

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**БАНК ЗАДАНИЙ
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ
по дисциплинам
«Теоретические основы электротехники» (ТОЭ),
«Основы теории цепей» (ОТЦ),
«Теория нелинейных электрических и магнитных цепей»,
«Теория электромагнитного поля»**

Кафедра: *Теоретические основы электротехники*

УФА 2012

Банк аттестационных заданий составили:

_____ к.т.н., доцент Болотовский Ю.И.,
_____ д.т.н., профессор Заико А.И.
_____ к.т.н., доцент Крайнова Т.М.,
_____ к.т.н., доцент Медведева Л.П.,
_____ к.т.н., доцент Лукманов В.С.
_____ к.т.н., доцент Парфенов Е.В.
_____ к.т.н., доцент Чечулина И.Е.

Комплект аттестационных заданий обсужден и одобрен
на заседании кафедры
теоретических основ электротехники

" 1 " сентября 2011 г. (протокол № 1-11/12)

Заместитель заведующего кафедрой теоретических
основ электротехники

_____ к.т.н., доцент Лукманов В.С.

Комплект аттестационных заданий рассмотрен и одобрен на заседании
научно-методического Совета по общетехническим дисциплинам

" _____ " _____ 2011 г. (протокол № _____)

Председатель научно – методического Совета

_____ к.т.н., доцент Лукманов В.С.

Содержание

Введение	4
1. Основные понятия и законы ЭМП и теории цепей	5
2. Теория линейных электрических и магнитных цепей	12
2.1. Методы расчета электрических цепей при установившихся синусоидальных и постоянных токах	12
2.2. Резонансные явления и частотные характеристики	51
2.3. Расчет трехфазных цепей	61
2.4. Расчет электрических цепей при несинусоидальных периодических ЭДС, напряжениях и токах	64
2.5. Переходные процессы в электрических цепях с сосредоточенными параметрами и методы их расчета	72
2.6. Четырехполюсники и многополюсники	84
2.7. Электрические цепи с распределенными параметрами	92
2.8. Синтез электрических цепей	95
3. Теория нелинейных электрических и магнитных цепей	101
3.1. Установившиеся процессы в нелинейных цепях и методы их расчета	101
3.2. Элементы теории колебаний и методы расчета переходных процессов в нелинейных электрических цепях	124
4. Теория электромагнитного поля	125
4.1. Уравнения электромагнитного поля	125
4.2. Электростатическое поле	126
4.3. Электрическое поле постоянных токов	128
4.4. Магнитное поле постоянных токов	130
4.5. Аналитические и численные методы расчета потенциальных электрических и магнитных полей	132
4.6. Основные соотношения переменного поля в материальной среде	134
4.7. Электромагнитная волна в диэлектрике	135
4.8. Переменные электромагнитные поля в проводящей среде	137
4.9. Излучения электромагнитных волн	139
4.10. Электромагнитные волны в направляющих структурах	141

ВВЕДЕНИЕ

Настоящий банк аттестационных заданий для экзамена разработан на основании следующих нормативных документов, регламентирующих образовательный процесс в УГАТУ:

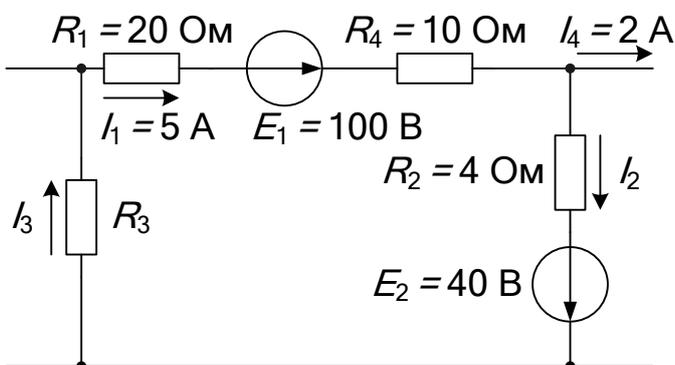
- «Положения о промежуточной аттестации студентов Уфимского государственного авиационного технического университета (приложение к приказу по УГАТУ № 245-О от 16.05.2003 г.),
- приказа по УГАТУ № 462-О от 4.09.2006 г. «Об утверждении минимального состава учебно-методического комплекса по дисциплине»,
- приказа по УГАТУ № 494-О от 27.06.2007 г. «О дополнении минимального состава учебно-методического комплекса по дисциплине»,
- распоряжения по УГАТУ № 24 от 15.10.2008 г. «О проведении корректирующих действий, направленных на совершенствование работы по оформлению УМК по учебным дисциплинам»,
- распоряжения по УГАТУ № 14 от 29.03.2011 г. «О внесении изменений в распоряжение №24 от 15.10.2008 г.»

