

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Уфимский государственный авиационный технический университет

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

(тестовые задания)

Допущено Редакционно-издательским советом УГАТУ в качестве учебного пособия для студентов всех форм обучения, обучающихся по направлениям подготовки бакалавров и специалистов 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии», 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», 27.03.03 «Системный анализ и управление», 27.03.04 «Управление в технических системах», 12.03.01 «Приборостроение», 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника», 09.03.02 «Информационные системы и технологии», 10.03.01 «Информационная безопасность», 05.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», 11.05.04 «Инфокоммуникационные технологии и системы специальной связи», 13.05.02 «Специальные электромеханические системы», 24.05.06 «Системы управления летательными аппаратами», 19.05.01 «Применение и эксплуатация автоматизированных систем специального назначения», 10.05.05 «Безопасность информационных технологий в правоохранительной сфере»

Уфа 2017

Авторы: В.С.Лукманов, И.Е.Чечулина, А.В.Гусаров, А.Р. Фатхиев

УДК 621.3 (07)

ББК 31.2 (я7)

ТЗЗ

Рецензенты:

*Зав.кафедрой электротехнических машин и электрооборудования
ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет»,
д-р техн. Наук, проф. Аюпов Р.С.;
профессор кафедры управления и сервиса в технических системах
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический
университет», д-р техн. Наук Крымский В.Г.*

Теоретические основы электротехники (тестовые задания):

ТЗЗ учебное пособие / [В.С.Лукманов и др.] ; Уфимск. гос. авиац. техн.
ун-т – Уфа : РИК УГАТУ, 2017. – 201 с.

Рассматриваются вопросы анализа электрических цепей и электромагнитного поля.

Предназначено для подготовки к промежуточной аттестации студентов, изучающих дисциплины «Теоретические основы электротехники», «Основы теории цепей», «Теоретические основы электротехники и электроники», «Теоретические основы электротехники и электроизмерений», «Теория нелинейных цепей», «Теория электромагнитного поля», «Инженерное приложение теории электромагнитного поля» и «Электротехника». Так же может быть полезен бакалаврам при подготовке к итоговой аттестации и поступлению в магистратуру.

УДК 621.3 (07)

ББК 31.2 (я7)

ISBN 978-5-4221-0964-7

Корректурa и верстка. РИК УГАТУ, 2017

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	...6
1. Основные понятия, законы и методы расчета электрических цепей.....	..8
1.1. Физические основы электрических цепей.....	...9
1.2. Элементы электрических цепей	..13
1.3. Топологические понятия	..19
1.4. Основные законы электрических цепей	..25
2. Методы анализа линейных электрических цепей	..30
2.1. Эквивалентные преобразования электрических цепей	..35
2.2. Метод контурных токов	..41
2.3. Метод узловых потенциалов	..46
2.4. Метод наложения	..51
2.5. Метод эквивалентного генератора	..55
2.6. Баланс мощностей	..60
3. Теория линейных электрических цепей синусоидального и несинусоидального токов.....	..64
3.1. Способы представления синусоидальных величин	..73
3.2. Пассивный двухполюсник в цепи синусоидального тока	..77
3.3. Комплексный метод расчета	..80
3.4. Резонансные явления в цепях синусоидального тока	..84
3.5. Частотные характеристики двухполюсников	..88
3.6. Расчет цепей с индуктивно связанными элементами	..92
3.7. Расчет электрических цепей при периодических несинусоидальных воздействиях.....	..95
4. Трехфазные цепи	..98
4.1. Основные понятия трехфазных цепей	100

4.2. Расчет трехфазных цепей	104
5. Переходные процессы	107
5.1. Основные понятия	112
5.2. Расчет переходных процессов в цепях первого порядка ..	115
5.3. Расчет переходных процессов в цепях второго порядка ..	119
5.4. Операторный метод расчета переходных процессов	123
6. Основы теории четырехполюсников.....	128
6.1. Основные определения и классификация четырехполюсников	133
6.2. Уравнения и режимы работы четырехполюсников	136
6.3. Характеристические параметры и передаточные функции ..	139
6.4. Электрические фильтры	143
7. Цепи с распределенными параметрами	146
7.1. Цепи с распределенными параметрами	148
7.2. Линии без искажений. Линии без потерь	152
8. Нелинейные электрические и магнитные цепи	155
8.1. Основные определения и понятия	159
8.2. Нелинейные резистивные цепи постоянного тока	163
8.3. Нелинейные резистивные цепи переменного тока	166
8.4. Расчет магнитных цепей	170
9. Теория электромагнитного поля	173
9.1. Уравнения электромагнитного поля	177
9.2. Электростатическое поле	181
9.3. Электрическое поле постоянных токов	185
9.4. Магнитное поле постоянных токов	188
9.5. Переменные электромагнитные поля в проводнике и диэлектрике.....	191
Ответы.....	195
	21

ВВЕДЕНИЕ

Настоящий сборник тестовых заданий предназначен для подготовки студентов электротехнических направлений и специальностей к текущему контролю, промежуточной аттестации. Сборник является частью учебно-методических комплексов и фондов оценочных средств для дисциплин «Теоретические основы электротехники» (ТОЭ), «Основы теории цепей» (ОТЦ), «Теоретические основы электротехники и электроники» (ТОЭиЭ), «Теоретические основы электротехники и электроизмерений» (ТОЭиЭИ), «Теория нелинейных цепей» (ТНЦ), «Теория электромагнитного поля» (ТЭМП) и «Инженерное приложение теории электромагнитного поля» (ИП ТЭМП), а также для модуля «Электротехника» для студентов, обучающихся по информационным направлениям. В частности, он будет полезен для подготовки студентов к зачету или экзамену по вышеперечисленным дисциплинам, а также бакалаврам при подготовке к итоговой аттестации (ЕГЭ) и к поступлению в магистратуру. Краткие теоретические сведения в начале каждого раздела и приведенные в последней главе ответы ко всем заданиям делают процесс самоподготовки особенно эффективным.

Предметные тесты охватывают узловые вопросы электротехники, изучение которых необходимо для формирования требуемых компетенций, приведенных в Федеральном Государственном образовательном стандарте высшего образования (ФГОС ВО) подготовки бакалавров и специалистов для следующих направлений подготовки и специальностей:

бакалавров: 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника, 12.03.04 – Биотехнические системы и технологии, 11.03.04 – Электроника и наноэлектроника, 11.03.02 – Инфокоммуникационные технологии и системы связи, 27.03.03 – Системный анализ и управление, 27.03.04 – Управление в технических системах, 12.03.01 – Приборостроение, 09.03.01 – Информатика и вычислительная техника, 09.03.02 – Информационные системы и технологии, 10.03.01 – Информационная безопасность, 15.03.04 – Автоматизация технологических процессов и производств;

специалистов: 11.05.04 – Инфокоммуникационные технологии и системы специальной связи, 13.05.02 – Специальные электромеханические системы, 24.05.06 – Системы управления летательными

аппаратами, 09.05.01 – Применение и эксплуатация автоматизированных систем специального назначения, 10.05.05 – Безопасность информационных технологий в правоохранительной сфере.

Тестовые задания разработаны на основе требований к уровню усвоения содержания дисциплины, определяемым перечнем компетенций, формируемых образовательной программой для перечисленных направлений подготовки и специальностей, а также соответствуют традиционному содержанию дисциплины «Теоретические основы электротехники». В рамках реализуемой в России компетентностной модели образования возникла острая необходимость в оценочных средствах, которые позволили бы проводить объективную комплексную оценку сформированных компетенций. В качестве таковых могут быть использованы представленные тестовые материалы, охватывающие широкий набор тем. Таким образом, из них можно скомпоновать эффективное средство контроля уровня знаний базисных категорий, действий и методов, соответствующее требованиям ФГОС ВО для каждого из перечисленных направлений подготовки и специальностей.

В сборнике содержатся тестовые задания по следующим разделам:

- основные понятия и законы электрических цепей;
- методы расчета электрических цепей;
- теория электрических цепей переменного тока;
- переходные процессы;
- четырехполюсники;
- анализ нелинейных электрических и магнитных цепей;
- цепи с распределенными параметрами;
- теория электромагнитного поля.

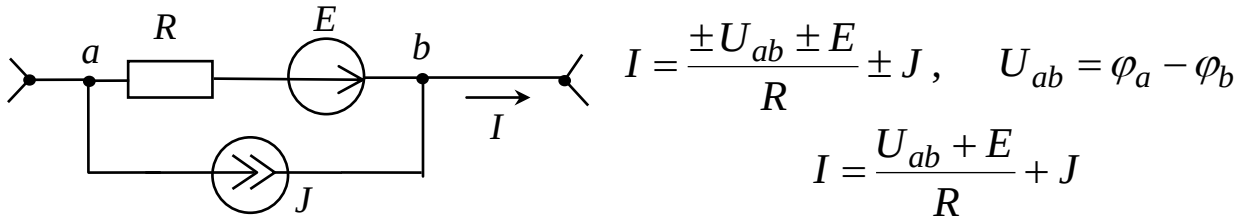
Уровень сложности содержащихся в пособии тестовых заданий соответствует второму уровню усвоения дисциплины, т.е. деятельности по воспроизведению усвоенных операций, совершаемых в типовых условиях без подсказки.

Охватываемый данным пособием перечень разделов дисциплины ТОЭ является достаточно полным. При этом следует учитывать, что в зависимости от направления и специальности подготовки содержание дисциплины может варьироваться, и некоторые разделы могут в него не входить.

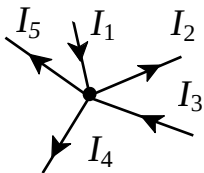
1. Основные понятия, законы и методы расчета электрических цепей

Краткие теоретические сведения

Обобщенный закон Ома для участка цепи



Первый закон Кирхгофа



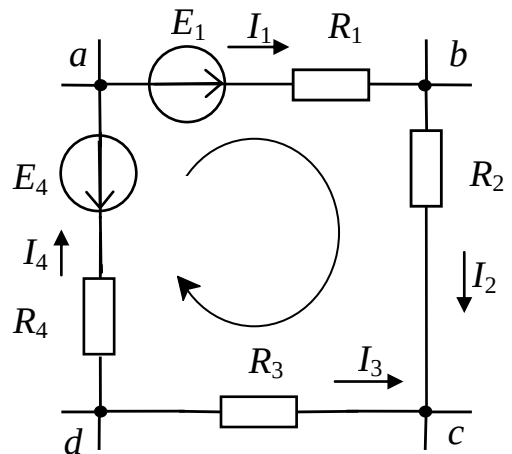
$$\sum I_k = 0$$

$$I_1 - I_2 + I_3 - I_4 - I_5 = 0$$

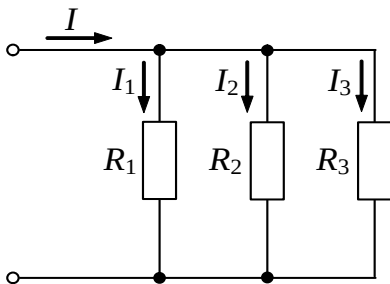
Второй закон Кирхгофа

$$\sum_{i=1}^m U_i = \sum_{j=1}^n E_j$$

$$I_1 R_1 + I_2 R_2 - I_3 R_3 + I_4 R_4 = E_1 - E_4$$



Формула разброса



$$I_i = I \frac{G_i}{\sum_{k=1}^n G_k}, \quad G_i = \frac{1}{R_i}$$

где n — число параллельных ветвей

$$I_1 = I \frac{G_1}{G_1 + G_2 + G_3}$$

1.1. Физические основы электротехники

1.1.1

Из представленных физических величин магнитное поле характеризуют:

- 1) H, B ;
- 2) E, D ;
- 3) q, φ ;
- 4) L, C .

1.1.2

Из представленных физических величин электрическое поле характеризуют:

- 1) μ, H ;
- 2) H, B ;
- 3) B, μ ;
- 4) E, D .

1.1.3

Магнитные свойства среды характеризует параметр:

- 1) γ ;
- 2) ε ;
- 3) μ ;
- 4) ω .

1.1.4

Диэлектрические свойства среды характеризует параметр:

- 1) γ ;
- 2) μ ;
- 3) ε ;
- 4) ω .

1.1.5

Напряженность магнитного поля H определяется размерностью:

- 1) В;
- 2) А/м;
- 3) Кл;
- 4) Ф.

1.1.6

Единицей измерения абсолютной диэлектрической проницаемости среды $\varepsilon_a = \frac{Cd}{S}$ является:

- 1) Ф/м;
- 2) В;
- 3) В/м;
- 4) Кл/м.

1.1.7

Напряженность электрического поля E определяется размерностью:

- 1) Кл/м;
- 2) В;
- 3) Ф/м;
- 4) В/м.

1.1.8

Электрическим током называется:

- 1) сила, действующая на электрически заряженную частицу, движущуюся в электромагнитном поле;
- 2) явление направленного движения носителей электрических зарядов;
- 3) явление свободного движения носителей электрических зарядов в проводнике;
- 4) явление возбуждения электродвижущей силы в контуре при изменении магнитного потока, сцепляющегося с ним.

1.1.9

Электрический ток проходит:

- 1) от точки с большим потенциалом к точке с меньшим;
- 2) от точки с меньшим потенциалом к точке с большим;
- 3) между равнопотенциальными точками;
- 4) в любом направлении, независимо от величины потенциалов.

1.1.10

Ток электрического смещения преобладает:

- 1) в полупроводниках;
- 2) в проводниках;
- 3) в диэлектриках;
- 4) в магнетиках.

1.1.11

Ток проводимости преобладает:

- 1) в диэлектриках;
- 2) в полупроводниках;
- 3) в воздухе;
- 4) в проводниках.

1.1.12

Высокой электропроводностью обладают:

- 1) проводники;
- 2) полупроводники;
- 3) диэлектрики;
- 4) магнетики.

1.1.13

Электростатическое поле внутри проводников:

- 1) сильное;
- 2) отсутствует;
- 3) слабое;
- 4) вихревое.

1.1.14

Электропроводность диэлектриков:

- 1) высокая;
- 2) стремится к нулю;
- 3) комплексная величина;
- 4) стремится к бесконечности.

1.1.15

При необратимом пробое диэлектрика он становится:

- 1) полупроводником;
- 2) магнетиком;
- 3) не изменяет своих электрических свойств;
- 4) проводником.

1.1.16

При неизменной магнитной индукции B напряженности магнитных полей в ферромагнитной среде $H_{\text{ФМ}}$ и в воздухе $H_{\text{В}}$:

- 1) $H_{\text{ФМ}} = H_{\text{В}}$;
- 2) $H_{\text{ФМ}} < H_{\text{В}}$;
- 3) $H_{\text{ФМ}} > H_{\text{В}}$;
- 4) не зависимы.

1.1.17

Электродвижущая сила равна:

- 1) отношению силы, действующей на электрически заряженную частицу, к произведению заряда и скорости частицы;
- 2) отношению силы, действующей на заряженную частицу, к ее заряду;
- 3) линейному интегралу напряженности магнитного поля вдоль рассматриваемого контура;
- 4) работе, затрачиваемой на перемещение единицы заряда из одной точки поля в другую.

1.1.18

Электрическое напряжение представляет собой:

- 1) скалярную величину, равную линейному интегралу напряженности электрического поля вдоль рассматриваемого пути;
- 2) векторную величину, характеризующую электрическое поле и определяющую силу, действующую на электрически заряженную частицу со стороны электрического поля;
- 3) векторную величину, равную геометрической разности магнитной индукции, деленной на магнитную постоянную, и намагниченности;
- 4) скалярную величину, характеризующую способность стороннего поля и индуцированного электрического поля вызывать электрический ток.

1.1.19

Резистор является:

- 1) диэлектриком;
- 2) проводником;
- 3) полупроводником;
- 4) сверхпроводником.

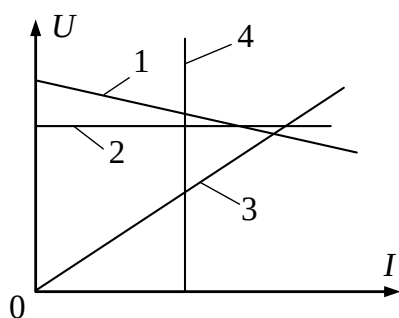
1.2. Элементы электрических цепей

1.2.1

Идеальный источник электрического напряжения – это источник электрической энергии:

- 1) характеризующийся электродвижущей силой и внутренним электрическим сопротивлением;
- 2) электрический ток которого не зависит от напряжения на его выводах;
- 3) характеризующийся электрическим током в нем и внутренней проводимостью;
- 4) электрическое напряжение на выводах которого не зависит от электрического тока в нем.

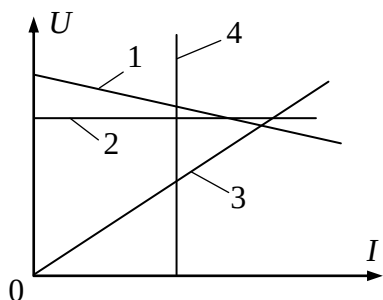
1.2.2



Вольт-амперная характеристика идеального источника ЭДС определяется прямой:

- 1) 1;
- 2) 2;
- 3) 3;
- 4) 4.

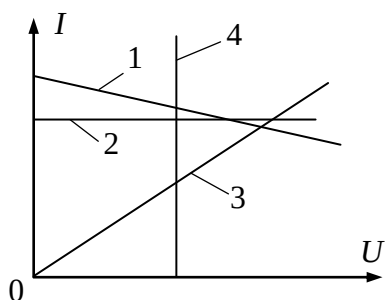
1.2.3



Вольт-амперная характеристика реального источника ЭДС определяется прямой:

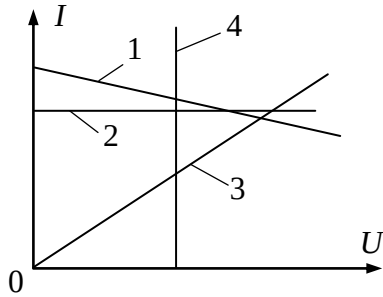
- 1) 2;
- 2) 1;
- 3) 3;
- 4) 4.

1.2.4



Вольт-амперная характеристика идеального источника тока определяется прямой:

- 1) 4;
- 2) 1;
- 3) 3;
- 4) 2.

1.2.5

Вольт-амперная характеристика реального источника тока определяется прямой:

- 1) 1;
- 2) 2;
- 3) 3;
- 4) 4.

1.2.6

Внутреннее сопротивление идеального источника ЭДС является:

- 1) переменным;
- 2) отрицательным;
- 3) нулевым;
- 4) бесконечно большим.

1.2.7

Реальный источник электрического напряжения – это источник электрической энергии:

- 1) характеризующийся электродвижущей силой и внутренним электрическим сопротивлением;
- 2) электрический ток которого не зависит от напряжения на его выводах;
- 3) электрическое напряжение на выводах которого не зависит от электрического тока в нем;
- 4) характеризующийся электрическим током в нем и внутренней проводимостью.

1.2.8

Идеальный источник электрического тока – это источник электрической энергии:

- 1) характеризующийся электрическим током в нем и внутренней проводимостью;
- 2) электрическое напряжение на выводах которого не зависит от электрического тока в нем;
- 3) электрический ток которого не зависит от напряжения на его выводах;
- 4) характеризующийся электродвижущей силой и внутренним сопротивлением.

1.2.9

Реальный источник электрического тока — это источник электрической энергии:

- 1) характеризующийся электродвижущей силой и внутренним электрическим сопротивлением;
- 2) электрический ток которого не зависит от напряжения на его выводах;
- 3) электрическое напряжение на выводах которого не зависит от электрического тока в нем;
- 4) характеризующийся электрическим током в нем и внутренней проводимостью.

1.2.10

Внутреннее сопротивление идеального источника тока:

- 1) отрицательное;
- 2) стремится к бесконечности;
- 3) переменное;
- 4) стремится к нулю.

1.2.11

Управляемый источник электрического напряжения — это источник:

- 1) в котором ток зависит от тока на некотором участке цепи;
- 2) напряжение на зажимах которого зависит от температуры;
- 3) напряжение на зажимах которого зависит от тока или напряжения на другом участке цепи;
- 4) напряжение на зажимах которого зависит от сопротивления электрической цепи.

1.2.12

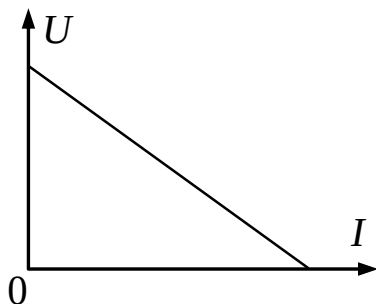
Свойства резистивного элемента описывает характеристика:

- 1) вольт-амперная;
- 2) вебер-амперная;
- 3) кулон-вольтная;
- 4) кулон-амперная.

1.2.13

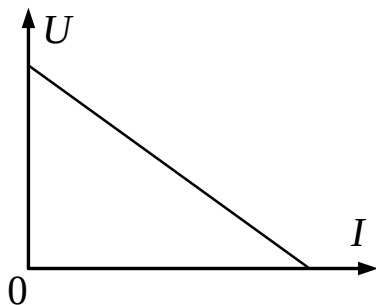
В резисторе:

- 1) происходит преобразование электромагнитной энергии в тепловую;
- 2) происходит накопление энергии электрического поля;
- 3) происходит накопление энергии магнитного поля;
- 4) не происходит преобразования энергии.

1.2.14

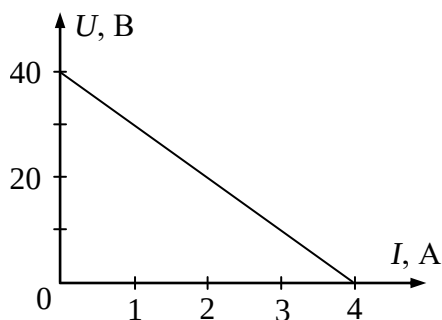
Точка пересечения внешней характеристики источника с осью напряжения соответствует:

- 1) режиму короткого замыкания;
- 2) режиму холостого хода;
- 3) номинальному режиму;
- 4) режиму согласованной нагрузки.

1.2.15

Точка пересечения внешней характеристики источника с осью тока соответствует:

- 1) режиму согласованной нагрузки;
- 2) холостому ходу;
- 3) номинальному режиму;
- 4) короткому замыканию.

1.2.16

По ВАХ для источника ЭДС параметры источника E и $R_{\text{вн}}$ составляют:

- 1) 40 В; 20 Ом;
- 2) 40 В; 10 Ом;
- 3) 20 В; 1 Ом;
- 4) 20 В; 10 Ом.

1.2.17

Свойства емкостного элемента описывает характеристика:

- 1) вольт-амперная;
- 2) вебер-амперная;
- 3) кулон-вольтная;
- 4) кулон-амперная.

1.2.18

Свойства индуктивного элемента описывает характеристика:

- 1) кулон-амперная;
- 2) кулон-вольтная;
- 3) вольт-амперная;
- 4) вебер-амперная.

1.2.19

Согласно закону электромагнитной индукции на зажимах катушки индуктивности индуцируется ЭДС самоиндукции, равная:

$$1) e_L = -\frac{dq}{dt};$$

$$2) e_L = -\frac{d\psi}{dt};$$

$$3) e_L = -\frac{di}{dt};$$

$$4) e_L = -\frac{d\phi}{dt}.$$

1.2.20

Индуктивность катушки определяется размерностью:

- 1) Гн;
- 2) Кл;
- 3) Ф;
- 4) 1/А.

1.2.21

Если через катушку индуктивности протекает постоянный ток, то:

- 1) ее индуктивность равна нулю;
- 2) напряжение на ее зажимах равно нулю;
- 3) напряжение на ее зажимах стремится к бесконечности;
- 4) ее индуктивность стремится к бесконечности.

1.2.22

В конденсаторе:

- 1) происходит накопление энергии магнитного поля;
- 2) происходит накопление энергии электрического поля;
- 3) происходит преобразование электромагнитной энергии в тепловую;
- 4) не происходит изменения энергии.

1.2.23

Ток через конденсатор:

$$1) i_C = -C \frac{dq}{dt};$$

$$2) i_C = -C \frac{du_C}{dt};$$

$$3) i_C = C \frac{dq}{dt};$$

$$4) i_C = C \frac{du_C}{dt}.$$

1.2.24

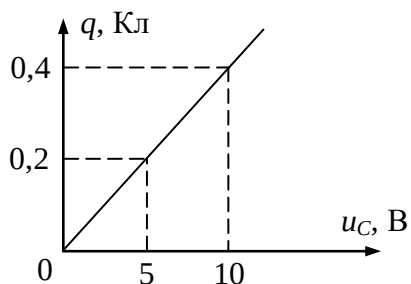
Емкость конденсатора измеряется в:

- 1) Вб;
- 2) Кл;
- 3) Ф;
- 4) 1/В.

1.2.25

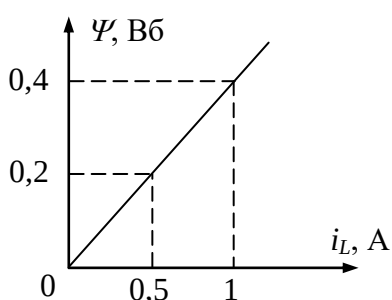
Если к конденсатору приложено постоянное напряжение, то:

- 1) его емкость стремится к бесконечности;
- 2) его емкость равна нулю;
- 3) его сопротивление равно нулю;
- 4) ток через конденсатор равен нулю.

1.2.26

Если при t_1 ток через конденсатор $i_C(t_1) = 5$ А, то скорость изменения напряжения на обкладках конденсатора du_C/dt при t_1 равна:

- 1) -25 В/с;
- 2) 125 В/с;
- 3) 25 В/с;
- 4) 5 В/с.

1.2.27

Если при t_1 ЭДС самоиндукции в катушке индуктивности составляет 10 В, то скорость изменения тока в катушке di/dt при t_1 равна:

- 1) -25 А/с;
- 2) 25 А/с;
- 3) 4 А/с;
- 4) $0,5$ А/с.

1.3. Топологические понятия

1.3.1

Двухполюсником называется часть электрической цепи:

- 1) с двумя источниками ЭДС;
- 2) с двумя выделенными выводами;
- 3) содержащая два линейных элемента;
- 4) имеющая две пары выводов, которые могут быть входными или выходными.

1.3.2

Ветвью называется участок электрической цепи:

- 1) содержащей выделенную совокупность элементов;
- 2) к элементам которого приложено одно и тот же электрическое напряжение;
- 3) вдоль которого протекает один и тот же электрический ток;
- 4) образующий замкнутый путь.

1.3.3

Узлом электрической цепи называется:

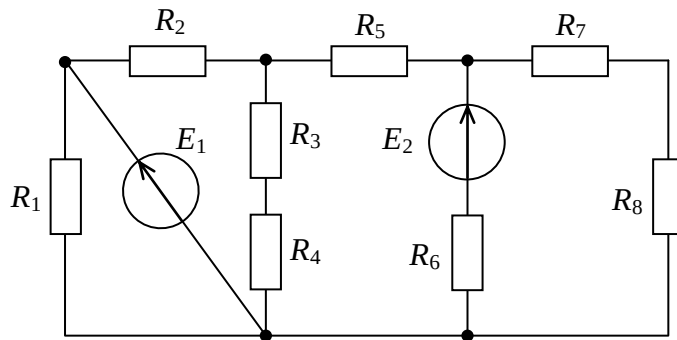
- 1) место соединения трех и более ветвей электрической цепи;
- 2) часть электрической цепи, содержащая выделенную совокупность ее элементов;
- 3) соединение участков электрической цепи, с помощью которого образуется электрическая цепь;
- 4) участок электрической цепи, к элементам которого приложено одно и то же электрическое напряжение.

1.3.4

Контуром электрической цепи называется:

- 1) часть электрической цепи, содержащая выделенную совокупность ее элементов;
- 2) изображение электрической цепи, содержащее условные обозначения элементов и показывающее соединения этих элементов;
- 3) участок электрической цепи, вдоль которого проходит один и тот же электрический ток;
- 4) последовательность ветвей электрической цепи, образующая замкнутый путь, в которой один из узлов одновременно является началом и концом пути, а остальные встречаются только один раз.

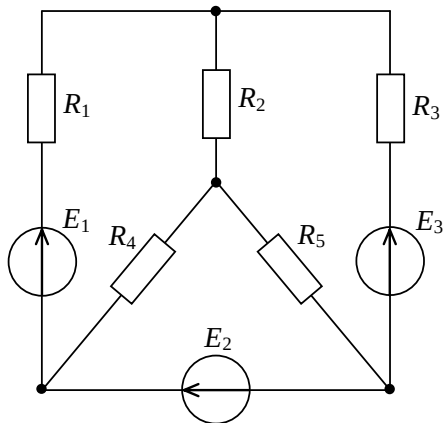
1.3.5



Количество ветвей в
схеме равно:

- 1) 4;
- 2) 8;
- 3) 7;
- 4) 3.

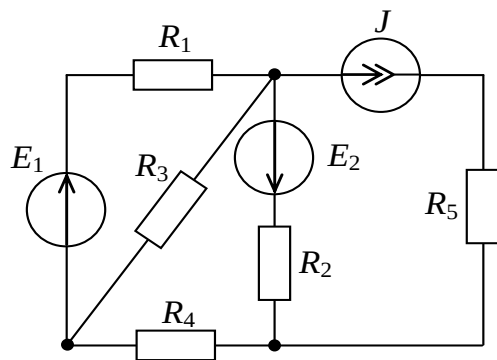
1.3.6



Количество ветвей в
схеме равно:

- 1) 6;
- 2) 8;
- 3) 10;
- 4) 5.

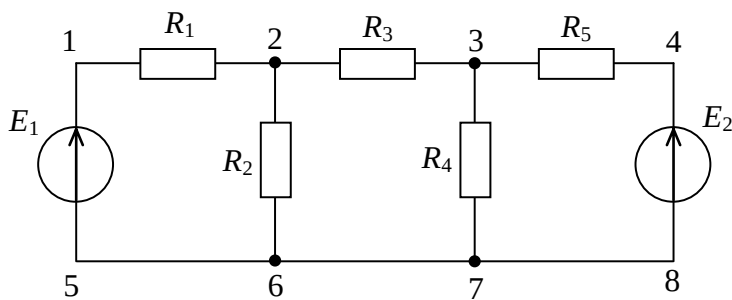
1.3.7



Количество ветвей в
схеме равно:

- 1) 4;
- 2) 5;
- 3) 7;
- 4) 9.

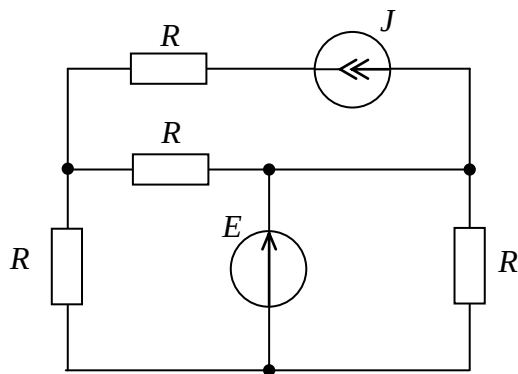
1.3.8



Количество узлов в
схеме равно:

- 1) 8;
- 2) 3;
- 3) 4;
- 4) 6.

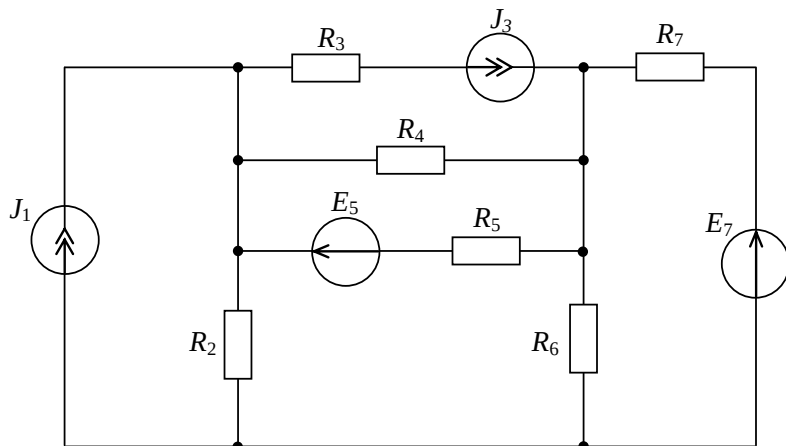
1.3.9



Количество узлов в
схеме равно:

- 1) 5;
- 2) 4;
- 3) 6;
- 4) 3.

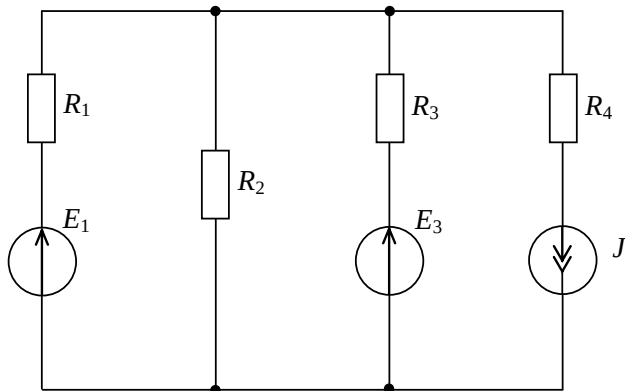
1.3.10



Количество
узлов в схеме равно:

- 1) 5;
- 2) 3;
- 3) 7;
- 4) 8.

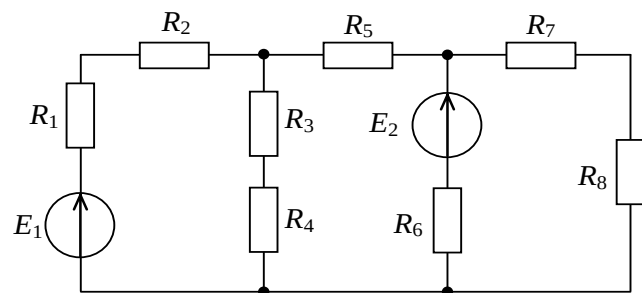
1.3.11



Количество узлов в
схеме равно:

- 1) 4;
- 2) 3;
- 3) 2;
- 4) 5.

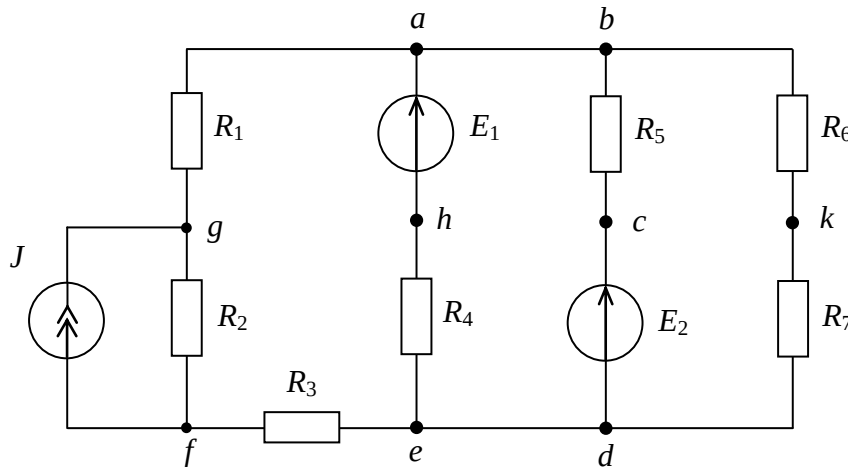
1.3.12



Количество
независимых контуров в
схеме равно:

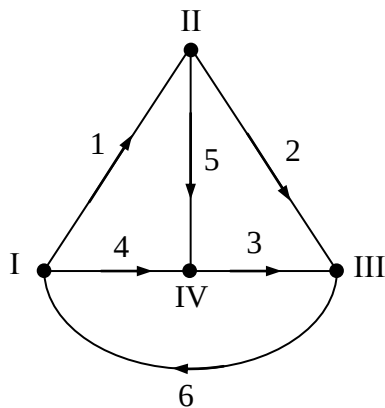
- 1) 3;
- 2) 4;
- 3) 2;
- 4) 5.

1.3.13



Контуром
является:
1) $abcde$;
2) $abcdehagf$;
3) $bkdcb$;
4) $defga$.

1.3.14



Матрица соединений для
приведенного графа с базисным узлом
IV имеет вид:

$$\begin{aligned}
 &1) \begin{vmatrix} +1 & 0 & 0 & +1 & 0 & -1 \\ -1 & +1 & 0 & 0 & +1 & 0 \\ 0 & 0 & +1 & -1 & -1 & 0 \end{vmatrix}; \\
 &2) \begin{vmatrix} -1 & +1 & 0 & 0 & +1 & 0 \\ 0 & -1 & -1 & 0 & 0 & +1 \\ 0 & 0 & +1 & -1 & -1 & 0 \end{vmatrix}; \\
 &3) \begin{vmatrix} +1 & 0 & 0 & +1 & 0 & -1 \\ 0 & -1 & -1 & 0 & 0 & +1 \\ 0 & 0 & +1 & -1 & -1 & 0 \end{vmatrix}; \\
 &4) \begin{vmatrix} +1 & 0 & 0 & +1 & 0 & -1 \\ -1 & +1 & 0 & 0 & +1 & 0 \\ 0 & -1 & -1 & 0 & 0 & +1 \end{vmatrix}.
 \end{aligned}$$

1.3.15

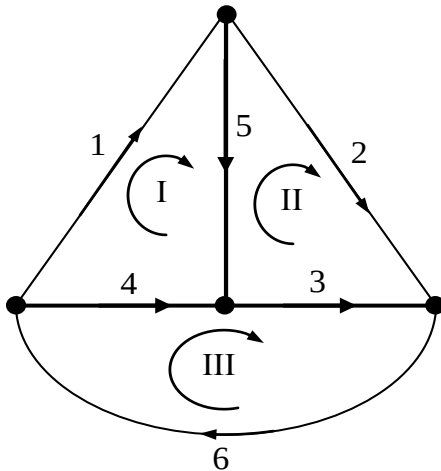
Уравнение по первому закону Кирхгофа можно представить

- 1) матрицей соединений;
- 2) матрицей главных сечений;
- 3) контурной матрицей;
- 4) матрицей сопротивлений.

1.3.16

Максимально возможное число ненулевых элементов в каждой строке матрицы контуров:

- 1) 2;
- 2) зависит от структуры цепи;
- 3) 3;
- 4) 4.

1.3.17

Матрица главных контуров для приведенного графа имеет вид:

$$1) \begin{vmatrix} +1 & 0 & 0 & +1 & 0 & -1 \\ -1 & +1 & 0 & 0 & +1 & 0 \\ 0 & -1 & -1 & 0 & 0 & +1 \end{vmatrix};$$

$$2) \begin{vmatrix} -1 & 0 & 0 & +1 & -1 & 0 \\ 0 & -1 & +1 & 0 & +1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & -1 & 0 & -1 \end{vmatrix};$$

$$3) \begin{vmatrix} +1 & 0 & 0 & -1 & +1 & 0 \\ 0 & +1 & -1 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & +1 & +1 & 0 & +1 \end{vmatrix};$$

$$4) \begin{vmatrix} -1 & 0 & 0 & -1 & 0 & +1 \\ +1 & -1 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & +1 & +1 & 0 & 0 & -1 \end{vmatrix}.$$

1.3.18

$$\begin{vmatrix} +1 & 0 & 0 & +1 & 0 & -1 \\ -1 & +1 & 0 & 0 & +1 & 0 \\ 0 & -1 & -1 & 0 & 0 & +1 \end{vmatrix}$$

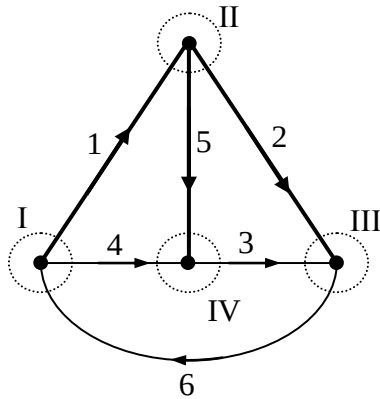
Для приведенной матрицы соединений максимальное число ветвей, присоединенных к одному узлу составляет:

- 1) 6;
- 2) 3;
- 3) 4;
- 4) 18.

1.3.19

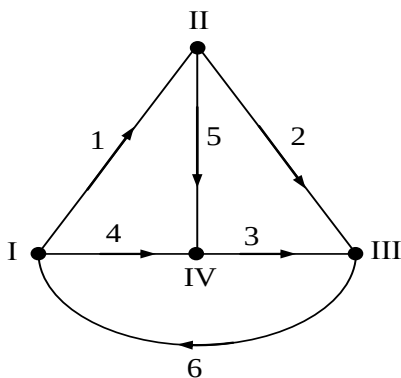
Минимально возможное число ненулевых элементов в каждой строке матрицы сечений составляет

- 1) 4;
- 2) 2;
- 3) 1;
- 4) 3.

1.3.20

Матрица главных сечений для выбранного дерева имеет вид

$$\begin{aligned}
 &1) \begin{vmatrix} +1 & 0 & 0 & +1 & 0 & -1 \\ 0 & +1 & +1 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & -1 & +1 & +1 & 0 \\ +1 & -1 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & -1 & -1 & 0 & 0 & +1 \\ 0 & 0 & -1 & +1 & +1 & 0 \end{vmatrix} \\
 &2) \begin{vmatrix} +1 & -1 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & -1 & -1 & 0 & 0 & +1 \\ 0 & 0 & -1 & +1 & +1 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & -1 & 0 & +1 \\ -1 & +1 & 0 & 0 & +1 & 0 \\ 0 & +1 & +1 & 0 & 0 & -1 \end{vmatrix} \\
 &3) \begin{vmatrix} +1 & 0 & 0 & +1 & 0 & -1 \\ -1 & +1 & 0 & 0 & +1 & 0 \\ 0 & +1 & +1 & 0 & 0 & -1 \\ +1 & 0 & 0 & +1 & 0 & -1 \\ -1 & +1 & 0 & 0 & +1 & 0 \\ 0 & +1 & +1 & 0 & 0 & -1 \end{vmatrix} \\
 &4) \begin{vmatrix} +1 & 0 & 0 & +1 & 0 & -1 \\ -1 & +1 & 0 & 0 & +1 & 0 \\ 0 & +1 & +1 & 0 & 0 & -1 \end{vmatrix}
 \end{aligned}$$

1.3.21

Дерево графа образует набор ветвей

- 1) 1-2-6;
- 2) 2-3-5;
- 3) 4-5-1;
- 4) 1-2-3.

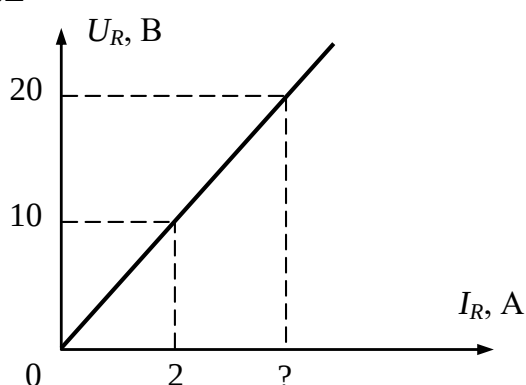
1.4. Основные законы электрических цепей

1.4.1

Электрическое сопротивление постоянному току выражается:

- 1) произведением напряжения на электрический ток;
- 2) отношением тока к электрическому напряжению;
- 3) отношением напряжения к электрическому току;
- 4) отношением квадрата тока к электрическому напряжению.

1.4.2



Для резистора R при $U_R=20$ В ток равен:

- 1) 3 А;
- 2) 4 А;
- 3) 5 А;
- 4) 6 А.

1.4.4

Первый закон Кирхгофа основан на

- 1) законе Джоуля-Ленца;
- 2) силе Лоренца;
- 3) законе Ома;
- 4) принципе непрерывности электрического тока.

1.4.5

Количество уравнений, составляемых по первому закону Кирхгофа равно:

- 1) число узлов схемы минус один;
- 2) число узлов схемы плюс один;
- 3) числу независимых контуров;
- 4) числу ветвей схемы.

1.4.6

Второй закон Кирхгофа формулируется как:

- 1) арифметическая сумма падений напряжений в контуре равна арифметической сумме ЭДС в этом контуре;
- 2) арифметическая сумма падений напряжений в контуре равна алгебраической сумме ЭДС в этом контуре;
- 3) алгебраическая сумма падений напряжений в контуре равна алгебраической сумме ЭДС в этом контуре;
- 4) алгебраическая сумма падений напряжений в контуре равна арифметической сумме ЭДС в этом контуре.

1.4.7

Закон Джоуля-Ленца для цепей постоянного тока

- 1) $P = I^2/R$;
- 2) $P = I^2 R$;
- 3) $P = IR^2$;
- 4) $P = I/R^2$.

1.4.8

Цепь состоит из m узлов и n ветвей. Одна из ветвей содержит идеальный источник тока. Число уравнений по второму закону Кирхгофа, которое необходимо составить для определения токов в цепи равно:

- 1) $n - m + 1$;
- 2) $n - m$;
- 3) $m - n + 1$;
- 4) $n + m - 1$.

1.4.9

Цепь состоит из 6 узлов и 14 ветвей. Две ветви, подходящие к одному узлу, содержат идеальный источник тока. Число уравнений по законам Кирхгофа, которое достаточно составить для цепи, чтобы определить токи равно:

- 1) 6;
- 2) 12;
- 3) 14;
- 4) 16.

1.4.10

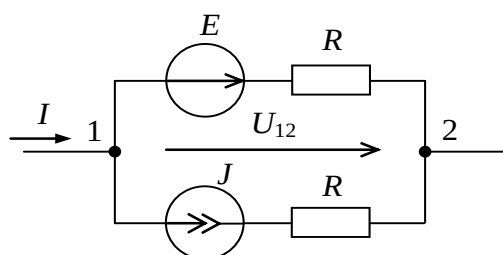
Цепь, содержащая 2 источника ЭДС, состоит из 5 узлов и 12 ветвей. Число уравнений по законам Кирхгофа для определения токов равно:

- 1) 12;
- 2) 5;
- 3) 7;
- 4) 10.

1.4.11

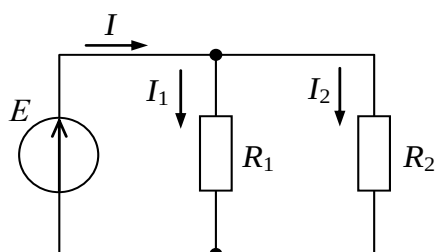
Цепь состоит из 7 узлов и 15 ветвей. Число уравнений по первому закону Кирхгофа, которое достаточно составить для цепи, равно:

- 1) 15;
- 2) 7;
- 3) 8;
- 4) 6.

1.4.12

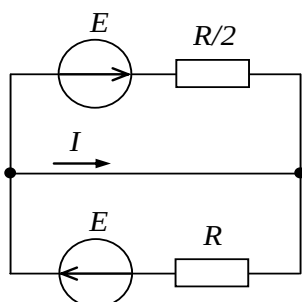
Если $R = 5 \text{ Ом}$, $E = 20 \text{ В}$, $U_{12} = 5 \text{ В}$, $J = 3 \text{ А}$, то ток I равен:

- 1) 6 А;
- 2) 2 А;
- 3) 8 А;
- 4) 0 А.

1.4.13

Если $R_1 = 5 \text{ Ом}$, $R_2 = 10 \text{ Ом}$, $E = 20 \text{ В}$, то ток I_1 равен:

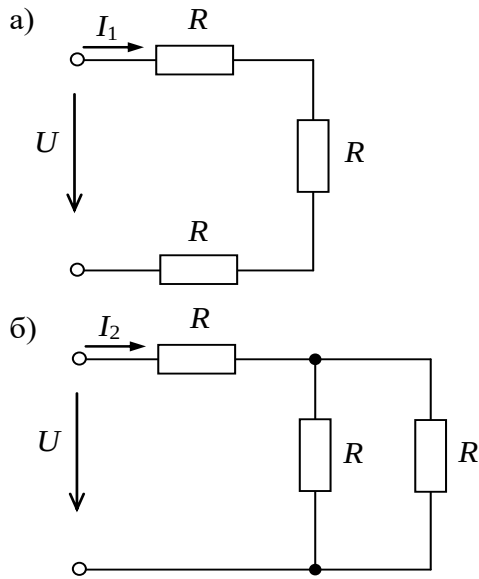
- 1) 2 А;
- 2) 4 А;
- 3) 6 А;
- 4) -2 А.

1.4.14

Ток I в цепи равен:

- 1) 0;
- 2) E/R ;
- 3) $2E/R$;
- 4) $-E/R$.

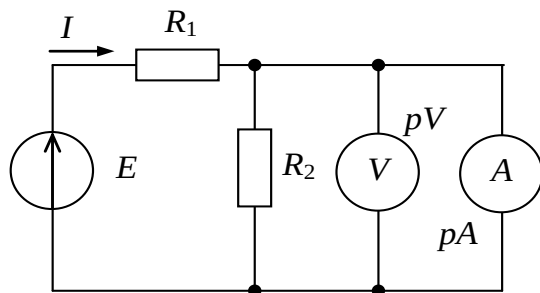
1.4.15



При одинаковых приложенных напряжениях U справедливо соотношение:

- 1) $I_1 = I_2/2$;
- 2) $I_1 = 2I_2$;
- 3) $I_1 = I_2$;
- 4) $I_1 = 4I_2$.

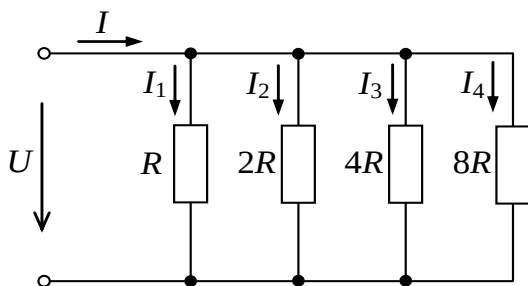
1.4.16



Если сопротивления резисторов $R_1 = 6 \text{ Ом}$, $R_2 = 9 \text{ Ом}$ и ЭДС источника $E = 30 \text{ В}$, то показания приборов равны:

- 1) 0 А, 30 В;
- 2) 2 А, 18 В;
- 3) 5 А, 0 В;
- 4) 3 А, 12 В.

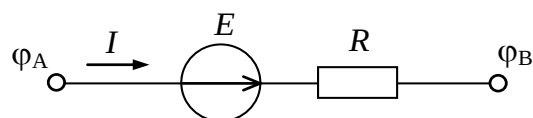
1.4.17



Если ток I в цепи равен 30 А, то ток I_3 равен:

- 1) 16 А;
- 2) 2 А;
- 3) 8 А;
- 4) 4 А.

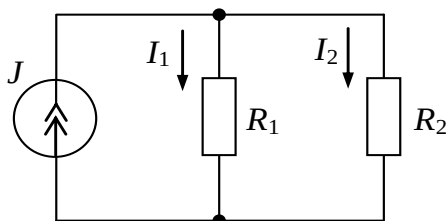
1.4.18



Если потенциал точки А равен 7 В, потенциал точки В равен 2 В, ЭДС источника $E = 10 \text{ В}$, сопротивление резистора $R = 5 \text{ Ом}$, то ток I равен:

- 1) 6 А;
- 2) 3 А;
- 3) 16 А;
- 4) 10 А.

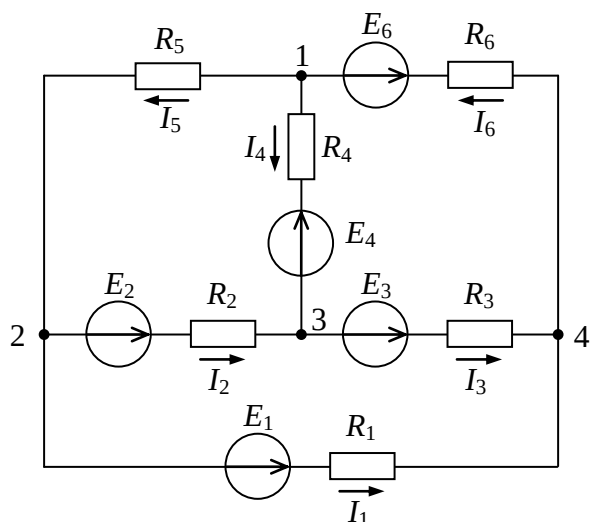
1.4.19



Если ток $I_1 = 2$ А, сопротивления резисторов $R_1 = 5$ Ом, $R_2 = 2$ Ом, то мощность, развиваемая источником тока, равна:

- 1) 50 Вт;
- 2) 70 Вт;
- 3) 20 Вт;
- 4) 30 Вт.

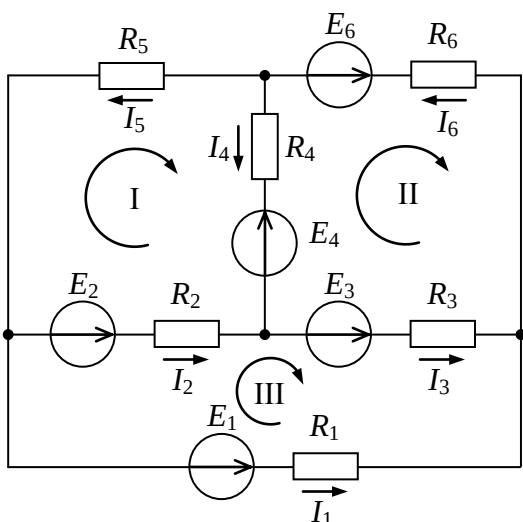
1.4.20



Первый закон Кирхгофа, записанный для первого узла схемы, имеет вид:

- 1) $-I_4 + I_5 + I_6 = 0$;
- 2) $-I_4 - I_5 - I_6 = 0$;
- 3) $I_4 - I_5 + I_6 = 0$;
- 4) $-I_4 - I_5 + I_6 = 0$.

1.4.21



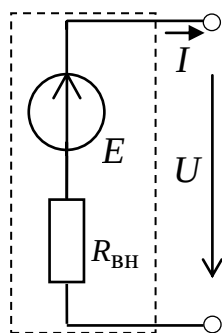
Второй закон Кирхгофа, записанный для третьего контура схемы, имеет вид:

- 1) $I_1 R_1 + I_2 R_2 + I_3 R_3 = -E_1 + E_2 + E_3$;
- 2) $-I_1 R_1 + I_2 R_2 + I_3 R_3 = E_1 + E_2 + E_3$;
- 3) $-I_1 R_1 + I_2 R_2 + I_3 R_3 = -E_1 + E_2 + E_3$;
- 4) $I_1 R_1 + I_2 R_2 + I_3 R_3 = E_1 - E_2 - E_3$.

