

БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф.
Устинова

Кафедра электротехники, 08

Курс лекций

«Электротехника и электроника»

Лектор:

Мустафаев Юсиф Ниязович

Электротехника и электроника

Введение

Основная и дополнительная литература:

1. **Мальц Э.Л., Мустафаев Ю.Н. Электротехника и электрические машины**, учебное пособие для студентов неэлектротехнических специальностей, СПб, Корона-Век, 2010.;
2. **Электротехника: учебник для вузов** / А. С. Касаткин, М. В. Немцов. - 9-е изд., стер. - М. : Академия, 2005.;
3. **Прянишников В. А. Теоретические основы электротехники Курс лекций : Учебное пособие**/ В. А. Прянишников. -4-е изд.. - СПб.: КОРОНА принт, 2004. -366 с;
4. **Электротехника и ТЭЭ в примерах и задачах: практическое пособие [для вузов]** / В. А. Прянишников, Е. А. Петров, Ю. М. Осипов ; ред. В. А. Прянишников. - СПб. : КОРОНА-Век, 2008.

Электротехника и электроника

Перечень лабораторных работ:

1. Лабораторная работа № 1Р

Исследование линейной электрической цепи постоянного тока;

■ 2. Лабораторная работа №3Р

Исследование последовательного и параллельного соединения элементов в установившемся синусоидальном режиме;

■ 3. Лабораторная работа №4Э

Исследование трехфазной цепи, при соединении нагрузки звездой;

■ 4. Лабораторная работа №11Э

Исследование трансформатора;

■ 5. Лабораторная работа №1

Исследование трёхфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором

■ 6. Лабораторная работа №3.

Исследование синхронного двигателя

■ 7. Лабораторная работа №5

Исследование двигателя постоянного тока

Электротехника и электроника

Введение

Методические пособие для выполнения лабораторных работ:

1. Радиотехнические цепи. Методические указания для выполнения лабораторных работ на стенде ЭВ-4; Под редакцией Галайдина П. А., БГТУ «Военмех» 2003. (Работы 1Р и 3Р);
2. Радиотехнические цепи: лабораторный практикум на стенде ЭВ-4 [для вузов]/ П. А. Галайдин, Ю. Н. Мустафаев, О. С. Тораманян; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2014 (Работы 1Р и 3Р);
3. Электрические цепи: методические указания к лабораторным работам на стенде ЭВ-4 [для вузов]/ БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2012"; ред. П. А. Галайдина ; Номер в библиотеке – 1255 (Работы 4Э и 11Э);
4. Электрические машины: лабораторный практикум на стенде ЭВ-4 [для вузов]/ П. А. Галайдин, Ю. Н. Мустафаев; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2013. Номер в библиотеке – 1310 (Работы 1, 3 и 5);

Электротехника - область техники, связанная с получением, распределением, преобразованием и использованием электрической энергии.

Под *электротехникой* также понимают техническую науку, которая изучает применение электрических и магнитных явлений для практического использования.

Электротехника имеет множество разделов.

Самые важные:

- электроэнергетика;
- электромеханика;
- системы автоматического управления;
- электроника.

Электрические цепи.

Основные понятия

Электрическим током называется направленное движение электрических зарядов.

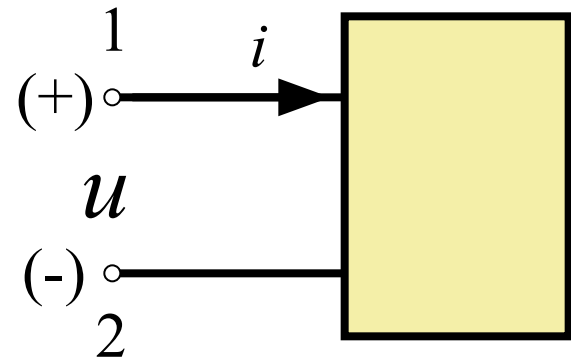
Количественная оценка электрического тока- сила тока (или ток) – это количество заряда, прошедшего через рассматриваемое сечение проводника за одну секунду.

