

# Дисциплина: «Электротехника и Электроника»

лекции: доцент каф. ЭЭ Паршуков Андрей Николаевич

лаб. раб.: ст. преподаватель каф. ЭЭ Пожитков Алексей Петрович

## 1-й МОДУЛЬ:

60 баллов: лаб. работы

10 баллов: контрольная

## 2-й МОДУЛЬ:

- 30 баллов: тест

100 баллов за семестр

# Литература по курсу:

1. Л.А. Бессонов. Теоретические основы электротехники. - М.: ВШ, 1973.- 752с., ил.
2. Л.Р. Нейман, К.С. Демирчян. Теоретические основы электротехники. В двух томах. Т.1. Л.: Энергия, 1975. – 524с., ил. Т.2. Л.: Энергия, 1975. –408с., ил.
3. В.В. Крылов, С.Я. Корсаков. Основы теории цепей для системотехников. – М.: ВШ, 1990.-224с. ил.
4. В.Г. Гусев, Ю.М. Гусев. Электроника.-М.: ВШ, 1991-622с., ил.
5. А.Г. Алексенко, И.И. Шагурин. Микросхемотехника: Учебное пособие для ВУЗов. Под ред. И.П.Степаненко. –М.: Радио и связь, 1982-416с., ил.
6. И.П. Степаненко. Основы микроэлектроники. М.: Сов. радио, 1980-424с.
7. П. Хоровиц, У. Хилл. Искусство схемотехники. –М.: Мир, 1983. В двух томах. 598с. и 590с.

# СОВРЕМЕННЫЕ МНОГОУРОВНЕВЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ

Уровень языков  
прикладных программистов

Уровень операционной  
системы

Уровень архитектуры  
набора команд

Уровень микроархитектуры

Цифровой логический уровень  
(вентили)

Уровень физических устройств  
(транзисторы)