Настоящий комплект аттестационных вопросов и заданий для экзамена разработан в соответствии с требованиями учебной программы дисциплины «ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ГЛАВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ» с учетом ее трудоемкости, а также распределением часов по отдельным темам и видам занятий.

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ЗАКОНЫ ЭМП И ТЕОРИИ ЦЕПЕЙ

1.1. Основные законы и понятия цепей

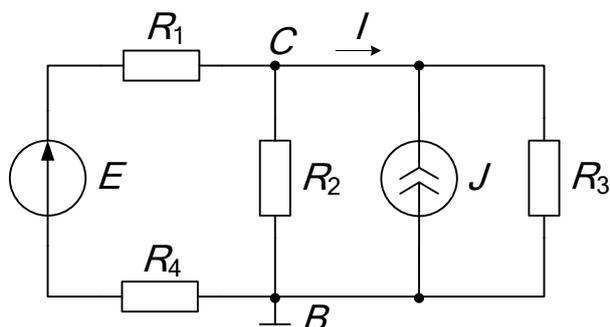
1.1.1



Используя законы Кирхгофа определите падение напряжения на сопротивлении R_3 .

Сопротивления заданы в (Ом).

1.1.2



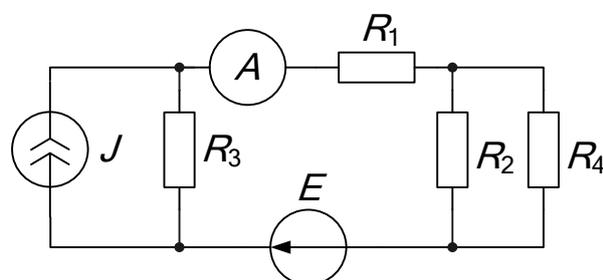
Вычислите потенциал узла C относительно заземленного узла B при

$$R_1 = 10 \text{ Ом}, R_2 = 40 \text{ Ом},$$

$$R_3 = 20 \text{ Ом}, R_4 = 30 \text{ Ом},$$

$$J = 0,6 \text{ А}, E = 60 \text{ В}.$$

1.1.3



Найдите показание амперметра при

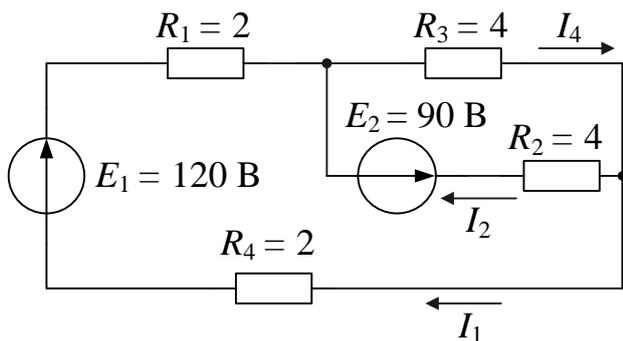
$$R_1 = 10 \text{ Ом}, R_2 = 6 \text{ Ом},$$

$$R_3 = 2 \text{ Ом}, R_4 = 6 \text{ Ом},$$

$$J = 3 \text{ А}, E = 50 \text{ В}.$$

(Внутреннее сопротивление амперметра считать равным нулю).

