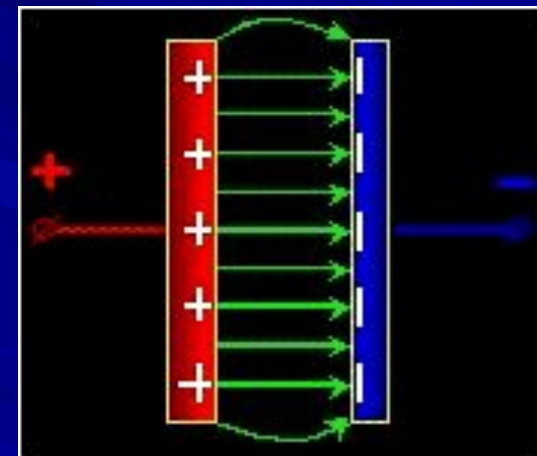
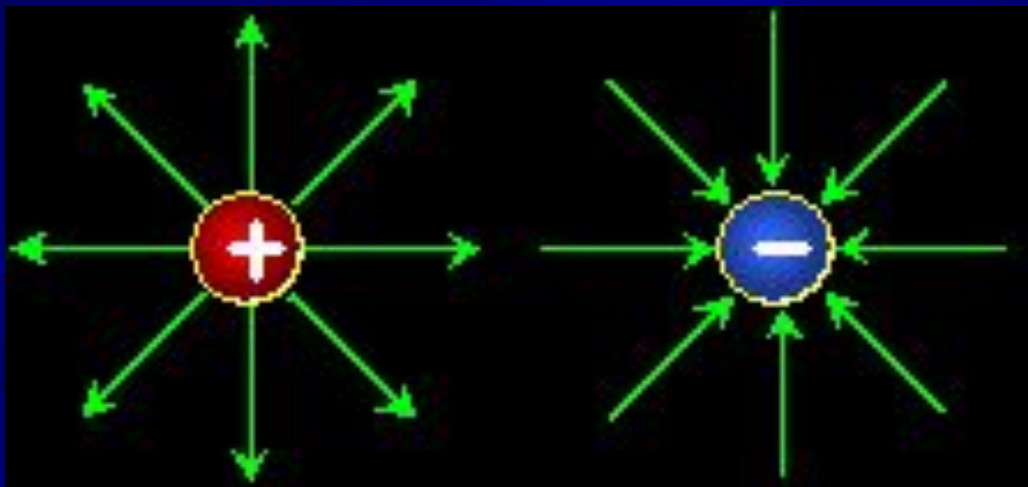


# *Электрическое поле*

# Электрическое поле

□ Электрическое поле – ЭТО ОДИН ИЗ  
ВИДОВ МАТЕРИИ.



Разноименные заряды притягиваются,  
а одноименные отталкиваются.

*Силы притяжения*

*Силы отталкивания*

# Виды полей:

- **Электростатическое** (электрическое) – неподвижные заряды.
- **Магнитное поле** → постоянный ток
- **Электромагнитное** (электродинамическое) → переменный ток..

# Параметры:

- ✓ **Q** – Заряд создающий поле
- ✓ **q** – Пробный одиночный заряд
- ✓ **[Q] = [q] = 1 Кл (кулон)**
- ✓ **F** – Сила взаимодействия **[F] = 1Н (ньютон)**
- ✓ **E** – Напряженность **[E] = 1 в/м (вольт/метр)**
- ✓ **φ** – потенциал. **[φ] = 1 В (вольт)**
- ✓ **Δ φ = φ<sub>2</sub> - φ<sub>1</sub> = U** - разность потенциалов или напряжение. **[ Δ φ ] = [U] = 1 В (вольт)**

# **Закон Кулона.**

**(1785г.)**

*Сила взаимодействия между двумя точечными зарядами прямо пропорциональна произведению зарядов и обратно пропорционально квадрату расстояния между ними.*

$$F = \frac{q_1 * q_2}{4 \pi \epsilon_a R^2}$$

# **Применение электрического поля.**

- **фильтры** (очистка газовой смеси от примесей),
- **сепараторы** (сортировка веществ по размеру или проводимости), (металл, неметалл),
- **нанесение пленки на изделие,**
- **ионизация воздуха,**
- **электронно-лучевые трубки.**

# Характеристики электрического поля.

**$E$  – напряженность** – характеристика электрического поля в данной точке.

- Есть заряды  $\rightarrow$  будет сила взаимодействия между зарядами ( $F$ ).
- **Заряд  $Q$**  создает поле в точке  $B$ .
- - отношение силы к заряду в данной точке постоянно и следовательно это отношение можно назвать характеристикой поля в точке  **$B$** .

$$\frac{F_1}{q_1} = \frac{F_2}{q_2} = \frac{F_3}{q_3} = \text{пост.}$$

$$E = \frac{F}{q}$$





# Потенциал

- работа по перемещению единичного положительного заряда из данной точки в  $\infty$

$$\varphi = \frac{A_1 \rightarrow \infty}{q}$$

Примечание:

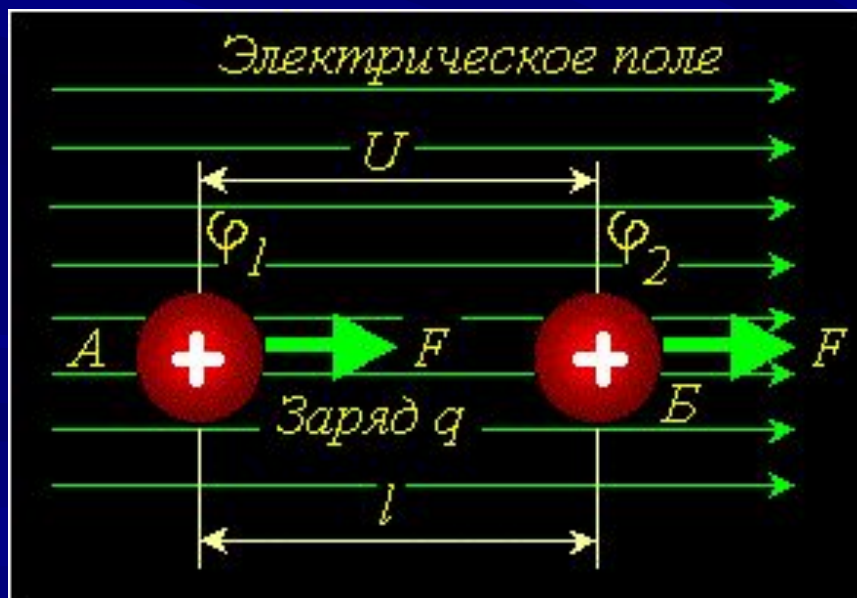
Так как измерительный прибор невозможно расположить в данной точке и в бесконечности, следовательно для технических измерений потенциал непригоден.

# Разность потенциалов электрического поля

- Разность потенциалов  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$  двух точек поля характеризует собой работу, затрачиваемую силами поля на перемещение единичного заряда из одной точки поля с большим потенциалом в другую точку с меньшим потенциалом.

# Разность потенциалов электрического поля – напряжения

- Электрическое напряжение – это разность потенциалов между двумя точками поля. Электрическое напряжение обозначают буквой  $U$  ( $u$ )



# Разность потенциалов электрического поля – напряжения

$$\varphi_2 - \varphi_1 = \Delta \varphi_{2,1} = U$$

- – формула удобна для расчетов и измерений
- -Энергетика (электротехника) для удобства расчетов и измерений, **потенциал земли равняется нулю.**
- -Радиоэлектроника :  $\varphi = 0 \text{ В}$ 
  - а) корпус прибора (металл).
  - б) указана точка потенциал которой принять за ноль.

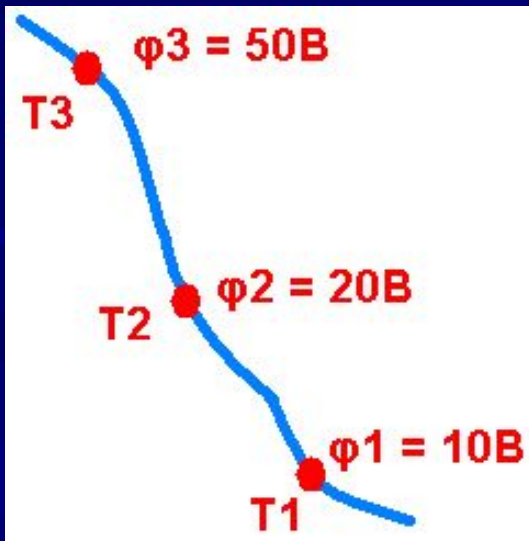
# Задача

Определить разность потенциалов в точке 2, относительно точек 1 и 3.