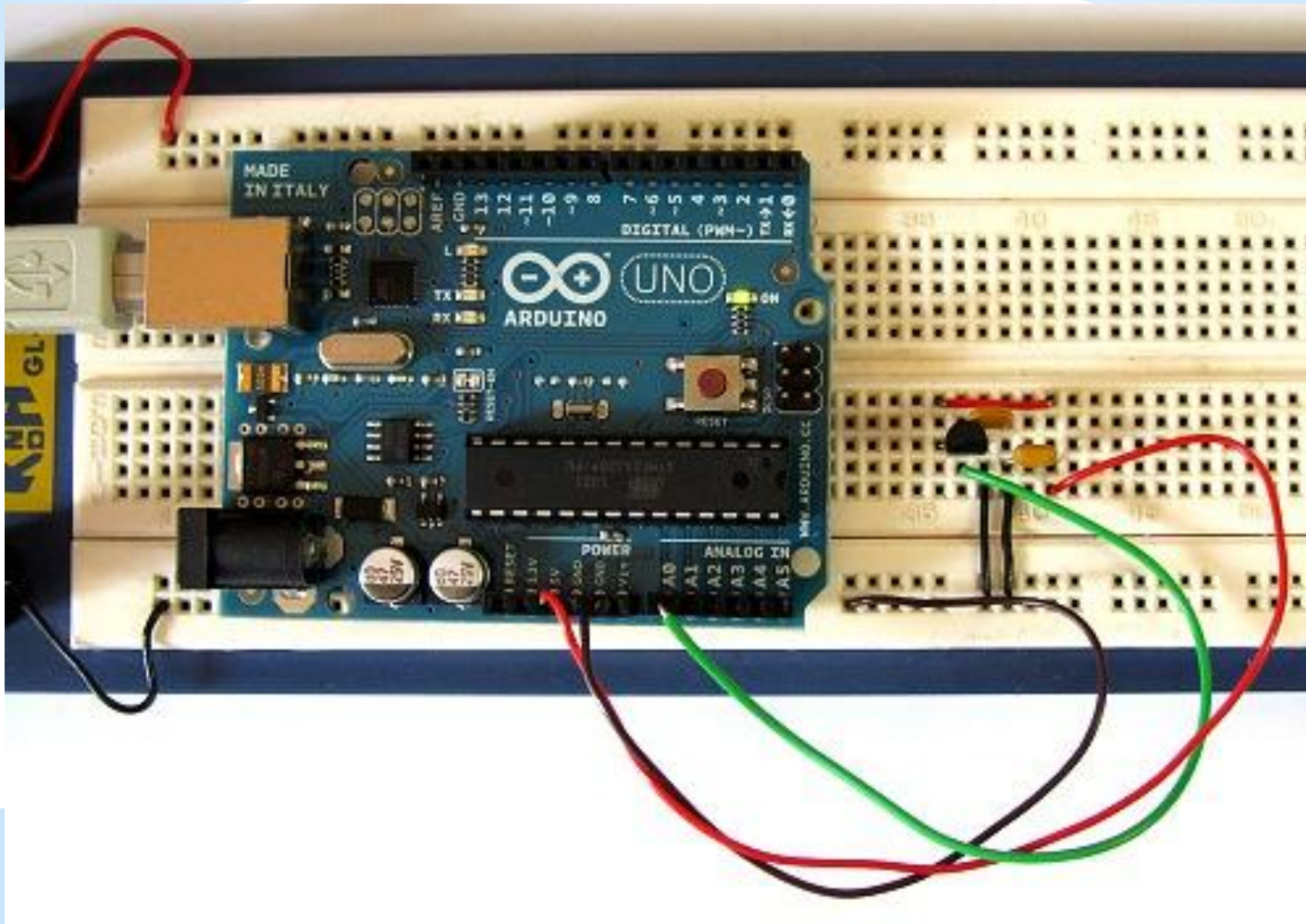
Аппаратное обеспечение

Компьютерная  
схемотехника

Основы электротехники и  
радиоэлектроники

# ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ

*Электрической цепью* называют любую совокупность радиотехнических (электротехнических) устройств, электромагнитное состояние которых допустимо и целесообразно характеризовать с помощью понятий «электрическое напряжение» и «электрический ток».



# ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ

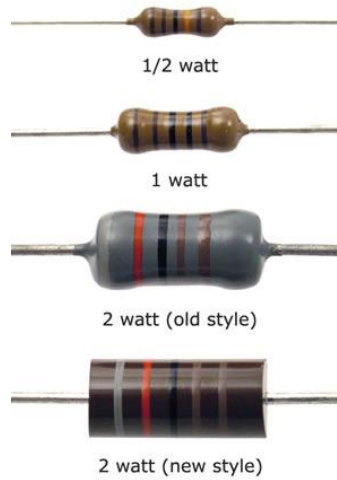
Источники э.д.с.  
(напряжения)



Источники  
тока



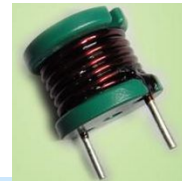
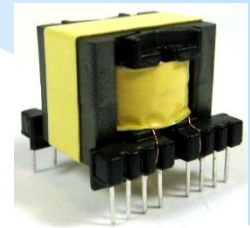
Резисторы