1.1.4

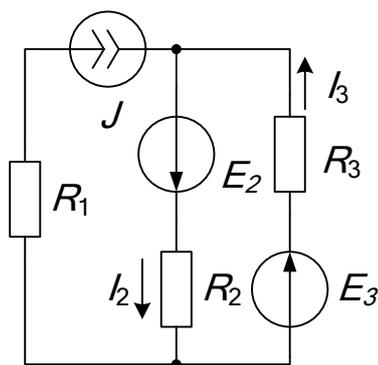


Определите токи в ветвях схемы и режимы работы обоих источников питания.

Составьте баланс мощностей.

Сопротивления заданы в (Ом).

1.1.5



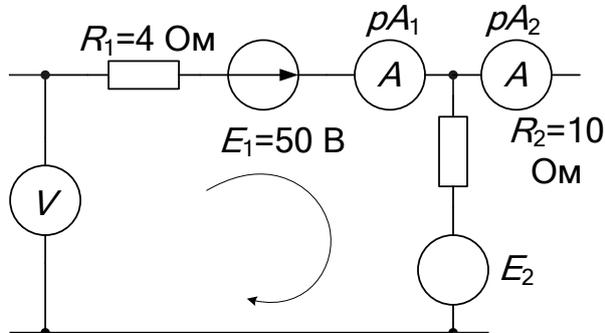
Определите токи в ветвях схемы методом контурных токов.

Проверьте выполнение баланса мощности, если

$$R_1 = 5 \text{ Ом}, R_2 = 8 \text{ Ом}, J = 1 \text{ А},$$

$$R_3 = 2 \text{ Ом}, E_2 = 16 \text{ В}, E_3 = 4 \text{ В}.$$

1.1.6

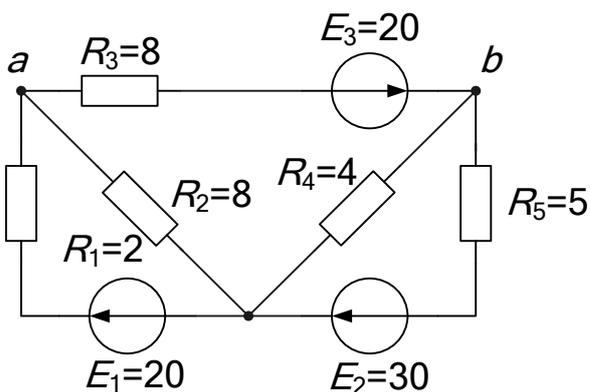


Для участка сложной цепи с заданными параметрами и показаниями приборов определите величину и направление E_2 , если известны показания приборов:

$$pA_1 \Rightarrow 5 \text{ А}, pA_2 \Rightarrow 8 \text{ А},$$

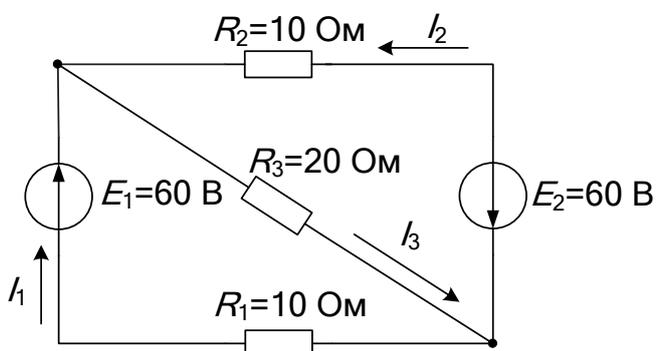
$$pV \Rightarrow 100 \text{ В}.$$

1.1.7



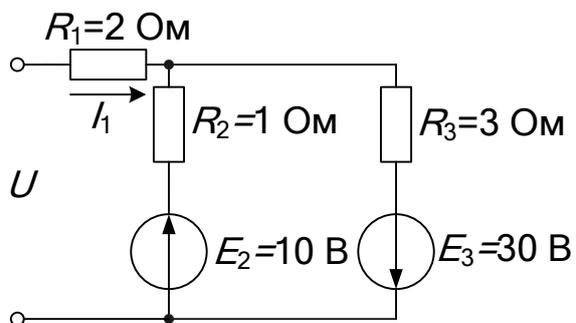
Определите ток I в ветви “ ab ” методом эквивалентного генератора. ЭДС заданы в Вольтах, сопротивления в Омах.

1.1.8



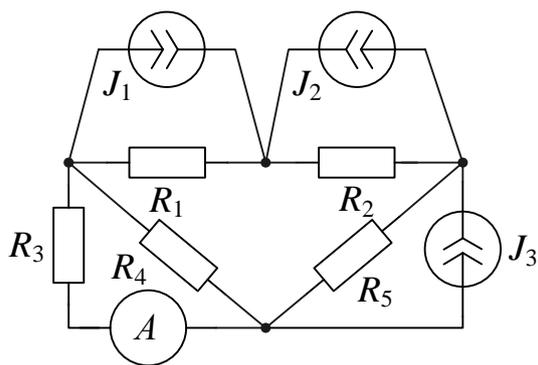
Определите токи в цепи. Составьте баланс мощностей.

1.1.9



Определите, при каком значении и направлении входного напряжения U ток $I_1 = 0$.

1.1.10



Чему равно показание амперметра при

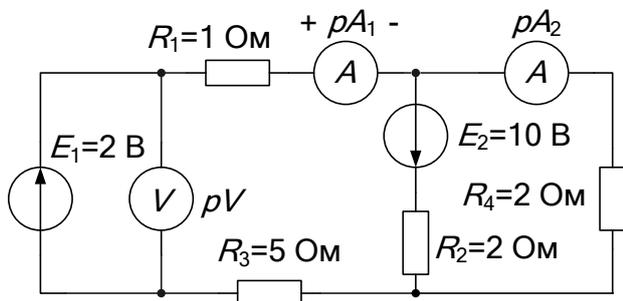
$$R_1 = R_2 = 5 \text{ Ом},$$

$$R_3 = R_4 = 40 \text{ Ом}, R_5 = 10 \text{ Ом},$$

$$J_1 = J_2 = 0,5 \text{ А}, J_3 = 2 \text{ А}.$$

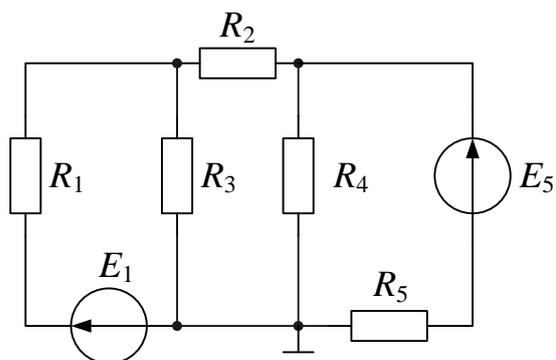
(Внутреннее сопротивление амперметра равно нулю).

1.1.11



Определите, что покажет амперметр pA_2 , если показание $pA_1 \Rightarrow 1 \text{ А}$. Остальные параметры цепи указаны на схеме, знаки “+” и “-” на амперметре pA_1 указывают направление тока.