**Решение:**

В точке 1  $\varphi_2 - \varphi_1 = \Delta \varphi_{2,1} = 20 - 10 = +10\text{В}$

В точке 2  $\varphi_2 - \varphi_3 = \Delta \varphi_2 = 20 - 50 = -30\text{В}$



**Вывод:** Значение разности потенциалов в одной точке зависит от величины потенциала в другой точке.

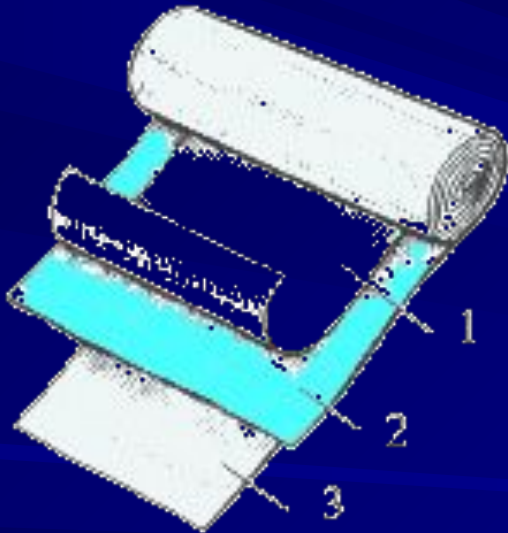
# Конденсаторы

## *План ответа:*

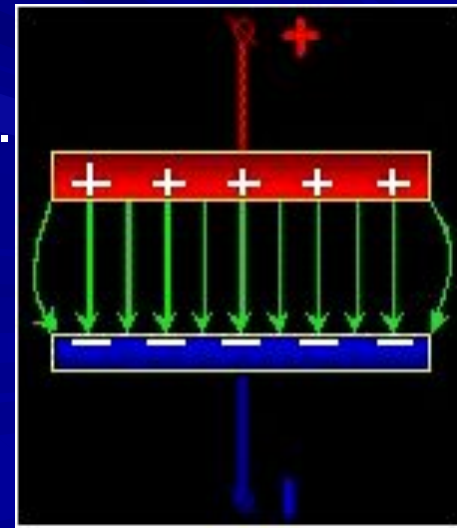
1. Определение.
2. Применение.
3. Условное обозначение, параметры.
4. Формулы.
5. Соединение конденсаторов: Как и зачем?
6. Схема.
7. Формулы

# Конденсаторы

**Конденсатор-** Два проводника разделенные диэлектриком.



Его можно изготовить из двух скатанных в рулон тонких алюминиевых лент 1 и 3, между которыми проложена бумага 2, пропитанная специальным электролитом.



# Типы конденсаторов:





# Типы конденсаторов:



Переменной емкости



Высокочастотные



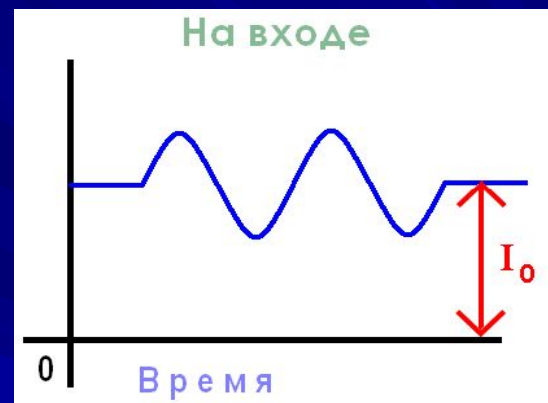
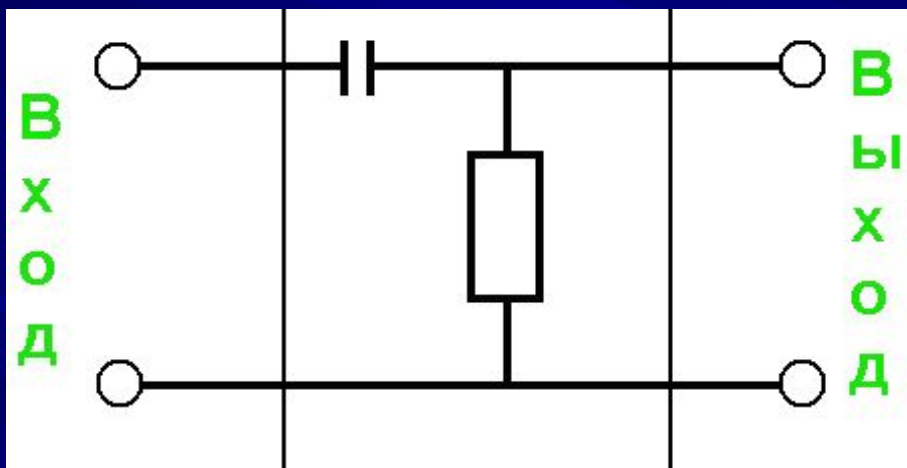
Низкочастотные



Электролитические

# Применение:

Разделение эл.цепей по постоянному и переменному току, и передача по переменному току.



# Применение:

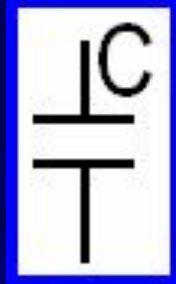
Конденсаторы как фильтры в выпрямителях – уменьшают пульсации выпрямленного тока, напряжения.



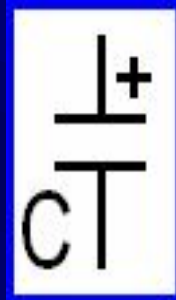
# Применение:

1. В устройствах зажигания горючей смеси в цилиндрах автомобильных двигателей.
2. В энергетике уменьшение  $\cos \varphi$ , т. е. для повышения К.П.Д. энергосистем.
3. В электронике для отрицательной и положительной обратной связи ( в усилителях, генераторах).

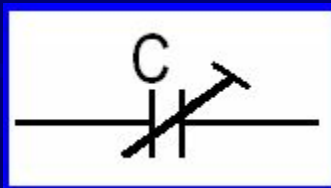
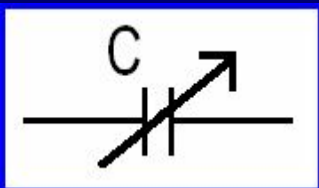
# Условное обозначение, параметры



- применение в цепях переменного и постоянного тока. ( постоянная емкость)



– применяется в цепях постоянного тока. ( постоянная емкость).



– Конденсаторы переменной емкости

# **Эксплуатационные параметры:**

Uн- Напряжение

Сн- Ёмкость

**Формула:**

$$C = \frac{Q}{U}$$

# ***Соединение конденсаторов в батареи:***

# Соединение конденсаторов в батарее:

Соединения одного типа и с одинаковыми параметрами.

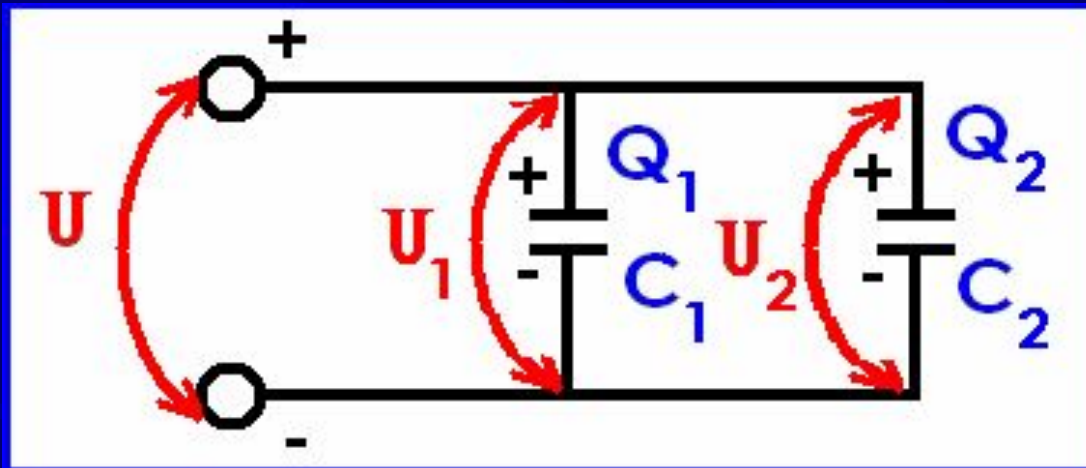
## Виды соединений:

1. **Параллельное соединение** для увеличения емкости и энергии схемы.
2. **Последовательное соединение:**
  - а) для уменьшения емкости схемы.
  - б) при рабочем напряжении конденсатора меньше напряжения схемы .



# Параллельное соединение

Для увеличения емкости и энергии схемы.



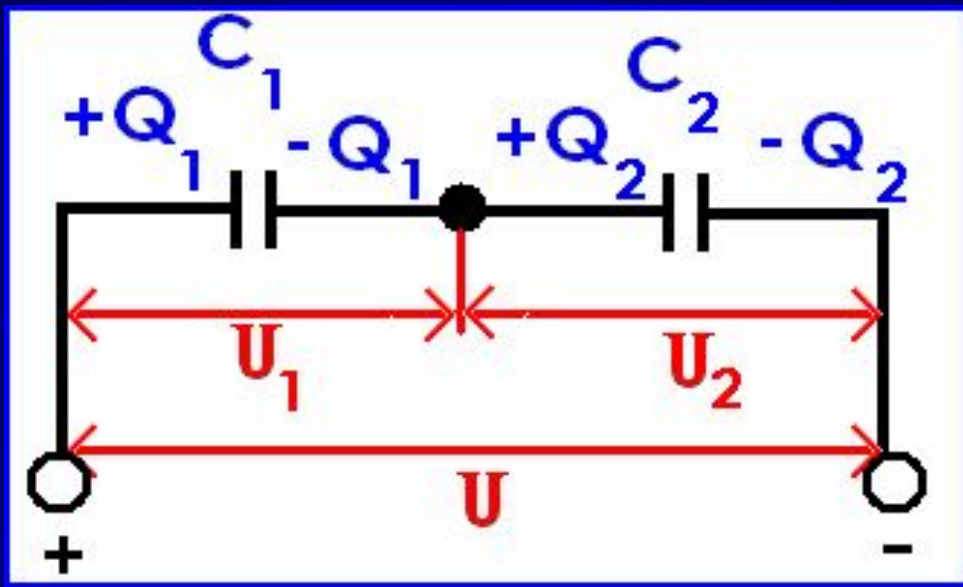
$$U_2 = U_1 = U$$

$$Q_{\text{экв}} = Q_1 + Q_2$$

$$C_{\text{экв}} = C_1 + C_2$$

# Последовательное соединение:

- ❖ При рабочем напряжении конденсатора меньше напряжения схемы.
- ❖ для уменьшения емкости схемы.



$$Q_{\text{ЭКВ}} = Q_1 = Q_2$$
$$U = U_1 + U_2$$
$$U_1 = \frac{Q_1}{C_1}; \quad U_2 = \frac{Q_2}{C_2};$$
$$\frac{1}{C_{\text{ЭКВ}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

# Задача №1

Дано:

Два конденсатора  $C1 = 8\text{мкф}$ .  $C2 = 8\text{мкф}$ .  
Определить емкость конденсаторов

Решение:

а) при параллельном соединении:

$$C_{\text{экв}} = C1 + C2 = 8 + 8 = 16 * 10^{-6} \text{ ф}$$

б) последовательное соединение двух конденсаторов

$$C_{\text{экв}} = \frac{C1 * C2}{C1 + C2} = \frac{8 * 8}{8 + 8} = 4 \text{ мкф.}$$

## Задача №2

Как изменится заряд на пластинах конденсатора при увеличении напряжения на его зажимах в два раза.  $U_2 = 3U_1$ .  $C = \text{пост.}$

из формулы

$$C = \frac{Q}{U} \Rightarrow Q = C * U$$

$$Q_1 = C * U_1$$

$$Q_2 = C * U_2 = C * 2U_1 = 2 * CU_1$$

Т.к.  $CU = Q_1$  то  $Q_2 = 2 * Q_1$  следовательно заряд увеличится 2 раза.