Конденсаторы



Индуктивности

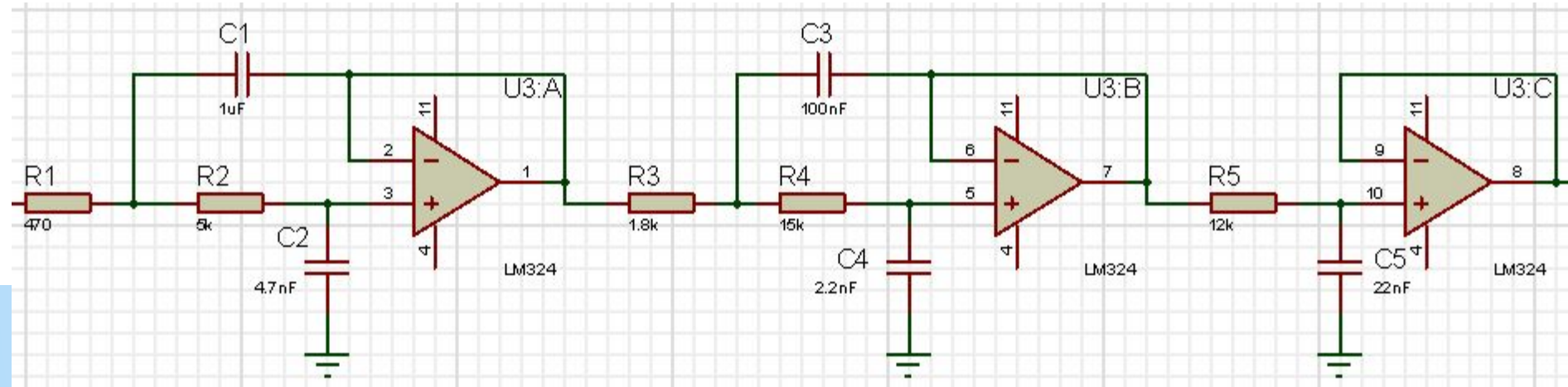


При составлении электрической схемы используются условные обозначения компонентов в предположении, что каждый компонент характеризуется своим основным параметром и не имеет паразитных параметров.

То есть, например, резистор имеет активное сопротивление величиной  $R$  и не характеризуется величиной ёмкости, индуктивности. Учёт всех особенностей реальных цепей может значительно усложнить расчёт, давая при этом незначительное повышение точности расчёта.

Поэтому с целью упрощения расчёта при сохранении приемлемой для практики точности расчёта реальную цепь часто заменяют её моделью, эквивалентной схемой, содержащей для линейной цепи совокупность резисторов, конденсаторов и катушек индуктивности.

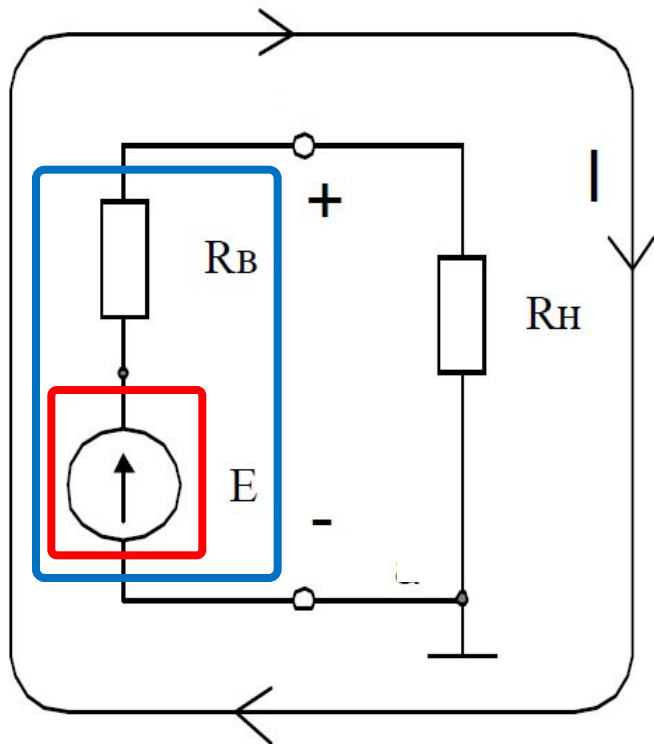
При этом ставится задача расчёта цепи с сосредоточенными параметрами. Часто пренебрегают и нелинейными свойствами компонентов, если в пределах используемых областей токов и напряжений их поведение с определённой степенью точности может считаться линейным.



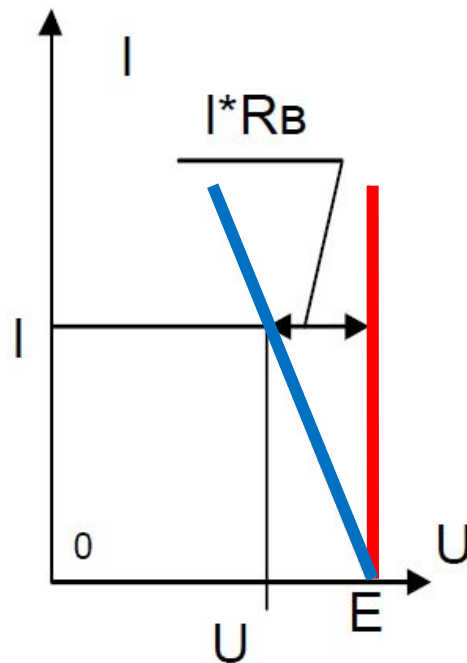
## ИСТОЧНИК Э.Д.С.

Источники (генераторы) э.д.с. и тока являются моделями реально существующих источников электрической энергии.

