

Электроснабжение и основы электротехники

Лекции 1 и 2: Цепи постоянного тока

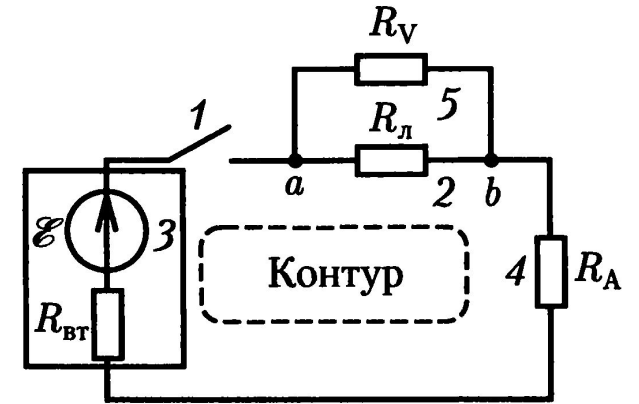
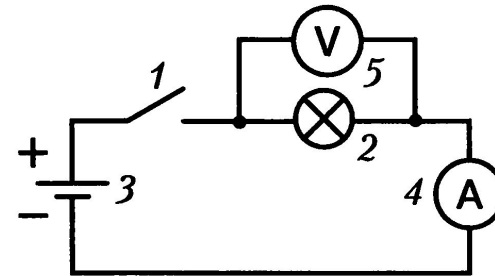
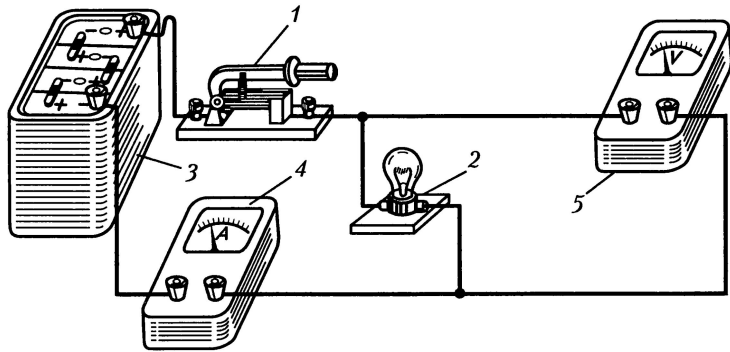
Электрическая цепь

Источник
и
эл.
энергии

Приемник
и
эл.энергии

Провода, измерительная
аппаратура,
устройства управления

Схема электрической
цепи



Эски
3

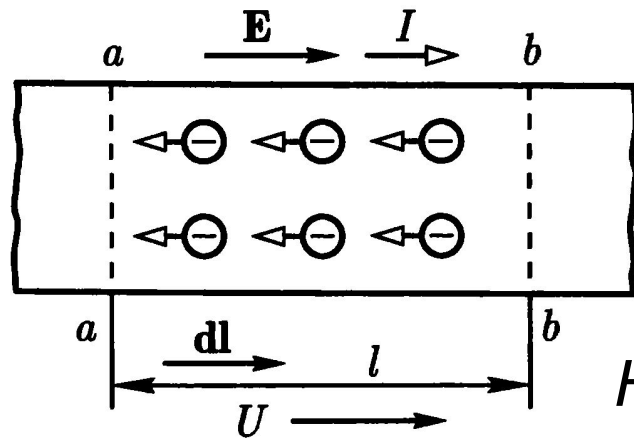
Принципиальная
схема

Схема
замещения

Геометрические понятия: *ветвь, узел, контур*

Электрический заряд q [Кл] – внутреннее свойство (характеристика), некоторых частиц. Существует положительный заряд (протон) и отрицательный заряд (электрон). Одноименные заряды отталкиваются, разноименные – притягиваются.

Электрический ток – упорядоченное (направленное) движение заряженных частиц.



Сила тока I [A] = $\frac{|dq|}{dt}$ = если ток постоянный, то = $\frac{|q|}{t}$

Направление тока совпадает с направлением движения

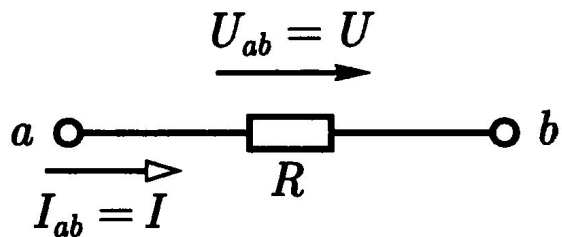
положительных зарядов.

