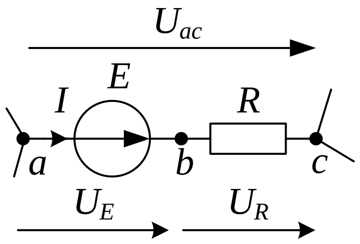
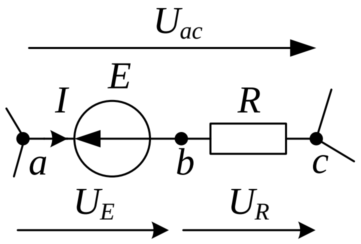
2.3.029. Рассмотрим два случая:



Р.2.3.018



Р.2.3.019

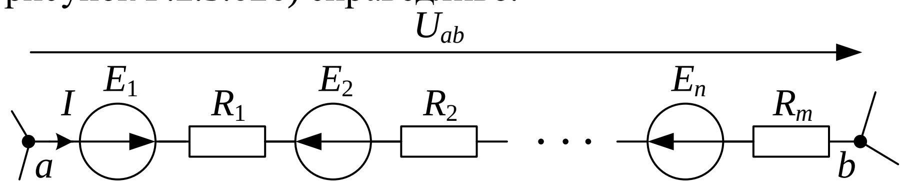
$$U_{ac} = \varphi_a - \varphi_c \qquad (Ф.2.3.021)$$

тогда

(Ф.2.3.022)

(Ф.2.3.023)

2.3.030. Тогда для произвольной ветви *ab*, содержащей *n* ИИЭДС и *m* сопротивлений (см. рисунок Р.2.3.020) справедливо:



Р.2.3.020

(Ф.2.3.024)

где $R_{ab} = R_1 + R_2 + ... + R_m$ – суммарное сопротивление рассматриваемой ветви

$\varphi_a - \varphi_b = U_{ab}$ – разность потенциалов или напряжение между точками *a* и *b*, **взятые по выбранному направлению тока**

$\sum_a^b E = E_1 - E_2 + ... - E_n$ – алгебраическая сумма ЭДС, действующих на участке между точками *a* и *b*, при этом знак перед значением ЭДС определяется

2.3.031. правилом знаков:

Формула (Ф.2.3.024) представляет собой **закон Ома для участка цепи, содержащего источники ЭДС (обобщенный закон Ома)**. Из него следует, что:

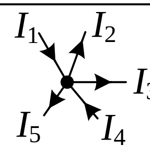
(Ф.2.3.025)

(ср. с п. 1.2.006, стр. 4)

2.3.032. Режим любой электрической цепи произвольной конфигурации полностью определяется законами (правилами) Кирхгофа.

2.3.033. Первый закон Кирхгофа (1ЗК) применяется к узлам и формулируется следующим образом:

Для схемы на Р.2.3.021 1ЗК запишется так:



(Ф.2.3.026)

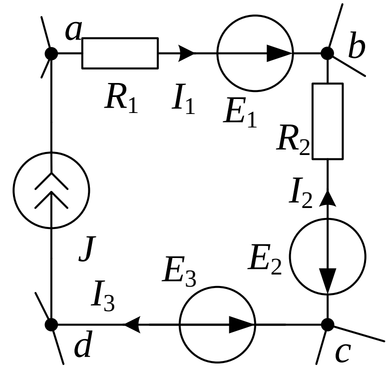
Р.2.3.021

В этом уравнении одинаковые знаки взяты для токов, имеющих одинаковые положительные направления относительно узла: втекающие в узел токи приняты положительными, а вытекающие – отрицательными.

2.3.034. Контур –

2.3.035. Второй закон Кирхгофа (2ЗК) применяется к контурам и формулируется следующим образом:

Вне зависимости от формулировки положительные знаки принимаются для токов, ЭДС и напряжений, направления которых совпадают с **произвольно** выбранным направлением обхода рассматриваемого контура.



Р.2.3.022

Для схемы на Р.2.3.022 2ЗК (при обходе контура по ходу часовой стрелки) запишется так:

1 формулировка 2ЗК:

(Ф.2.3.027)

2 формулировка 2ЗК:

(Ф.2.3.028)

2.3.036. Расчет и исследование сложных электрических цепей во часто можно упростить путем **эквивалентных преобразований схем**.

