**28.10.2021 Учебная группа: 2ТМ**

**Преподаватель Черномордик Анна Евгеньевна**

**ОП.03 Электротехника и электроника**

Тема 2.7 Работа и мощность тока. Баланс мощностей.

.

**Лекция № 20**

**Цель занятия:** Усвоить основные понятия по изучаемой теме.

**Задачи занятия:** уметь применять полученные знания для решения ситуационные задач.

**Задание студентам:**

1.**Записать в тетрадь и самостоятельно проработать лекцию несколько раз**.

2. По учебнику И.А. Данилов, П.М. Иванов. Общая электротехника с основами электроники, Высшая школа, 2005 **§ 2.9 стр. 50-52** (скачать в интернете учебник, если не найдете, напишите мне - я Вам пришлю по e-mail)

**3. Ответить на карточку 2.7 стр. 52**

4. **Решить задачу.** Фотографию конспекта и **выполненное домашнее задание** прислать на электронный адрес **kabinet1218@gmail.com** в срок **до 08.00 29.10.2021г.**

План:

1. Работа и мощность тока.
2. Баланс мощностей.

Литература:

Основные источники:

1. И. А. Данилов, П.М. Иванов. Общая электротехника с основами электроники, Высшая школа, 1989.

2. Общая электротехника с основами электроники. Учебник для техникумов В.А.. Гаврилюк, Б.С. Гершунский, А.В. Ковальчук, ЮА. Куницкий - Киев: Высшая школа. Главное издательство, 1980.

3. Т.Ф. Березкина Задачник по общей электротехнике с основами электроники - М.: Высшая школа, 1983.

Дополнительные источники:

1. И. Федотов, Основы электроники, Москва, «Высшая школа», 1990.

2. Общая электротехника с основами электроники, Усс Л.В., Красько А.С., Климович Г.С., 1990.

**Вопрос № 1 Работа и мощность тока**

Электрический ток, проходя по проводникам, совершает вполне определенную работу, при этом источник тока затрачивает электрическую энергию, которая превращается в какой-либо другой вид энергии - тепловую, механическую и другую.

Работа, совершаемая электрическим полем при перемещении положительного заряда *Q* вдоль неразветвленного участка электрической цепи, не содержащего источников электрической энергии, равна произведению этого заряда на напряжение *U* между концами участка: ***А* = *Q\*U****.* При равномерном движении заряда в течение времени *t,* т.е. при постоянном токе, заряд ***Q=I\*t***и работа ***А=U\*I\*t***

Для оценки энергетических условий важно знать, сколь быстро совершается работа, т.е. определить мощность ***Р = U\*I****.*

Т.е. **работа электрического тока в цепи и затраченная при этом электрическая энергия определяются произведением напряжения на зажимах цепи на величину проходящего в ней тока и на время прохождения этого тока в цепи.**

За единицу работы и, следовательно, электрической энергии принят **джоуль**, который представляет собой работу, совершаемую электрическим током в 1 А при напряжении в 1 В в течении 1 сек. Работу в 1 джоуль принято называть также ватт-секундой.

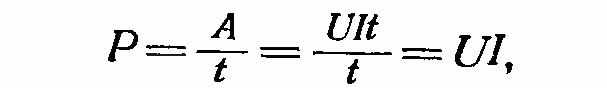
**Таким образом, работа тока – это энергия, которая выделяется при прохождении тока по проводнику. Работа электрического тока равна произведению напряжения, тока и времени. Работа электрического тока измеряется в Вт· сек, кВт· час, (kW · h )**

**А = U · I  · t , [Вт · сек ].**

**1 кВт · ч = 3600000 Вт · сек**

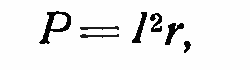
**Мощностью электрического тока называется его работа, совершаемая в одну секунду.**

Обозначив мощность электрического тока через Р, получим



Т.е. мощность, развиваемая электрическим током в цепи, равна произведению напряжения на величину тока, протекающего в цепи.

Заменив в полученной формуле U на Ir, получим



т.е. **мощность, развиваемая током в цепи, равна произведению тока в квадрате на сопротивление цепи**.

Величина, характеризующая скорость, с которой механическая или другая энергия преобразуется в источнике в электрическую, называется **мощностью генератора**:

**Pг = A / t = E\*I\*t / t = E\*I**

Величина, характеризующая скорость, с которой происходит преобразование электрической энергии во внешних участках цепи в другие виды энергии, называется **мощностью потребителя:**

**P1 = A1 / t = U\*I\*t / t = U\*I**

Мощность, характеризующая непроизводительный расход электрической энергии, например на тепловые потери внутри генератора, называется **мощностью потерь**:

**Po = (A - A1) / t = Uo\*I\*t / t = Uo\*I**

По закону сохранения энергии мощность генератора равна сумме мощностей; потребителей и потерь:

**Pг = P1 + Po**

За единицу измерения мощности принят ватт (обозначение Вт), т. е. 1 Вт = Дж/с = В-А

**Ватт - это мощность электрического тока в один ампер при напряжении в один вольт**.

Единица измерения мощности находится из формулы

**P = A / t = дж/сек.**

Для измерения мощности на практике применяется прибор прямого отсчета — ваттметр. Он имеет две измерительные цепи (и две обмотки) — цепь тока, включаемую последовательно с объектом измерения (как амперметр), и цепь напряжения, включаемую параллельно этому объекту (как вольтметр). При постоянном токе мощность часто определяется на основании показаний амперметра и вольтметра, но при переменном токе ваттметр необходим.

Мощность в электрических цепях может быть найдена и при помощи других формул:

***P* = *UI* = *I*2*R* = *U*2*G*.**

Электрический ток развивает мощность в один ватт, если он ежесекундно совершает работу, равную одному джоулю.