Напряжение U [В] на участке ab – работа сил электрического поля A по переносу единичного заряда из а в b, оно равно разности потенциалов между точками а и b.

$$U = \int_a^b \vec{F} d\vec{l} = \frac{1}{q} \int_a^b q \vec{E} d\vec{l} = \frac{A}{q} = \varphi_a - \varphi_b$$

Здесь \vec{E} – это напряженность электрического поля [В/м], $\vec{F} = q\vec{E}$ – сила Кулона, φ – потенциал (потенциальная энергия единичного заряда).

Сопротивление R [Ом] – свойство тел препятствовать прохождению через них тока. Обусловлено столкновениями носителей тока с частицами вещества. **Резистор** – устройство, обладающее сопротивлением, применяемое для ограничения тока в электрической цепи. Обратная величина G [См] – *проводимость*.

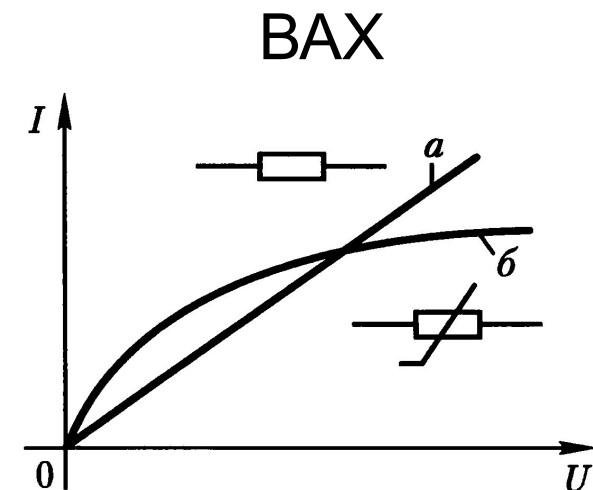


**Закон
Ома**

$$U = RI$$

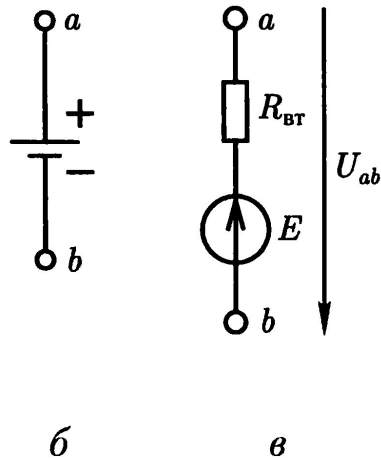
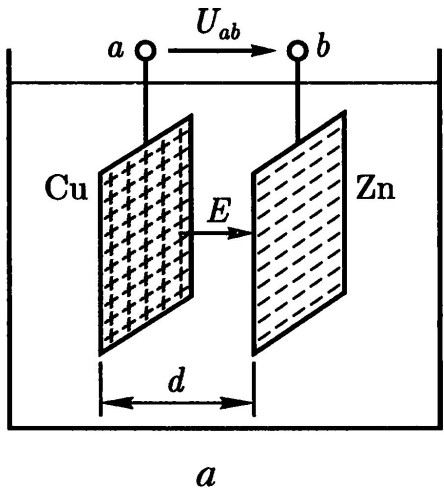
| Материал | Объемное удельное сопротивление при 20 °С, мкОм·м | Температурный коэффициент сопротивления (на 1 °С) |
|--|---|---|
| Серебро | 0,016 | 0,0035 |
| Медь техническая | 0,0172–0,0182 | 0,0041 |
| Алюминий | 0,0295 | 0,0040 |
| Сталь | 0,125–0,146 | 0,0057 |
| Железо | 0,09–0,11 | 0,0060 |
| Чугун | 0,15 | 0,001 |
| Свинец | 0,218–0,222 | 0,0039 |
| Вольфрам | 0,0503 | 0,0048 |
| Уголь | 10–60 | 0,005 |
| Манганин (сплав: Cu – 85 %, Mn – 12 %, Ni – 3 %) | 0,040–0,52 | 0,00003 |
| Константан | 0,44 | 0,00005 |
| Нихром (сплав: Cr – 20 %, Ni – 80 %) | 1,02–1,12 | 0,0001 |

| Наименование | Условное изображение |
|---|----------------------|
| Резистор: | |
| постоянный | |
| с отводами | |
| переменный (реостат) | |
| с разрывом цепи | |
| без разрыва цепи | |
| переменный (реостат) со ступенчатым регулированием | |
| саморегулирующийся нелинейно, например в зависимости от параметра внешней среды Π | |



Источник электрической энергии

Работа сторонних сил E [В] – *электродвижущая сила (ЭДС)*. Равна напряжению на зажимах источника в режиме холостого хода, т.е. без подключения нагрузки.

