

Электричество

Цепи, соединения, мощность, источник тока и электростатическое поле.

$$I = U/R$$

Закон Ома связывает ток, напряжение и сопротивление участка цепи.

5 КОРОТКИХ ГЛАВ

Что внутри

Схемы соединений, мощность, ЭДС и внутреннее сопротивление, электростатика, три разбора и контрольные проверки.

10-15 МИНУТ НА ПОВТОРЕНИЕ

Как работать

Прочитай модель, закрой формулы и попробуй восстановить их по смыслу. Затем реши примеры без подсказок.

НЕ ЗУБРИ ФОРМУЛУ

Главный принцип

Сначала отметить узлы схемы и выясни, где одинаковы токи, а где напряжения. После упрощения цепи применяй закон Ома.

ГЛАВА 02

Ток, напряжение и сопротивление

Электрический ток - упорядоченное движение зарядов. Напряжение показывает работу поля на единицу заряда, сопротивление описывает свойства проводника.

$$I = q/t \cdot U = A/q \cdot R = \rho l/S$$

I - ампер, U - вольт, R - ом, ρ - удельное сопротивление.

$$I = U/R$$

Закон Ома для участка цепи применим к заданному участку при неизменных условиях.

Прибор	Как включают	Идеальная модель
Амперметр	Последовательно с участком	Сопротивление равно 0
Вольтметр	Параллельно участку	Сопротивление бесконечно велико

ПРОВОДНИК

От чего зависит R

- Прямо пропорционально длине проводника l.
- Обратно пропорционально площади поперечного сечения S.
- Зависит от материала через ρ и обычно меняется с температурой.

НЕ ПУТАЙ

Типичная ошибка

Напряжение не является током и не расходуется в цепи. Оно характеризует разность потенциалов между двумя точками.

ГЛАВА 03

Последовательное и параллельное соединение

Тип соединения определяют по узлам. Последовательные элементы не имеют разветвления между собой, параллельные подключены к одной паре узлов.

Свойство	Последовательно	Параллельно
Ток	$I = I_1 = I_2$	$I = I_1 + I_2$
Напряжение	$U = U_1 + U_2$	$U = U_1 = U_2$
Сопротивление	$R = R_1 + R_2$	$1/R = 1/R_1 + 1/R_2$

ПРИМЕР 1

Разбор: два параллельных резистора

$R_1 = 6\text{ Ом}$ и $R_2 = 3\text{ Ом}$ подключены к 12 В . В каждой ветви одно напряжение: $I_1 = 12/6 = 2\text{ А}$, $I_2 = 12/3 = 4\text{ А}$. Общий ток $I = I_1 + I_2 = 6\text{ А}$.

Для двух параллельных резисторов: $R = R_1R_2/(R_1 + R_2)$

Эквивалентное сопротивление при параллельном соединении меньше каждого из сопротивлений ветвей.

ОДНА ВЕТВЬ

Последовательно

Если один элемент разорвать, ток исчезнет во всей цепи.

НЕСКОЛЬКО ВЕТВЕЙ

Параллельно

Ветви работают независимо, а общий ток делится между ними.

ЗДРАВЫЙ СМЫСЛ

Проверка результата

При добавлении параллельной ветви общее сопротивление уменьшается, а ток источника при том же напряжении растёт.

ГЛАВА 04

Работа, мощность и реальный источник

Мощность показывает скорость превращения электрической энергии. В реальном источнике часть напряжения падает на внутреннем сопротивлении.

$$A = UIt \cdot P = UI = I^2 R = U^2 / R$$

Выбирай форму мощности по тем величинам, которые известны именно для рассматриваемого элемента.

НАГРЕВАНИЕ

Закон Джоуля - Ленца

Количество теплоты на резисторе $Q = I^2 R t$. Эта формула описывает превращение электрической энергии во внутреннюю.

$$I = \varepsilon / (R + r) \cdot U = \varepsilon - Ir$$

ε - ЭДС источника, r - внутреннее сопротивление, R - внешняя нагрузка.

ПРИМЕР 2

Разбор: источник с внутренним сопротивлением

Источник с $\varepsilon = 12$ В и $r = 1$ Ом подключен к $R = 5$ Ом. Ток $I = 12 / (5 + 1) = 2$ А. Напряжение на нагрузке $U = IR = 10$ В. Проверка: $\varepsilon - Ir = 12 - 2 = 10$ В.

ЭНЕРГИЯ

КПД источника

Полезная мощность выделяется на внешней нагрузке. $\eta = P_{\text{пол}} / P_{\text{полн}} = R / (R + r)$. При коротком замыкании R почти равно нулю, ток очень велик и опасен.

ГЛАВА 05

Электростатика и итоговый алгоритм

Электростатика изучает неподвижные заряды и создаваемые ими поля. Сила действует на заряд, а напряженность существует в точке поля независимо от пробного заряда.

$$F = k|q_1q_2|/r^2 \cdot E = F/q = k|Q|/r^2$$

Сила и напряженность подчиняются принципу суперпозиции. Направления складывают векторно.

ПРИМЕР 3

Разбор: как изменится E

$E = kQ/r^2$. Заряд увеличили в 2 раза, расстояние - в 3 раза. Тогда $E_2/E_1 = 2/3^2 = 2/9$. Напряженность стала в 9/2 раза меньше.

$$\varphi = kQ/r \cdot U = \varphi_1 - \varphi_2 \cdot A = qU$$

Потенциал - скаляр. Работа поля при переносе заряда зависит от разности потенциалов.

Шаг	Что проверить
1. Схема	Выделены узлы и ветви
2. Соединение	Верно определены общие токи и напряжения
3. Упрощение	Найдено эквивалентное сопротивление
4. Закон	Формула относится к нужному участку
5. Ответ	Единицы, знак и предельный случай разумны

ПЕРЕД СДАЧЕЙ

Четыре частые ошибки

- Считать напряжения одинаковыми при последовательном соединении.
- Складывать сопротивления параллельных ветвей как последовательные.
- Использовать U^2/R с общим U для элемента, на котором другое напряжение.
- Складывать напряженности как обычные числа без учета направления.