Единица измерения тока – **ампер (сокращение – А)**;

Мгновенное значение тока, обозначается строчной буквой i .

$$i = \frac{dq}{dt}$$

$$A = \frac{Кл}{с}$$



Постоянный ток, ток который не изменяется по времени ($i(t)=const$).

Постоянный ток обозначается только прописной буквой I ($I=i$).

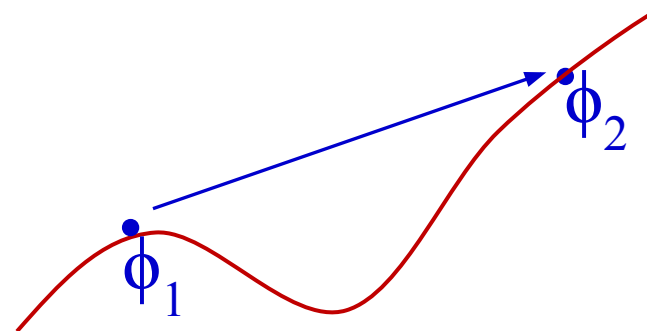
Электрические цепи.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Работа (dW), совершенная при прохождении заряда (dq) от одной потенциальной точки цепи до другой, оценивается *напряжением* (u) между точками.

Напряжение обозначается строчной или прописной буквой u (*мгновенное значение*), U и измеряется в вольтах (В).

$$u = \frac{dW}{dq} = \varphi_1 - \varphi_2, \quad \text{В} = \frac{\text{Дж}}{\text{Кл}}$$



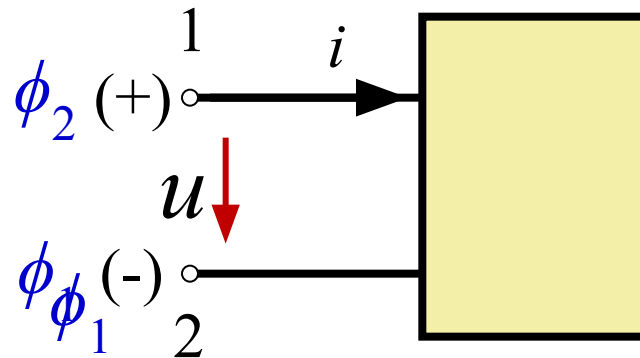
Напряжение, замеренное между данной точкой цепи и некоторой точкой, принятой за базовую, называется *потенциалом* и обозначается ϕ .

Запас энергии, приходящийся на каждый кулон, называется *электродвижущей силой* (сокращённо – ЭДС). ЭДС обозначается строчной или прописной буквами e , E и измеряется также в *вольтах*.

Электрические цепи.

Основные понятия

Положительное направление напряжения связано с принятым положительным направлением тока, причем ток течет от более высокого потенциала (+) к более низкому потенциалу (-)



$$\phi_2 > \phi_1$$

Электрические цепи.

Основные понятия

Мощность характеризует преобразование энергии на участке цепи и равна скорости изменения этой энергии

$$p = \frac{dW}{dt} = u \cdot i, \quad \text{Вт} = \frac{\text{Дж}}{\text{с}}$$

Если $P > 0$ – то энергия *потребляется* на данном участке цепи,
а если $P < 0$ – то энергия *генерируется* на этом участке цепи

Электрические цепи постоянного тока

Электрическая цепь – это совокупность соединенных проводниками источников и приемников электромагнитной энергии.

Электрическая цепь состоит из отдельных частей, выполняющих определенные функции и называемых **элементами цепи**.

Основными элементами цепи являются:

- источники электрической энергии;
- приемники электрической энергии.

Электротехнические устройства, производящие электрическую энергию, называются **генераторами** или **источниками электрической энергии**.

Источники преобразуют различные виды энергии в электромагнитную энергию аккумуляторы, электромашинные генераторы и другие устройства.