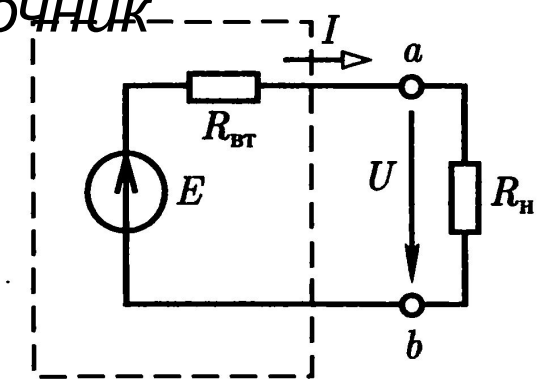
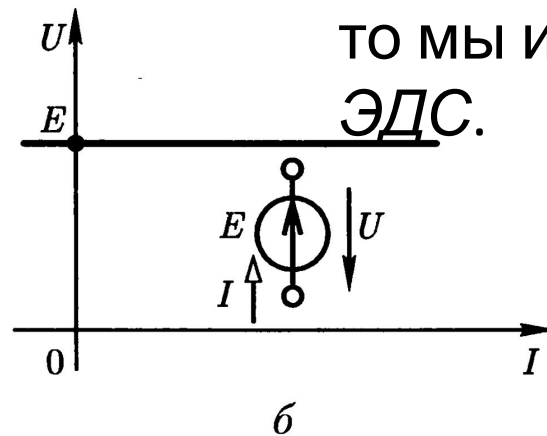
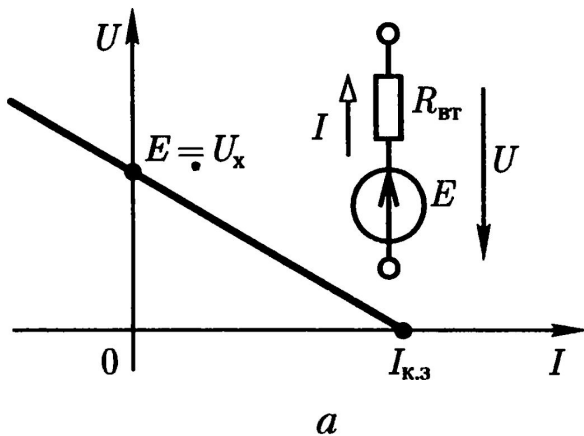


$$E = E_0 d = U_{abx} = \varphi_{ax} - \varphi_{bx}$$

$$U = E - R_{вт} I$$

Если внутреннее сопротивление мало,

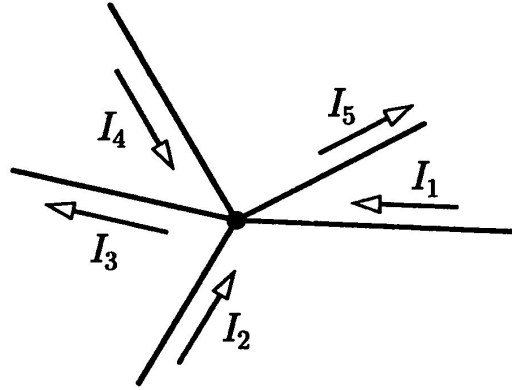
то мы имеем *идеальный источник ЭДС*.



Законы Кирхгофа

1. Алгебраическая сумма токов в любом узле электрической цепи равна нулю.

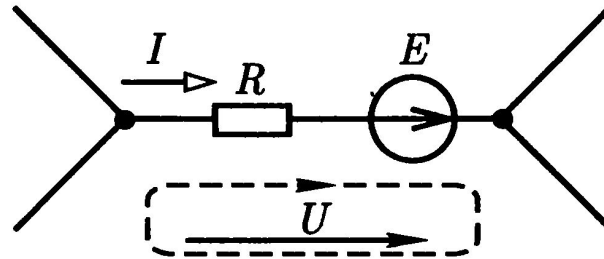
$$\sum_{k=1}^n I_k = 0$$



$$-I_1 - I_2 + I_3 - I_4 + I_5 = \sum_{k=1}^5 I_k = 0$$

2. Алгебраическая сумма напряжений на резисторах в любом контуре равна алгебраической сумме ЭДС в этом контуре.