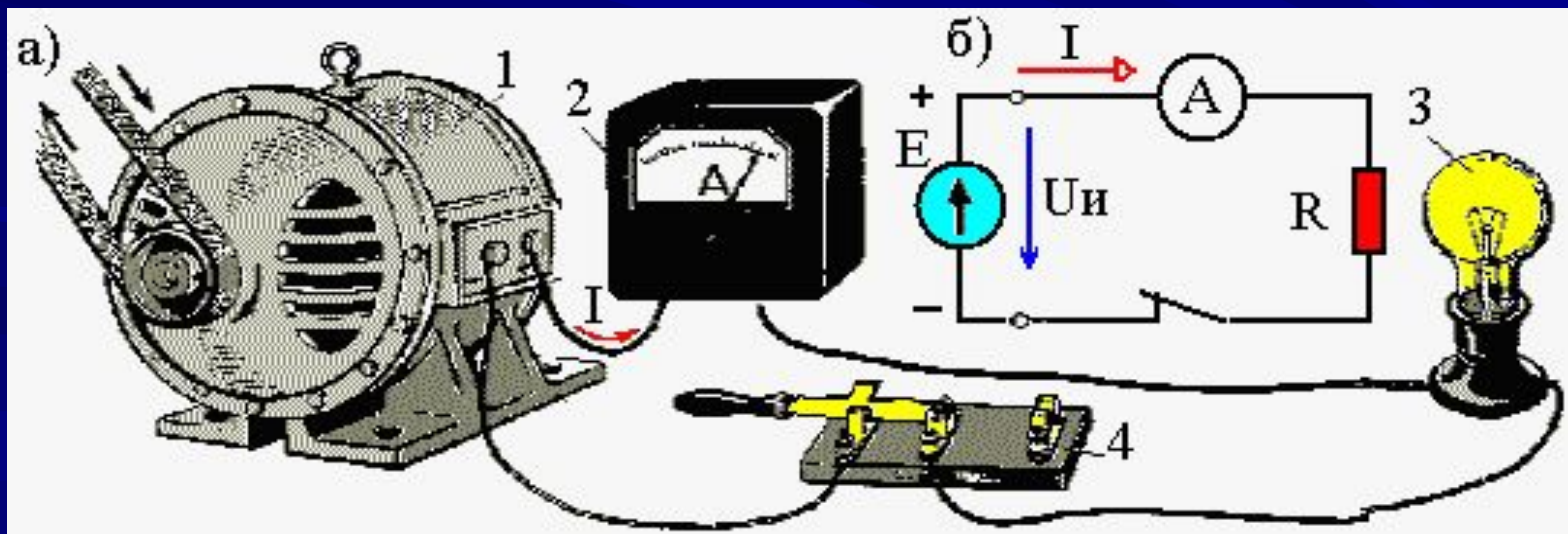
# *Вопросы к диктанту:*

1. Конденсатор. Определение.
2. Параметры конденсатора.
3. Условное обозначение конденсаторов.
4. Конденсаторы последовательного соединения.
5. Конденсаторы параллельного соединения.
6. Схемы последовательного соединения конденсаторов.
7. Схема параллельного соединения конденсаторов.

# ***Электрическая цепь***

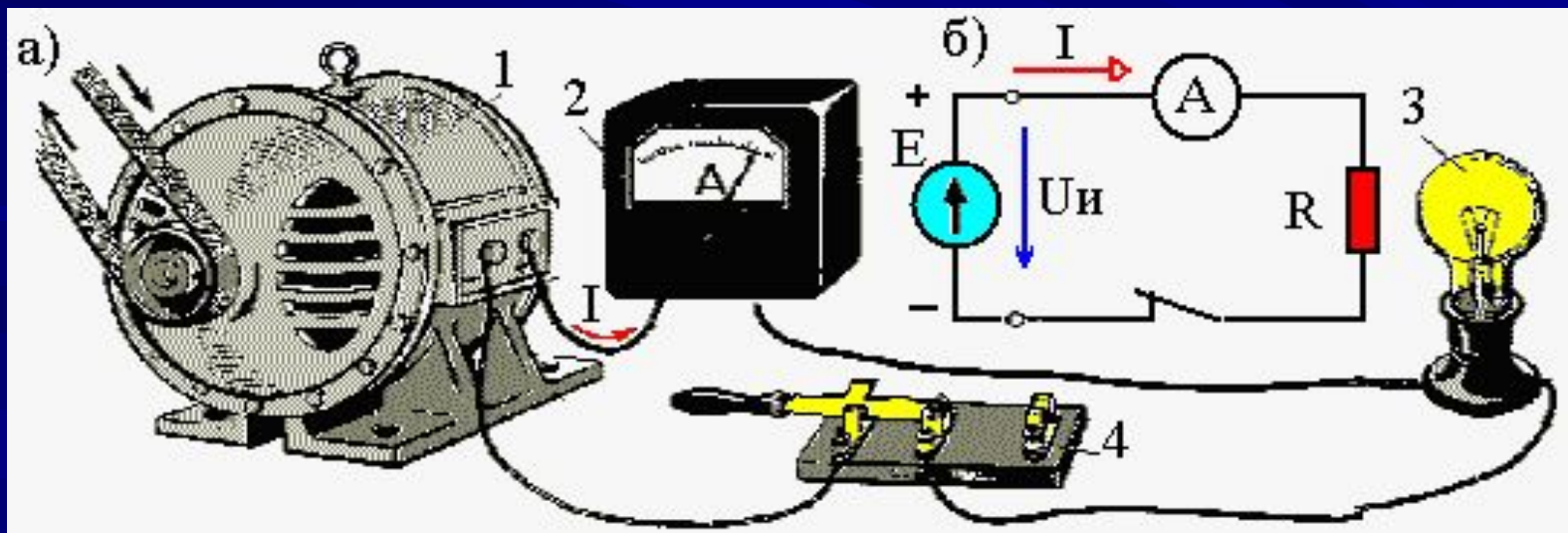
# Электрическая цепь

**Электрическая цепь** – это устройство состоящее из источника питания, потребителя (приемников) энергии и проводов для передачи электрической энергии.



# Составные элементы электрической цепи.

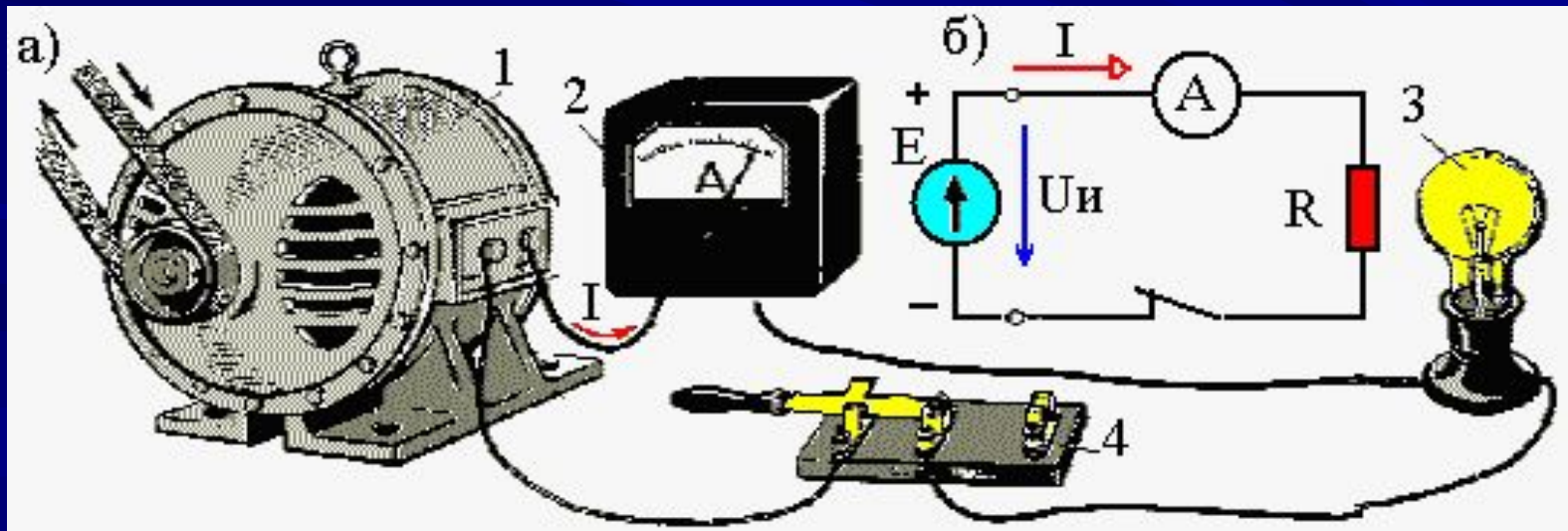
Электрическую цепь образуют источники электрической энергии 1, ее приемники 3 (потребители) и соединительные провода.