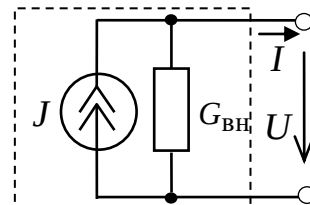
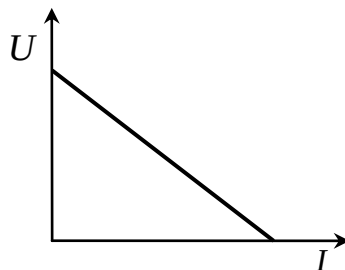
2. Методы анализа линейных электрических цепей

Краткие теоретические сведения

Схемы замещения источников

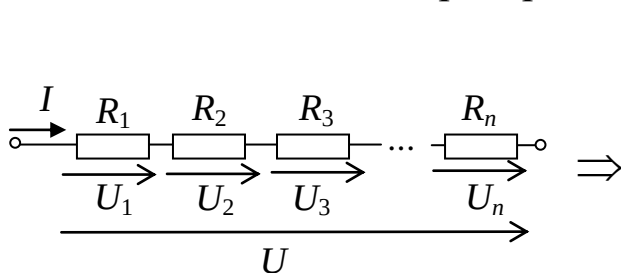


$$U = E - I R_{BH}$$

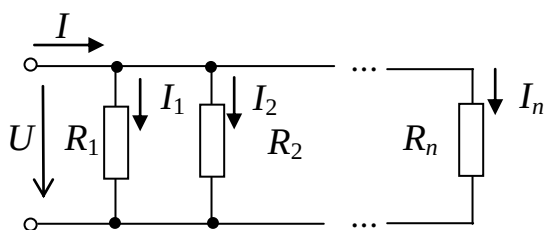


$$\begin{aligned} E &= J / G_{BH} & J &= E / R_{BH} & I &= J - U G_{BH} \\ R_{BH} &= 1 / G_{BH} & G_{BH} &= 1 / R_{BH} \end{aligned}$$

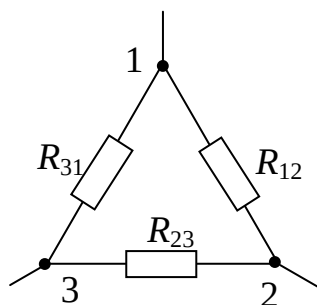
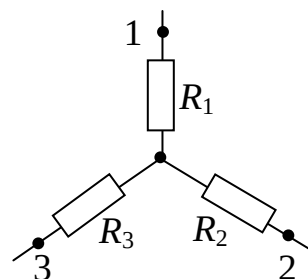
Эквивалентные преобразования соединений резисторов



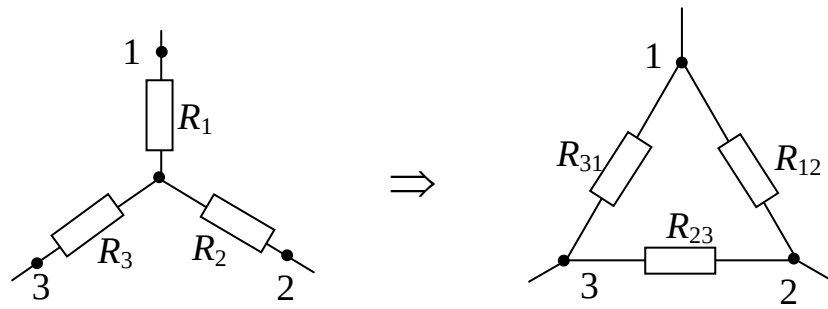
$$\begin{aligned} R_{\text{ЭКВ}} &= R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n; \\ U &= U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \frac{1}{R_{\text{ЭКВ}}} &= \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}; \\ \text{при } R_1 &= R_2 = \dots = R_n \\ R_{\text{ЭКВ}} &= R_1 / n \end{aligned}$$


 $\Rightarrow$


$$\begin{aligned} R_1 &= \frac{R_{12} R_{31}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}; & R_2 &= \frac{R_{23} R_{12}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}; & R_3 &= \frac{R_{31} R_{23}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}} \end{aligned}$$



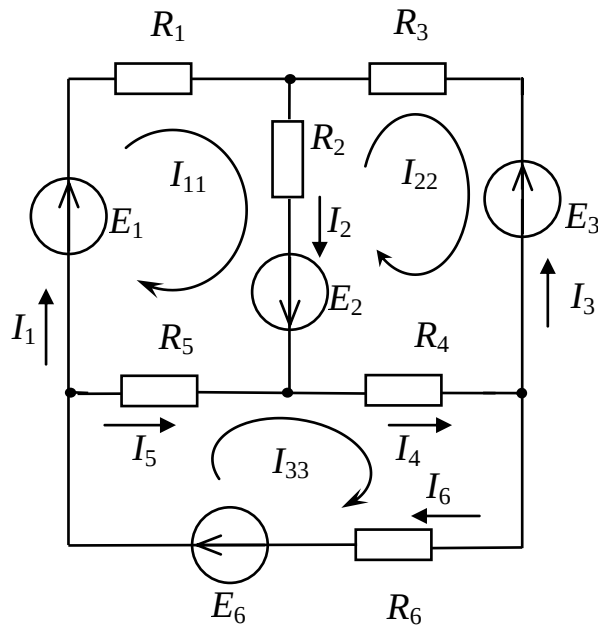
$$G_{12} = \frac{G_1 G_2}{G_1 + G_2 + G_3}; \quad G_{23} = \frac{G_2 G_3}{G_1 + G_2 + G_3}; \quad G_{31} = \frac{G_3 G_1}{G_1 + G_2 + G_3},$$

где

$$G_1 = \frac{1}{R_1}; \quad G_2 = \frac{1}{R_2}; \quad G_3 = \frac{1}{R_3};$$

$$G_{12} = \frac{1}{R_{12}}; \quad G_{23} = \frac{1}{R_{23}}; \quad G_{31} = \frac{1}{R_{31}}.$$

Метод контурных токов



$$\begin{cases} I_{11}R_{11} + I_{22}R_{12} + I_{33}R_{13} = E_{11}; \\ I_{11}R_{21} + I_{22}R_{22} + I_{33}R_{23} = E_{22}; \\ I_{11}R_{31} + I_{22}R_{32} + I_{33}R_{33} = E_{33}, \end{cases}$$

где:

$$R_{11} = R_1 + R_2 + R_5;$$

$$R_{22} = R_2 + R_3 + R_4;$$

$$R_{33} = R_4 + R_5 + R_6;$$

$$R_{12} = R_{21} = -R_2;$$

$$R_{23} = R_{32} = -R_4;$$

$$R_{13} = R_{31} = -R_5;$$

$$E_{11} = E_1 + E_2;$$

$$E_{22} = -E_2 - E_3;$$

$$E_{33} = E_6.$$

$$I_1 = I_{11};$$

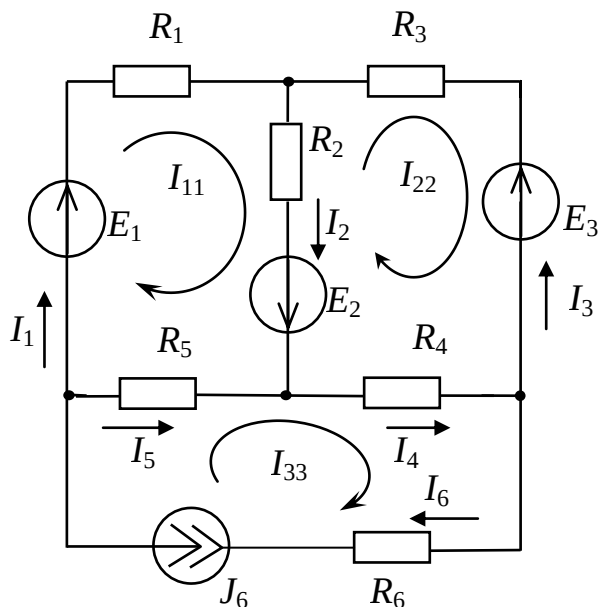
$$I_3 = -I_{22};$$

$$I_5 = I_{33} - I_{11};$$

$$I_2 = I_{11} - I_{22};$$

$$I_4 = I_{33} - I_{22};$$

$$I_6 = I_{33}.$$



$$\begin{cases} I_{11}R_{11} + I_{22}R_{12} + I_{33}R_{13} = E_{11}; \\ I_{11}R_{21} + I_{22}R_{22} + I_{33}R_{23} = E_{22}; \\ I_{33} = -J_6, \end{cases}$$

где:

$$R_{11} = R_1 + R_2 + R_5;$$

$$R_{22} = R_2 + R_3 + R_4;$$

$$R_{12} = R_{21} = -R_2;$$

$$R_{23} = -R_4;$$

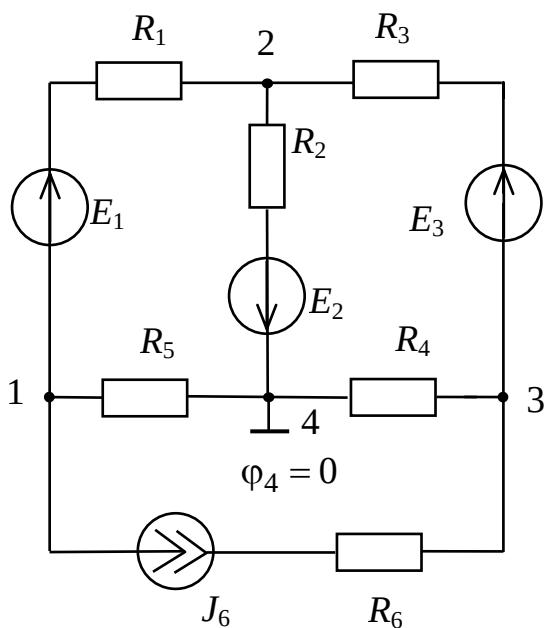
$$R_{13} = -R_5;$$

$$E_{11} = E_1 + E_2; \quad E_{22} = -E_2 - E_3;$$

$$I_1 = I_{11}; \quad I_3 = -I_{22}; \quad I_5 = I_{33} - I_{11} = -J_6 - I_{11};$$

$$I_2 = I_{11} - I_{22}; \quad I_4 = I_{33} - I_{22} = -J_6 - I_{22}; \quad I_6 = I_{33} = -J_6.$$

Метод узловых потенциалов



$$\begin{cases} \varphi_1 G_{11} + \varphi_2 G_{12} + \varphi_3 G_{13} = J_{11}; \\ \varphi_1 G_{21} + \varphi_2 G_{22} + \varphi_3 G_{23} = J_{22}; \\ \varphi_1 G_{31} + \varphi_2 G_{32} + \varphi_3 G_{33} = J_{33}; \end{cases}$$

$$G_{11} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_5};$$

$$G_{22} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3};$$

$$G_{33} = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4};$$

$$G_{12} = G_{21} = -\frac{1}{R_1};$$

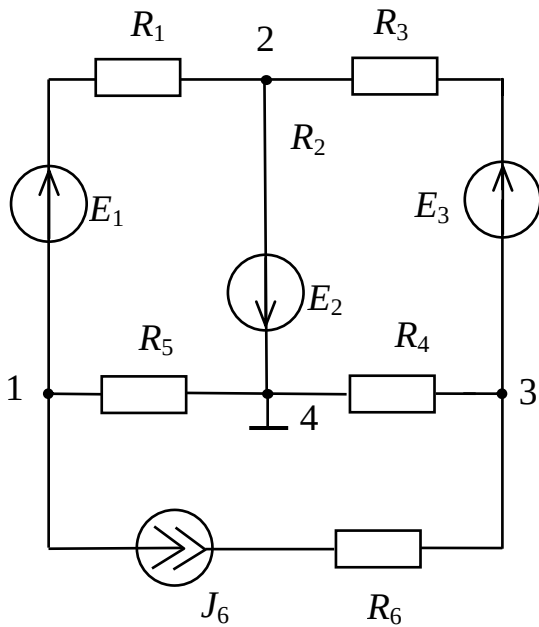
$$G_{13} = G_{31} = 0;$$

$$G_{23} = G_{32} = -\frac{1}{R_3};$$

$$J_{11} = -\frac{E_1}{R_1} - J_6;$$

$$J_{22} = \frac{E_1}{R_1} - \frac{E_2}{R_2} + \frac{E_3}{R_3};$$

$$J_{33} = -\frac{E_3}{R_3} + J_6.$$



$$\begin{cases} \varphi_1 G_{11} + \varphi_2 G_{12} + \varphi_3 G_{13} = J_{11}; \\ \varphi_2 = -E_2; \\ \varphi_1 G_{31} + \varphi_2 G_{32} + \varphi_3 G_{33} = J_{33}. \end{cases}$$

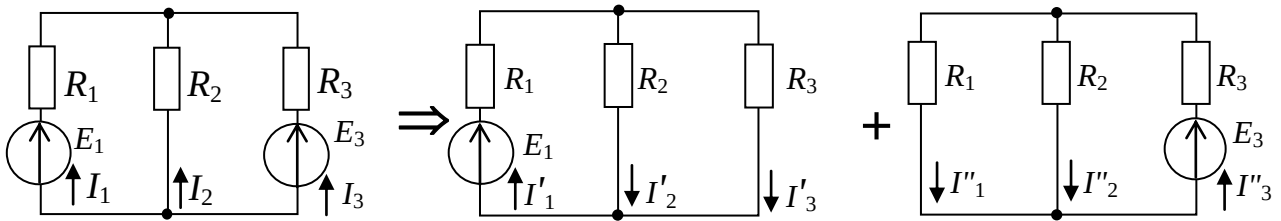
$$G_{11} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_5}; \quad G_{33} = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4};$$

$$G_{12} = -\frac{1}{R_1}; \quad G_{13} = G_{31} = 0;$$

$$G_{32} = -\frac{1}{R_3};$$

$$J_{11} = -\frac{E_1}{R_1} - J_6; \quad J_{33} = -\frac{E_3}{R_3} + J_6.$$

Метод наложения



$$I'_1 = \frac{E_1}{R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}},$$

$$I''_3 = \frac{E_3}{R_3 + \frac{R_2 R_1}{R_2 + R_1}},$$

$$I'_2 = I'_1 \frac{R_3}{R_2 + R_3},$$

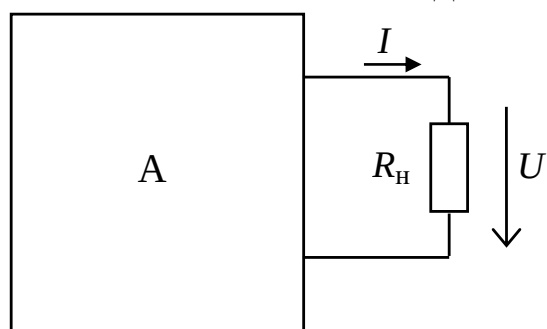
$$I''_1 = I''_3 \frac{R_2}{R_1 + R_2},$$

$$I'_3 = I'_1 \frac{R_2}{R_2 + R_3},$$

$$I''_2 = I''_3 \frac{R_1}{R_1 + R_2},$$

$$I_1 = I'_1 - I''_1, \quad I_2 = -I'_2 - I''_2, \quad I_3 = -I'_3 + I''_3.$$

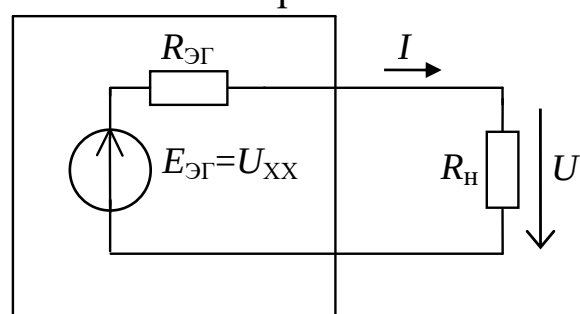
Метод эквивалентного генератора



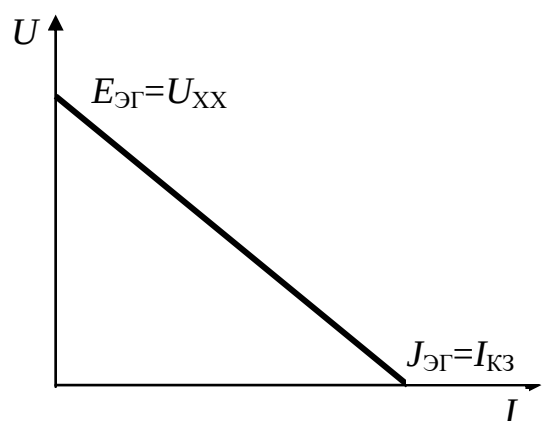
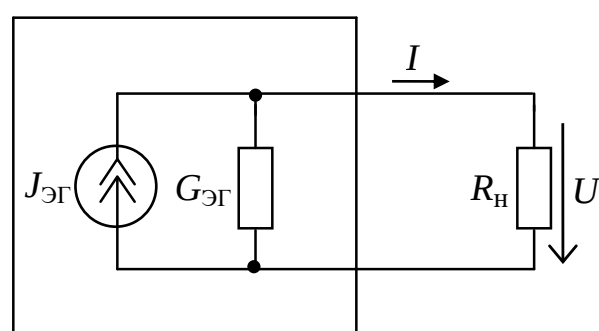
$$I = \frac{E_{\text{ЭГ}}}{R_{\text{ЭГ}} + R_H}$$

$$U = \frac{J_{\text{ЭГ}}}{G_{\text{ЭГ}} + 1/R_H}$$

Метод эквивалентного генератора напряжений



Метод эквивалентного генератора тока



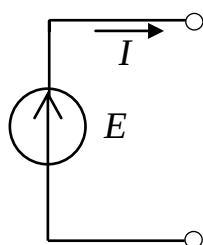
$$E_{\text{ЭГ}} = U_{\text{XX}}$$

$$R_{\text{ЭГ}} = \frac{U_{\text{XX}}}{I_{\text{КЗ}}}$$

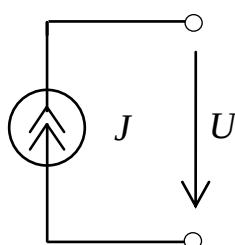
$$J_{\text{ЭГ}} = I_{\text{КЗ}}$$

$$G_{\text{ЭГ}} = \frac{I_{\text{КЗ}}}{U_{\text{XX}}}$$

Баланс мощностей



$$P_E = E I > 0$$



$$P_J = U J > 0$$

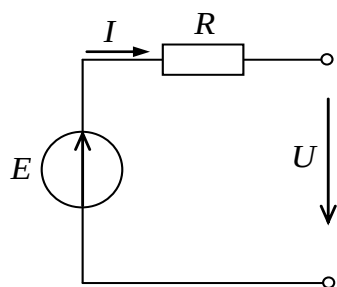
$$\sum_{i=1}^m \pm P_{i_{\text{ист}}} = \sum_{j=1}^n P_{j_{\text{прием}}},$$

$$\sum_{s=1}^q \pm P_{E_s} + \sum_{k=1}^l \pm P_{J_k} = \sum_{j=1}^n I_j^2 R_j,$$

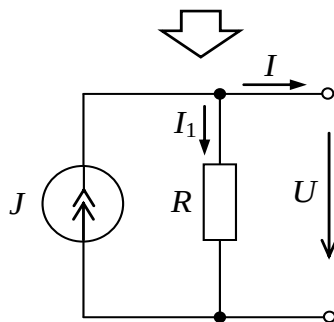
$$q + l = m.$$

2.1. Эквивалентные преобразования электрических цепей

2.1.1



а



б

При эквивалентном переходе от схемы **а** к схеме **б** ток источника J вычисляется по формуле:

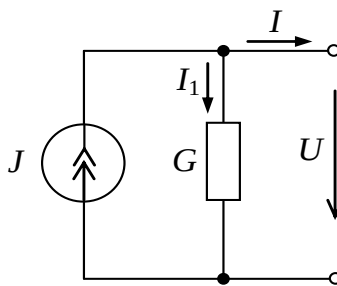
$$1) J = \frac{E}{R};$$

$$2) J = ER;$$

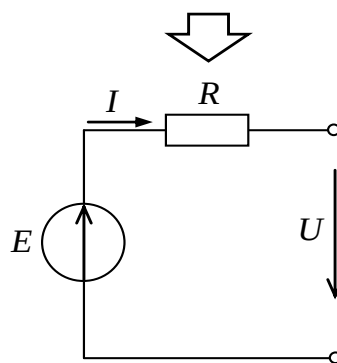
$$3) J = \frac{U - E}{R};$$

$$4) J = \frac{E - U}{R}.$$

2.1.2



а



б

При эквивалентном переходе от схемы **а** с параметрами $J = 5 \text{ А}$ и $G = 10 \text{ См}$, к схеме **б** ЭДС источника E и его сопротивление R соответственно равны:

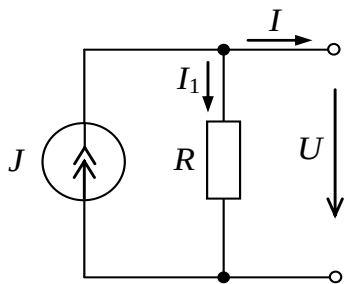
$$1) 5 \text{ В}; 10 \text{ Ом};$$

$$2) 0,5 \text{ В}; 0,1 \text{ Ом};$$

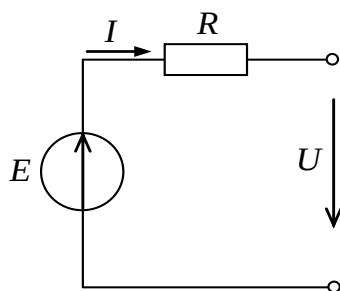
$$3) 50 \text{ В}; 10 \text{ Ом};$$

$$4) 50 \text{ В}; 1 \text{ Ом}.$$

2.1.3



а



б

При эквивалентном переходе от схемы а к схеме б ЭДС источника E вычисляется по формуле:

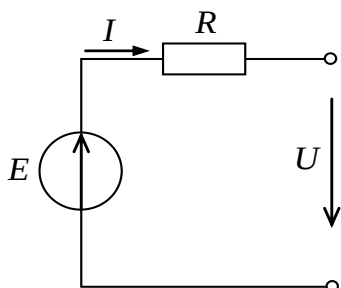
1) $E = U + JR$;

2) $E = \frac{J}{R}$;

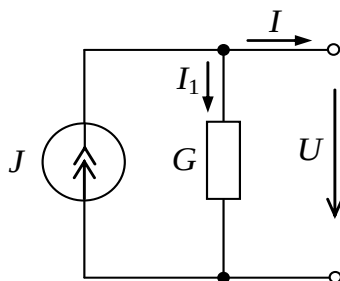
3) $E = U - JR$;

4) $E = JR$.

2.1.4



а



б

При эквивалентном переходе от схемы а с параметрами $E = 50$ В и $R = 10$ Ом, к схеме б ток источника тока J и его проводимость G соответственно равны:

1) 2 А; 1 См;

2) 10 А; 5 См;

3) 5 А; 10 См;

4) 5 А; 0,1 См.

2.1.5

При последовательном соединении элементов электрической цепи для каждого элемента:

- 1) одно и то же напряжение;
- 2) один и тот же ток;
- 3) одна и та же мощность;
- 4) одно и то же сопротивление.

2.1.6

Эквивалентное сопротивление двух последовательно соединенных резисторов с сопротивлениями R_1 и R_2 определяется:

- 1) $R_{\text{ЭК}} = R_1 + R_2$;
- 2) $R_{\text{ЭК}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$;
- 3) $R_{\text{ЭК}} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2}$;
- 4) $R_{\text{ЭК}} = \frac{R_1 + R_2}{R_2}$.

2.1.7

При параллельном соединении элементов электрической цепи для каждого элемента:

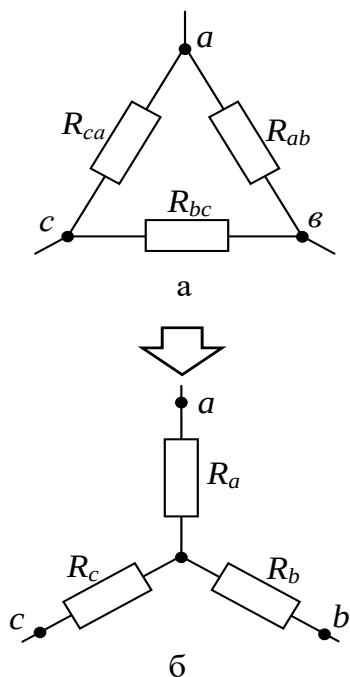
- 1) одна и та же мощность;
- 2) один и тот же ток;
- 3) одно и то же напряжение;
- 4) одно и то же сопротивление.

2.1.8

Эквивалентное сопротивление двух параллельно соединенных резисторов с сопротивлениями R_1 и R_2 определяется:

- 1) $R_{\text{ЭК}} = R_1 + R_2$;
- 2) $R_{\text{ЭК}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$;
- 3) $R_{\text{ЭК}} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2}$;
- 4) $R_{\text{ЭК}} = \frac{R_1 + R_2}{R_2}$.

2.1.9



Для вычисления сопротивления R_b при эквивалентном переходе от схемы а к схеме б справедлива формула:

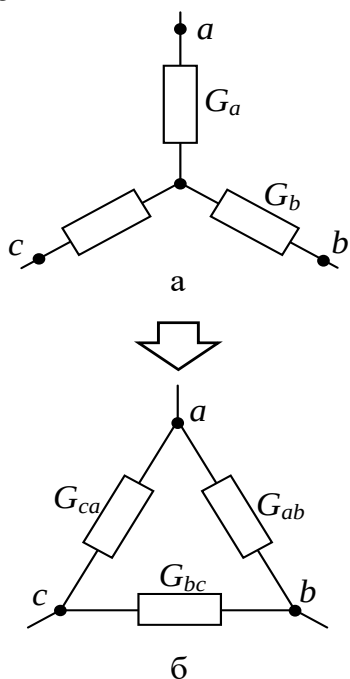
$$1) R_b = \frac{R_{ab} R_{bc}}{R_{ab} + R_{bc} + R_{ca}};$$

$$2) R_b = \frac{R_{ab} R_{bc}}{R_{ab} + R_{bc}};$$

$$3) R_b = \frac{R_{ab} + R_{bc}}{R_{ab} R_{bc}};$$

$$4) R_b = \frac{R_{ab} + R_{bc} + R_{ca}}{3}.$$

2.1.10



Для вычисления проводимости G_{bc} при эквивалентном переходе от схемы а к схеме б справедлива формула:

$$1) G_{bc} = \frac{G_b G_c}{G_a + G_b};$$

$$2) G_{bc} = \frac{G_b G_c}{G_a + G_b + G_c};$$

$$3) G_{bc} = \frac{G_b + G_c}{G_a G_b};$$

$$4) G_{bc} = \frac{1}{G_a} + \frac{1}{G_b} + \frac{1}{G_c}.$$

2.1.11

Если цепь состоит из пяти одинаковых последовательно соединенных резисторов, а эквивалентное сопротивление всей цепи $R_{\text{ЭК}} = 20 \text{ кОм}$, то сопротивление каждого резистора составит:

- 1) 10 кОм;
- 2) 100 кОм;
- 3) 4 кОм;
- 4) 8 кОм.

2.1.12

Если цепь состоит из десяти одинаковых параллельно соединенных резисторов, а эквивалентное сопротивление всей цепи $R_{\text{ЭК}} = 10 \text{ кОм}$, то сопротивление каждого резистора составит:

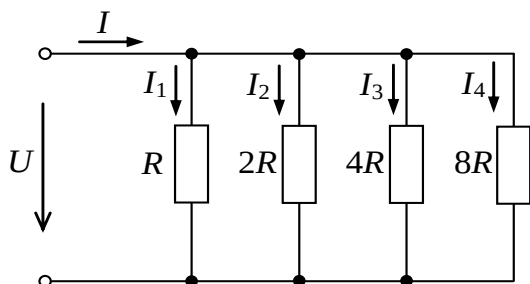
- 1) 100 кОм;
- 2) 1 кОм;
- 3) 0,1 кОм;
- 4) 50 кОм.

2.1.13

Формулой, верно отражающей нахождение эквивалентного сопротивления трех параллельно соединенных резисторов R_1 , R_2 и R_3 , является:

- 1) $R_{\text{ЭК}} = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{R_1 R_2 R_3}$;
- 2) $R_{\text{ЭК}} = R_1 + R_2 + R_3$;
- 3) $R_{\text{ЭК}} = \frac{R_1 R_2 R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$;
- 4) $R_{\text{ЭК}} = \frac{R_1 R_2 R_3}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}$.

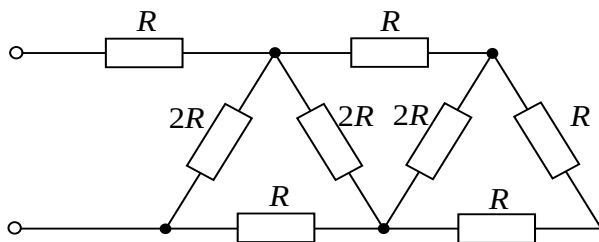
2.1.14



Эквивалентное сопротивление цепи равно:

- 1) $64R^3/15$;
- 2) $15R$;
- 3) $8R/15$;
- 4) $64R/15$.

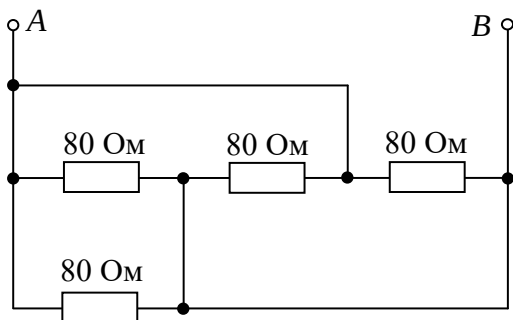
2.1.15



Эквивалентное
сопротивление цепи равно:

- 1) $3R/4$;
- 2) $4R/5$;
- 3) $2R$;
- 4) $4R/3$.

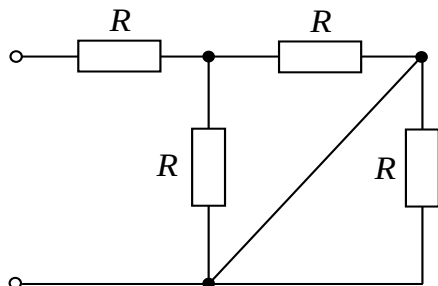
2.1.16



Эквивалентное
сопротивление цепи равно:

- 1) 20 Ом;
- 2) 80 Ом;
- 3) 40 Ом;
- 4) 60 Ом.

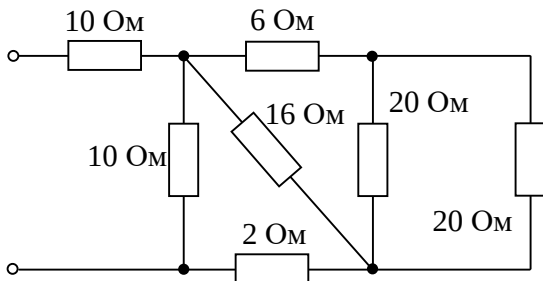
2.1.17



Эквивалентное
сопротивление цепи равно:

- 1) $2R$;
- 2) $4R$;
- 3) $5R/2$;
- 4) $3R/2$.

2.1.18

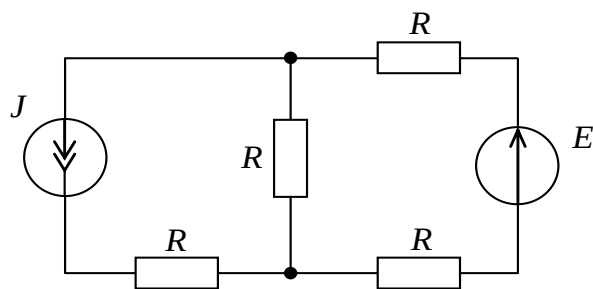


Эквивалентное
сопротивление цепи равно:

- 1) 8 Ом;
- 2) 15 Ом;
- 3) 17 Ом;
- 4) 24 Ом.

2.2. Метод контурных токов

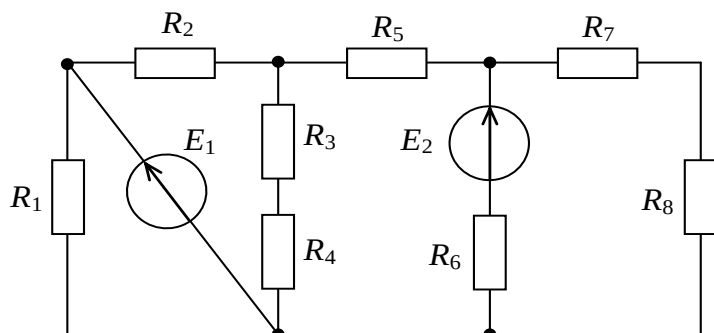
2.2.1



Число уравнений,
которое необходимо
составить по методу
контурных токов, равно:

- 1) 1;
- 2) 2;
- 3) 3;
- 4) 4.

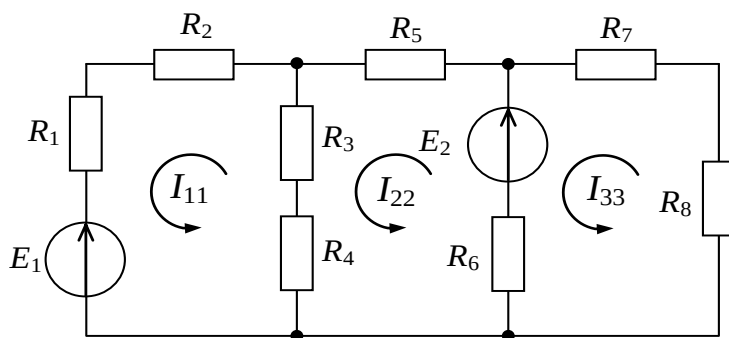
2.2.2



Число уравнений,
которое необходимо
составить по методу
контурных токов, равно:

- 1) 3;
- 2) 4;
- 3) 5;
- 4) 6.

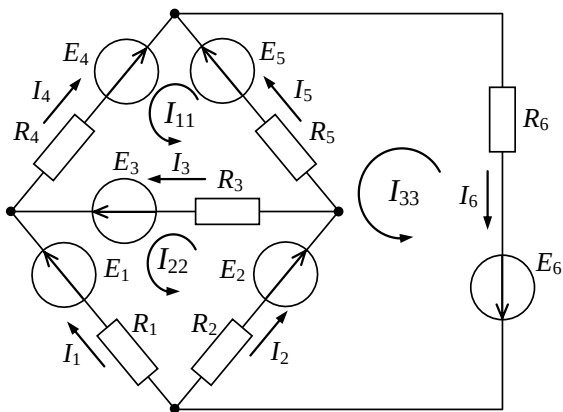
2.2.3



Собственное
сопротивление второго
контура R_{22} определяется:

- 1) $R_3 + R_4 + R_6$;
- 2) $-R_3 - R_4 + R_5 - R_6$;
- 3) $R_3 + R_4 + R_5 + R_6$;
- 4) R_5 .

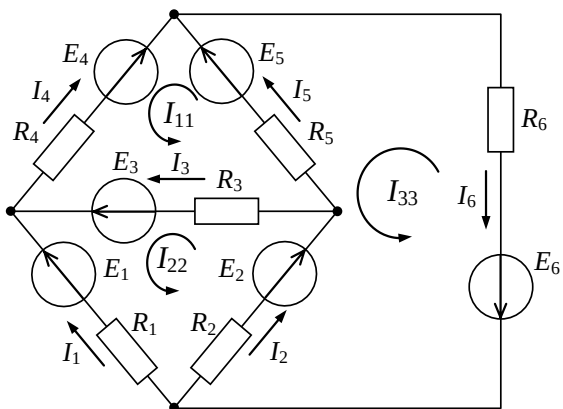
2.2.4



Собственное сопротивление первого контура R_{11} вычисляется по формуле:

- 1) $R_4 + R_5$;
- 2) $-R_3 + R_4 + R_5$;
- 3) $R_3 + R_4 + R_5$;
- 4) $-R_3 - R_4 + R_5$.

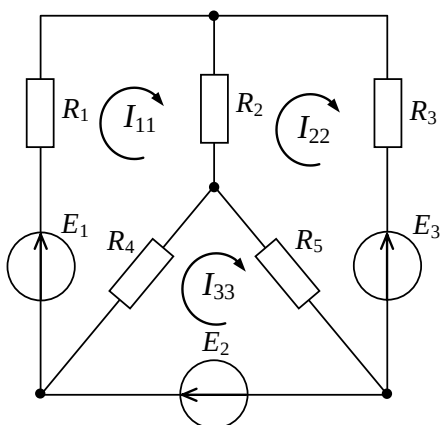
2.2.5



Общее сопротивление первого и третьего контура R_{13} равно:

- 1) R_5 ;
- 2) $-R_5$;
- 3) $-R_3$;
- 4) $R_1 + R_3$.

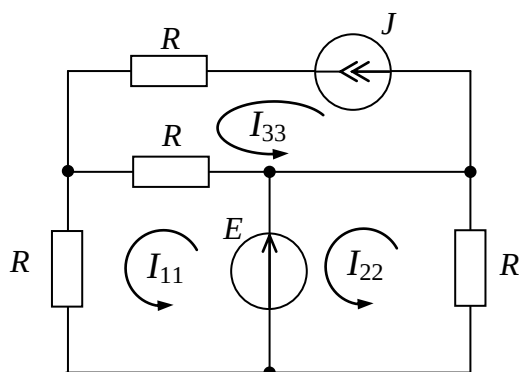
2.2.6



Уравнение по методу контурных токов для первого контура имеет вид:

- 1) $I_{11}(R_1 + R_2 + R_4) - I_{22}R_2 - I_{33}R_4 = E_1$;
- 2) $I_{11}(R_1 + R_2 + R_4) + I_{22}R_2 + I_{33}R_4 = E_1$;
- 3) $I_{11}(R_1 + R_2 + R_4) - I_{22}R_2 + I_{33}R_4 = -E_1$;
- 4) $-I_{11}(R_1 + R_2 + R_4) + I_{22}R_2 - I_{33}R_4 = E_1$.

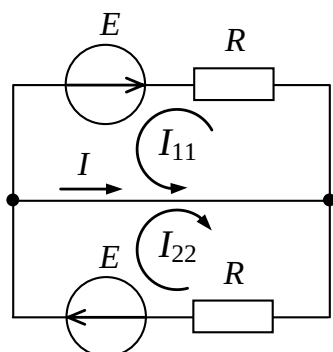
2.2.7



Если ток источника тока $J = 4 \text{ A}$, ЭДС источника $E = 20 \text{ В}$, а сопротивление $R = 5 \text{ Ом}$, то контурный ток I_{11} равен:

- 1) 0 A ;
- 2) 2 A ;
- 3) 4 A ;
- 4) 8 A .

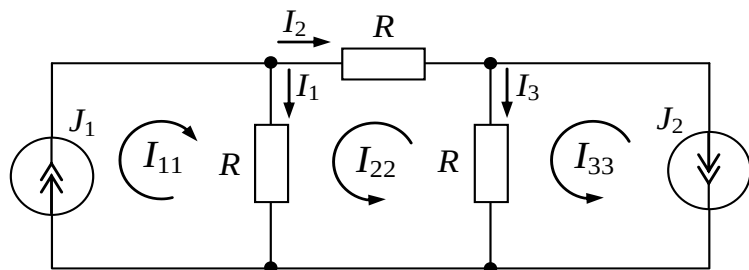
2.2.8



Если ЭДС источника $E = 10 \text{ В}$, а сопротивление $R = 2 \text{ Ом}$, то контурные токи I_{11} , I_{22} цепи соответственно равны:

- 1) -5 A ; -5 A ;
- 2) -5 A ; 5 A ;
- 3) 5 A ; 5 A ;
- 4) 5 A ; -5 A .

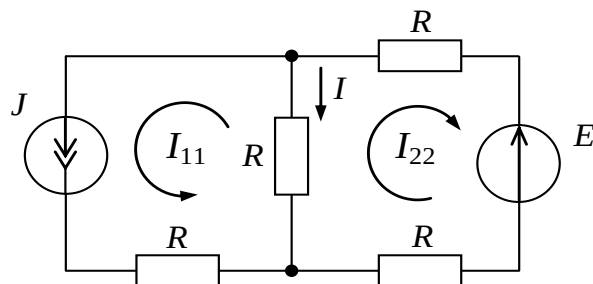
2.2.9



При $J_1 = 5 \text{ A}$, $J_2 = 4 \text{ A}$ и $R = 2 \text{ Ом}$, контурный ток I_{22} равен:

- 1) 9 A ;
- 2) 3 A ;
- 3) -3 A ;
- 4) 1 A .

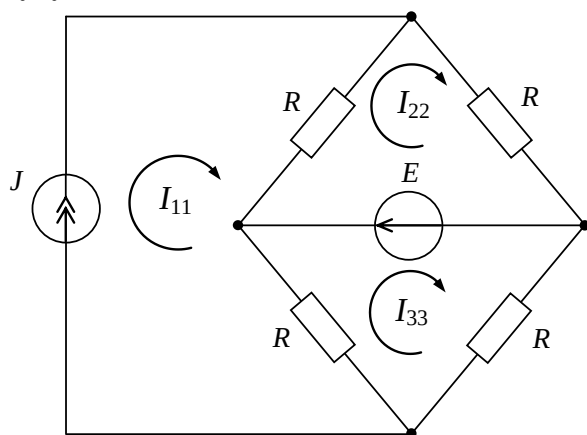
2.2.10



Если ток источника тока $J = 8 \text{ A}$, а контурный ток $I_{22} = 5 \text{ A}$, то ток I равен:

- 1) 13 A ;
- 2) -3 A ;
- 3) 3 A ;
- 4) -13 A .

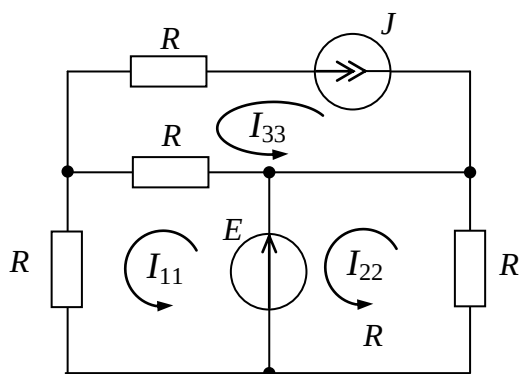
2.2.11



Если ток источника тока $J = 5$ А, ЭДС источника $E = 12$ В, а сопротивление $R = 4$ Ом, то контурный ток I_{22} равен:

- 1) 4 А;
- 2) -4 А;
- 3) -1 А;
- 4) 1 А.

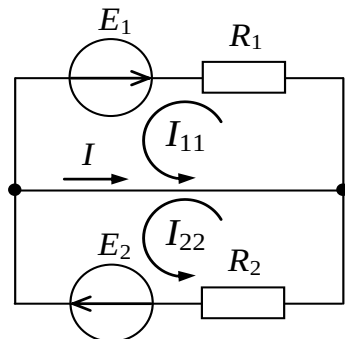
2.2.12



Если контурный ток $I_{22} = -4$ А, ток источника тока $J = 4$ А, а ЭДС источника $E = 40$ В, то сопротивления R равны:

- 1) 5 Ом;
- 2) 10 Ом;
- 3) 15 Ом;
- 4) 20 Ом.

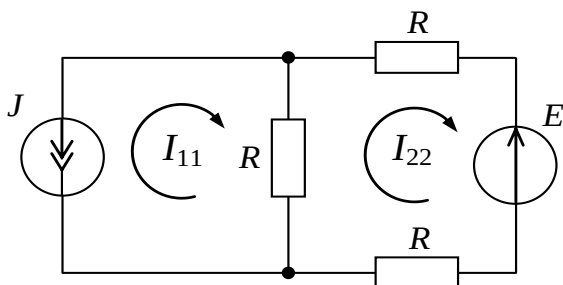
2.2.13



Если контурный ток $I_{11} = 8$ А, ЭДС источника $E_2 = 40$ В, а сопротивление $R_2 = 5$ Ом, то ток I равен:

- 1) 8 А;
- 2) 16 А;
- 3) 0 А;
- 4) -16 А.

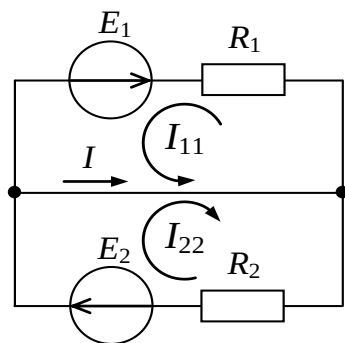
2.2.14



Если ток источника тока $J = 5$ А, контурный ток $I_{22} = 3$ А, а сопротивление $R = 3$ Ом, то ЭДС источника E равна:

- 1) 15 В;
- 2) 27 В;
- 3) 3 В;
- 4) -42 В.

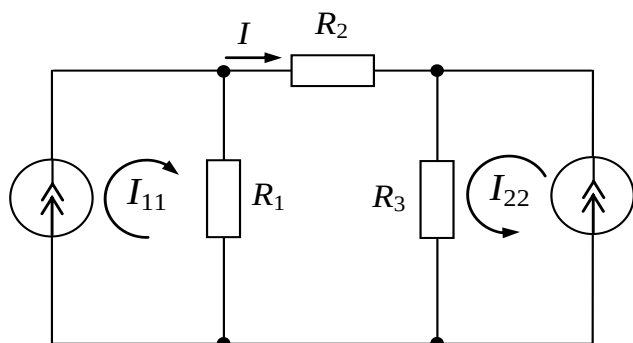
2.2.15



Если контурные токи $I_{11} = 8 \text{ A}$, $I_{22} = 5 \text{ A}$, а сопротивления $R_1 = 4 \text{ Ом}$, $R_2 = 5 \text{ Ом}$, то ЭДС источников E_1 и E_2 соответственно равны:

- 1) -32 В ; 25 В ;
- 2) 32 В ; 25 В ;
- 3) -32 В ; -25 В ;
- 4) 32 В ; 25 В .

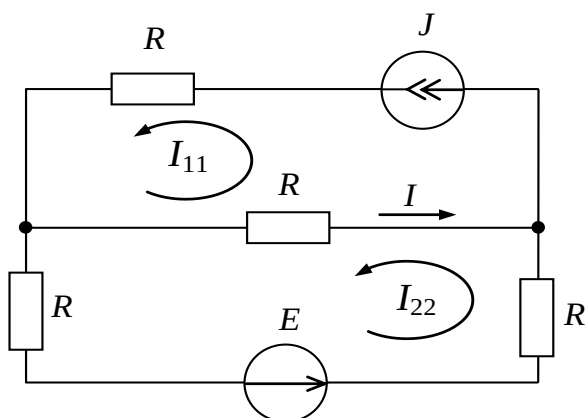
2.2.16



Если контурные токи $I_{11} = 0,1 \text{ A}$, $I_{22} = 0,05 \text{ A}$, а сопротивления $R_1 = 20 \text{ Ом}$, $R_2 = 50 \text{ Ом}$, $R_3 = 30 \text{ Ом}$, то ток I равен:

- 1) $-0,005 \text{ A}$;
- 2) $0,055 \text{ A}$;
- 3) $0,005 \text{ A}$;
- 4) $0,045 \text{ A}$.

2.2.17

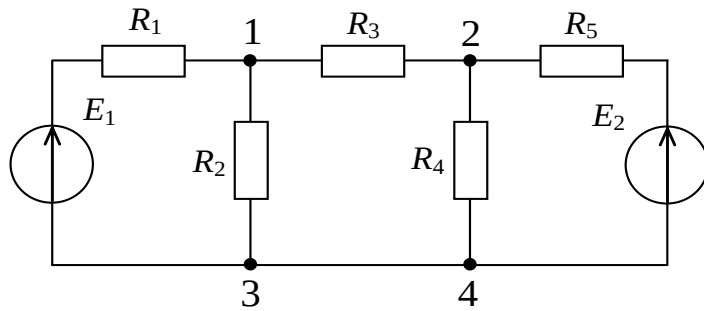


Если контурный ток $I_{11} = 1 \text{ A}$, $E = 20 \text{ В}$, а сопротивления $R = 10 \text{ Ом}$, то ток I равен:

- 1) 1 A ;
- 2) 0 A ;
- 3) -1 A ;
- 4) 2 A .

2.3. Метод узловых потенциалов

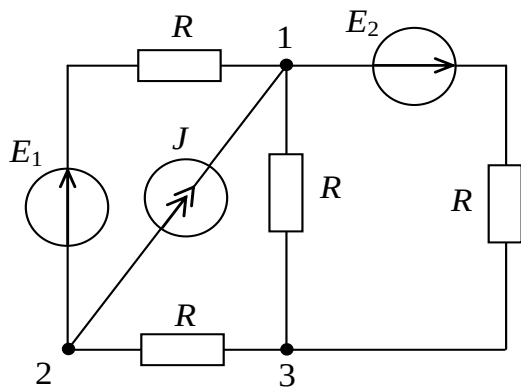
2.3.1



Количество уравнений, которое необходимо составить по методу узловых потенциалов, равно:

- 1) 2;
- 2) 3;
- 3) 4;
- 4) 5.

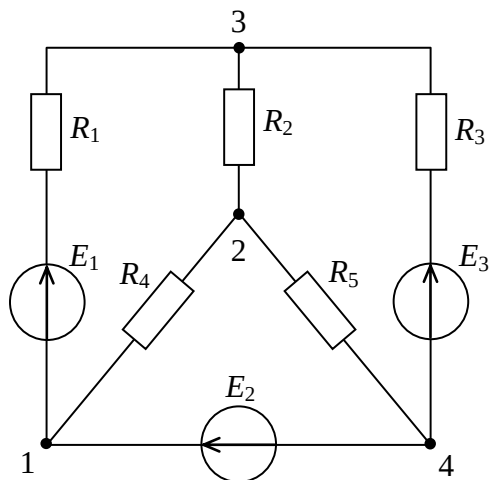
2.3.2



Количество уравнений, которое необходимо составить по методу узловых потенциалов, равно:

- 1) 1;
- 2) 2;
- 3) 3;
- 4) 4.

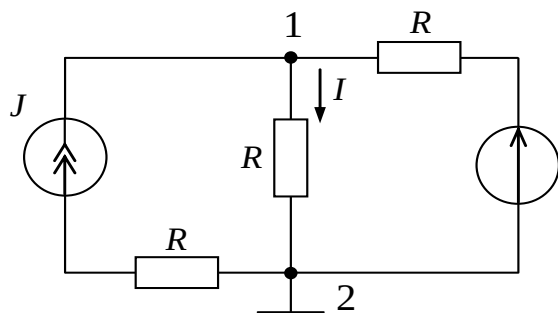
2.3.3



Количество уравнений, которое необходимо составить по методу узловых потенциалов, равно:

- 1) 2;
- 2) 3;
- 3) 4;
- 4) 5.

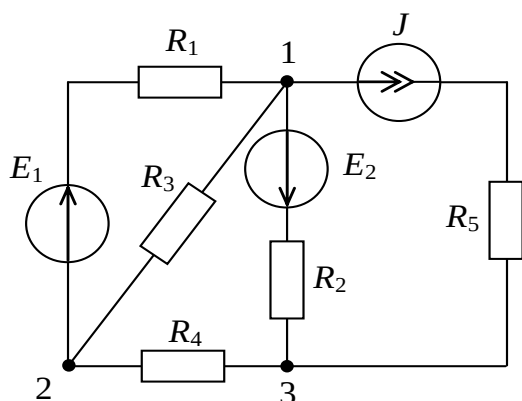
2.3.4



Собственная проводимость первого узла G_{11} равна:

- 1) 0;
- 2) $1/(3R)$;
- 3) $2/R$;
- 4) ∞ .

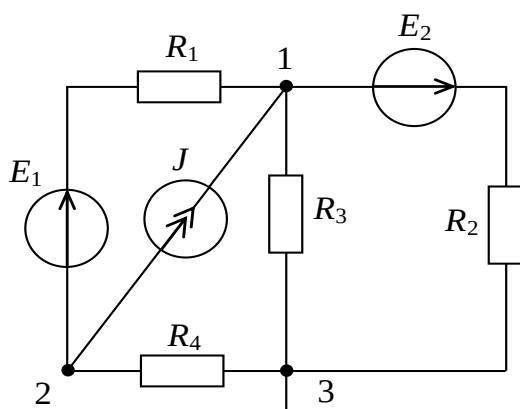
2.3.5



Если сопротивления $R_1 = 10 \text{ Ом}$, $R_2 = 5 \text{ Ом}$, $R_3 = 20 \text{ Ом}$, $R_4 = 15 \text{ Ом}$, $R_5 = 10 \text{ Ом}$, то собственная проводимость первого узла G_{11} равна:

- 1) 0,35 См;
- 2) 0,45 См;
- 3) 0,52 См;
- 4) ∞ .

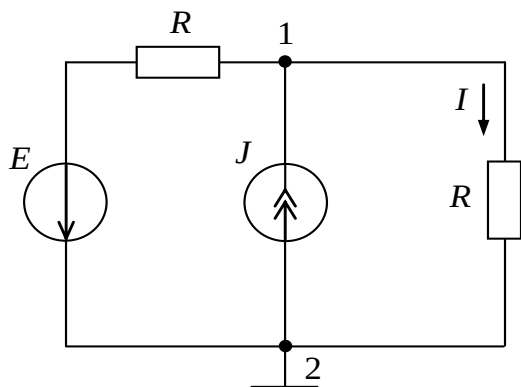
2.3.6



Верно составленное уравнение по методу узловых потенциалов для второго узла имеет вид:

- 1) $-\varphi_1 \frac{1}{R_1} + \varphi_2 \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_4} \right) = -\frac{E_1}{R_1}$;
- 2) $\varphi_1 \frac{1}{R_1} + \varphi_2 \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_4} \right) = \frac{E_1}{R_1} - J$;
- 3) $-\varphi_1 \frac{1}{R_1} + \varphi_2 \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_4} \right) = -\frac{E_1}{R_1} - J$;
- 4) $-\varphi_1 \frac{1}{R_1} - \varphi_2 \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_4} \right) = \frac{E_1}{R_1} + J$.

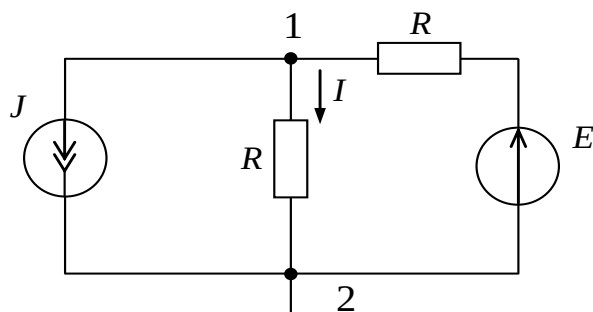
2.3.7



Если ЭДС источника $E = 20$ В, ток источника тока $J = 6$ А, а сопротивления $R = 4$ Ом, то потенциал первого узла ϕ_1 равен:

- 1) 22 В;
- 2) 2 В;
- 3) 4 В;
- 4) -22 В.

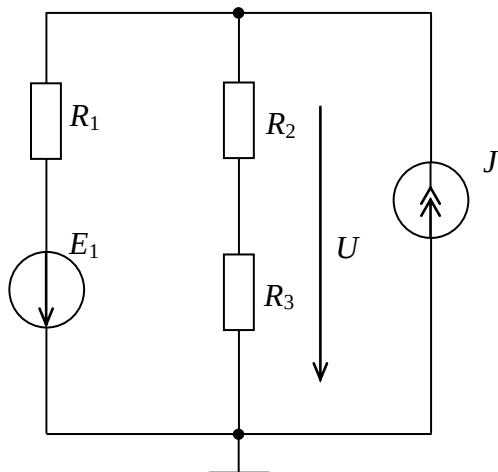
2.3.8



Если ток источника тока $J = 5$ А, ЭДС источника $E = 20$ В, а сопротивления $R = 2$ Ом, то потенциал первого узла ϕ_1 равен:

- 1) 5 В;
- 2) -5 В;
- 3) 15 В;
- 4) 3,33 В.

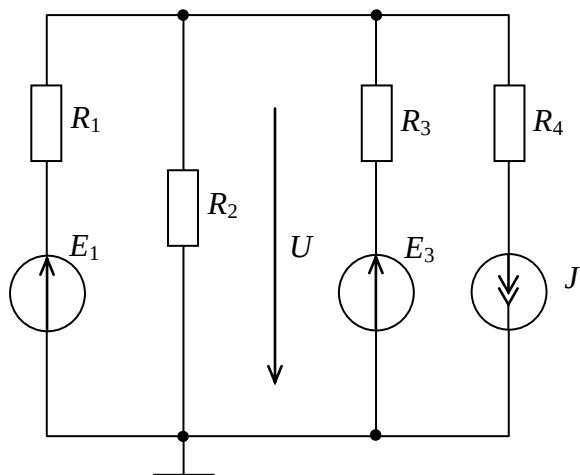
2.3.9



Верное уравнение для определения напряжения U имеет вид:

- 1) $\frac{J + E_1/R_1}{1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3}$;
- 2) $\frac{J - E_1/R_1}{1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3}$;
- 3) $\frac{J - E_1/R_1}{1/R_1 + 1/(R_2 + R_3)}$;
- 4) ∞ .

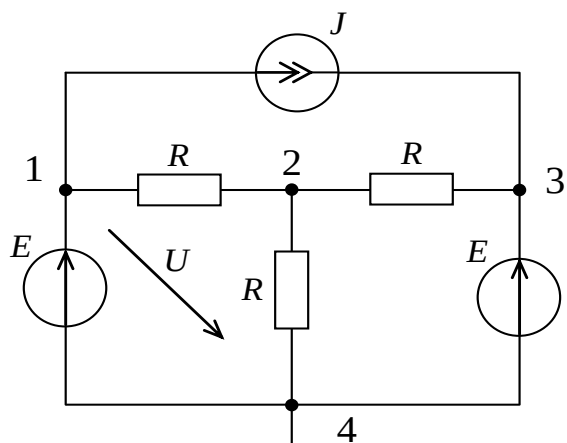
2.3.10



Верное уравнение для определения напряжения U имеет вид:

- 1) $\frac{E_1/R_1 + E_3/R_3}{1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3}$;
- 2) $\frac{E_1/R_1 + E_3/R_3 - J}{1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + 1/R_4}$;
- 3) $\frac{E_1/R_1 + E_3/R_3 + J}{1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + 1/R_4}$;
- 4) $\frac{E_1/R_1 + E_3/R_3 - J}{1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3}$.

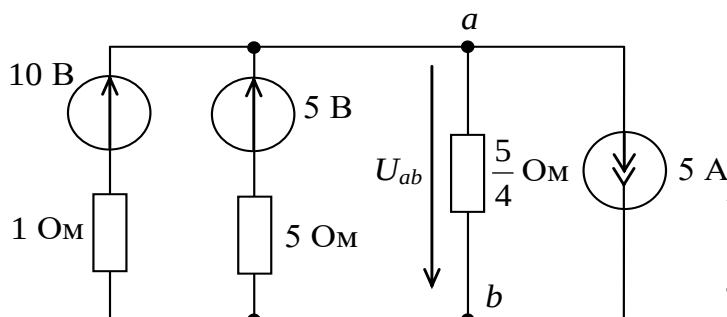
2.3.11



Если ЭДС источников $E = 20$ В, ток источника тока $J = 4$ А, а сопротивления $R = 4$ Ом, то напряжение U равно:

- 1) 12 В;
- 2) 20 В;
- 3) -28 В;
- 4) 28 В.

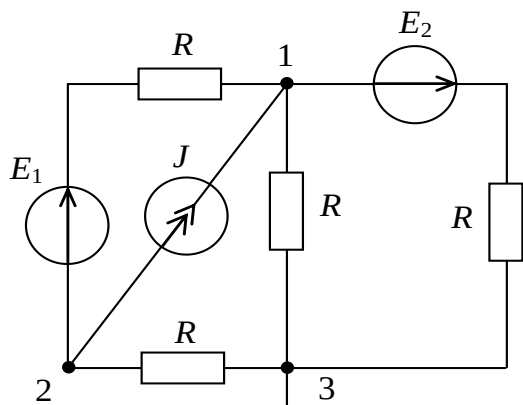
2.3.12



Напряжение U_{ab} составит:

- 1) 3 В;
- 2) 8 В;
- 3) 10 В;
- 4) 4 В.

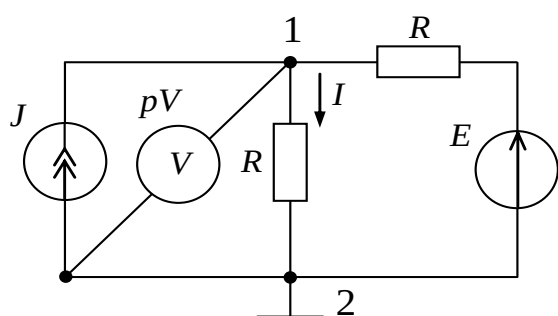
2.3.13



Если ЭДС источников $E_1 = 20$ В, $E_2 = 10$ В, ток источника тока $J = 4$ А, сопротивления $R = 2$ Ом, а потенциал первого узла схемы $\phi_1 = 12$ В, то потенциал второго узла ϕ_2 равен:

- 1) 54 В;
- 2) -2 В;
- 3) 18 В;
- 4) -8 В.

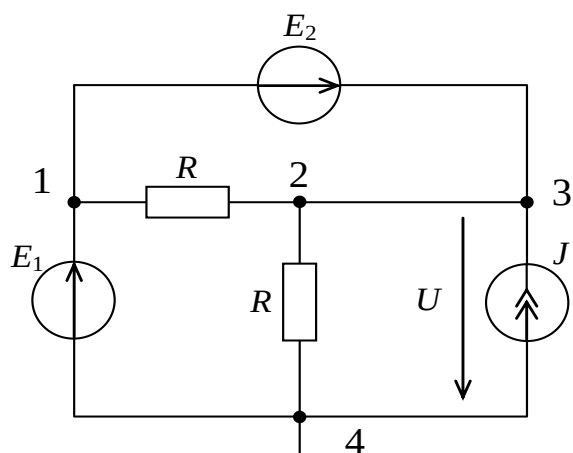
2.3.14



Если показание вольтметра 20 В, ток источника тока $J = 5$ А, а сопротивление $R = 2$ Ом, то ЭДС источника E равна:

- 1) 20 В;
- 2) 30 В;
- 3) 40 В;
- 4) 25 В.

2.3.15



Если ЭДС источников $E_1 = 20$ В, $E_2 = -10$ В, ток источника тока $J = 4$ А, а сопротивления $R = 4$ Ом, то напряжение на источнике тока U равно:

- 1) 20 В;
- 2) 30 В;
- 3) -10 В;
- 4) 10 В.

2.4. Метод наложения

2.4.1

Число расчетных частичных схем, составляемых по методу наложения, равно числу:

- 1) узлов;
- 2) ветвей;
- 3) независимых контуров;
- 4) источников.

2.4.2

Частичным называется:

- 1) условный ток, протекающий в замкнутом контуре;
- 2) условный ток, протекающий в ветви под действием только одного источника;
- 3) условный узловый ток, определяемый алгебраической суммой произведения ЭДС, присоединенных к узлу, на проводимости этих ветвей;
- 4) алгебраическая сумма условных токов, определенных действием одного источника.

2.4.3

При определении частичных токов от действия одного источника энергии участка ветви с остальными идеальными источниками тока:

- 1) заменяются эквивалентным источником ЭДС;
- 2) закорачиваются;
- 3) размыкаются;
- 4) заменяются эквивалентным активным двухполюсником.

2.4.4

При определении частичных токов от действия одного источника энергии участка ветви с остальными идеальными источниками ЭДС:

- 1) заменяются эквивалентным источником тока;
- 2) размыкаются;
- 3) закорачиваются;
- 4) заменяются эквивалентным активным двухполюсником.

2.4.5

Направление частичных токов:

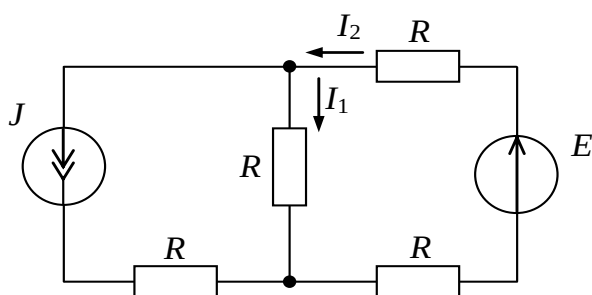
- 1) выбирается произвольно;
- 2) зависит от направления тока в реальной ветви схемы;
- 3) зависит от направления обхода контура;
- 4) зависит от типа источника.

2.4.6

Метод наложения нельзя применять для расчета цепей, содержащих:

- 1) источники тока;
- 2) нелинейные элементы;
- 3) источники синусоидального напряжения;
- 4) источники синусоидального тока.

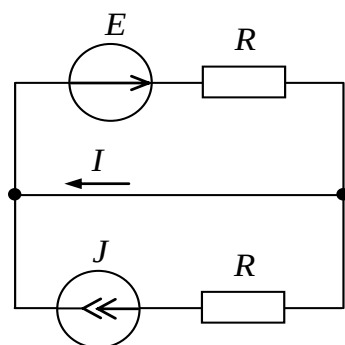
2.4.7



Количество частичных схем, которое необходимо составить для определения токов в ветвях методом наложения, равно:

- 1) 1;
- 2) 2;
- 3) 3;
- 4) 4.

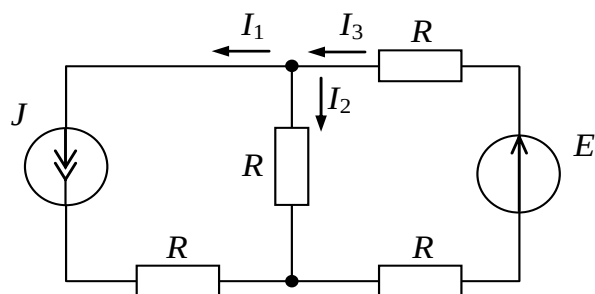
2.4.8



Частичный ток I' , создаваемый источником ЭДС E , равен:

- 1) $E/(2R)$;
- 2) E/R ;
- 3) $E/(2R) - J$;
- 4) 0.

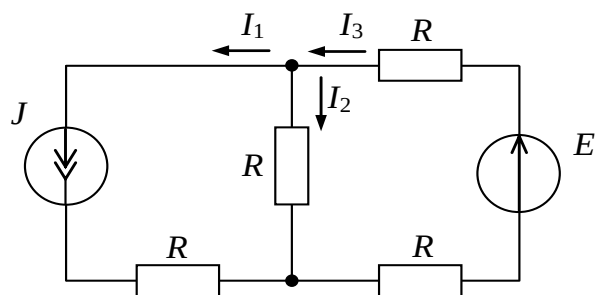
2.4.9



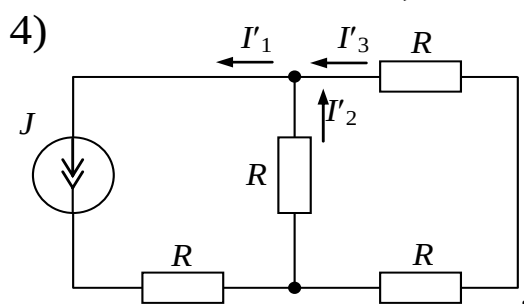
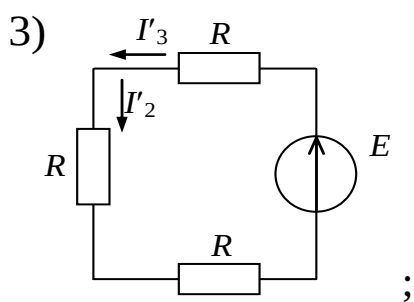
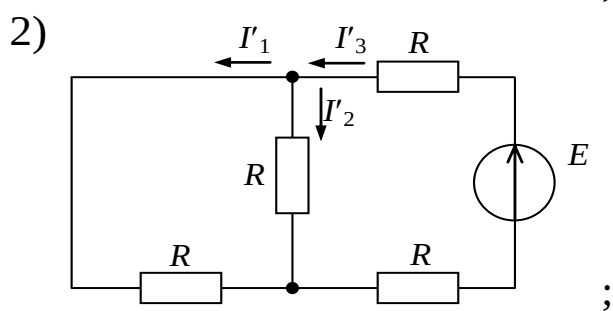
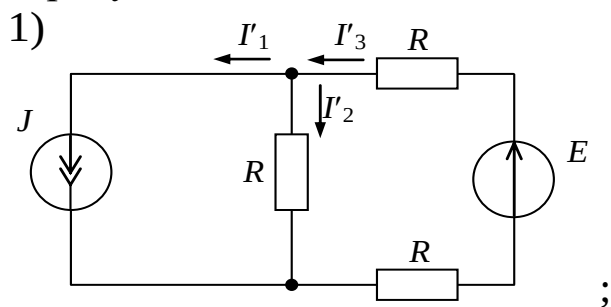
Частичный ток I'_1 , создаваемый источником ЭДС, равен:

- 1) $-J$;
- 2) J ;
- 3) 0;
- 4) $J + E/(3R)$.

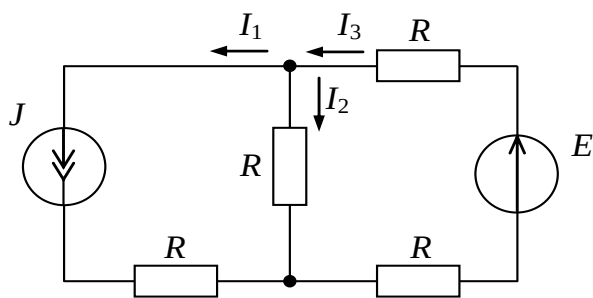
2.4.10



Частичная схема для источника ЭДС E представлена на рисунке:



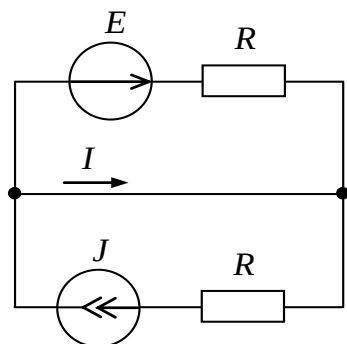
2.4.11



Частичный ток I'_2 , создаваемый источником ЭДС и сонаправленный с истинным током I_2 , равен:

- 1) $E/(3R)$;
- 2) $E/(5R)$;
- 3) $-E/(3R)$;
- 4) $J + E/(3R)$.

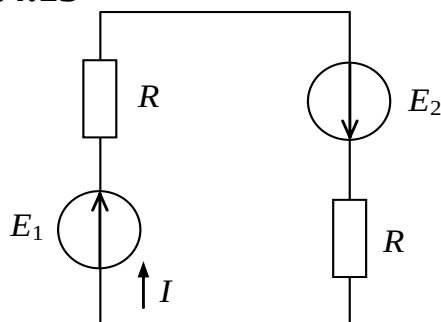
2.4.12



При частичных токах $I' = J$ и $I'' = E/R$ реальный ток ветви I равен:

- 1) $I' + I''$;
- 2) $I' - I''$;
- 3) $-I' - I''$;
- 4) $-I' + I''$.

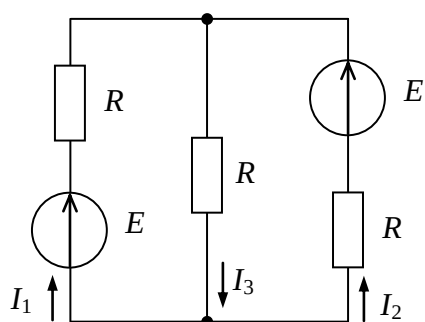
2.4.13



Если сопротивления $R = 10$ Ом, а ЭДС источников $E_1 = 40$ В и $E_2 = 20$ В, то частичный ток I' , создаваемый источником ЭДС E_1 , равен:

- 1) 3 А;
- 2) 4 А;
- 3) 2 А;
- 4) -2 А.

2.4.14



При заданных условно-положительных направлениях реальных токов частичные токи I'_3 и I''_3 в ветви с током I_3

- 1) равны между собой;
- 2) равны и противоположно направлены;
- 3) равны нулю;
- 4) не равны и сонаправлены.

2.5. Метод эквивалентного генератора

2.5.1

Параметрами, полностью характеризующими эквивалентный генератор, являются:

- 1) $E_{\text{ЭГ}}, R_{\text{ЭГ}}$;
- 2) $E_{\text{ЭГ}}, I_{\text{ЭГ}}$;
- 3) $G_{\text{ЭГ}}, R_{\text{ЭГ}}$;
- 4) $P_{\text{ЭГ}}, R_{\text{ЭГ}}$.

