

## 221 ЭТ (10)

Законспектировать материал. Фотоотчёт (1 файл) прислать на эл. почту по расписанию **11.10.24 г. (15:00 – 16:30)**

### Закон Ома для участка цепи и замкнутой цепи.

Сила тока в цепи прямо пропорциональна ЭДС источника тока и обратно пропорциональна суммарному (общему) сопротивлению в цепи.

$$I = \frac{E}{R+R_0} \text{ (A)}$$

$R$  – внешнее сопротивление (приёмника, если провода длинные)

$R_0$  - внутреннее сопротивление (источника)

$$E = I(R + R_0) = IR + IR_0 = U + U_0$$

падение напряжения

внутреннее падение напряжения

### Режимы работы электрической цепи: холостой ход, короткое замыкание и режим нагрузки.

В зависимости от  $R$  нагрузки цепь может иметь три режима работы:

\* *Холостой ход* (работа цепи без нагрузки, когда цепь разомкнута)

$R_\infty$ - бесконечное

$I_{\text{ХХ}} = 0$  – ток холостого хода = 0

$U = E$  – напряжение = ЭДС, а если цепь замкнёт, покажет меньше.

Полезная мощность, передаваемая во внешнюю цепь:  $P = U \cdot I = U \cdot 0 = 0$

Источник полезной мощности не передаёт.

### Режим короткого замыкания.

Короткое замыкание – это соединение проводов между собой с разным потенциалом.

$$I_{\text{к.з.}} = \frac{E}{R_0}$$

внутреннее сопротивление источника

Внутреннее сопротивление источника во много раз меньше сопротивления нагрузки, поэтому ток короткого замыкания на много превышает номинальный ток, то есть этот режим является аварийным.

$$R = 0$$

Напряжение на зажимах при к.з.  $U = I_{\text{к.з.}} \cdot R = I_{\text{к.з.}} \cdot 0 = 0$

Полезная мощность, передаваемая потребителям

$P = U \cdot I = 0 \cdot 0 = 0$  (потребителям не передаётся ничего)

### Режим работы цепи под нагрузкой.

$$I = \frac{E}{R+R_0} \text{ (A)}$$

При переменной нагрузке, если  $R \downarrow$  (будет уменьшаться), то  $I$  (сила тока) будет увеличиваться  $\uparrow$

Для каждого источника и потребителя ток не должен превышать **номинального значения**, т.е. того значения, которое указано в паспортных данных.

$$I \leq I_{\text{номинального}}$$

Для соблюдения этого соотношения сопротивления  $R$  должно быть больше или равно

$$R \geq \frac{E - E_{\text{НОМ}} \cdot R_0}{R_0} \text{ (Ом)}$$

**Режим передачи в нагрузку max. мощности (режим согласования).**

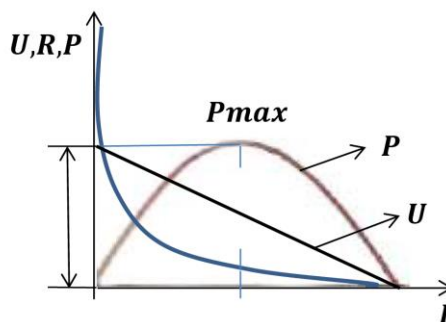
Режим наступает при условии:

$$R = R_0$$

$$I = \frac{E}{2R_0} = \frac{I_{\text{к.з.}}}{2} \text{ (A)}$$

$\frac{E}{R_0}$  - ток короткого замыкания.

Графики изменения напряжения, сопротивления, мощности при изменении тока нагрузки от 0 до тока к.з.



### Работа и мощность электрической цепи.

К цепи, представленной на рис.11 приложено постоянное напряжение  $U$ .

$$U = \varphi_A - \varphi_B$$

К цепи, представленной на рис.11 приложено постоянное напряжение  $U$ .

$$U = \varphi_A - \varphi_B$$



За время  $t$  по цепи протекло количество электричества  $Q$ . Силы электрического поля, действующего вдоль проводника, перенесли за это время заряд  $Q$  из точки А в точку Б. Работа электрических сил поля или, что то же, работа электрического тока может быть подсчитана по формуле:

$$A = Q \cdot (\varphi_A - \varphi_B) = QU$$

так как  $Q = I \cdot t$ , то окончательно:

$$A = UIt,$$

где  $A$  — работа в джоулях;

$I$  — ток в амперах;

$t$  — время в секундах;

$U$  - напряжение в вольтах.

По закону Ома  $U = I \cdot r$ . Поэтому формулу работы можно написать и так:

$$A = I^2 \cdot r \cdot t$$

Работа, произведенная в единицу времени, называется мощностью и обозначается буквой  $P$ .

$$P = \frac{A}{t}.$$

Единица мощности:

$$\frac{1 \text{ джоуль}}{1 \text{ секунду}} = 1 \frac{\text{дж}}{\text{сек}} = 1 \text{ вт.}$$

$1 \frac{\text{дж}}{\text{сек}}$  иначе называется ваттом (*Вт*). Подставляя в формулу мощности выражение для работы электрического тока, имеем:

$$P = \frac{UIt}{t} = UI;$$

$$P = UI \text{ вт}$$

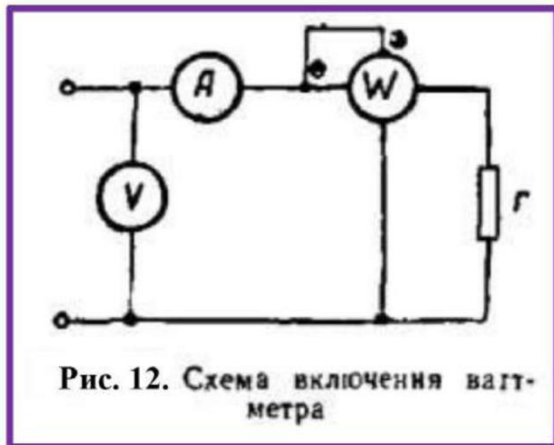
или

$$P = \frac{I^2 r t}{t} = I^2 r; P = I^2 r \text{ вт.}$$

Кроме ватта, применяются более крупные единицы мощности:  $100 \text{ Вт} = 1$  гектоватт (ГВт).

$1000 \text{ Вт} = 1$  киловатт (кВт).

$1000000 \text{ Вт} = 1$  мегаватт (МВт).



Электрическая мощность измеряется ваттметром. Ваттметр имеет две обмотки: последовательную и параллельную. Схема включения ваттметра показана на рис. 12. Из формулы  $P = I \cdot U$  видно, что мощность, потребляемую в сети, можно определить, умножив ток на напряжение. Поэтому для определения мощности, потребляемой сетью, следует показание амперметра умножить на

показание вольтметра.

Так, например, мощность, потребляемая в цепи, при показании амперметра  $3 \text{ А}$  и вольтметра  $120 \text{ В}$  будет:

$$P = IU = 3 \cdot 120 = 360 \text{ вт.}$$

Для практических измерений электрической работы (энергии) джоуль является слишком мелкой единицей.

Если время  $t$  подставлять не в секундах, а в часах, то получим более крупные единицы электрической энергии:  $1 \text{ Дж} = 1 \text{ Вт} \cdot \text{сек}$ .  $1 \text{ Вт} \cdot \text{ч} = 3600 \text{ ватт-секунд} = 3600 \text{ Дж}$ .  $100 \text{ Вт} \cdot \text{ч} = 1$  гектоватт-час (гВт·ч).  $1000 \text{ Вт} \cdot \text{ч} = 1$  киловатт-час (кВт·ч).

Электрическая энергия измеряется счетчиками электрической энергии.