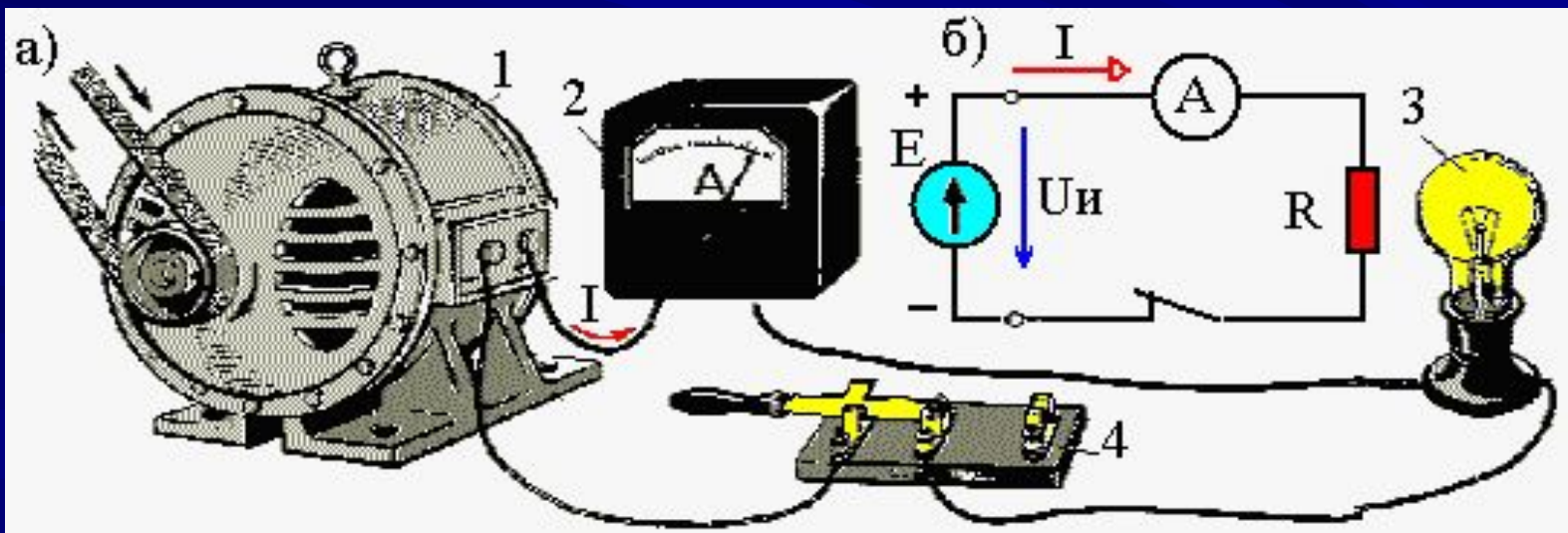
# Составные элементы электрической цепи.

В электрическую цепь обычно включают также вспомогательное оборудование: коммутирующие аппараты 4, служащие для включения и выключения электрических установок (рубильники, переключатели и др.),



# Составные элементы электрической цепи.

А также электроизмерительные приборы (амперметры, вольтметры, ваттметры), защитные устройства (предохранители, автоматические выключатели).



# Источники электрической цепи.

В качестве источников электрической энергии применяют главным образом, электрические генераторы, гальванические элементы или аккумуляторы. Источники электрической энергии часто называют источниками питания.

# Приемники электрической цепи.

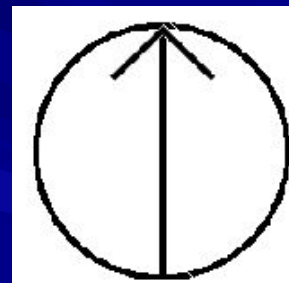
В приемниках электрическая энергия преобразуется в другие виды энергии. К приемникам относятся электродвигатели, различные электронагревательные приборы, лампы накаливания, электролитические ванны и др.

# Составные элементы электрической цепи.

Электрическая цепь может быть разделена на два участка: внешний и внутренний. Внешний участок, или внешняя цепь, состоит из одного или нескольких приемников электрической энергии, соединительных проводов и различных вспомогательных устройств, включенных в эту цепь. Внутренний участок, или внутренняя цепь,— это сам источник.

# Источники:

1. Электромагнитные генераторы
2. Красноярская ГЭС
3. Аккумуляторы:
4. В сотовых телефонах аккумуляторы автомобилей



$E$  — ЭДС источника

$R_0$  — собственное  
сопротивление

# Потребители:

1. Электродвигатели
2. Светильники
3. электроплиты
4. и.т.д.

# Электродвижущая сила



# Электродвижущая сила.

**ЭДС** – характеристика источника электроэнергии.

**[ E ] = 1В (вольт)**

Любая электрическая цепь состоит из двух групп элементов: источников и потребителей электрической энергии. В источнике электрической энергии за счет действия сторонних сил (химических, электромагнитных и других) создается избыток электронов на отрицательном полюсе.

# Электродвижущая сила.

Учитывая, что одноименные заряды отталкиваются, сторонние силы источника должны совершить работу против сил электрического поля, т.е. источник должен обладать электродвижущей силой (ЭДС). ЭДС обозначается буквой  $E$  ( $e$ ).



# Электродвижущая сила.

*ЭДС численно равна работе сторонних сил по перемещению единицы положительного заряда внутри источника электрической энергии против сил электрического поля.*

# Создание ЭДС

*ЭДС создается не электрическими силами:*

**ГЭС** – механическая сила воды.

**Батарейка** – химические силы.

***Ток***

# Ток

**Ток** - направленное движение заряженных частиц.

$$[I] = 1A \text{ (Ампер)}$$

*Беспорядочное движение электронов*



*Упорядоченное движение электронов*



# Ток

**Ток идет от + к – - условно исторически принято.**

Ток в металле (в проводях) – направленное движение электронов.

**Условие прохождения тока:**

1. наличие источника
2. цепь замкнута

# Для чего необходимо знать величину тока:

1. **Электротехника** (правильно выбрать сечение проводов, выбрать для данного режима работы защитную аппаратуру и измерительные приборы).
2. **Электроника** (выбрать полупроводниковые приборы, рассчитать режим работы схем)



***Сопротивление***

# Сопротивление

**Сопротивление** – это свойство вещества препятствовать прохождению тока.

$$[R] = 1 \text{ Ом}$$

$$R = \rho \frac{e}{S}$$

- металлический проводник

$S$  – Площадь сечения

$\rho$  – удельное сопротивление,  
зависит от материала проводника.

$e$  – длина

# Зависимость сопротивления металлического проводника от температуры.

Чем больше температура, тем больше сопротивление металлического проводника.

$$t_2^0 - t_1^0$$

**Из графика видно:**

чем выше температура, тем больше сопротивление металла.

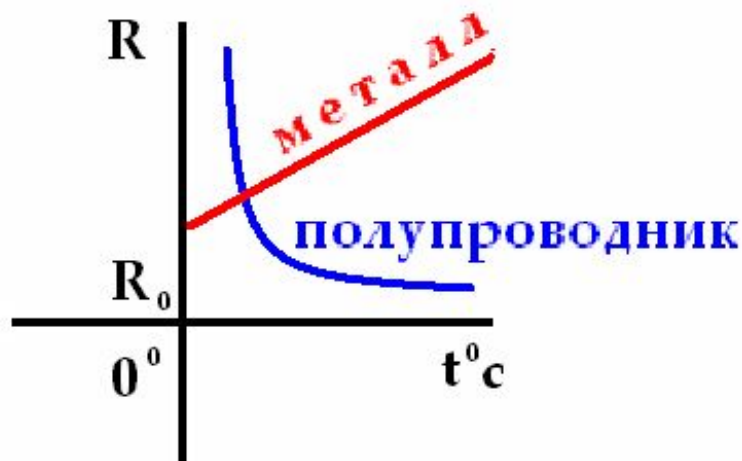
$$R_2 = R_1(1 + \alpha \Delta t^0)$$

$$\Delta t^0 = t_2 - t_1$$

$\alpha$  – коэффициент у различных веществ.

$+\alpha$  – металлы.

$-\alpha$  – полупроводник.



***Две функции резисторов (R):***

# *Применяются в качестве:*

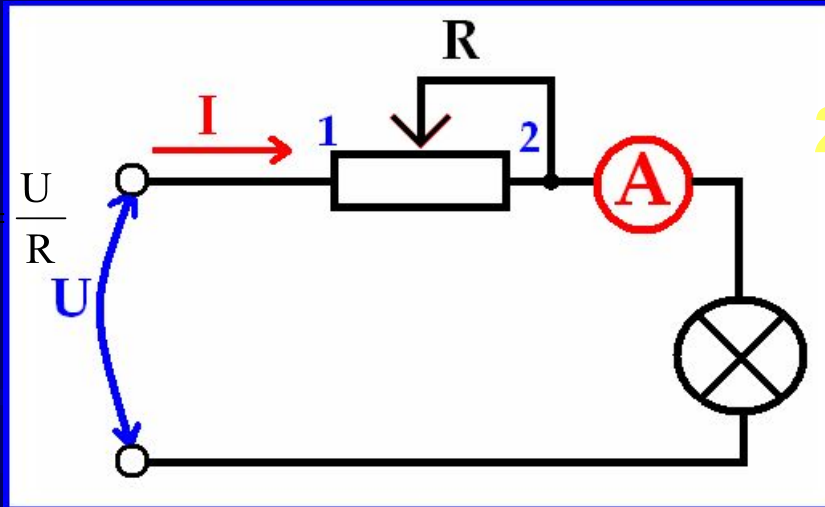
**I. Реостатов** – т.е. ограничивают, регулируют ток.