2.5.2

Метод эквивалентного генератора рационально применять в случае необходимости определения:

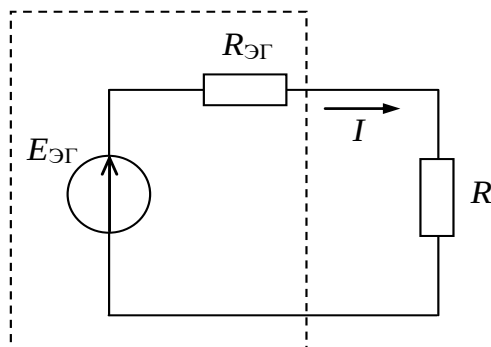
- 1) токов во всех ветвях схемы;
- 2) тока одной ветви;
- 3) сопротивлений во всех ветвях схемы;
- 4) напряжений на всех участках электрической цепи.

2.5.3

Величина ЭДС эквивалентного генератора определяется из:

- 1) номинального режима;
- 2) режима короткого замыкания;
- 3) режима холостого хода;
- 4) рабочего режима.

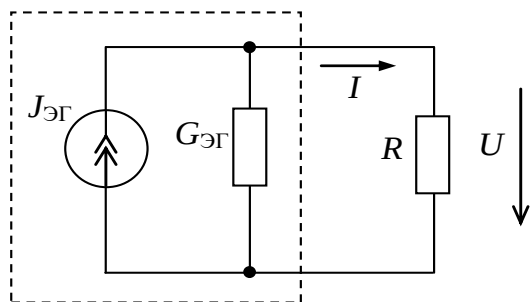
2.5.4



Методом эквивалентного генератора ток I определяется по формуле:

- 1) $\frac{E_{\text{ЭГ}}}{R_{\text{ЭГ}} - R}$;
- 2) $\frac{E_{\text{ЭГ}}}{R_{\text{ЭГ}}}$;
- 3) $\frac{E_{\text{ЭГ}}}{R}$;
- 4) $\frac{E_{\text{ЭГ}}}{R_{\text{ЭГ}} + R}$.

2.5.5



Напряжение U на нагрузке эквивалентного генератора определяется по формуле:

- 1) $J_{ЭГ} G_{ЭГ}$;
- 2) $\frac{J_{ЭГ}}{G_{ЭГ}}$;
- 3) $\frac{J_{ЭГ}}{G_{ЭГ} - 1/R}$;
- 4) $\frac{J_{ЭГ}}{G_{ЭГ} + 1/R}$.

2.5.6

По данным опытов холостого хода и короткого замыкания сопротивление эквивалентного генератора $R_{ЭГ}$ определяется в виде:

- 1) $\frac{U_{XX}}{I_{КЗ}} + R_{ветви}$;
- 2) $\frac{I_{КЗ}}{U_{XX}}$;
- 3) $\frac{U_{XX}}{I_{КЗ}} - R_{ветви}$;
- 4) $\frac{U_{XX}}{I_{КЗ}}$.

2.5.7

При определении сопротивления эквивалентного генератора участки ветвей, содержащие идеальные источники ЭДС, следует:

- 1) разомкнуть;
- 2) закоротить;
- 3) заменить эквивалентным двухполюсником;
- 4) заменить эквивалентным источником тока.

2.5.8

При определении сопротивления эквивалентного генератора ветви, содержащие идеальные источники тока, следует

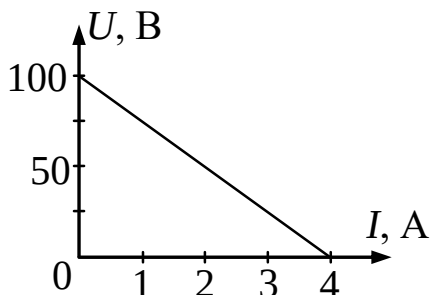
- 1) разомкнуть;
- 2) закоротить;
- 3) заменить эквивалентным двухполюсником;
- 4) заменить эквивалентным источником ЭДС.

2.5.9

Метод эквивалентного генератора не применим для определения тока в ветви:

- 1) содержащей более одного элемента;
- 2) содержащей нелинейные элементы;
- 3) индуктивно связанной с другими ветвями;
- 4) содержащей источник ЭДС.

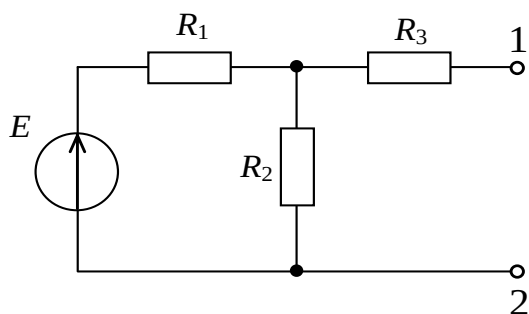
2.5.10



Внутреннее сопротивление эквивалентного генератора $R_{ЭГ}$, определенное по вольт-амперной характеристике равно:

- 1) 20 Ом;
- 2) 25 Ом;
- 3) 100 Ом;
- 4) 4 Ом.

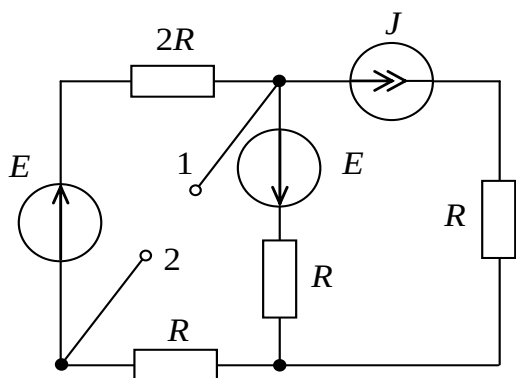
2.5.11



Если сопротивления $R_1 = 20$ Ом, $R_2 = 5$ Ом, $R_3 = 10$ Ом, то сопротивление эквивалентного генератора составит:

- 1) 14 Ом;
- 2) 35 Ом;
- 3) 4 Ом;
- 4) 10 Ом.

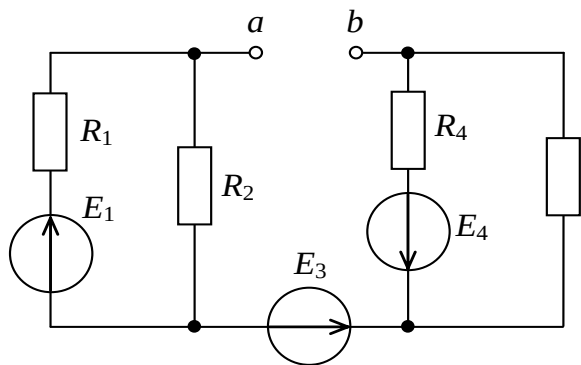
2.5.12



Если сопротивления $R = 10$ Ом, то сопротивление эквивалентного генератора относительно зажимов 1-2 составит:

- 1) 6,43 Ом;
- 2) 8,57 Ом;
- 3) 15 Ом;
- 4) 10 Ом.

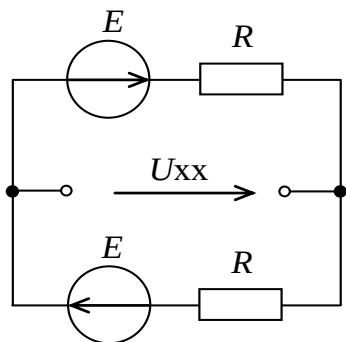
2.5.13



Если сопротивления $R_1 = 5 \text{ Ом}$, $R_2 = 20 \text{ Ом}$, $R_4 = 10 \text{ Ом}$, $R_5 = 10 \text{ Ом}$, то сопротивление эквивалентного генератора относительно зажимов $a-b$ составит:

- 1) 15 Ом;
- 2) 14 Ом;
- 3) 9 Ом;
- 4) 45 Ом.

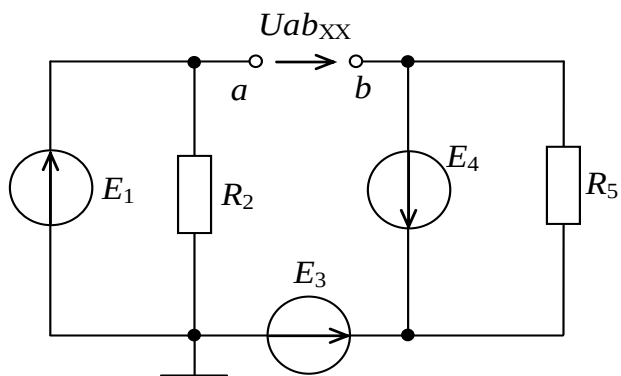
2.5.14



Если ЭДС источников $E = 20 \text{ В}$, сопротивления $R = 10 \text{ Ом}$, то напряжение холостого хода U_{xx} равно:

- 1) 20 В;
- 2) 0 В;
- 3) 40 В;
- 4) -20 В.

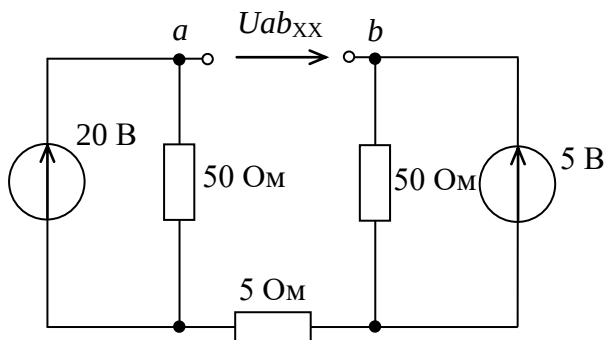
2.5.15



Если сопротивления $R_2 = 20 \text{ Ом}$, $R_5 = 10 \text{ Ом}$, ЭДС источников $E_1 = 20 \text{ В}$, $E_3 = 10 \text{ В}$, $E_4 = 30 \text{ В}$, то напряжение холостого хода эквивалентного генератора относительно зажимов $a-b$ составит:

- 1) 40 В;
- 2) 20 В;
- 3) -20 В;
- 4) 0 В.

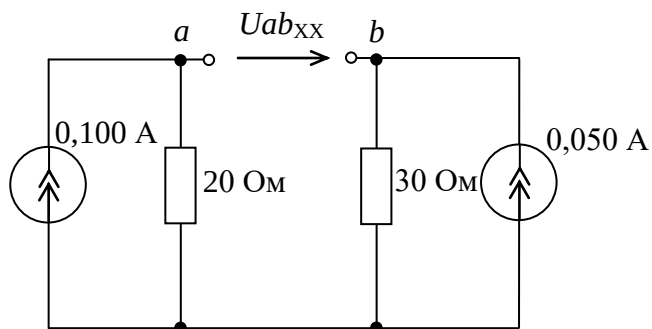
2.5.16



Напряжение холостого
хода эквивалентного генератора
 $U_{ab_{XX}}$ равно:

- 1) 15 В;
- 2) -15 В;
- 3) 25 В;
- 4) -25 В.

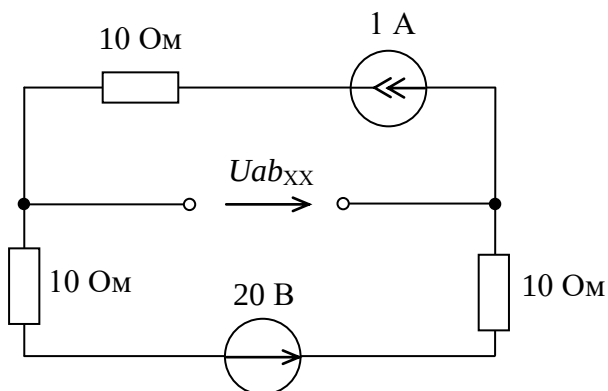
2.5.17



Напряжение холостого
хода $U_{ab_{XX}}$ составит:

- 1) 3,5 В;
- 2) -0,5 В;
- 3) -3,5 В;
- 4) 0,5 В.

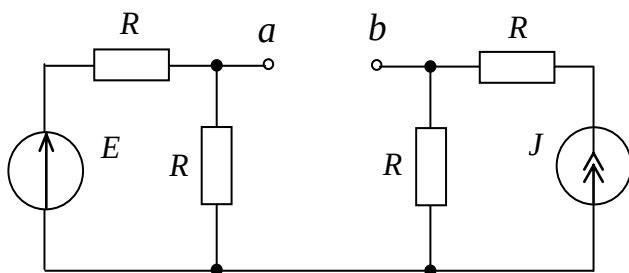
2.5.18



Напряжение холостого
хода эквивалентного генератора
 $U_{ab_{XX}}$ составит:

- 1) -20 В;
- 2) 20 В;
- 3) 0 В;
- 4) 40 В.

2.5.19



Если ток короткого
замыкания участка $a-b$ $I_{КЗ} = 5$ А,
то при $R = 10$ Ом
напряжение холостого хода U_{XX}
относительно зажимов
 $a-b$ составит:

- 1) 50 В;
- 2) 75 В;
- 3) 25 В;
- 4) 100 В.

2.6 Баланс мощностей

2.6.1

Мощность рассеивания на резисторе определяется по формуле:

- 1) $P = I/R^2$;
- 2) $P = I^2/R$;
- 3) $P = I^2 R$;
- 4) $P = IR^2$.

2.6.2

Мощность источника ЭДС E при токе I определяется по формуле:

- 1) $P_E = \pm E/I$;
- 2) $P_E = \pm EI$;
- 3) $P_E = |\pm EI|$;
- 4) $P_E = \pm EI^2$.

2.6.3

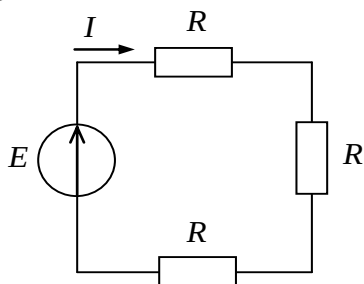
Мощность источника тока J при напряжении U определяется по формуле:

- 1) $P_J = \pm U^2 J$;
- 2) $P_J = |\pm UJ|$;
- 3) $P_J = \pm U/J$;
- 4) $P_J = \pm UJ$.

2.6.4

Если к источнику ЭДС $E = 30$ В, подключить 10 последовательно соединенных резисторов с сопротивлением каждого $R = 1$ Ом, то мощность, выделяемая на каждом резисторе составит:

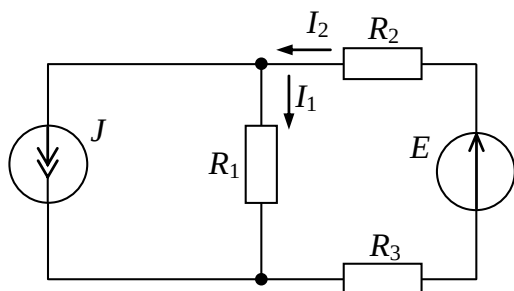
- 1) -3 Вт;
- 2) 3 Вт;
- 3) 30 Вт;
- 4) 9 Вт.

2.6.5

Если увеличить сопротивления в два раза, мощность, потребляемая цепью:

- 1) уменьшится в 2 раза;
- 2) не изменится;
- 3) уменьшится в 4 раза;
- 4) увеличится в 4 раза.

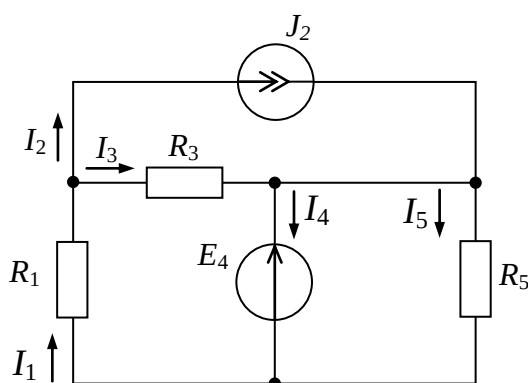
2.6.6



Баланс мощностей для электрической цепи определяется уравнением:

- 1) $I_1^2 R_1 + I_2^2 (R_2 + R_3) = EI_2 + I_1 R_1 J$;
- 2) $I_1^2 R_1 + I_2^2 (R_2 + R_3) = EI_2 - I_1 R_1 J$;
- 3) $I_1^2 R_1 + I_2^2 (R_2 + R_3) = -EI_2 - I_1 R_1 J$;
- 4) $I_1^2 R_1 + I_2^2 (R_2 + R_3) = -EI_2 + I_1 R_1 J$.

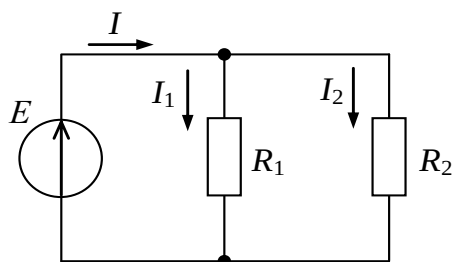
2.6.7



Баланс мощностей для электрической цепи определяется уравнением:

- 1) $I_1^2 R_1 + I_3^2 R_3 + I_5^2 R_5 = -E_4 I_4 + I_3 R_3 J_2$;
- 2) $I_1^2 R_1 + I_3^2 R_3 + I_5^2 R_5 = E_4 I_4 + I_3 R_3 J_2$;
- 3) $I_1^2 R_1 + I_3^2 R_3 + I_5^2 R_5 = -E_4 I_4 - I_3 R_3 J_2$;
- 4) $I_1^2 R_1 + I_3^2 R_3 + I_5^2 R_5 = E_4 I_4 - I_3 R_3 J_2$.

2.6.8



Если мощность, потребляемая электрической цепью, составляет 20 Вт, ток $I = 2$ А, то ЭДС источника составит:

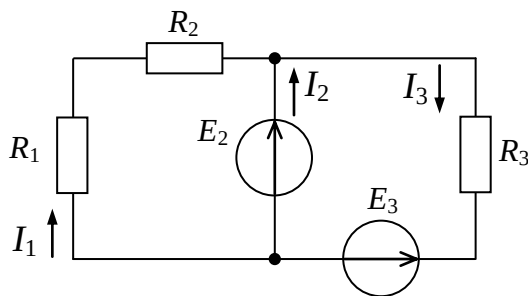
- 1) -10 В;
- 2) 20 В;
- 3) 40 В;
- 4) 10 В.

2.6.9

Если к источнику ЭДС $E = 30$ В, подключить 10 последовательно соединенных резисторов с сопротивлением каждого $R = 1$ Ом, то мощность, выделяемая на всех резисторах составит:

- 1) 30 Вт;
- 2) 90 Вт;
- 3) 60 Вт;
- 4) 18 Вт.

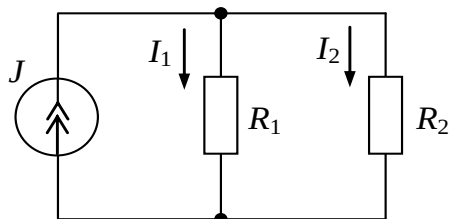
2.6.10



Если мощность, выделяемая на резисторах $\sum P_R = 20$ Вт и мощность источника $P_{E3} = 30$ Вт, то мощность источника P_{E2} равна:

- 1) 10 Вт;
- 2) -10 Вт;
- 3) 50 Вт;
- 4) 20 Вт.

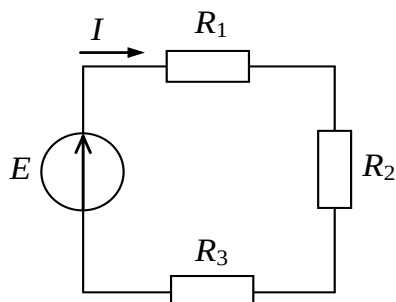
2.6.11



Если ток $I_2 = 1$ А, сопротивление резистора $R_2 = 10$ Ом, а ток источника тока $J = 3$ А, то мощность источника тока составит:

- 1) -30 Вт;
- 2) 30 Вт;
- 3) 3 Вт;
- 4) -9 Вт.

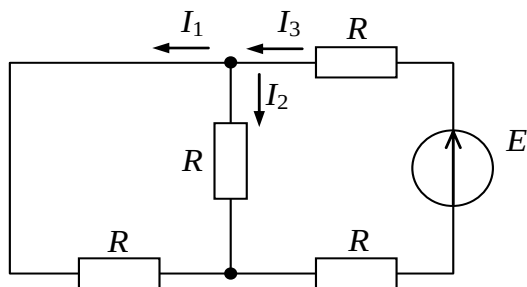
2.6.12



Если $R_1 = 2$ Ом, $R_2 = 3$ Ом, $R_3 = 4$ Ом, а мощность, рассеиваемая на резисторе R_3 составляет 16 Вт, то ЭДС источника E равна:

- 1) 36 В;
- 2) 18 В;
- 3) 72 В;
- 4) 54 В.

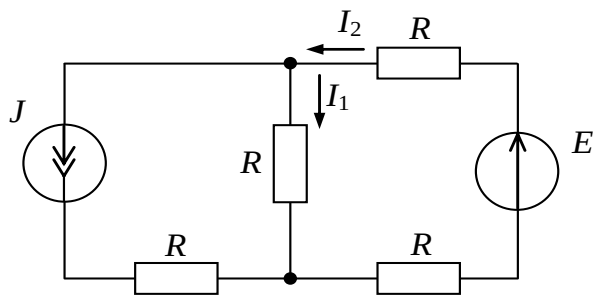
2.6.13



Если $R = 2$ Ом, $I_2 = 1$ А, то мощность ЭДС источника ЭДС E равна:

- 1) 40 Вт;
- 2) 20 Вт;
- 3) 10 Вт;
- 4) 50 Вт.

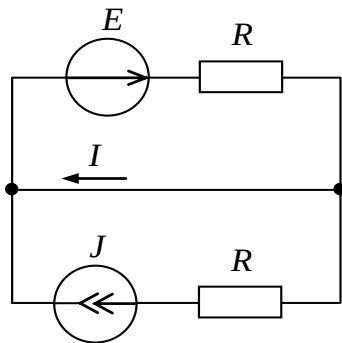
2.6.14



Выражение для мощности источника тока имеет вид:

- 1) $P_J = RI_1 \cdot J$;
- 2) $P_J = -RI_1 \cdot J$;
- 3) $P_J = (RJ - RI_1) \cdot J$;
- 4) $P_J = (RI_1 - RJ) \cdot J$.

2.6.15



Если $J = 2 \text{ A}$, $I = 1 \text{ A}$, $R = 2 \text{ Ом}$, то мощность ЭДС источника E равна:

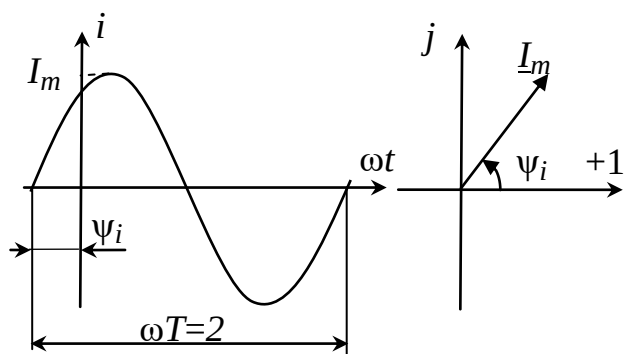
- 1) 36 Вт;
- 2) 18 Вт;
- 3) 8 Вт;
- 4) 26 Вт.

3. Теория линейных электрических цепей синусоидального и несинусоидального токов

Краткие теоретические сведения

Изображение синусоидальных функций векторами и комплексными числами

$$i = I_m \sin(\omega t + \psi_i), \quad \text{где } \omega = 2\pi f, \quad f = 1 / T$$



$$i(t) = \text{Im}[\underline{I}_m e^{j\omega t}], \quad \text{где } \underline{I}_m = I_m e^{j\psi_i}$$

Действующее значение тока

$$I = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2 dt} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 0,707 I_m$$

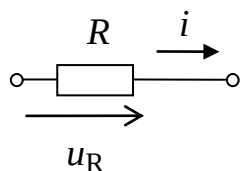
Среднее значение тока за половину периода

$$I_{\text{cp}} = \frac{2}{T} \int_0^{T/2} i dt = \frac{2I_m}{\pi} = 0,637 I_m$$

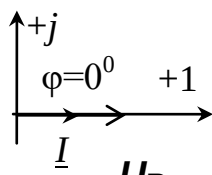
$$\underline{I} = I e^{j\psi_i} = I \cos \psi_i + j I \sin \psi_i = I_a + j I_p$$

$$\underline{I}^* = I e^{-j\psi_i} = I \cos(-\psi_i) + j I \sin(-\psi_i) = I_a - j I_p$$

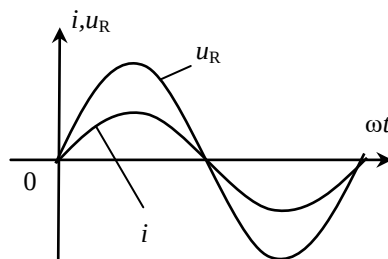
Сопротивление, индуктивность, емкость в цепях синусоидального тока



$$u_R = R i$$

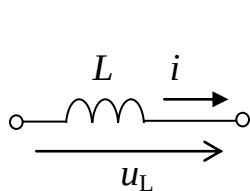


$$\underline{U}_R = R \underline{I}$$

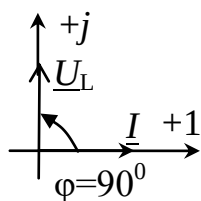


$$\underline{Z}_R = R$$

$$\underline{Y}_R = G = 1 / R$$



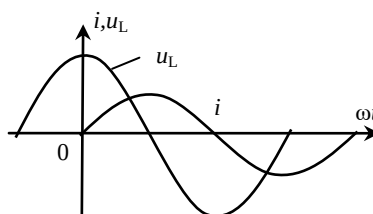
$$u_L = L \frac{di}{dt}$$

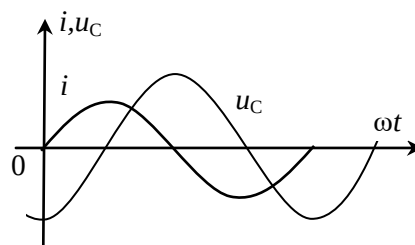
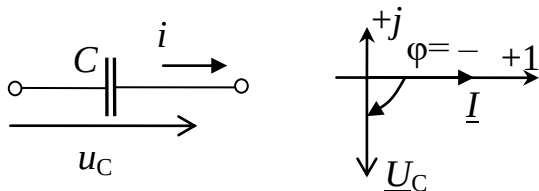


$$\underline{U}_L = j\omega L \underline{I}$$

$$\underline{Z}_L = jX_L = j\omega L$$

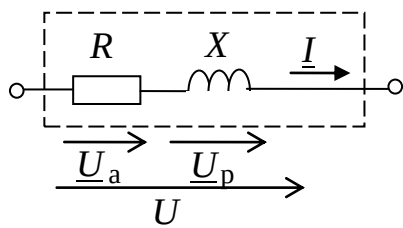
$$\underline{Y}_L = -jB_L = -j / (\omega L)$$





$$i = C \frac{du_C}{dt} \quad \underline{U}_C = -j/(\omega C) \underline{I} \quad \underline{Z}_C = -jX_C = -j/(\omega C) \quad \underline{Y}_C = jB_C = j\omega C$$

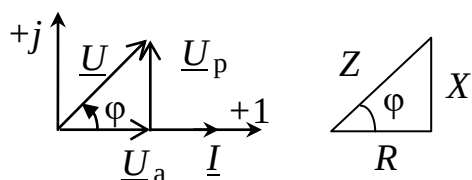
Схемы замещения и параметры пассивного двухполюсника



$$\underline{Z} = R + jX = Ze^{j\varphi},$$

$$\text{где } Z = \sqrt{R^2 + X^2},$$

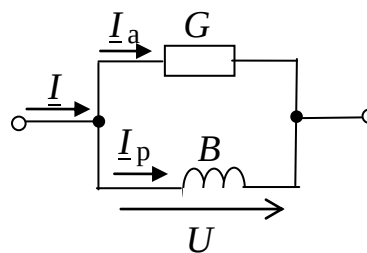
$$\varphi = \psi_u - \psi_i = \arctg \frac{X}{R}$$



$$\underline{U} = \underline{U}_a + \underline{U}_p$$

$$\underline{Y} = \frac{1}{\underline{Z}} = G - jB,$$

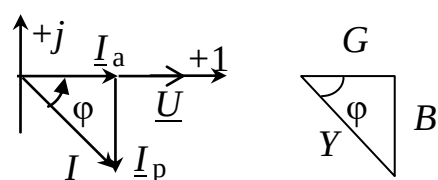
$$\text{где } G = \frac{R}{R^2 + X^2}, \quad B = \frac{X}{R^2 + X^2}$$



$$\underline{Y} = G - jB = Ye^{-j\varphi},$$

$$\text{где } Y = \sqrt{G^2 + B^2},$$

$$\varphi = \psi_u - \psi_i = \arctg \frac{B}{G}$$



$$\underline{I} = \underline{I}_a + \underline{I}_p$$

$$\underline{Z} = \frac{1}{\underline{Y}} = R + jX,$$

$$\text{где } R = \frac{G}{G^2 + B^2}, \quad X = \frac{B}{G^2 + B^2}$$

Метод контурных токов

$$\begin{cases} \underline{I}_{11} \underline{Z}_{11} + \underline{I}_{22} \underline{Z}_{12} + \underline{I}_{33} \underline{Z}_{13} = \underline{E}_{11}; \\ \underline{I}_{11} \underline{Z}_{21} + \underline{I}_{22} \underline{Z}_{22} + \underline{I}_{33} \underline{Z}_{23} = \underline{E}_{22}; \\ \underline{I}_{11} \underline{Z}_{31} + \underline{I}_{22} \underline{Z}_{32} + \underline{I}_{33} \underline{Z}_{33} = \underline{E}_{33}. \end{cases}$$

Метод узловых потенциалов

$$\begin{cases} \underline{\varphi}_1 \underline{Y}_{11} + \underline{\varphi}_2 \underline{Y}_{12} + \underline{\varphi}_3 \underline{Y}_{13} = \underline{J}_{11}; \\ \underline{\varphi}_1 \underline{Y}_{21} + \underline{\varphi}_2 \underline{Y}_{22} + \underline{\varphi}_3 \underline{Y}_{23} = \underline{J}_{22}; \\ \underline{\varphi}_1 \underline{Y}_{31} + \underline{\varphi}_2 \underline{Y}_{32} + \underline{\varphi}_3 \underline{Y}_{33} = \underline{J}_{33}. \end{cases}$$

Метод эквивалентного генератора

$$\underline{I} = \frac{\underline{E}_{\text{ЭГ}}}{\underline{Z}_{\text{ЭГ}} + \underline{Z}_{\text{Н}}}$$

Баланс мощностей

$$\underline{S}_{\text{ист}} = \underline{S}_{\text{пр}} \quad \underline{S}_{\text{ист}} = \sum_{i=1}^m \left(\underline{E}_i \underline{I}_i^* + \underline{U}_{Ji} \underline{J}_i^* \right) = P_{\text{ист}} + jQ_{\text{ист}}$$

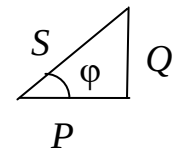
$$\underline{S}_{\text{пр}} = \sum_{k=1}^n \underline{U}_k \underline{I}_k^* = \sum_{k=1}^n \underline{Z}_k I_k^2 = \sum_{k=1}^n \left(R_k I_k^2 + jX_{Lk} I_{Lk}^2 - jX_{Ck} I_{Ck}^2 \right)$$

Полная комплексная
мощность

$$\underline{S} = \underline{U} \underline{I}^* = P + jQ$$

Полная мощность

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = UI \text{ [ВА]}$$



Активная мощность

$$P = UI \cos \varphi \text{ [Вт]}$$

Реактивная мощность

$$Q = UI \sin \varphi \text{ [ВАр]}$$

Коэффициент мощности $\cos \varphi = P/S$

Резонанс напряжений

$$\varphi = 0$$

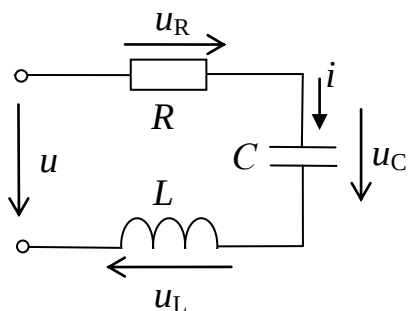
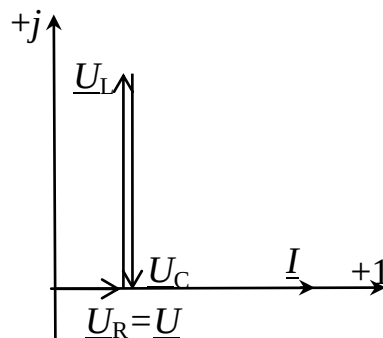
$$\operatorname{Im}[Z] = 0$$

$$\varphi = \arctg(X_L - X_C)/R = 0$$

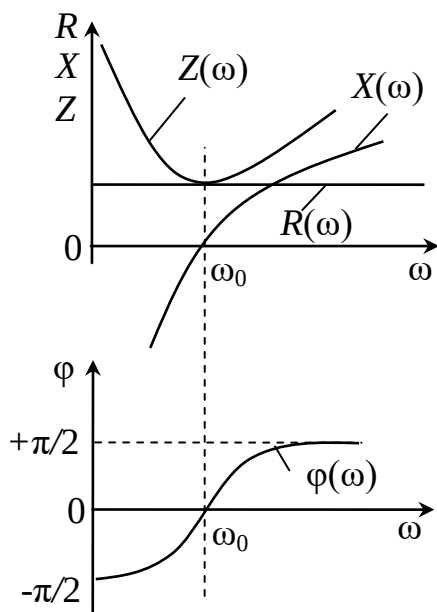
$$X_L = X_C$$

$$\omega_0 L = \frac{1}{\omega_0 C}$$

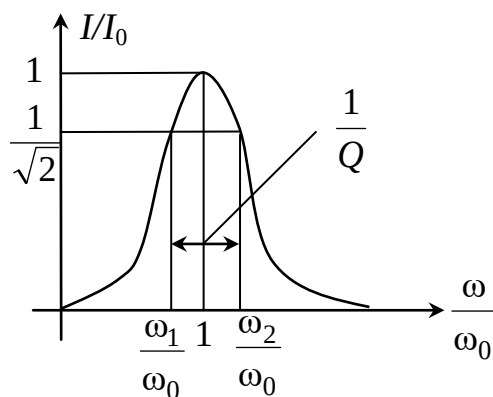
$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$



Частотные характеристики



Резонансные кривые



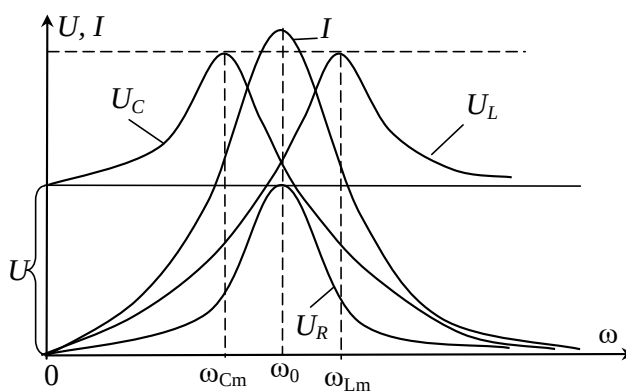
$$\omega_{1,2} = \omega_0 \left(\sqrt{1 + \frac{d^2}{4}} \mp \frac{d}{2} \right) \quad \omega_2 - \omega_1 = \frac{\omega_0}{Q} = \omega_0 d$$

$$\Delta\omega = \omega - \omega_0 \quad \xi = 2Q \frac{\Delta\omega}{\omega_0} = \frac{X}{R}$$

$$\rho = \omega_0 L = 1/(\omega_0 C) = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

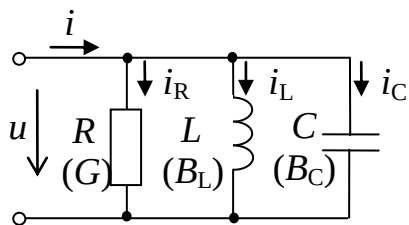
$$Q = \frac{U_{L0}}{U_0} = \frac{U_{C0}}{U_0} = \frac{\rho}{R}$$

$$d = \frac{1}{Q}$$



$$\omega_{Cm} = \omega_0 \sqrt{\frac{2-d^2}{2}}, \quad \omega_{Lm} = \omega_0 \sqrt{\frac{2}{2-d^2}}$$

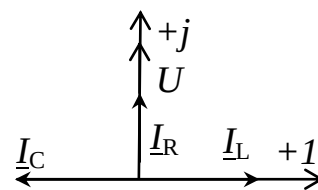
Резонанс токов



$$\varphi = 0$$

$$\text{Im}[\underline{Y}] = 0$$

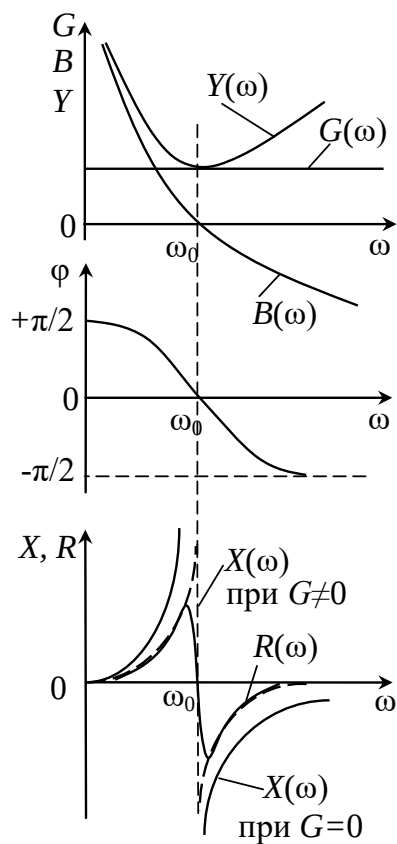
$$B_L = B_C \quad \frac{1}{\omega_0 L} = \omega_0 C$$



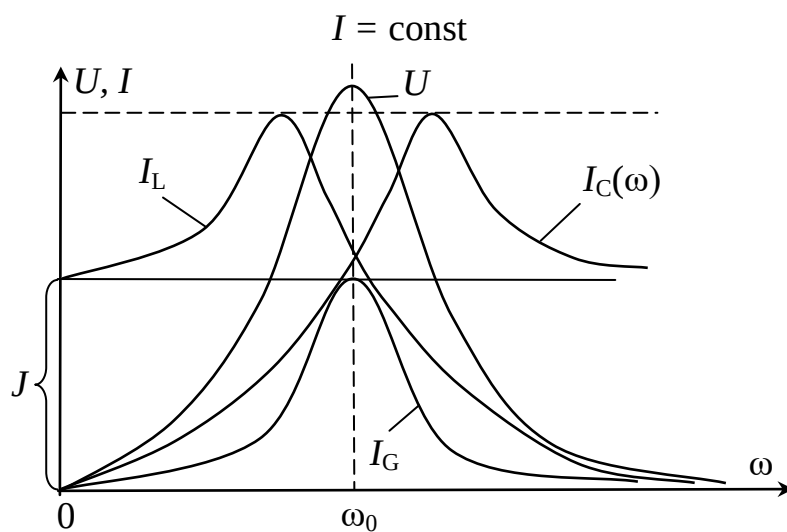
$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad \gamma = \frac{1}{\rho} = \sqrt{\frac{C}{L}}$$

$$Q = \gamma / G \quad d = 1/Q$$

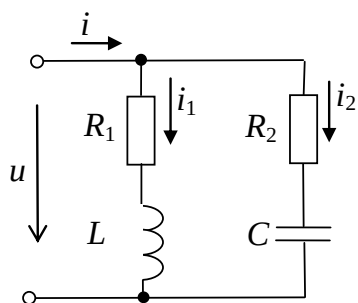
Частотные характеристики



Резонансные кривые

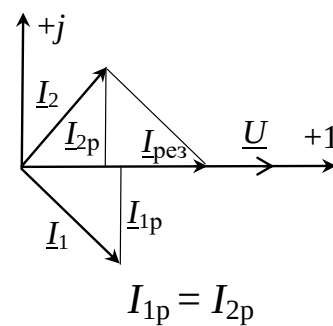


$$Q = \frac{\rho \left(\omega_{\text{рез}} / \omega_0 \right)}{R_1 + R_2 \left(\omega_{\text{рез}} / \omega_0 \right)^2} \quad \rho = \sqrt{\frac{L}{C}} \quad \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

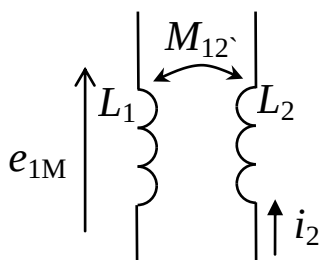


$$\frac{\omega L}{R_1^2 + (\omega L)^2} = \frac{1/(\omega C)}{R_2^2 + \left(\frac{1}{\omega C} \right)^2}$$

$$\omega_{\text{рез}} = \frac{1}{\sqrt{LC}} \sqrt{\frac{\rho^2 - R_1^2}{\rho^2 - R_2^2}}$$



Цепи со взаимной индуктивностью



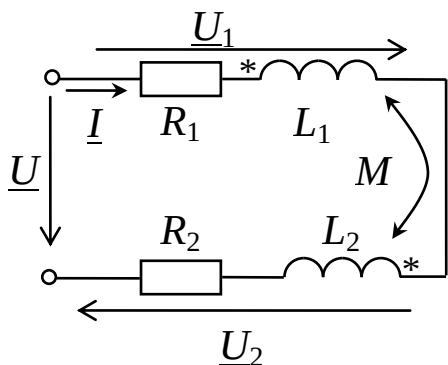
$$e_{1M} = -d\Psi_{12}/dt = -M_{12} di_2/dt$$

$$\underline{E}_{1M} = -j\omega\Psi_{12} = -j\omega M_{12} \underline{I}_2$$

$$M = M_{12} = M_{21}$$

$$k = \frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}} = \frac{X_M}{\sqrt{X_{L1} X_{L2}}}, \quad 0 \leq k < 1$$

Последовательное соединение



$$u = u_1 + u_2 =$$

$$= [R_1 i + L_1 \frac{di}{dt} + M \frac{di}{dt}] +$$

$$+ [R_2 i + L_2 \frac{di}{dt} + M \frac{di}{dt}]$$

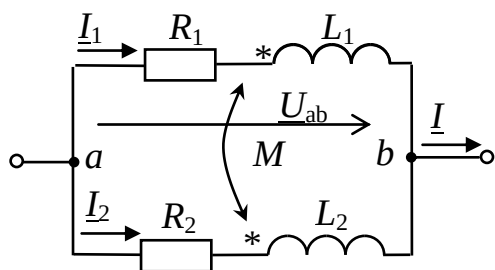
$$\underline{U} = \underline{I} [(R_1 + j\omega L_1 + j\omega M) +$$

$$+ (R_2 + j\omega L_2 + j\omega M)] = \underline{I} (\underline{Z}_1 + \underline{Z}_2)$$

$$\underline{Z}_{\text{согл}} = R_1 + R_2 + j\omega(L_1 + L_2 + 2M)$$

$$\underline{Z}_{\text{встр}} = R_1 + R_2 + j\omega(L_1 + L_2 - 2M)$$

Параллельное соединение



$$\begin{cases} \underline{I} = \underline{I}_1 + \underline{I}_2 \\ \underline{U}_{ab} = R_1 \underline{I}_1 + j\omega L_1 \underline{I}_1 + j\omega M \underline{I}_2 \\ \underline{U}_{ab} = R_2 \underline{I}_2 + j\omega L_2 \underline{I}_2 + j\omega M \underline{I}_1 \end{cases}$$

Развязка индуктивных связей

Схема с индуктивной связью

Эквивалентная схема без индуктивной связи

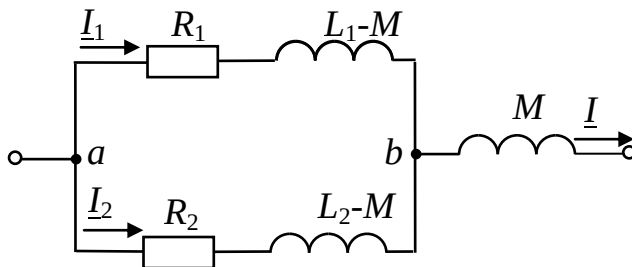
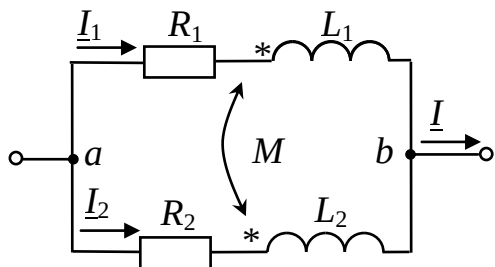
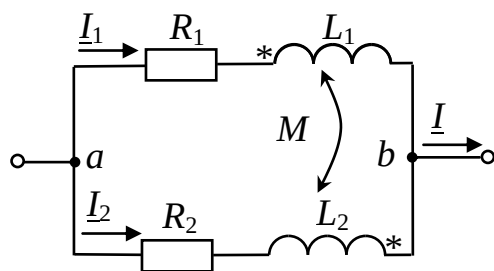
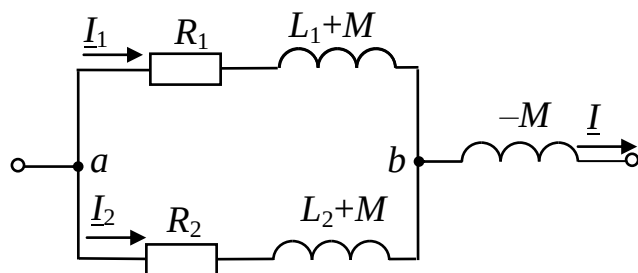


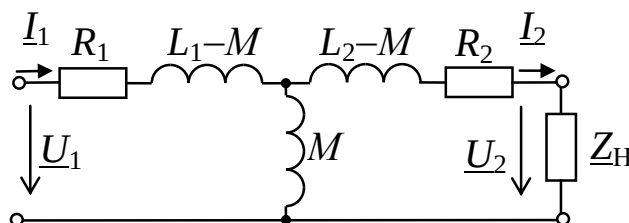
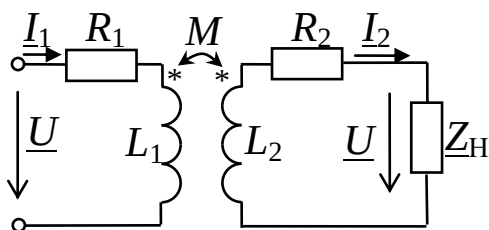
Схема с индуктивной связью



Эквивалентная схема без индуктивной
связи



Уравнения и схема замещения линейного трансформатора



$$\begin{cases} \underline{U}_1 = R_1 \underline{I}_1 + j\omega L_1 \underline{I}_1 - j\omega M \underline{I}_2 \\ 0 = R_2 \underline{I}_2 + j\omega L_2 \underline{I}_2 - j\omega M \underline{I}_1 + \underline{Z}_H \underline{I}_2 \end{cases}$$

Расчет цепей при периодических воздействиях

Разложение несинусоидальной функции в ряд Фурье

$$f(t) = A_0 + \sum_{k=1}^{\infty} (B_{km} \sin k\omega t + C_{km} \cos k\omega t) = A_0 + \sum_{k=1}^{\infty} A_{km} \sin(k\omega t + \varphi_k),$$

$$\text{где } A_{km} = \sqrt{B_{km}^2 + C_{km}^2}; \quad \varphi_k = \arctg \frac{C_{km}}{B_{km}};$$

$$A_0 = \frac{1}{T} \int_0^T f(t) dt; \quad B_{km} = \frac{2}{T} \int_0^T f(t) \sin k\omega t dt;$$

$$C_{km} = \frac{2}{T} \int_0^T f(t) \cos k\omega t dt.$$

Действующие значения несинусоидальных тока и напряжения

$$I = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2(t) dt} = \sqrt{I_0^2 + I_1^2 + \dots}; \quad U = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u^2(t) dt} = \sqrt{U_0^2 + U_1^2 + \dots}.$$

Мощность в цепи несинусоидального тока

$$P = P_0 + P_1 + P_2 + \dots = U_0 I_0 + U_1 I_1 \cos \varphi_1 + \dots;$$

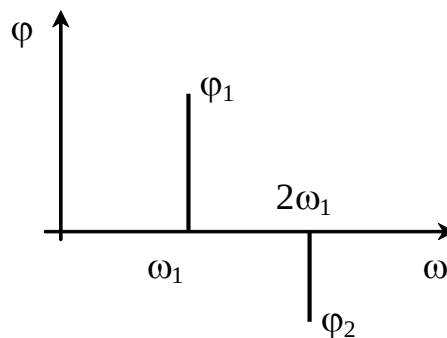
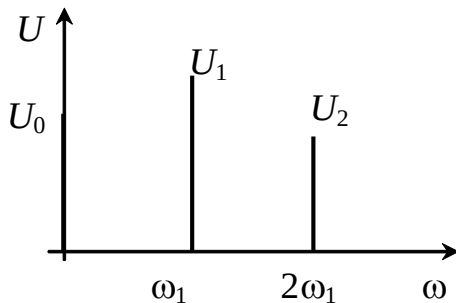
$$Q = U_1 I_1 \sin \varphi_1 + U_2 I_2 \sin \varphi_2 + \dots;$$

$$S = UI = \sqrt{P^2 + Q^2 + T_{\text{иск}}^2}.$$

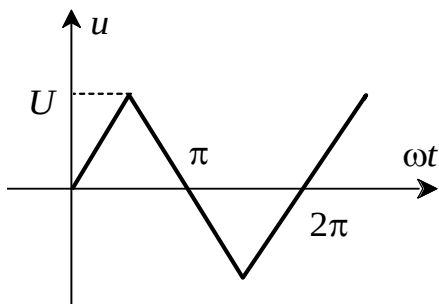
Коэффициенты формы, амплитуды, искажений, гармоник

$$k_{\phi} = \frac{I}{I_{\text{cp}}}; \quad k_a = \frac{I_{\text{max}}}{I}; \quad k_{\text{н}} = \frac{I_1}{I}; \quad k_{\text{г}} = \frac{\sqrt{I_2^2 + I_3^2 + \dots}}{I_1}.$$

Амплитудный и фазовый спектры несинусоидального напряжения



Симметрия относительно оси абсцисс

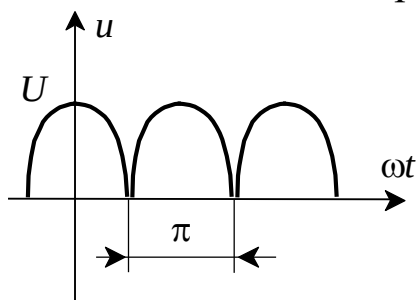


$$u(\omega t) = -u(\omega t + \pi)$$

Ряд не содержит четных гармоник и постоянной составляющей:

$$u(\omega t) = A_{1m} \sin(\omega t + \psi_1) + A_{3m} \sin(3\omega t + \psi_3) + \dots$$

Симметрия относительно оси ординат

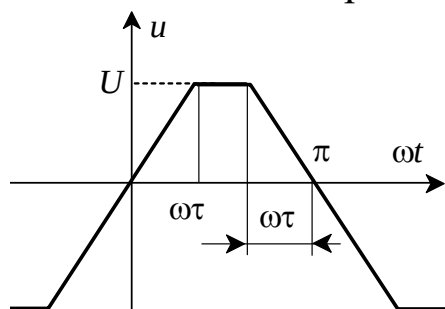


$$u(\omega t) = u(-\omega t)$$

Ряд не содержит синусных составляющих:

$$u(\omega t) = A_0 + A_{1m} \cos \omega t + A_{2m} \cos 2\omega t + A_{3m} \cos 3\omega t + \dots$$

Симметрия относительно начала координат

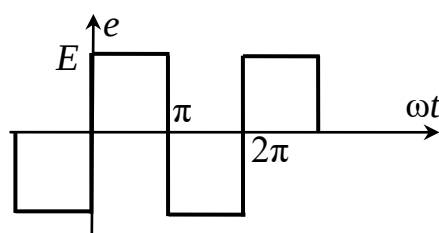


$$u(\omega t) = -u(-\omega t)$$

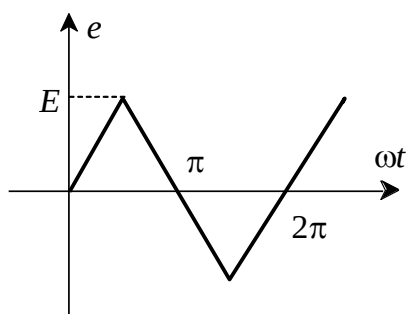
Ряд не содержит
косинусных и
постоянной
составляющих:

$$u(\omega t) = A_{1m} \sin \omega t + A_{2m} \sin 2\omega t + A_{3m} \sin 3\omega t + \dots$$

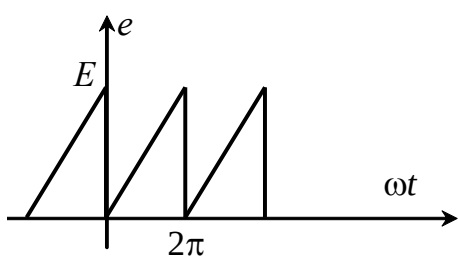
Разложение в ряд Фурье некоторых периодических функций



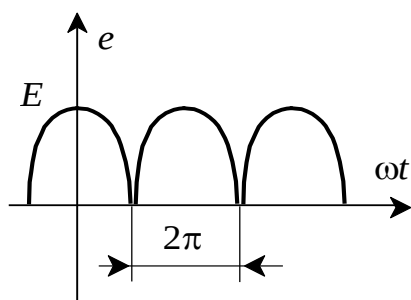
$$e(\omega t) = \frac{4E}{\pi} \left(\sin \omega t + \frac{1}{3} \sin 3\omega t + \frac{1}{5} \sin 5\omega t + \dots \right) = \frac{4E}{\pi} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\sin(2k-1)\omega t}{2k-1}$$



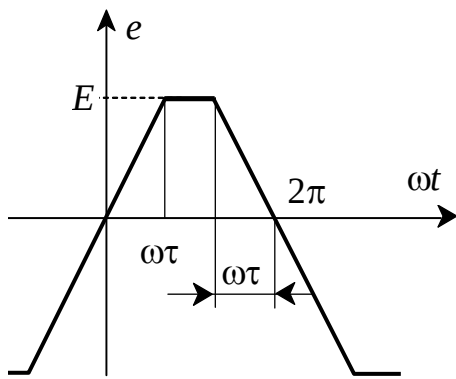
$$e(\omega t) = \frac{8E}{\pi^2} \left[\sum_{k=1,3,5}^{\infty} (-1)^{\frac{k-1}{2}} \frac{\sin k\omega t}{k^2} \right]$$



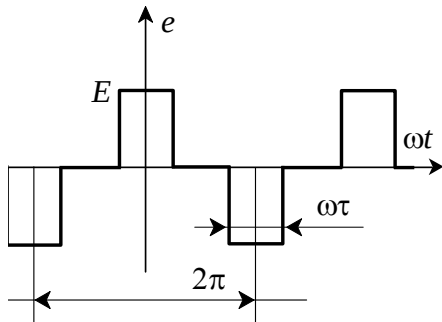
$$e(\omega t) = E \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{\pi} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k} \sin k\omega t \right)$$



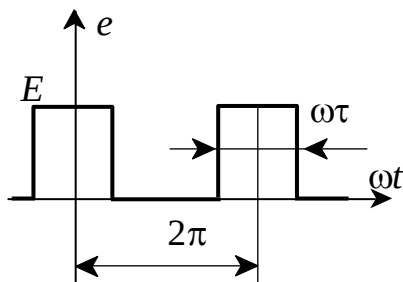
$$e(\omega t) = \frac{4E}{\pi} \left[\frac{1}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} \frac{(-1)^{k+1}}{(2k)^2 - 1} \cos 2k\omega t \right]$$



$$e(\omega t) = \frac{4E}{\omega\tau\pi} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\sin(2k-1)\omega\tau \cdot \sin(2k-1)\omega t}{k^2}$$



$$e(\omega t) = \frac{4E}{\pi} \sum_{k=1,3,5}^{\infty} \frac{1}{k} \sin \frac{k\omega\tau}{2} \cos k\omega t$$



$$e(\omega t) = E \left(\frac{\tau}{T} + \frac{2}{\pi} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k} \sin \frac{k\omega\tau}{2} \cos k\omega t \right)$$

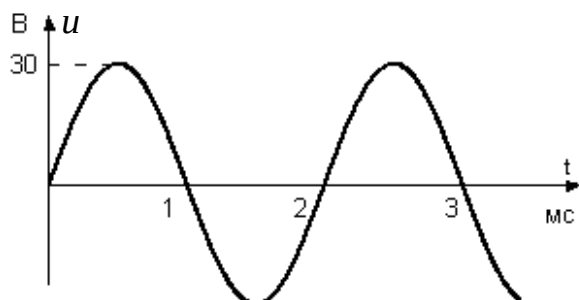
3.1. Способы представления синусоидальных величин

3.1.1

Необходимыми и достаточными данными для построения графика синусоидального тока являются:

- 1) амплитуда, частота и период;
- 2) амплитуда и частота;
- 3) амплитуда, частота и начальная фаза;
- 4) амплитуда, время и начальная фаза.

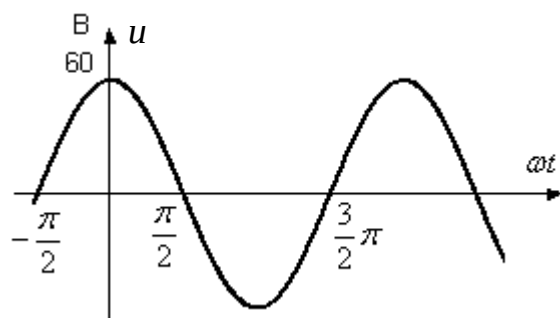
3.1.2



Амплитуда U_m и частота ω синусоидального напряжения равны:

- 1) 30 В и 3142 рад/с;
- 2) 42,43 В и 200 рад/с;
- 3) 21,21 В и 3142 рад/с;
- 4) 30 В и 500 рад/с.

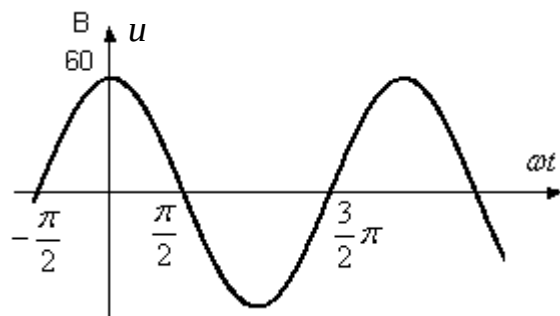
3.1.3



Действующее значение и начальная фаза синусоидального напряжения равны:

- 1) 60 В и 90° ;
- 2) 42,43 В и 90° ;
- 3) 84,85 В и -90° ;
- 4) 42,43 В и -90° .

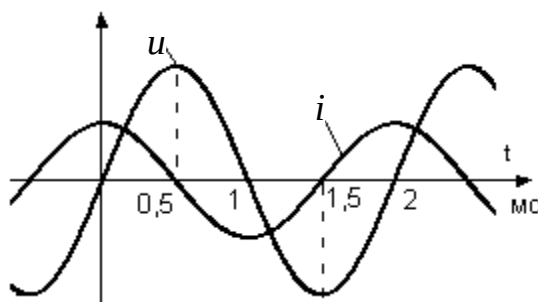
3.1.4



Мгновенному значению напряжения u , показанного на графике, соответствует выражение:

- 1) $60 \sin(\omega t - 90^\circ)$ В;
- 2) $84,85 \sin(\omega t - 90^\circ)$ В;
- 3) $60 \sin(\omega t + 90^\circ)$ В;
- 4) $84,85 \sin(\omega t + 90^\circ)$ В.

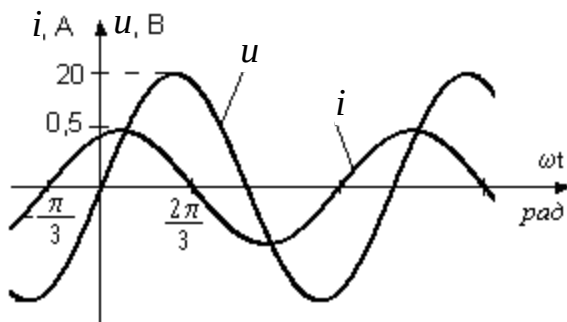
3.1.5



Частота ω и угол сдвига фаз φ равны:

- 3142 рад/с и 90° ;
- 1) 6284 рад/с и 90° ;
- 2) 6284 рад/с и -90° ;
- 3) 3142 рад/с и -90° .

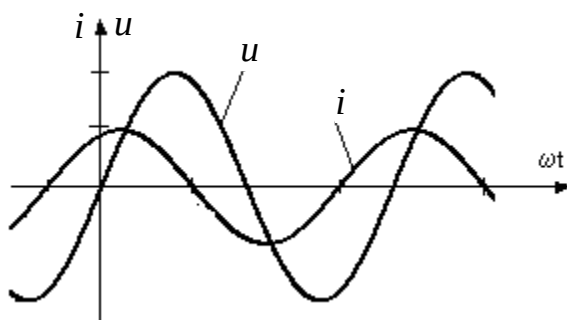
3.1.6



Полное сопротивление и угол сдвига фаз для участка цепи с током i и напряжением u равны:

- 1) 40 Ом и 60° ;
- 2) 40 Ом и -60° ;
- 3) 10 Ом и -60° ;
- 4) 10 Ом и -120° .

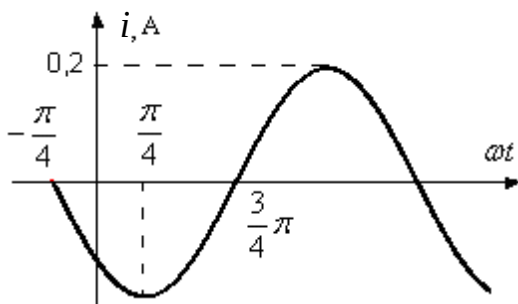
3.1.7



Характер цепи с током i и напряжением u :

- 1) индуктивный;
- 2) активно-индуктивный;
- 3) активно-емкостной;
- 4) емкостной.

3.1.8



Мгновенному значению тока i , показанного на графике, соответствует выражение:

- 1) $0,28 \sin(\omega t - 45^\circ)$ А;
- 2) $0,2 \sin(\omega t - 135^\circ)$ А;
- 3) $0,28 \sin(\omega t - 90^\circ)$ А;
- 4) $0,2 \sin(\omega t - 45^\circ)$ А.

3.1.9 Если мгновенное значение синусоидального тока

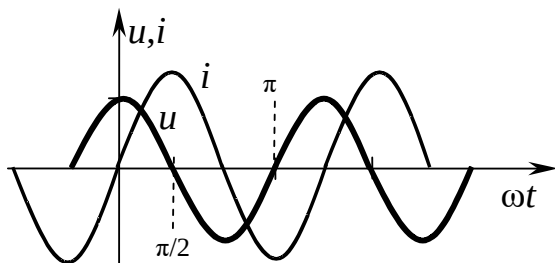
$i = I_m \sin(\omega t + 30^\circ)$ А при $t=0$ равно 1 А, то его амплитуда равна

- 1) 0,5А;
- 2) 1 А;
- 3) 1,41А;
- 4) 2 А.

