Лекция №2 Топология цепи

Двухполюсник – участок электрической цепи, имеющий два полюса (два зажима).



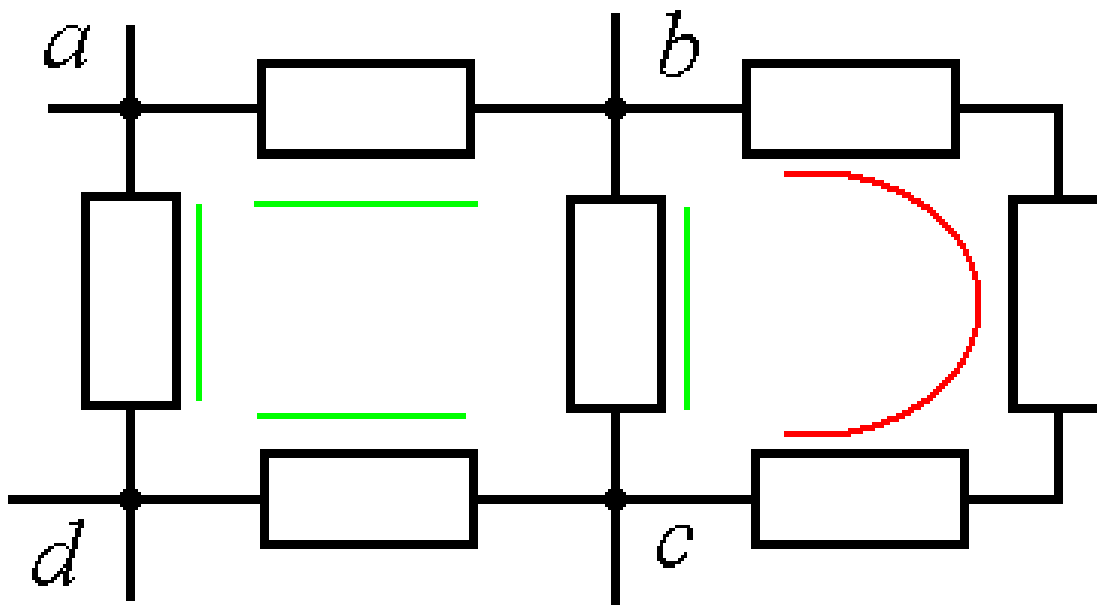
Лекция №2 Топология цепи

Ветвь – участок электрической цепи с одинаковым током.



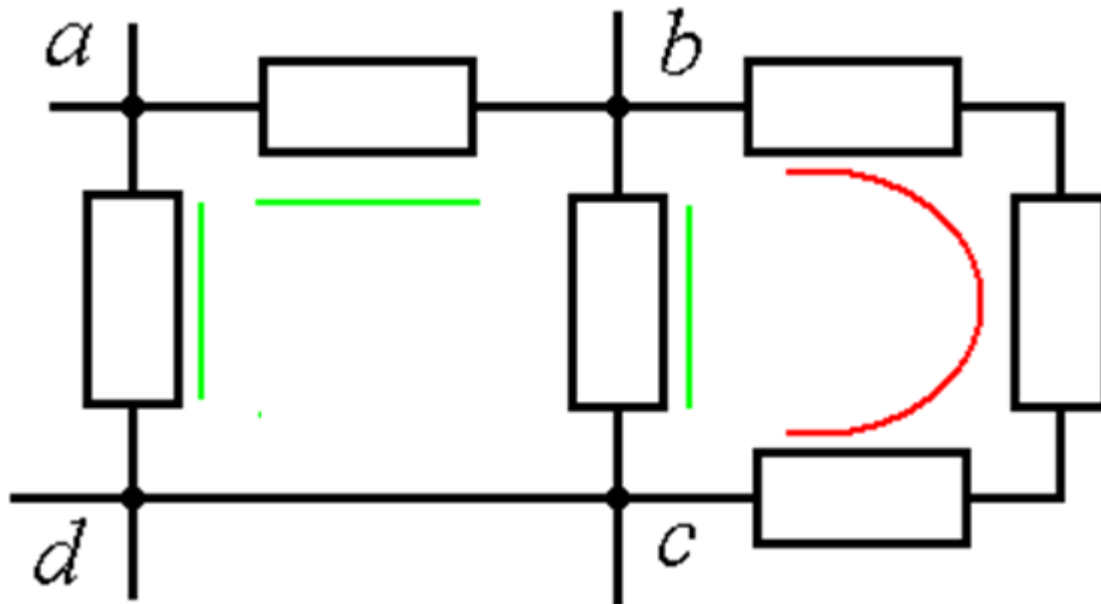
Лекция №2 Топология цепи

Узел- место соединения трех и более ветвей.