## **Применение:**

1. В двигателях - пусковые реостаты.
2. В генераторах – регулировочные реостаты,
3. Ограничение тока в электронных схемах.

# Применяются в качестве:

Реостат подключают последовательно с потребителем.



- 1) Движок реостата в точке 1.  
 $R$  – мин.  $\Rightarrow I$  – макс.
- 2) Движок реостата в точке 2.  
 $R$  – макс.  $\Rightarrow I$  – мин.

п1 и п2) Следуют из закона

Ома.

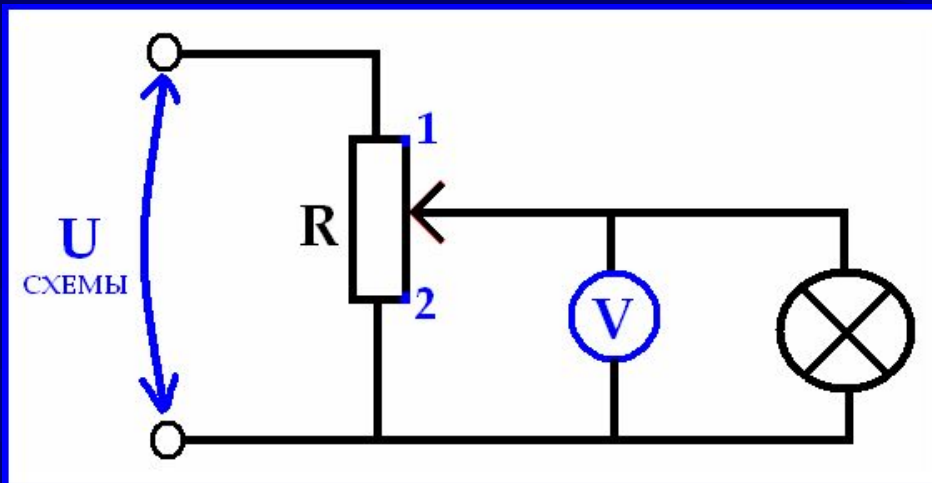
$$I = \frac{U}{R}$$

# Применяются в качестве:

I. **Потенциометр** – регулирует, ограничивает напряжение.

Применение:

Делители напряжения в электронных схемах.



Движок в точке 1.  
 $U_v = U_{\text{схемы}} -$   
**МАКС.**

Движок в точке 2.  
 $U_v \approx 0 -$  **МИН.**

# ***Закон Ома***



# Закон Ома



ОМ Георг Симон  
Германия.

Родился в 1787 г.

Умер в 1854 г.

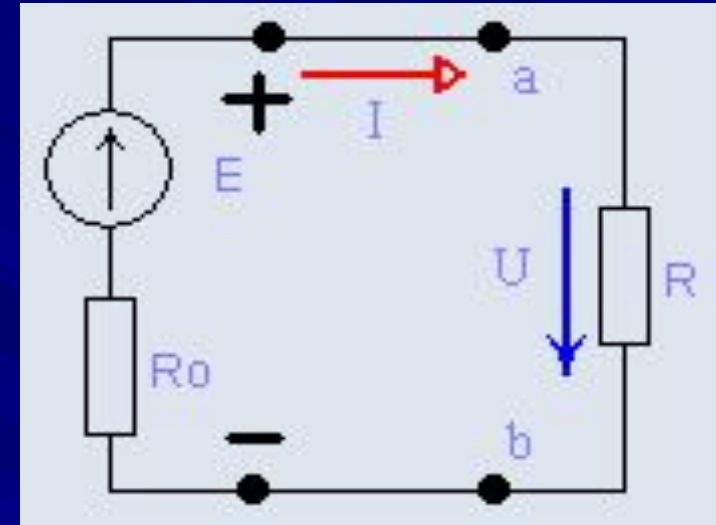
Физик.

Труды по электротехнике, акустике,  
кристаллооптике.

Основными законами, лежащими в основе анализа электрических цепей, являются законы, установленные немецкими физиками Г. С. Омом (1826) и Г. Р. Кирхгофом (1845) для цепей постоянного тока.

# Схема простейшей электрической цепи

- Полное сопротивление замкнутой электрической цепи можно представить в виде суммы сопротивления внешней цепи  $R$  (например, какого-либо приемника электрической энергии) и внутреннего сопротивления  $R_0$  источника



# Закон Ома

*Имеет два вида:*

1. **Закон Ома для участка цепи**  
(без источника).

$$I = \frac{U}{R}$$

**Сила тока на участке цепи прямо пропорциональна напряжению на этом участке и обратно пропорционально его сопротивлению.**

# Закон Ома

2. **Закон Ома для полной цепи.**  
**(с источником).**

$$I = \frac{E}{R + r}$$

**Ток в цепи равен ЭДС источника делимому на сумму сопротивлений: внешнего ( $R$ ) и внутреннего ( $r$ ).**

# Задача №1

**Дано:**

Генератор тепловоза : ЭДС= 640В,  
сопротивление  $R_0= 0,1\text{Ом}.$

Определить ток при сопротивлении  
внешней цепи  $R_H= 4,9 \text{ Ом}$

**Решение:**

По закону Ома для полной цепи (с  
источником).

$$I = \frac{E}{R_H + R_0} = \frac{640}{4,9 + 0.1} = 128 \text{ А}$$

# Задача №2

Определить напряжение на зажимах генератора тепловоза при токе нагрузки 1200А если его ЭДС равна 640В, а внутреннее сопротивление 0,1 Ом.

**Дано:**

$$E = 640 \text{ В}$$

$$I = 1200 \text{ А}$$

$$R_0 = 0,1 \text{ Ом}$$

$$U_H = ?$$

**Решение:**

1) Падение напряжения на внутреннем сопротивлении генератора.

$$U = I * R_0 = 1200 * 0.1 = 120 \text{ В}$$

2) Из закона Ома определяем напряжение на зажимах генератора.

$$I = \frac{E}{R_H + R_0};$$

$$E = I(R_H + R_0) = I * R_H + I * R_0 = U_H + U_0 \Rightarrow E = U_H + U_0;$$

$$U_H = E - U_0 = 640 - 120 = 520 \text{ В}$$

# Задача №3

Аккумуляторная батарея с вагона: ЭДС = 57 В, сопротивление  $R_B = 0,4$  Ом, сопротивление нагрузки  $R_H = 2,6$  Ом.

Определить ток нагрузки и КПД батареи, составить баланс мощностей.

## Решение:

1. Ток нагрузки по закону Ома для цепи с источником.

$$I = \frac{E}{R_H + R_0} = \frac{57}{2,6 + 0,4} = 19 \text{ А.}$$

2. КПД батареи

$$\tau = \frac{P_H}{P_6} * 100\% = \frac{U_H * I_H}{E_6 * I_H} * 100\% = \frac{U_H}{E_6} * 100\%$$

Т.К

$$U_H = I_H * R_H$$

$$\tau = \frac{I_H * R_H}{E_6} * 100\% = \frac{19 * 2,6}{57} * 100\% = 86,7\%.$$

# Задача №3

3. Проверка правильности решения задачи №2, с помощью составления баланса мощностей

$$\sum P_2 = \sum P_n$$

$$P_2 = E_6 * I_6 = 57 * 19 = 1173 \text{ Вт}$$

$$P_n = P_R + P_O = U_n * I_n + U_O * I_n = I_n^2 * R_n + I_n^2 * R_6 = 19^2 * 2,6 + 19^2 * 0,4 = 1179 \text{ Вт}$$

Из расчета баланса мощностей

$$P_{\text{батареи}} = P_{\text{потребителя}} + P_{\text{потерь}}$$

$$1173 = 1173 - \text{правильное решение.}$$



***Мощность***

# *Мощность*

*Мощность*- это скорость преобразования энергии.

# Мощность генератора ( $P_2$ )

**Мощность генератора ( $P_2$ )** – это скорость преобразования не электрической энергии (воды, солнца, ветра, солярки) в электрическую (смотреть генераторы Красноярской ГЭС во время экскурсии по ней).

$$P_2 = E_2 * I_2$$

$$[P_2] = [P_n] = 1Вт$$

# Мощность потребителя

**Мощность потребителя ( $P_n$ )** –  
скорость преобразования  
электрической энергии в другие виды  
энергии (тепло, свет, движение )

$$P_n = U_n * I_n$$

$$P_n = U_n * I_n$$

# Потери мощности.

При передачи энергии происходят её потери в:

- Линии электропередач  $\Delta P_{л}$ .
- Внутри генератора  $\Delta P_{о}$ , следовательно:

$$P_{г} = P_{п} + \Delta P_{о} + \Delta P_{л}$$

$P_{п}$  - мощность потребителя.

# ***Баланс мощностей***

# *Баланс мощностей*

*Применяется для проверки правильности расчета электрических цепей.*

$$\sum P_2 = \sum P_n$$

*Алгебраическая сумма мощностей потребителей, равна алгебраической сумме мощностей источников.*

# Передача электроэнергии.

По ЛЭП подается высокое напряжение в сотни тысяч вольт для того, чтобы уменьшить потери в ЛЭП. Проверим это, рассмотрим пример:

**Дано:**

*Генератор*

*$P_g = 500 \text{ кВт}$ .*

*Определить потери в ЛЭП при двух вариантах передачи энергии  $U_1 = 10\,000 \text{ В}$   $U_2 = 100\,000 \text{ В}$ .*

*$R_{\text{л}} = 4 \text{ Ом}$ .*

*Потери в ЛЭП – ?*

*$\Delta P_1$  - ?*

*$\Delta P_2$  - ?*

*$R_{\text{линии}} = 4 \text{ Ом}$ .*



# Передача электроэнергии.

1. Ток в линии при  $U_1 = 10\ 000\ В$

$$I = \frac{500000}{10000} = 50\ А$$

2. Потери в ЛЭП при  $I = 50\ А$  и  $U_1 = 10000\ В$ .

$$\Delta P_1 = I * I * R_{л} = 50 * 50 * 4 = 10\ 000\ Вт$$

3. Ток в ЛЭП при  $100\ 000\ В$ ,  $I_2 = P_{г}/U_2 = 5\ А$ .