3.1.10

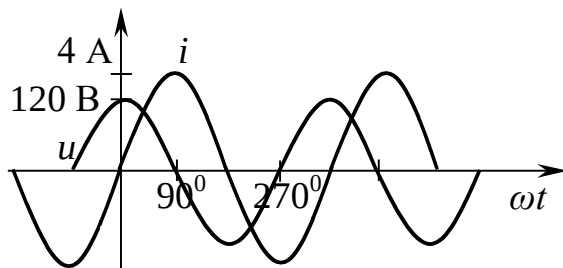
Если $i_1 = 0,5 \sin(\omega t + 30^\circ)$ А, а $i_2 = 1 \sin(\omega t - 60^\circ)$ А, то:

- 1) i_1 опережает i_2 на угол 30° ;
- 2) i_1 опережает i_2 на угол 90° ;
- 3) i_1 отстает от i_2 на угол 60° ;
- 4) i_1 отстает от i_2 на угол 90° .

3.1.11

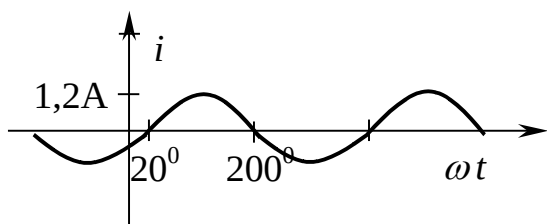
Характер участка цепи с током i и напряжением u :

- 1) индуктивный;
- 2) емкостной;
- 3) активный;
- 4) активно-емкостной.

3.1.12

Полное сопротивление и угол сдвига фаз для участка цепи с током i и напряжением u равны:

- 1) 30 Ом и -90° ;
- 2) 60 Ом и 90° ;
- 3) 30 Ом и 90° ;
- 4) 100 Ом и -90° .

3.1.13

Мгновенному значению тока $i(t)$, показанного на графике, соответствует выражение

- 1) $1,2 \sin(\omega t - 20^\circ)$ А;
- 2) $\frac{1,2}{\sqrt{2}} \sin(\omega t + 20^\circ)$ А;
- 3) $1,2\sqrt{2} \sin(\omega t - 20^\circ)$ А;
- 4) $1,2 \sin(\omega t + 20^\circ)$ А.

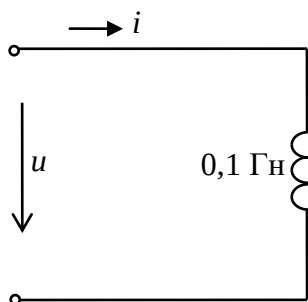
3.1.14 Если на входе пассивного двухполюсника $u = 40 \sin(\omega t + 45^\circ)$ В, а

$i = 0,1 \sin(\omega t + 15^\circ)$ А, то входное сопротивление двухполюсника имеет:

- 1) индуктивный характер;
- 2) емкостной характер;
- 3) активный характер;
- 4) активно-индуктивный характер.

3.2. Пассивный двухполюсник в цепи синусоидального тока

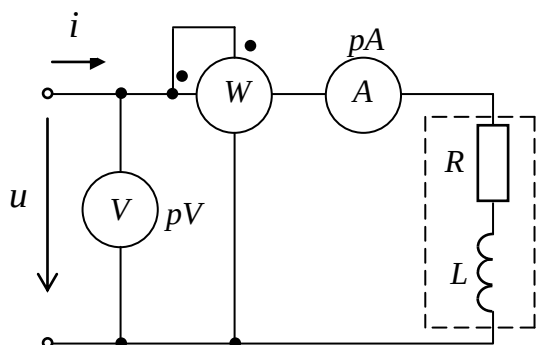
3.2.1



При напряжении
 $u=20\sin(1000t+30^\circ)$ В на зажимах
двухполюсника ток i равен:

- 1) $0,4\sin(1000t-60^\circ)$ А;
- 2) $0,2\sin(1000t-90^\circ)$ А;
- 3) $\frac{0,2}{\sqrt{2}}\sin(1000t+120^\circ)$ А;
- 4) $0,2\sin(1000t-60^\circ)$ А.

3.2.2



Если на частоте $f=50$ Гц
приборы показали $U=80$ В, $I=2$ А,
 $P=40$ Вт, то индуктивность
катушки равна:

- 1) 6,16 мГн;
- 2) 12,3 мГн
- 3) 123 мГн;
- 4) 388 мГн.

3.2.3

Индуктивное сопротивление катушки с индуктивностью
 $L=16$ мГн на частоте $f=50$ Гц составит:

- 1) 0,800 Ом;
- 2) 5,03 Ом;
- 3) 50,3 Ом;
- 4) 80,0 Ом.

3.2.4

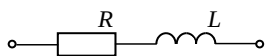
Емкостное сопротивление конденсатора с емкостью
 $C=100$ мкФ на частоте $f=50$ Гц составит:

- 1) $3,18 \cdot 10^{-5}$ Ом;
- 2) 0,005 Ом;
- 3) 0,0314 Ом;
- 4) 31,85 Ом.

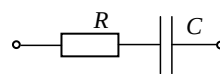
3.2.5

Двухполюснику, напряжение на входе которого $u=20\sin(1000t+30^\circ)$ В, а ток при этом $i=0,2\sin(1000t+60^\circ)$ А, соответствует схема:

1)



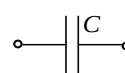
2)



3)

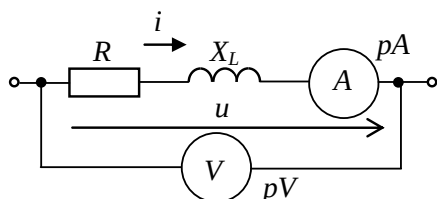


4)



3.2.6

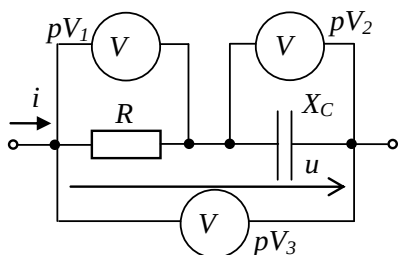
Если $pV=50$ В, $R=10$ Ом, $X_L=40$ Ом, то амперметр покажет:



- 1) 1 А;
- 2) 1,213 А
- 3) 1,414 А;
- 4) 1,715 А.

3.2.7

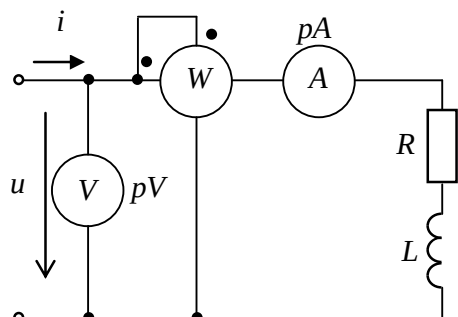
Если $pV_1=60$ В, $pV_2=80$ В, то третий вольтметр покажет:



- 1) 20 В;
- 2) 60 В;
- 3) 100 В;
- 4) 140 В.

3.2.8

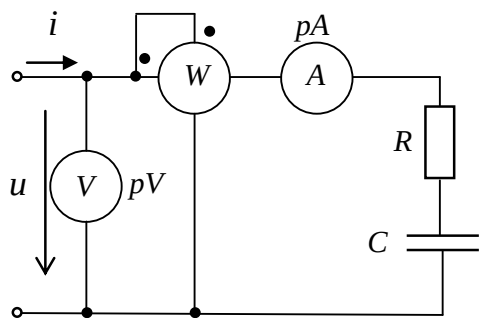
Если показания приборов равны $P=40$ Вт, $I=2$ А, $U=80$ В, то $\cos\varphi$ равен:



- 1) 0,25;
- 2) 0,50;
- 3) 0,75;
- 4) 1,0.

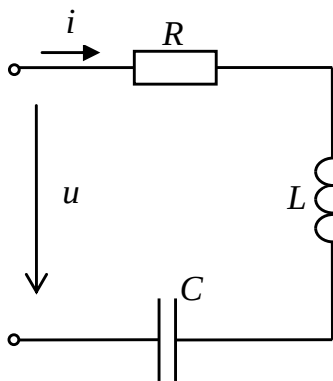
3.2.9

Если приборы показывают $P=640$ Вт, $U=80$ В, $I=10$ А, то активное сопротивление R цепи равно:



- 1) 0,8 Ом;
- 2) 1,25 Ом;
- 3) 6,4 Ом;
- 4) 8 Ом.

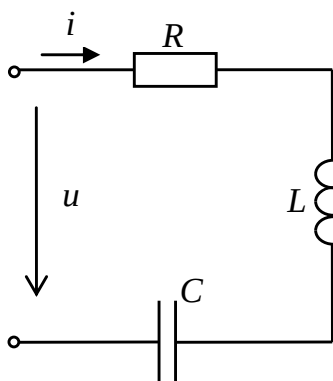
3.2.10



В цепи с сопротивлениями $R=10\text{ Ом}$, $X_L=40\text{ Ом}$, $X_C=30\text{ Ом}$ при токе $I=2\text{ А}$ активная мощность равна:

- 1) 10 Вт;
- 2) 20 Вт;
- 3) 30 Вт;
- 4) 40 Вт.

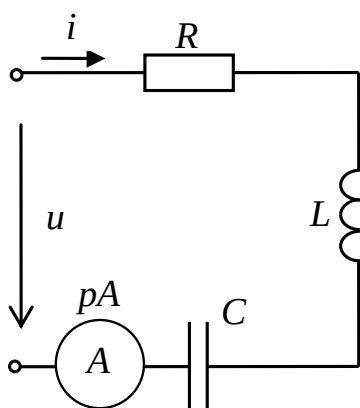
3.2.11



В цепи с сопротивлениями $R=5\text{ Ом}$, $X_L=20\text{ Ом}$, $X_C=10\text{ Ом}$ при токе $I=1\text{ А}$ реактивная мощность равна:

- 1) -10 ВАр ;
- 2) 10 ВАр ;
- 3) 30 ВАр ;
- 4) 35 ВАр .

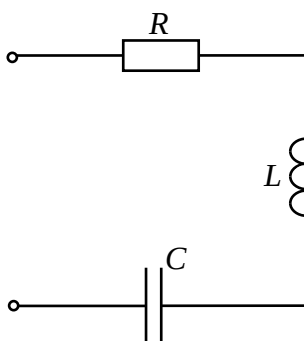
3.2.12



В цепи с сопротивлениями $R=30\text{ Ом}$, $X_L=20\text{ Ом}$, $X_C=60\text{ Ом}$ и напряжением на входе $U=150\text{ В}$ амперметр покажет:

- 1) $1,36\text{ А}$;
- 2) $2,14\text{ А}$;
- 3) 3 А ;
- 4) 15 А .

3.2.13

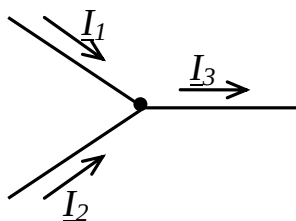


В цепи с сопротивлениями $R=60\text{ Ом}$, $X_L=30\text{ Ом}$, $X_C=90\text{ Ом}$ угол сдвига фаз φ равен:

- 1) -45° ;
- 2) -30° .
- 3) 30° ;
- 4) 45° .

3.3. Комплексный метод расчета

3.3.1



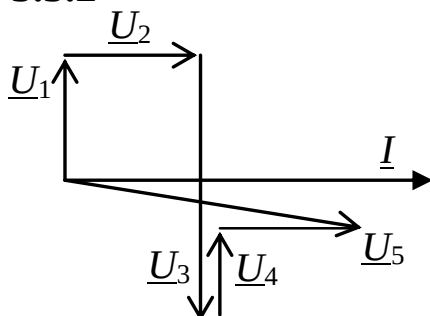
Если $i_1 = 1 \sin \omega t$ А, а

$$i_2 = 1 \sin(\omega t - 90^\circ) \text{ А,}$$

то мгновенное значение тока i_3 равно:

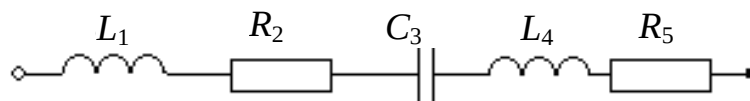
- 1) $1,41 \cdot \sin(\omega t + 45^\circ)$ А;
- 2) $2 \cdot \sin(\omega t - 90^\circ)$ А;
- 3) $2 \cdot \sin(\omega t - 45^\circ)$ А;
- 4) $1,41 \cdot \sin(\omega t - 45^\circ)$ А.

3.3.2

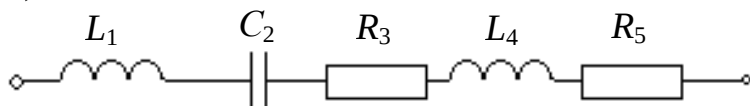


Качественная векторная диаграмма соответствует цепи:

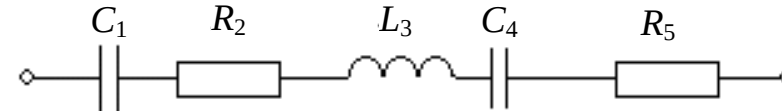
1)



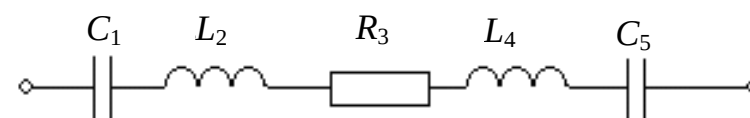
2)



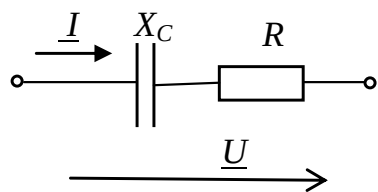
3)



4)



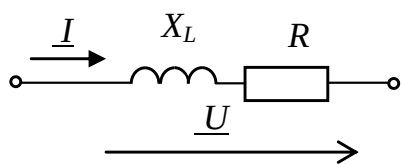
3.3.3



Если мгновенное значение тока равно $i = 2 \sin(\omega t + 45^\circ)$ А, то комплекс действующего значения приложенного напряжения при $R = 10$ Ом и $X_C = 10$ Ом равен:

- 1) $20 \cdot e^{-j45^\circ}$ В;
- 2) 20 В;
- 3) $20 \cdot e^{j90^\circ}$ В;
- 4) $20 \cdot e^{-j90^\circ}$ В.

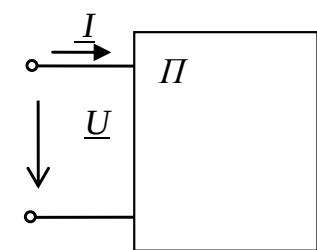
3.3.4



Если $R=10\ \text{Ом}$, $X_L=10\ \text{Ом}$, $\underline{I}=2+j2\ \text{А}$, то комплекс действующего значения приложенного напряжения равен:

- 1) $40+j40\ \text{В}$;
- 2) $40\ \text{В}$;
- 3) $40e^{j90^\circ}\ \text{В}$;
- 4) $40e^{-j90^\circ}\ \text{В}$.

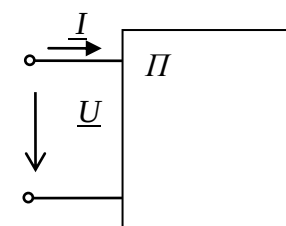
3.3.5



Если комплексные значения тока и напряжения $\underline{I}=0,5e^{j30^\circ}\ \text{А}$, $\underline{U}=100e^{j75^\circ}\ \text{В}$, то полная комплексная мощность равна:

- 1) $50 \cdot e^{j45^\circ}\ \text{ВА}$;
- 2) $50 e^{j105^\circ}\ \text{ВА}$;
- 3) $200 \cdot e^{-j45^\circ}\ \text{ВА}$;
- 4) $200 \cdot e^{j105^\circ}\ \text{ВА}$.

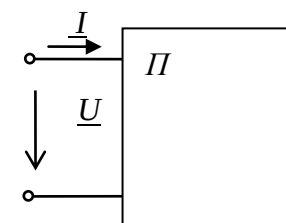
3.3.6



Если комплексные значения тока и напряжения $\underline{I}=0,5e^{j30^\circ}\ \text{А}$, $\underline{U}=100e^{j75^\circ}\ \text{В}$, то активная мощность двухполюсника равна:

- 1) $-35,35\ \text{Вт}$;
- 2) $35,35\ \text{Вт}$;
- 3) $50\ \text{Вт}$;
- 4) $200\ \text{Вт}$.

3.3.7



Если комплексные значения тока и напряжения $\underline{I}=0,5e^{j30^\circ}\ \text{А}$, $\underline{U}=100e^{j75^\circ}\ \text{В}$, то реактивная мощность двухполюсника равна:

- 1) $-50\ \text{ВАр}$.
- 2) $-35,35\ \text{ВАр}$;
- 3) $35,35\ \text{ВАр}$;
- 4) $50\ \text{ВАр}$.

3.3.8

Комплексному действующему значению тока $\underline{I} = -3 + j4$ А соответствует мгновенное значение:

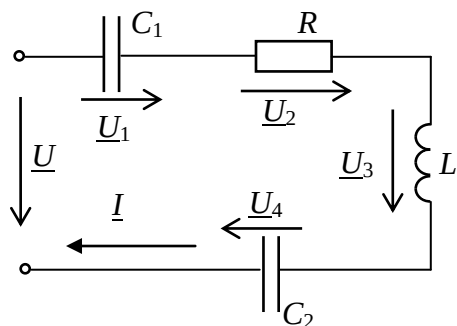
- 1) $5 \cdot \sin(\omega t - 53,13^\circ)$ А;
- 2) $5 \cdot \sqrt{2} \sin(\omega t - 53,13^\circ)$ А;
- 3) $5 \cdot \sqrt{2} \sin(\omega t + 53,13^\circ)$ А;
- 4) $5 \cdot \sqrt{2} \sin(\omega t + 126,87^\circ)$ А.

3.3.9

Комплексному действующему значению напряжения $\underline{U} = 60 - j80$ В соответствует мгновенное значение:

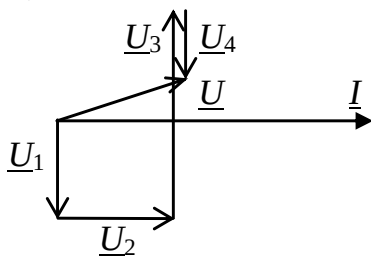
- 1) $100 \sin(\omega t - 126,87^\circ)$ В;
- 2) $100 \sin(\omega t + 53,3^\circ)$ В;
- 3) $141,4 \sin(\omega t - 53,3^\circ)$ В.
- 4) $141,4 \sin(\omega t + 126,87^\circ)$ В;

3.3.10

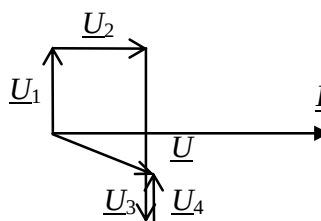


Схеме при $X_{C1} = R = 0,5X_L = 2X_{C2}$ соответствует векторная диаграмма:

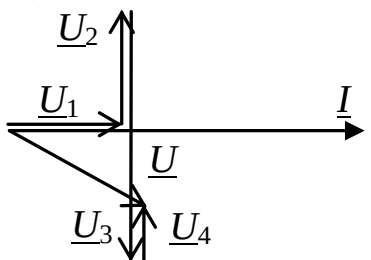
1)



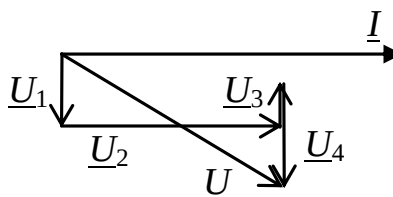
2)



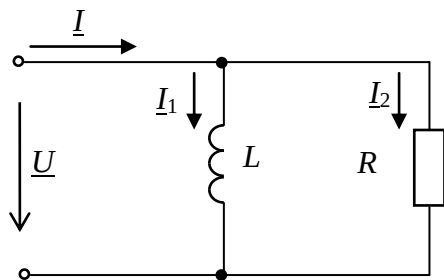
3)



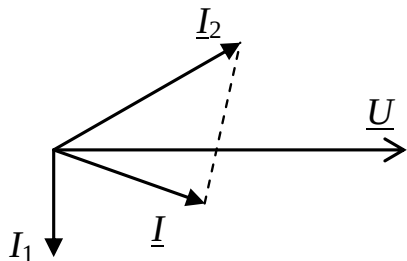
4)



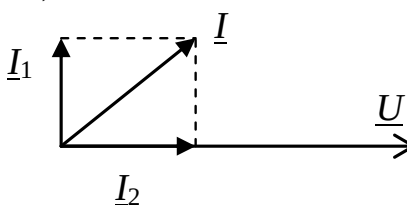
3.3.11



1)

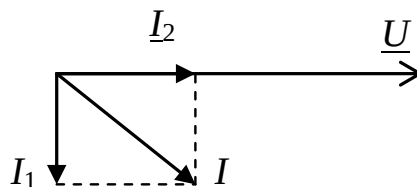


3)

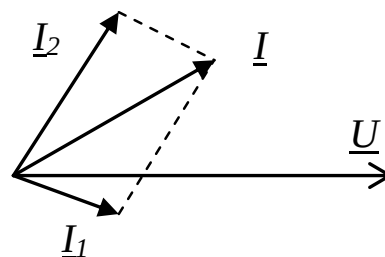


Схеме соответствует
векторная диаграмма:

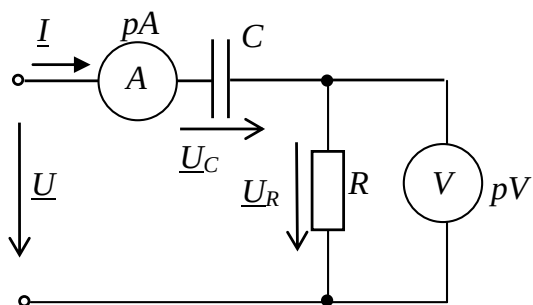
2)



4)



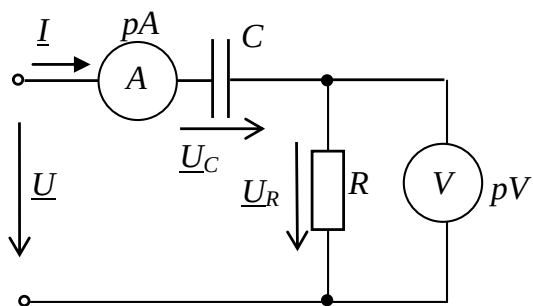
3.3.12



При уменьшении емкости
конденсатора показания приборов:

- 1) pA уменьшится, pV уменьшится;
- 2) pA уменьшится, pV не изменится;
- 3) pA уменьшится, pV увеличится;
- 4) pA увеличится, pV уменьшится.

3.3.13



При уменьшении R показания
приборов:

- 1) pA уменьшится, pV уменьшится;
- 2) pA уменьшится, pV не изменится;
- 3) pA уменьшится, pV увеличится;
- 4) pA увеличится, pV уменьшится.

3.4. Резонансные явления в цепях синусоидального тока

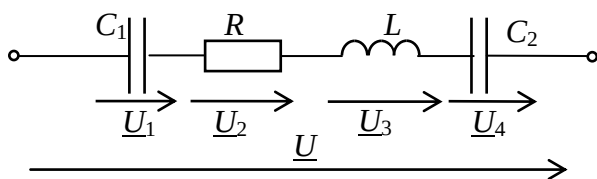
3.4.1

Условием резонанса в цепи является:

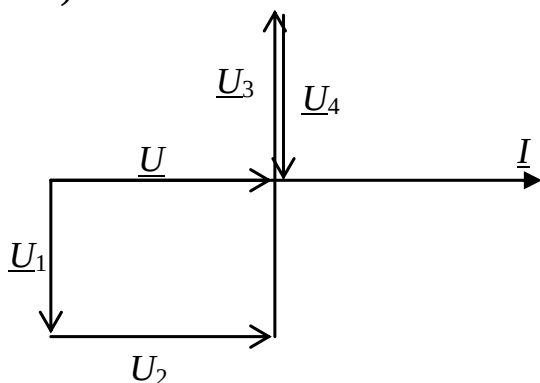
- 1) минимальная реактивная мощность;
- 2) максимальная активная мощность;
- 3) максимальный входной ток;
- 4) нулевой угол сдвига фаз.

3.4.2

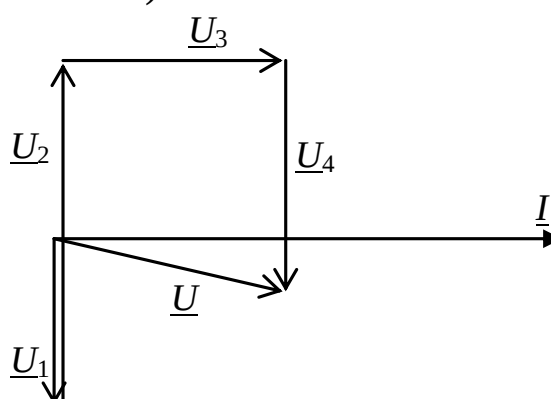
Режиму резонанса в заданной цепи соответствует качественная векторная диаграмма:



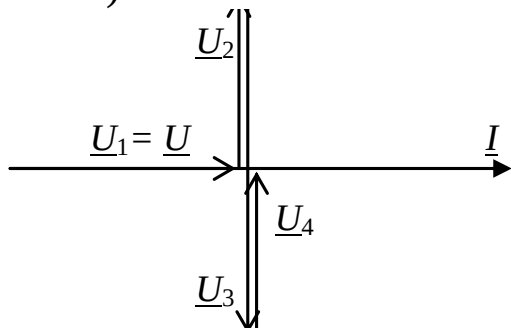
1)



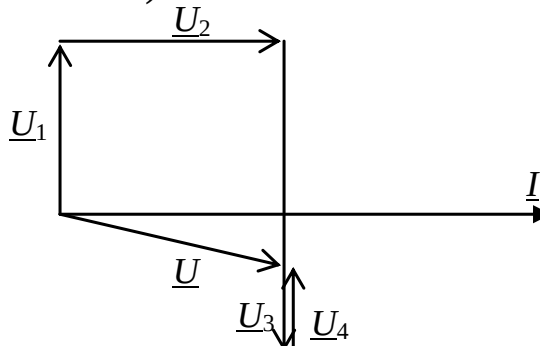
2)



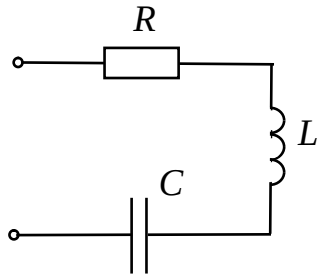
3)



4)



3.4.3

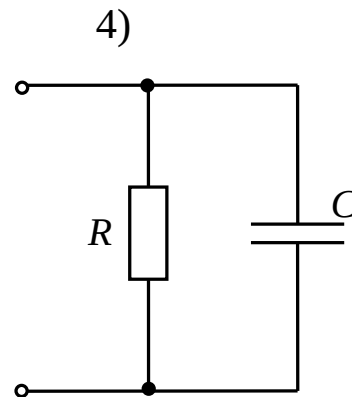
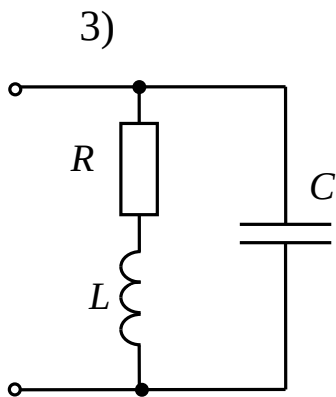
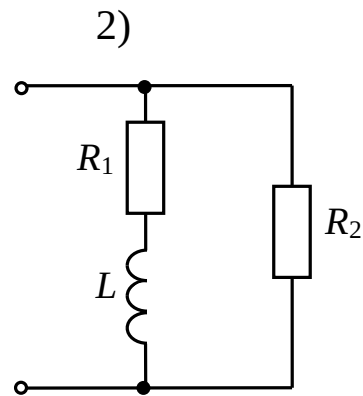
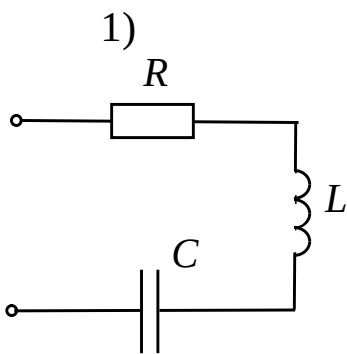


Если сопротивление R увеличить в 2 раза, то резонансная частота:

- 1) уменьшится в 2 раза;
- 2) уменьшится в $\sqrt{2}$ раз;
- 3) не изменится;
- 4) увеличится в 2 раза.

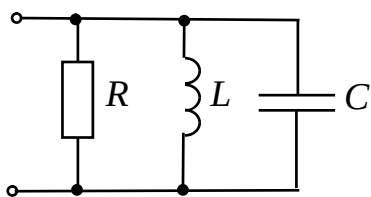
3.4.4

Резонанс токов возможен в цепи:



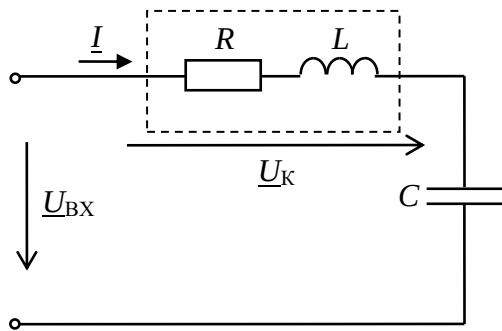
3.4.5

Если емкость C уменьшить в 4 раза, то резонансная частота:



- 1) уменьшится в 4 раза;
- 2) уменьшится в 2 раза;
- 3) увеличится в 2 раза;
- 4) увеличится в 4 раза.

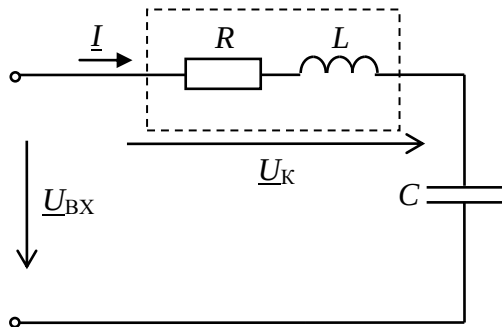
3.4.6



Если при резонансе $U_{BX}=60$ В, $I=1$ А, $U_K=100$ В, то индуктивное и емкостное сопротивления равны:

- 1) $X_L = 60$ Ом, $X_C = 60$ Ом;
- 2) $X_L = 60$ Ом, $X_C = 80$ Ом;
- 3) $X_L = 80$ Ом, $X_C = 60$ Ом;
- 4) $X_L = 80$ Ом, $X_C = 80$ Ом.

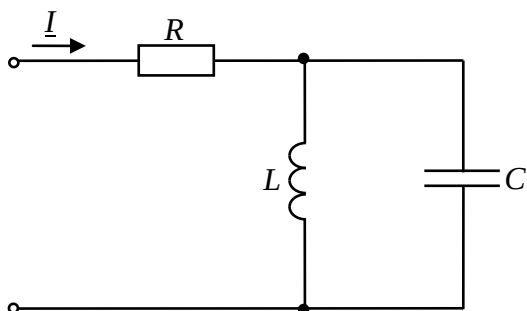
3.4.7



Если при резонансе $U_{BX}=60$ В, $I=1$ А, $U_K=100$ В, то активное сопротивление R равно:

- 1) 40 Ом;
- 2) 60 Ом;
- 3) 80 Ом;
- 4) 100 Ом.

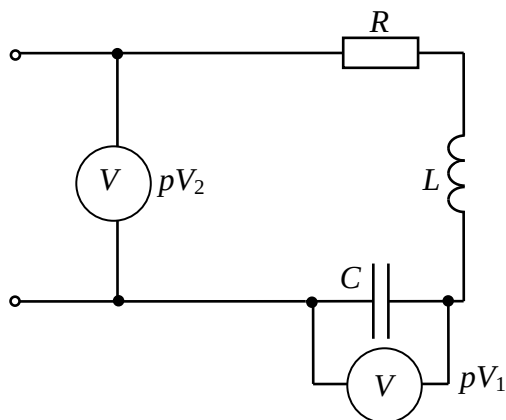
3.4.8



Величина тока I в неразветвленной части цепи при резонансе токов:

- 1) наибольшая;
- 2) равна нулю;
- 3) наименьшая;
- 4) не зависит от частоты.

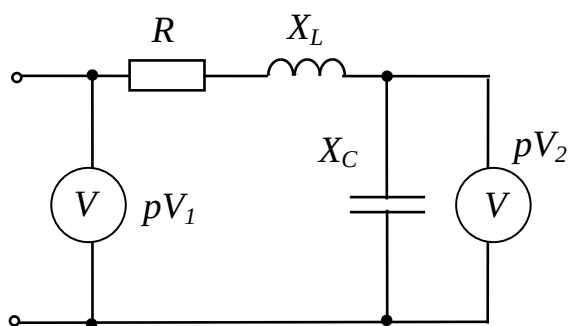
3.4.9



Если при резонансе показания вольтметров $pV_1=100$ В, $pV_2=20$ В, то добротность контура равна:

- 1) 0,2;
- 2) 0,5;
- 3) 5;
- 4) 2000.

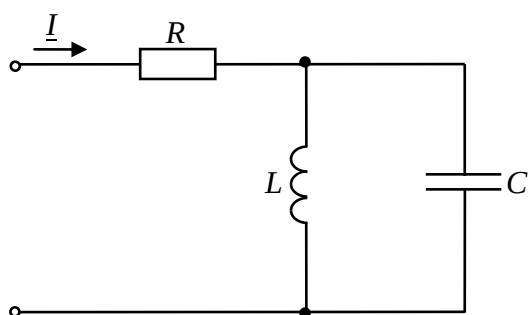
3.4.10



Если при резонансе напряжений $pV_1=10$ В, а добротность контура $Q=250$, то показание вольтметра pV_2 равно:

- 1) 0,04 В;
- 2) 2,5 В;
- 3) 10 В;
- 4) 2500 В.

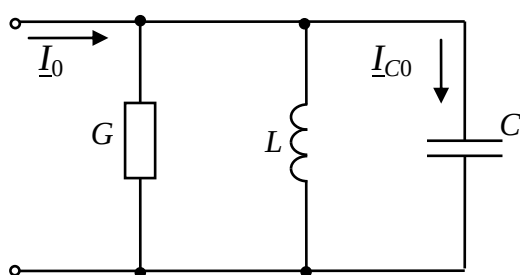
3.4.11



Если в заданной цепи резонанс токов наступает при частоте $\omega=2000$ рад/с и индуктивности $L=0,1$ Гн, то емкость C равна:

- 1) 0,25 мкФ;
- 2) 2,5 мкФ;
- 3) 25 мкФ;
- 4) 250 мкФ.

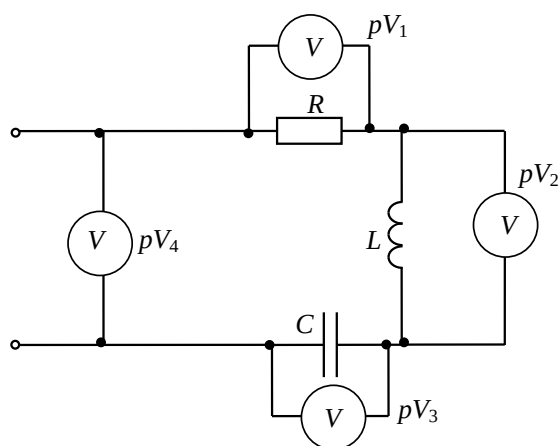
3.4.12



Если добротность контура $Q=40$ и ток через емкость при резонансе $I_{C0}=2$ А, то ток I_0 в неразветвленной части равен:

- 1) 0,05 А;
- 2) 0,5 А;
- 3) 2 А;
- 4) 80 А.

3.4.13

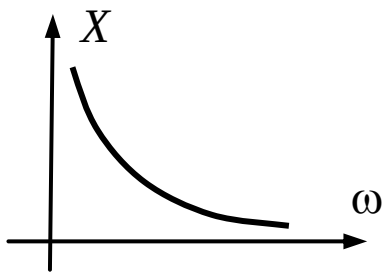


При резонансе показание pV_1 первого вольтметра равно:

- 1) 0;
- 2) pV_2 ;
- 3) pV_3 ;
- 4) pV_4 .

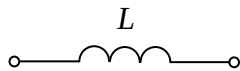
3.5. Частотные характеристики двухполюсников

3.5.1

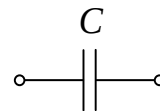


Частотная характеристика соответствует цепи, приведенной на схеме:

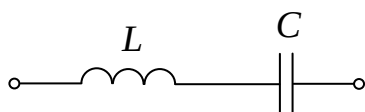
1)



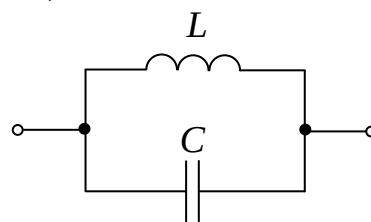
2)



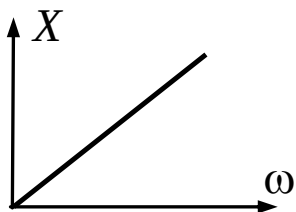
3)



4)

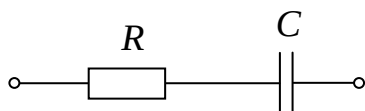


3.5.2



Частотная характеристика соответствует цепи, приведенной на схеме:

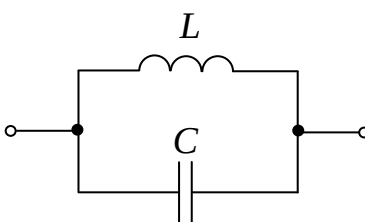
1)



2)



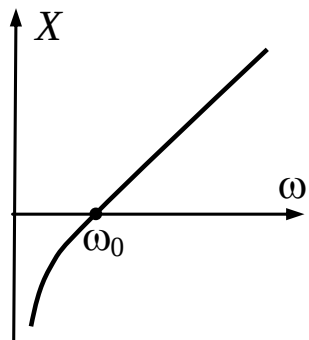
3)



4)

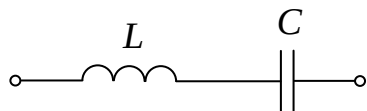


3.5.3



Частотная характеристика соответствует цепи, приведенной на схеме:

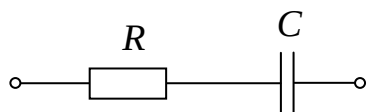
1)



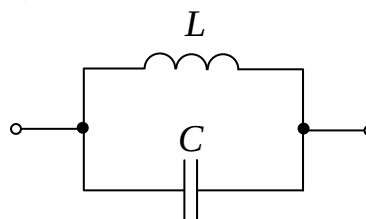
2)



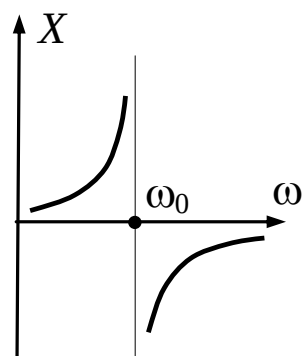
3)



4)

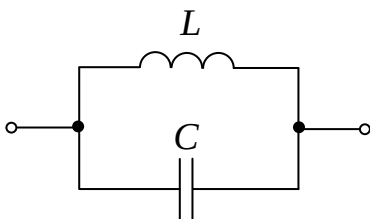


3.5.4



Частотная характеристика соответствует цепи, приведенной на схеме:

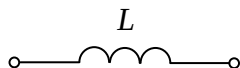
1)



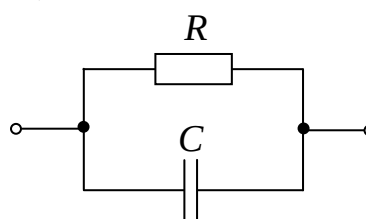
2)



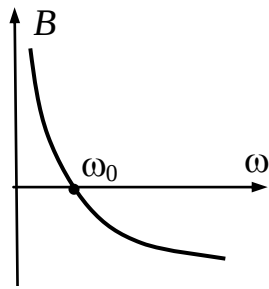
3)



4)

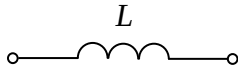


3.5.5

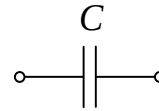


Частотная характеристика соответствует цепи, приведенной на схеме:

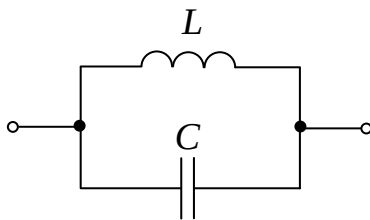
1)



2)



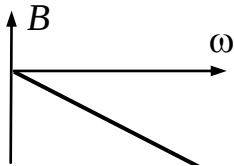
3)



4)

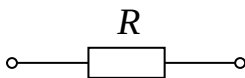


3.5.6



Частотная характеристика соответствует цепи, приведенной на схеме:

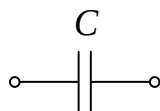
1)



2)



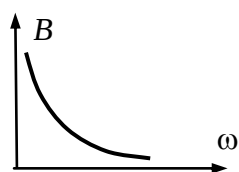
3)



4)

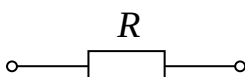


3.5.7

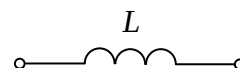


Частотная характеристика соответствует цепи, приведенной на схеме:

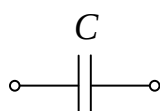
1)



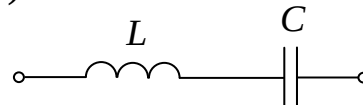
2)



3)



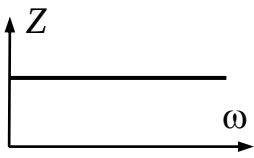
4)

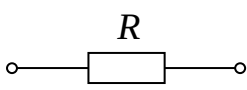


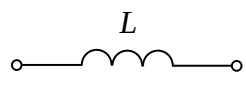
3.5.8

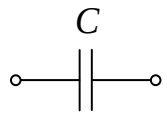
Частотная характеристика соответствует

цепи, приведенной на схеме:



1) 

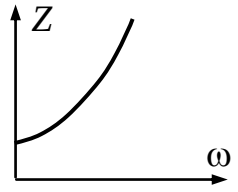
2) 

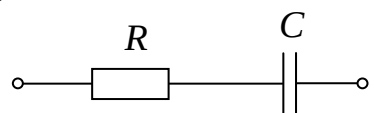
3) 

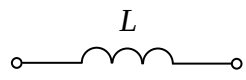
4) 

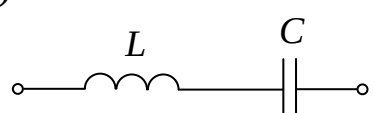
3.5.9

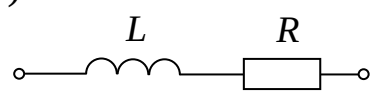
Частотная характеристика соответствует цепи, приведенной на схеме:



1) 

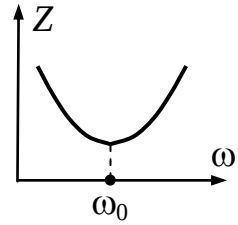
2) 

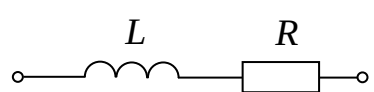
3) 

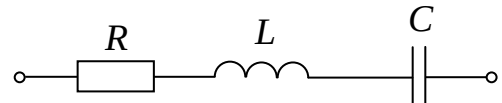
4) 

3.5.10

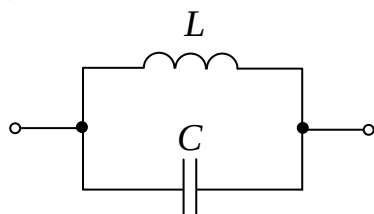
Частотная характеристика соответствует цепи, приведенной на схеме:



1) 

2) 

3) 

4) 

3.7. Расчет электрических цепей при периодических несинусоидальных воздействиях

3.7.1

Если $f(\omega t) = f(-\omega t)$, то для функции $f(\omega t)$ ряд Фурье имеет вид:

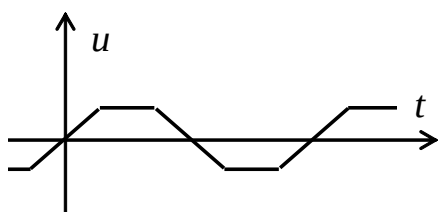
- 1) $A_0 + C_{1m} \cos \omega t + C_{2m} \cos 2\omega t + C_{3m} \cos 3\omega t + \dots$;
- 2) $A_{1m} \sin(\omega t + \psi_1) + A_{3m} \sin(3\omega t + \psi_3) + A_{5m} \sin(5\omega t + \psi_5) + \dots$;
- 3) $B_{1m} \sin \omega t + B_{2m} \sin 2\omega t + B_{3m} \sin 3\omega t + \dots$;
- 4) $A_0 + A_{2m} \sin(2\omega t + \psi_2) + A_{4m} \sin(4\omega t + \psi_4) + \dots$

3.7.2

Кривая, заданная в виде ряда $i = 1,0 \sin \omega t + 0,3 \sin 2\omega t$ А, обладает симметрией относительно:

- 1) оси абсцисс;
- 2) оси ординат;
- 3) начала координат;
- 4) оси абсцисс и начала координат.

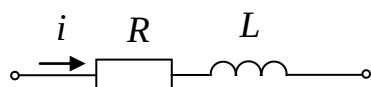
3.7.3



Кривая напряжения u обладает симметрией относительно:

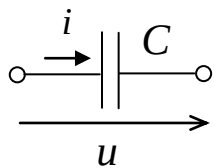
- 1) оси абсцисс;
- 2) оси ординат;
- 3) начала координат;
- 4) оси абсцисс и начала координат.

3.7.4



Если на участке цепи с параметрами $R=10$ Ом, $\omega L=20$ Ом ток равен $i = 5 + 3\sqrt{2} \sin \omega t + 4\sqrt{2} \sin 2\omega t$ А, то активная мощность равна:

- 1) 90 Вт;
- 2) 250 Вт;
- 3) 500 Вт;
- 4) 1220 Вт.

3.7.5

Если на участке цепи с емкостью $C=100$ мкФ ток равен $i = 2 \sin 1000t + 1 \sin 2000t$ А, то напряжение равно:

- 1) $20 \sin 1000t + 5 \sin 2000t$ В;
- 2) $20 \sin 1000t + 10 \sin 2000t$ В;
- 3) $20 \sin(1000t - 90^\circ) + 5 \sin(2000t - 90^\circ)$ В;
- 4) $20 \sin(1000t - 90^\circ) + 10 \sin(2000t - 90^\circ)$ В.

3.7.6

Если на участке цепи напряжение равно $u = 100 + 60\sqrt{2} \sin \omega t - 80\sqrt{2} \sin 3\omega t$ В, то вольтметр, подключенный к этому участку, покажет действующее значение, равное:

- 1) 96 В;
- 2) 100 В;
- 3) 112 В;
- 4) 141 В.

3.7.7

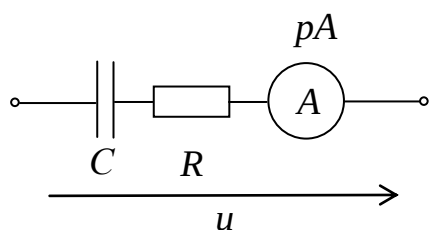
Если ток в ветви $i = 3 + 4\sqrt{2} \sin \omega t$ А, то амперметр электромагнитной системы покажет действующее значение, равное:

- 1) 3 А;
- 2) 5 А;
- 3) 7 А;
- 4) $3 + 4\sqrt{2}$ А.

3.7.8

Если ток через идеальный конденсатор $i = 2 \sin \omega t + 1 \sin 2\omega t$, то амплитуда напряжения первой гармоники будет больше амплитуды второй гармоники:

- 1) в 2 раза;
- 2) в 4 раза;
- 3) в 6 раз;
- 4) в 8 раз.

3.7.9

Если к цепи с параметрами $R=100\text{ Ом}$, $C=100\text{ мкФ}$ приложено напряжение $u = 100 + 70,7 \sin 100t\text{ В}$, то амперметр покажет:

- 1) 0;
- 2) 0,1414 А;
- 3) 0,3536 А;
- 4) 0,5 А.

3.7.10

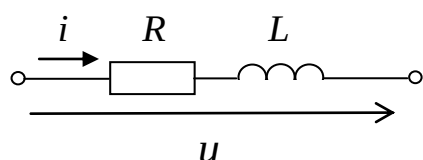
Если под действием приложенного напряжения $u = 100 + 141 \sin(100t + 45^\circ)\text{ В}$ через двухполюсник протекает ток $i = 5 \sin 100t\text{ А}$, то активная мощность P равна:

- 1) 181 Вт;
- 2) 250 Вт;
- 3) 500 Вт;
- 4) 725 Вт.

3.7.11

Если под действием приложенного напряжения $u = 100 + 141 \sin(100t)\text{ В}$ через двухполюсник протекает ток $i = 5 \sin(100t + 30^\circ)\text{ А}$, то реактивная мощность Q равна:

- 1) -176 ВАр ;
- 2) 0 ВАр ;
- 3) 176 ВАр ;
- 4) 725 ВАр .

3.7.12

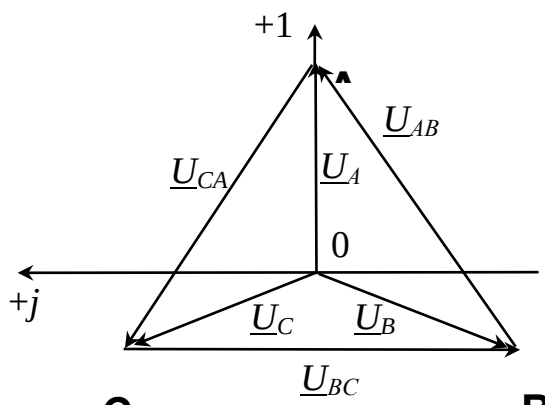
При токе $i = 1 + 0,5 \sin 200t\text{ А}$ в ветви с параметрами $R=20\text{ Ом}$ и $L=0,1\text{ Гн}$ напряжение на ее зажимах равно:

- 1) $14,14 \sin 200t\text{ В}$;
- 2) $14,14 \sin(200t + 45^\circ)\text{ В}$;
- 3) $20 + 14,14 \sin 200t\text{ В}$;
- 4) $20 + 14,14 \sin(200t + 45^\circ)\text{ В}$.

4. Трехфазные цепи

Краткие теоретические сведения

Симметричная трехфазная система ЭДС



$$\underline{U}_A = U = U_\Phi,$$

$$\underline{U}_B = U e^{-j120^\circ} = U \left(-\frac{1}{2} - j \frac{\sqrt{3}}{2} \right),$$

$$\underline{U}_C = U e^{j120^\circ} = U \left(-\frac{1}{2} + j \frac{\sqrt{3}}{2} \right).$$

$$\underline{U}_{AB} = \underline{U}_A - \underline{U}_B = U_\Delta e^{j30^\circ},$$

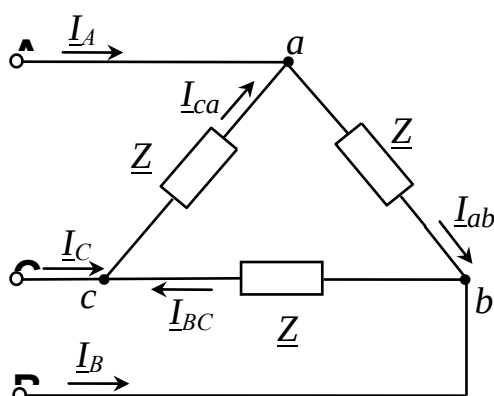
$$\underline{U}_{BC} = \underline{U}_B - \underline{U}_C = U_\Delta e^{-j90^\circ},$$

$$\underline{U}_{CA} = \underline{U}_C - \underline{U}_A = U_\Delta e^{j150^\circ},$$

$$U_\Delta = \sqrt{3} U_\Phi.$$

Симметричные трехфазные цепи

Соединение нагрузки треугольником



$$I_{ab} = \frac{U_{ab}}{Z}, I_{bc} = \frac{U_{bc}}{Z}, I_{ca} = \frac{U_{ca}}{Z}.$$

$$I_A = I_{ab} - I_{ca}, I_B = I_{bc} - I_{ab},$$

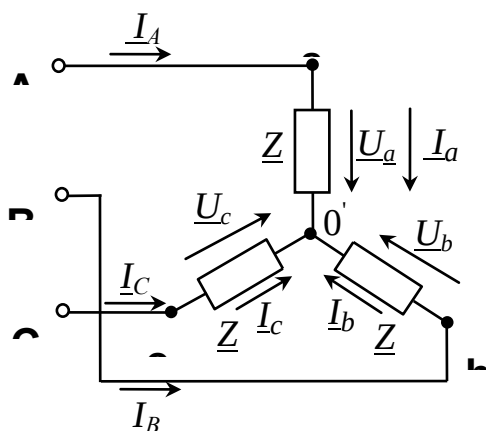
$$I_C = I_{ca} - I_{bc}.$$

$$I_A = I_B = I_C = I_\Delta,$$

$$I_{ab} = I_{bc} = I_{ca} = I_\Phi,$$

$$I_\Delta = \sqrt{3} I_\Phi, U_\Delta = U_\Phi.$$

Соединение нагрузки звездой



$$I_a + I_b + I_c = 0,$$

$$I_A = I_a = \frac{U_a}{Z}, I_B = I_b = \frac{U_b}{Z},$$

$$I_C = I_c = \frac{U_c}{Z}.$$

$$I_A = I_B = I_C = I_\Delta,$$

$$I_a = I_b = I_c = I_\Phi.$$

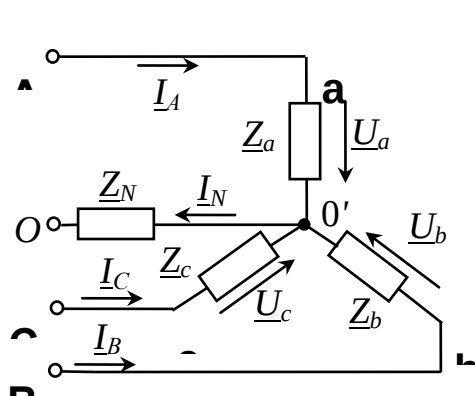
$$I_\Delta = I_\Phi, U_a = U_b = U_c = U_\Phi,$$

$$U_{ab} = U_{bc} = U_{ca} = U_\Delta,$$

$$U_\Delta = \sqrt{3} U_\Phi.$$

Несимметричные трехфазные цепи

Соединение нагрузки звездой с нейтральным проводом при $\underline{Z}_N = 0$



$$\underline{I}_A = \underline{I}_a = \frac{\underline{U}_a}{\underline{Z}_a} = \frac{\underline{U}_A}{\underline{Z}_a},$$

$$\underline{I}_B = \underline{I}_b = \frac{\underline{U}_b}{\underline{Z}_b} = \frac{\underline{U}_B}{\underline{Z}_b},$$

$$\underline{I}_C = \underline{I}_c = \frac{\underline{U}_c}{\underline{Z}_c} = \frac{\underline{U}_C}{\underline{Z}_c},$$

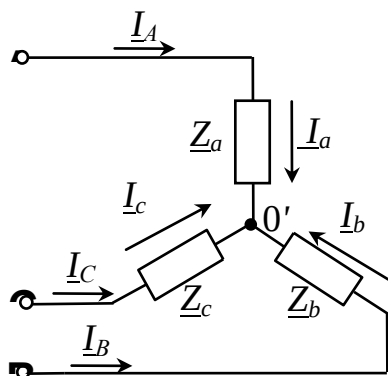
$$\underline{I}_N = \underline{I}_A + \underline{I}_B + \underline{I}_C.$$

Соединение нагрузки звездой без нейтрального провода

$$\underline{U}_{0'0} = \frac{\underline{E}_A \underline{Y}_a + \underline{E}_B \underline{Y}_b + \underline{E}_C \underline{Y}_c}{\underline{Y}_a + \underline{Y}_b + \underline{Y}_c}, \quad \underline{I}_A = \underline{I}_a = \underline{Y}_a \underline{U}_a = \underline{Y}_a (\underline{E}_A - \underline{U}_{0'0}),$$

$$\underline{I}_B = \underline{I}_b = \underline{Y}_b \underline{U}_b = \underline{Y}_b (\underline{E}_B - \underline{U}_{0'0}),$$

$$\underline{I}_C = \underline{I}_c = \underline{Y}_c \underline{U}_c = \underline{Y}_c (\underline{E}_C - \underline{U}_{0'0}).$$

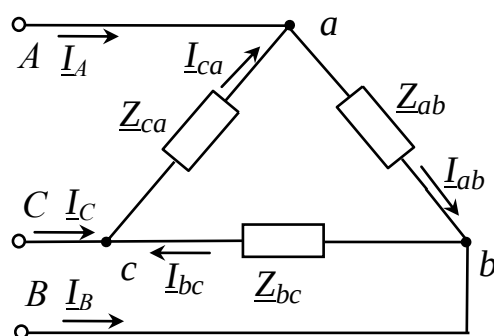


$$\underline{U}_a = \frac{\underline{U}_{AB} \underline{Y}_b - \underline{U}_{CA} \underline{Y}_c}{\underline{Y}_a + \underline{Y}_b + \underline{Y}_c},$$

$$\underline{U}_b = \frac{\underline{U}_{BC} \underline{Y}_c - \underline{U}_{AB} \underline{Y}_a}{\underline{Y}_a + \underline{Y}_b + \underline{Y}_c},$$

$$\underline{U}_c = \frac{\underline{U}_{CA} \underline{Y}_a - \underline{U}_{BC} \underline{Y}_b}{\underline{Y}_a + \underline{Y}_b + \underline{Y}_c}.$$

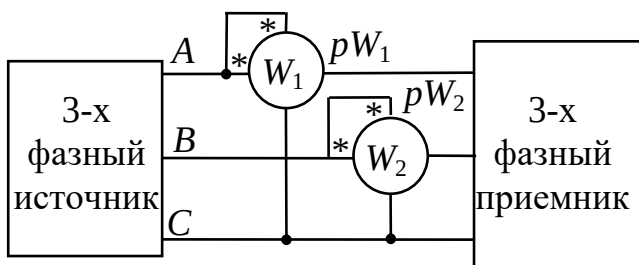
Соединение нагрузки треугольником



$$\underline{I}_{ab} = \frac{\underline{U}_{ab}}{\underline{Z}_{ab}}, \quad \underline{I}_{bc} = \frac{\underline{U}_{bc}}{\underline{Z}_{bc}}, \quad \underline{I}_{ca} = \frac{\underline{U}_{ca}}{\underline{Z}_{ca}}.$$

$$\underline{I}_A = \underline{I}_{ab} - \underline{I}_{ca}, \quad \underline{I}_B = \underline{I}_{bc} - \underline{I}_{ab}, \quad \underline{I}_C = \underline{I}_{ca} - \underline{I}_{bc}.$$

Измерение мощности



$$P = P_A + P_B + P_C, \quad Q = Q_A + Q_B + Q_C,$$

$$S = S_A + S_B + S_C;$$

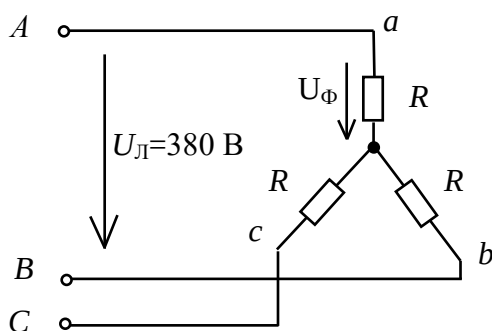
$$\underline{S} = \underline{U}_A \underline{I}_A + \underline{U}_B \underline{I}_B + \underline{U}_C \underline{I}_C =$$

$$= \underline{U}_{AC} \underline{I}_A + \underline{U}_{BC} \underline{I}_B,$$

$$P = pW_1 + pW_2.$$

4.1. Основные понятия трехфазных цепей

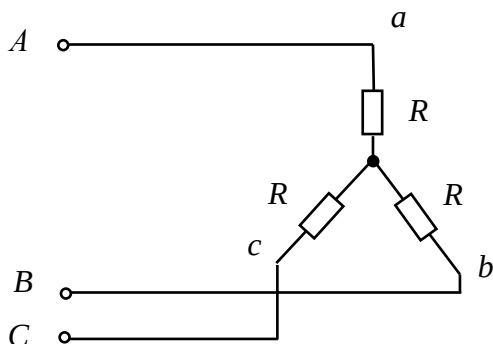
4.1.1



При линейном напряжении 380 В фазное напряжение составит:

- 1) 380 В;
- 2) 250 В;
- 3) 220 В;
- 4) 127 В.

4.1.2



Для симметричной трехфазной нагрузки, соединенной звездой, соотношение между фазным и линейным токами запишется:

- 1) $I_\Phi = \sqrt{3} I_\Delta$;
- 2) $I_\Phi = I_\Delta$;
- 3) $I_\Phi = I_\Delta / \sqrt{3}$;
- 4) $I_\Phi = I_\Delta / \sqrt{2}$.

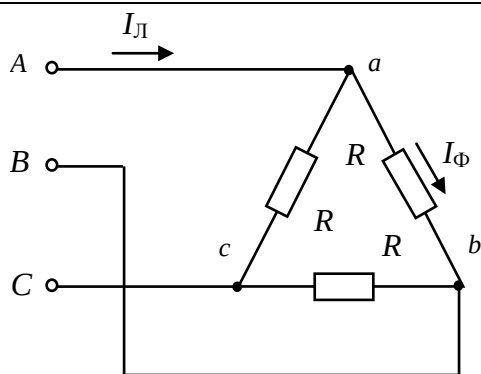
4.1.3

Нулевой провод при несимметричной нагрузке предназначен для выравнивания:

- 1) сопротивлений фаз;
- 2) фазовых сдвигов токов;
- 3) фазных напряжений нагрузки;
- 4) фазных токов.

4.1.4

При симметричной соединении нагрузки

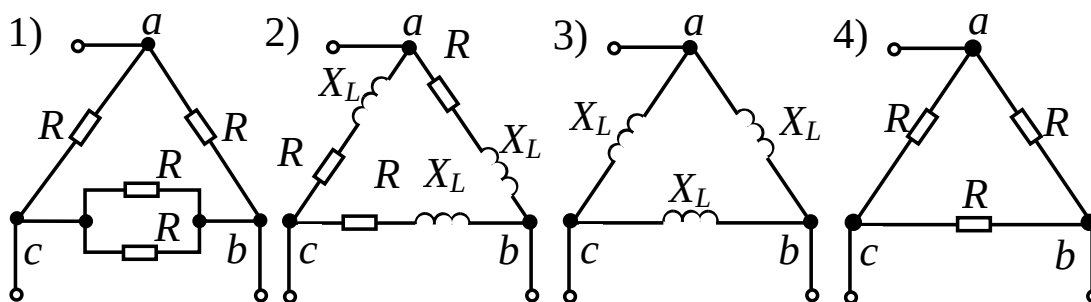


треугольником соотношение между фазным и линейным токами запишется:

- 1) $I_L = I_\phi$;
- 2) $I_L = \sqrt{3}I_\phi$;
- 3) $I_L = I_\phi / \sqrt{3}$;
- 4) $I_\phi = I_L / \sqrt{2}$.

