

Урок №23 (29.11.2006)

Работа и мощность постоянного тока. Согласование сопротивлений.

1. Работа и мощность тока

При перемещении заряда q силы электрического тока совершают работу $A = qU$. Учитывая, что для постоянного тока $q = It$, получаем $A = UIt$.

Вспомним, что мощность определяется как $P = \frac{A}{\Delta t}$, следовательно $P = UI$. Мощность измеряется в ваттах: $1 \text{ Вт} = 1 \text{ Дж/с} = 1 \text{ А} \cdot 1 \text{ В}$.

Дома мы платим за потребление энергии, т.е. за работу, совершенную электрическим током, а не за мощность, поэтому счетчик у нас считает киловатт-часы.

2. Закон Джоуля-Ленца

При прохождении сопротивления электрический ток совершает работу, которая идет на нагревание сопротивления. Для однородного участка работа тока равна $A = IUt = I^2 Rt \left(= \frac{U^2}{R} t \right)$. Закон

Джоуля-Ленца утверждает, что на любом участке, имеющем сопротивление R , за время t выделяется количество теплоты, равное $Q = I^2 Rt$.

3. Согласование сопротивлений. КПД источника

Пусть у нас внутреннее сопротивление источника r , его ЭДС – \mathcal{E} , сопротивление внешней цепи R . Из закона Ома, полный ток в цепи будет $I = \mathcal{E}/(R + r)$, поэтому полная мощность, развиваемая источником тока, будет $P = \mathcal{E}I = \mathcal{E}^2/(R + r)$.

Определим полезную мощность, как мощность, выделяющуюся на нагрузке:

$$P_{\text{п}} = IU = I^2 R = \frac{\mathcal{E}^2 R}{(R + r)^2}.$$

Очевидно, коэффициент полезного действия η источника в этой цепи ра-

$$\text{вен } \eta = \frac{P_{\text{п}}}{P} = \frac{R}{R + r}.$$

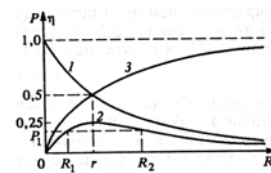
Попробуем найти сопротивление нагрузки R , при котором на нем выделяется максимальная мощность. $P_{\text{п}} = \frac{\mathcal{E}^2}{(R + r)^2/R} = \frac{\mathcal{E}^2}{R + 2r + r^2/R}$.

Полезная мощность будет максимальна, когда знаменатель будет минимален:

$$R + 2r + r^2/R = R - 2r + \frac{r^2}{R} + 4r = \left(\sqrt{R} - \frac{r}{\sqrt{R}} \right)^2 + 4r, \text{ что, очевидно, будет минимальным,}$$

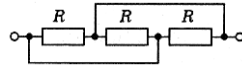
при равенстве нулю значения в скобках, т.е. при $R = r$.

При увеличении нагрузки ($R \rightarrow \infty$) КПД стремится к 100%, но при этом как полезная, так и полная мощность стремятся к нулю.

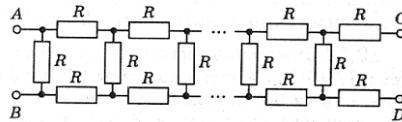


Самостоятельная работа.

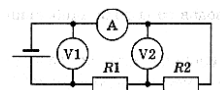
1. После протягивания проволоки через волочильный станок длина её увеличилась в 4 раза. Каким стало сопротивление этой проволоки, если до обработки её сопротивление было $R_1 = 20 \text{ Ом}$?
2. Определить сопротивление схемы, изображённой на рисунке:



3. Какое сопротивление необходимо включить между точками C и D , чтобы сопротивление всей цепочки не зависело от числа элементарных ячеек?



4. В цепь включены два проводника $R_1 = 5 \text{ Ом}$ и $R_2 = 10 \text{ Ом}$. Вольтметр V_1 показывает напряжение 12 В. Определить показания амперметра и вольтметра V_2 .



5. Для схемы, изображенной на рисунке, подобрать такое сопротивление R , чтобы ток, текущий через это сопротивление при замкнутом ключе K_1 и разомкнутом ключе K_2 , был в 3 раза больше тока, текущего через это сопротивление при разомкнутом ключе K_1 и замкнутом ключе K_2 . Сопротивлением источника пренебречь.