Устройства, потребляющие ее – **приемниками** (потребителями) электрической энергии.

Потребители преобразуют электромагнитную энергию в другие виды энергии – это **нагреватели, лампы, двигатели и другие устройства**.

Электрические цепи

У каждого элемента цепи можно выделить определенное число зажимов (**полюсов**), с помощью которых он соединяется с другими элементами.

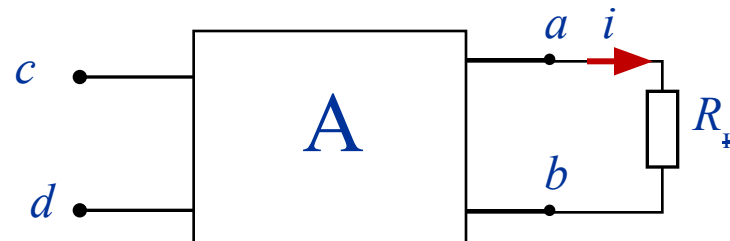
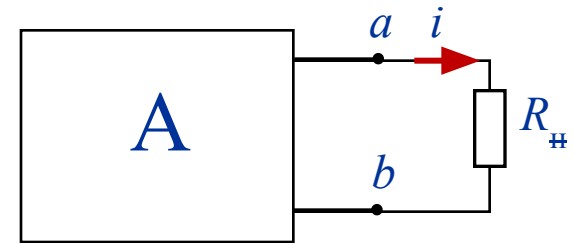
Различают **двух** – и **многополюсные** элементы.

Двухполюсник – это электрическая цепь, содержащая две точки для соединения с другими цепями.

К ним относятся:

- источники энергии;
- резисторы;
- катушки индуктивности;
- конденсаторы.

Многополюсные элементы – это, например, триоды, трансформаторы, усилители и т.д.



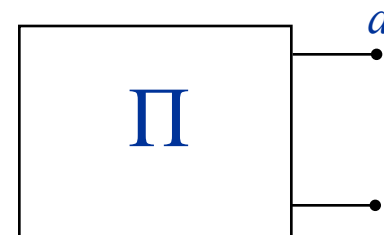
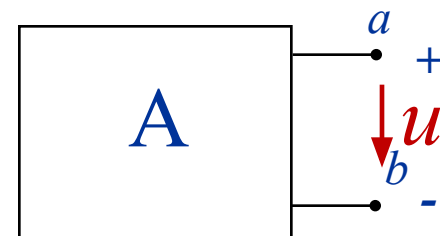
Электрические цепи

Элементы электрической цепи делятся:

- **активные**
- **пассивные**

Активным называется элемент, содержащий в своей структуре источник электрической энергии.

К **пассивным** относятся элементы, в которых *рассеивается* (**резисторы**) или *накапливается* (**катушка индуктивности и конденсаторы**) энергия.



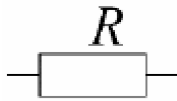
К основным характеристикам элементов электрической цепи относятся:

- ✓ вольт-амперные;
- ✓ вебер-амперные;
- ✓ кулон-вольтные.

Электрические цепи постоянного тока

Основные элементы потребителей электроэнергии:

1. Резистор



Мгновенное значение падения напряжения на нём пропорционально току через него. Это соотношение – закон Ома:

$$u = Ri.$$

R – сопротивление, [Ом].

$$i = gu,$$

g называется *проводимостью* [сименс] (сокращённо – Сим).

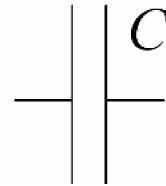
p – мгновенная мощность, [Вт]

$$p = i^2 R = \frac{u^2}{R}$$

Электрические цепи постоянного тока

Основные элементы потребителей электроэнергии:

2. Конденсатор



Накопленный заряд пропорционален напряжению на конденсаторе:

$$q = Cu.$$

C – ёмкость конденсатора, [Φ].