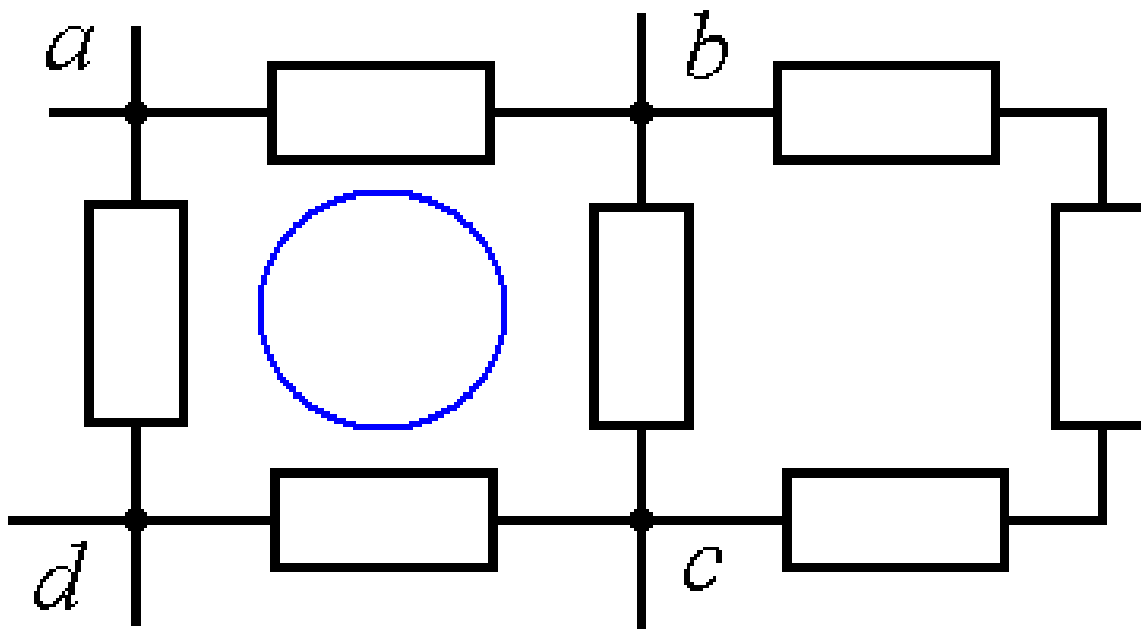
Лекция №2 Топология цепи

Различают потенциальные узлы, потенциалы которых различаются, и геометрические, потенциалы которых могут совпадать. В электротехнических расчетах учитывают только потенциальные узлы.

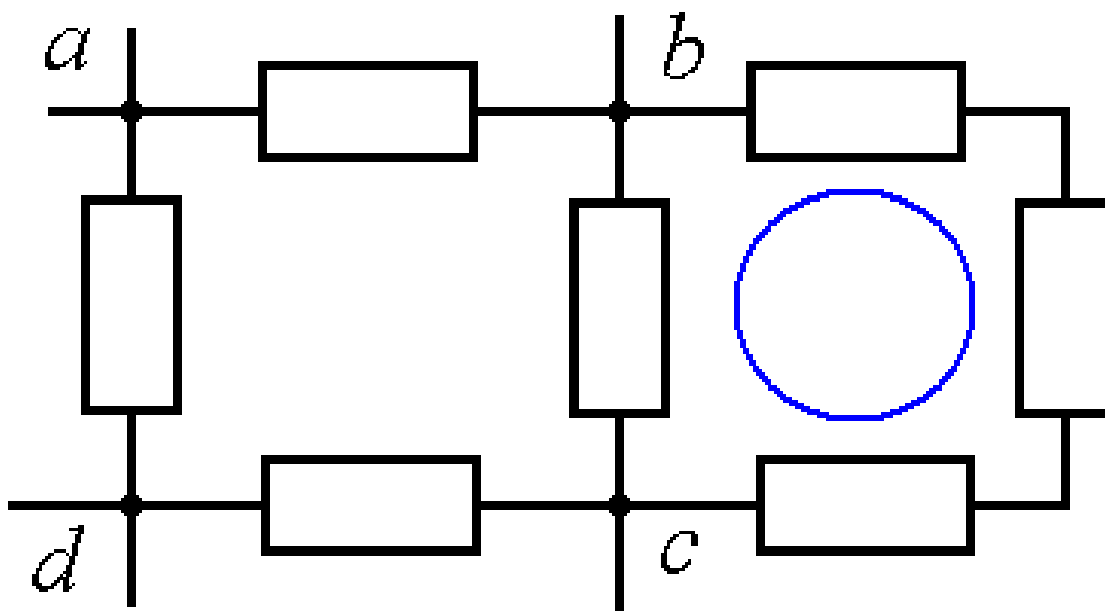


Лекция №2 Топология цепи

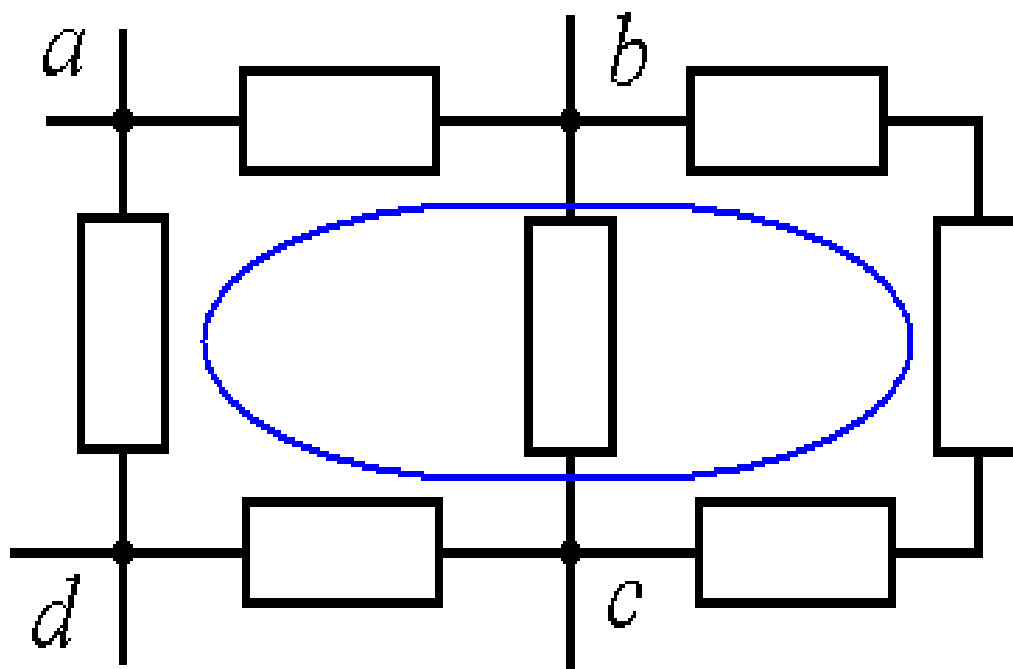
Контур - замкнутый участок электрической цепи.



Лекция №2 Топология цепи



Лекция №2 Топология цепи



Первый закон Кирхгофа

Алгебраическая сумма токов в узле равна нулю.

$$\sum_{i=1}^n I_i = 0$$

Токи, втекающие в узел берутся со знаком “+”, токи вытекающие из него со знаком “-”.