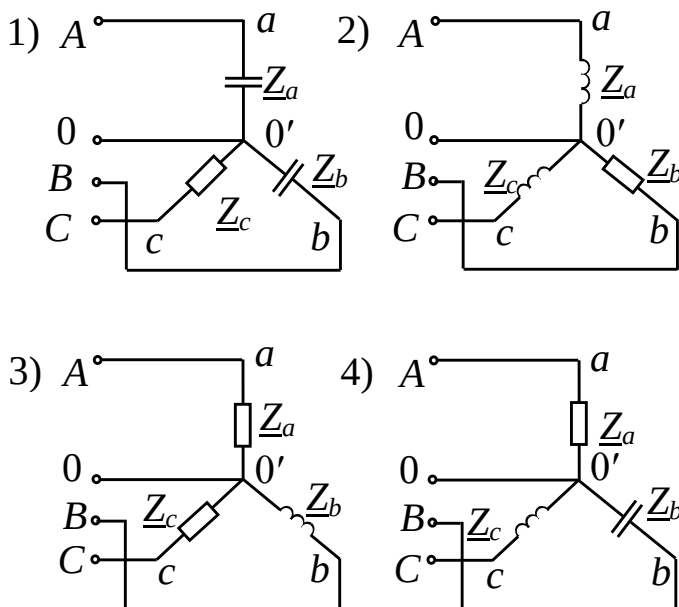
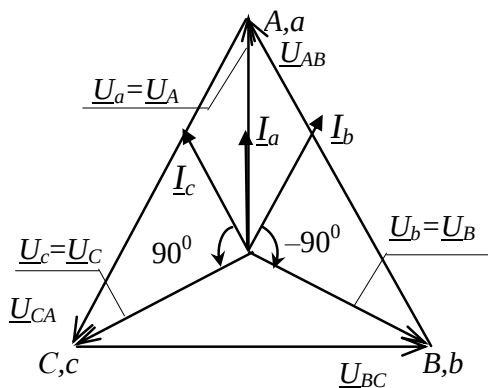
4.1.5

При равенстве сопротивлений $R = X_L$ трехфазной несимметричной нагрузкой является:



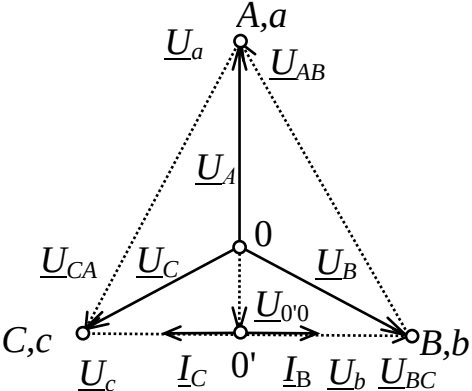
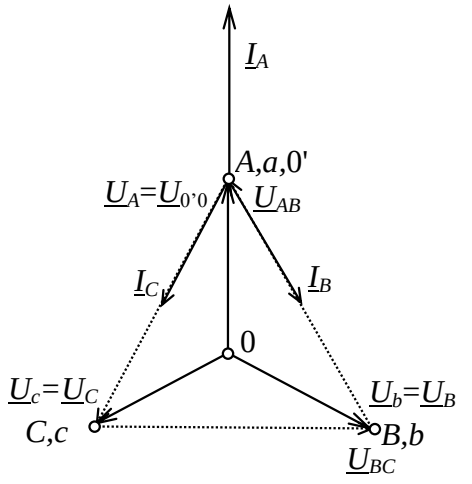
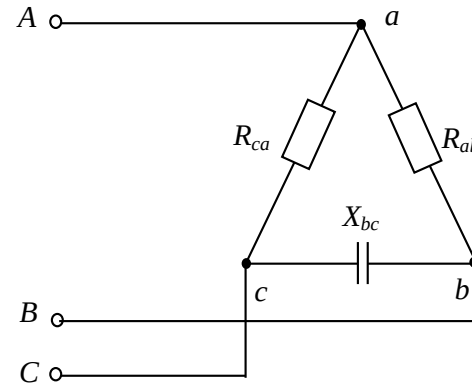
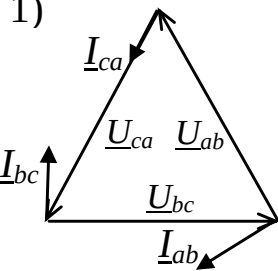
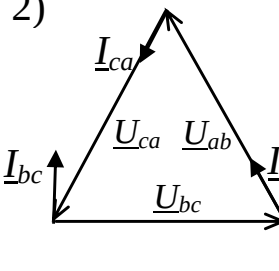
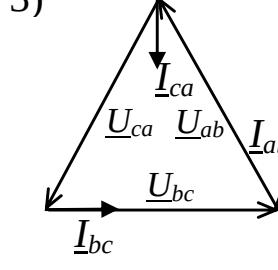
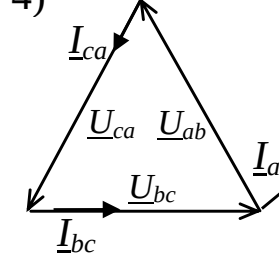
Диаграмме соответствует схема трехфазной нагрузки:

4.1.6

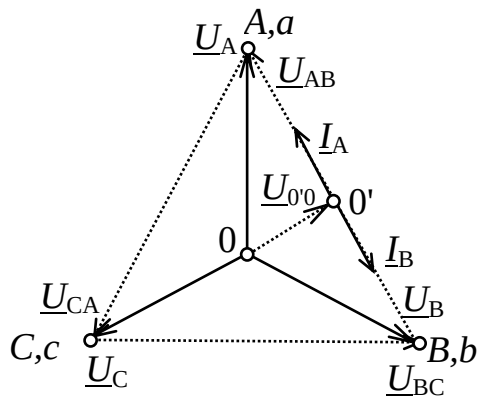


4.1.7

Диаграмма, построенная для трехфазного приемника,

	соединенного звездой, соответствует увеличению напряжения в фазе: 1) a приемника; 2) b приемника; 3) c приемника; 4) A источника.
4.1.8 	При электроснабжении трехфазного приемника, соединенного звездой, вследствие короткого замыкания в фазе “a” напряжения в фазах “b” и “c” приемника: 1) увеличились в $\sqrt{2}$ раз; 2) увеличились в 1,5 раза; 3) увеличились в $\sqrt{3}$ раз; 4) увеличились в 2 раза.
4.1.9 	Схеме трехфазной цепи соответствует диаграмма: 1)  2)  3)  4) 

4.1.10



Если при электроснабжении трехфазного симметричного приемника, соединенного «звездой», произошел обрыв нулевого провода, то напряжение смещения нейтрали $U_{0'o}$ будет

- 1) равно половине линейного напряжения источника;
- 2) равным нулю;
- 3) тем же;
- 4) равно половине фазного напряжения источника.

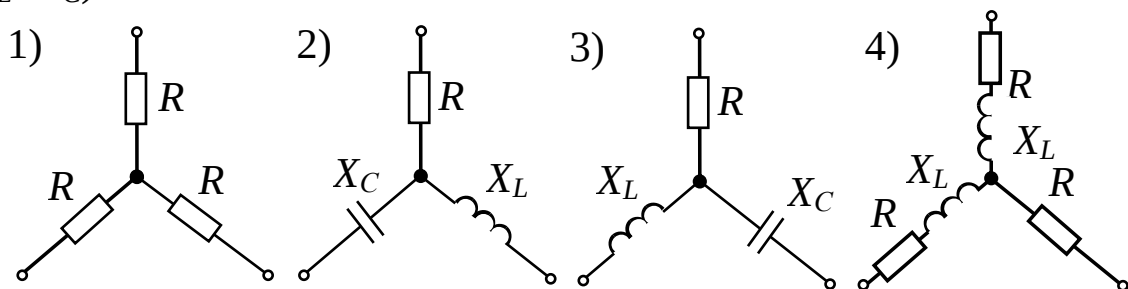
4.1.11

Если лампы накаливания с номинальным напряжением 127 В включить в трехфазную цепь с линейным напряжением 220 В в качестве симметричной нагрузки, то лампы

- 1) необходимо включать параллельно;
- 2) необходимо включать звездой;
- 3) необходимо включать треугольником;
- 4) нельзя включать из-за несоответствия напряжений.

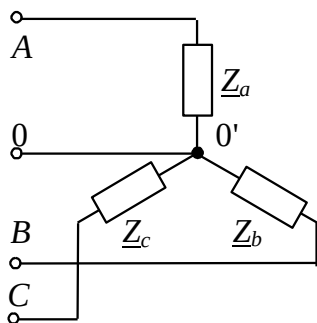
4.1.12

Симметричной трехфазной нагрузке соответствует схема ($R=X_L=X_C$):



4.2. Расчет трехфазных цепей

4.2.1



Если в трехфазной нагрузке $Z_a = Z_b = Z_c$, то такая нагрузка называется:

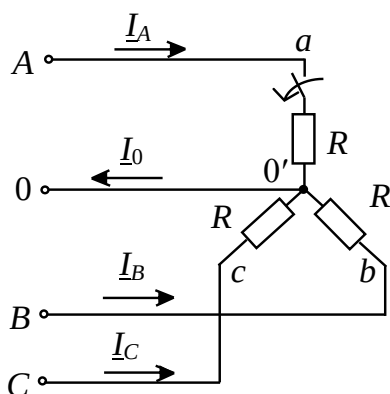
- 1) несимметричной;
- 2) симметричной;
- 3) однородной;
- 4) равномерной.

4.2.2

Трехфазная нагрузка называется симметричной, если:

- 1) $Z_a = Z_b = Z_c$;
- 2) $Z_a \neq Z_b \neq Z_c$;
- 3) $Z_a = Z_b = Z_c$ и $\varphi_a \neq \varphi_b \neq \varphi_c$;
- 4) $Z_a \neq Z_b \neq Z_c$ и $\varphi_a = \varphi_b = \varphi_c$.

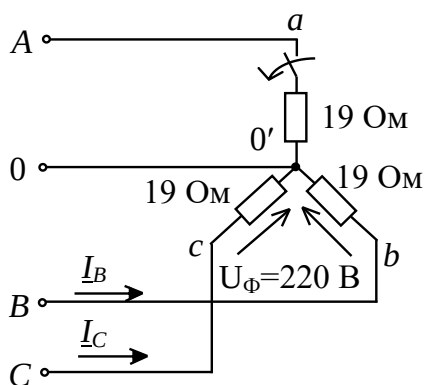
4.2.3



Если в трехфазной цепи отключить фазу “a” нагрузки, то значения токов:

- 5) I_B и I_C уменьшатся, I_0 возрастет;
- 6) I_B и I_C не изменятся, I_0 уменьшится;
- 7) I_B и I_C не изменятся, I_0 возрастет;
- 8) I_B и I_C увеличатся, I_0 не изменится.

4.2.4

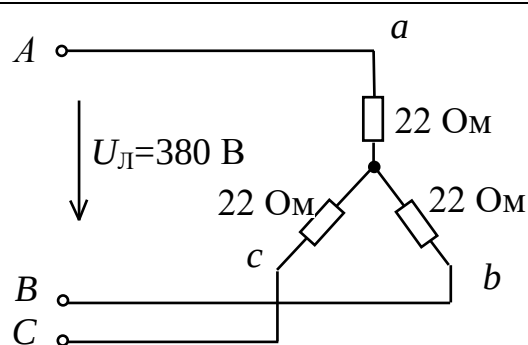


Если в трехфазной цепи отключить фазу “a” нагрузки, то значения токов I_B и I_C будут соответственно равны:

- 1) 10 А, 10 А;
- 2) 220/19 А, 10 А;
- 3) 220/19 А, 220/19 А;
- 4) 20 А, 20 А.

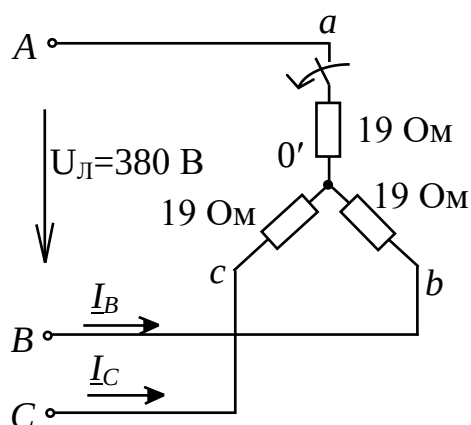
4.2.5

Значения фазных токов равны:



- 1) 10 А;
- 2) 19 А;
- 3) 20 А;
- 4) 22 А.

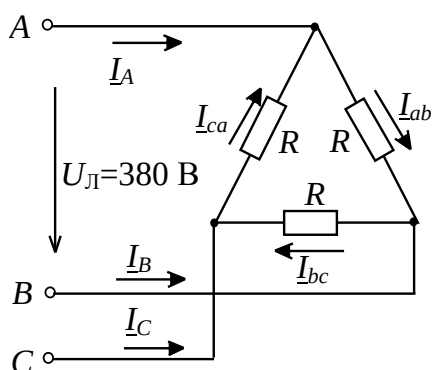
4.2.6



Если в трехфазной цепи отключить фазу “а” нагрузки, то значения токов I_B и I_C будут соответственно равны:

- 1) 10 А, 10 А;
- 2) $220/19$ А, 10 А
- 3) $220/19$ А, $220/19$ А;
- 4) 20 А, 20 А.

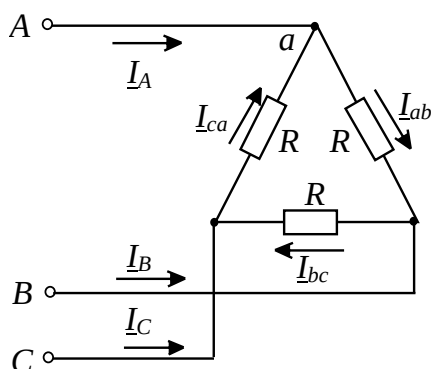
4.2.7



Если сопротивления фаз $R=19$ Ом, то значения фазных и линейных токов будут соответственно равны:

- 1) $220/19$ А, $220/19$ А;
- 2) 20 А, 20 А;
- 3) 20 А, $20\sqrt{3}$ А;
- 4) $20\sqrt{3}$ А, 20 А.

4.2.8



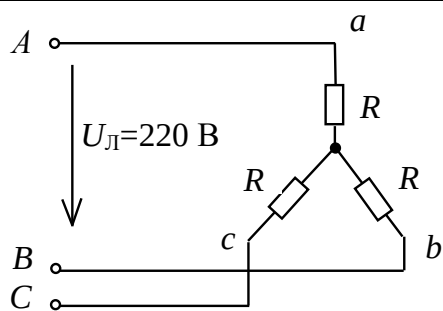
Для узла “а” комплексы фазных и линейных токов связаны уравнением:

- 1) $I_A = I_{ca} + I_{ab}$;
- 2) $I_A = I_{ab} - I_{ca}$;
- 3) $I_A = I_{ca} - I_{ab}$;
- 4) $I_A - I_{ca} + I_{ab} = 0$.

4.2.9

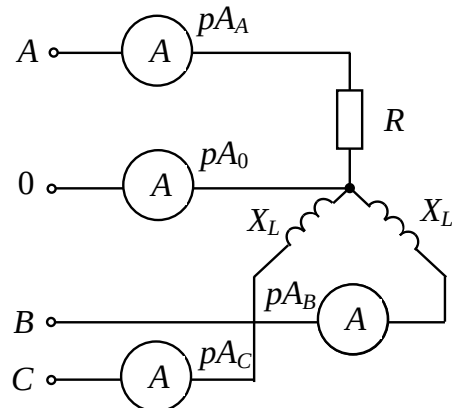
Если сопротивления фаз $R=635$ Ом, то значения линейных токов равны:

- 1) 0,15 А;
- 2) 0,2 А;



- 3) 0,3 A;
4) 0,35 A.

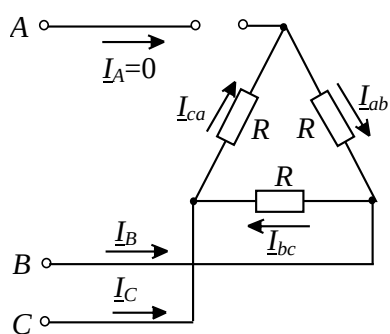
4.2.10



Если $R = X_L = 22 \text{ Ом}$ и показания амперметра $pA_A = 10 \text{ А}$, то амперметры в фазах B и C и нулевом проводе соответственно покажут:

- | | pA_B | pA_C | pA_0 |
|----|--------------------------|--------------------------|------------|
| 1) | $10\sqrt{3} \text{ А}$, | $10\sqrt{3} \text{ А}$, | 0; |
| 2) | 10 А, | 10 А, | 0; |
| 3) | 10 А, | 10 А, | $\neq 0$; |
| 4) | $10\sqrt{3} \text{ А}$, | $10\sqrt{3} \text{ А}$, | $\neq 0$. |

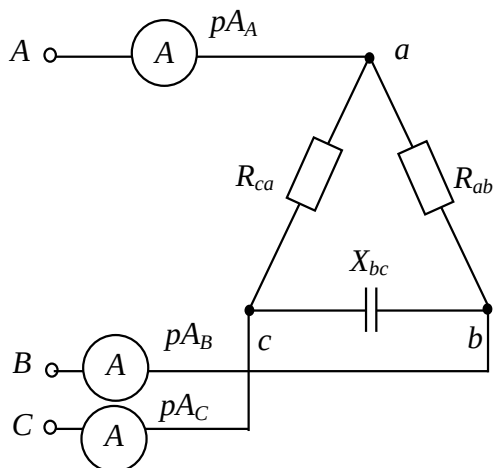
4.2.11



При обрыве линейного провода A токи:

- 1) I_A , I_B и I_C не изменятся;
- 2) I_{bc} не изменится;
- 3) I_{ab} увеличится;
- 4) I_{ca} увеличится.

4.2.12



Если $R_{ab} = R_{ca} = X_{bc}$, то показания амперметров связаны выражением:

- 1) $pA_A \neq pA_B \neq pA_C$;
- 2) $pA_A = pA_B$;
- 3) $pA_B = pA_C$;
- 4) $pA_A = pA_C$.

5. Переходные процессы

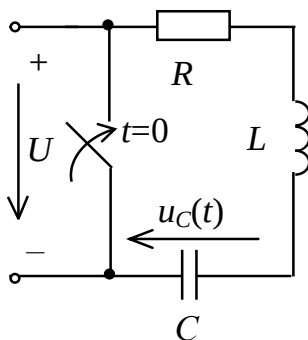
Краткие теоретические сведения

Классический метод расчета переходных процессов

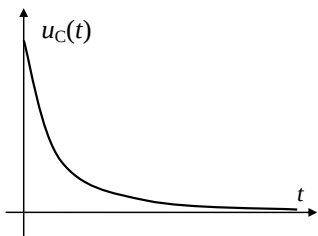
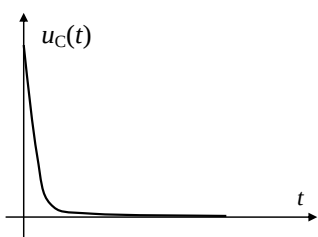
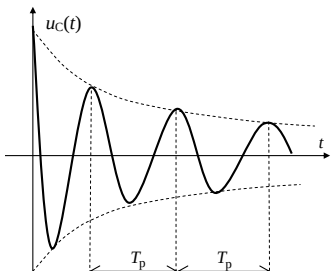
Алгоритм расчета

1	Составить систему дифференциальных уравнений для послекоммутационной цепи.
2	Найти корни характеристического уравнения, используя а) приведение системы уравнений к одному; б) метод главного определителя; в) метод входного сопротивления.
3	Записать полное решение $i(t) = i_{уст}(t) + i_{св}(t), \text{ где}$ а) для цепи I-порядка $i_{св}(t) = A \exp(\alpha t)$; б) для цепи II-порядка $i_{св}(t) = A_1 \exp(\alpha_1 t) + A_2 \exp(\alpha_2 t),$ при вещественных разных корнях α_1 и α_2 ; $i_{св}(t) = A_1 \exp(-\delta_1 t) \sin(\omega_{св} t + A_2),$ при комплексно-сопряженных корнях $\alpha_{1,2} = -\delta \pm j \omega_{св}$; $i_{св}(t) = \exp(-\delta t)(A_1 t + A_2),$ при вещественных равных корнях $\alpha_1 = \alpha_2 = -\delta$.
4	Рассчитать установившиеся значения токов $i_{уст}$
5	Найти начальные условия (н.у.) $i(+0)$, $(\frac{di}{dt})_{t=+0}, \dots$: а) <u>независимые н.у.</u> – определяются из законов коммутации: $i_L(+0) = i_L(-0)$ $u_C(+0) = u_C(-0)$ $\Psi_L(+0) = \Psi_L(-0)$ $Q_C(+0) = Q_C(-0)$ б) <u>зависимые н.у.</u> – определяются из системы дифференциальных уравнений для послекоммутационной цепи и законов коммутации
6	Рассчитать постоянные интегрирования из уравнений: а) для цепи I-порядка $i(+0) = i_{уст}(+0) + A$; б) для цепи II-порядка $\begin{cases} i(+0) = i_{уст}(+0) + A_1 + A_2; \\ (\frac{di}{dt})_{t=+0} = (\frac{di_{уст}}{dt})_{t=+0} + \alpha_1 A_1 + \alpha_2 A_2. \end{cases}$

Зависимость характера переходного процесса от вида корней характеристического уравнения



$$\alpha_{1,2} = -\frac{R}{2L} \pm \sqrt{\left(\frac{R}{2L}\right)^2 - \frac{1}{LC}} = -\delta \pm \sqrt{\delta^2 - \omega_0^2}$$

Вид разряда	Корни характеристического уравнения	Свободные составляющие
Апериодический 	Вещественные разные α_1, α_2 $\frac{R}{2L} > \frac{1}{\sqrt{LC}}; \quad \delta > \omega_0$	$u_C(t) = A_1 e^{\alpha_1 t} + A_2 e^{\alpha_2 t}$
Предельный апериодический 	Вещественные равные $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$ $\frac{R}{2L} = \frac{1}{\sqrt{LC}}; \quad \delta = \omega_0$	$u_C(t) = A_1 e^{\alpha t} + A_2 t e^{\alpha t}$
Колебательный 	Комплексно-сопряженные $\alpha_{1,2} = -\delta \pm j \omega$ $\frac{R}{2L} < \frac{1}{\sqrt{LC}}; \quad \delta < \omega_0$	$u_C(t) = A_1 e^{-\delta t} \cdot \sin(\omega t + \psi)$

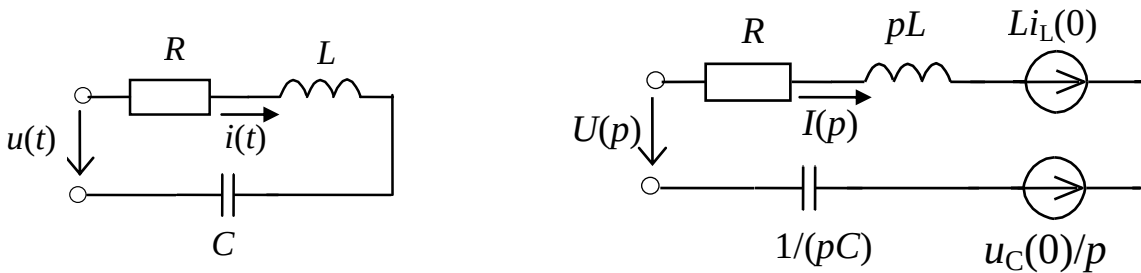
Операторный метод расчета переходных процессов

Преобразования Лапласа

$$F(p) = \int_0^{\infty} f(t)e^{-pt} dt$$

$$f(t) = \frac{1}{2\pi j} \int_{\sigma-j\omega}^{\sigma+j\omega} F(p)e^{pt} dp$$

Эквивалентная операторная схема участка цепи

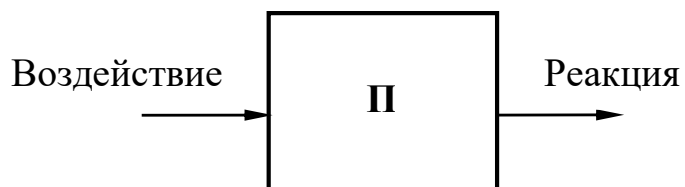


Теоремы операторного метода

1	$f(t - \tau) \div e^{-p\tau} \cdot F(p)$
2	$f'(t) \div p \cdot F(p) - f(0)$
3	$\int_0^t f(t)dt \div \frac{F(p)}{p}$
4	$f(t) = \sum_{k=1}^n \frac{G(p_k)}{H'(p_k)} \cdot e^{p_k t} \div \frac{G(p)}{H(p)}$
5	$f(t) = \frac{G(0)}{H_1(0)} + \sum_{k=2}^n \frac{G(p_k)}{p_k H_1'(p_k)} \cdot e^{p_k t} \div \frac{G(p)}{p \cdot H_1(p)}$
6	$f(t) = 2 \operatorname{Re} \left[\frac{G(p_1)}{H'(p_1)} \cdot e^{p_1 t} \right], \quad p_{1,2} = -\delta \pm j\omega$
7	$f(t) = \sum_{s=1}^q \frac{A_{1s} \cdot t^{q-s}}{(q-s)!} \cdot e^{p_1 t} \div \frac{G(p)}{(p-p_1)^q},$ $A_{1s} = \frac{1}{(S-1)!} \left[\frac{d^{S-1}}{dp^{S-1}} \left\{ \frac{(p-p_1)^q \cdot G(p)}{H(p)} \right\} \right]_{p=p_1}$

Таблица оригиналов и их изображений по Лапласу

Оригинал $f(t)$	Изображение $F(p)$
A	$\frac{A}{p}$
t	$\frac{1}{p^2}$
$A \cdot e^{-\delta t}$	$\frac{A}{p + \delta}$
$1 - e^{-\delta t}$	$\frac{\delta}{p(p + \delta)}$
$t \cdot e^{-\delta t}$	$\frac{1}{(p + \delta)^2}$
$(1 - \delta t) \cdot e^{-\delta t}$	$\frac{p}{(p + \delta)^2}$
$\sin \omega t$	$\frac{\omega}{p^2 + \omega^2}$
$\cos \omega t$	$\frac{p}{p^2 + \omega^2}$
$\sin(\omega t + \psi)$	$\frac{p \cdot \sin \psi + \omega \cdot \cos \psi}{p^2 + \omega^2}$
$e^{-\delta t} \cdot \sin \omega t$	$\frac{\omega}{(p + \delta)^2 + \omega^2}$

Интеграл Дюамеля

Воздействие	Реакция
$1(t)$	$h(t)$
$1(t - \tau)$	$h(t - \tau)$
$A \cdot 1(t)$	$A \cdot h(t)$
$\delta(t)$	$k(t)$
$\delta(t - \tau)$	$k(t - \tau)$
$A \cdot \delta(t)$	$A \cdot k(t)$
$k(t) = h'(t) + h(0) \cdot \delta(t)$	

Формы записи интеграла Дюамеля

1	$i(t) = e(0) \cdot h(t) + \int_0^t e'(\tau) h(t - \tau) d\tau$ При $e(t) = \begin{cases} e_1(t), & 0 \leq t < t_1, \\ e_2(t), & t_1 \leq t < \infty \end{cases}$ в интервале $t > t_1$ $i(t) = e_1(0) \cdot h(t) + \int_0^{t_1} e_1'(\tau) \cdot h(t - \tau) d\tau + [e_2(t_1) - e_1(t_1)] \cdot h(t - t_1) +$ $+ \int_{t_1}^t e_2'(\tau) \cdot h(t - \tau) d\tau$
2	$i(t) = e(0) \cdot h(t) + \int_0^t e'(t - \tau) h(\tau) d\tau$
3	$i(t) = e(t) \cdot h(0) + \int_0^t e'(\tau) h(t - \tau) d\tau$
4	$i(t) = e(t) \cdot h(0) + \int_0^t e'(t - \tau) h(\tau) d\tau$

5.1. Основные понятия

5.1.1

Для моментов времени $t=-0$ и $t=+0$ законы коммутации определяют неизменность:

- 1) напряжения на индуктивном элементе и тока через емкостной элемент;
- 2) тока в ветви с индуктивным элементом и тока через емкостной элемент;
- 3) тока в ветви с индуктивным элементом и напряжения на емкостном элементе;
- 4) напряжения на индуктивном элементе и напряжения на емкостном элементе.

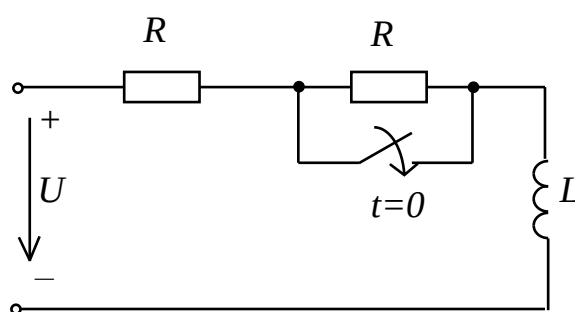
5.1.2

Законы коммутации могут быть записаны выражениями:

- 1) $u_L(+0)=u_L(-0); \quad i_C(+0)=i_C(-0);$
- 2) $u_L(+0)=u_L(-0); \quad u_C(+0)=u_C(-0);$
- 3) $i_L(+0)=i_L(-0); \quad i_C(+0)=i_C(-0);$
- 4) $i_L(+0)=i_L(-0); \quad u_C(+0)=u_C(-0).$

Уравнение по второму закону Кирхгофа для цепи после коммутации имеет вид:

5.1.3



$$1) Ri + L \frac{di}{dt} = 0;$$

$$2) Ri + L \frac{di}{dt} = U;$$

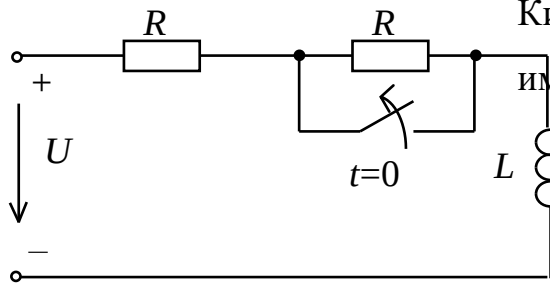
$$3) 2Ri + L \frac{di}{dt} = 0;$$

$$4) 2Ri + L \frac{di}{dt} = U.$$

5.1.4.

Уравнение по второму закону

Кирхгофа для цепи после коммутации



имеет вид:

1) $Ri + L \frac{di}{dt} = 0;$

2) $Ri + L \frac{di}{dt} = U;$

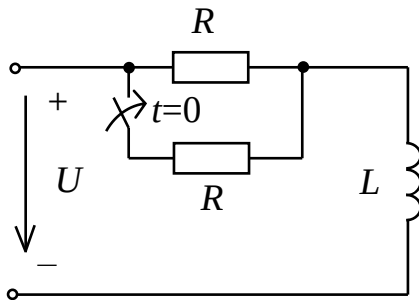
3) $2Ri + L \frac{di}{dt} = 0;$

4) $2Ri + L \frac{di}{dt} = U.$

5.1.5.

Уравнение по второму закону Кирхгофа

для цепи после коммутации имеет вид:



1) $0,5Ri + L \frac{di}{dt} = 0;$

2) $0,5Ri + L \frac{di}{dt} = U;$

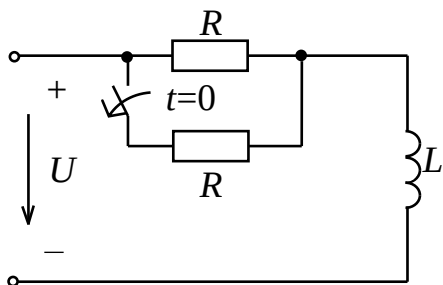
3) $Ri + L \frac{di}{dt} = 0;$

4) $Ri + L \frac{di}{dt} = U.$

5.1.6.

Уравнение по второму закону Кирхгофа

для цепи после коммутации имеет вид:



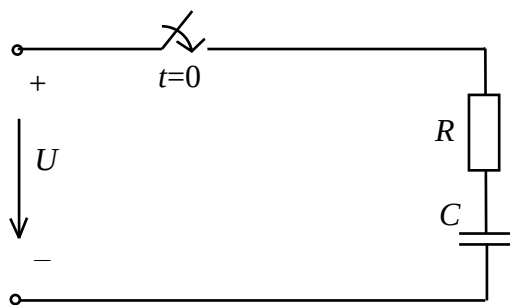
1) $0,5Ri + L \frac{di}{dt} = 0;$

2) $0,5Ri + L \frac{di}{dt} = U;$

3) $Ri + L \frac{di}{dt} = 0;$

4) $Ri + L \frac{di}{dt} = U.$

5.1.7.



При незаряженном конденсаторе уравнение по второму закону Кирхгофа для цепи после коммутации имеет вид:

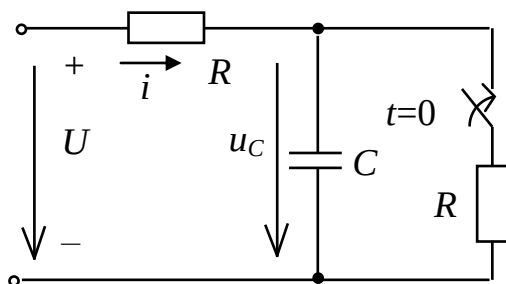
$$1) u_C + Ri = -U;$$

$$2) \frac{1}{C} \int_0^t i dt + Ri = 0;$$

$$3) RC \frac{du_C}{dt} + u_C = 0;$$

$$4) RC \frac{du_C}{dt} + u_C = U.$$

5.1.8.



Уравнение по второму закону Кирхгофа для цепи после коммутации имеет вид:

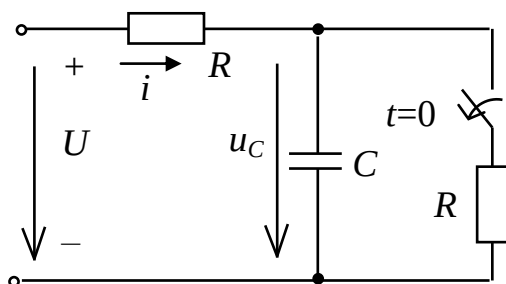
$$1) u_C + Ri = 0;$$

$$2) u_C + Ri = U;$$

$$3) u_C + 0,5Ri = 0;$$

$$4) u_C + 0,5RC \frac{du_C}{dt} = U.$$

5.1.9.



Уравнение по второму закону Кирхгофа для цепи после коммутации имеет вид:

$$1) \frac{1}{C} \int_0^t i dt + u_C(0) + Ri = 0;$$

$$2) u_C + RC \frac{du_C}{dt} = U;$$

$$3) u_C + 0,5Ri = 0;$$

$$4) u_C + 0,5RC \frac{du_C}{dt} = U.$$

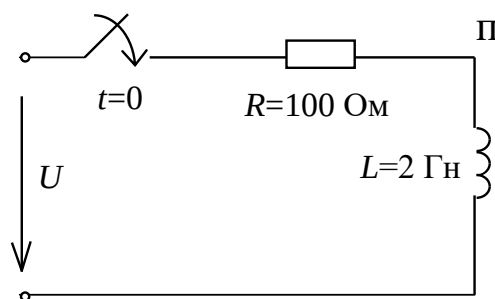
5.2. Расчет переходных процессов в цепях первого порядка

5.2.1. Длительность переходного процесса составляет:

- 1) не более τ ;
- 2) от τ до 2τ ;
- 3) от 3τ до 5τ ;
- 4) не менее 6τ .

5.2.2.

Минимальная длительность

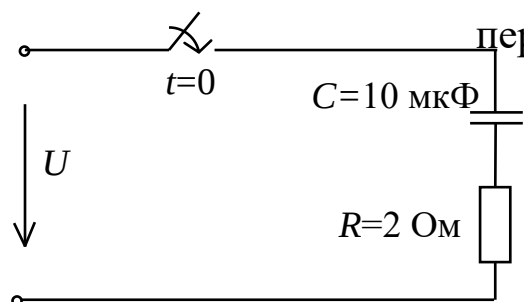


переходного процесса $\Delta t_{\text{ПП}}$ составит:

- 1) 0,006 с;
- 2) 0,06 с;
- 3) 0,2 с;
- 4) 2 с.

5.2.3.

Минимальная длительность

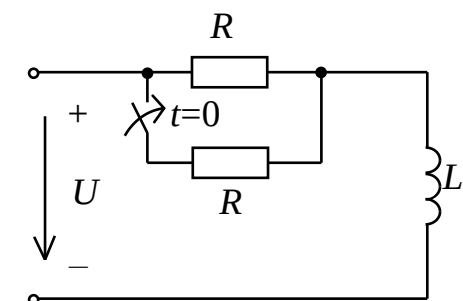


переходного процесса $\Delta t_{\text{ПП}}$ составит:

- 1) 0,6 с;
- 2) 6 мс;
- 3) 60 мкс;
- 4) 30 мс.

5.2.4.

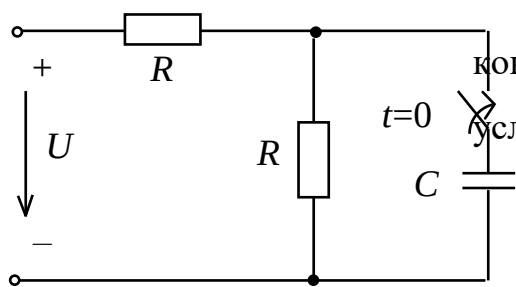
Независимое начальное условие



равно:

- 1) $U/2$;
- 2) $U/2R$;
- 3) U/R ;
- 4) L/R .

5.2.5.

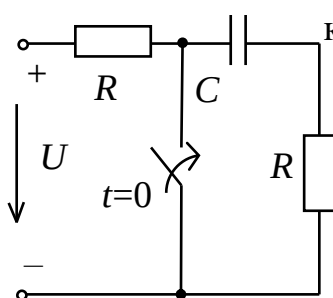


При предварительно незаряженном конденсаторе независимое начальное условие равно:

- 1) 0;
- 2) U/R ;
- 3) $U/2R$;
- 4) U .

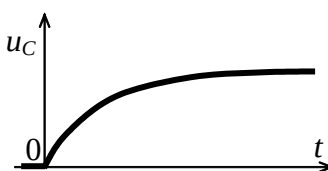
5.2.6.

Закону изменения напряжения на

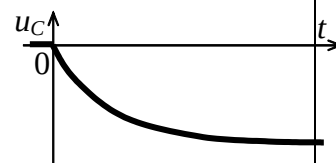


конденсаторе соответствует кривая:

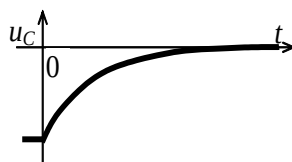
1)



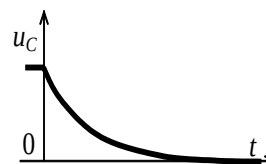
2)



3)

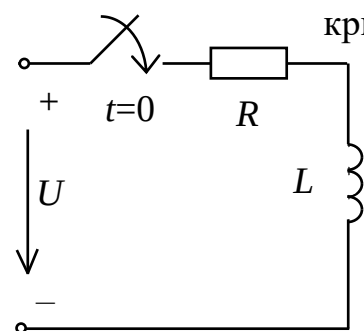


4)



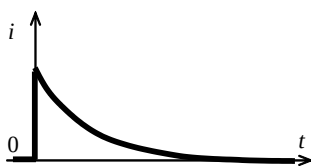
5.2.7.

Закону изменения тока в цепи соответствует

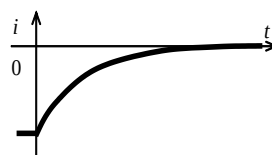


кривая:

1)



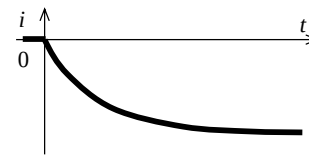
2)



3)

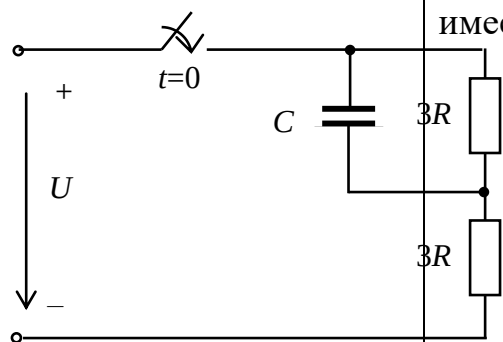


4)



5.2.8.

Характеристическое уравнение схемы



имеет вид:

1) $\frac{1}{Cp} + 1,5R = 0;$

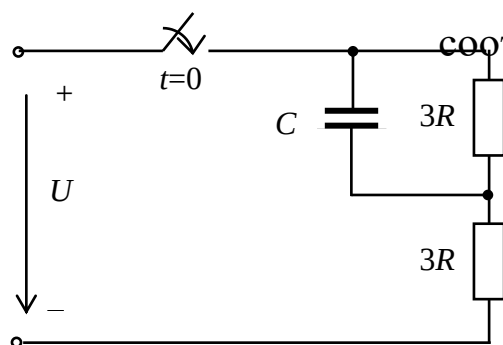
2) $\frac{1}{Cp} + 3R = 0;$

3) $Cp + 1,5R = 0;$

4) $Cp + 3R = 0.$

5.2.9.

Закону изменения напряжения u_C



соответствует уравнение:

1) $u_C(t) = \frac{U}{2} \cdot e^{-\frac{t}{1,5RC}};$

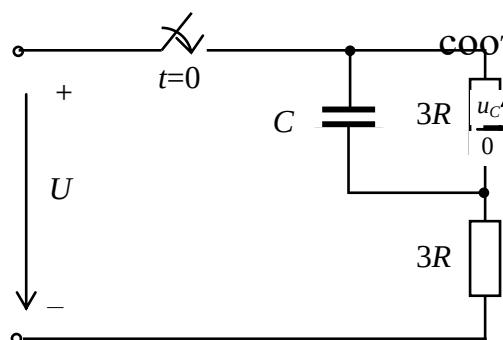
2) $u_C(t) = U \cdot e^{-\frac{t}{1,5RC}};$

3) $u_C(t) = \frac{U}{2} - \frac{U}{2} \cdot e^{-\frac{t}{1,5RC}};$

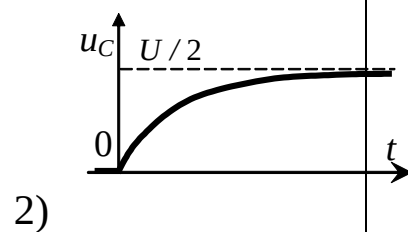
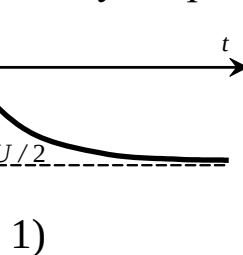
4) $u_C(t) = U - U \cdot e^{-\frac{t}{1,5RC}}.$

5.2.10.

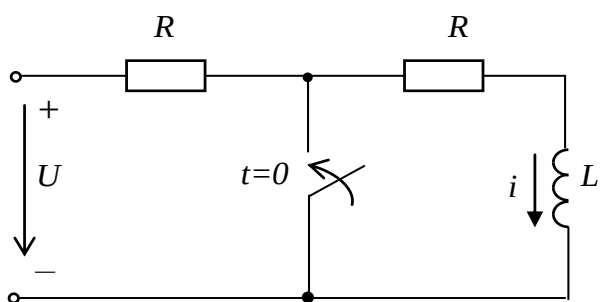
Закону изменения напряжения u_C



соответствует кривая:



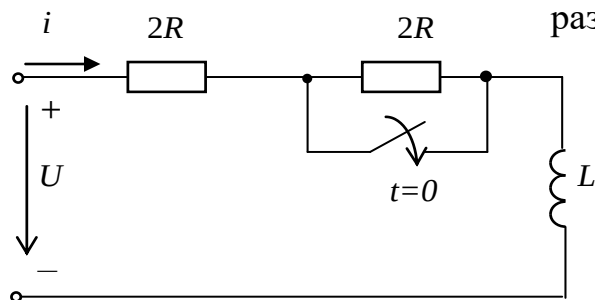
5.2.11.



При увеличении индуктивности L в 2
раза время переходного процесса

- 1) уменьшается в 2 раза;
- 2) увеличивается в 2 раза;
- 3) уменьшается в 4 раза;
- 4) увеличивается в 8 раз.

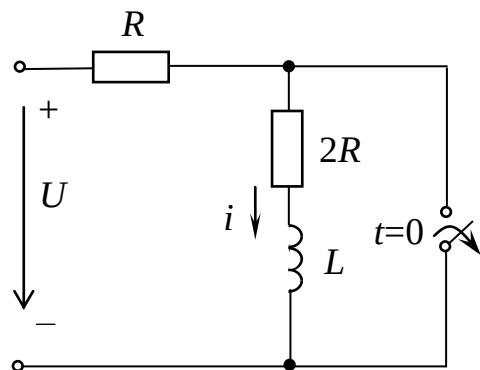
5.2.12.



При уменьшении сопротивления R в 4
раза скорость переходного процесса

- 1) уменьшается в 2 раза;
- 2) увеличивается в 4 раза;
- 3) уменьшается в 4 раза;
- 4) увеличивается в 8 раз.

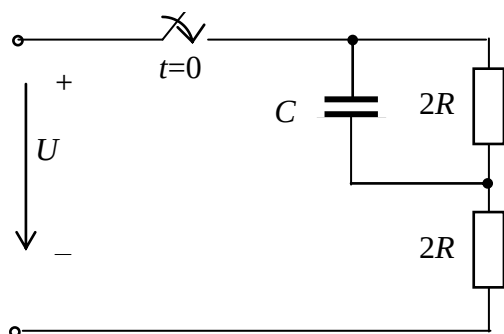
5.2.13.



При увеличении сопротивления R в 3
раза постоянная времени переходного
процесса

- 1) уменьшается в 3 раза;
- 2) увеличивается в 3 раза;
- 3) уменьшается в 1,5 раза;
- 4) увеличивается в 6 раз.

5.2.14.



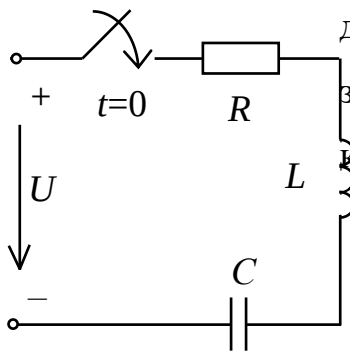
При уменьшении емкости C в
4 раза скорость переходного процесса

- 1) уменьшается в 4 раза;
- 2) увеличивается в 4 раза;
- 3) уменьшается в 2 раза;
- 4) увеличивается в 8 раз.

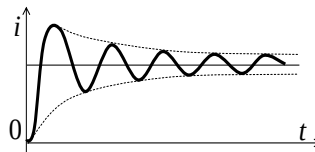
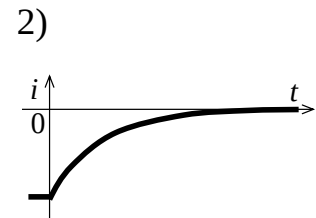
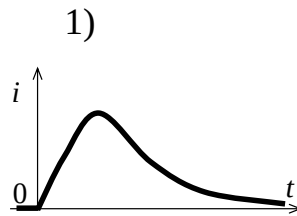
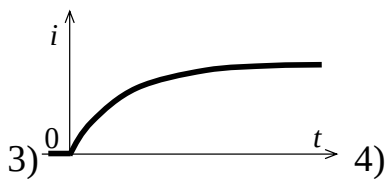
5.3. Расчет переходных процессов в цепях второго порядка

5.3.1

Если характеристическое уравнение имеет

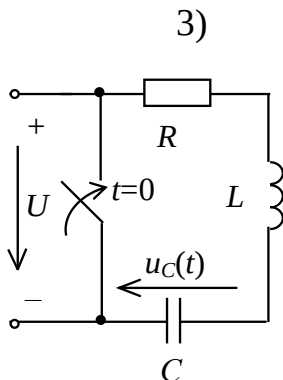


два действительных различных корня, то закону изменения тока в цепи соответствует кривая:

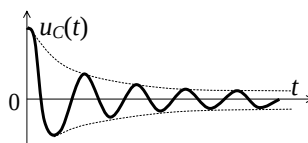
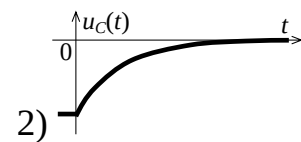
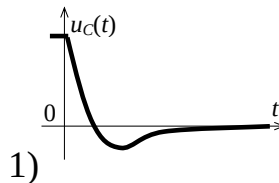
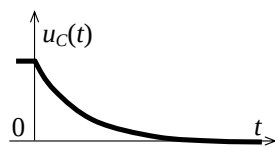


5.3.2

Если характеристическое уравнение имеет

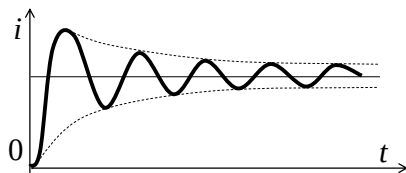


два одинаковых действительных корня, то закону изменения напряжения $u_C(t)$ соответствует кривая:



5.3.3

Кривой тока, изображающей переходный процесс, соответствует закон:



3) $i(t) = A \sin(\omega t + \theta);$

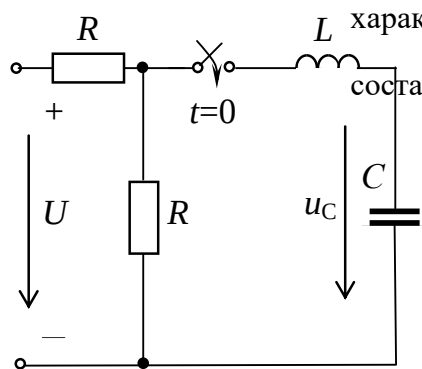
1) $i(t) = A_1 e^{\alpha_1 t} + A_2 e^{\alpha_2 t};$

2) $i(t) = A_1 e^{\alpha t} + A_2 t e^{\alpha t};$

4) $i(t) = i_{ycm}(t) + A e^{-\delta t} \sin(\omega t + \theta).$

5.3.4

При одинаковых действительных корнях



характеристического уравнения свободная составляющая напряжения $u_{C_{св}}(t)$ запишется в виде:

$$1) u_{C_{св}}(t) = A_1 e^{\alpha t} + A_2 e^{\alpha t};$$

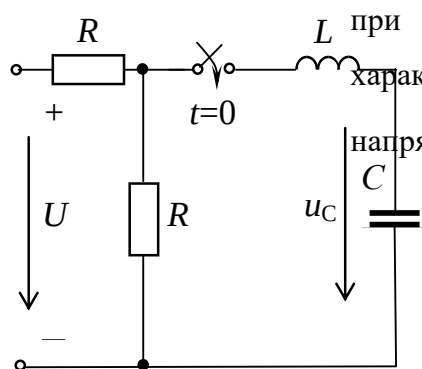
$$2) u_{C_{св}}(t) = A_1 e^{\alpha t} + A_2 t e^{\alpha t};$$

$$3) u_{C_{св}}(t) = A_1 e^{-\alpha t} + A_2 e^{-\alpha t};$$

$$4) u_{C_{св}}(t) = A_1 e^{\alpha t} + A_2 t e^{\alpha t} + A_3 t^2 e^{\alpha t}.$$

5.3.5

Для предварительно незаряженного конденсатора



при одинаковых действительных корнях характеристического уравнения закон изменения напряжения $u_C(t)$ запишется в виде:

$$1) u_C(t) = \frac{U}{2} + A_1 e^{\alpha t} + A_2 t e^{\alpha t};$$

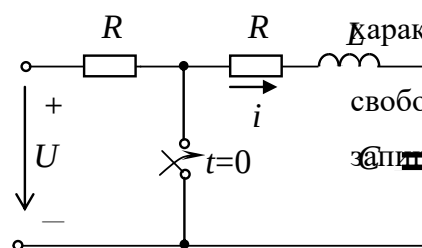
$$2) u_C(t) = U + A_1 e^{\alpha t} + A_2 t e^{\alpha t};$$

$$3) u_C(t) = U + A_1 e^{-\alpha t} + A_2 e^{-\alpha t};$$

$$4) u_C(t) = \frac{U}{2} + A_1 e^{\alpha t} + A_2 t e^{\alpha t} + A_3 t^2 e^{\alpha t}.$$

5.3.6

При комплексно-сопряженных корнях



характеристического уравнения $\alpha_{1,2} = -\delta \pm j\omega$ свободная составляющая тока разряда конденсатора запишется в виде:

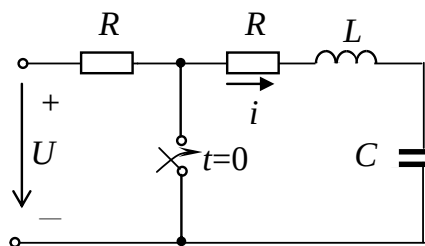
$$1) i_{св}(t) = A_1 e^{-\alpha_1 t} + A_2 e^{-\alpha_2 t};$$

$$2) i_{св}(t) = A_1 e^{\alpha_1 t} + A_2 e^{p_2 t};$$

$$3) i_{св}(t) = A_1 e^{\alpha_1 t} + A_2 t e^{\alpha_2 t};$$

$$4) i_{св}(t) = A e^{-\delta t} \cdot \sin(\omega t + \psi).$$

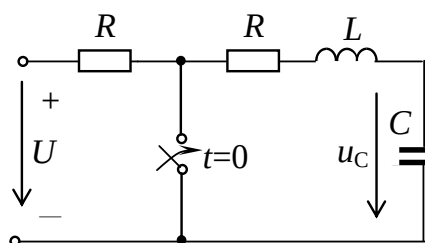
5.3.7



При комплексных сопряженных корнях характеристического уравнения $\alpha_{1,2} = -\delta \pm j\omega$ закон изменения тока $i(t)$ запишется в виде:

- 1) $i(t) = A_1 e^{-\alpha_1 t} + A_2 e^{-\alpha_2 t};$
- 2) $i(t) = U/R + A_1 e^{\alpha_1 t} + A_2 e^{\alpha_2 t};$
- 3) $i(t) = A e^{-\delta t} \cdot \sin(\omega t + \psi);$
- 4) $i(t) = U/R + A_1 e^{-\delta t} \cdot \sin(\omega t + \psi).$

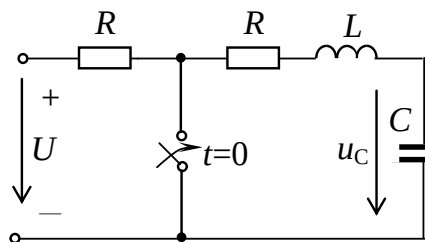
5.3.8



При действительных корнях характеристического уравнения свободная составляющая $u_{C_{св}}(t)$ напряжения разряда конденсатора запишется в виде:

- 1) $u_{C_{св}}(t) = A_1 e^{-\delta t} \cdot \sin(\omega t + \psi);$
- 2) $u_{C_{св}}(t) = A_1 e^{-\alpha_1 t} + A_2 e^{-\alpha_2 t};$
- 3) $u_{C_{св}}(t) = A_1 e^{\alpha_1 t} + A_2 t e^{\alpha_2 t};$
- 4) $u_{C_{св}}(t) = A_1 e^{\alpha_1 t} + A_2 e^{\alpha_2 t}.$

5.3.9



При комплексных сопряженных с отрицательной действительной частью корнях характеристического уравнения $\alpha_{1,2} = -\delta \pm j\omega$ закон изменения напряжения $u_C(t)$ разряда конденсатора запишется в виде:

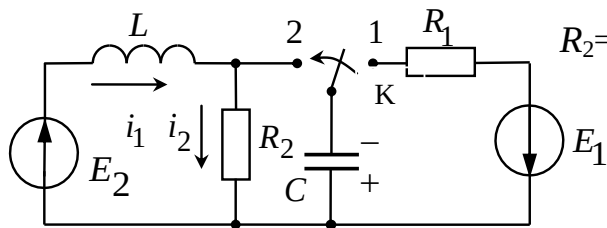
- 1) $u_C(t) = A_1 e^{-\alpha_1 t} + A_2 e^{-\alpha_2 t};$
- 2) $u_C(t) = U/2 + A_1 e^{\alpha_1 t} + A_2 e^{\alpha_2 t};$
- 3) $u_C(t) = A_1 e^{-\delta t} \cdot \sin(\omega t + \psi);$
- 4) $u_C(t) = U/2 + A_1 e^{-\delta t} \cdot \sin(\omega t + \psi).$

5.3.10

Независимые начальные условия

при $E_1=30$ В, $E_2=60$ В, $R_1=30$ Ом,

$R_2=20$ Ом равны



1) 1 А, -30 В;

2) 3 А, 30 В;

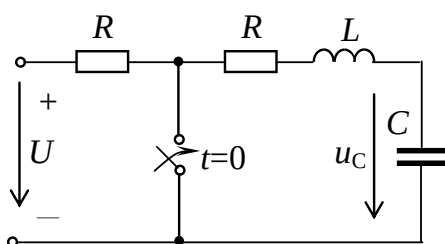
3) 0 А, 60 В;

4) 3 А, 60 В.

5.3.11

Корни характеристического уравнения при

разряде конденсатора имеют вид:



1) $\alpha_{1,2} = -\frac{1}{2RC} \pm \sqrt{\frac{1}{4R^2C^2} - \frac{1}{LC}};$

2) $\alpha_{1,2} = -\frac{L}{2R} \pm \sqrt{\frac{L^2}{4R^2} - \frac{1}{LC}};$

3) $\alpha_{1,2} = -\frac{R}{2L} \pm \sqrt{\frac{R^2}{4L^2} - \frac{1}{LC}};$

4) $\alpha_{1,2} = -\frac{1}{2RL} \pm \sqrt{\frac{1}{4R^2L^2} - \frac{1}{LC}}.$

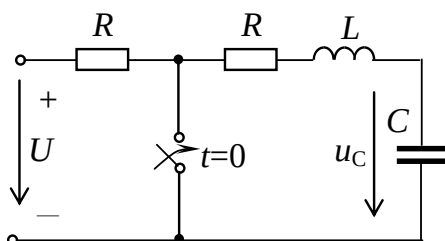
5.3.12

При корнях характеристического

уравнения $\alpha_1 = -100$ с⁻¹ и $\alpha_2 = -500$ с⁻¹

минимальное время переходного процесса

равно



1) 6 мс;

2) 10 мс;

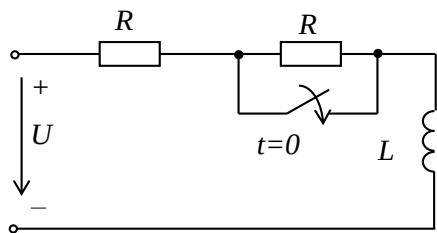
3) 30 мс;

4) 60 мс.