Источник э.д.с. (напряжения) характеризуется величиной э.д.с.  $E$  и внутренним сопротивлением  $R_B$ . Идеальный источник э.д.с. имеет нулевое внутреннее сопротивление. Эквивалентная схема источника э.д.с. приведена на рисунке 1.1а. Поведение выходного напряжения, в зависимости от тока нагрузки, может быть представлено в виде линейной функции (рисунок 1.1б)



(a)



(б)

$$U = E - I \cdot R_B$$

$$I = E / (R_B + R_H)$$

Рис. 1.1

## ИСТОЧНИК ТОКА

Источник тока или генератор тока характеризуется постоянным генерируемым током  $I_{\Gamma}$ , значение которого не зависит от параметров внешней цепи.

Внутреннее сопротивление идеального источника тока бесконечно велико. Реальный источник тока имеет внутреннее сопротивление  $R_B$ , которое включается параллельно условному обозначению идеального источника тока (рисунок 1.2а).

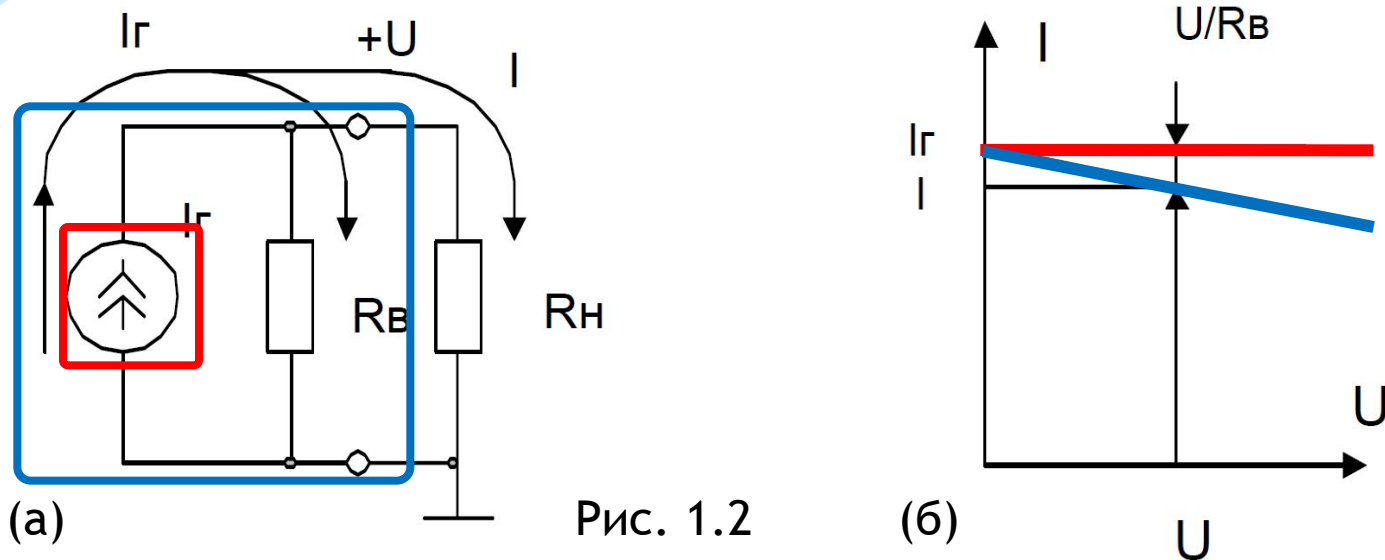


Рис. 1.2

На рисунке 1.2б показана зависимость тока в нагрузке при заданном напряжении  $U$  на выходе. При этом величина формируемого на выходе напряжения  $U$  зависит от сопротивления нагрузки  $R_H$ :

$$U = I \cdot R_H, \quad I = I_{\Gamma} - \frac{U}{R_B}.$$



# РЕЗИСТОР

Резистор - компонент электрической цепи, основным назначением которого является оказывать сопротивление протекающему через него току с целью регулирования или ограничения величины тока или напряжения. В резисторе осуществляется преобразование электрической энергии в тепловую.

Резистор характеризуется величиной активного или омического сопротивления  $R$ . Измеряется сопротивление в омах (Ом).