1.1.12



Определите токи методом контурных токов, если:

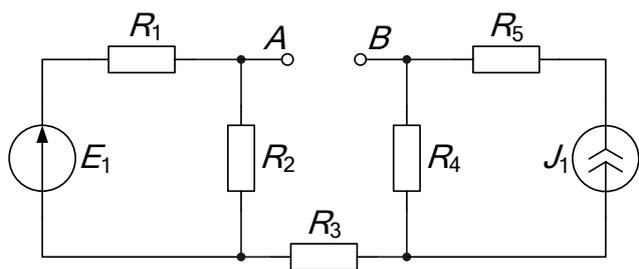
$$E_1 = 20 \text{ В}, E_5 = 15 \text{ В},$$

$$R_1 = 10 \text{ Ом}, R_2 = 20 \text{ Ом},$$

$$R_3 = 5 \text{ Ом}, R_4 = 10 \text{ Ом},$$

$$R_5 = 10 \text{ Ом}.$$

1.1.13



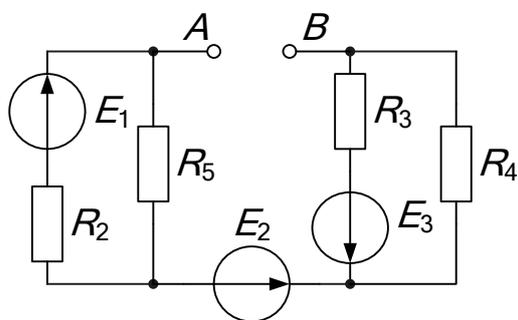
Определите ЭДС эквивалентного генератора по отношению к зажимам А и В и внутреннее сопротивление генератора. при

$$E_1 = 50 \text{ В}, J_1 = 2 \text{ А},$$

$$R_1 = R_3 = 50 \text{ Ом},$$

$$R_2 = R_4 = R_5 = 150 \text{ Ом}.$$

1.1.14



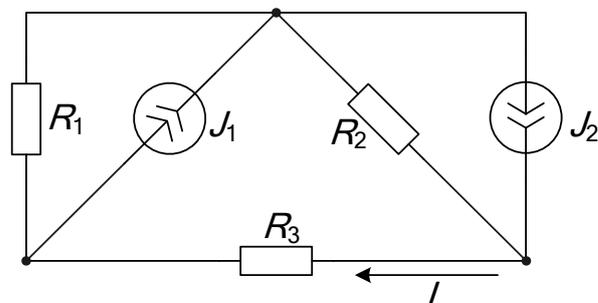
Чему равно внутреннее сопротивление эквивалентного генератора по отношению к зажимам А и В при

$$R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = 50 \text{ Ом}.$$

Определите ЭДС эквивалентного генератора при

$$E_1 = 100 \text{ В}, E_2 = 70 \text{ В}, E_3 = 120 \text{ В}.$$

1.1.15

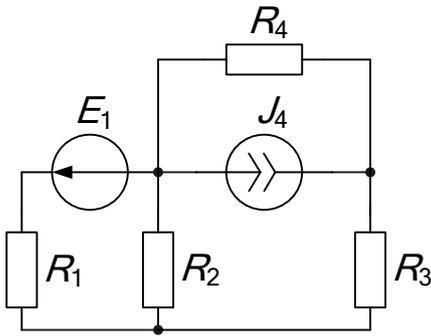


Методом наложения рассчитайте ток I при

$$J_1 = 5 \text{ А}, J_2 = 1 \text{ А},$$

$$R_1 = R_2 = R_3 = 50 \text{ Ом}.$$

1.1.16



Найдите собственные и взаимные сопротивления контуров, указав положительные направления контурных токов в цепи.

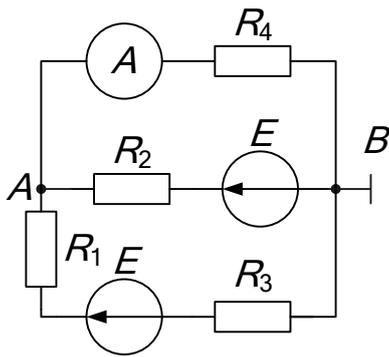
$$R_1 = R_2 = 10 \text{ Ом}, R_3 = 20 \text{ Ом},$$

$$R_4 = 50 \text{ Ом}.$$

Определите все токи методом контурных токов.