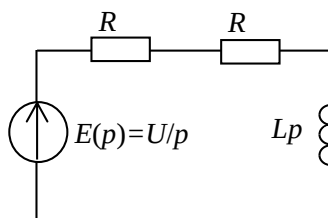
5.4. Операторный метод расчета переходных процессов

5.4.1

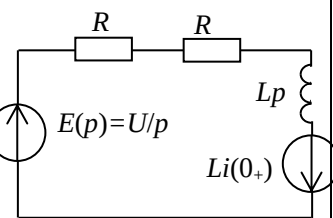
Операторная схема замещения послекоммутационной цепи имеет вид:



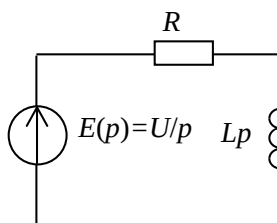
1)



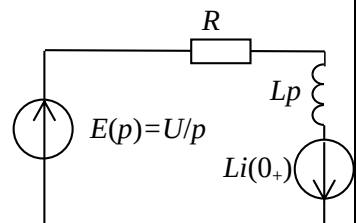
2)



3)

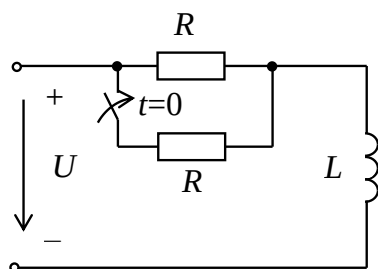


4)

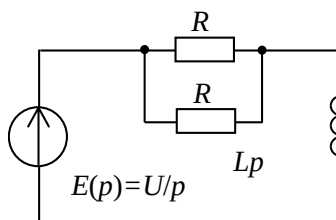


5.4.2

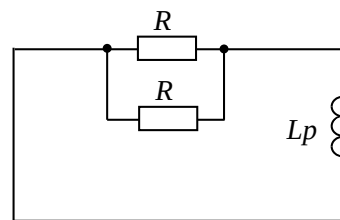
Операторная схема замещения послекоммутационной цепи имеет вид:



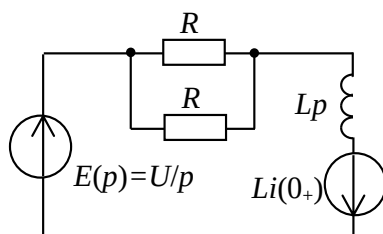
1)



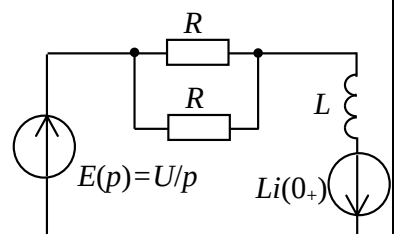
2)



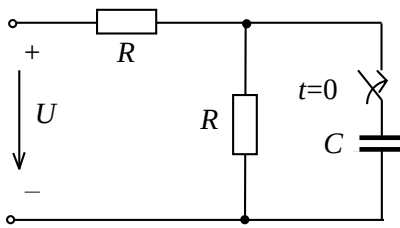
3)



4)

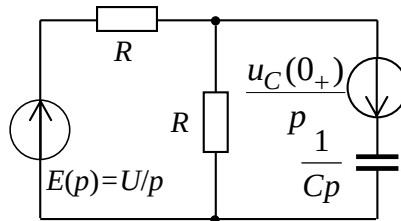


5.4.3

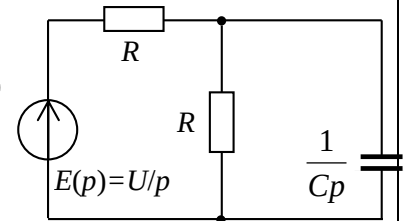


При незаряженном конденсаторе операторная схема замещения послекоммутационной цепи имеет вид:

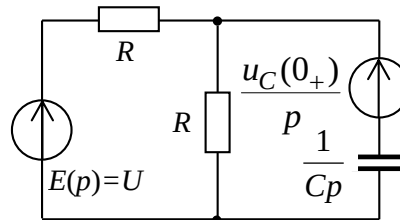
1)



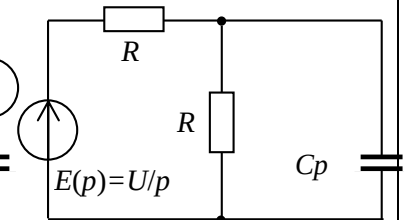
2)



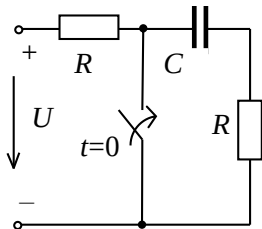
3)



4)

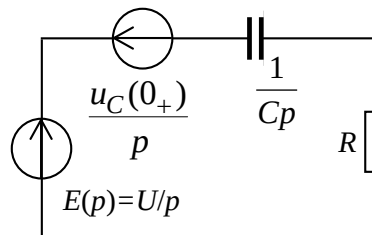


5.4.4

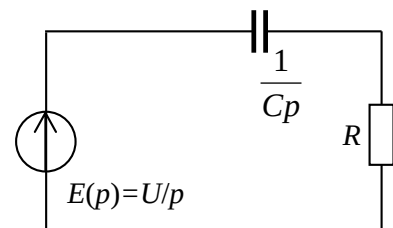


Операторная схема замещения послекоммутационной цепи имеет вид:

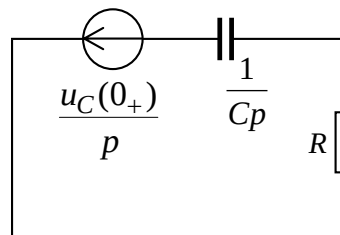
1)



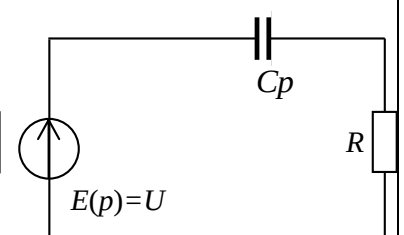
2)



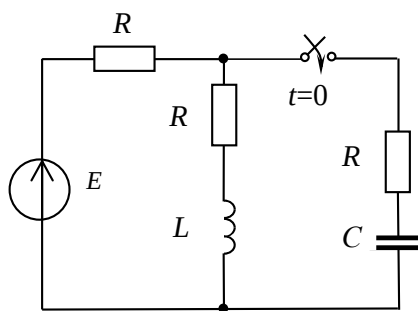
3)



4)

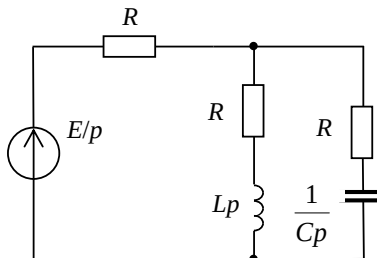


5.4.5

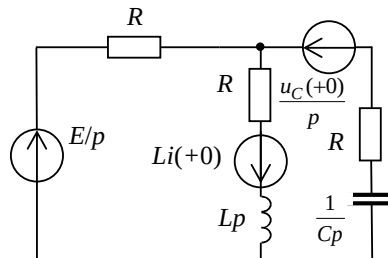


При незаряженном конденсаторе схеме цепи после коммутации соответствует операторная схема замещения:

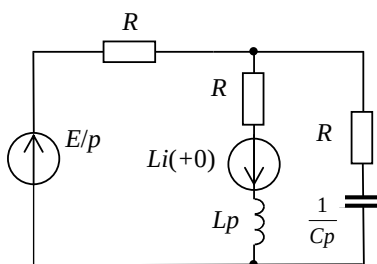
1)



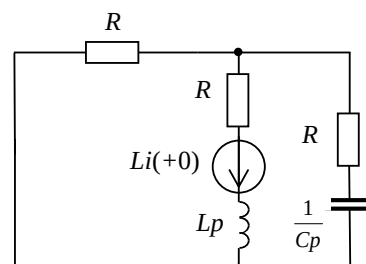
2)



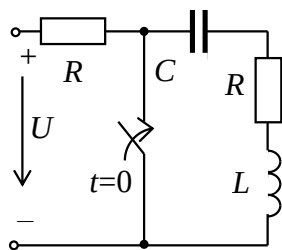
3)



4)

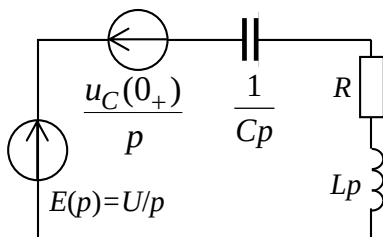


5.4.6

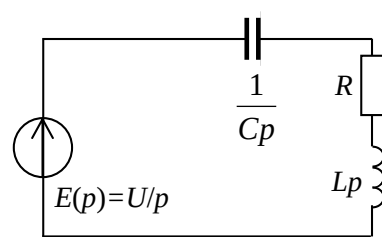


Операторная схема замещения послекоммутационной цепи имеет вид:

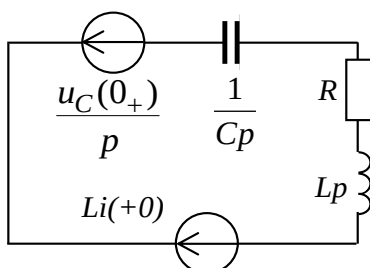
1)



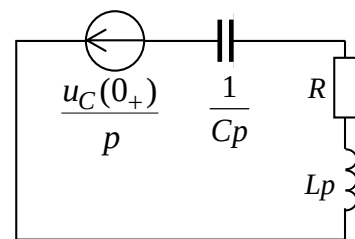
2)



3)

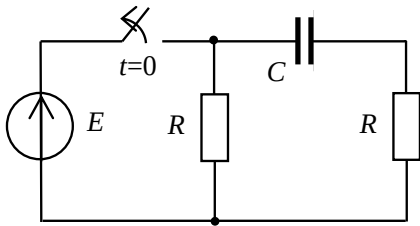


4)

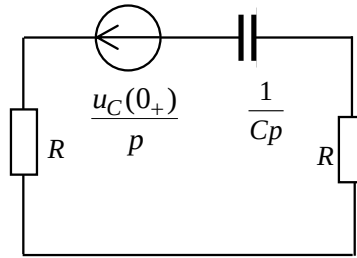


5.4.7

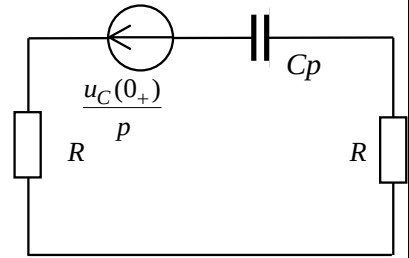
При полностью заряженном конденсаторе схеме цепи после коммутации соответствует операторная схема замещения:



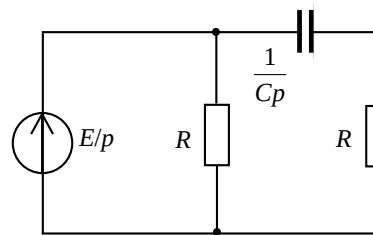
1)



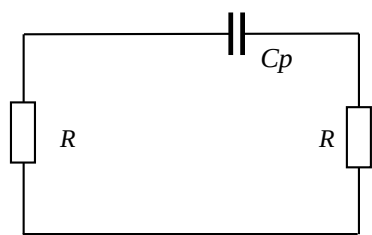
2)



3)

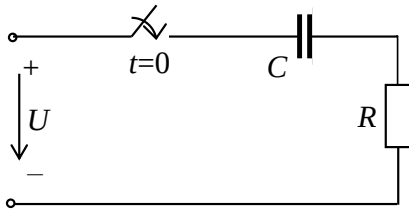


4)

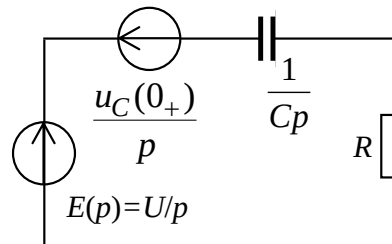


5.4.8

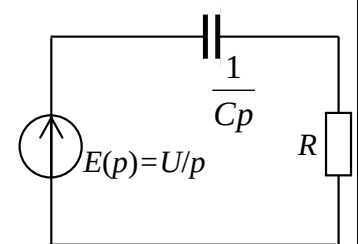
При незаряженном конденсаторе схеме цепи после коммутации соответствует операторная схема замещения:



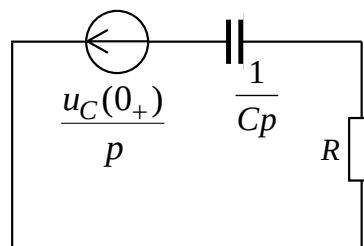
1)



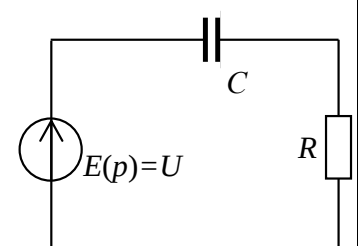
2)



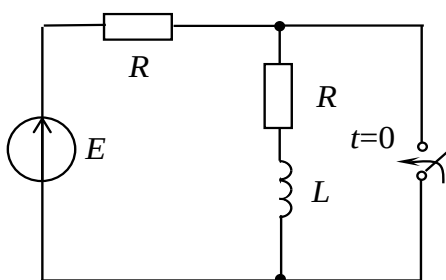
3)



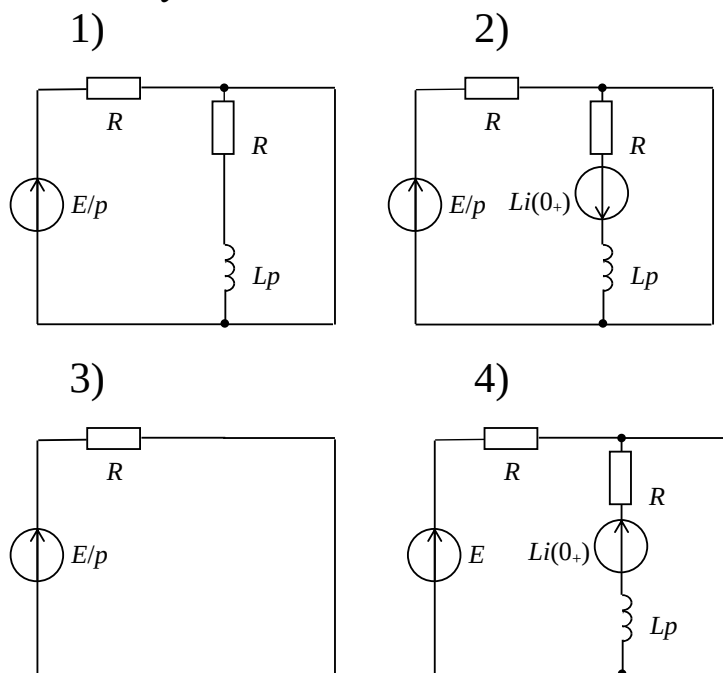
4)



5.4.9



Операторная схема замещения
послекоммутационной цепи имеет вид:



5.4.10

Оригиналу тока
 $i(t) = 4\sin(300t + 30^\circ) \text{ A}$
соответствует изображение

$$1) I(p) = \frac{2p + 600\sqrt{3}}{p^2 + 300^2};$$

$$2) I(p) = \frac{4p + 600\sqrt{3}}{p + 300};$$

$$3) I(p) = \frac{p + 300\sqrt{3}}{p^2 + 300^2};$$

$$4) I(p) = \frac{2p + 600\sqrt{2}}{p^2 - 300^2}.$$

5.4.11

Изображению
напряжения

$$U(p) = \frac{500}{p(p + 200)}$$

соответствует оригинал

$$1) u(t) = 5 \cdot (1 - e^{-200t}) \text{ В};$$

$$2) u(t) = 50 \cdot (1 + e^{200t}) \text{ В};$$

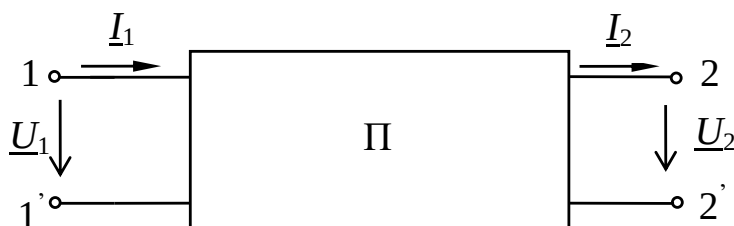
$$3) u(t) = 2 \cdot (1 - e^{-500t}) \text{ В};$$

$$4) u(t) = 2,5 \cdot (1 - e^{-200t}) \text{ В}.$$

6. ОСНОВЫ ТЕОРИИ ЧЕТЫРЕХПОЛЮСНИКОВ

Краткие теоретические сведения

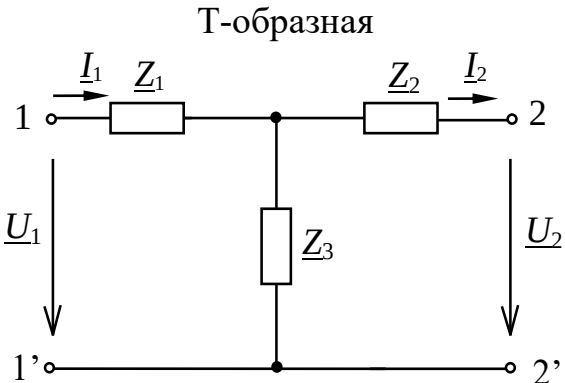
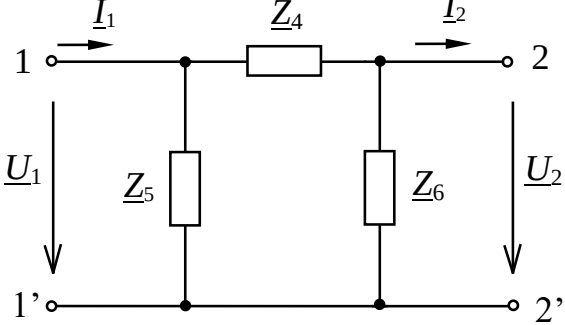
Уравнения и схемы замещения пассивных четырехполюсников



Форма записи уравнений	Уравнение связи коэффициентов	$\underline{A}$ $\Delta_A = \underline{AD} - \underline{BC}$	$\underline{Y}$ $\Delta_Y = \underline{Y}_{11}\underline{Y}_{22} - \underline{Y}_{12}\underline{Y}_{21}$	$\underline{H}$ $\Delta_H = \underline{H}_{11}\underline{H}_{22} - \underline{H}_{12}\underline{H}_{21}$
$\underline{U}_1 = \underline{A}\underline{U}_2 + \underline{B}\underline{I}_2$ $\underline{I}_1 = \underline{C}\underline{U}_2 + \underline{D}\underline{I}_2$	$\underline{AD} - \underline{BC} = 1$ $\Delta_A = 1$	$\begin{bmatrix} \underline{A} & \underline{B} \\ \underline{C} & \underline{D} \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -\underline{Y}_{22} & 1 \\ \underline{Y}_{21} & \underline{Y}_{21} \\ -\underline{\Delta}_Y & \underline{Y}_{11} \\ \underline{Y}_{21} & \underline{Y}_{21} \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -\underline{\Delta}_H & \underline{H}_{11} \\ \underline{H}_{21} & \underline{H}_{21} \\ -\underline{H}_{22} & 1 \\ \underline{H}_{21} & \underline{H}_{21} \end{bmatrix}$
$\underline{I}_1 = \underline{Y}_{11}\underline{U}_1 + \underline{Y}_{12}\underline{U}_2$ $\underline{I}_2 = \underline{Y}_{21}\underline{U}_1 + \underline{Y}_{22}\underline{U}_2$	$\underline{Y}_{12} = -\underline{Y}_{21}$	$\begin{bmatrix} \underline{D} & -1 \\ \underline{B} & \underline{B} \\ 1 & -\underline{A} \\ \underline{B} & \underline{B} \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} \underline{Y}_{11} & \underline{Y}_{12} \\ \underline{Y}_{21} & \underline{Y}_{22} \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & -\underline{H}_{12} \\ \underline{H}_{11} & \underline{H}_{11} \\ \underline{H}_{21} & \underline{\Delta}_H \\ \underline{H}_{11} & \underline{H}_{11} \end{bmatrix}$
$\underline{U}_1 = \underline{Z}_{11}\underline{I}_1 + \underline{Z}_{12}\underline{I}_2$ $\underline{U}_2 = \underline{Z}_{21}\underline{I}_1 + \underline{Z}_{22}\underline{I}_2$	$\underline{Z}_{12} = -\underline{Z}_{21}$	$\begin{bmatrix} \underline{A} & -1 \\ \underline{C} & \underline{C} \\ 1 & -\underline{D} \\ \underline{C} & \underline{C} \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} \underline{Y}_{22} & -\underline{Y}_{12} \\ \underline{\Delta}_Y & \underline{\Delta}_Y \\ -\underline{Y}_{21} & \underline{Y}_{11} \\ \underline{\Delta}_Y & \underline{\Delta}_Y \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} \underline{\Delta}_H & \underline{H}_{12} \\ \underline{H}_{22} & \underline{H}_{22} \\ -\underline{H}_{21} & 1 \\ \underline{H}_{22} & \underline{H}_{22} \end{bmatrix}$
$\underline{U}_1 = \underline{H}_{11}\underline{I}_1 + \underline{H}_{12}\underline{U}_2$ $\underline{I}_2 = \underline{H}_{21}\underline{I}_1 + \underline{H}_{22}\underline{U}_2$	$\underline{H}_{12} = \underline{H}_{21}$	$\begin{bmatrix} \underline{B} & 1 \\ \underline{D} & \underline{D} \\ 1 & -\underline{C} \\ \underline{D} & \underline{D} \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & -\underline{Y}_{12} \\ \underline{Y}_{11} & \underline{Y}_{11} \\ \underline{Y}_{21} & \underline{\Delta}_Y \\ \underline{Y}_{11} & \underline{Y}_{11} \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} \underline{H}_{11} & \underline{H}_{12} \\ \underline{H}_{21} & \underline{H}_{22} \end{bmatrix}$

$\begin{aligned} \underline{I}_1 &= \underline{G}_{11}\underline{U}_1 + \underline{G}_{12}\underline{I}_2 \\ \underline{U}_2 &= \underline{G}_{21}\underline{U}_1 + \underline{G}_{22}\underline{I}_2 \end{aligned}$	$\underline{G}_{12} = \underline{G}_{21}$	$\begin{bmatrix} \underline{C} & 1 \\ \underline{A} & \underline{A} \\ 1 & -\underline{B} \\ \underline{A} & \underline{A} \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} \underline{\Delta}_Y & \underline{Y}_{12} \\ \underline{Y}_{22} & \underline{Y}_{22} \\ -\underline{Y}_{21} & 1 \\ \underline{Y}_{22} & \underline{Y}_{22} \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} \underline{H}_{22} & -\underline{H}_{12} \\ \underline{\Delta}_H & \underline{\Delta}_H \\ -\underline{H}_{21} & \underline{H}_{11} \\ \underline{\Delta}_H & \underline{\Delta}_H \end{bmatrix}$
$\begin{aligned} \underline{U}_2 &= \underline{B}_{11}\underline{U}_1 + \underline{B}_{12}\underline{I}_1 \\ \underline{I}_2 &= \underline{B}_{21}\underline{U}_1 + \underline{B}_{22}\underline{I}_1 \end{aligned}$	$\begin{aligned} \underline{B}_{11}\underline{B}_{22} - \\ -\underline{B}_{12}\underline{B}_{21} &= 1 \end{aligned}$	$\begin{bmatrix} \underline{D} & -\underline{B} \\ -\underline{C} & \underline{A} \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -\underline{Y}_{11} & 1 \\ \underline{Y}_{12} & \underline{Y}_{12} \\ -\underline{\Delta}_Y & \underline{Y}_{22} \\ \underline{Y}_{12} & \underline{Y}_{12} \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & -\underline{H}_{11} \\ \underline{H}_{12} & \underline{H}_{12} \\ \underline{H}_{22} & \underline{\Delta}_H \\ \underline{H}_{12} & \underline{H}_{12} \end{bmatrix}$

Эквивалентные схемы пассивного четырехполюсника

Эквивалентные схемы пассивных четырёхполюсника	Зависимости	
	параметров схемы от коэффициентов	коэффициентов от параметров схемы
Т-образная 	$\begin{aligned} \underline{Z}_1 &= \frac{\underline{A}-1}{\underline{C}} \\ \underline{Z}_2 &= \frac{\underline{D}-1}{\underline{C}} \\ \underline{Z}_3 &= 1/\underline{C} \end{aligned}$	$\begin{aligned} \underline{A} &= 1 + \frac{\underline{Z}_1}{\underline{Z}_3} \\ \underline{B} &= \underline{Z}_1 + \underline{Z}_2 + \frac{\underline{Z}_1 \underline{Z}_2}{\underline{Z}_3} \\ \underline{C} &= \frac{1}{\underline{Z}_3} \\ \underline{D} &= 1 + \frac{\underline{Z}_2}{\underline{Z}_3} \end{aligned}$
Π-образная 	$\begin{aligned} \underline{Z}_4 &= \underline{B} \\ \underline{Z}_5 &= \frac{\underline{B}}{\underline{D}-1} \\ \underline{Z}_6 &= \frac{\underline{B}}{\underline{A}-1} \end{aligned}$	$\begin{aligned} \underline{A} &= 1 + \frac{\underline{Z}_4}{\underline{Z}_6} \\ \underline{B} &= \underline{Z}_4 \\ \underline{C} &= \frac{\underline{Z}_4 + \underline{Z}_5 + \underline{Z}_6}{\underline{Z}_5 \underline{Z}_6} \\ \underline{D} &= 1 + \frac{\underline{Z}_4}{\underline{Z}_5} \end{aligned}$

Параметры холостого хода (х.х.) и короткого замыкания (к.з.)

$$\underline{Z}_{10} = \left. \frac{\underline{U}_1}{\underline{I}_1} \right|_{\underline{I}_2=0}$$

$$\underline{Z}_{1k} = \left. \frac{\underline{U}_1}{\underline{I}_1} \right|_{\underline{U}_2=0}$$

$$\frac{\underline{Z}_{10}}{\underline{Z}_{20}} = \frac{\underline{Z}_{1k}}{\underline{Z}_{2k}}$$

$$\underline{Z}_{20} = \left. \frac{\underline{U}_2}{\underline{I}_2} \right|_{\underline{I}_1=0}$$

$$\underline{Z}_{2k} = \left. \frac{\underline{U}_2}{\underline{I}_2} \right|_{\underline{U}_1=0}$$

Параметры х.х. и к.з. в зависимости от коэффициентов четырехполюсника	Коэффициенты четырехполюсника в зависимости от параметров х.х. и к.з.
$\underline{Z}_{10} = \frac{\underline{A}}{\underline{C}} = \underline{Z}_{11}$ $\underline{Z}_{1k} = \frac{\underline{B}}{\underline{D}} = \frac{1}{\underline{Y}_{11}}$ $\underline{Z}_{20} = \frac{\underline{D}}{\underline{C}} = \underline{Z}_{22}$ $\underline{Z}_{2k} = \frac{\underline{B}}{\underline{A}} = \frac{1}{\underline{Y}_{22}}$	$\underline{A} = \sqrt{\frac{\underline{Z}_{10}}{\underline{Z}_{20} - \underline{Z}_{2k}}}$ $\underline{B} = \sqrt{\frac{\underline{Z}_{2k} \cdot \underline{Z}_{1k} \cdot \underline{Z}_{10}}{(\underline{Z}_{10} - \underline{Z}_{1k})}}$ $\underline{C} = \frac{1}{\sqrt{\underline{Z}_{20}(\underline{Z}_{10} - \underline{Z}_{1k})}}$ $\underline{D} = \sqrt{\frac{\underline{Z}_{20}}{(\underline{Z}_{10} - \underline{Z}_{1k})}}$

Характеристические параметры четырехполюсника

$$\underline{Z}_{1c} = \frac{\underline{A}\underline{Z}_{2c} + \underline{B}}{\underline{C}\underline{Z}_{2c} + \underline{D}} = \sqrt{\frac{\underline{A}\underline{B}}{\underline{C}\underline{D}}} = \sqrt{\underline{Z}_{10}\underline{Z}_{1k}};$$

$$\underline{Z}_{2c} = \frac{\underline{D}\underline{Z}_{1c} + \underline{B}}{\underline{C}\underline{Z}_{1c} + \underline{A}} = \sqrt{\frac{\underline{D}\underline{B}}{\underline{C}\underline{A}}} = \sqrt{\underline{Z}_{20}\underline{Z}_{2k}}.$$

$$\underline{\gamma} = \alpha + j\beta = 0,5 \ln \left. \frac{\underline{U}_1 \underline{I}_1}{\underline{U}_2 \underline{I}_2} \right|_{\underline{Z}_H = \underline{Z}_{2c}} = \ln(\sqrt{\underline{A}\underline{D}} + \sqrt{\underline{B}\underline{C}}) = \operatorname{arth} \sqrt{\frac{\underline{Z}_k}{\underline{Z}_0}}.$$

Уравнения четырехполюсника в гиперболической форме

$$\underline{U}_1 = \sqrt{\frac{\underline{Z}_{1c}}{\underline{Z}_{2c}}} [\underline{U}_2 \operatorname{ch}(\underline{\gamma}) + \underline{Z}_{2c} \underline{I}_2 \operatorname{sh}(\underline{\gamma})];$$

$$\underline{I}_1 = \sqrt{\frac{\underline{Z}_{2c}}{\underline{Z}_{1c}}} \left[\frac{1}{\underline{Z}_{2c}} \underline{U}_2 \operatorname{sh}(\underline{\gamma}) + \underline{I}_2 \operatorname{ch}(\underline{\gamma}) \right].$$

Единицы измерения коэффициента затухания

$$\alpha_{(\text{дБ})} = 0,115 \alpha_{(\text{Нп})}, \quad 1 \text{ Нп} = 0,868 \text{ Б} = 8,68 \text{ дБ}.$$

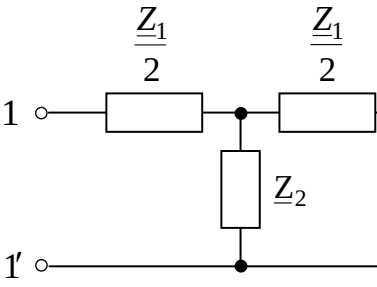
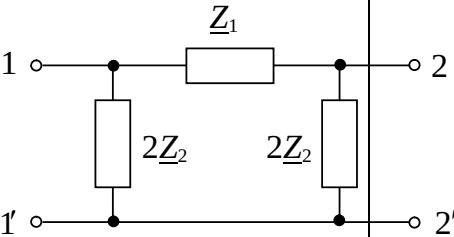
Для симметричного четырехполюсника, нагруженного на $\underline{Z}_C$:

$$\alpha_{(B)} = \lg \frac{S_1}{S_2} = \lg \frac{U_1 I_1}{U_2 I_2} = 2 \lg \frac{U_1}{U_2} = 2 \lg \frac{I_1}{I_2};$$

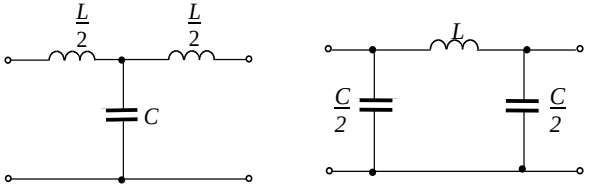
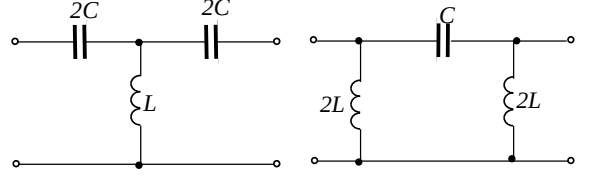
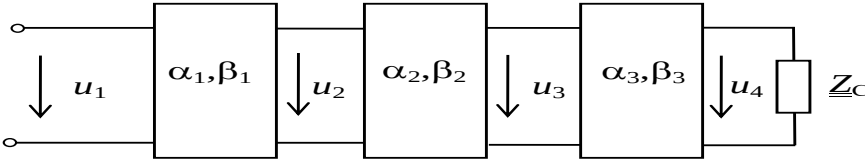
$$\alpha_{(\partial B)} = 10 \lg \frac{S_1}{S_2} = 10 \lg \frac{U_1 I_1}{U_2 I_2} = 20 \lg \frac{U_1}{U_2} = 20 \lg \frac{I_1}{I_2};$$

$$\alpha_{(Hn)} = 0,5 \ln \frac{S_1}{S_2} = 0,5 \ln \frac{U_1 I_1}{U_2 I_2} = \ln \frac{U_1}{U_2} = \ln \frac{I_1}{I_2}.$$

Характеристические параметры симметричных четырехполюсников

Схемы		
chγ	$1 + \frac{\underline{Z}_1}{2\underline{Z}_2}$	$1 + \frac{\underline{Z}_1}{2\underline{Z}_2}$
Характеристическое сопротивление	$\underline{Z}_{CT} = \sqrt{\underline{Z}_1 \underline{Z}_2 \left(1 + \frac{\underline{Z}_1}{4\underline{Z}_2}\right)}$	$\underline{Z}_{C\Pi} = \frac{\sqrt{\underline{Z}_1 \underline{Z}_2}}{\sqrt{1 + \frac{\underline{Z}_1}{4\underline{Z}_2}}}$

Электрические фильтры типа k

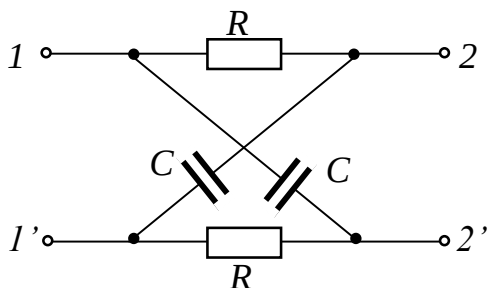
ФНЧ	ФВЧ
	
Граничные частоты	
$\omega_C = \frac{2}{\sqrt{LC}}$	$\omega_C = \frac{1}{2\sqrt{LC}}$
Полоса пропускания	
$0 \leq \omega \leq \omega_C$	$\omega_C \leq \omega < \infty$
$\alpha=0, \quad \sin(\beta/2) = \omega/\omega_C$	$\alpha=0, \quad \sin(\beta/2) = -\omega_C/\omega$
Полоса затухания	
$ch(\alpha/2) = \omega/\omega_C, \quad \beta = \pi$	$ch(\alpha/2) = \omega_C/\omega, \quad \beta = -\pi$
Характеристические (волновые) сопротивления	
$Z_{CT} = \sqrt{\frac{L}{C}} \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{\omega}{\omega_C}\right)^2}$	$Z_{CT} = \sqrt{\frac{L}{C}} \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{\omega_C}{\omega}\right)^2}$
$Z_{CII} = \frac{\sqrt{\frac{L}{C}}}{\sqrt{1 - \left(\frac{\omega}{\omega_C}\right)^2}}$	$Z_{CII} = \frac{\sqrt{\frac{L}{C}}}{\sqrt{1 - \left(\frac{\omega_C}{\omega}\right)^2}}$
Смысл коэффициентов затухания и фазы	
$e^\alpha = \frac{U_1}{U_2}, \quad \beta = \psi_{u_1} - \psi_{u_2} = \psi_{i_1} - \psi_{i_2}$	
Каскадное соединение фильтров	
 $\alpha_\Sigma = \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3, \quad \beta_\Sigma = \beta_1 + \beta_2 + \beta_3$	

Основные определения и классификация четырехполюсников

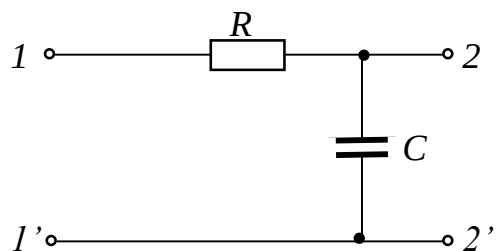
6.1.1 Несимметричным

четыреполюсником является:

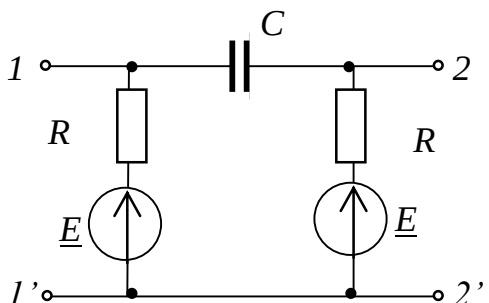
1)



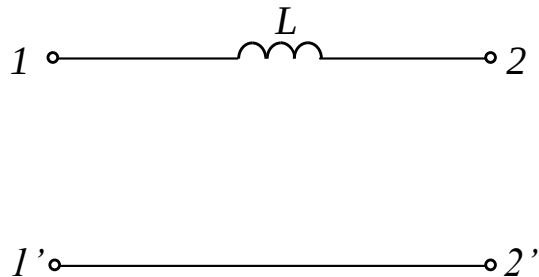
2)



3)



4)



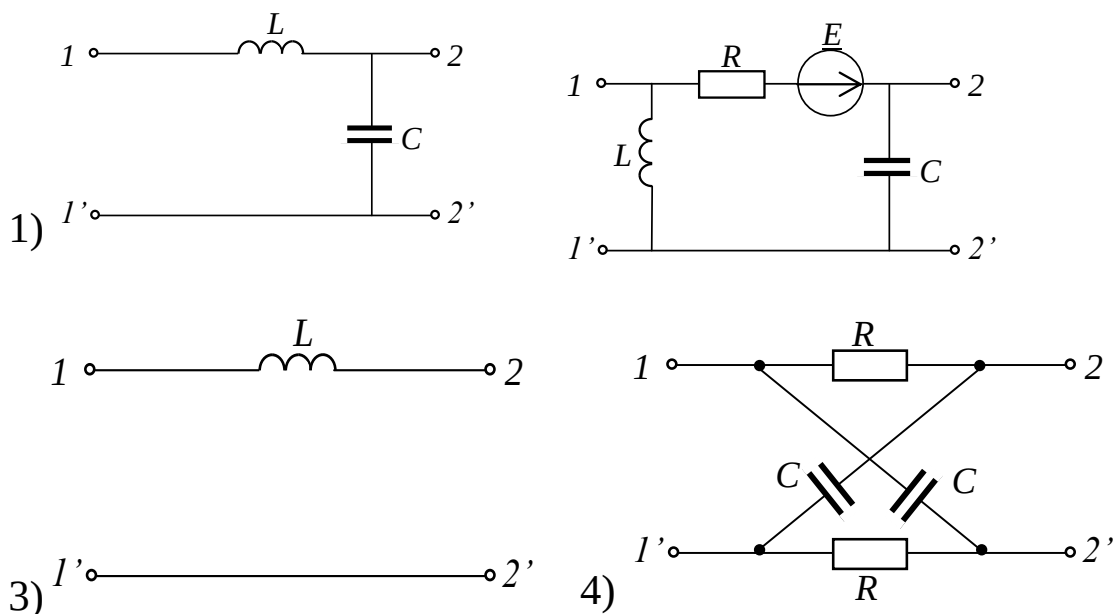
6.1.2 Для линейных четырехполюсников позволяют выразить входные величины $\underline{U}_1$ и $\underline{I}_1$ через выходные $\underline{U}_2$ и $\underline{I}_2$:

- 1) Z-параметры;
- 2) Y-параметры;
- 3) характеристические параметры;
- 4) A-параметры.

6.1.3 A-параметры пассивного четырехполюсника связаны соотношением:

- 1) $\underline{A} = \underline{D}$;
- 2) $\underline{AD} - \underline{BC} = 1$;
- 3) $\underline{AD} + \underline{BC} = 0$;
- 4) $\underline{B} = 1/\underline{C}$.

6.1.4 Активный четырехполюсник изображен на схеме:



6.1.5 Для линейных четырехполюсников позволяют выразить токи $\underline{I}_1$ и $\underline{I}_2$ через напряжения $\underline{U}_1$ и $\underline{U}_2$:

- 1) Z- параметры;
- 2) Y- параметры;
- 3) H- параметры;
- 4) A- параметры.

6.1.6 Для экспериментального определения параметров четырехполюсника используются режимы:

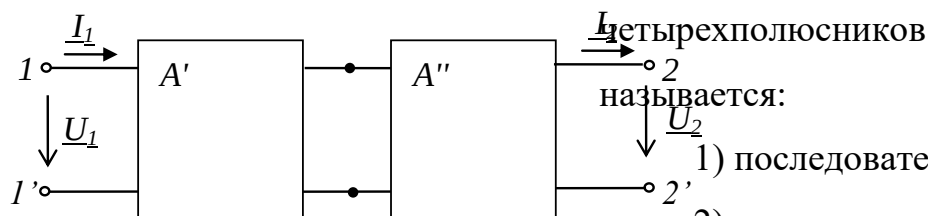
- 1) номинальный и короткого замыкания;
- 2) согласованной нагрузки и холостого хода;
- 3) холостого хода и короткого замыкания;
- 4) номинальный.

6.1.7 Для параметров симметричного четырехполюсника выполняется соотношение:

- 1) $\underline{A}=\underline{D}$;
- 2) $\underline{AD}+\underline{BC}=1$;
- 3) $\underline{DC}=1$;
- 4) $\underline{B}=1/\underline{C}$.

6.1.8

Данный вид соединения



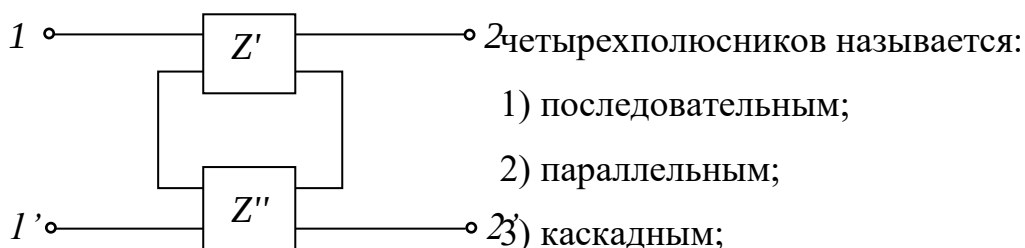
Данный вид соединения

называется:

- 1) последовательным;
- 2) параллельным;
- 3) каскадным;
- 4) смешанным.

6.1.9

Данный вид соединения



Данный вид соединения

называется:

- 1) последовательным;
- 2) параллельным;
- 3) каскадным;
- 4) параллельно-последовательным.

6.1.10 Если поменять местами входные и выходные зажимы

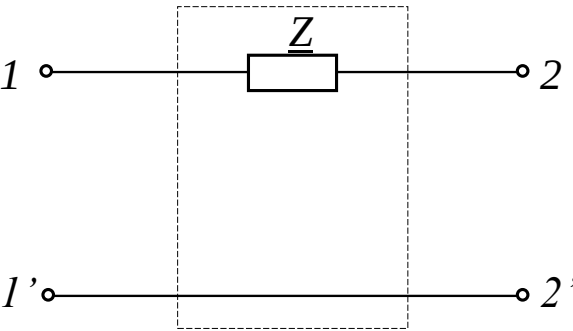
четырехполюсника, то в уравнениях, записанных в системе А- параметров:

- 1) все коэффициенты изменяют знак;
- 2) изменяют знак $\underline{A}$ и $\underline{C}$;
- 3) ничего не изменится;
- 4) поменяются местами $\underline{A}$ и $\underline{D}$.

6.1.11 Сопротивление $\underline{Z}_{1к}$ -это входное сопротивление

- 1) относительно зажимов 1-1' при коротком замыкании на зажимах 2 - 2';
- 2) относительно зажимов 1-1' при холостом ходе на зажимах 1-1';
- 3) относительно зажимов 1-1' при холостом ходе на зажимах 2-2';
- 4) относительно зажимов 2-2' при коротком замыкании на зажимах 1-1'.

6.2. Уравнения и режимы работы четырехполюсников

6.2.1 	A – параметры четыреполюсника равны: 1) $\underline{A} = 1; \underline{B} = 0; \underline{C} = 0; \underline{D} = 1;$ 2) $\underline{A} = 1; \underline{B} = \underline{Z}; \underline{C} = 0; \underline{D} = 1;$ 3) $\underline{A} = 1; \underline{B} = \underline{Z}; \underline{C} = 0,5; \underline{D} = 1;$ 4) $\underline{A} = 1; \underline{B} = 0; \underline{C} = 0,5; \underline{D} = 1.$
6.2.2 Для четырехполюсника с известными уравнениями в системе $\underline{A}$ – параметров: $\begin{cases} \underline{U}_1 = (-1 + j2)\underline{U}_2 + (100 + j100)\underline{I}_2; \\ \underline{I}_1 = j0,02\underline{U}_2 + \underline{I}_2 \end{cases};$ и входным напряжением $\underline{U}_1 = 200$ В, в режиме короткого замыкания на выходе ток $\underline{I}_2$ равен: 1) 1А; 2) $1 + j$ А; 3) $1 - j$ А; 4) $2 + j2$ А.	
6.2.3 Для четырехполюсника с известными уравнениями в системе $\underline{A}$ – параметров: $\begin{cases} \underline{U}_1 = \underline{U}_2 - j200\underline{I}_2; \\ \underline{I}_1 = j0,01\underline{U}_2 + 3\underline{I}_2; \end{cases}$ нагруженного на сопротивление $\underline{Z}_n = -j100$ Ом, при токе $\underline{I}_2 = 0,1$ А комплексное значение напряжения $\underline{U}_1$ равно: 1) $\frac{10}{\sqrt{2}}$ В; 2) $10e^{j90^\circ}$ В; 3) $\frac{30}{\sqrt{2}}e^{-j90^\circ}$ В; 4) $30e^{-j90^\circ}$ В.	

6.2.4

Для четырехполюсника с известными уравнениями в системе $\underline{A}$ – параметров:

$$\begin{cases} \underline{U}_1 = (-1 + j2)\underline{U}_2 + (100 + j100)\underline{I}_2; \\ \underline{I}_1 = j0,02\underline{U}_2 + \underline{I}_2 \end{cases};$$

сопротивление холостого хода $\underline{Z}_{10}$ равно:

- 1) $j100 \text{ Ом};$
- 2) $50 - j100 \text{ Ом};$
- 3) $50 + j50 \text{ Ом};$
- 4) $100 + j50 \text{ Ом}.$

6.2.5

Для четырехполюсника с известными уравнениями в системе $\underline{A}$ – параметров:

$$\begin{cases} \underline{U}_1 = (-1 + j2)\underline{U}_2 + (100 + j100)\underline{I}_2; \\ \underline{I}_1 = j0,02\underline{U}_2 + \underline{I}_2 \end{cases};$$

сопротивление короткого замыкания $\underline{Z}_{1к}$ равно:

- 1) $100 - j50 \text{ Ом};$
- 2) $-j100 \text{ Ом};$
- 3) $100 - j100 \text{ Ом};$
- 4) $100 + j100 \text{ Ом}.$

6.2.6

Для четырехполюсника с известными уравнениями в системе $\underline{A}$ – параметров:

$$\begin{cases} \underline{U}_1 = (1 + j0,5)\underline{U}_2 + 100\underline{I}_2; \\ \underline{I}_1 = j0,005\underline{U}_2 + \underline{I}_2 \end{cases};$$

нагруженного на сопротивление $\underline{Z}_н = j100 \text{ Ом}$, при входном токе

$\underline{I}_1 = 1e^{-j90^\circ} \text{ А}$ ток $\underline{I}_2$ равен:

- 1) $j0,5 \text{ А};$
- 2) $j2 \text{ А};$
- 3) $-j2 \text{ А};$
- 4) $1 \text{ А}.$

6.2.7 Для четырехполюсника с известными уравнениями в системе $\underline{A}$ – параметров: $\begin{cases} \underline{U}_1 = \underline{U}_2 - j200\underline{I}_2 \\ \underline{I}_1 = j0,01\underline{U}_2 + 3\underline{I}_2 \end{cases};$ и напряжением $\underline{U}_2 = 50$ В, в режиме холостого хода на выходных зажимах ток $\underline{I}_{10}$ равен: 1) 0,5А; 2) $j0,5$А; 3) e^{j45° А; 4) $-j0,1$А.
6.2.8 Если для симметричного четырехполюсника $\underline{A} = 0,5e^{j90^\circ}$; $\underline{B} = 10$ Ом, то 1) $\underline{C} = 0,01$ См; $\underline{D} = 0,5e^{j90^\circ}$; 2) $\underline{C} = -0,125$ См; $\underline{D} = 0,5e^{j90^\circ}$; 3) $\underline{C} = -0,075$ См; $\underline{D} = 0,5e^{j90^\circ}$; 4) $\underline{C} = -0,01$ См; $\underline{D} = 1$.
6.2.9 Если для симметричного четырехполюсника $\underline{A} = 0,5$; $\underline{C} = j0,01$ См, то 1) $\underline{Z}_{10} = j20$ Ом; $\underline{Z}_{20} = j20$ Ом; 2) $\underline{Z}_{10} = j50$ Ом; $\underline{Z}_{20} = -j50$ Ом; 3) $\underline{Z}_{10} = j50$ Ом; $\underline{Z}_{20} = j50$ Ом; 4) $\underline{Z}_{10} = -j50$ Ом; $\underline{Z}_{20} = -j50$ Ом.
6.2.10 При известных сопротивлениях четырехполюсника $\underline{Z}_{10} = j10$ Ом; $\underline{Z}_{20} = j20$ Ом; $\underline{Z}_{2к} = 10$ Ом сопротивление $\underline{Z}_{1к}$ равно: 1) 5 Ом;; 2) $j10$ Ом; 3) $-j10$ Ом; 4) 20 Ом.

6.3. Характеристические параметры и передаточные функции

6.3.1 Характеристическими параметрами четырехполюсника являются параметры:

- 1) $\underline{Z}_{10}, \underline{Z}_{20}, \underline{Z}_{1к}, \underline{Z}_{2к};$
- 2) $\underline{A}, \underline{B}, \underline{C}, \underline{D}$
- 3) $\underline{Z}_{вх1}, \underline{Z}_{вх2};$
- 4) $\underline{Z}_{1с}, \underline{Z}_{2с}, \underline{\gamma} = \alpha + j\beta.$

6.3.2 Для режима согласованной нагрузки характерно:

- 1) максимальный входной ток;
- 2) максимальное напряжение на нагрузке;
- 3) максимальный ток через нагрузку;
- 4) максимальная мощность на нагрузке.

6.3.3

Симметричному четырехполюснику в режиме согласованной нагрузки с известными напряжениями на входе и выходе: $\underline{U}_1 = 100e^{j90^\circ}$ В, $\underline{U}_2 = 50e^{j45^\circ}$ В, соответствуют коэффициент затухания α и коэффициент фазы β :

- 1) 0,5 Нп и 45° ;
- 2) 0,69 Нп и 45° ;
- 3) 2 Нп и -45° ;
- 4) 0,82 Нп и -45° .

6.3.4 Для симметричного четырехполюсника в режиме согласованной нагрузки с известными током $\underline{I}_1 = j0,5$ А и мерой передачи $\underline{\gamma} = \alpha + j\beta = 1,5 + j\pi/2$ ток $\underline{I}_2$ равен:

- 1) $-j0,303$;
- 2) 0,112;
- 3) $j0,824$;
- 4) 0,824.

6.3.5 Для четырехполюсника с известными сопротивлениями холостого хода и короткого замыкания: $\underline{Z}_{10} = j10 \text{ Ом}$, $\underline{Z}_{1к} = j20 \text{ Ом}$ характеристическое сопротивление $\underline{Z}_{1с}$ равно:

- 1) $j14,14 \text{ Ом}$;
- 2) $-j14,14 \text{ Ом}$;
- 3) $28,28 \text{ Ом}$;
- 4) $j20 \text{ Ом}$.

6.3.6 Если коэффициент затухания α каскадного соединения двух одинаковых четырехполюсников в режиме согласованной нагрузки равен 3,6 Нп, то коэффициент затухания одного четырехполюсника равен:

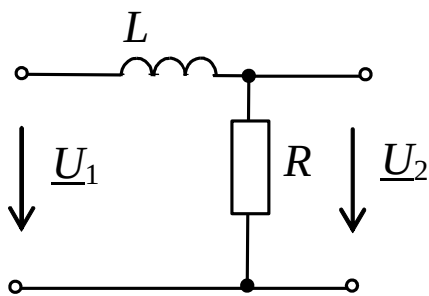
- 1) 1,8 Нп;
- 2) 3,75 Нп;
- 3) 1,2 Нп;
- 4) 0,5 Нп.

6.3.7 Для четырехполюсника, нагруженного на сопротивление $\underline{Z}_н = 200 \text{ Ом}$, с известными комплексами входного напряжения $\underline{U}_1 = 100e^{j45^\circ} \text{ В}$ и выходного тока $\underline{I}_2 = 0,1e^{-j30^\circ} \text{ А}$ коэффициент передачи по напряжению $\underline{K}_U$ равен:

- 1) $0,5e^{j75^\circ}$;
- 2) $0,1e^{j45^\circ}$;
- 3) $0,2e^{-j75^\circ}$;
- 4) $0,5e^{j30^\circ}$.

6.3.8

Если $X_L = 40 \text{ Ом}$, $R = 30 \text{ Ом}$, то коэффициент передачи по напряжению равен:



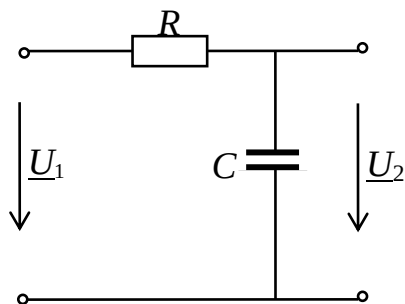
- 1) $0,5e^{j75^\circ}$;
- 2) $0,814e^{j30^\circ}$;
- 3) $0,6e^{-j53^\circ}$;

4) $0,2e^{-j30^0}$.

6.3.9 Для четырехполюсника, нагруженного на сопротивление $Z_H = -j50$ Ом с известными комплексами входного тока $I_1 = 2e^{j60^0}$ А и выходного напряжения $U_2 = 25$ В коэффициент передачи по току K_I равен:

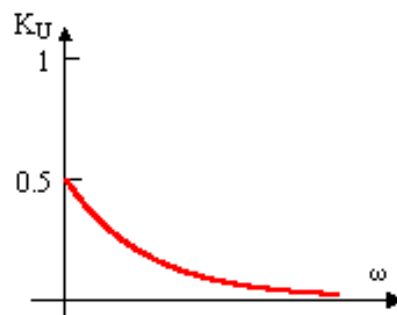
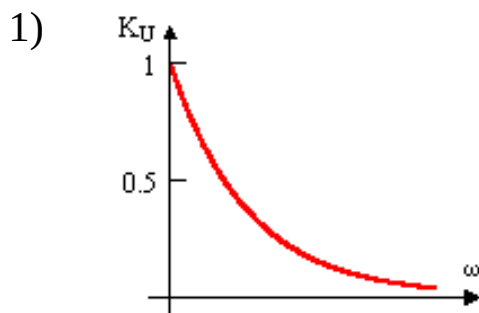
- 1) $4e^{j30^0}$;
- 2) $0,5e^{j90^0}$;
- 3) $0,25e^{j30^0}$;
- 4) $0,2e^{-j30^0}$.

6.3.10

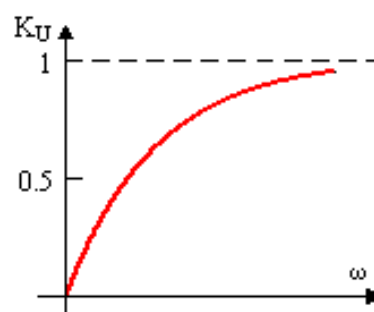
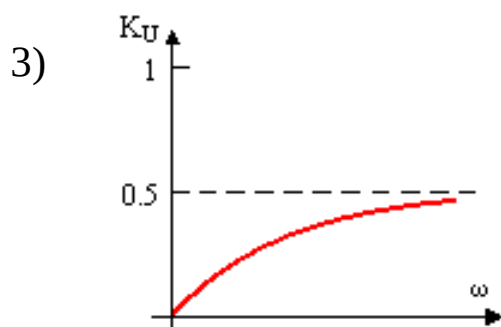


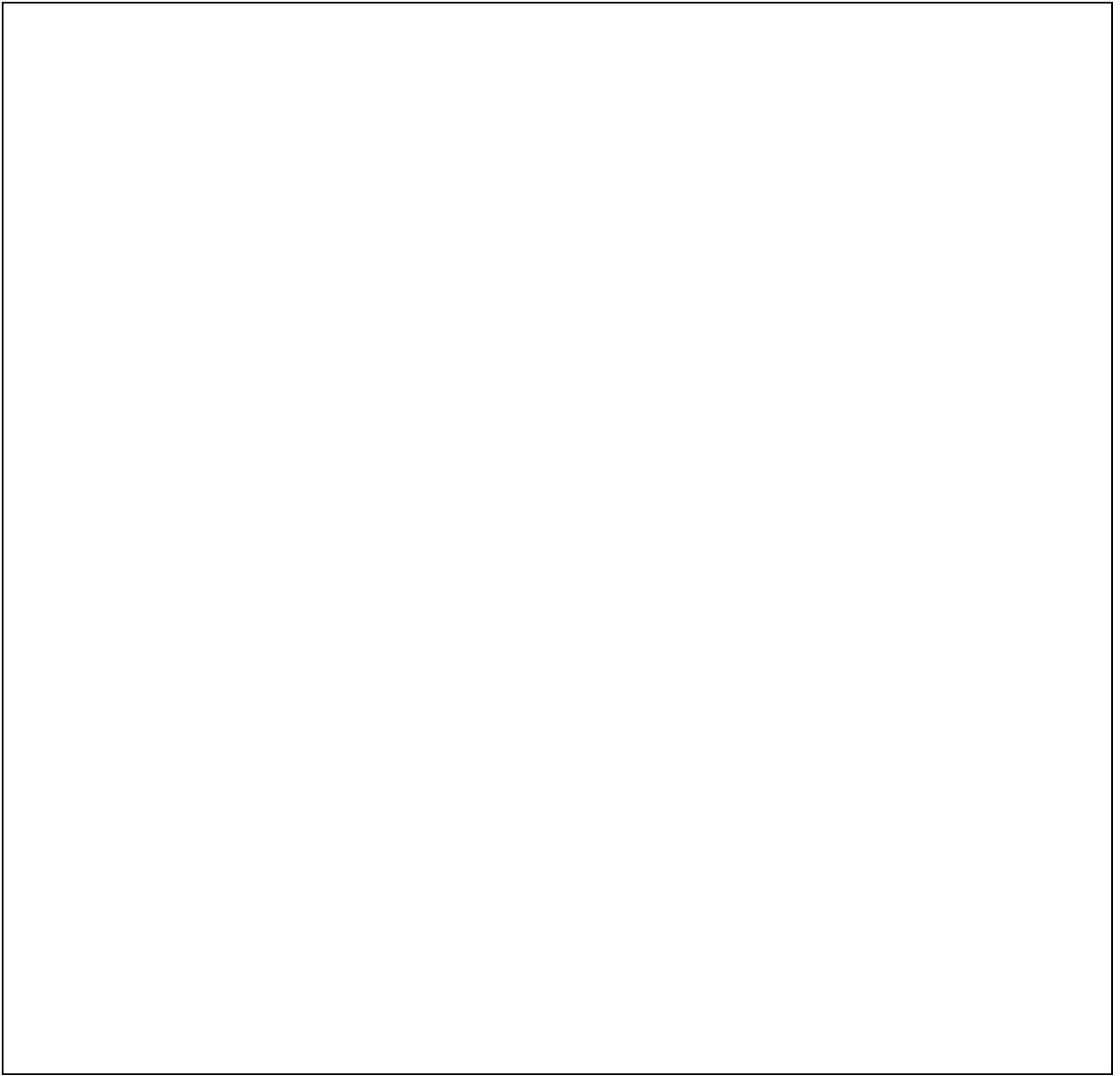
Заданному четырехполюснику соответствует АЧХ коэффициента передачи по напряжению:

2)



4)

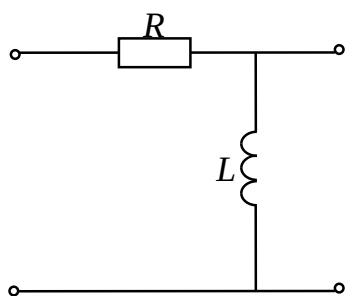




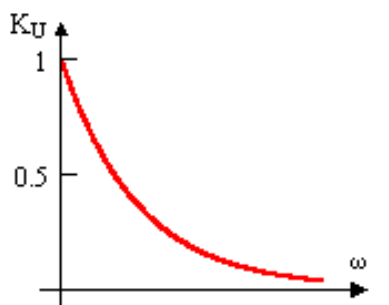
6.3.11

Заданному четырехполюснику

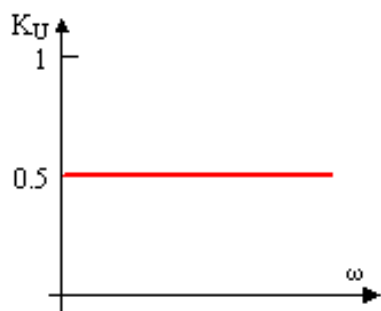
соответствует АЧХ коэффициента
передачи по напряжению:



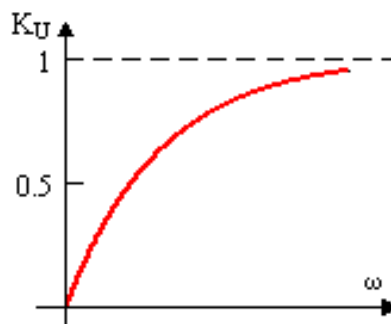
1)



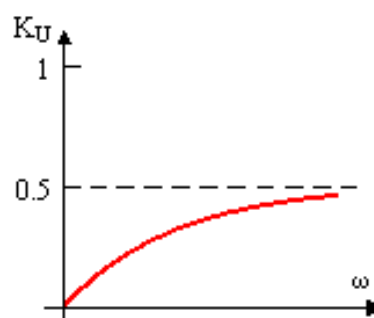
3)



2)



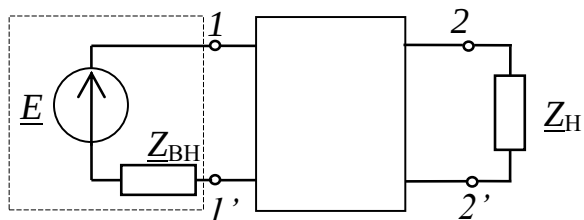
4)



6.3.12

Чтобы четырехполюсник

работал в режиме согласованной
нагрузки, необходимо
выполнения условий:



1) $\underline{Z}_H = 0, \underline{Z}_{BH} = 0;$

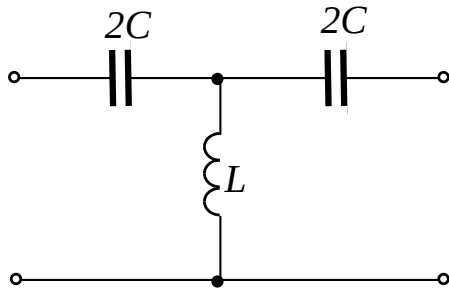
2) $\underline{Z}_{BH} = \underline{Z}_{BX1}, \underline{Z}_H = \infty;$

3) $\underline{Z}_{BH} = 0, \underline{Z}_H = \underline{Z}_{BX2};$

4) $\underline{Z}_{BH} = \underline{Z}_{BX1}, \underline{Z}_H = \underline{Z}_{BX2}.$

6.4. Электрические фильтры

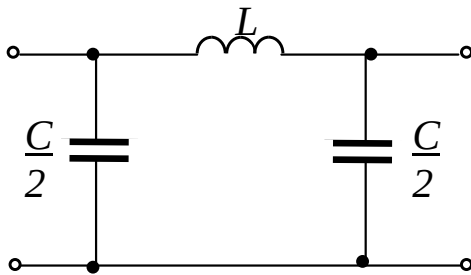
6.4.1



Изображенный на рисунке фильтр является:

- 1) низкочастотным;
- 2) высокочастотным;
- 3) полосовым;
- 4) заграждающим.

6.4.2



Изображенный на рисунке фильтр является:

- 1) низкочастотным;
- 2) высокочастотным;
- 3) полосовым;
- 4) заграждающим.

6.4.3



Фильтр, для которого на рисунке показана зависимость коэффициента затухания α от частоты ω , является:

- 1) высокочастотным;
- 2) полосовым;
- 3) низкочастотным;
- 4) заграждающим.

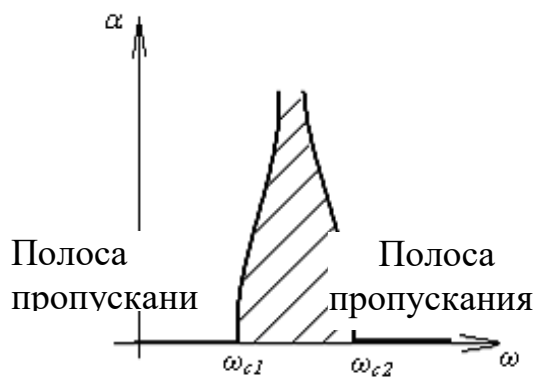
6.4.4



Фильтр, для которого на рисунке показана зависимость коэффициента затухания α от частоты ω , является:

- 1) низкочастотным;
- 2) полосовым;
- 3) высокочастотным;
- 4) заграждающим.

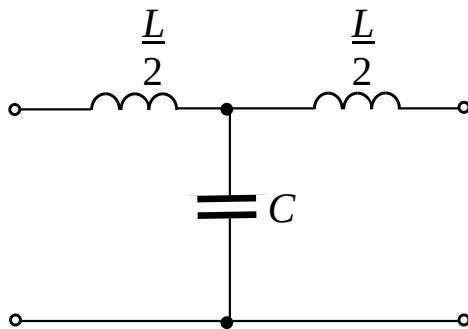
6.4.5



Фильтр, для которого на рисунке показана зависимость коэффициента затухания α от частоты ω , является:

- 1) низкочастотным;
- 2) высокочастотным;
- 3) полосовым;
- 4) заграждающим.

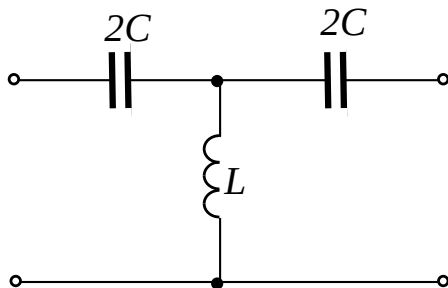
6.4.6



Для ФНЧ с параметрами $L=4$ мГн, $C=0,1$ мкФ полоса пропускания составляет:

- 1) от $\omega=0$ до $\omega=2000$ рад/с;
- 2) от $\omega=100000$ рад/с до $\omega=\infty$;
- 3) от $\omega=0$ до $\omega=100000$ рад/с;
- 4) от $\omega=2000$ рад/с до $\omega=100000$ рад/с.

6.4.7



Для ФВЧ с параметрами $L = 9$ мГн и $C = 10$ мкФ частота среза ω_c равна:

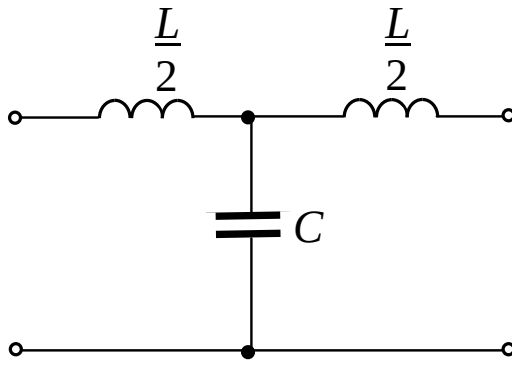
- 1) 1667 рад/с;
- 2) 6667 рад/с;
- 3) 1077 рад/с;
- 4) 267 рад/с.

6.4.8 Параметры фильтров типа k удовлетворяют соотношению:

- 1) $\underline{Z}_1 + \underline{Z}_2 = k^2$;
- 2) $\underline{Z}_1 / \underline{Z}_2 = k^2$;
- 3) $\underline{Z}_1 \underline{Z}_2 = k^2$;
- 4) $\underline{Z}_1 / \underline{Z}_2 = \omega^2 LC$.