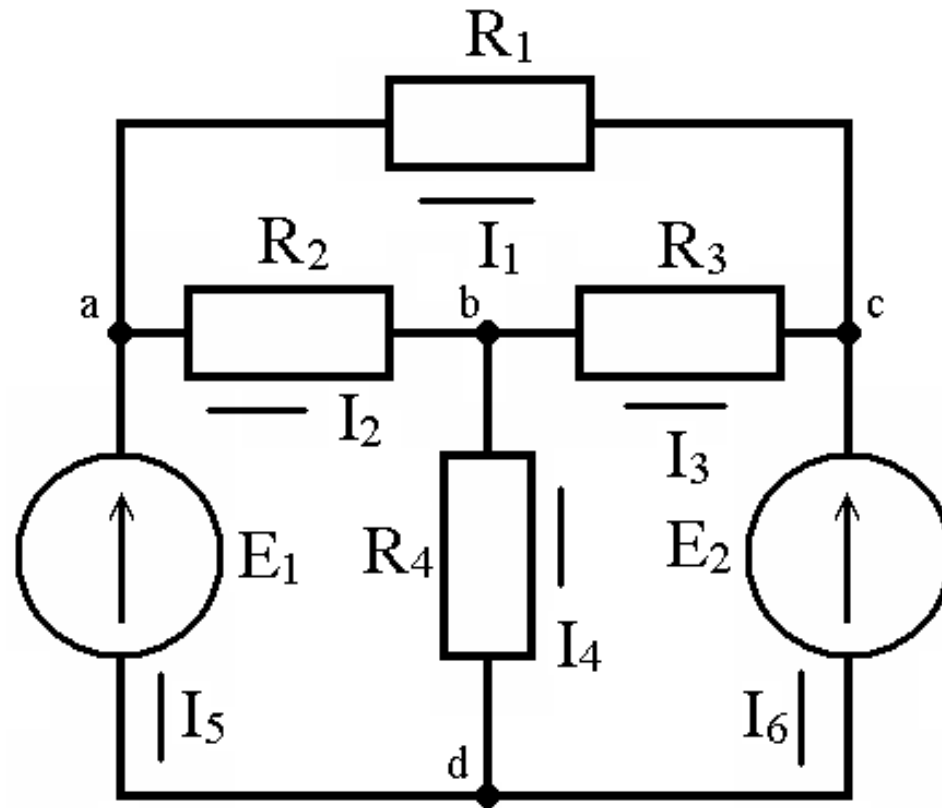
Второй закон Кирхгофа

Алгебраическая сумма падений напряжений в замкнутом контуре равна алгебраической сумме ЭДС этого же контура.

$$\sum_{i=1}^k U_i = \sum_{j=1}^m E_j$$

Метод анализа электрической цепи на основе законов Кирхгофа

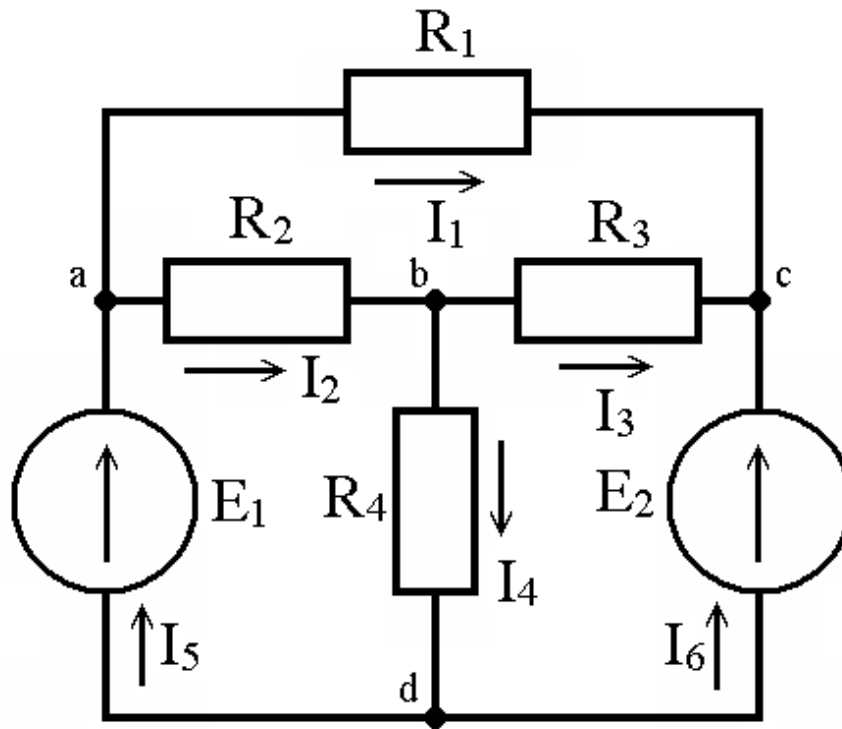
Задача анализа цепи заключается в нахождении тока во всех ветвях.



Лекция №2 Законы Кирхгофа

Для составления уравнений по первому закону необходимо задать направление токов в ветвях. Направление токов в ветвях задается произвольно. Число уравнений равно $n-1$, где n – число потенциальных узлов.