$$E_1 = 50 \text{ В}; J_4 = 2 \text{ А}.$$

1.1.17

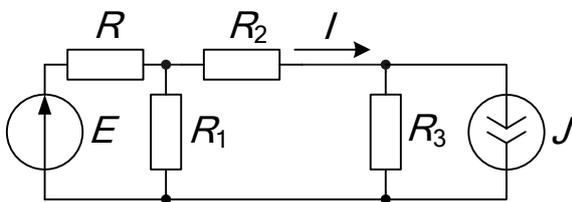


Что покажет амперметр при $E = 24 \text{ В}$, $R_1 = R_3 = 10 \text{ Ом}$,

$$R_2 = R_4 = 20 \text{ Ом}.$$

(Внутреннее сопротивление амперметра равно нулю). Задачу решите методом узловых потенциалов.

1.1.18

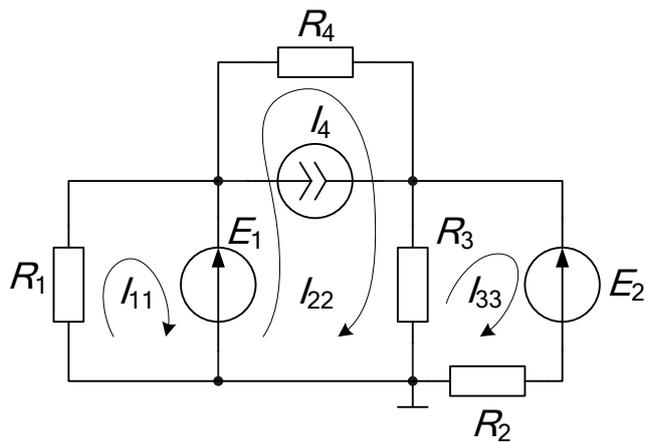


Рассчитайте ток I методом наложения при

$$R = R_1 = R_2 = R_3 = 10 \text{ Ом},$$

$$E = 20 \text{ В}, J = 1 \text{ А}.$$

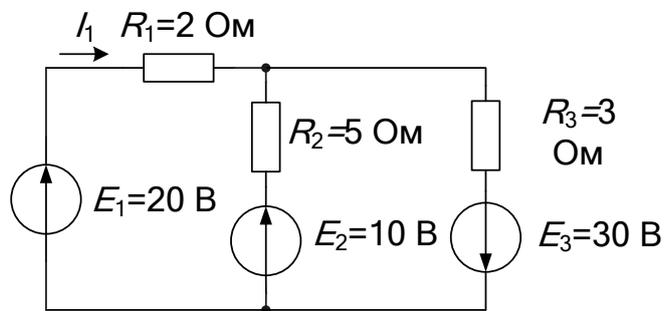
1.1.19



Запишите уравнения методу контурных токов.

Составьте таблицу соответствия между токами в ветвях и контурными токами.

1.1.20

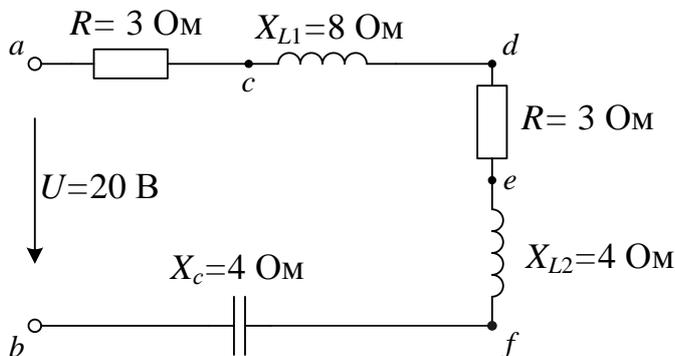


Определите ток I_1 методом двух узлов.