Ток и напряжение на конденсаторе связаны соотношением:

$$i = C \frac{du}{dt}$$

$$u = \frac{1}{C} \int idt$$

Энергия накопленная на ёмкости:

$$W_C = \int_0^t pdt = \int_0^t Cudu = \frac{Cu^2}{2}$$

Электрические цепи постоянного тока

Основные элементы потребителей электроэнергии:

3. Индуктивность



Изменение магнитного потока Φ по времени, в проводнике, создает ЭДС:

$$e = -\frac{d\Phi}{dt} \qquad u = -e = \frac{d\Phi}{dt}$$

$\Psi = w\Phi$ – называется потокоцеплением [Вб]

$$e = -\frac{d\Psi}{dt};$$

Потокоцепление зависит **только от тока** в проводнике и пропорционально ему $\Psi = Li$.

L называется *индуктивностью* [Гн]

$$e = -L \frac{di}{dt}, \quad u = L \frac{di}{dt} \qquad i = \frac{1}{L} \int u dt)$$

Электрические цепи постоянного тока

Основные элементы потребителей электроэнергии:

3. Индуктивность



Энергия магнитного поля, накопленная в индуктивности пропорционально протекающему току:

$$W_L = \int_0^t p dt = \int_0^t L i dt = \frac{L i^2}{2}$$

Для идеальной индуктивности $u = U = 0$ В

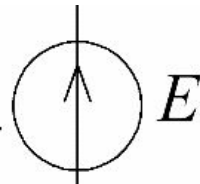
Электрические цепи

Совокупность электрических элементов, соединённых между собой, называется **электрической цепью**, а соответствующее ей графическое изображение этой цепи – **электрической схемой**.

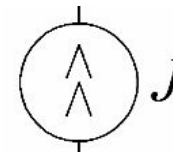
Электрические схемы состоят из источников и потребителей.

Источники делятся:

источники ЭДС;

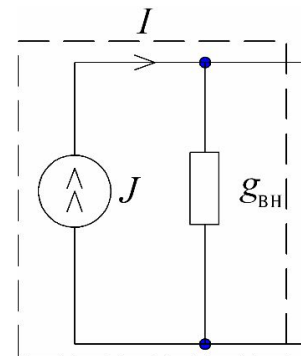
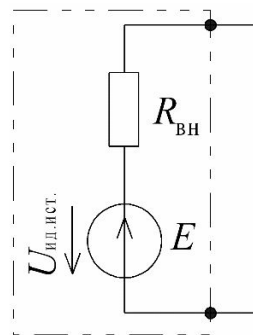


источники тока



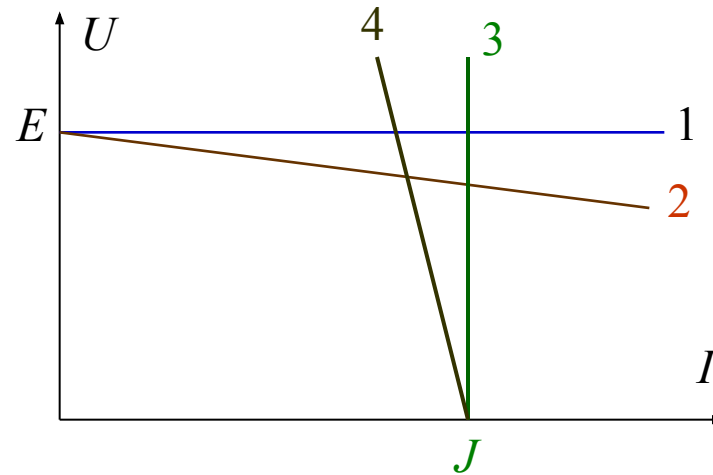
Источники ЭДС и тока бывают **идеальными** и **реальными**.