Лекция №2 Законы Кирхгофа



Узел а) $I_5 - I_2 - I_1 = 0$

Узел б) $I_2 - I_3 - I_4 = 0$

Узел с) $I_1 + I_3 + I_6 = 0$

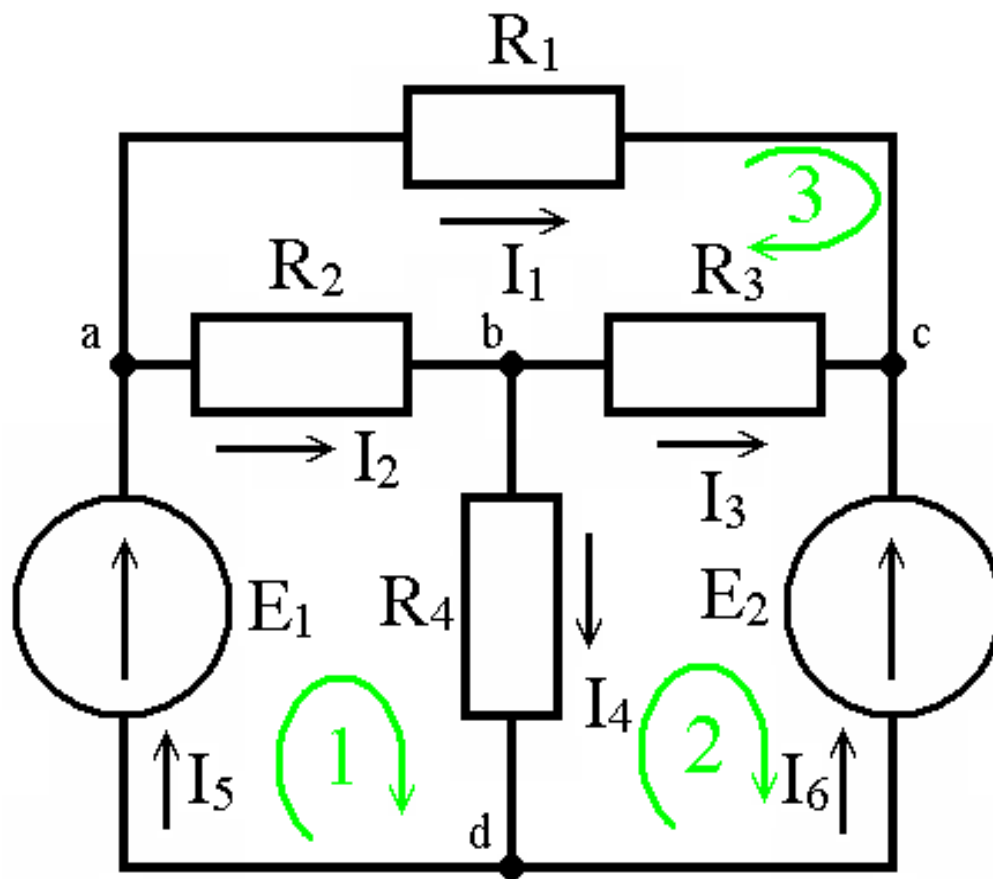
Лекция №2 Законы Кирхгофа

Независимым контуром называется такой контур, в составе которого есть хотя бы одна ранее не описанная ветвь.

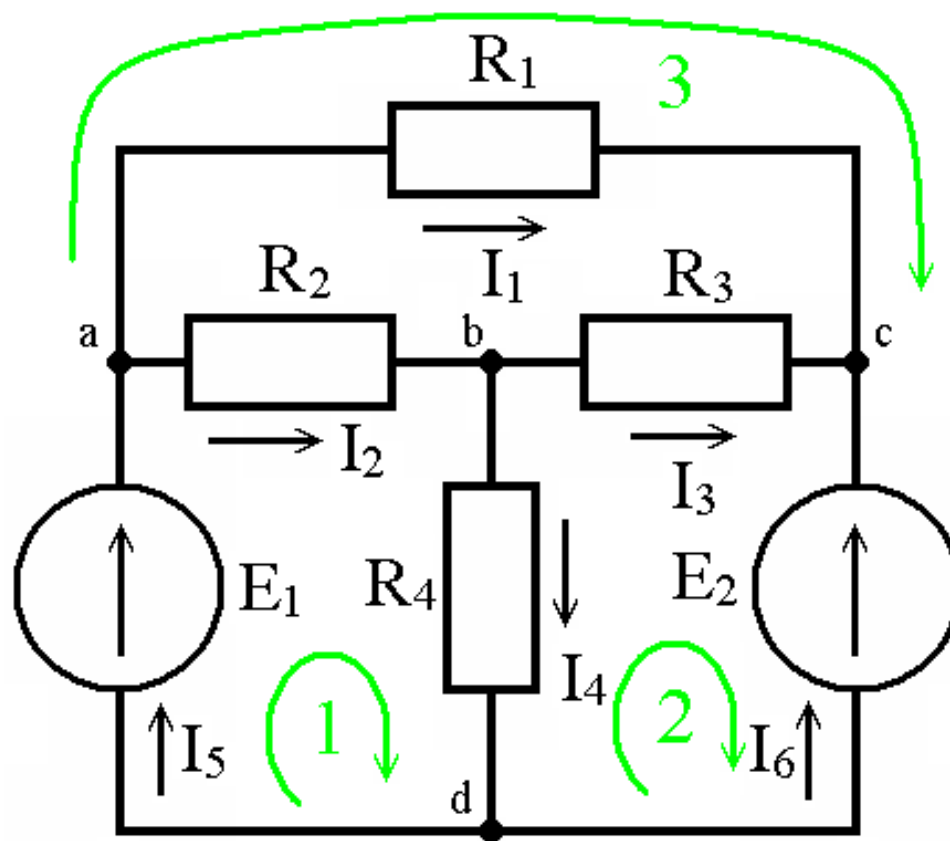
Число независимых контуров равно числу ветвей минус число узлов плюс единица ($k=m-n+1$).

Для выбора знака необходимо задать направление обхода контура.