6.4.9

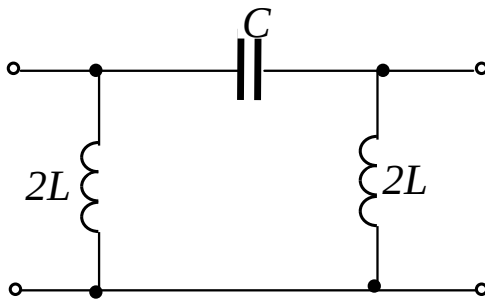
Частота среза ω_C фильтра определяется по формуле:



- 1) $\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$;
- 2) $\frac{2}{\sqrt{LC}}$;
- 3) $\frac{1}{2\sqrt{LC}}$;
- 4) $\frac{1}{\sqrt{LC}}$.

6.4.10

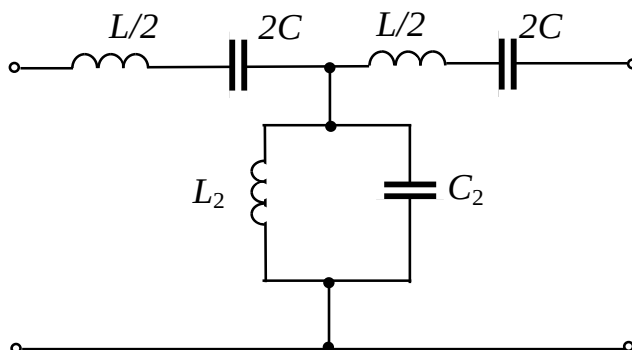
Частота среза ω_C фильтра определяется по формуле:



- 1) $\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$;
- 2) $\frac{2}{\sqrt{LC}}$;
- 3) $\frac{1}{2\sqrt{LC}}$;
- 4) $\frac{1}{\sqrt{LC}} = \omega$

6.4.11

Полоса задерживания фильтра составляет:



- 1) от $\omega = 0$ до $\omega = \omega_C$;
- 2) от $\omega = \omega_C$ до $\omega = \infty$;
- 3) от $\omega = \omega_{C1}$ до $\omega = \omega_{C2}$;
- 4) от $\omega = 0$ до $\omega = \omega_{C1}$ и от $\omega = \omega_{C2}$ до $\omega = \infty$.

7. Цепи с распределенными параметрами

Краткие теоретические сведения

Однородная длинная линия (ОДЛ)

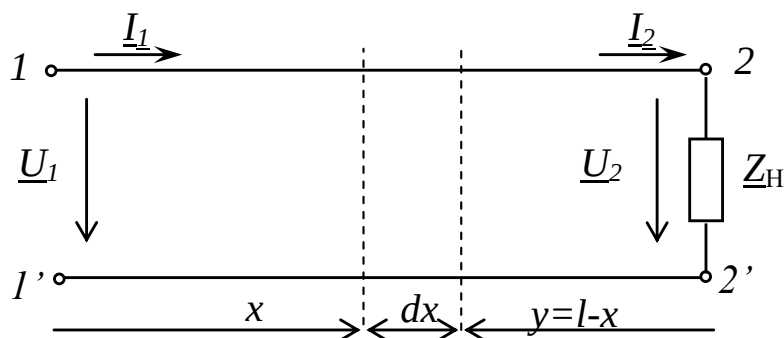
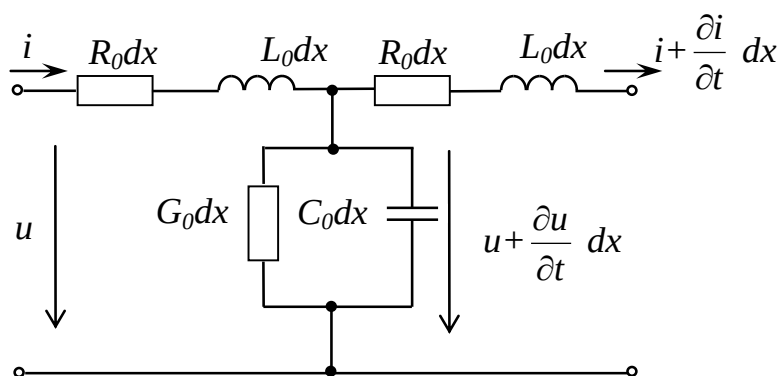


Схема замещения участка ОДЛ длиной dx



R_0 [Ом/км], L_0 [Гн/км], G_0 [См/км], C_0 [Ф/км] – первичные параметры линии.

Уравнения для ОДЛ в дифференциальной форме

$$\begin{cases} -\frac{\partial u}{\partial x} = R_0 i + L_0 \frac{\partial i}{\partial t}, \\ -\frac{\partial i}{\partial x} = G_0 u + C_0 \frac{\partial u}{\partial t}. \end{cases}$$

Уравнения для ОДЛ в комплексной форме

$$\begin{cases} -\frac{dU}{dx} = (R_0 + j\omega L_0)\underline{I} = \underline{Z}_0 \underline{I}, \\ -\frac{dI}{dx} = (G_0 + j\omega C_0)\underline{U} = \underline{Y}_0 \underline{U}. \end{cases}$$

Волновое уравнение линии

$$\frac{d^2 \underline{U}}{dx^2} = (R_0 + j\omega L_0)(G_0 + j\omega C_0) \underline{U} = \underline{Z}_0 \underline{Y}_0 \underline{U} = \underline{\gamma}^2 \underline{U}$$

и его решение для напряжения

$$\underline{U}(x) = \underline{A}_1 e^{-\underline{\gamma}x} + \underline{A}_2 e^{\underline{\gamma}x}$$

и тока

$$\underline{I} = -\frac{1}{R_0 + j\omega L_0} \frac{d\underline{U}}{dx} = \sqrt{\frac{G_0 + j\omega C_0}{R_0 + j\omega L_0}} \cdot (\underline{A}_1 e^{-\underline{\gamma}x} - \underline{A}_2 e^{\underline{\gamma}x}) = \frac{1}{\underline{Z}_C} \cdot (\underline{A}_1 e^{-\underline{\gamma}x} - \underline{A}_2 e^{\underline{\gamma}x})$$

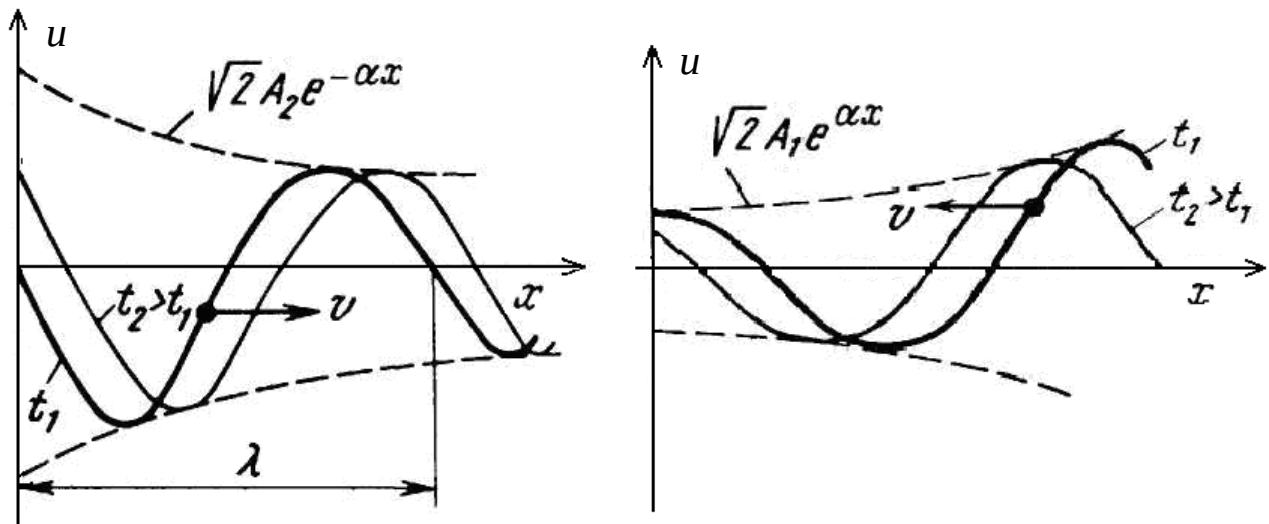
Здесь $\underline{\gamma} = \sqrt{(R_0 + j\omega L_0)(G_0 + j\omega C_0)} = \sqrt{\underline{Z}_0 \underline{Y}_0} = \alpha + j\beta$ – коэффициент распространения, α – коэффициент затухания, β – коэффициент фазы,

$\underline{Z}_C = \sqrt{\frac{\underline{Z}_0}{\underline{Y}_0}} = \sqrt{\frac{R_0 + j\omega L_0}{G_0 + j\omega C_0}}$ – волновое сопротивление.

Мгновенное значение напряжения в линии

$$u(x, t) = A_1 \sqrt{2} e^{-\alpha x} \sin(\omega t - \beta x + \psi_1) + A_2 \sqrt{2} e^{\alpha x} \sin(\omega t + \beta x + \psi_2) = \\ = u_{\text{прям}}(x, t) + u_{\text{обр}}(x, t).$$

Прямая и обратная волны напряжения:



$\lambda = \frac{2\pi}{\beta}$ – длина волны, $v_\phi = \frac{\omega}{\beta}$ – фазовая скорость.

Линия без искажений

$$\frac{L_{\text{доп}} + L_0}{R_0} = \frac{C_0}{G_0} \quad - \text{условие неискажающей линии.}$$

$$\underline{Z}_C = \sqrt{\frac{R_0}{G_0}} = \sqrt{\frac{L_{\text{доп}} + L_0}{C_0}}, \quad \alpha = \sqrt{R_0 G_0}, \quad \beta = \omega \sqrt{(L_{\text{доп}} + L_0) C_0},$$

$$v_{\phi} = \frac{\omega}{\beta} = \frac{1}{\sqrt{(L_{\text{доп}} + L_0) C_0}}.$$

Линия без потерь

$$R_0 = 0, \quad G_0 = 0,$$

$$\underline{Z}_C = \sqrt{\frac{L_0}{C_0}}, \quad \alpha = 0, \quad \beta = \omega \sqrt{L_0 C_0}, \quad v_{\phi} = \frac{\omega}{\beta} = \frac{1}{\sqrt{L_0 C_0}}.$$

7.1. Режимы работы цепи с распределенными параметрами

7.1.1

Электрическая цепь считается цепью с распределенными параметрами, если:

- 1) ее длина $l > 1000$ км;
- 2) частота изменения токов и напряжений $f > 10$ МГц;
- 3) ее физическая длина l сопоставима с длиной волны λ ;
- 4) сопротивление нагрузки равно бесконечности.

7.1.2

Для режима согласованной нагрузки длинной линии характерны:

- 1) отсутствие затухания;
- 2) равенство мощности отраженной волны и мощности падающей волны;
- 3) равенство входного тока и тока в нагрузке;
- 4) максимальная мощность в нагрузке.

7.1.3 Если для токов и напряжений в начале и в конце линии выполняется соотношение $\underline{U}_1/\underline{U}_2 = \underline{I}_1/\underline{I}_2$, то:

- 1) линия на конце разомкнута;
- 2) линия на конце замкнута накоротко;
- 3) линии без искажений, нагрузка любая;
- 4) линия нагружена волновым сопротивлением.

7.1.4

Если в середине линии, нагруженной волновым сопротивлением, напряжение составляет $0,9U_{\text{вх}}$, то в конце линии оно составит:

- 1) $0,45U_{\text{вх}}$;
- 2) $0,81U_{\text{вх}}$;
- 3) $1,8U_{\text{вх}}$;
- 4) $U_{\text{вх}}$.

7.1.5

Если в длинной линии отсутствует отраженная волна, то:

- 1) линия на конце разомкнута;
- 2) линия нагружена волновым сопротивлением;
- 3) линия является неискажающей;
- 4) линия на конце замкнута накоротко.

7.1.6

Если в линии длиной 1 км входное напряжение $U_1=100$ В, а выходное напряжение $U_2=95$ В, то коэффициент затухания α равен:

- 1) 0,05 Нп/км;
- 2) 1,05 Нп/км;
- 3) 0,02 Нп/км;
- 4) 0,5 Нп/км.

7.1.7

Для однородной линии с коэффициентом фазы $\beta = 0,2$ рад/км и частотой изменения напряжения $\omega = 10^3$ рад/с фазовая скорость $v_{\text{ф}}$ равна:

- 1) 300 км/с;
- 2) 500 км/с;
- 3) 3000000 км/с;
- 4) 5000 км/с.

7.1.8

Первичными параметрами однородной длинной линии являются:

- 1) входные сопротивления в режимах холостого хода и короткого замыкания;
- 2) ток и напряжение в начале линии;
- 3) продольное сопротивление и поперечная проводимость на единицу длины линии;
- 4) сопротивление, индуктивность, проводимость, емкость на единицу длины линии.

7.1.9

Для однородной длинной линии с продольным сопротивлением $\underline{Z}_0 = 100e^{j45^\circ}$ Ом/км и поперечной проводимостью $\underline{Y}_0 = 0,04 \cdot 10^{-4} \cdot e^{-j75^\circ}$ См/км волновое сопротивление $\underline{Z}_C$ равно:

- 1) $0,04 \cdot 10^{-4} \cdot e^{-j30^\circ}$ Ом;
- 2) $0,02 \cdot 10^{-4} \cdot e^{-j45^\circ}$ Ом;
- 3) $200 \cdot e^{j30^\circ}$ Ом;
- 4) $5000 \cdot e^{j60^\circ}$ Ом.

7.1.10

Для однородной длинной линии с фазовой скоростью $v_{\phi} = 251200$ км/с на частоте $f = 1000$ Гц коэффициент фазы β равен:

- 1) 0,1 рад/км;
- 2) 0,02 рад/км;
- 3) 0,025 рад/км;
- 4) 0,01 рад/км.

7.1.11

За время, равное одному периоду синусоидального напряжения на входе длинной линии, электромагнитная волна проходит расстояние, равное:

- 1) длине волны λ ;
- 2) половине длины линии $l/2$;
- 3) 1 км;
- 4) длине линии l .

7.1.12

Для однородной линии с коэффициентом фазы $\beta=0,001$ рад/км длина волны равна:

- 1) 3140 км;
- 2) 2140 км;
- 3) 6280 км;
- 4) 1100 км.

7.1.13

Если в середине линии, нагруженной волновым сопротивлением, фаза напряжения отличается от фазы выходного напряжения на 10° , то фаза напряжения на входе линии отличается от фазы выходного напряжения на:

- 1) 40° ;
- 2) -10° ;
- 3) 20° ;
- 4) 0° .

7.1.14

Для однородной длинной линии с волновым сопротивлением $\underline{Z}_C = 2000e^{-j30^\circ}$ Ом и поперечной проводимостью $\underline{Y}_0 = 0,05 \cdot 10^{-3} e^{j75^\circ}$ См/км продольное сопротивление $\underline{Z}_0$ равно:

- 1) $200e^{j15^\circ}$ Ом/км;
- 2) $0,1e^{j45^\circ}$ Ом/км;
- 3) $0,02e^{-j45^\circ}$ Ом/км;
- 4) $1000 e^{j15^\circ}$ Ом/км.

7.1.15

Отсутствие затухания и искажения сигналов при любой нагрузке характерно

- 1) для линии, физическая длина которой равна длине волны;
- 2) для линии без потерь;
- 3) для линии без искажений;
- 4) для однородной двухпроводной линии.

7.2. Линии без искажений. Линии без потерь

7.2.1

Линии без потерь соответствуют параметры:

- 1) $R_0 = \frac{1}{G_0}$, $\alpha = 0$;
- 2) $R_0 = 0$, $\omega L_0 = \frac{1}{\omega C_0}$;
- 3) $R_0 = 0$, $G_0 = 0$, $\alpha = 0$;
- 4) $\alpha = \sqrt{R_0 G_0}$, $\beta = \frac{\omega}{\sqrt{L_0 C_0}}$.

7.2.2

Линия является неискажающей, если:

- 1) напряжение на нагрузке равно напряжению источника;
- 2) форма сигнала при прохождении его по линии не изменяется;
- 3) форма сигнала в конце линии синусоидальна;
- 4) мощность приемника равна мощности источника.

7.2.3

Для линии без потерь с параметрами $L_0 = 0,04$ Гн/км; $C_0 = 10^{-8}$ Ф/км фазовая скорость v_f равна:

- 1) 50000 км/с;
- 2) скорости света;
- 3) 5000 км/с;
- 4) 10000 км/с.

7.2.4

Для линии без потерь при любой нагрузке характерно:

- 1) отсутствие отраженной волны;
- 2) возникновение стоячих волн;
- 3) отсутствие передачи энергии вдоль линии;
- 4) отсутствие затухания и искажения сигналов.

7.2.5

Если в линии без потерь возникли стоячие волны, то сопротивление нагрузки линии:

- 1) равно нулю;
- 2) равно бесконечности;
- 3) чисто индуктивное;
- 4) может быть равно нулю, равно бесконечности или чисто реактивным.

7.2.6

Коэффициенты затухания и фазы линии без искажений определяются выражениями:

- 1) $\alpha = \sqrt{R_0 G_0}$, $\beta = \omega \sqrt{L_0 C_0}$;
- 2) $\alpha = \sqrt{R_0 + 1/G_0}$, $\beta = \omega L_0$;
- 3) $\alpha = \sqrt{R_0 G_0}$, $\beta = 0$;
- 4) $\alpha = 0$, $\beta = \omega \sqrt{L_0 C_0}$.

7.2.7

Для линии без потерь с первичными параметрами $R_0=0$ Ом/км, $L_0=0,01$ Гн/км; $G_0=0$ См/км; $C_0=10^{-8}$ Ф/км волновое сопротивление равно:

- 1) 100 Ом;
- 2) 1000 Ом;
- 3) 2000 Ом;
- 4) $100+j100$ Ом.

7.2.8

Если в линии без потерь со скоростью света $c = 3 \cdot 10^8$ м/с распространяется сигнал частоты $f = 10$ МГц, то длина волны в линии равна:

- 1) 300 км;
- 2) 30 км;
- 3) 30 м;
- 4) 3 км.

7.2.9

Чтобы в линии отсутствовали искажения, ее параметры должны удовлетворять соотношению:

$$1) R_0 = \frac{1}{G_0};$$

$$2) \omega L_0 = \frac{1}{C_0 \omega};$$

$$3) Z_0 Y_0 = 1;$$

$$4) \frac{R_0}{G_0} = \frac{L_0}{C_0}.$$

7.2.10

Чтобы однородная длинная линия с первичными параметрами $R_0 = 2 \text{ Ом/км}$, $L_0 = 0,01 \text{ Гн/км}$; $G_0 = 10^{-6} \text{ См/км}$; $C_0 = 10^{-8} \text{ Ф/км}$ стала неискажающей, необходимо включить дополнительную индуктивность $L_{\text{доп}}$, равную:

$$1) 0,01 \text{ Гн};$$

$$2) 0,005 \text{ Гн};$$

$$3) 0,015 \text{ Гн};$$

$$4) 0,02 \text{ Гн}.$$

7.2.11

Если неискажающая однородная длинная линия имеет первичные параметры $R_0 = 4 \text{ Ом/км}$, $G_0 = 10^{-6} \text{ См/км}$, то коэффициент затухания равен:

$$1) 2 \cdot 10^{-3} \text{ Нп/км};$$

$$2) 4 \cdot 10^{-6} \text{ Нп/км};$$

$$3) 4 \cdot 10^{-3} \text{ Нп/км};$$

$$4) 8 \cdot 10^{-3} \text{ Нп/км}.$$

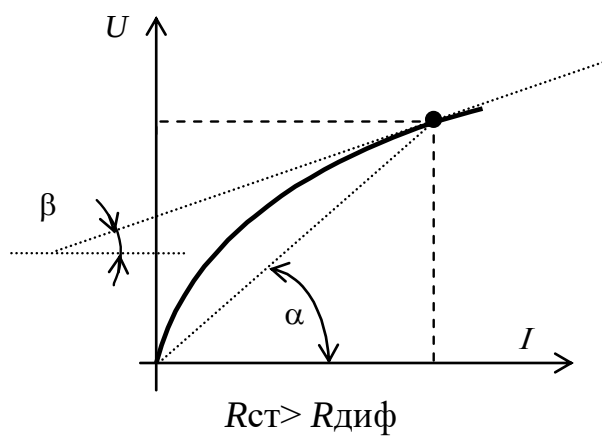
8. Нелинейные электрические и магнитные цепи

Краткие теоретические сведения

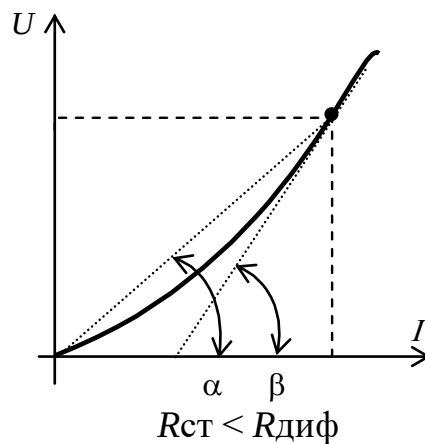
Нелинейные цепи постоянного тока

Статическое и дифференциальное сопротивление

$$R_{\text{ст}} = U/I = m_R \operatorname{tg} \alpha$$

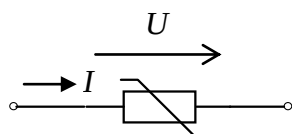


$$R_{\text{диф}} = dU/dI = m_R \operatorname{tg} \beta$$



Схемы замещения нелинейных элементов

Нелинейный элемент



ВАХ

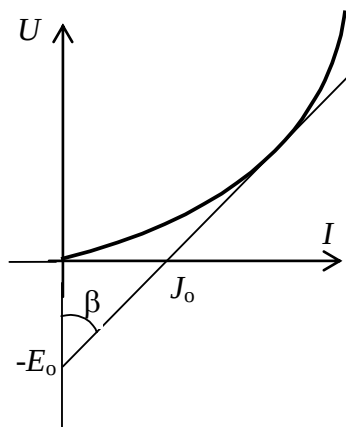
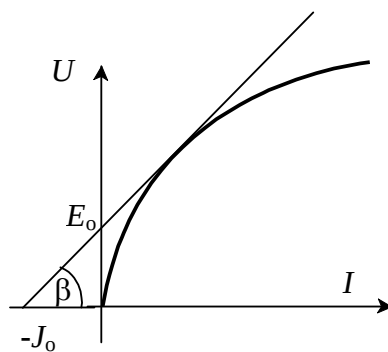
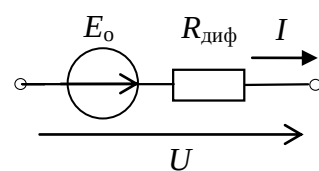
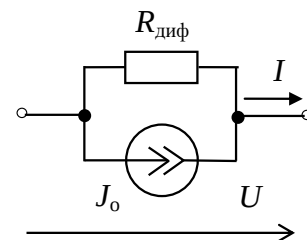
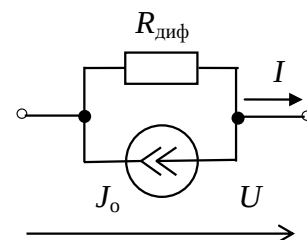
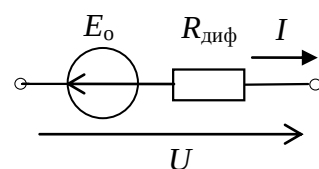
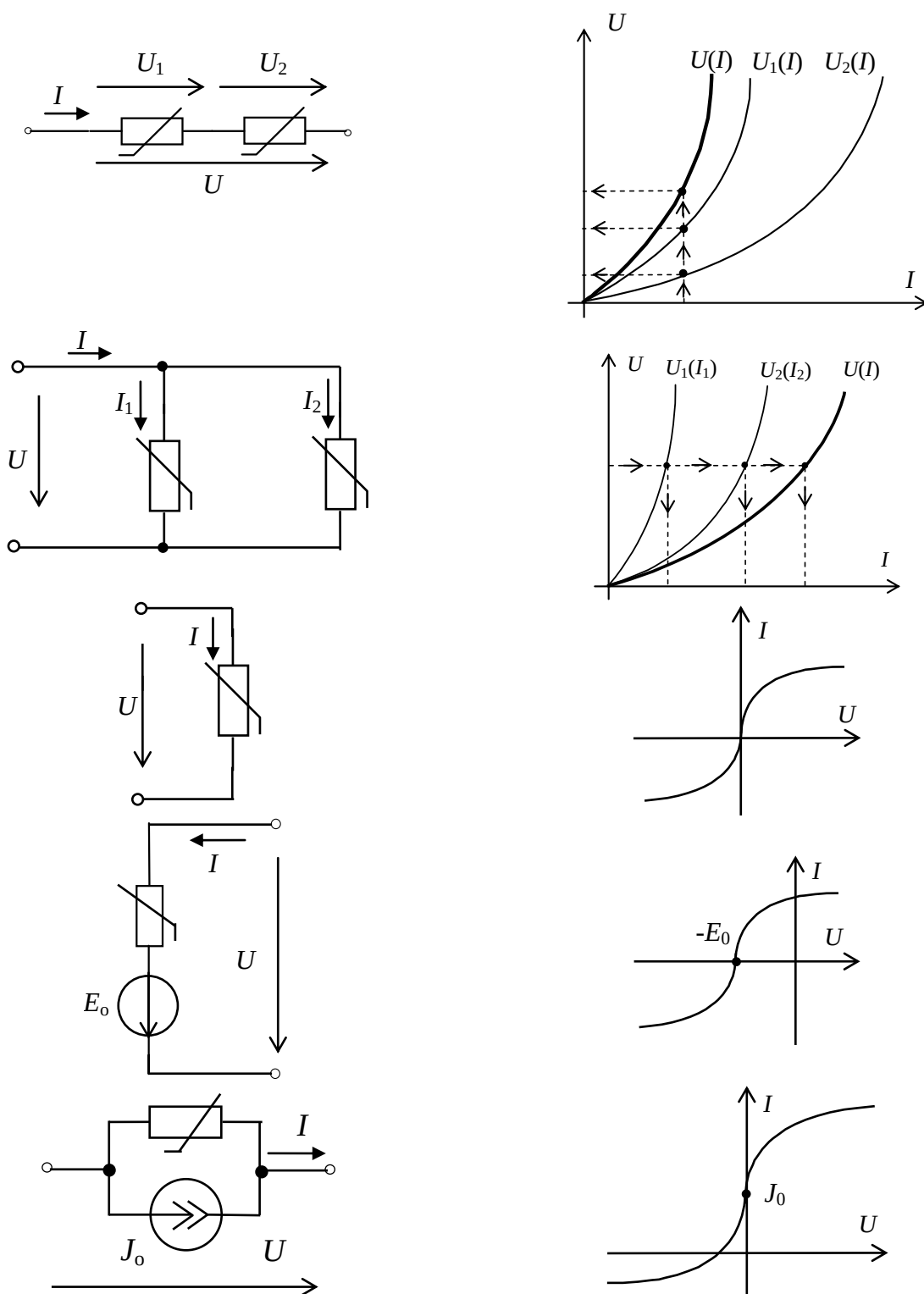


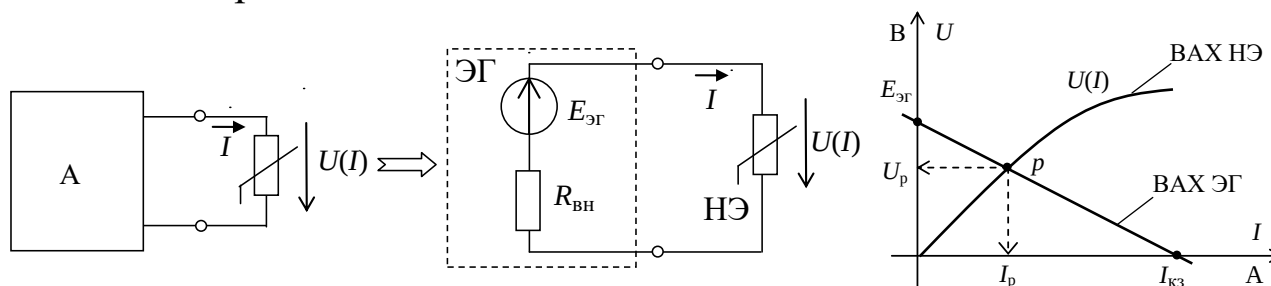
Схема замещения



Метод эквивалентных характеристик Схема BAX



Расчет разветвленной цепи с одним нелинейным элементом



Основные величины и зависимости, характеризующие магнитное поле

Магнитная индукция B (Тл)

$$B = \mu\mu_0 H, \quad \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн/м.}$$

Напряженность магнитного поля H (А/м)

$$\oint_l \vec{H} d\vec{l} = \sum i, \quad \sum_k H_k l_k = \sum I W.$$

Магнитный поток Φ (Вб)

$$\Phi = \oint_s \vec{B} d\vec{S} = 0, \quad \sum_k \Phi_k = 0.$$

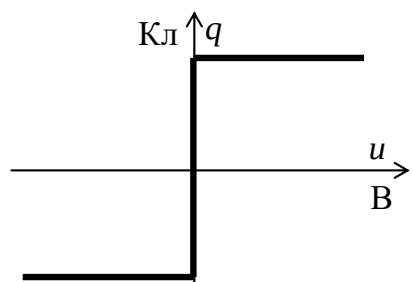
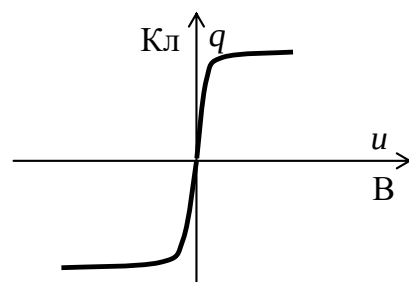
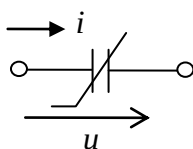
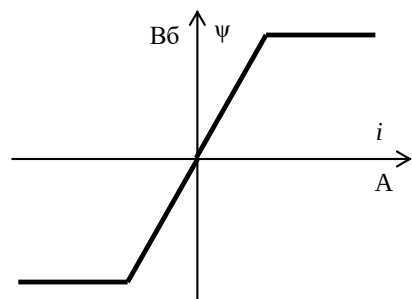
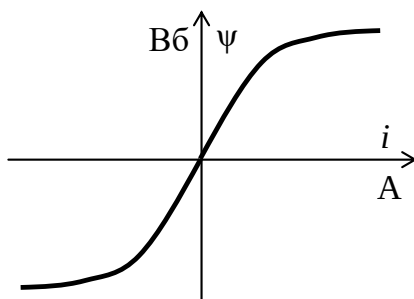
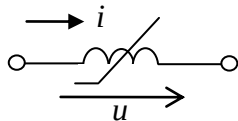
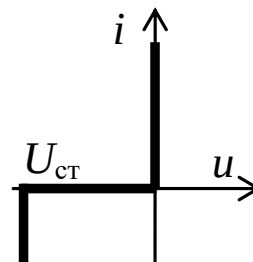
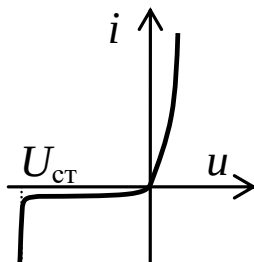
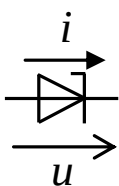
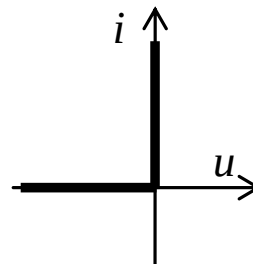
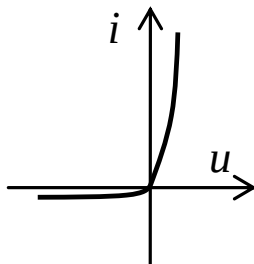
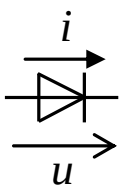
Формальная аналогия между электрической и магнитной цепями постоянного тока

Электрическая цепь	Магнитная цепь
Ток I	Поток Φ
Электрическое напряжение U	Магнитное напряжение $U_M = \sum H_k l_k$
ЭДС E	МДС $F = IW$
Электрическая проводимость γ	Магнитная проницаемость μ
Электрическое сопротивление	Магнитное сопротивление
$R = 1/\gamma S$	$R_M = l_{cp} / \mu\mu_0 S$
Закон Ома	Закон Ома
$I = U/R$	$\Phi = U_M / R_M$
Первый закон Кирхгофа	Первый закон Кирхгофа
$\sum I = 0$	$\sum \Phi = 0$
Второй закон Кирхгофа	Второй закон Кирхгофа
$\sum IR = \sum E$	$\sum Hl = \sum F$

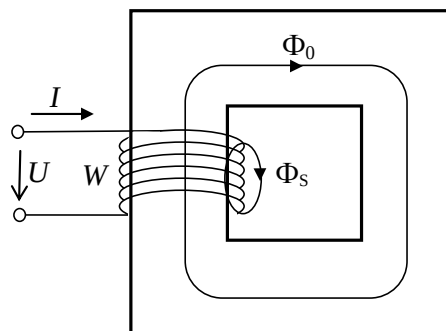
Расчет нелинейных цепей переменного тока

Метод кусочно-линейной аппроксимации

Элемент	ВАХ элемента	
электрической цепи	реального	идеализированного

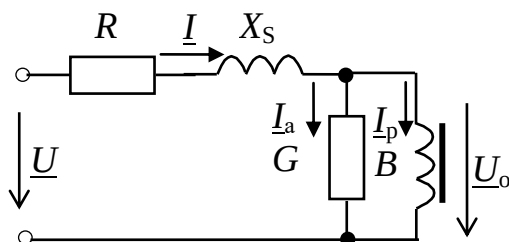


Метод эквивалентных синусоид



$$u = Ri + L_s \frac{di}{dt} + W \frac{d\Phi_0}{dt},$$

$$\underline{U} = R\underline{I} + j\omega L_s \underline{I} + j\omega W \underline{\Phi}_0.$$



$$I = \sqrt{I_a^2 + I_p^2},$$

$$\operatorname{tg} \varphi = I_p / I_a,$$

$$I_a = P_{CT} / U_0 = G U_0,$$

$$I_p = Q_{CT} / U_0 = B U_0.$$

$$U_0 = 4,44 \cdot f \cdot W \cdot S \cdot B_m.$$

$$I = \sqrt{I_1^2 + I_3^2 + I_5^2 + I_7^2 + \dots}.$$

8.1. Основные определения и понятия

8.1.1

В нелинейных инерционных элементах нелинейность ВАХ обусловлена:

- 1) температурой;
- 2) временем;
- 3) внешним магнитным полем;
- 4) свойствами p - n перехода.

8.1.2

Вольт-амперная характеристика лампы накаливания является:

- 1) линейной;
- 2) симметричной;
- 3) несимметричной;
- 4) синусоидальной.

8.1.3

При периоде входного сигнала меньшем, чем постоянная времени изменения сопротивления, лампа накаливания относится к

- 1) нелинейным безынерционными элементами;
- 2) линейными элементами;
- 3) нелинейными инерционными элементами;
- 4) нелинейными реактивными элементами.

8.1.4

Выпрямительный диод на рабочей частоте 50 Гц относится к

- 1) нелинейным безынерционными элементами;
- 2) линейными элементами;
- 3) нелинейными инерционными элементами;
- 4) нелинейными реактивными элементами.

8.1.5

Стабилитрон на рабочей частоте 50 Гц относится к

- 1) нелинейным безынерционными элементами;
- 2) линейными элементами;
- 3) нелинейными инерционными элементами;
- 4) нелинейными реактивными элементами.

8.1.6

Нелинейность катушки индуктивности обусловлена:

- 1) приложенным к катушке напряжением;
- 2) числом витков катушки;
- 3) величиной тока через катушку;
- 4) ферромагнитными свойствами сердечника.

8.1.7

Нелинейные свойства конденсатора обусловлены:

- 1) приложенным к конденсатору напряжением;
- 2) площадью обкладок конденсатора;
- 3) расстоянием между обкладками конденсатора;
- 4) нелинейными свойствами диэлектрика.

8.1.8

Режим насыщения нелинейной катушки индуктивности означает, что:

- 1) индуктивность становится равной нулю;
- 2) при увеличении тока через катушку магнитный поток остается неизменным;
- 3) при увеличении тока через катушку поток растет по нелинейному закону;
- 4) при увеличении тока через катушку поток уменьшается по нелинейному закону.

8.1.9

Режим насыщения нелинейного конденсатора означает, что:

- 1) при увеличении приложенного к конденсатору напряжения заряд растет по нелинейному закону;
- 2) емкость становится равной нулю;
- 3) при увеличении приложенного к конденсатору напряжения заряд на обкладках конденсатора остается неизменным;
- 4) при увеличении приложенного к конденсатору напряжения заряд уменьшается по нелинейному закону.

8.1.10

Характер изменения Вебер-Амперной характеристики катушки $\Psi(i)$ определяется видом зависимости:

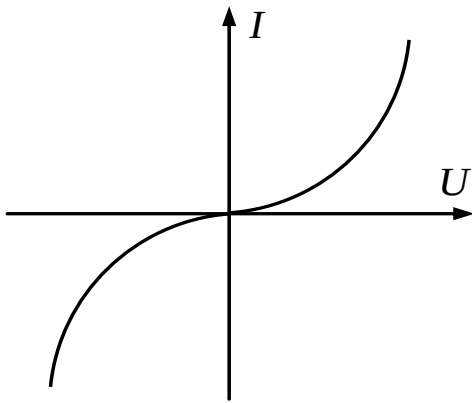
- 1) $B(H)$;
- 2) $U(I)$;
- 3) $q(U)$;
- 4) $i(t)$.

8.1.11

В нелинейных безынерционных элементах нелинейность ВАХ обусловлена:

- 1) постоянной времени;
- 2) температурой;
- 3) внешним магнитным полем;
- 4) свойствами p - n перехода.

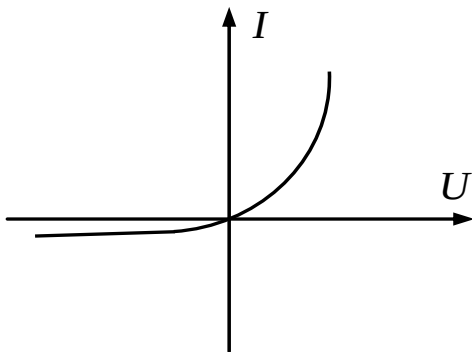
8.1.12



Вольт-амперная характеристика соответствует:

- 1) стабилитрону;
- 2) диоду;
- 3) лампе накаливания с угольной нитью;
- 4) термистору.

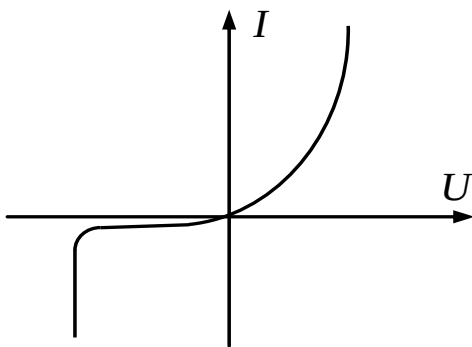
8.1.13



Вольт-амперная характеристика соответствует:

- 1) стабилитрону;
- 2) диоду;
- 3) лампе накаливания с угольной нитью;
- 4) термистору.

8.1.14



Вольт-амперная характеристика соответствует:

- 1) стабилитрону;
- 2) диоду;
- 3) лампе накаливания с угольной нитью;
- 4) термистору.

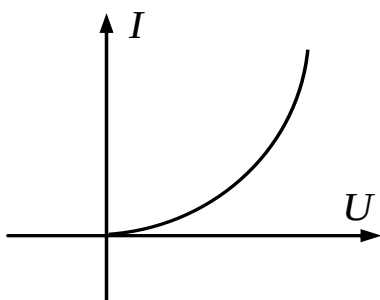
8.1.15

Вольт-амперная характеристика диода является:

- 1) несимметричной;
- 2) линейной;
- 3) симметричной;
- 4) синусоидальной.

8.2. Нелинейные резистивные цепи постоянного тока

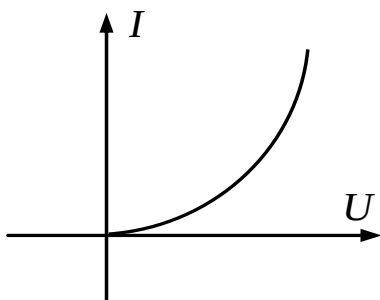
8.2.1



Статическое сопротивление является величиной:

- 1) отрицательной;
- 2) положительной;
- 3) равной нулю;
- 4) комплексной.

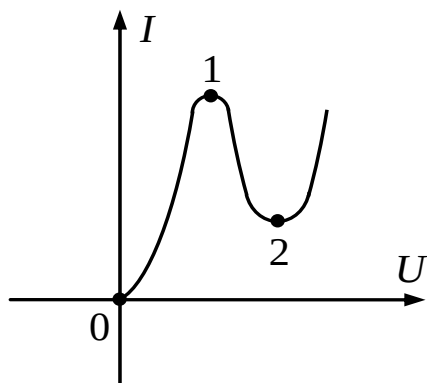
8.2.2



Дифференциальное сопротивление является величиной:

- 1) отрицательной;
- 2) положительной;
- 3) равной нулю;
- 4) комплексной.

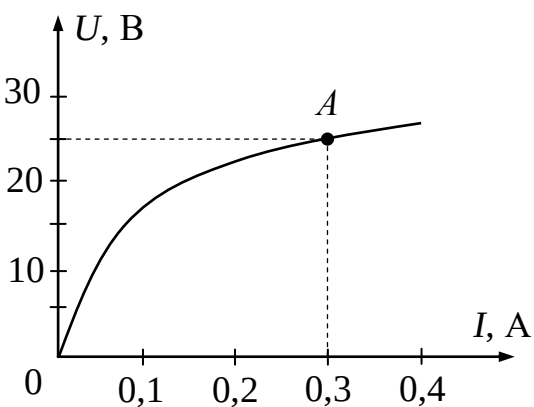
8.2.3



На участке 1-2 ВАХ дифференциальное сопротивление является величиной:

- 1) отрицательной;
- 2) положительной;
- 3) равной нулю;
- 4) комплексной.

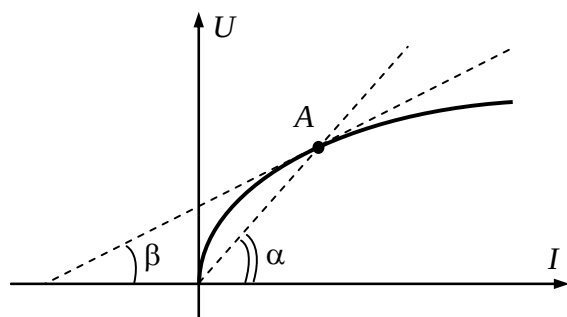
8.2.4



Статическое сопротивление в точке A составляет:

- 1) 100 Ом;
- 2) 60 Ом;
- 3) 180 Ом;
- 4) 83,3 Ом.

8.2.5



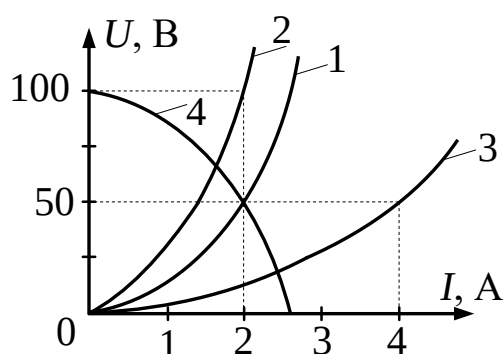
Дифференциальное сопротивление в точке A определяется:

- 1) тангенсом α ;
- 2) тангенсом β ;
- 3) тангенсом $(90^\circ - \alpha)$;
- 4) тангенсом $(90^\circ - \beta)$.

8.2.6 Графический метод сложения характеристик нелинейных элементов:

- 1) применим только для последовательно соединенных элементов;
- 2) применим только для параллельно соединенных элементов;
- 3) применим и для последовательно, и для параллельно соединенных элементов;
- 4) не применяется.

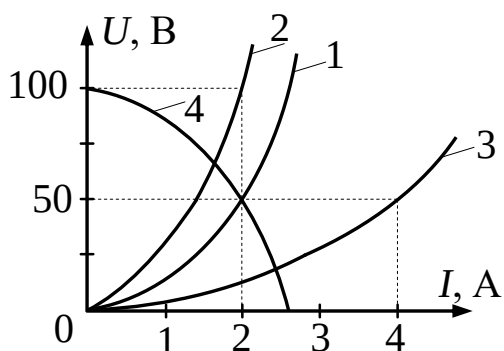
8.2.7



При последовательном соединении двух одинаковых ламп накаливания, ВАХ каждой из которых обозначена 1, суммарной ВАХ будет являться кривая:

- 1) 1.
- 2) 2;
- 3) 3;
- 4) 4.

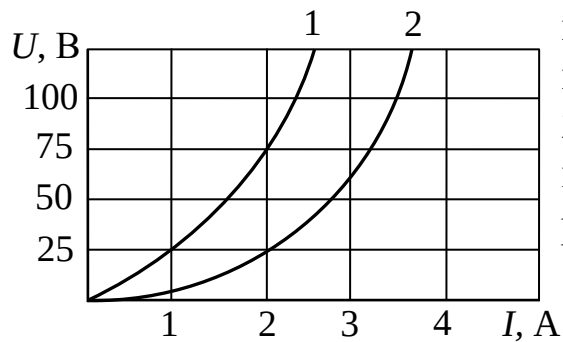
8.2.8



При параллельном соединении двух одинаковых ламп накаливания, ВАХ каждой из которых обозначена 1, суммарной ВАХ будет являться кривая:

- 1) 1;
- 2) 2;
- 3) 3;
- 4) 4.

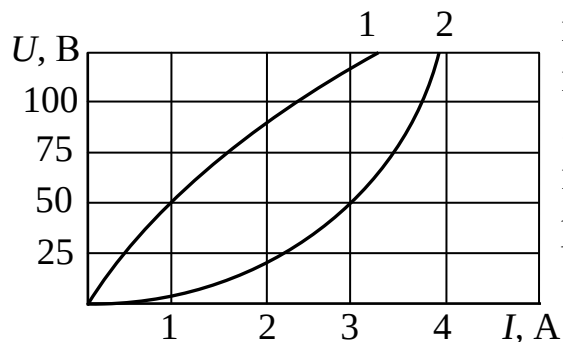
8.2.9



Если ток, на участке последовательного соединения двух нелинейных резисторов, составляет 2 А, а ВАХ элементов определена кривыми 1 и 2, то напряжение будет равно:

- 1) 100 В;
- 2) 75 В;
- 3) 50 В;
- 4) 150 В.

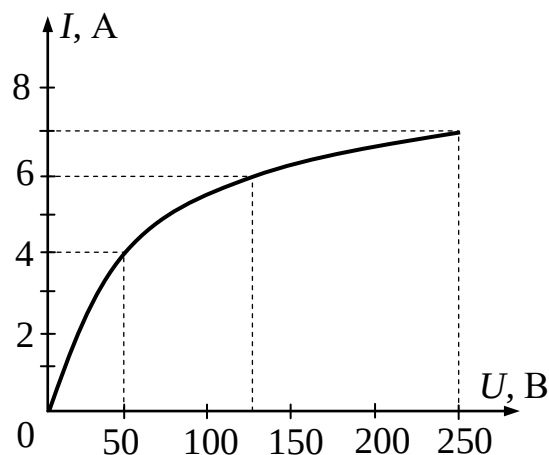
8.2.10



Если напряжение, на участке параллельного соединения двух нелинейных резисторов, составляет 50 В, а ВАХ элементов определена кривыми 1 и 2, то входной ток будет равен:

- 1) 2 А;
- 2) 4 А;
- 3) 5 А;
- 4) 3,5 А.

8.2.11

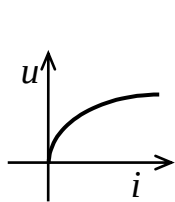


Если к цепи, содержащей два последовательно соединенных одинаковых нелинейных элемента, приложено напряжение 250 В, то при заданной вольт-амперной характеристике каждого элемента ток равен:

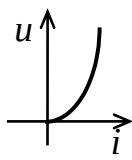
- 1) 3,5 А;
- 2) 14 А;
- 3) 7 А;
- 4) 6 А.

8.3. Нелинейные резистивные цепи переменного тока

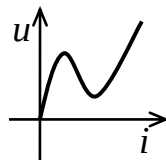
8.3.1 Триггерным эффектом обладает нелинейный элемент, вольтамперная характеристика которого изображена на рисунке:



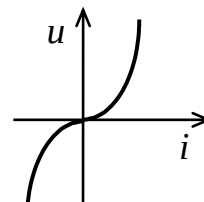
1)



2)



3)

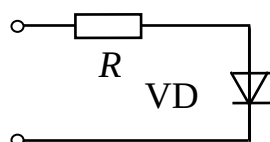


4)

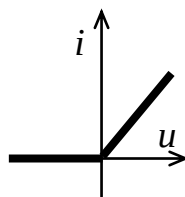
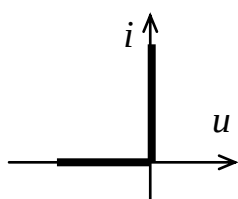
8.3.2 Вольтамперные характеристики нелинейных элементов заменяют ломаной, состоящей из отрезков прямых при расчете:

- 1) методом гармонического баланса;
- 2) методом кусочно-линейной аппроксимации;
- 3) графическим методом;
- 4) численным методом последовательных интервалов.

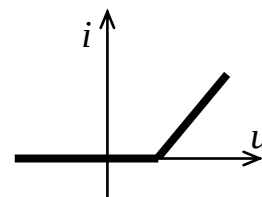
8.3.3



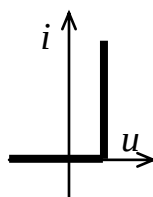
При идеальной вольтамперной характеристике диода для заданной схемы суммарная вольтамперная характеристика изображена на рисунке:



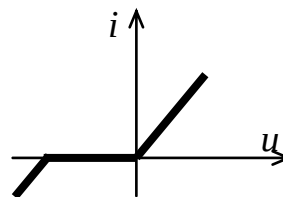
1)



2)



3)



4)

8.3.4

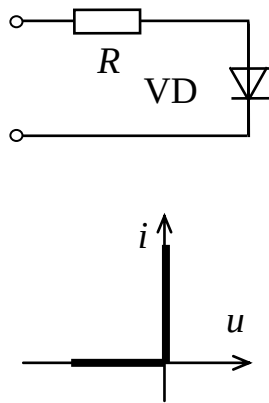
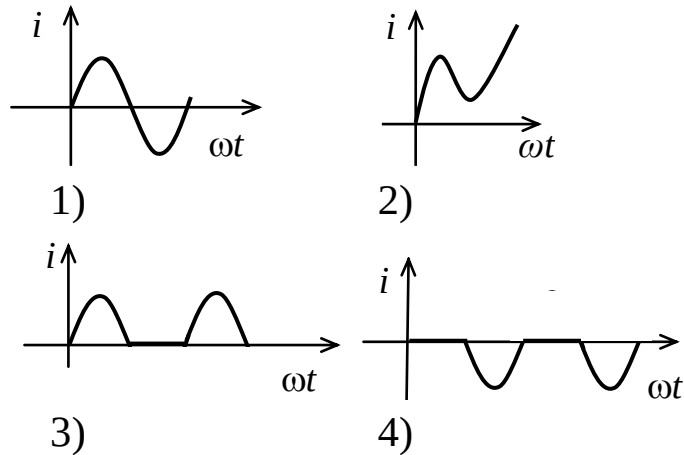
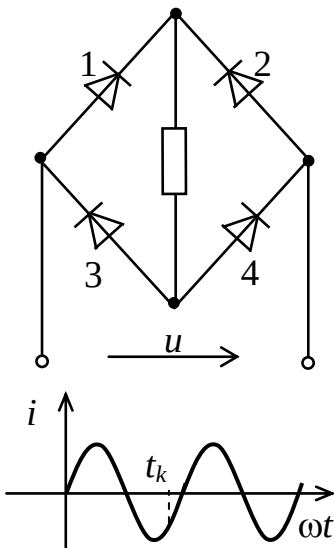


График изменения тока от времени через диод с идеальной вольтамперной характеристикой изображен на рисунке:



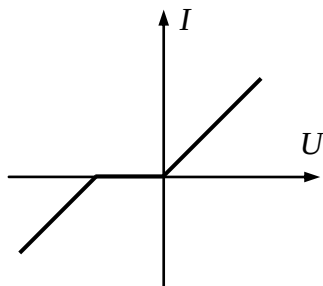
8.3.5



Ток в мостовой схеме выпрямителя однофазного тока в момент времени t_k будет проходить:

- 1) через диоды 1 и 2;
- 2) через диоды 2 и 3;
- 3) через диоды 1 и 4;
- 4) через диоды 3 и 4.

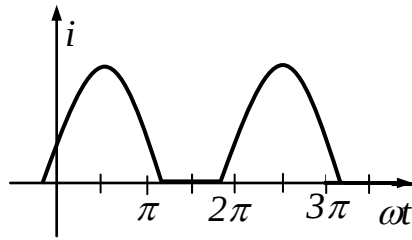
8.3.6



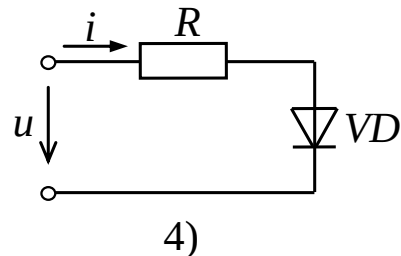
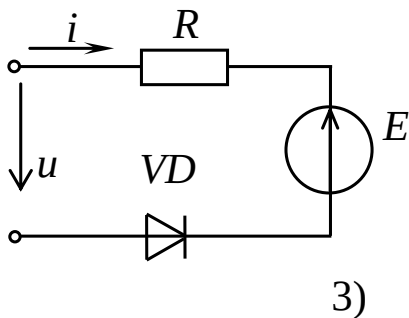
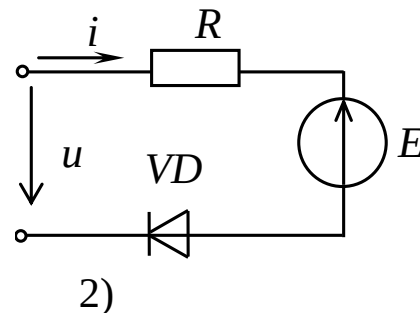
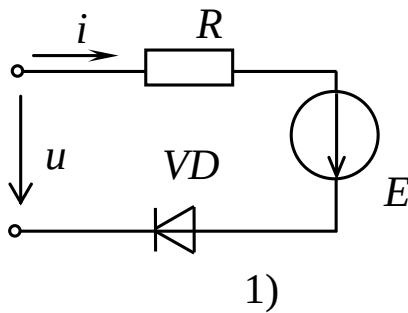
Приведенная ВАХ соответствует:

- 1) последовательному соединению идеального стабилитрона и линейного резистора;
- 2) последовательному соединению идеального диода и линейного резистора;
- 3) идеальному стабилитрону;
- 4) идеальному диоду.

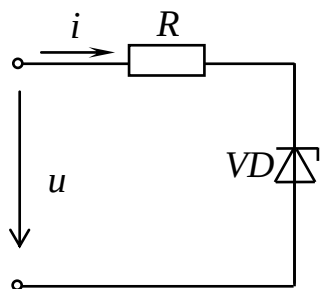
8.3.7



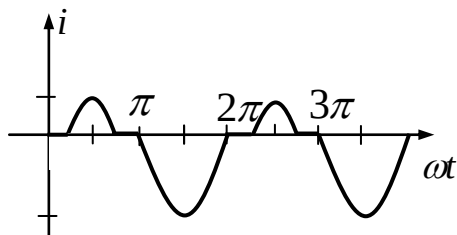
На графике представлена кривая тока в цепи с идеальным диодом, подключенной к источникам постоянного напряжения E и синусоидального напряжения $u = U_m \sin \omega t$, при этом $U_m > E$. Схема этой цепи имеет вид:



8.3.8

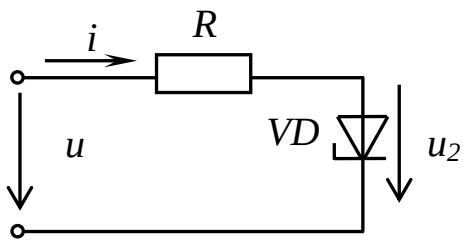


Если на входе цепи с идеальным стабилитроном напряжение изменяется по закону $u = 40 \sin \omega t$ В и при этом $U_{cm} = 10$ В, $R = 200$ Ом, то при пробитом стабилитроне мгновенное значение тока i имеет вид:

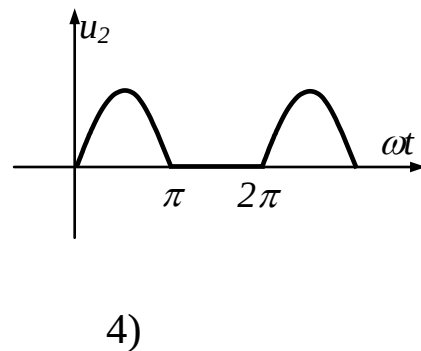
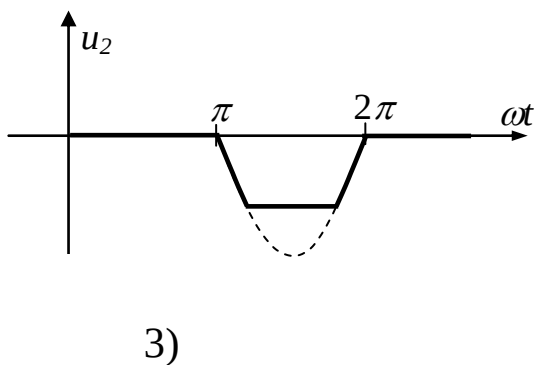
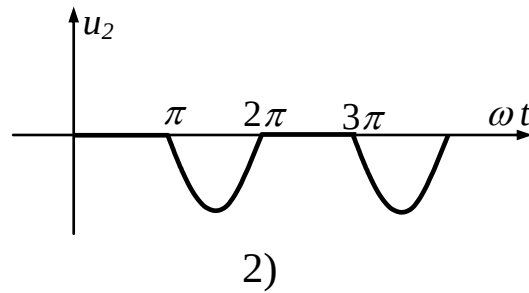
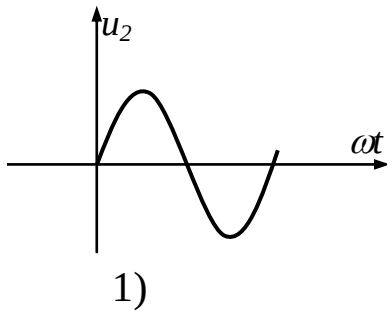


- 1) $i = 0,2 \sin \omega t$ А;
- 2) $i = 0,2 \sin \omega t - 0,05$ А;
- 3) $i = 0,2 \sin \omega t + 0,05$ А;
- 4) $i = -0,2 \sin \omega t$ А.

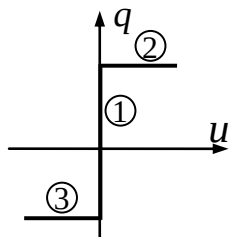
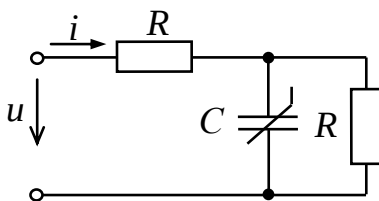
8.3.9



Если на входе цепи с идеальным стабилитроном напряжение изменяется по закону $u = U_m \sin \omega t$, при этом $U_m > U_{ст}$, то график напряжения на стабилитроне u_2 имеет вид:



8.3.10



Если приложенное напряжение изменяется по закону $u = 20 \sin \omega t$, а сопротивление резистора $R = 10$ Ом, то ток через нелинейный конденсатор, в момент нахождения его на 2-ом и 3-ем участке кулонвольтной характеристики, составит:

1) $i_C = 1 \sin \omega t$ А;

2) $i_C = 2 \sin \omega t$ А;

3) $i_C = 5 \sin \omega t$ А;

4) $i_C = 0$.

8.4. Расчет магнитных цепей

8.4.1

Напряжённость и индукция магнитного поля связаны соотношением:

$$1) \bar{H} = \mu_0 \bar{B};$$

$$2) \bar{H} = \frac{\bar{B}}{\mu\mu_0};$$

$$3) \bar{D} = \varepsilon\varepsilon_0 \bar{E};$$

$$4) \bar{B} = \frac{\bar{H}}{\mu\mu_0}.$$

8.4.2

Законом Ома для магнитной цепи называют уравнение:

$$1) \Phi = \frac{Iw}{R_m} = \frac{F}{R_m};$$

$$2) \Phi = \frac{R_m}{Iw} = \frac{R_m}{F};$$

$$3) \Phi = \frac{Iw}{U_m} = \frac{F}{U_m};$$

$$4) \Phi = IwR_m = FR_m.$$

8.4.3

При расчете магнитных цепей свойства ферромагнитных материалов принято характеризовать:

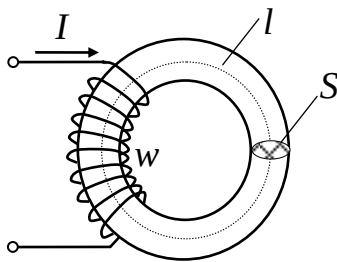
1) зависимостью магнитного потока Φ от напряженности электрического поля E ;

2) зависимостью магнитной индукции B от напряженности магнитного поля H ;

3) зависимостью напряженности электрического поля E от напряженности магнитного поля H ;

4) зависимостью магнитной индукции B от напряженности электрического поля E .

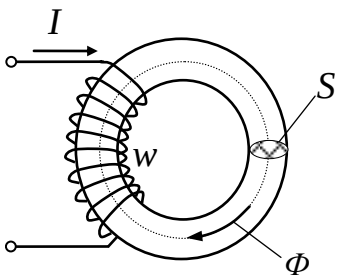
8.4.4



При заданном направлении тока I магнитный поток Φ направлен:

- 1) по часовой стрелке;
- 2) против часовой стрелки;
- 3) “от нас”;
- 4) “к нам”.

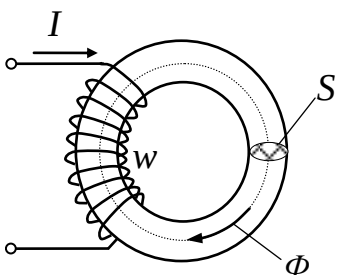
8.4.5



Если $l=0,5$ м, индукция $B=0,05$ Тл, абсолютная магнитная проницаемость стали $\mu_a=0,01$ Гн/м, то магнитодвижущая сила Iw равна:

- 1) 5 А;
- 2) 0,5;
- 3) 2,5 А;
- 4) 1 А.

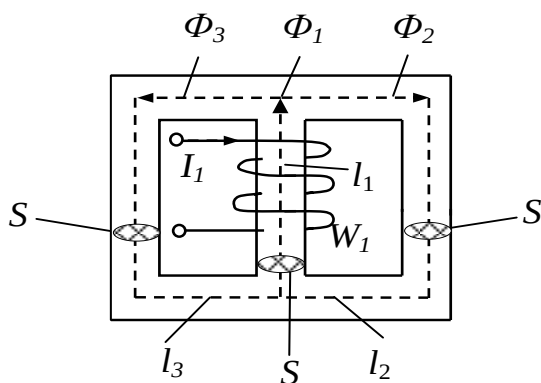
8.4.6



Если при неизменном магнитном потоке увеличить площадь поперечного сечения S магнитопровода в 4 раза, то магнитная индукция B :

- 1) увеличится в 2 раза;
- 2) увеличится в 4 раза;
- 3) не изменится;
- 4) уменьшится в 4 раза.