2.3.037. Эквивалентные преобразования –

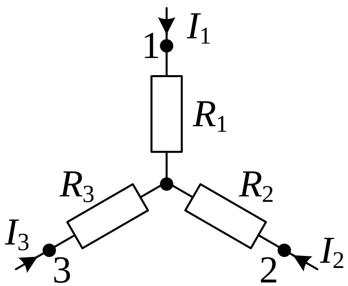
____

____

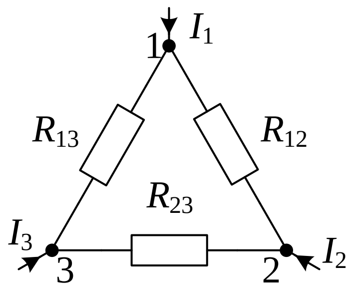
____

____

2.3.038. Преобразование звезды в треугольник и треугольника в звезду



Р.2.3.023



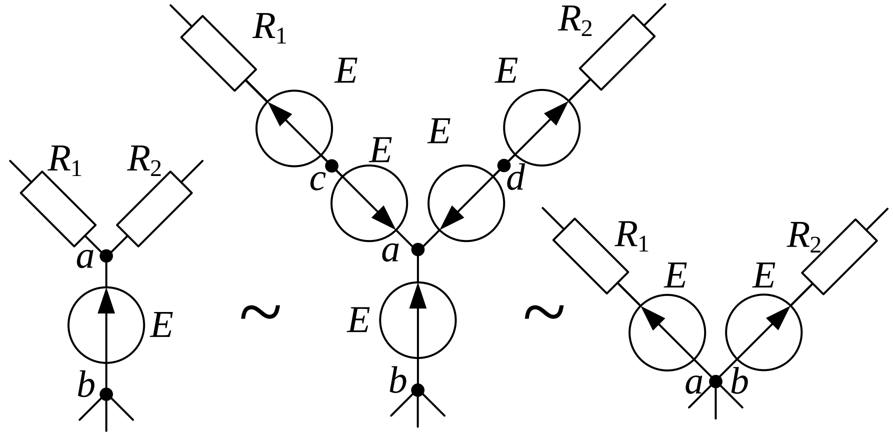
Р.2.3.024

Можно показать, что участки цепи между узлами 1, 2 и 3 на Р.2.3.023 и Р.2.3.024 эквивалентны когда

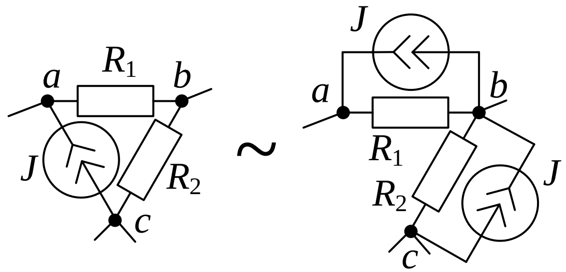
$$\begin{cases} R_1 = \dfrac{R_{12} \cdot R_{13}}{R_{12} + R_{23} + R_{13}}, \\ R_2 = \dfrac{R_{23} \cdot R_{12}}{R_{12} + R_{23} + R_{13}}, \\ R_3 = \dfrac{R_{13} \cdot R_{23}}{R_{12} + R_{23} + R_{13}}. \end{cases} \quad (Ф.2.3.029)$$

$$\begin{cases} R_{12} = R_1 + R_2 + \dfrac{R_1 \cdot R_2}{R_3}, \\ R_{23} = R_2 + R_3 + \dfrac{R_2 \cdot R_3}{R_1}, \\ R_{13} = R_1 + R_3 + \dfrac{R_1 \cdot R_3}{R_2}. \end{cases} \quad (Ф.2.3.030)$$

2.3.039. Перенос источников энергии



Р.2.3.025



Р.2.3.026

2.4 НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА ЦЕПЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА

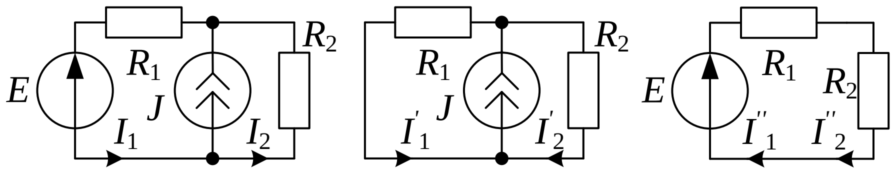
2.4.001. Принцип наложения (принцип суперпозиции):

____

____

При расчете методом наложения поочередно рассчитывают токи, возникающие от действия каждого из источников, мысленно удаляя остальные из схемы, **но оставляя в схеме их внутренние сопротивления**.

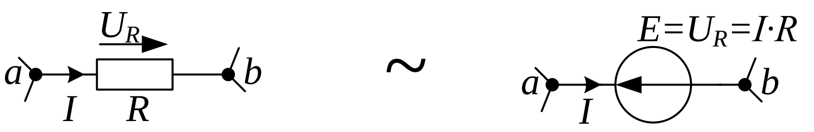
Затем находят токи в ветвях путем **алгебраического** сложения частичных токов.