Лекция №2 Законы Кирхгофа



Лекция №2 Законы Кирхгофа



Лекция №2 Законы Кирхгофа

Первый контур

$$U_{R_2} + U_{R_4} = E_1$$

Второй контур

$$-U_{R_4} + U_{R_3} = -E_2$$

Третий контур

$$U_{R1} = E_1 - E_2$$

Лекция №2 Законы Кирхгофа

$$I_2 \cdot R_2 + I_4 \cdot R_4 = E_1$$

$$-I_4 \cdot R_4 + I_3 \cdot R_3 = -E_2$$

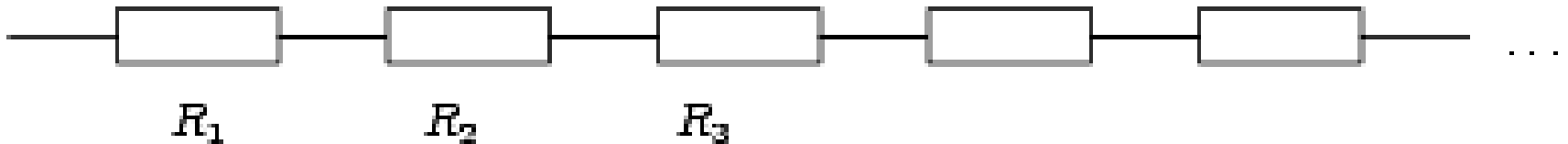
$$I_1 \cdot R_1 = E_1 - E_2$$

$$I_5 - I_1 - I_2 = 0$$

$$I_2 - I_3 - I_4 = 0$$

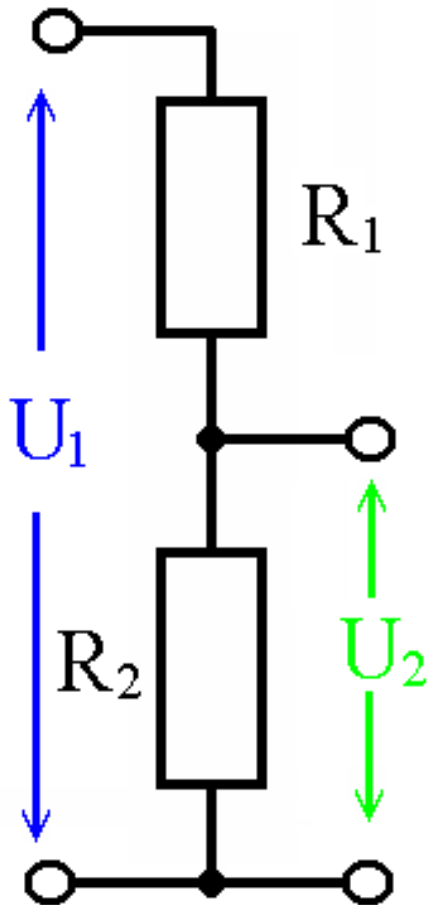
$$I_1 + I_3 + I_6 = 0$$

Последовательное включение сопротивлений



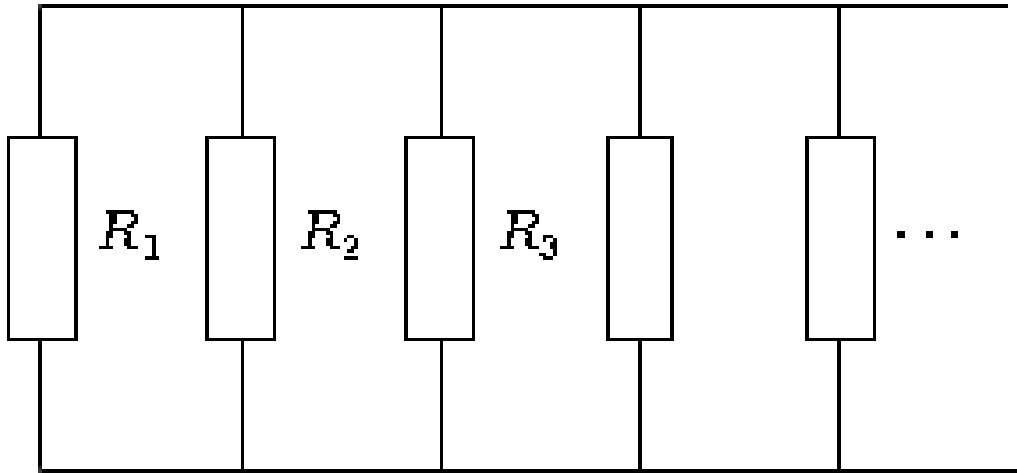
$$R_{\Sigma} = \sum R_i$$

Делитель напряжения



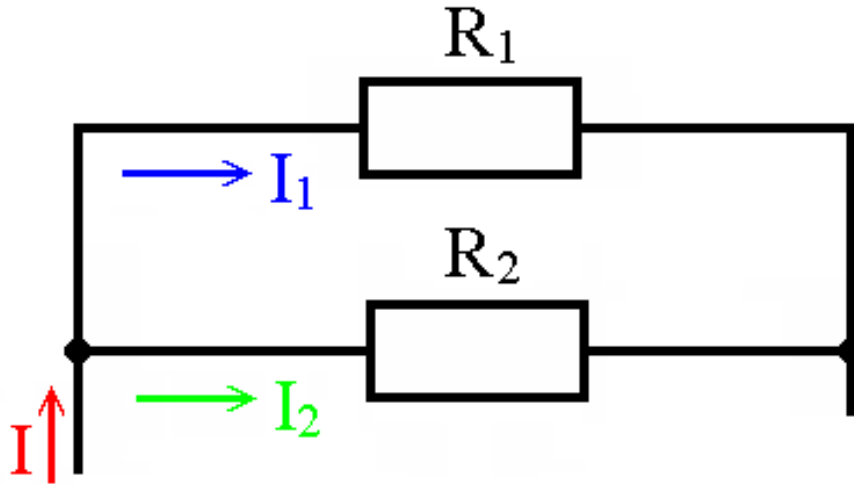
$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Параллельное соединение сопротивлений