4.  $\Delta P_{1,2}$  потери в линии при токе в  $5\ А$  и напряжении  $100000\ В$ .

$\Delta P_2 = I * I * R_{л} = 5 * 5 * 4 = 100\ Вт$ . Из расчетов следует, что при увеличении напряжения потери в линии уменьшаются.

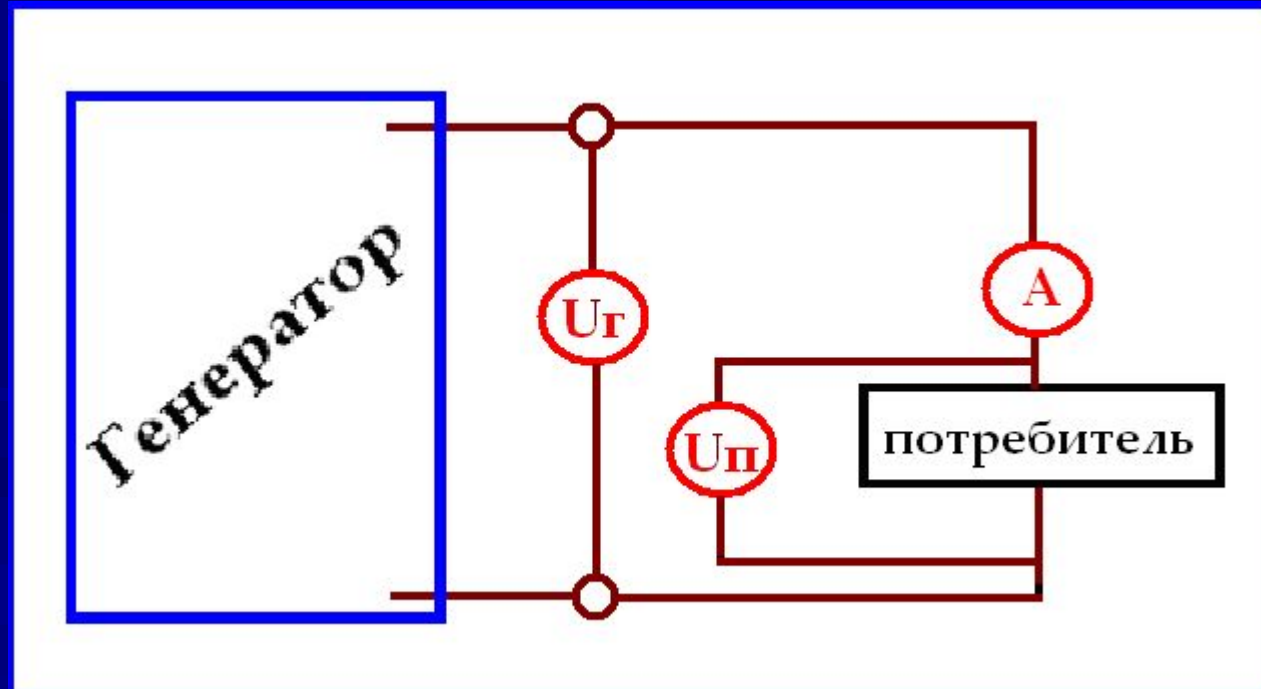
$$\begin{array}{l} \Delta P_2 = 100\ Вт \\ \text{при } U_2 = 100000\ В \end{array} < \begin{array}{l} \Delta P_1 = 10000\ Вт \\ \text{при } U_1 = 10000\ В \end{array}$$

# ***Включение амперметра и вольтметра***

# Включение амперметра и вольтметра

**Амперметр** всегда включается последовательно с теми приборами или машинами, ток которых он измеряет.

**Вольтметр** всегда включается параллельно тем приборам или машинам, напряжение которых он измеряет.



# Выбрать формулу:

4) *Мощность  
потребителя*

$$I = \frac{E}{R + r}$$

5) *Второй закон  
Кирхгофа*

$$P_n = U_n * I_n$$

6) *Баланс мощностей.*

$$\sum I = 0$$

# Задача № 1

**Дано:**

Лампа накаливания.

$U=48\text{В}$   $I=100\text{мА}$ . Определить сопротивление лампы.

**Решение:**

1. Ток изменим в С.И.  $I=100\text{мА} = 100 \cdot 10^{-3} \text{ А} = 0,1 \text{ А}$ .

2. Из закона Ома

$$I = \frac{U}{R} \Rightarrow R = \frac{U}{I} = \frac{48}{0.1} = 4800 \text{ Ом}$$

$$P = U * I \Rightarrow I = \frac{P}{U} = \frac{60}{220} = 0.27 A$$

## Задача № 2

**Дано:**

Лампа накаливания  $U=220$  В,  $P= 60$  Вт  
определить сопротивление лампы.

**Решение:**

1.

$$P = U * I \Rightarrow I = \frac{P}{U} = \frac{60}{220} = 0.27 A$$

2.

$$R = \frac{U}{I} = \frac{220}{0.27} = 815 \text{ Ом}$$

# Выбрать формулу:

1) Закон Ома  
для участка  
цепи

$$\sum E = \sum U$$

2) Первый закон  
Кирхгофа

$$I = \frac{U}{R}$$

3) Закон Ома для цепи  
с источником

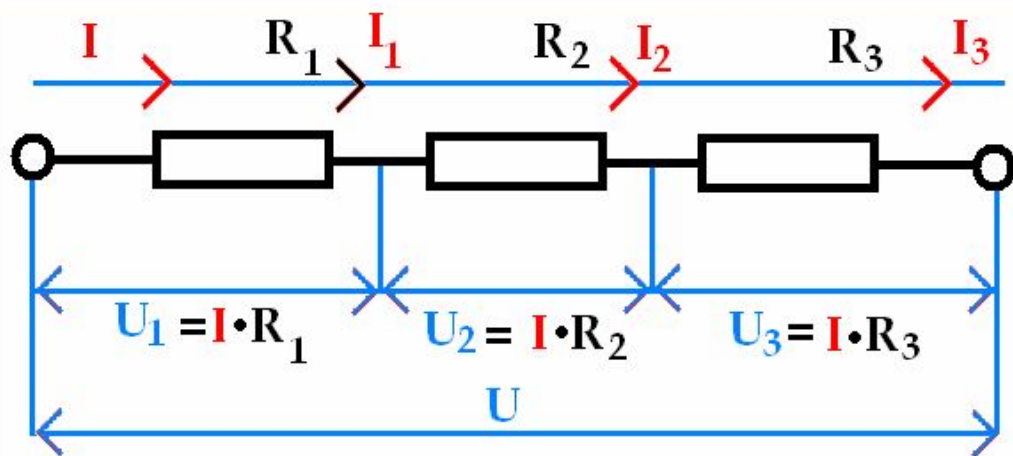
$$\sum P_2 = \sum P_n$$

***Соединение приемников  
( потребителей)  
энергии.***



# Соединение приемников ( потребителей) энергии.

## I. Последовательное соединение ( нет узлов в схеме).



Общее напряжение  
 $U = U_1 + U_2 + U_3$

Эквивалентное сопротивление  
 $R_{\text{ЭКВ.}} = R_1 + R_2 + R_3$

При последовательном  
соединении ток везде  
одинаковый.

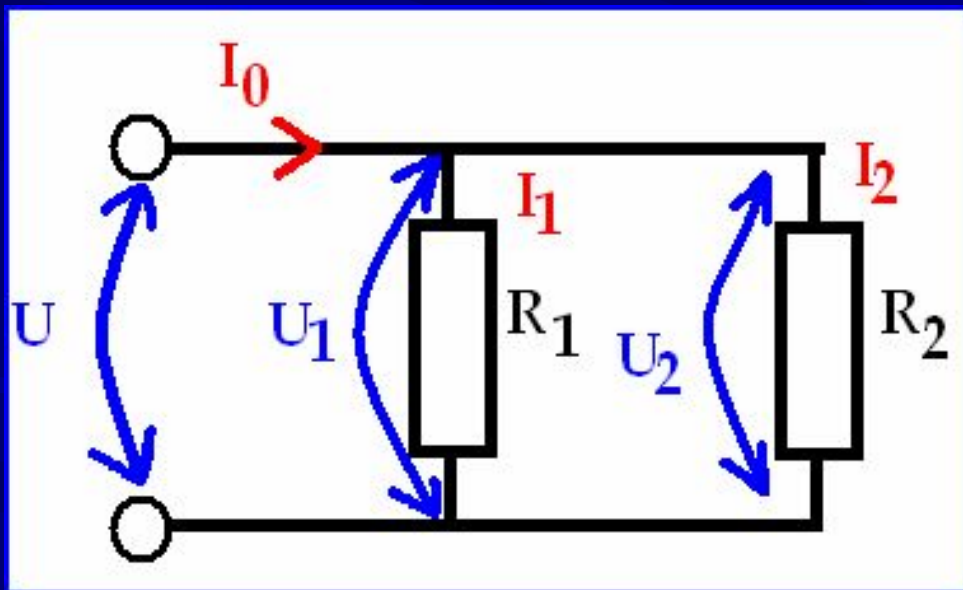
$$I = I_1 = I_2 = I_3$$

$$I = \frac{U_1}{R_1}$$

# Соединение приемников ( потребителей) энергии.

## I. Параллельное соединение потребителей энергии

При параллельном соединении напряжение на потребителях одинаковое



$$\begin{aligned}U_2 &= U_1 = U \\I_0 &= I_1 + I_2 \\I_1 &= \frac{U}{R_1} ; \quad I_2 = \frac{U}{R_2} \\ \frac{1}{R_{\text{ЭКВ}}} &= \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} ; \quad \frac{1}{R_{\text{ЭКВ}}} = \frac{U}{I_0}\end{aligned}$$