8.4.7



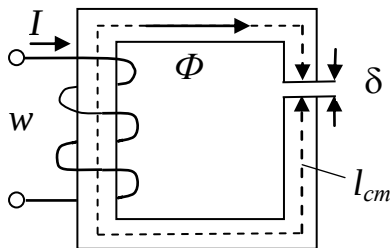
При заданном направлении магнитных потоков первый закон Кирхгофа для магнитных цепей записывается в виде:

- 1) $\Phi_1 + \Phi_2 - \Phi_3 = 0$;
- 2) $\Phi_1 - \Phi_2 - \Phi_3 = 0$;
- 3) $\Phi_1 - \Phi_2 + \Phi_3 = 0$;
- 4) $\Phi_1 + \Phi_2 + \Phi_3 = 0$.

8.4.8 Если в катушке со стальным сердечником, включенной в сеть с частотой 50 Гц, амплитуда магнитного потока $\Phi_m = 0,0025$ Вб, число витков $W=200$, то величина действующего значения напряжения на катушке составит:

- 1) 200 В;
- 2) 222 В;
- 3) 25 В;
- 4) 111 В.

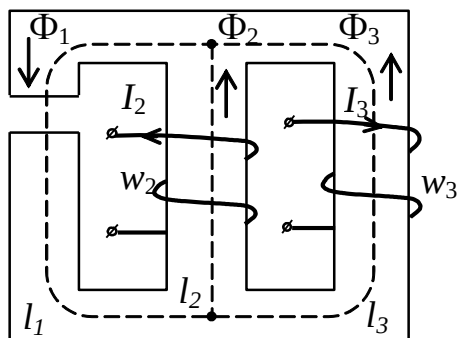
8.4.9



Магнитодвижущую силу (МДС) в магнитной цепи можно представить в виде:

- 1) $Iw = H_{cm} / l_{cm} + H_{\delta} / \delta$;
- 2) $Iw = \Phi l_{cm} + \Phi_{\delta} \delta$;**
- 3) $Iw = H_{cm} l_{cm} + H_{\delta} \delta$;
- 4) $Iw = B_{cm} l_{cm} + B_{\delta} \delta$.

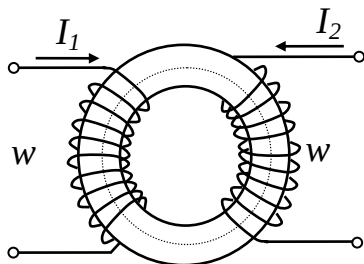
8.4.10



Второй закон Кирхгофа для магнитной цепи применительно к внешнему контуру записывается в виде:

- 1) $H_3 l_3 + H_1 l_1 = I_3 w_3 - I_1 w_1$;
- 2) $H_1 l_1 - H_3 l_3 = I_1 w_1 + I_3 w_3$;
- 3) $H_1 l_1 + H_{\delta} \delta + H_3 l_3 = I_3 w_3$;
- 4) $H_1 l_1 + H_{\delta} \delta - H_3 l_3 = -I_3 w_3$.

8.4.11



Если $l=2$ м, $I_1 = 2$ А, $I_2 = 1$ А, $w_1 = w_2 = 60$, то напряженность магнитного поля H равна:

- 1) 120 А/м;
- 2) 30 А/м;
- 3) 20 А/м;
- 4) 60 А/м.

9. Теория электромагнитного поля

Краткие теоретические сведения

Уравнения электромагнитного поля в интегральной форме

$$1) \oint_l \bar{H} d\bar{l} = i; \quad 2) \oint_l \bar{E} d\bar{l} = -\frac{\partial \Phi}{\partial t}; \quad 3) \oint_s \bar{D} d\bar{S} = q; \quad 4) \oint_s \bar{B} d\bar{S} = 0.$$

Уравнения электромагнитного поля в дифференциальной форме

$$1) \operatorname{rot} \bar{H} = \bar{\delta}; \quad 2) \operatorname{rot} \bar{E} = -\frac{\partial \bar{B}}{\partial t}; \quad 3) \operatorname{div} \bar{D} = \rho; \quad 4) \operatorname{div} \bar{B} = 0.$$

$$i = \int_s \gamma \bar{E} d\bar{S} + \int_s \frac{\partial \bar{D}}{\partial t} d\bar{S} + \int_s \rho \bar{v} d\bar{S}, \quad \bar{\delta} = \gamma \bar{E} + \frac{\partial \bar{D}}{\partial t} + \rho \bar{v}$$

Материальные уравнения

- 1) для диэлектриков – $\bar{D} = \varepsilon \varepsilon_0 \bar{E}$, $\varepsilon_0 = 10^{-9} / 36\pi$ Ф/м;
 2) для магнитных сред – $\bar{B} = \mu \mu_0 \bar{H}$, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м.

Граничные условия

$$E_{1\tau} = E_{2\tau}; \quad H_{1\tau} - H_{2\tau} = \eta_l;$$

$$D_{2n} - D_{1n} = \sigma; \quad B_{1n} = B_{2n}.$$

Электростатическое поле

$$1) \oint_l \bar{E} d\bar{l} = 0; \quad 2) \oint_s \bar{D} d\bar{S} = q \quad \text{– уравнения в интегральной форме.}$$

$$1) \operatorname{rot} \bar{E} = 0; \quad 2) \operatorname{div} \bar{D} = \rho \quad \text{– уравнения в дифференциальной форме.}$$

$$E_{1\tau} = E_{2\tau}; \quad D_{2n} - D_{1n} = \sigma \quad \text{– граничные условия.}$$

$$\varphi = -\int \bar{E} d\bar{l} + C, \quad \bar{E} = -\operatorname{grad} \varphi, \quad \bar{D} = \varepsilon \varepsilon_0 \bar{E}.$$

Уравнения Пуассона и Лапласа

$$\nabla^2 \varphi = \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} = -\frac{\rho}{\varepsilon \varepsilon_0}; \quad \nabla^2 \varphi = \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} = 0.$$

Энергия и плотность энергии электрического поля

$$W_{\mathcal{V}} = \frac{1}{2} \int_{\mathcal{V}} \bar{E} \bar{D} dV = \frac{1}{2} \int_{\mathcal{V}} \rho \varphi dV; \quad w_{\mathcal{V}} = \frac{\bar{D} \bar{E}}{2}.$$

Электрическое поле постоянных токов в проводящей среде

а) $\oint_l \bar{E} d\bar{l} = 0$; б) $I = \int_S \bar{\delta} d\bar{s}$ – уравнения в интегральной форме.

а) $\text{rot} \bar{E} = 0$; б) $\text{div} \bar{\delta} = 0$ – уравнения в дифференциальной форме.

$E_{1\tau} = E_{2\tau}$; $\delta_{1n} = \delta_{2n}$ – граничные условия.

$$\varphi = -\int \bar{E} d\bar{l} + C, \quad \bar{E} = -\text{grad} \varphi, \quad \bar{\delta} = \gamma \bar{E}, \quad P_0 = \gamma E^2.$$

Уравнение Лапласа

$$\nabla^2 \varphi = \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} = 0.$$

Магнитное поле постоянных токов

а) $\oint_l \bar{H} d\bar{l} = \sum I$; б) $\oint_S \bar{B} d\bar{S} = 0$ – уравнения в интегральной форме.

а) $\text{rot} \bar{H} = \bar{\delta}$; б) $\text{div} \bar{B} = 0$ – уравнения в дифференциальной форме.

$H_{1\tau} = H_{2\tau}$; $B_{1n} = B_{2n}$ – граничные условия.

$$\bar{B} = \mu\mu_0 \bar{H}, \quad \bar{B} = \text{rot} \bar{A},$$

Уравнение Пуассона

$$\nabla^2 \bar{A} = \frac{\partial^2 \bar{A}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \bar{A}}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \bar{A}}{\partial z^2} = -\mu\mu_0 \bar{\delta}.$$

Энергия и плотность энергии магнитного поля

$$W_M = \frac{1}{2} \int_V \bar{B} \bar{H} dV = \frac{1}{2} \int_V \bar{\delta} \bar{A} dV; \quad w_M = \frac{\bar{B} \bar{H}}{2}.$$

Переменное электромагнитное поле в проводящей среде

$$\begin{cases} \text{rot} \bar{H} = \gamma \bar{E}, \\ \text{rot} \bar{E} = -\mu\mu_0 \frac{\partial \bar{H}}{\partial t} \end{cases} \text{ – уравнения в дифференциальной форме.}$$

$$\begin{cases} \text{rot } \underline{H} = \gamma \underline{E} \\ \text{rot } \underline{E} = -\mu\mu_0 j\omega \underline{H} \end{cases} \quad \text{— уравнения в комплексной форме.}$$

Для плоской волны

$$\begin{cases} -\frac{\partial \underline{H}}{\partial z} = \gamma \underline{E} , \\ \frac{\partial \underline{E}}{\partial z} = -\mu\mu_0 j\omega \underline{H} \end{cases} \quad \text{и} \quad \frac{\partial^2 \underline{H}}{\partial z^2} = j\omega\mu\mu_0\gamma \underline{H} = \underline{k}^2 \underline{H}.$$

$$\underline{H} = \underline{A}_1 e^{-\underline{k}z} + \underline{A}_2 e^{\underline{k}z},$$

$$\text{где } \underline{k} = \sqrt{j\omega\mu\mu_0\gamma} = \sqrt{\frac{\mu\mu_0\omega\gamma}{2}} + j\sqrt{\frac{\mu\mu_0\omega\gamma}{2}} = \alpha + j\beta.$$

$$\underline{Z} = \frac{\underline{E}}{\underline{H}} = (1+j)\sqrt{\frac{\mu\mu_0\omega}{2\gamma}} = \sqrt{\frac{\mu\mu_0\omega}{\gamma}} \cdot e^{j45^\circ} \text{ — волновое сопротивление.}$$

Мгновенные значения векторов поля для плоской волны

$$\overline{H}(z,t) = \overline{y}_0 H_y(z,t) = \overline{y}_0 H_m e^{-\alpha z} \sin(\omega t + \psi_H - \beta z)$$

$$\overline{E}(z,t) = \overline{x}_0 E_x(z,t) = \overline{x}_0 \sqrt{\frac{\omega\mu\mu_0}{\gamma}} H_m e^{-\alpha z} \sin(\omega t + \psi_H - \beta z + 45^\circ).$$

$$\lambda = \frac{2\pi}{\beta} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{\mu\mu_0\omega\gamma}{2}}} \text{ — длина волны,}$$

$$v_\phi = \frac{\omega}{\beta} = \sqrt{\frac{2\omega}{\mu\mu_0\gamma}} \text{ — фазовая скорость.}$$

$$\text{Вектор Пойнтинга} \quad \overline{\Pi} = [\overline{E} \times \overline{H}]$$

$$\overline{\Pi}(z,t) = \overline{z}_0 \Pi_z(z,t) =$$

$$= \overline{z}_0 \sqrt{\frac{\omega\mu\mu_0}{\gamma}} H_m^2 e^{-2\alpha z} \sin(\omega t + \psi_H - \beta z) \cdot \sin(\omega t + \psi_H - \beta z + 45^\circ).$$

Переменное электромагнитное поле в диэлектрике

$$\begin{cases} \operatorname{rot} \bar{H} = \varepsilon \varepsilon_0 \frac{\partial \bar{E}}{\partial t} \\ \operatorname{rot} \bar{E} = -\mu \mu_0 \frac{\partial \bar{H}}{\partial t} \end{cases} \quad \text{— уравнения в дифференциальной форме.}$$

$$\begin{cases} \operatorname{rot} \underline{H} = \varepsilon \varepsilon_0 j \omega \underline{E} \\ \operatorname{rot} \underline{E} = -\mu \mu_0 j \omega \underline{H} \end{cases} \quad \text{— уравнения в комплексной форме.}$$

Для плоской волны

$$\begin{cases} -\frac{\partial \underline{H}}{\partial z} = \varepsilon \varepsilon_0 j \omega \underline{E} \\ \frac{\partial \underline{E}}{\partial z} = -\mu \mu_0 j \omega \underline{H} \end{cases} \quad \text{и} \quad \frac{\partial^2 \underline{E}}{\partial z^2} = \left(j \frac{\omega}{v}\right)^2 \underline{E} = \underline{k}^2 \underline{E},$$

$$\underline{E} = \underline{A}_1 e^{-\underline{k}z} + \underline{A}_2 e^{\underline{k}z}$$

где $\underline{k} = j \frac{\omega}{v} = 0 + j \frac{\omega}{v} = \alpha + j\beta$, $v = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon \varepsilon_0 \mu \mu_0}}$ — фазовая скорость.

$$\underline{Z} = \frac{\underline{E}}{\underline{H}} = Z = \sqrt{\frac{\mu \mu_0}{\varepsilon \varepsilon_0}} \quad \text{— комплексное волновое сопротивление.}$$

Для воздуха $Z = \sqrt{\frac{\mu_0}{\varepsilon_0}} \approx 377 \text{ Ом.}$

Мгновенные значения векторов поля для плоской волны

$$\bar{E}(z, t) = \bar{x}_0 E_x(z, t) = E_m \sin(\omega t + \psi_H - \beta z),$$

$$\bar{H}(z, t) = \bar{y}_0 H_y(z, t) = E_m \sqrt{\frac{\varepsilon \varepsilon_0}{\mu \mu_0}} \sin(\omega t + \psi_H - \beta z).$$

Вектор Пойнтинга $\bar{\Pi} = [\bar{E} \times \bar{H}]$

$$\bar{\Pi}(z, t) = \bar{z}_0 \Pi_z(z, t) = \sqrt{\frac{\varepsilon \varepsilon_0}{\mu \mu_0}} E_m^2 \cdot \sin^2(\omega t + \psi_H - \beta z).$$

9.1. Уравнения электромагнитного поля

9.1.1

Закон полного тока в интегральной форме записывается в виде:

$$a) \oint_l \bar{H} d\bar{l} = \int_S \bar{\delta} d\bar{S} + \int_S \frac{\partial \bar{D}}{\partial t} d\bar{S} + \int_S \rho \bar{v} d\bar{S}; \quad б) \oint_l \bar{H} d\bar{l} = \sum i;$$

$$в) \oint_l \bar{H} d\bar{l} = \sum i; \quad з) \int_a^b \bar{H} d\bar{l} = \bar{\delta}; \quad д) \oint_l \bar{E} d\bar{l} = \frac{\partial \bar{D}}{\partial t}.$$

1) а, б;

2) б, з;

3) з, д;

4) б, д.

9.1.2

Утверждение, что вихревое магнитное поле возбуждается изменяющимся во времени электрическим полем, приведено в уравнении:

$$1) \operatorname{rot} \bar{E} = -\frac{\partial \bar{B}}{\partial t};$$

$$2) \operatorname{div} \bar{D} = \rho;$$

$$3) \operatorname{rot} \bar{H} = \gamma \bar{E} + \frac{\partial \bar{D}}{\partial t} + \rho \bar{v};$$

$$4) \operatorname{div} \bar{B} = 0.$$

9.1.3

Принцип непрерывности магнитных силовых линий в интегральной форме записывается в виде:

$$1) \oint_l \bar{B} d\bar{l} = 0;$$

$$2) \oint_S \bar{B} d\bar{S} = 0;$$

$$3) \oint_l \bar{E} d\bar{l} = 0;$$

$$4) \oint_S \bar{D} d\bar{S} = 0.$$

9.1.4

Связь магнитного потока с индукцией магнитного поля записывается в виде:

$$1) \Phi = \oint_l \bar{B} d\bar{l};$$

$$2) \Phi = \int_S \bar{B} d\bar{S};$$

$$3) \bar{B} = \oint_l \Phi d\bar{l};$$

$$4) \bar{B} = \int_S \Phi d\bar{S}.$$

9.1.5

Если поле вектора $\bar{A}$ носит вихревой характер, то для него

$$1) \operatorname{div} \bar{A} = 0;$$

$$2) \nabla^2 \bar{A} = 0;$$

$$3) \operatorname{grad} \bar{A} = 0;$$

$$4) \operatorname{rot} \bar{A} = 0.$$

9.1.6

Электрическое поле называется потенциальным, если:

$$1) \operatorname{rot} \bar{H} = 0;$$

$$2) \operatorname{rot} \bar{E} = 0;$$

$$3) \operatorname{rot} \bar{E} = -\frac{\partial \bar{B}}{\partial t};$$

$$4) \operatorname{rot} \bar{B} = 0.$$

9.1.7

Закон электромагнитной индукции в интегральной форме можно записать в виде:

$$a) e = \oint_l \bar{E} d\bar{l} = \int_S \Phi d\bar{S}; \quad б) e = \oint_l \bar{E} d\bar{l} = -\frac{\partial \Phi}{\partial t}; \quad в) \oint_l \bar{E} d\bar{l} = -\frac{\partial}{\partial t} \int_S \bar{B} d\bar{S};$$

$$г) \oint_l \bar{H} d\bar{l} = \frac{\partial \Phi}{\partial t}; \quad д) \oint_l \bar{H} d\bar{l} = -\frac{\partial \Phi}{\partial t}.$$

$$1) a, б;$$

$$2) б, в;$$

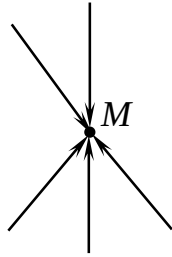
$$3) в, г;$$

$$4) г, д.$$

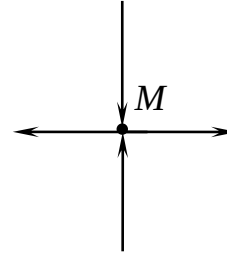
9.1.8

Если для поля некоторого вектора $\vec{A}$ в точке M $\text{div} \vec{A} = 0$, то поле вблизи этой точки имеет вид:

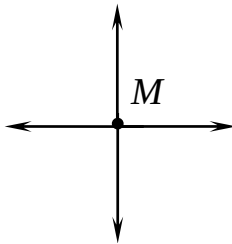
1)



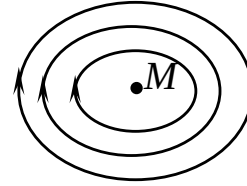
2)



3)



4)

**9.1.9**

Формулой, которая определяет плотность тока смещения в диэлектрике, является:

$$1) \vec{\delta} = \frac{\partial \vec{B}}{\partial t};$$

$$2) \vec{\delta} = \gamma \vec{E};$$

$$3) \vec{\delta} = \frac{\partial \vec{D}}{\partial t};$$

$$5) \vec{\delta} = \rho^+ V^+ + \rho^- V^-.$$

9.1.10 Из приведенных формул энергию электрического поля определяют выражения:

$$a) \frac{1}{2} \int_V \vec{E} \vec{D} dV;$$

$$б) \frac{1}{2} \int_V \rho \varphi dV;$$

$$в) \frac{1}{2} \sum_{k=1}^n Q_k \varphi_k;$$

$$г) \frac{1}{2} \int_V \rho \vec{E} dV;$$

$$д) \frac{1}{2} \sum_{k=1}^n \rho_k \vec{D}_k$$

$$1) a, б, в;$$

$$2) г, д;$$

$$3) в, г, д;$$

$$4) a, г.$$

9.1.11

Удельная энергия магнитного поля определяется формулой:

- 1) $\frac{\overline{BE}}{2}$;
- 2) $\frac{\overline{DB}}{2}$;
- 3) $\frac{\overline{DH}}{2}$;
- 4) $\frac{\overline{BH}}{2}$.

9.1.12

Энергия электрического поля, запасенная в плоском воздушном конденсаторе, подключенном к источнику с напряжением U , при увеличении расстояния между обкладками в 2 раза:

- 1) увеличится в 2 раза;
- 2) уменьшится в 2 раза;
- 3) увеличится в 4 раза;
- 4) уменьшится в 4 раза.

9.1.13

Если напряженность электрического поля $\overline{E} = 8x^2 + 4y^2 - 5z^2$ В/м, то $\text{div } \overline{E}$ в точке с координатами $x = 1\text{м}$, $y = 0,5\text{м}$, $z = -1\text{м}$ равна:

- 1) 30 В/м^2 ;
- 2) 10 В/м^2 ;
- 3) 50 В/м^2 ;
- 4) 15 В/м^2 .

9.1.14

Физический смысл уравнения $\text{div } \overline{B} = 0$:

- 1) отсутствие электрических зарядов;
- 2) отсутствие магнитных зарядов;
- 3) отсутствие магнитного поля;
- 4) отсутствие электрического поля.

9.2. Электростатическое поле

9.2.1

Уравнения Лапласа для электростатического поля записывается в виде:

$$a) \nabla^2 \varphi = 0; \quad б) \nabla \varphi = 0; в) \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} = -\frac{\rho}{\varepsilon \varepsilon_0};$$

$$г) \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} = 0; \quad д) \nabla^2 \varphi = -\frac{\rho}{\varepsilon \varepsilon_0}.$$

1) б, г;

2) а, г;

3) в, г;

4) в, д.

9.2.2

Уравнения Пуассона для электростатического поля записываются в виде:

$$a) \nabla^2 \varphi = 0; \quad б) \nabla \varphi = 0; в) \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} = -\frac{\rho}{\varepsilon \varepsilon_0};$$

$$г) \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} = 0; \quad д) \nabla^2 \varphi = -\frac{\rho}{\varepsilon \varepsilon_0}.$$

1) б, г;

2) а, г;

3) в, д;

4) а, д.

9.2.3

Граничные условия на границе раздела двух диэлектриков для электростатических полей описываются выражениями:

$$a) E_{1\tau} = E_{2\tau}; \quad б) E_{1n} = E_{2n}; \quad в) D_{1n} = D_{2n}; \quad г) D_{1\tau} = D_{2\tau}.$$

1) а, б;

2) а, г;

3) а, в;

4) б, в.

9.2.4

Электростатическое поле описывается уравнениями:

$$a) \operatorname{rot} \bar{H} = \frac{\partial \bar{D}}{\partial t}; \quad б) \operatorname{rot} \bar{E} = 0; \quad в) \oint_l \bar{E} d\bar{l} = 0;$$

$$г) \varphi = -\int \bar{E} d\bar{l} + C; \quad д) \operatorname{rot} \bar{E} = -\frac{\partial \bar{B}}{\partial t}.$$

1) $a, б, в$;

2) $б, в, г$;

3) $a, в, г$;

4) $a, б, д$.

9.2.5

Напряженность электростатического поля связана с потенциалом соотношениями:

$$a) \bar{E} = -\int \varphi d\bar{l}; \quad б) \varphi = -\int \bar{E} d\bar{l} + C; \quad в) \varphi = \int \bar{E} d\bar{l} + C;$$

$$г) \bar{E} = -\operatorname{grad} \varphi; \quad д) \varphi = -\int_a^b \bar{E} d\bar{l}$$

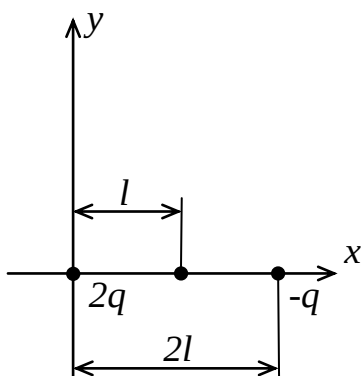
1) $б, г$;

2) $в, г$;

3) $a, б$;

4) $г, д$.

9.2.6



Напряженность электрического поля в средней точке между двумя точечными зарядами рассчитывается по формуле:

1) $\frac{q}{2\pi\epsilon\epsilon_0 l^2}$;

2) $\frac{2q}{2\pi\epsilon\epsilon_0 l^2}$;

3) $\frac{q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 l^2}$;

4) $\frac{3q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 l^2}$.

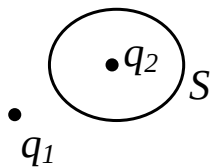
9.2.7

Напряжение, приложенное к плоскому конденсатору с диэлектриком толщиной $d=1$ см и относительной диэлектрической проницаемостью $\varepsilon = 3$ при электрическом смещении $D = 15\varepsilon_0$ Кл/см², составит:

- 1) 300 В;
- 2) 150 В;
- 3) 1000 В;
- 4) 500 В.

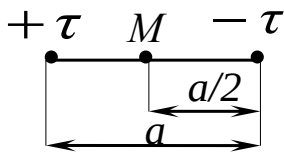
9.2.8

Поток вектора электрического смещения $\vec{D}$ через замкнутую поверхность S равен:



- 1) q_1 ;
- 2) 0;
- 3) $q_1 + q_2$;
- 4) q_2 .

9.2.9

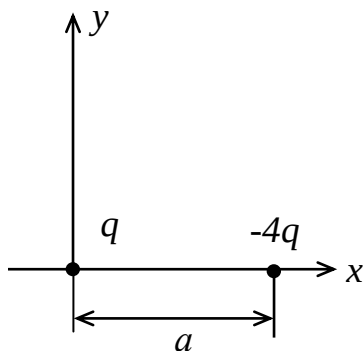


Если две параллельные разноименно заряженные оси расположены в воздухе на расстоянии a друг от друга, то результирующий вектор напряженности $\vec{E}$ в точке M направлен:

- 1) вправо;
- 2) влево;
- 3) вверх;
- 4) вниз.

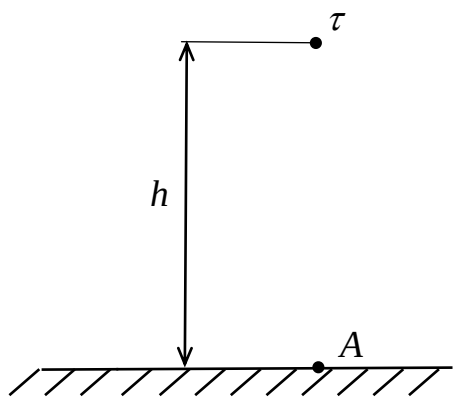
9.2.10

Положение точки x , в которую можно поместить малый заряд q_0 , чтобы он находился в равновесии, определяется координатой:



- 1) $x = 2a$;
- 2) $x = -2a$;
- 3) $x = -a$;
- 4) $x = 1,5a$.

9.2.11



Плотность свободного электрического заряда в точке А на поверхности земли под проводом с линейной плотностью заряда $\tau \frac{\text{Кл}}{\text{м}}$, находящемся на расстоянии h над поверхностью земли, определяется:

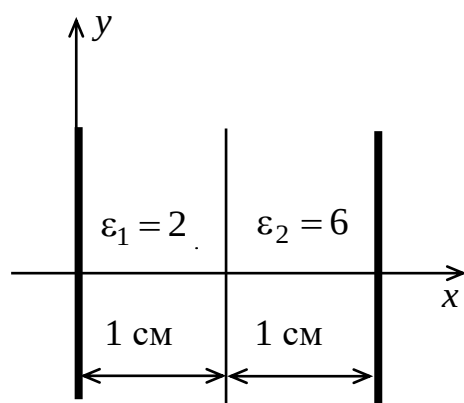
1) $\frac{\tau}{2\pi h}$;

2) $\frac{\tau}{\pi h}$;

3) $\frac{\tau}{4\pi h}$;

$\frac{2\tau}{3\pi h}$.

9.2.12



Напряженности электрического поля в каждом слое плоского конденсатора, подключенного к источнику напряжения с $U = 100 \text{ В}$, составят:

1) $E_1 = 75 \frac{\text{В}}{\text{см}}, E_2 = 25 \frac{\text{В}}{\text{см}}$;

2) $E_1 = 50 \frac{\text{В}}{\text{см}}, E_2 = 50 \frac{\text{В}}{\text{см}}$;

3) $E_1 = 125 \frac{\text{В}}{\text{см}}, E_2 = -25 \frac{\text{В}}{\text{см}}$;

4) $E_1 = 200 \frac{\text{В}}{\text{см}}, E_2 = 100 \frac{\text{В}}{\text{см}}$.

9.3. Электрическое поле постоянных токов

9.3.1

Уравнения, описывающие электрическое поле постоянных токов в проводящей среде, записываются в виде:

$$\text{а) } \bar{\delta} = \gamma \bar{E} \quad \text{б) } I = \int_S \bar{\delta} d\bar{s} \quad \text{в) } \bar{E} = \gamma \bar{\delta} \quad \text{г) } \bar{\delta} = \int_S Ids \quad \text{д) } \gamma = \frac{\bar{\delta}}{\bar{E}}$$

- 1) а, б, в;
- 2) а, б, д;
- 3) в, г, д;
- 4) б, в, г.

9.3.2

Закон Ома в дифференциальной форме представляет собой выражение:

- 1) $U=IR$;
- 2) $U=GI$;
- 3) $\bar{\delta} = \gamma \bar{E}$;
- 4) $\bar{E} = \gamma \bar{\delta}$.

9.3.3

Закон Джоуля-Ленца в дифференциальной форме (мощность потерь в единице объема) записывается:

$$\text{а) } P_0 = \delta E; \quad \text{б) } P_0 = \gamma \delta^2; \quad \text{в) } P_0 = \frac{\delta^2}{\gamma}; \quad \text{г) } P_0 = \gamma E^2; \quad \text{д) } P_0 = \frac{E^2}{\gamma}$$

- 1) а, в, г;
- 2) а, б, в;
- 3) в, г, д;
- 4) в, г, б.

9.3.4

Граничные условия на плоскости раздела двух проводящих сред можно записать как:

$$\text{а) } E_{1\tau} = E_{2\tau}; \quad \text{б) } E_{1n} = E_{2n}; \quad \text{в) } \delta_{1n} = \delta_{2n}; \quad \text{г) } \delta_{1\tau} = \delta_{2\tau}$$

- 1) а, в;
- 2) а, б;
- 3) б, г;
- 4) а, г.

9.3.5

В однородной проводящей среде с удельной проводимостью $\gamma = 10^{-2} \text{ Сл/м}$ и напряженностью электрического поля $\bar{E} = 50 \text{ В/м}$ плотность тока равна:

- 1) $0,02 \text{ А/м}^2$;
- 2) 5000 А/м^2 ;
- 3) 1 А/м^2 ;
- 4) $0,5 \text{ А/м}^2$.

9.3.6

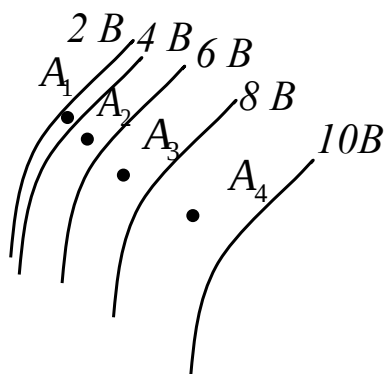
Первый закон Кирхгофа в дифференциальной форме записывается:

- 1) $\oint_S \bar{\delta} d\bar{S} = 0$;
- 2) $\text{rot } \bar{\delta} = 0$;
- 3) $\text{div } \bar{\delta} = 0$;
- 4) $\oint_l \bar{\delta} d\bar{l} = 0$.

9.3.7

Если увеличить радиус круглого проводника, по которому течет постоянный ток I вдвое, то напряженность электрического поля $\bar{E}$ в каждой точке проводника:

- 1) уменьшится в 2 раза;
- 2) не изменится;
- 3) увеличится в 2 раза;
- 4) уменьшится в 4 раза.

9.3.8

Для поля постоянных токов, эквипотенциальные линии которого изображены на рисунке, максимальная плотность тока $\bar{\delta}$ будет в точке:

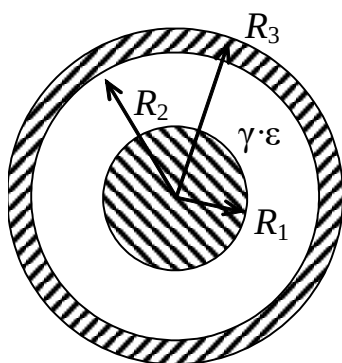
- 1) A_2 ;
- 2) A_3 ;
- 3) A_4 ;
- 4) A_1 .

9.3.9

Если к плоскому конденсатору, заполненному несовершенным диэлектриком с удельной проводимостью $\gamma = 2 \cdot 10^{-8} \text{ Сл/м}$, площадью пластин $S = 4 \text{ см}^2$, расстоянием между пластинами $d = 0,5 \text{ см}$ приложено напряжение $U = 100 \text{ В}$, то ток утечки через конденсатор составит:

- 1) $2 \cdot 10^{-8} \text{ А}$;
- 2) $8 \cdot 10^{-8} \text{ А}$;
- 3) $32 \cdot 10^{-8} \text{ А}$;
- 4) $16 \cdot 10^{-8} \text{ А}$.

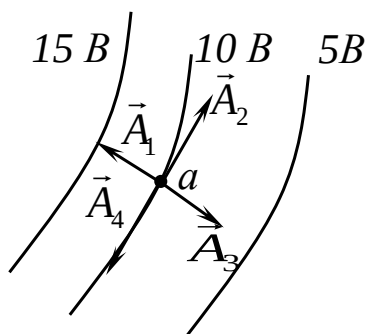
9.3.10



Если в коаксиальном кабеле из-за несовершенства диэлектрика возникают токи утечки, то точки в диэлектрике, в которых будут максимальные тепловые потери, имеют радиус:

- 1) $R = R_2$;
- 2) $R = R_1$;
- 3) $R = \frac{R_1 + R_2}{2}$;
- 4) любой при $R_1 \leq R \leq R_2$.

9.3.11



Для поля постоянных токов, эквипотенциальные линии которого изображены на рисунке, направление вектора напряженности $\vec{E}$ в точке a совпадает с направлением вектора:

- 1) $\vec{A}_1$;
- 2) $\vec{A}_3$;
- 3) $\vec{A}_4$;
- 4) $\vec{A}_2$.

9.4. Магнитное поле постоянных токов

9.4.1

Уравнение Лапласа, записанное для скалярного магнитного потенциала:

$$1) \varphi_M = - \int_l H dl + C;$$

$$2) \bar{H} = -\text{grad} \varphi_M;$$

$$3) \nabla^2 \varphi_M = 0;$$

$$4) \nabla^2 \varphi_M = -\frac{\rho_M}{\mu_0}.$$

9.4.2

Граничные условия на плоскости раздела двух магнитных сред можно записать как:

$$a) H_{1\tau} = H_{2\tau}; \quad б) H_{1n} = H_{2n}; \quad в) B_{1n} = B_{2n}; \quad г) B_{1\tau} = B_{2\tau}.$$

$$1) a, б;$$

$$2) б, в;$$

$$3) a, в;$$

$$4) б, г.$$

9.4.3

Если по двум горизонтально расположенным проводам протекает ток в одном направлении, то провода стремятся:

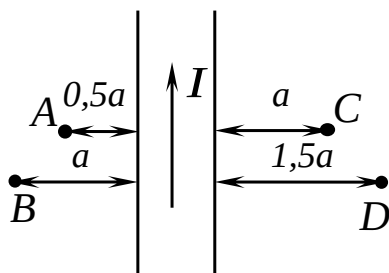
$$1) \text{сблизиться};$$

$$2) \text{остаться на месте};$$

$$3) \text{подняться вверх};$$

$$4) \text{опуститься}.$$

9.4.4



Если в проводе круглого сечения постоянный ток I , то максимальная напряженность магнитного поля H будет в точке:

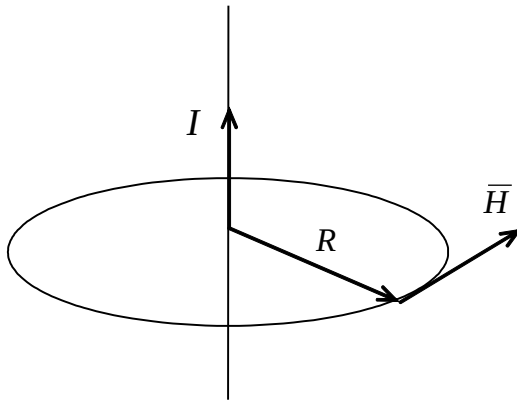
$$1) A;$$

$$2) B;$$

$$3) C;$$

$$4) D.$$

9.4.5



Если поле создаётся уединённым прямым проводом с током I , то зависимость напряжённости магнитного поля в функции радиуса R :

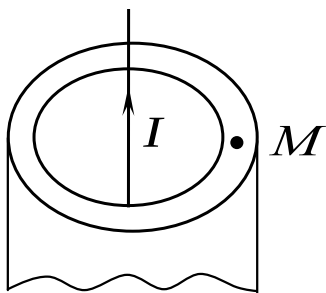
- 1) $\frac{I\mu_0}{2\pi R}$;
- 2) $\frac{I}{2\pi R}$;
- 3) $\frac{I}{2\pi\mu_0 R}$;
- 4) $\frac{\mu_0 IR}{2\pi}$.

9.4.6

Сила отталкивания проводов двухпроводной линии при увеличении тока в 2 раза:

- 1) не изменится;
- 2) увеличится в 2 раза;
- 3) уменьшится в 4 раза;
- 4) увеличится в 4 раза.

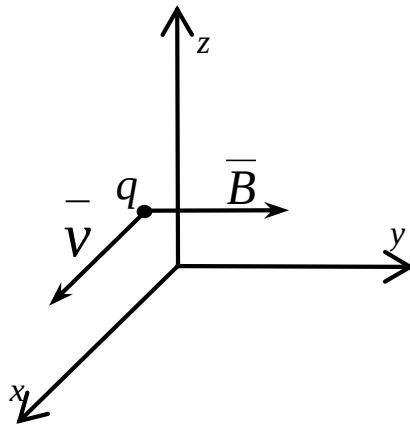
9.4.7



Если на тонкий медный провод с током $I=2$ А коаксиально надели железную трубу с магнитной проницаемостью $\mu=300$, то индукция магнитного поля в точке M :

- 1) не изменится;
- 2) увеличится в 300 раз;
- 3) уменьшится в 300 раз;
- 4) увеличится в $\sqrt{300}$ раз.

9.4.8



Если в магнитном поле с индукцией $\vec{B} = \vec{j}B_y$ движется заряд q со скоростью $\vec{v} = \vec{i}v_x$, то сила, действующая на заряд, направлена:

- 1) по оси x ;
- 2) по оси y ;
- 3) по оси z ;
- 4) в плоскости xOy под углом 45° к оси x .

9.4.9

Энергию магнитного поля можно определить по формулам:

$$\begin{aligned} \text{а) } \frac{1}{2} \int_V \vec{B} \vec{H} dV; & \quad \text{б) } \frac{1}{2} \int_V \vec{\delta} \vec{A} dV; & \quad \text{в) } \frac{1}{2} \int_V \vec{\delta} \vec{H} dV; \\ \text{г) } \frac{1}{2} \sum_{k=1}^n \Phi_k I_k; & \quad \text{д) } \frac{1}{2} \sum_{k=1}^n \Phi_k B_k \end{aligned}$$

- 1) а, в, г;
- 2) а, б, г;
- 3) в, г, д;
- 4) а, б, в.

9.4.10

Если для магнитного поля, создаваемого постоянным током I ,

известен $\text{rot } \vec{H} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ 2x + 4y & 6x^2 & 0 \end{vmatrix}$, то вектор плотности тока

равен:

- 1) $\vec{j}4$;
- 2) $\vec{i}2x + \vec{j}4y$;
- 3) $\vec{k}(12x - 4)$;
- 4) $\vec{k}6x$.

9.5. Переменные электромагнитные поля в проводнике и диэлектрике

9.5.1

Эффект близости приводит:

- 1) к увеличению активного сопротивления проводников;
- 2) к уменьшению активного сопротивления проводника;
- 3) к появлению эффекта дипольного излучения;
- 4) к появлению стоячих волн.

9.5.2

Амплитуда напряжённости электрического поля плоской гармонической волны в безграничной проводящей среде при прохождении расстояния, равного длине волны, уменьшится в:

- 1) e раз;
- 2) $e^{2\pi}$ раз;
- 3) 100 раз;
- 4) e^{-1} раз.

9.5.3

Если угол сдвига фаз между векторами $\vec{E}$ и $\vec{H}$ плоской электромагнитной волны в однородной проводящей среде при частоте f равен 45° , то этот угол при частоте $2f$:

- 1) увеличится в два раза;
- 2) уменьшится в два раза;
- 3) изменится в $\sqrt{2}$ раз;
- 4) не изменится.

9.5.4

Если $\underline{k}=100+j100 \text{ м}^{-1}$ — коэффициент распространения электро-магнитной гармонической волны в проводнике, то глубина проникновения равна:

- 1) 4 мм;
- 2) 50 мм;
- 3) 2 м;
- 4) 10 мм.

9.5.5

Глубина проникновения плоской электромагнитной гармонической волны - это расстояние, на котором амплитуда падающей волны:

- 1) уменьшается в e раз;
- 2) уменьшается в π раз;
- 3) увеличивается в 2π раз;
- 4) уменьшается до нуля.

9.5.6

Если относительная магнитная проницаемость среды равна 1000, удельная проводимость равна $10^7 \frac{1}{\text{Ом} \cdot \text{м}}$, напряжённость магнитного поля меняется по закону $H(t) = 15 \sin(10^4 t - 45^\circ)$ А/м, а волновое сопротивление $Z_c = \sqrt{\frac{\omega \mu \mu_0}{\gamma}} \cdot e^{j45^\circ}$, то напряженность электрического поля запишется как:

- 1) $E(t) = 0,0475 \sin(10^4 t - 90^\circ)$ В/м;
- 2) $E(t) = 0,0168 \sin(10^4 t)$ В/м;
- 3) $E(t) = 1,68 \cdot 10^3 \sin(10^4 t + 90^\circ)$ В/м;
- 4) $E(t) = 0,15 \sin(10^4 t)$ В/м.

9.5.7

Если $\vec{E} = \vec{i} \cdot 10$ В/м, $\vec{H} = \vec{j} \cdot 0,2$ А/м, то вектор Пойнтинга равен:

- 1) $\vec{i} \cdot 50 \text{ Вт/м}^2$;
- 2) $\vec{j} \cdot 0,02 \text{ Вт/м}^2$;
- 3) $-\vec{k} \cdot 2 \text{ Вт/м}^2$;
- 4) $\vec{k} \cdot 2 \text{ Вт/м}^2$.

9.5.8

В плоской электромагнитной волне, свободно распространяющейся в однородном диэлектрике, векторы $\vec{E}$ и $\vec{H}$:

- 1) параллельны друг другу;
- 2) направлены под углом 180° ;
- 3) направлены под углом 90° ;
- 4) направлены под углом 45° .

9.5.9

Если амплитуда напряжённости магнитного поля плоской гармонической волны на поверхности диэлектрика с относительной диэлектрической проницаемостью $\varepsilon_r = 4$ равна $H_m = 2$ А/м, то после прохождения расстояния $l = 2$ м ее амплитуда равна:

- 1) 0,2 А/м;
- 2) 4 А/м;
- 3) 2 А/м;
- 4) 0,4 А/м.

9.5.10

Если в плоскости xOy , где $z = 0$, напряженность магнитного поля падающей волны, распространяющейся в воздухе со скоростью v , равна $H = H_m \sin(\omega t + \psi)$ А/м, то выражение для мгновенного значения напряженности электрического поля в плоскости xOy , где $z > 0$:

- 1) $E = \frac{H_m}{377} \sin(\omega t + \psi - \frac{z}{v})$ В/м;
- 2) $E = H_m \cdot 377 \sin(\omega t + \psi)$ В/м;
- 3) $E = H_m \cdot 377 \sin(\omega t + \psi - \frac{\omega z}{v})$ В/м;
- 4) $E = H_m \cdot 377 \sin(\omega t + \psi - \frac{z}{v})$ В/м.

9.5.11

Фазовая скорость плоской электромагнитной волны в диэлектрике с относительной проницаемостью μ_r и относительной диэлектрической проницаемостью ε_r :

- 1) $v = 3 \cdot 10^8$ м/с;
- 2) $v = 3 \cdot 10^8 \sqrt{\varepsilon_r \mu_r}$ м/с;
- 3) $v = 3 \cdot 10^8 \sqrt{\frac{\varepsilon_r}{\mu_r}}$ м/с;
- 4) $v = 3 \cdot 10^8 \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_r \mu_r}}$ м/с.

9.5.12

Волновое сопротивление Z_c диэлектрика с относительной диэлектрической проницаемостью ϵ_r и относительной магнитной проницаемостью μ_r :

- 1) $Z_c = 377 \text{ Ом};$
- 2) $Z_c = 377 \sqrt{\frac{\mu_r}{\epsilon_r}} \text{ Ом};$
- 3) $Z_c = 377 \sqrt{\frac{\epsilon_r}{\mu_r}} \text{ Ом};$
- 4) $Z_c = 377 \sqrt{\frac{\epsilon_r}{\mu_r}} e^{j45^\circ} \text{ Ом}.$

9.5.13

Если воздушную среду с $\epsilon=1$ заменить на диэлектрик с $\epsilon=4$, то скорость распространения электромагнитной волны в диэлектрике:

- 1) увеличится в 2 раза;
- 2) увеличится в 4 раза;
- 3) уменьшится в 2 раза;
- 4) уменьшится в 4 раза.

9.5.14

Если в проводящей среде для электромагнитной гармонической волны частоты $f=10 \text{ кГц}$ длина волны равна 20 мм, то для волны частоты $f=160 \text{ кГц}$ длина волны равна:

- 1) 5 мм;
- 2) 1,25 мм;
- 3) 10 мм;
- 4) 40 мм.

9.5.15

Если электромагнитная волна перпендикулярно падает на плоскую поверхность раздела двух идеальных диэлектриков, то волна:

- 1) полностью отразится от поверхности второй среды;
- 2) полностью проникнет во вторую среду;
- 3) частично отразится, а частично проникнет во вторую среду;
- 4) станет равной нулю.

ОТВЕТЫ

1. Основные понятия и законы электрических цепей, физические основы электротехники

1.1. Физические основы электрических цепей

1.1.1 – 1; 1.1.2 – 4; 1.1.3 – 3; 1.1.4 – 3; 1.1.5 – 2; 1.1.6 – 1; 1.1.7 – 4; 1.1.8 – 2; 1.1.9 – 1; 1.1.10 – 3; 1.1.11 – 4; 1.1.12 – 1; 1.1.13 – 2; 1.1.14 – 2; 1.1.15 – 4; 1.1.16 – 2; 1.1.17 – 4; 1.1.18 – 1; 1.1.19 – 2.

1.2. Элементы электрических цепей

1.2.1 – 4; 1.2.2 – 2; 1.2.3 – 2; 1.2.4 – 4; 1.2.5 – 1; 1.2.6 – 3; 1.2.7 – 1; 1.2.8 – 3; 1.2.9 – 4; 1.2.10 – 2; 1.2.11 – 3; 1.2.12 – 1; 1.2.13 – 1; 1.2.14 – 2; 1.2.15 – 4; 1.2.16 – 2; 1.2.17 – 3; 1.2.18 – 4; 1.2.19 – 2; 1.2.20 – 1; 1.2.21 – 2; 1.2.22 – 2; 1.2.23 – 4; 1.2.24 – 3; 1.2.25 – 4; 1.2.26 – 2; 1.2.27 – 1.

1.3. Топологические понятия

1.3.1 – 2; 1.3.2 – 3; 1.3.3 – 1; 1.3.4 – 4; 1.3.5 – 3; 1.3.6 – 1; 1.3.7 – 2; 1.3.8 – 2; 1.3.9 – 4; 1.3.10 – 2; 1.3.11 – 3; 1.3.12 – 1; 1.3.13 – 3; 1.3.14 – 4; 1.3.15 – 1; 1.3.16 – 2; 1.3.17 – 3; 1.3.18 – 2; 1.3.19 – 4; 1.3.20 – 1; 1.3.21 – 4.

1.4. Основные законы электрических цепей

1.4.1 – 3; 1.4.2 – 2; 1.4.3 – 2; 1.4.4 – 4; 1.4.5 – 1; 1.4.6 – 3; 1.4.7 – 2; 1.4.8 – 2; 1.4.9 – 2; 1.4.10 – 1; 1.4.11 – 4; 1.4.12 – 3; 1.4.13 – 2; 1.4.14 – 4; 1.4.15 – 1; 1.4.16 – 3; 1.4.17 – 4; 1.4.18 – 2; 1.4.19 – 2; 1.4.20 – 4; 1.4.21 – 3.

2. Методы анализа линейных электрических цепей

2.1. Эквивалентные преобразования электрических цепей

2.1.1 – 1; 2.1.2 – 2; 2.1.3 – 4; 2.1.4 – 4; 2.1.5 – 2; 2.1.6 – 1; 2.1.7 – 3; 2.1.8 – 2; 2.1.9 – 1; 2.1.10 – 2; 2.1.11 – 3; 2.1.12 – 1; 2.1.13 – 4; 2.1.14 – 3; 2.1.15 – 3; 2.1.16 – 1; 2.1.17 – 4; 2.1.18 – 2.

2.2. Метод контурных токов

2.2.1 – 1; 2.2.2 – 2; 2.2.3 – 3; 2.2.4 – 3; 2.2.5 – 2; 2.2.6 – 1; 2.2.7 – 3;
2.2.8 – 2; 2.2.9 – 3; 2.2.10 – 4; 2.2.11 – 1; 2.2.12 – 2; 2.2.13 – 2;
2.2.14 – 4; 2.2.15 – 1; 2.2.16 – 1; 2.2.17 – 2.

2.3. Метод узловых потенциалов

2.3.1 – 1; 2.3.2 – 2; 2.3.3 – 1; 2.3.4 – 3; 2.3.5 – 1; 2.3.6 – 3; 2.3.7 – 2;
2.3.8 – 1; 2.3.9 – 3; 2.3.10 – 4; 2.3.11 – 2; 2.3.12 – 1; 2.3.13 – 4;
2.3.14 – 2; 2.3.15 – 4.

2.4. Метод наложения

2.4.1 – 4; 2.4.2 – 2; 2.4.3 – 3; 2.4.4 – 3; 2.4.5 – 1; 2.4.6 – 2; 2.4.7 – 2;
2.4.8 – 2; 2.4.9 – 3; 2.4.10 – 3; 2.4.11 – 1; 2.4.12 – 2; 2.4.13 – 3;
2.4.14 – 1.

2.5. Метод эквивалентного генератора

2.5.1 – 1; 2.5.2 – 2; 2.5.3 – 3; 2.5.4 – 4; 2.5.5 – 4; 2.5.6 – 4; 2.5.7 – 2; 2.5.8 –
1; 2.5.9 – 3; 2.5.10 – 2; 2.5.11 – 1; 2.5.12 – 4; 2.5.13 – 3;
2.5.14 – 2; 2.5.15 – 1; 2.5.16 – 1; 2.5.17 – 4; 2.5.18 – 3; 2.5.19 – 2.

2.6. Баланс мощностей

2.6.1 – 3; 2.6.2 – 2; 2.6.3 – 4; 2.6.4 – 4; 2.6.5 – 1; 2.6.6 – 2; 2.6.7 – 3;
2.6.8 – 4; 2.6.9 – 2; 2.6.10 – 2; 2.6.11 – 2; 2.6.12 – 2; 2.6.13 – 1;
2.6.14 – 4; 2.6.15 – 3; 2.6.16 – 1; 2.6.17 – 2.

3. Теория линейных электрических цепей синусоидального и несинусоидального токов

3.1. Способы представления синусоидальных величин

3.1.1 – 3; 3.1.2 – 1; 3.1.3 – 2; 3.1.4 – 3; 3.1.5 – 4; 3.1.6 – 2; 3.1.7 – 3; 3.1.8 –
2; 3.1.9 – 4; 3.1.10 – 2; 3.1.11 – 1; 3.1.12 – 3; 3.1.13 – 1; 3.1.14 – 4.

3.2. Пассивный двухполюсник в цепи синусоидального тока

3.2.1 – 4; 3.2.2 – 3; 3.2.3 – 2; 3.2.4 – 4; 3.2.5 – 2; 3.2.6 – 2; 3.2.7 – 3; 3.2.8 –
1; 3.2.9 – 3; 3.2.10 – 4; 3.2.11 – 2; 3.2.12 – 3; 3.2.13 – 1.

3.3. Комплексный метод расчета

3.3.1 – 4; 3.3.2 – 1; 3.3.3 – 2; 3.3.4 – 3; 3.3.5 – 1; 3.3.6 – 2; 3.3.7 – 3; 3.3.8 – 4; 3.3.9 – 3; 3.3.10 – 1; 3.3.11 – 2; 3.3.12 – 1; 3.3.13 – 4.

3.4. Резонансные явления в цепях синусоидального тока

3.4.1 – 4; 3.4.2 – 1; 3.4.3 – 3; 3.4.4 – 3; 3.4.5 – 3; 3.4.6 – 4; 3.4.7 – 2; 3.4.8 – 2; 3.4.9 – 3; 3.4.10 – 4; 3.4.11 – 2; 3.4.12 – 1; 3.4.13 – 4.

3.5. Частотные характеристики двухполюсников

3.5.1 – 2; 3.5.2 – 4; 3.5.3 – 1; 3.5.4 – 1; 3.5.5 – 3; 3.5.6 – 3; 3.5.7 – 2; 3.5.8 – 1; 3.5.9 – 4; 3.5.10 – 2.

3.6. Расчет цепей с индуктивно связанными элементами

3.6.1 – 1; 3.6.2 – 4; 3.6.3 – 4; 3.6.4 – 1; 3.6.5 – 1; 3.6.6 – 3; 3.6.7 – 1; 3.6.8 – 4; 3.6.9 – 4; 3.6.10 – 4; 3.6.11 – 2; 3.6.12 – 1.

3.7. Расчет электрических цепей при периодических несинусоидальных воздействиях

3.7.1 – 1; 3.7.2 – 3; 3.7.3 – 4; 3.7.4 – 3; 3.7.5 – 3; 3.7.6 – 4; 3.7.7 – 2; 3.7.8 – 2; 3.7.9 – 3; 3.7.10 – 2; 3.7.11 – 1; 3.7.12 – 4.

4. Трехфазные цепи

4.1. Основные понятия трехфазных цепей

4.1.1 – 3; 4.1.2 – 2; 4.1.3 – 3; 4.1.4 – 2; 4.1.5 – 1; 4.1.6 – 4; 4.1.7 – 1; 4.1.8 – 3; 4.1.9 – 2; 4.1.10 – 4; 4.1.11 – 2; 4.1.12 – 1.

4.2. Расчет трехфазных цепей

4.2.1 – 2; 4.2.2 – 1; 4.2.3 – 3; 4.2.4 – 3; 4.2.5 – 1; 4.2.6 – 1; 4.2.7 – 3; 4.2.8 – 2; 4.2.9 – 2; 4.2.10 – 3; 4.2.11 – 2; 4.2.12 – 1.

5. Переходные процессы

5.1. Основные понятия

5.1.1 – 3; 5.1.2 – 4; 5.1.3 – 2; 5.1.4 – 4; 5.1.5 – 2; 5.1.6 – 4; 5.1.7 – 4; 5.1.8 – 2; 5.1.9 – 2.

5.2. Расчет переходных процессов в линейных электрических цепях первого порядка

5.2.1 – 3; 5.2.2 – 2; 5.2.3 – 3; 5.2.4 – 3; 5.2.5 – 1; 5.2.6 – 4; 5.2.7 – 3; 5.2.8 – 1; 5.2.9 – 3; 5.2.10 – 2; 5.2.11 – 2; 5.2.12 – 3; 5.2.13 – 1; 5.2.14 – 2.

5.3. Расчет переходных процессов в линейных электрических цепях второго порядка

5.3.1 – 1; 5.3.2 – 3; 5.3.3 – 4; 5.3.4 – 2; 5.3.5 – 1; 5.3.6 – 4; 5.3.7 – 3; 5.3.8 – 4; 5.3.9 – 3; 5.3.10 – 2; 5.3.11 – 3; 5.3.12 – 3.

5.4. Операторный метод расчета переходных процессов

5.4.1 – 4; 5.4.2 – 3; 5.4.3 – 2; 5.4.4 – 3; 5.4.5 – 3; 5.4.6 – 4; 5.4.7 – 1; 5.4.8 – 2; 5.4.9 – 2; 5.4.10 – 1; 5.4.11 – 4.

6. Основы теории четырехполюсников

6.1. Основные определения и классификация четырехполюсников

6.1.1 – 2; 6.1.2 – 4; 6.1.3 – 2; 6.1.4 – 2; 6.1.5 – 2; 6.1.6 – 3; 6.1.7 – 1; 6.1.8 – 3; 6.1.9 – 1; 6.1.10 – 4; 6.1.11 – 1.

6.2. Уравнения и режимы работы четырехполюсников

6.2.1 – 2; 6.2.2 – 3; 6.2.3 – 4; 6.2.4 – 4; 6.2.5 – 4; 6.2.6 – 3; 6.2.7 – 2; 6.2.8 – 2; 6.2.9 – 4; 6.2.10 – 1.

6.3. Характеристические параметры и передаточные функции

6.3.1 – 4; 6.3.2 – 4; 6.3.3 – 2; 6.3.4 – 2; 6.3.5 – 1; 6.3.6 – 1; 6.3.7 – 3; 6.3.8 – 3; 6.3.9 – 3; 6.3.10 – 1; 6.3.11 – 2; 6.3.12 – 4.

6.4. Основные понятия и классификация электрических фильтров

6.4.1 – 2; 6.4.2 – 1; 6.4.3 – 2; 6.4.4 – 3; 6.4.5 – 4; 6.4.6 – 3; 6.4.7 – 1; 6.4.8 – 3; 6.4.9 – 2; 6.4.10 – 3; 6.4.11 – 4.

7. Цепи с распределенными параметрами

7.1. Цепи с распределенными параметрами

7.1.1 – 3; 7.1.2 – 4; 7.1.3 – 4; 7.1.4 – 2; 7.1.5 – 2; 7.1.6 – 1; 7.1.7 – 4; 7.1.8 – 4; 7.1.9 – 4; 7.1.10 – 3; 7.1.11 – 1; 7.1.12 – 3; 7.1.13 – 3; 7.1.14 – 1; 7.1.15 – 2.

7.2. Линии без потерь. Линии без искажений

7.2.1 – 3; 7.2.2 – 2; 7.2.3 – 1; 7.2.4 – 4; 7.2.5 – 4; 7.2.6 – 1; 7.2.7 – 2; 7.2.8 – 3; 7.2.9 – 4; 7.2.10 – 1; 7.2.11 – 1.

8. Нелинейные электрические и магнитные цепи

8.1. Основные определения и понятия

8.1.1 – 1; 8.1.2 – 2; 8.1.3 – 2; 8.1.4 – 1; 8.1.5 – 1; 8.1.6 – 4; 8.1.7 – 4; 8.1.8 – 2; 8.1.9 – 3; 8.1.10 – 1; 8.1.11 – 4; 8.1.12 – 3; 8.1.13 – 2; 8.1.14 – 1; 8.1.15 – 1.

8.2. Нелинейные резистивные цепи постоянного тока

8.2.1 – 2; 8.2.2 – 2; 8.2.3 – 1; 8.2.4 – 4; 8.2.5 – 2; 8.2.6 – 3; 8.2.7 – 2; 8.2.8 – 3; 8.2.9 – 1; 8.2.10 – 2; 8.2.11 – 4.

8.3. Нелинейные цепи переменного тока

8.3.1 – 3; 8.3.2 – 2; 8.3.3 – 1; 8.3.4 – 3; 8.3.5 – 2; 8.3.6 – 1; 8.3.7 – 1; 8.3.8 – 2; 8.3.9 – 3; 8.3.10 – 4.

8.4. Расчет магнитных цепей

8.4.1 – 2; 8.4.2 – 1; 8.4.3 – 2; 8.4.4 – 1; 8.4.5 – 3; 8.4.6 – 4; 8.4.7 – 2; 8.4.8 – 4; 8.4.9 – 3; 8.4.10 – 3; 8.4.11 – 2.

9. Теория электромагнитного поля

9.1. Уравнения электромагнитного поля

9.1.1 – 1; 9.1.2 – 3; 9.1.3 – 2; 9.1.4 – 2; 9.1.5 – 1; 9.1.6 – 2; 9.1.7 – 2; 9.1.8 – 4; 9.1.9 – 3; 9.1.10 – 1; 9.1.11 – 4; 9.1.12 – 2; 9.1.13 – 1; 9.1.14 – 2.

9.2. Электростатическое поле

9.2.1 – 2; 9.2.2 – 3; 9.2.3 – 3; 9.2.4 – 2; 9.2.5 – 1; 9.2.6 – 4; 9.2.7 – 4; 9.2.8 – 4; 9.2.9 – 1; 9.2.10 – 3; 9.2.11 – 2; 9.2.12 – 1.

9.3. Электрическое поле постоянных токов

9.3.1 – 2; 9.3.2 – 3; 9.3.3 – 1; 9.3.4 – 1; 9.3.5 – 4; 9.3.6 – 3; 9.3.7 – 4; 9.3.8 – 4; 9.3.9 – 4; 9.3.10 – 2; 9.3.11 – 2.

9.4. Магнитное поле постоянных токов

9.4.1 – 3; 9.4.2 – 3; 9.4.3 – 1; 9.4.4 – 1; 9.4.5 – 2; 9.4.6 – 4; 9.4.7 – 2; 9.4.8 – 3; 9.4.9 – 2; 9.4.10 – 3.

9.5. Переменные электромагнитные поля в проводящей среде и диэлектрике

9.5.1 – 1; 9.5.2 – 2; 9.5.3 – 4; 9.5.4 – 4; 9.5.5 – 1; 9.5.6 – 2; 9.5.7 – 4; 9.5.8 – 3; 9.5.9 – 3; 9.5.10 – 3; 9.5.11 – 4; 9.5.12 – 2; 9.5.13 – 3; 9.5.14 – 1; 9.5.15 – 3.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атабеков, Г.И. Теоретические основы электротехники. Линейные электрические цепи. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2009. — 592 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/90> — Загл. с экрана.
2. Атабеков, Г.И. Теоретические основы электротехники. Нелинейные электрические цепи. Электромагнитное поле. [Электронный ресурс] / Г.И. Атабеков, С.Д. Купалян, А.Б. Тимофеев, С.С. Хухриков. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2010. — 432 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/644> — Загл. с экрана.
3. Потапов, Л.А. Теоретические основы электротехники: краткий курс. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 376 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/76282> — Загл. с экрана.
4. Бессонов, Л. А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи: [учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки дипломированных специалистов, "Электротехника, электромеханика и электротехнологии", "Электроэнергетика", "Приборостроение"] / Л. А. Бессонов. — 12-е изд., исправ. и доп. — Москва: Юрайт, 2014. — 701 с.: ил.; 21 см. — (Бакалавр. Углубленный курс). — Предис.: с. 3-6. — Библиогр.: с. 605-606.
5. Бессонов, Л. А. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле: [учебник для студентов технических высших учебных заведений, обучающихся по направлениям "Электротехника", "Электротехнологии", "Электромеханика", "Электроэнергетика" и "Приборостроение"] / Л. А. Бессонов. — 11-е изд., перераб. и доп. — Москва: Юрайт, 2014. — 317 с.: ил.; 21 см. — (Бакалавр. Углубленный курс). — Библиогр.: с. 275-276.

Учебное издание

ЛУКМАНОВ Виталий Сабирович
ЧЕЧУЛИНА Ирина Евгеньевна
ГУСАРОВ Александр Вячеславович
ФАТХИЕВ Альберт Рифгатович

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

Сборник тестовых заданий

Редактор

Подписано в печать 00.00.2016. Формат 60×84 1/16.
Бумага офсетная. Печать плоская. Гарнитура Times New Roman.
Усл. печ. л. 00,0. Уч.-изд. л. 00,0.
Тираж 000 экз. Заказ №
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный
технический университет»
Редакционно-издательский комплекс УГАТУ
450008, г. Уфа, ул. К. Маркса, д. 12.