$$\sum_{k=1}^m U_{Rk} = \sum_{k=1}^m R_k I_k = \sum_{k=1}^n E_k = 0$$

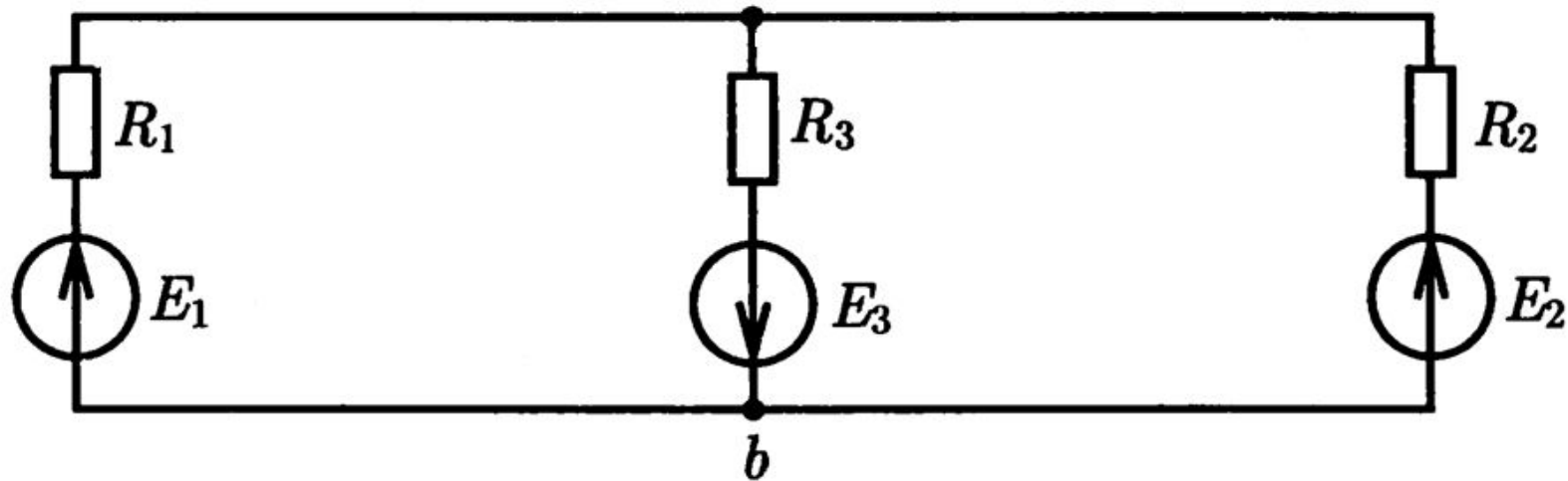


$$RI - U = E,$$

$$I = (U + E)/R.$$

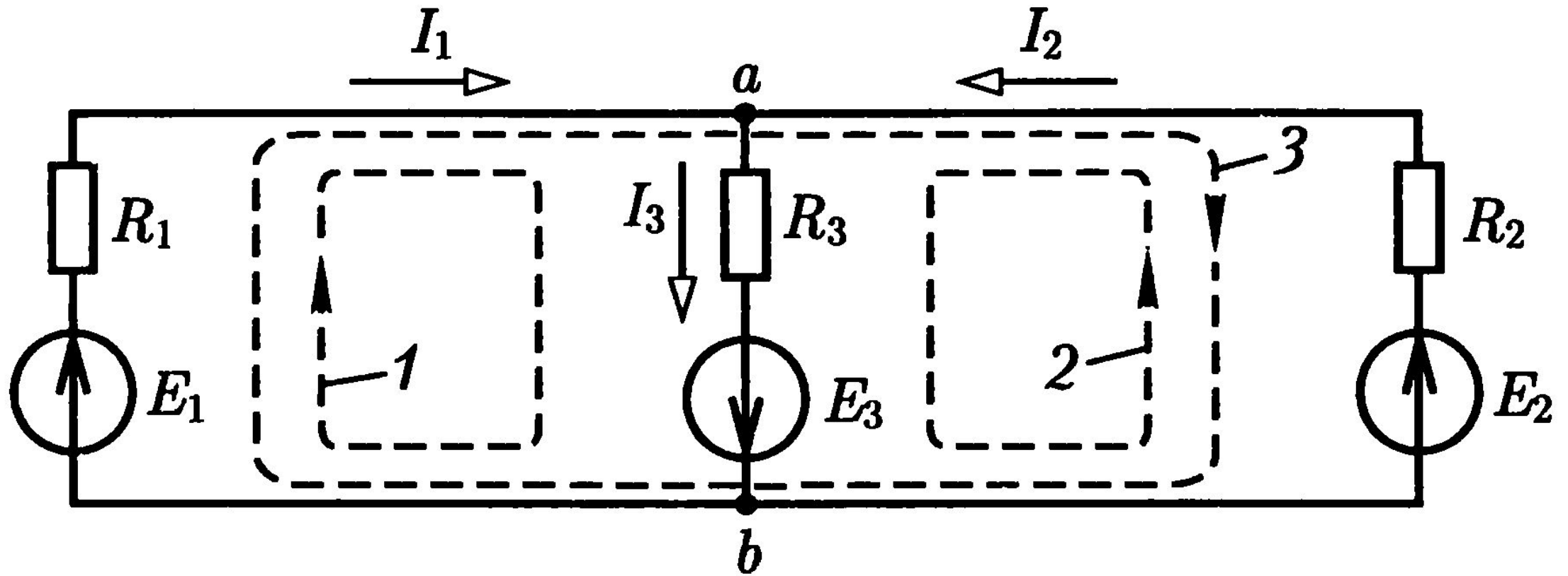
Обобщенный закон
Ома

Пример
расчета
Определить токи во всех ветвях
цепи

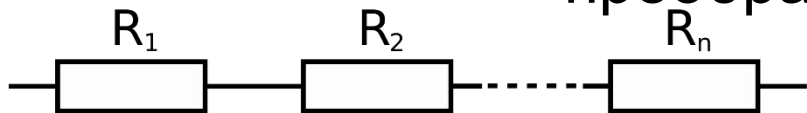


Дано: $E_1 = 10$ В, $E_2 = 3$ В, $E_3 = 8$ В, $R_1 = 4$ Ом, $R_2 = 5$ Ом, $R_3 = 10$ Ом.

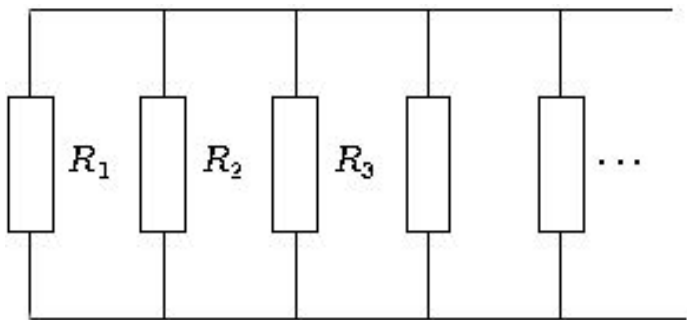
Пример
расчета



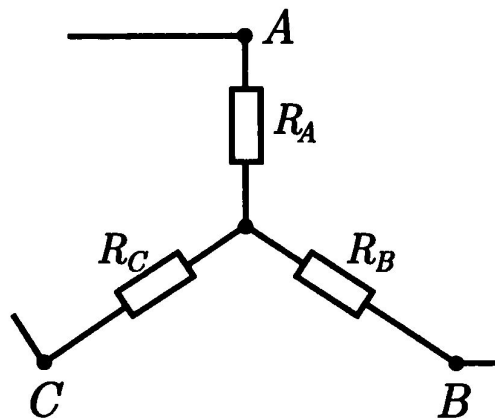
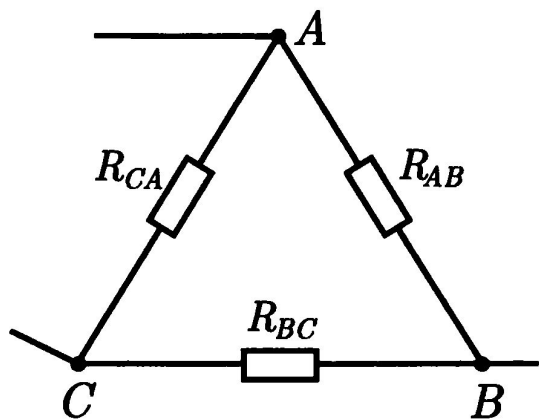
Эквивалентные преобразования



$$R_3 = R_1 + R_2 + \dots$$



$$\frac{1}{R_3} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$$



$$R_A = \frac{R_{AB}R_{CA}}{\sum R_{\Delta}}$$

$$R_{AB} = R_A + R_B + \frac{R_A R_B}{R_C}.$$

a

б

Мощность P [Вт] показывает скорость совершения работы (выделения энергии)

$$P_{\text{приемник}} = UI = RI^2$$

$$P_{\text{источник}} = EI$$

Коэффициент полезного действия (КПД) показывает эффективность преобразования энергии

$$\eta = \frac{P_{\text{приемник}}}{P_{\text{источник}}}$$

В цепи должен выполняться баланс мощностей: арифметическая сумма мощностей приемников равна алгебраической сумме мощностей источников.