**Пример:** Освещение квартир в жилых домах

# Задача № 1

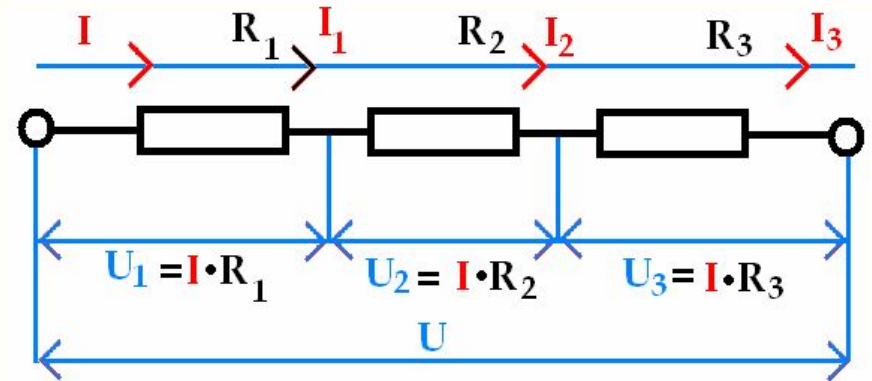
**Дано:**  $R_1 = 5 \text{ Ом}$ .  $R_2 = 10 \text{ Ом}$ .  $R_3 = 15 \text{ Ом}$ .  $U = 60 \text{ В}$ .

$R_{\text{экв.}} = ?$   $I = ?$   $U_1 = ?$   $U_2 = ?$   $U_3 = ?$

**Решение:**  $R = R_1 + R_2 + R_3 = 5 + 10 + 15 = 30 \text{ Ом}$ .

Ток по закону Ома.  $I = \frac{U}{R} = \frac{60}{30} = 2 \text{ А}$ .

Напряжение на резисторах: т.к.  $I_1 = I_2 = I_3 = I = 2 \text{ А}$   
 $U_1 = I \cdot R_1 = 2 \cdot 5 = 10 \text{ В}$     $U_2 = I \cdot R_2 = 2 \cdot 10 = 20 \text{ В}$   
 $U_3 = I \cdot R_3 = 2 \cdot 15 = 30 \text{ В}$



**Проверка:**

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$
$$60 = 10 + 20 + 30$$
$$60 = 60 \text{ В} - \text{решение верное.}$$

# Задача № 2

**Дано:** Определить ток и напряжение на резисторах в схеме на рис-1.  
при  $R_3 = 0 \text{ Ом}$ .

**Решение:**

$$R = R_1 + R_2 + R_3 = 5 + 10 + 0 = 15 \text{ Ом}.$$

1) Ток в схеме при уменьшении сопротивления увеличивается

$$I = \frac{U}{R} = \frac{60}{15} = 4 \text{ А}.$$

2) Напряжение на резисторах  $R_1$  и  $R_2$ .

$$U_1 = I * R_1 = 4 * 5 = 20 \text{ В}$$

$$U_2 = I * R_2 = 4 * 10 = 40 \text{ В}$$

3) Напряжение на оставшихся двух резисторах увеличилось.

**Проверка:**

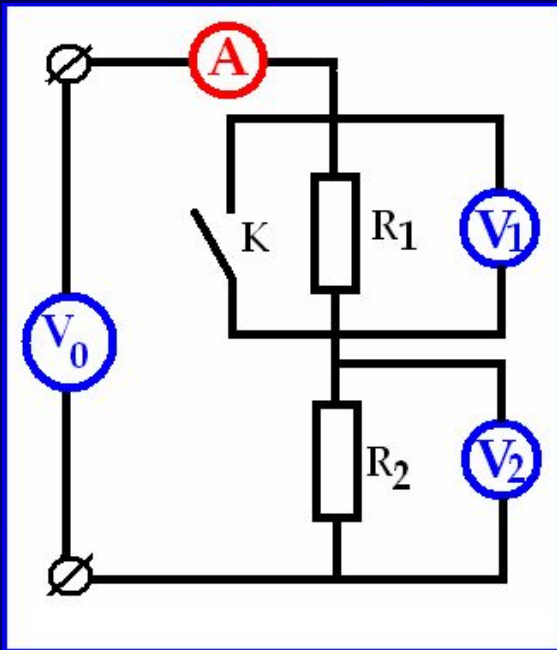
$$U = U_1 + U_2$$

$$60 = 20 + 40 = 60 \text{ В}$$

- всё правильно!!!

# Задача № 3

Как изменятся показания приборов при замыкании ключа (К) ?



**Правильный ответ:**

$U_0$  – не изменится.

$I_A$  – увеличится.

$U_1 = 0$ .

$U_2$  – увеличится  $U_2 = U_0$ .

# Задача № 4

Как изменятся показания приборов при перемещении движка реостата  $R_2$  в точку 1 ?

**Правильный ответ:**

$I_A$  – увеличится.

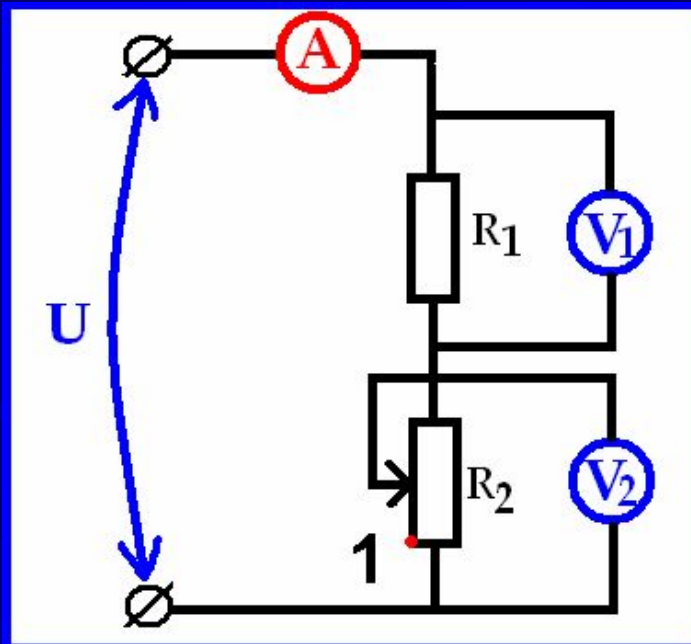
$U_1$  – уменьшится.  $U_1 = I \cdot R$ .

$I \downarrow \Rightarrow U \downarrow$

$U_2$  – увеличится

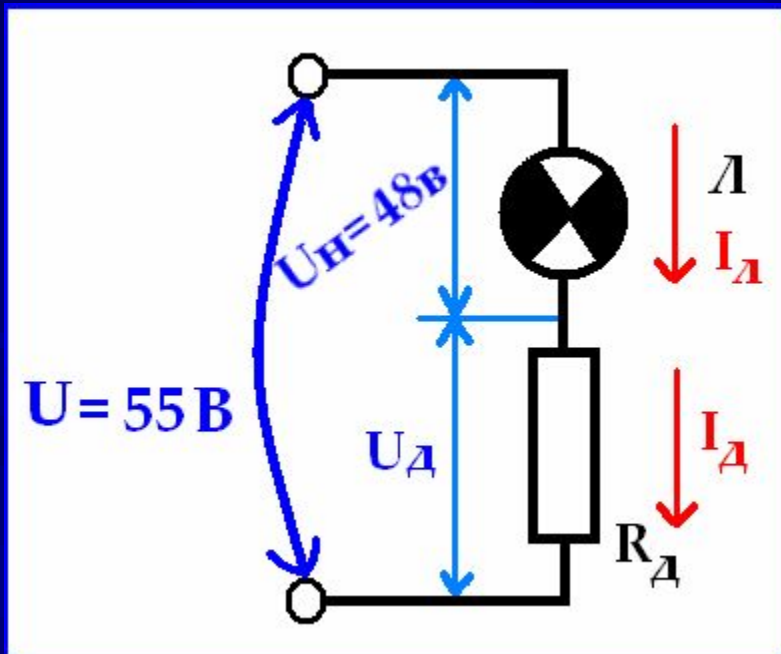
$U = U_2 + U_1$ ;  $U_2 = U - U_1$  при  $\downarrow U_1 \Rightarrow$

$\uparrow U_2$



# Задача №5

Напряжение в пассажирском вагоне  $U=55\text{В}$ . Параметры сигнальной лампы  $U_H=48\text{В}$   $I=0.05\text{А}$ . Составить схему подключения добавочного резистора и определить его параметры.  $R_d=?$   $R_d=?$



## Решение:

1.  $U_H < U$  т.е.  $48 < 55\text{В} \Rightarrow$  лампочка сгорит, надо подключить последовательно резистор.

2. 
$$U_d = U - U_H = 55 - 48 = 7\text{В}$$

3. При последовательном соединении ток в схеме одинаковый.

$$I_L = I_d = 0,05\text{А}$$

# Задача №5

4 По закону Ома

$$I = \frac{U}{R}$$

$$R_{\partial} = \frac{U_{\partial}}{I_{\partial}} = \frac{7}{0,05} = \frac{700}{5} = 140 \text{ Ом.}$$

5 Мощность добавочного резистора.