Для резистора справедлива линейная зависимость между током и напряжением, что заметил Ом:

$$U = R \cdot I.$$

Рассеиваемая на резисторе мощность  $P$  называется активной и определяется из предложенных ниже формул:

$$P = U \cdot I; \quad P = I^2 \cdot R; \quad P = U^2 / R.$$

Физически резисторы как компоненты электрической цепи создаются с использованием плёнки или провода, созданных из высокоомного материала, например, нихрома, манганина, графита.



Рис. 1.3

Условное обозначение на схемах предложено на рисунке 1.3. Кроме идентификатора резистора в виде буквы R ставится его порядковый номер. В пределах одной схемы номера подобных компонентов возрастают сверху вниз листа, на котором изображена схема, и слева направо.

Нумерацию имеют и другие компоненты электрической схемы. Нумерация упрощает описание работы схемы и позволяет составлять перечень компонентов, в котором для каждого компонента определяют его тип, номинальное значение основного параметра (например, величина сопротивления для резистора), допустимое отклонение параметра от номинала и температурный коэффициент изменения параметра.

Сопротивление резистора измеряется в омах. Через резистор в 10м при напряжении на его выводах в 1В течёт ток в 1А.

Для резистора можно определить его проводимость как величину, обратную сопротивлению:  $g=1/R$ . Проводимость измеряют в сименсах (См). 1См равен проводимости участка цепи с сопротивлением 10м.

# КОНДЕНСАТОР

**Конденсатор** - компонент электрической цепи, способный накапливать электрический заряд  $Q$ , электрическую энергию.

Конденсатор характеризуют электрической ёмкостью  $C$ , которую измеряют в фарадах, микрофарадах (мкФ), нанофарадах (нФ) и пикофарадах (пФ).

Между накопленным на конденсаторе зарядом и наблюдаемым на выводах конденсатора напряжением  $U_C$  существует связь, описываемая следующей формулой:

$$U_c \cdot C = Q.$$

Если напряжение на конденсаторе и ток меняются во времени, то используем строчные буквы для обозначения переменных в этой формуле и определим величину приращения напряжения на конденсаторе как функцию приращения заряда:

$$C \cdot du_c = dq \quad , \quad dq = i(t) \cdot dt$$

Поскольку между зарядом  $q$  и напряжением  $u_c$  существует взаимосвязь, то легко установить взаимосвязь мгновенных значений тока через конденсатор и напряжения на конденсаторе:

$$u_c(t) = (1/C) \cdot \int_0^t i(t) dt + u_c(0).$$

Физически конденсатор представляет две металлические пластины, разделённые диэлектриком. Условное обозначение конденсаторов на схеме предложено на рисунке 1.4.

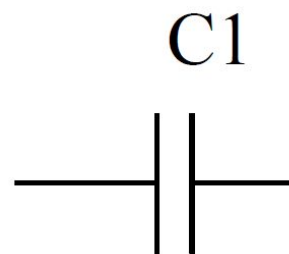
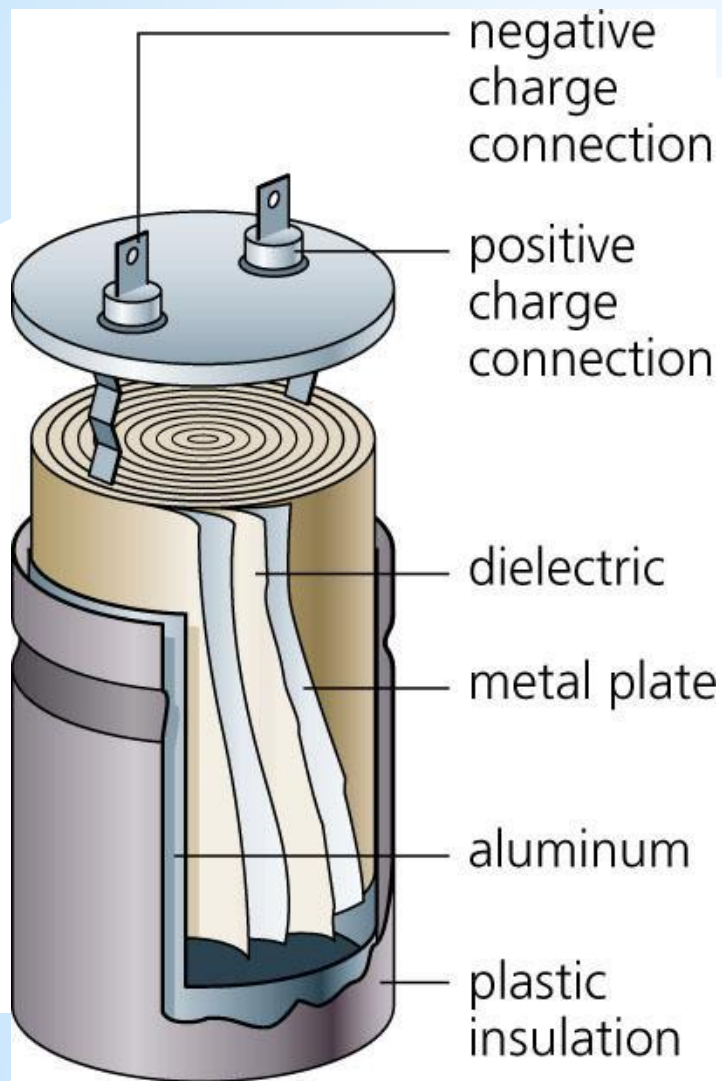