Схема замещения реальных источников ЭДС и тока:



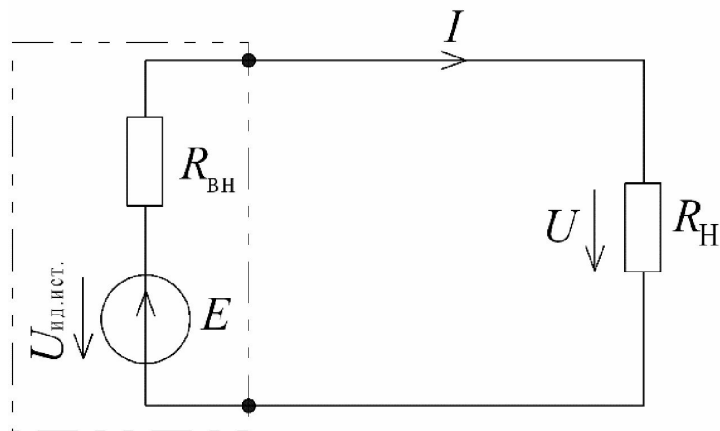
Электрические цепи

Вольт – амперная характеристика (ВАХ) источников ЭДС и тока



Электрические схемы

Режимы работы электрической цепи



Ток в цепи находят по закону Ома

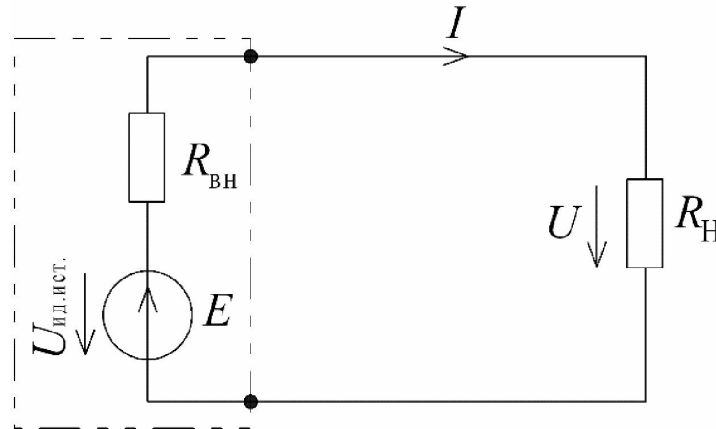
$$I = \frac{E}{R_{\text{вн}} + R_{\text{н}}},$$

напряжение, приложенное к нагрузке

$$U = IR_{\text{н}} = E - IR_{\text{вн}},$$

Электрические цепи

Режимы работы электрической цепи



КПД системы

$$\eta = \frac{P_{н}}{P_{схемы}} = \frac{I^2 R_{н}}{I^2 (R_{н} + R_{вн})}$$

Соотношением $R_{н}$ и $R_{вн}$ определяется режим работы источника электроэнергии.

Электрические цепи

Режимы работы электрической цепи

1. $R_{\text{н}} \gg R_{\text{вн}}$. Тогда $\eta \rightarrow 1$. Режим называется *режимом холостого хода*. Увеличение $R_{\text{н}}$ влечёт за собой уменьшение тока. Ввиду малости $IR_{\text{вн}}$ по сравнению с $IR_{\text{н}}$ падением напряжения на внутреннем сопротивлении источника можно пренебречь; тогда $U \approx E$, и источник можно рассматривать как *идеальный источник ЭДС*.
2. $R_{\text{н}} \ll R_{\text{вн}}$. Тогда $\eta \rightarrow 0$. Режим называется *режимом короткого замыкания*. Вся энергия расходуется на внутреннем сопротивлении источника, $U \rightarrow 0$. $R_{\text{н}} \rightarrow 0$ и ток стремится к значению тока короткого замыкания, определяется только величиной $R_{\text{вн}}$ и практически не зависит от $R_{\text{н}}$.
3. *Согласованный режим*. С режиме согласованной нагрузки мощность потребляемая нагрузкой ($P_{\text{н}}$) имеет максимальное значение. Условием достижения режима является $R_{\text{н}} = R_{\text{вн}}$. При этом $\eta = 0,5$.
4. *Номинальный режим*. Этот режим занимает промежуточное положение между режимами холостого хода и согласованным.