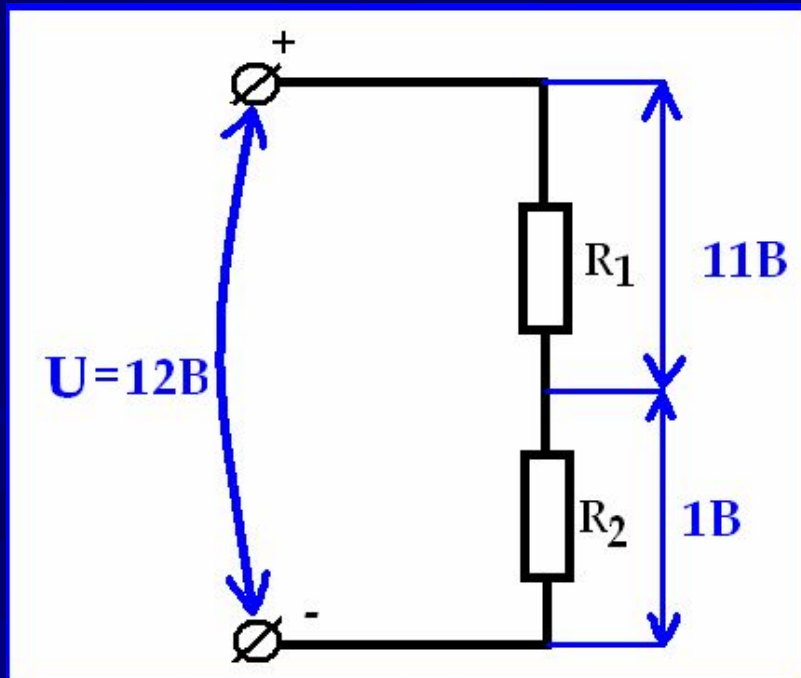
$$P_{\partial} = U_{\partial} * I_{\partial} = 7 * 0.05 = 0.35 \text{ Вт.}$$

ГОСТ  $P_{\partial} = 0,5$  Вт.



# Задача № 6

Составить схему и определить параметры резисторов для подачи на резистор  $U_1 = 1\text{В}$   $U_2 = 11\text{В}$  при напряжении источника  $U = 12\text{В}$  и допустимом токе в схеме  $I = 5\text{мА} = 5 \cdot 10^{-3}\text{А}$ .



**Решение:**

$$R_1 = \frac{U_1}{I} = \frac{11}{5 \cdot 10^{-3}} = 2200 \text{ Ом}$$

$$R_2 = \frac{U_2}{I} = \frac{1}{5 \cdot 10^{-3}} = 200 \text{ Ом}$$

$$P_1 = U_1 \cdot I = 11 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 55 \cdot 10^{-3} \text{ Вт}$$

$$P_2 = U_2 \cdot I = 1 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ Вт}$$

# Задача № 7

В цепи два параллельных резистора:  $R_1=60$  Ом.  $R_2= 30$  Ом. и ток  $I_2= 3$  А.

**Определить:**

токи  $I_1$  и  $I_0$  ,  $R_{\text{экв}}$  ,  $U$  ,  $U_1$ .

**Решение:**

$$U_2 = I_2 * R_2 = 3 * 30 = 90 \text{ В}$$

Напряжение на резисторе  $R_2$ :  $U_2 = I_2 * R_2 = 3 * 30 = 90 \text{ В}$

$$U_2 = U_1 = U = 90 \text{ В.}$$

Соединение параллельное, следовательно  $U_2 = U_1 = U = 90 \text{ В.}$

Ток первой ветки, по закону Ома.

$$I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{90}{60} = 1.5 \text{ А}$$

Общий ток находим по первому закону Кирхгофа

$$I_0 = I_1 + I_2 = 1.5 + 3 = 4.5 \text{ А.}$$

**Найдем общее сопротивление**

$$R = \frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2} = \frac{60 * 30}{60 + 30} = 20 \text{ Ом.}$$

или

$$R = \frac{U}{I_0} = \frac{90}{4.5} = 20 \text{ Ом.}$$

# Вопросы к диктанту:

1. Электрическое поле это... ?
2. Что такое напряженность?
3. Что такое потенциал?
4. Потенциал земли;
5. Что такое конденсатор?:
6. Конденсаторы параллельно соединяют для ?
7. Условные обозначения конденсаторов;
8. Что такое ток?
9. Что такое ток в металле (в проводах) ?
0. Направление тока в технике?
1. Условие прохождения тока ?

# *Вопросы к диктанту:*


2. Что такое сопротивление ?
3. Формула сопротивления проводника?
4. Как изменится сопротивление проводника при увеличении длины проводника в 2 раза ?
5. Как изменится сопротивление проводника при увеличении его площади в 2 раза?
6. Условное обозначение резисторов – (R)
7. Что такое реостат? Применение.
8. Что такое потенциометр? Применение.
9. Что такое узел ?
0. Что такое ветвь ?
1. Что такое контур ?

# Ответы к диктанту:

1. Электрическое поле – один из видов материи;
2. Напряженность – силовая характеристика электрического поля в заданной точке;
3. Потенциал – электрическая характеристика электрического поля в заданной точке;
4. Потенциал земли – для удобства расчетов и измерений принят за ноль;
5. Конденсатор:
  - а) 2 проводника разделённые диэлектриком;
  - б) Накопитель энергии (зарядов);
6. Конденсаторы параллельно соединяют для увеличения ёмкости;
7. Условные обозначения конденсаторов;



# Ответы к диктанту:

8. Ток – упорядоченное движение заряженных частиц;
9. Ток в металле (в проводах) – направленное движение электронов;
0. Направление тока в технике от (+) к (-);
1. Условие прохождения тока – наличие источника (напряжения, цепь замкнута);
2. Сопротивление – свойство вещества препятствовать прохождению тока;
3. Формула сопротивления проводника:  $R = \rho \frac{l}{S}$
4. Как изменится сопротивление проводника при увеличении длины проводника в 2 раза – сопротивление увеличится в 2 раза;
5. Как изменится сопротивление проводника при увеличении его площади в 2 раза – уменьшится в 2 раза;
6. Резисторы – (R) 
7. Реостат – регулировка, ограничение тока,
8. Потенциометр – регулирует, делит напряжение;
9. Узел – соединение 3-х и более проводов;
0. Ветвь – часть схемы с последовательным соединением элементов;
1. Контур – замкнутая часть схемы

# Условные обозначения

# Условные обозначения:



– цепь переменного тока, приборы для цепи переменного тока.



– (+ -) – цепь постоянного тока, приборы и оборудование для цепи постоянного тока.



– прибор применяется в приборах постоянного и переменного тока.



– трёхфазная цепь, приборы, оборудование для трехфазной цепи.

**R** – **Резистор**- потребитель- параметр электрической схемы, элемент электронной схемы, при расчете схемы в электротехнике обозначают нагревательные элементы, освещение.

**L** – **Индуктивность** - параметр электрической схемы (обмотка генераторов, трансформаторов, двигателей и.т.д).

**C** – **Емкость** - параметр электрической схемы. ( конденсаторы в электротехнике).



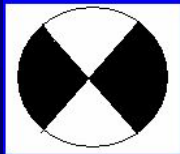
# Условные обозначения:



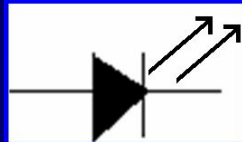
-  
Предохранитель.



-Лампа накаливания освещения.



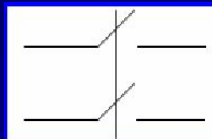
-Лампа накаливания сигнальная.



- Светодиод, заменяет сигнальные лампы.

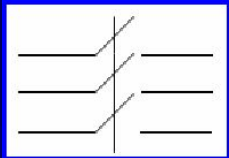


**Ключ**  
однополюсный.

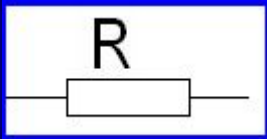


- Ключ двухполюсный.

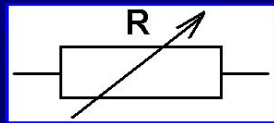
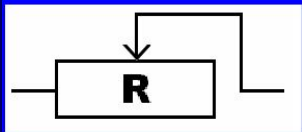
# Условные обозначения:



– Ключ трехполюсный



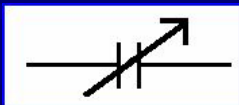
– R – Резистор.



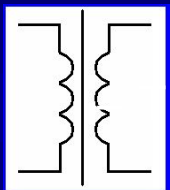
– Резистор переменный ( регулируемый).



– C – Конденсатор – накопитель электрической энергии.

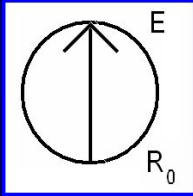


– Конденсатор переменной емкости.

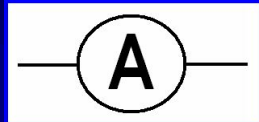


трансформатор однофазный

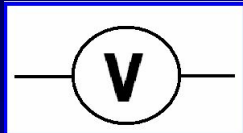
# Условные обозначения:



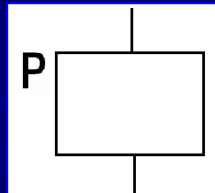
– Источник электрической энергии



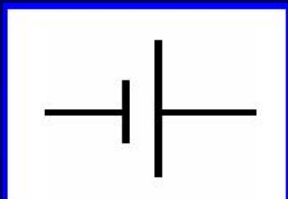
–  
Амперметр



– Вольтметр



- Катушка электромагнитного  
реле

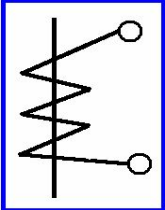


- Аккумулятор

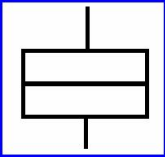
# Измерительные приборы:



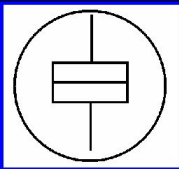
– Магнитоэлектрическая система



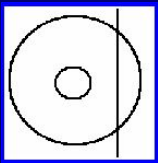
– Электромагнитная система



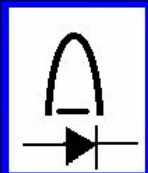
– Электродинамическая система



– Ферродинамическая система



– Индукционная система



– Выпрямительная система

Студенты Железнодорожного техникума, группа 417:

**Пахтусов Виталий Олегович**

Тимофеев Илья Александрович