Рис. 1.4

## КАТУШКА ИНДУКТИВНОСТИ

Катушка индуктивности - катушка из провода с изолированными витками, обладающая значительной индуктивностью, то есть способностью накапливать магнитное поле, при сравнительно малых значениях ёмкости и активного сопротивления провода катушки.

Катушка индуктивности характеризуется значением индуктивности  $L$  (условное обозначение на рис. 1.5), которую измеряют в генри (Гн), миллигенри и микрогенри. Изменение тока через катушку вызывает наведение на выводах катушки электродвижущей силы  $e_L$ , которая противодействует изменению тока, пытается сохранить неизменным ток через катушку. Взаимосвязь между э.д.с. и током в катушке определяется выражением:

$$e_L = -L \cdot \frac{di}{dt} .$$

L1



Рис. 1.5

# ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

Немецкий физик Георг Симон Ом (1787-1854) в 1826 году заметил, что отношение падения напряжения на участке электрической цепи к величине электрического тока через этот участок есть величина постоянная. Эту величину называют электрическим сопротивлением проводника  $R$ :

$$R = U/I.$$

Различают закон Ома для участка цепи, не содержащего источника э.д.с., и для замкнутой неразветвлённой цепи, содержащей источник э.д.с.

**Закон Ома для участка цепи, не содержащего источника э.д.с., гласит:** падение напряжения на участке с сопротивлением  $R$  пропорционально сопротивлению и величине тока через эту цепь:

**Закон Ома для участка неразветвлённой цепи, содержащего источник э.д.с., гласит:**  $U = R \cdot I$  в цепи пропорциональна э.д.с. и обратно пропорциональна полному сопротивлению цепи. В полное сопротивление входит как внешняя, так и внутренняя цепь источника э.д.с.:

$$I = E/(R_B + R_H).$$

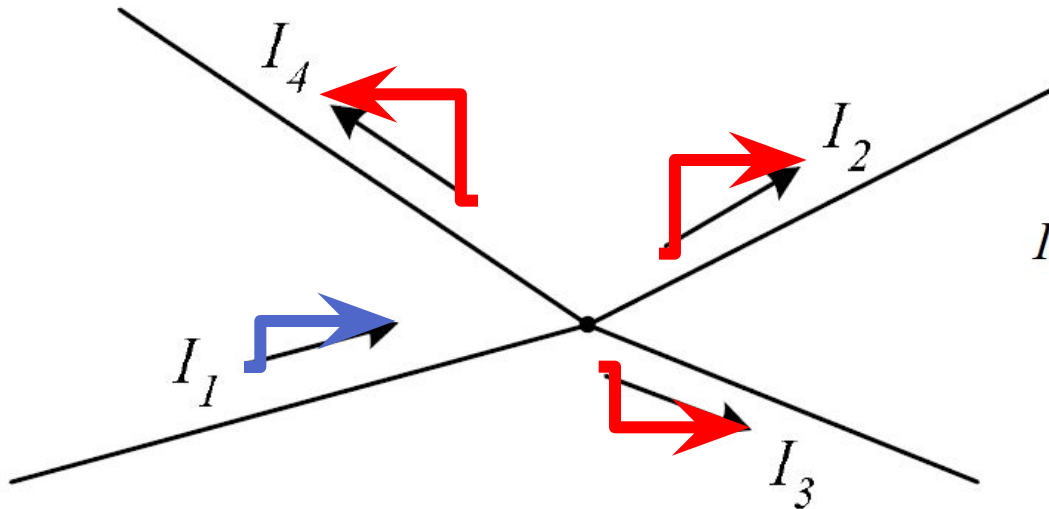
Немецкий физик Густав Роберт Кирхгоф (1824-1884) сформулировал два закона электрических цепей.