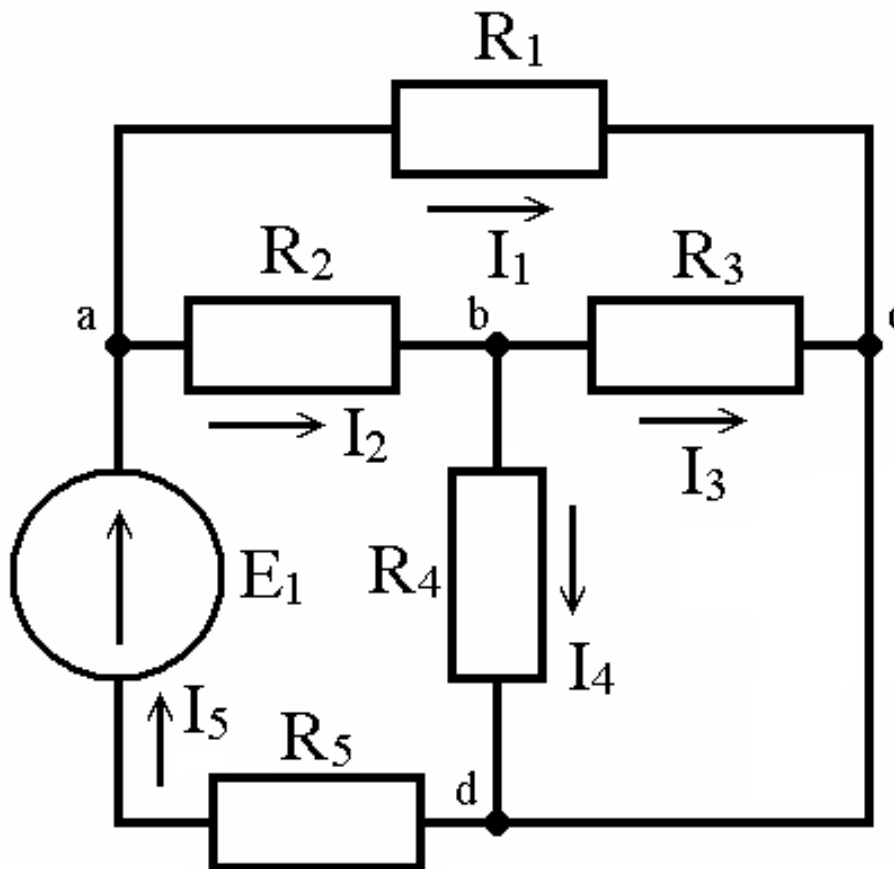
$$G_{\Sigma} = \sum G_i \quad \frac{1}{R_{\Sigma}} = \sum \frac{1}{R_i} \quad R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

Делитель тока



$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{R_1}{R_2}$$

Анализ электрической цепи с одним источником ЭДС на основе эквивалентного преобразования