Более крупными единицами мощности являются гектоватт 1 гВт = 100 Вт и киловатт - 1 кВт = 103 Вт.

*Примечание*. При включении в бытовую электрическую сеть напряжением 220В электрического прибора мощностью в 1 кВт в цепи протекает ток около 4,5 А.

**Таким образом, мощность – это работа (энергия), совершенная (выделенная) за единицу времени:   P = А/t**

**Электрическая мощность равна произведению напряжения на силу тока. P = U · I , [Вт, W ], (Ватт)**

**Вопрос № 2 Баланс мощностей**

При протекании тока по сопротивлению в нем выделяется тепло. На основании **закона сохранения энергии**: количество теплоты, выделяющейся в единицу времени в сопротивлении схемы, должно равняться энергии, доставляемой за тоже время источниками питания.

Или другими словами:

Для любой электрической цепи **сумма мощностей *Ри*, развиваемая источниками электрической энергии, равна сумме мощностей *Рп*, расходуемых в приемниках энергии:**

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

где- алгебраическая сумма; слагаемое положительно, если направления действия ЭДС *Еk* и соответствующего тока *Ik* совпадают, в противном случае слагаемое отрицательно;

- алгебраическая сумма; положительны те слагаемые, для которых напряжение на источнике тока *Uk* и его ток *Jл*  совпадают по направлению (*Uk* определяется расчетом цепи внешней по отношению к зажимам источника тока);

– арифметическая сумма всех сопротивлений на квадрат токов, по ним протекающим.

При учете внутренних сопротивлений *Rвн*источников *Ри* уменьшается на мощность потерь **.**

**b**

**Uab**

J

**a**

Рисунок 1 – Схема цепи с источником тока

**Таким образом, в любой электрической цепи должен соблюдаться энергетический баланс - баланс мощностей: алгебраическая сумма мощностей всех источников энергии (в частности, источников тока и источников ЭДС) равна арифметической сумме мощностей всех приемников энергии (в частности, резистивных элементов):**

***Рист = Рпотр + ΔΡ***

**где ΔΡ - потери мощности**

**Если источников и потребителей несколько, тогда формула баланса мощностей будет иметь вид**

***ΣРист = ΣРпотр + ΔΡ***

***Пример****:* Для схемы рисунка 2 по законам Кирхгофа определить токи во всех ветвях и составить баланс мощностей.

Дано: *E1=15 В, Е2 =70 В, Е3 =5 В*

Внутренние сопротивления источников ЭДС: *r10=r20=1 Ом; r30=2 Ом*

Сопротивления в схеме: *R1=5 Ом, R2=4 Ом, R3=8 Ом, R4=2,5 Ом, R5=15 Ом*

E2

E3

I1

I5

R3

I4

I2

I3

R4

R5

R1

**b**

E1

I4’

r10

r20

r30

I

II

III

**f**

**c**

**a**

**d**

R2

Рисунок 2 – Схема исходной электрической цепи

Решение: в схеме 5 ветвей: **bfa, ab, adc, bc, ac** . Число узлов равно трем: **а, b, с**.

**1.** Число независимых уравнений, составляемых по 1-му закону Кирхгофа равно *Nузлов -1= У=3-1=2*.

**2.** Число независимых уравнений, составляемых по 2-му закону Кирхгофа равно *Nветвей –У –Nс источниками тока= 5-2-0=3.*

**3**. Общее число уравнений (система уравнений) будет состоять из *3+2=5* уравнений.

**4.** Выбираем положительные направления токов и обозначаем их на схеме стрелками.

**5**. Выбираем направление обхода 3-х контуров (см.п.2 – три уравнения по 2-му закону Кирхгофа).

**6.** Составляем уравнения по 1-му закону Кирхгофа (в п.2 мы подсчитали, что их количество должно равняться 2):

для узла а: ; для узла в:  .

**7**. По 2-му закону Кирхгофа составляем три уравнения для контуров. При этом учитываем внутренние сопротивления реальных источников ЭДС:

контур I: 

контур II: 

контур III: .

8. Подставляем числовые значения в уравнения, получаем систему уравнений:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Решая систему, получим: 

Ток *I4* в действительности направлен в другую сторону. Обозначим его *I4′* – это полученное в результате расчета реальное направление тока.

При проверке баланса мощностей имеем в виду, что если истинное направление тока I совпадает с направлением ЭДС, то ЭДС является источником энергии, если не совпадает, то ЭДС – потребитель энергии.

Все сопротивления, как внешние, так и внутренние *Rвн* источников являются потребителями.

Баланс мощностей для нашей схемы:

|  |  |
| --- | --- |
| , |  |

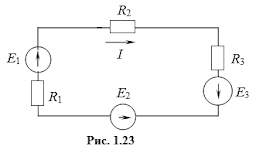
подставляем числовые значения:

*15\*5+7\*8-5\*1=52\*6+82\*5+12\*10+62\*2,5+22\*15*

Получаем 630 Вт=630 Вт. Таким образом, баланс мощностей для данной схемы соблюдается.

**Задача для самостоятельного рассмотрения**

Опишите простейшую электрическую цепь (рис. 1), в которой в источниках  ЭДС происходит генерация электрической энергии, в элементах с сопротивлениями *R*1, *R*2, *R*3 электрическая энергия преобразуется в тепловую, то есть эти элементы потребляют электрическую энергию.

[](https://1.bp.blogspot.com/-9DdgaiReqkg/XxlquQvVvfI/AAAAAAAADqY/HmaXo2L8WDwdhbUHO7tQJocuDAFx47_KACLcBGAsYHQ/s331/1.png)

*Рисунок 1*