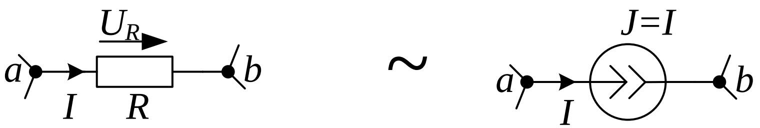
Р.2.4.001

(Ф.2.4.001)

2.4.002. Принцип (теорема) компенсации: в любой электрической цепи без изменения токораспределения сопротивление можно заменить:



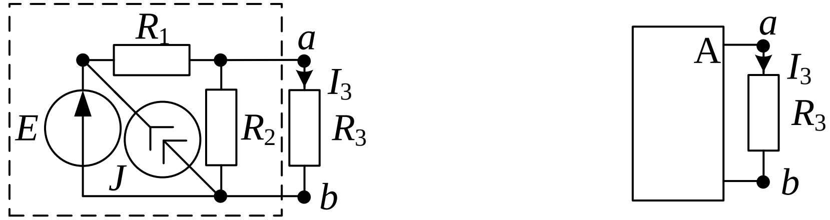
Р.2.4.002



Р.2.4.003

2.4.003. В любой электрической схеме можно мысленно выделить какую-то одну ветвь, а всю остальную часть схемы условно изобразить прямоугольником. По отношению к выделенной ветви вся схема, обозначенная прямоугольником, представляет собой двухполюсник. Т.о., **двухполюсник** –

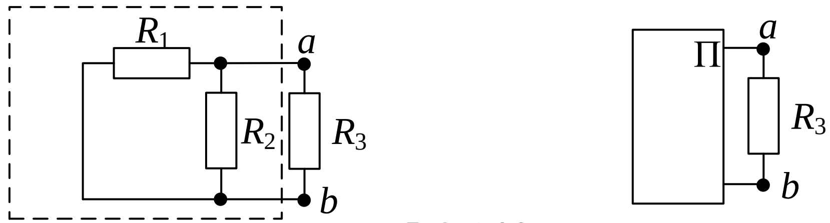
выделенной ветви.



Р.2.4.004

2.4.004. Если в двухполюснике есть **хотя бы один источник энергии**, то такой двухполюсник называется **активным**. В этом случае на УГО двухполюсника ставится буква А (см. Р.2.4.004).

В противном случае двухполюсник называется **пассивным** и на УГО ставится буква П, либо не ставится никакой буквы (см. Р.2.4.005).



Р.2.4.005

2.4.005. Схема на Р.2.4.005 представляет собой **пассивный** двухполюсник, **соответствующий активному** двухполюснику на Р.2.4.004. В нем все источники энергии **заменены на их внутренние сопротивления**.

Всякий пассивный двухполюсник является потребителем и характеризуется одной величиной – входным сопротивлением $r_{вх}$.

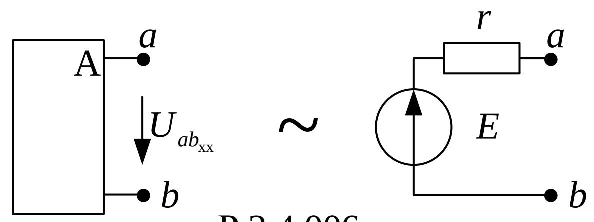
Для схемы на Р.2.4.005:

(Ф.2.4.002)

2.4.006. Если в схеме выделено более двух выводов, то соответствующий участок называется многополюсником (e.g., схемы на Р.2.3.022, Р.2.3.023 можно рассматривать как трехполюсники).

2.4.007. Принцип эквивалентного генератора (теорема Гельмгольца-Тевенена): любая линейная электрическая цепь, рассматриваемая относительно двух выводов (активный двухполюсник), эквивалентна реальному источнику с ЭДС, равной напряжению между этими выводами при размыкании внешнего участка цепи, подключенного к этим выводам (режим холостого хода), и внутренним сопротивлением равным входному сопротивлению пассивного двухполюсника, получающегося при равенстве нулю всех ЭДС для источников ЭДС и токов для источников тока рассматриваемого двухполюсника.

Т. о., активный двухполюсник на схеме на Р.2.4.004 эквивалентен реальному источнику ЭДС, если:



Р.2.4.006

(Ф.2.4.003)

2.4.008. При протекании токов по сопротивлениям в последних выделяется теплота, количество которой определяется **законом Джоуля-Ленца:**

(Ф.2.4.004)

где Q – количество теплоты, выделяющееся в сопротивлении R, при протекании через него тока I при приложении к нему напряжения U в течение времени t, $[Q]$=Дж.

2.4.009. На основании закона сохранения энергии количество теплоты Q, выделяющееся в единицу времени в сопротивлениях схемы, должно равняться энергии W, доставляемой за то же время источниками энергии:

(Ф.2.4.005)

Введем обозначения:

$P_п = \dfrac{Q}{t}$ – мощность, «потребляемая» всеми сопротивлениями цепи, $[P_п]$=Дж/с=Вт;

$P_г = \dfrac{W}{t}$ – мощность, «генерируемая» всеми источниками цепи, $[P_г]$=Дж/с=Вт.