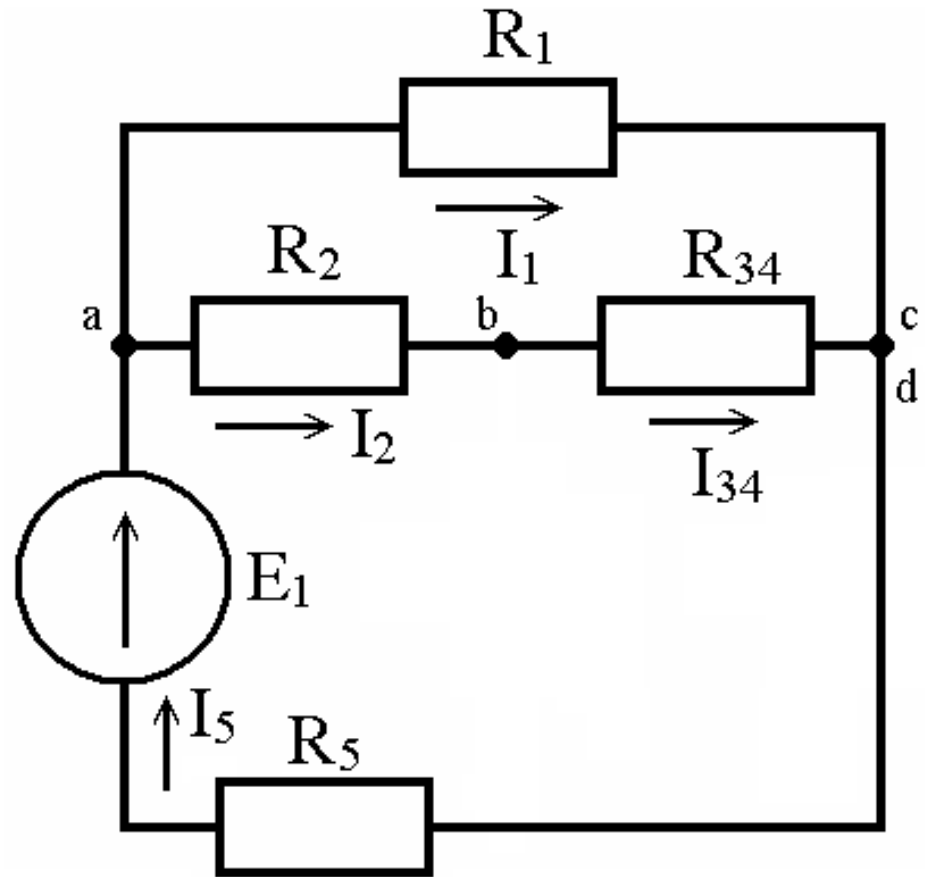


Лекция №2 Эквивалентные преобразования

$$G_{34} = G_3 + G_4$$

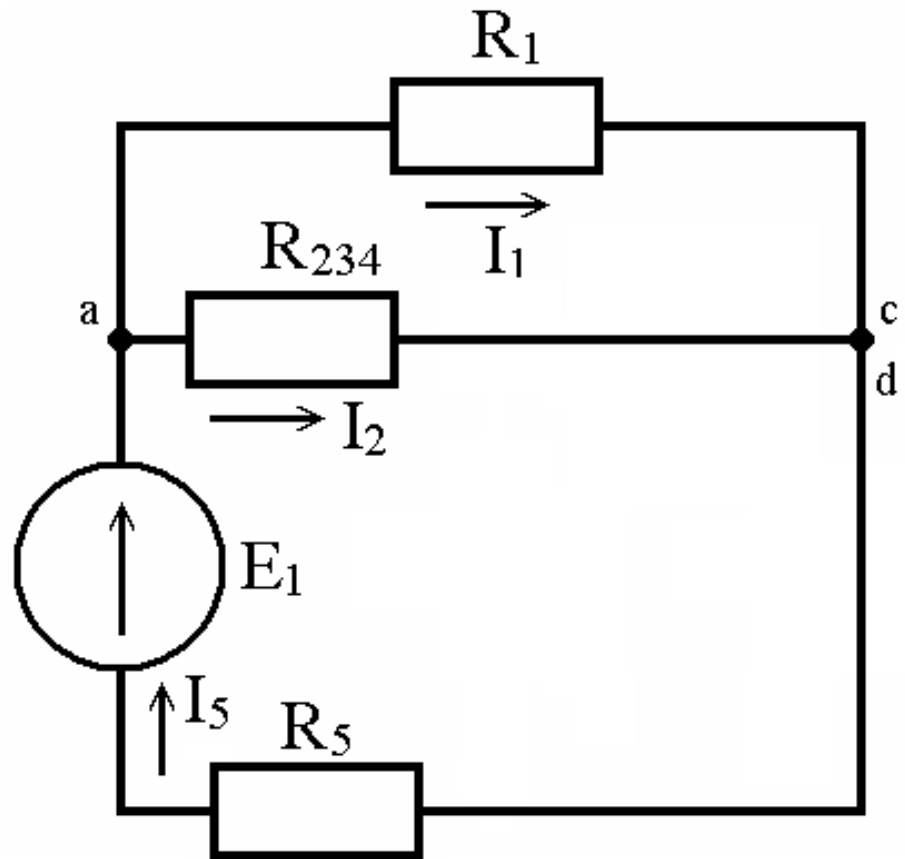
$$\frac{1}{R_{34}} = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}$$

$$R_{34} = \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4}$$



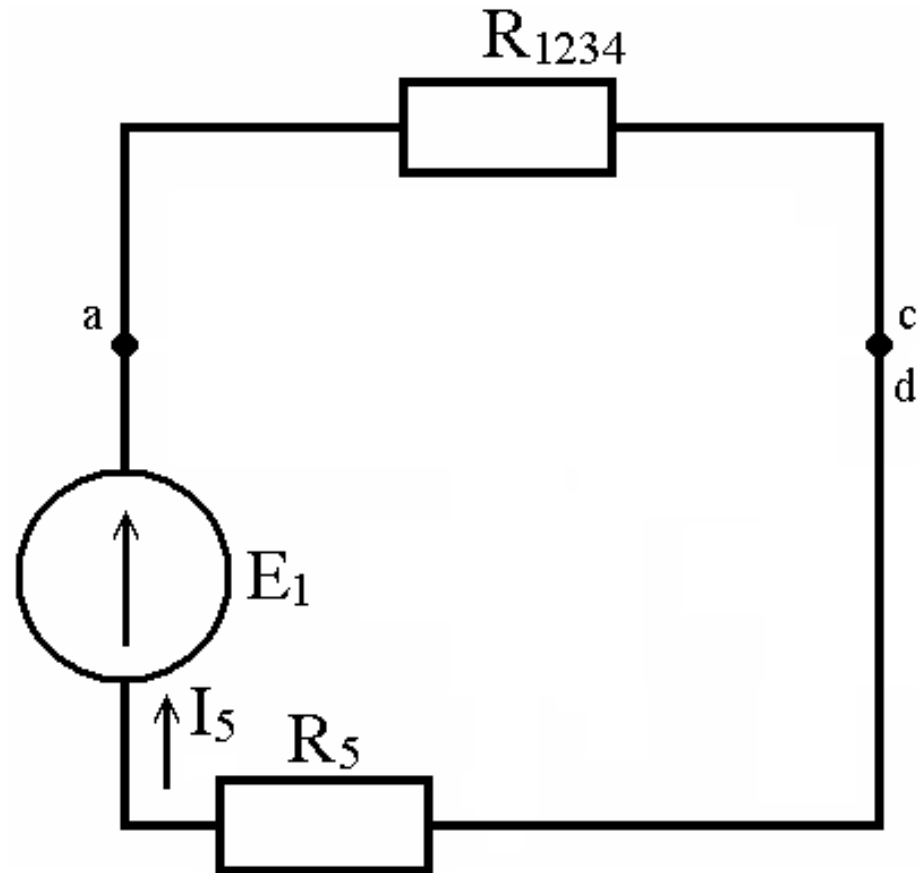
Лекция №2 Эквивалентные преобразования

$$R_{234} = R_2 + R_{34}$$



Лекция №2 Эквивалентные преобразования

$$R_{1234} = \frac{R_1 \cdot R_{234}}{R_1 + R_{234}}$$



Лекция №2 Эквивалентные преобразования

$$I_5 = \frac{E_1}{R_{1234} + R_5}$$

$$I_1 = \frac{I_5 \cdot \frac{1}{R_1}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_{234}}}$$

$$I_{234} = I_5 - I_1$$

$$I_2 = I_{234}$$

$$I_{34} = I_2$$

$$I_3 = \frac{I_{34} \cdot \frac{1}{R_3}}{\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}}$$

