**Семинар №8**

**Тема: Постоянный электрический ток**

**Основные формулы для решения задач на семинаре №8**

|  |  |
| --- | --- |
| *сила тока, ; плотность тока;.* | ***закон Ома для замкнутой цепи:***  . |
| ***сопротивление:****.* ***проводимость:***  *.* | *напряжение при разомкнутой цепи ; , ток короткого замык.: R*→0; . |
| *;**.* | *правила Кирхгофа: I – ; и* *II –* . |
| *закон Ома; ; .* | *закон Джоуля-Ленца:; ; .* |
| *электродвижущая сила (ЭДС):**.**соединения: последовательное**; .**параллельное;* | *КПД источника тока:**мощность постоянного тока;**.* |

## ***расчёт разветвлённых электрических цепей***

I. Нарисовать схему электрической цепи. В разветвлённой цепи **выделить произвольные замкнутые контуры и задать направление обхода** в каждом контуре (например, по часовой стрелке).

II. Задать **произвольные направления и величины силы токов** через каждое электросопротивление.

III. Записать I-ое правило Кирхгофа для числа узлов (*N*-1), где *N*- число узлов в цепи:

 (7.1)

здесь *n* – число токов, втекающих и вытекающих из узла. При этом положительными считают токи, втекающие в узел, отрицательными – вытекающие из узла.

IV. Записать II-ое правило Кирхгофа для каждого замкнутого контура:

 (7.2)

с **учётом правил знаков**:

а) **ток считать положительным**, если он течёт по часовой стрелке (совпадает с выбранным в п. I направлением обхода контура);

б) **Эдс считать положительной**, если она действует в направлении обхода контура (например, по часовой стрелке). Принято ε обозначать на схеме так, как показано на рис. 7.3.



Рис. 7.3

здесь *I*1>0 и >0.

V. Из полученных систем уравнений (7.1) и (7.2) для 1-ого и 2-ого правил Кирхгофа найти все требуемые неизвестные физические параметры схемы.

**Пример 1.**

Два источника тока с различными ЭДС  и  и внутренними сопротивлениями ** и включены параллельно с сопротивлением *R* (рис. 7.4).

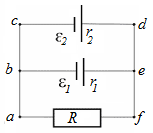


Рис. 7.4

Чему равна сила тока через это сопротивление

**Решение:**

I. Нарисуем схему – рис. 7.5,

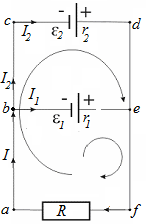


Рис. 7.5

выделим в ней замкнутые контуры *abefa* и *acdfa* и зададим обход по часовой стрелке.

II. Произвольно обозначим стрелочками направления токов и величины сил токов *I, I1,I2* – рис. 7.5.

III.Рассмотрим один из двух (*b* и *e*) узлов – например, узел *b* и запишем для него I-ое правило Кирхгофа:

, (7.3)

здесь учтено, что ток силой *I* втекает в узел, а токи силой *I*1 и *I*2 вытекают из узла – рис. 7.5.

IV. Запишем II-ое правило Кирхгофа для выбранных контуров:

*abefa * , (7.4)

*acdfa*  . (7.5)

V.Из уравнений (7.4) и (7.5) найдём силы токов, вытекающих из узла *b*:

;. (7.6)

Подставим *I*1 и *I*2 (7.6) в уравнение (7.3):

.

и найдём силу тока *I*  через сопротивление *R*. Таким образом,

**Ответ:** .

**Пример 2.**

Какое сопротивление  надо подключить к *n* одинаковым **последовательно** соединённым источникам c ЭДС ε и внутренним сопротивлением *r*, чтобы потребляемая мощность была максимальной? Чему должно быть равно  при **параллельном** соединении этих источников?

**Решение:**

Потребляемая (полезная) мощность та, которая выделяется на внешнем сопротивлении *R*:

, (7.7)

так как источники соединены последовательно, то их общая эдс равна:

,

а общее сопротивление:

.

Используя закон Ома для полной цепи (II-ое правило Кирхгофа) можно записать:

,

откуда найдём силу тока:

 (7.8)

Полезная мощность (из равенств (7.7) и (7.8)) равна:

 (7.9)

Для того, чтобы найти максимум потребляемой мощности *N* (*семинар №1*), продифференцируем уравнение (7.9) по *R* и приравняем к нулю:

то есть

,

или

,

отсюда найдём :

.

Таким образом, **ответ на первый вопрос задачи**:

внешнее сопротивление должно быть равно суммарному внутреннему сопротивлению **последовательно** соединенных источников.

Если же источники **соединены параллельно**, то ЭДС и сопротивление батареи соответственно равны:

,

и ,

тогда сила тока в цепи из II-ого правила Кирхгофа будет:

.

При этом из последнего равенства и определения (7.7) полезная мощность:

. (7.10)

Применив условие максимума для равенства (7.10):

,

и найдем – .

То есть, **ответ на второй вопрос задачи**:

в случае **параллельно** соединённых источников внешнее сопротивление должно быть в *n* раз меньше внутреннего сопротивления одного источника.

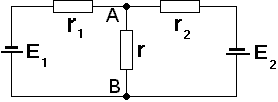
**Ответы:**

Максимальная мощность при **последовательном** соединении источников будет на внешней нагрузке, равной:,

а при **параллельном:**.

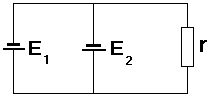
Домашнее задание: **.**

**1.**Определить разность потенциалов между точками А и В, если *Е1* = 8 В, *Е2* = 6 В*, r1* = 4 Ом, *r2* = 8 Ом, *r* = 6 Ом. Внутренним сопротивлением источников тока можно пренебречь.



**2.** Э.д.с. батареи *E*=80 В, внутреннее сопротивление источника *R*i=5 Ом. Внешняя цепь потребляет мощность *Р*=100 Вт. Определить силу тока *I* в цепи , напряжение *U*, под которым находится внешняя цепь, и ее сопротивление *R.*.

**3.**Два источника тока *Е1* = 12 В с внутренним сопротивлением *r1* = 4 Ом и *Е2* = 8 В с внутренним сопротивлением *r2* = 2 Ом, а также реостат с сопротивлением *r* = 20 Ом соединены, как показано на рисунке. Определить силы тока в реостате и источниках тока.



**4.** Э.д.с. батареи *E*=24 В. Наибольшая сила тока, которую может дать батарея, *I*max=10 A. Определить максимальную мощность *Р*max, которая может выделиться во внешней цепи.

**5.** Три батареи с э.д.с. *E1*=12 В, *E2*=5 В и *E3*=10 В и одинаковыми внутренними сопротивлениями *r*, равными 1 Ом, соединены между собой одноименными полюсами, Сопротивление соединительных проводов ничтожно мало. Определить силы токов *I*, идущих через каждую батарею.

**6.** Сила тока в проводнике сопротивлением *R*=100 Ом изменяется со временем по закону *I*=*I*0e-t, где *I*0=20 A, c-1. Определить количество теплоты *Q*, которое выделится за все время протекания тока в проводнике.

**7.** Сила тока в проводнике сопротивлением *R*=15 Ом равномерно возрастает от *I*0=0 до некоторого максимального значения в течение времени  с. За это время в проводнике выделилось количество теплоты *Q*=10 кДж. Найти среднюю силу тока <*I>* в проводнике за этот промежуток времени.