**Первый закон Кирхгофа** можно сформулировать двояко:

- Алгебраическая сумма токов в узле (узловой точке) равна нулю;
- Сумма втекающих в узел токов равна сумме вытекающих из узла токов.

Основой для этого закона является тот факт, что носители заряда движутся по замкнутому пути под действием э.д.с. нигде не накапливаясь в течение сколь либо продолжительного времени.

Принятое положительное направление тока в электрических цепях - от плюса источника э.д.с. к минусу.



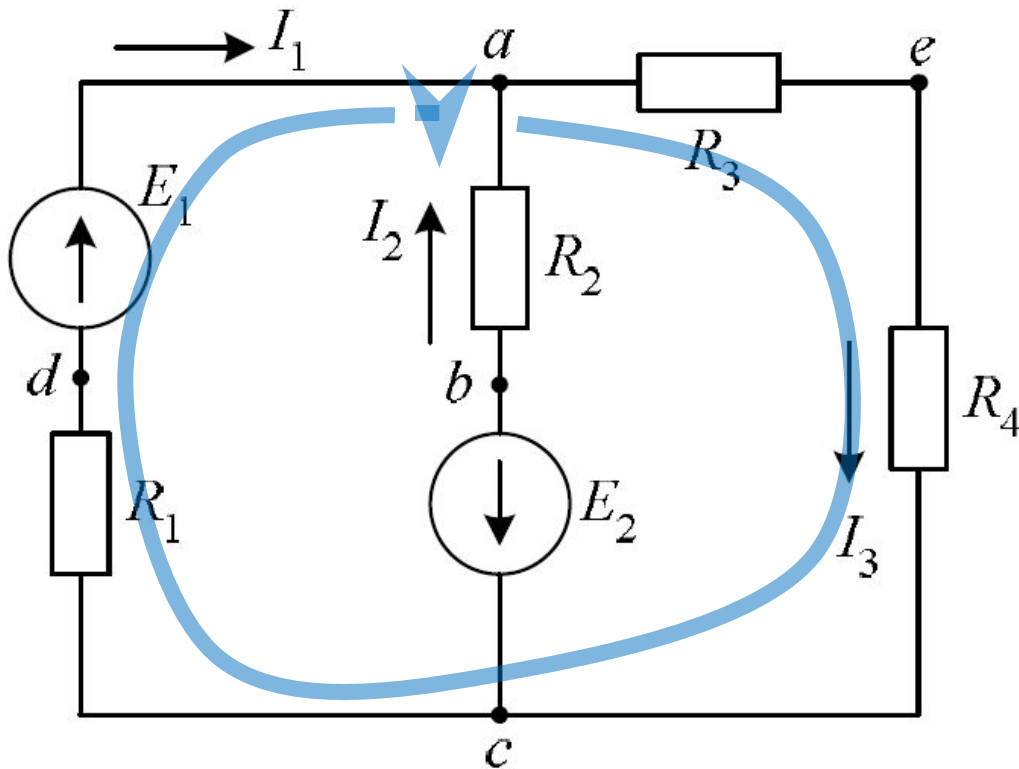
$$I_1 - I_2 - I_3 - I_4 = 0 \text{ - 1-я формула,}$$

$$I_1 = I_2 + I_3 + I_4 \text{ - 2-я формула.}$$

Второй закон Кирхгофа также формулируется двумя способами:

- В любом замкнутом контуре алгебраическая сумма падений напряжения равна алгебраической сумме источников э.д.с., входящих в этот контур;
- В любом замкнутом контуре алгебраическая сумма напряжений равна нулю.

Под напряжением в этом случае понимается как падение напряжения на компоненте схемы под действием протекающего тока, так и напряжение на выводах источников э.д.с., входящих в данный контур.



$$U_{ae} + U_{ec} + U_{cd} + U_{da} = 0$$