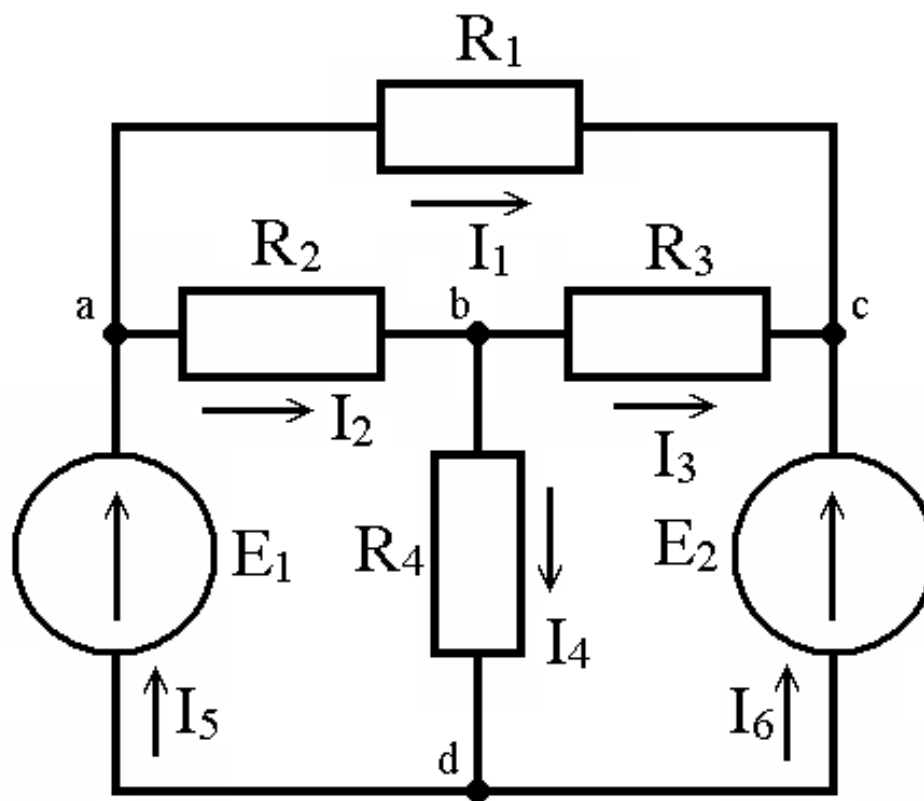
$$I_4 = I_{34} - I_3$$

Метод суперпозиции

Поочередно, выключая все источники кроме одного, проводят анализ электрической цепи и определяют токи от каждого источника. А затем результирующий ток определяют в виде суммы токов от каждого источника.

При отключении источника учитываем, что сопротивление идеального источника ЭДС равно 0, а идеального источника тока ∞

Лекция №2 Принцип суперпозиции

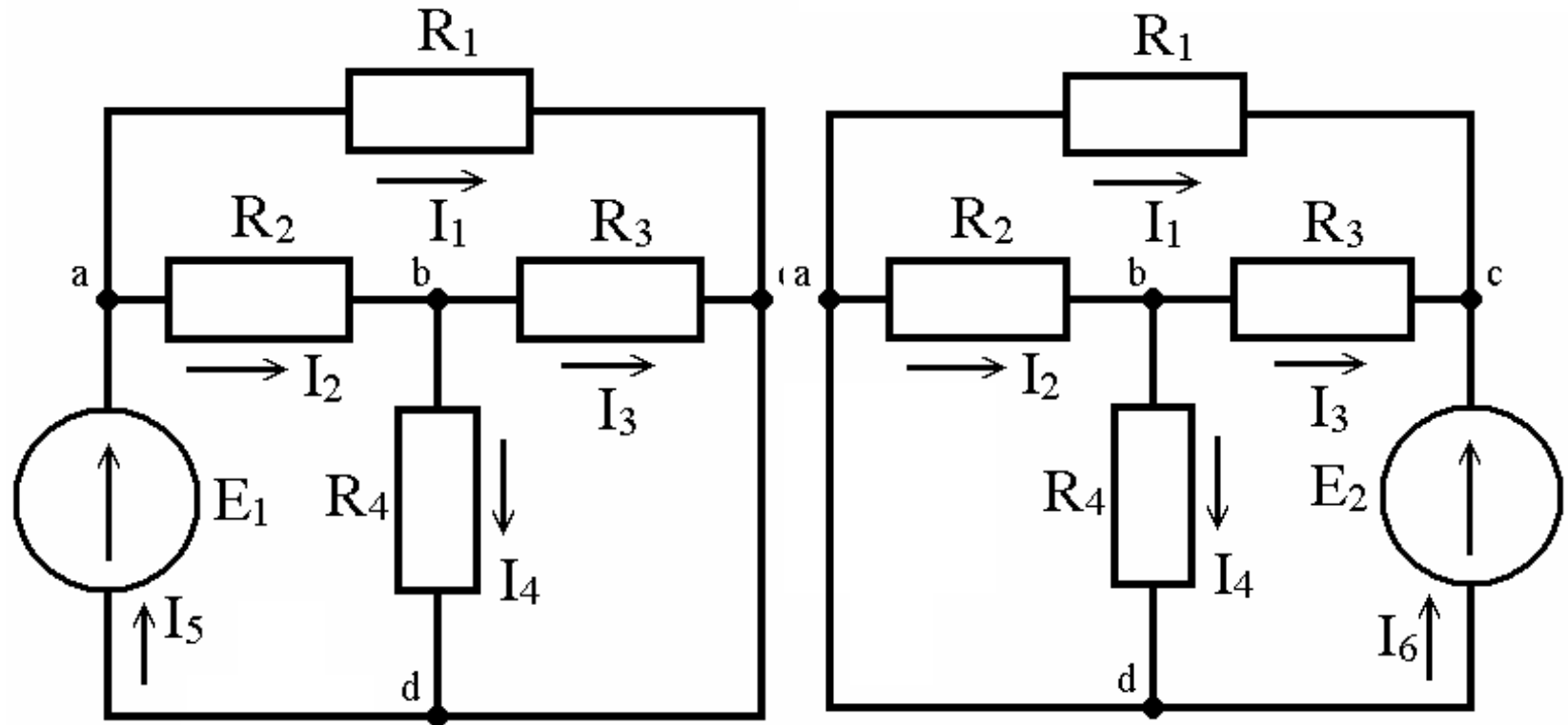


Лекция №2 Принцип суперпозиции

Выключили все источники кроме первого. Находим все токи с дополнительным индексом «1».

Затем выключаем все источники, кроме второго.

Находим все токи с дополнительным индексом «2» и т.д.



Лекция №2 Принцип суперпозиции

$$I_1 = I_{1_1} + I_{1_2};$$

$$I_2 = I_{2_1} + I_{2_2};$$

$$I_k = \sum_{i=1}^n I_{k_i};$$

где n – число источников
в цепи.

Недостаток метода

Применим только к линейным приемниками

Лекция 2

**Режимы работы источника. Законы
Кирхгофа. Метода анализа
эквивалентными преобразованиями.**

Параграф 1.4,1.6-1.9 учебника