2. ТЕОРИЯ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И МАГНИТНЫХ ЦЕПЕЙ

2.1. Методы расчета электрических цепей при установившихся синусоидальных и постоянных токах

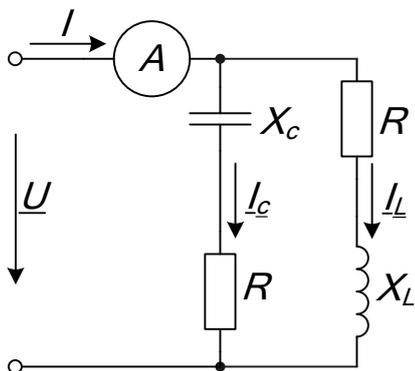
2.1.1



Определите, между какими точками будет наблюдаться наибольшее напряжение.

Постройте векторную диаграмму.

2.1.2



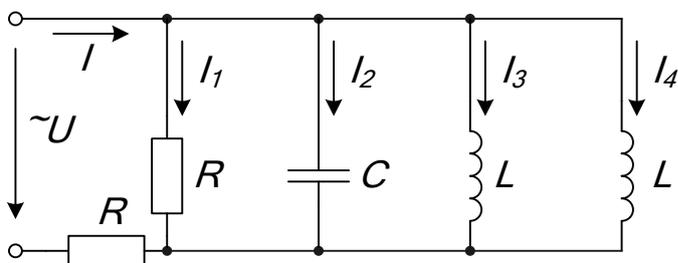
Найдите показание амперметра электромагнитной системы при

$$U=50 \text{ В,}$$

$$X_C=X_L=R=20 \text{ Ом.}$$

(Внутреннее сопротивление амперметра бесконечно мало).

2.1.3



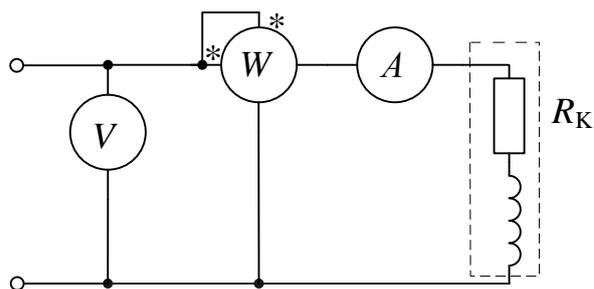
Определите ток в неразветвленной части цепи, если заданы токи в ветвях:

$$I_1 = 8 \text{ А, } I_2 = 12 \text{ А,}$$

$$I_3 = 4 \text{ А, } I_4 = 2 \text{ А.}$$

Постройте векторную диаграмму.

2.1.4

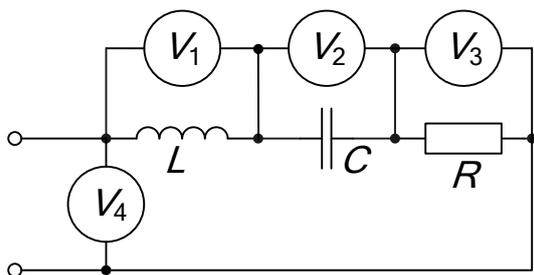


Определите параметры двухполюсника по показаниями приборов.

$$pA \Rightarrow 2 \text{ А}, pV \Rightarrow 80 \text{ В},$$

$$pW \Rightarrow 40 \text{ Вт}, f = 50 \text{ Гц}.$$

2.1.5

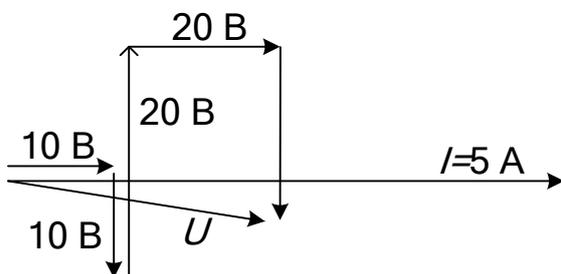


Определите показание вольтметра pV_4 при

$$pV_1 \Rightarrow 60 \text{ В}, pV_2 \Rightarrow 20 \text{ В},$$

$$pV_3 \Rightarrow 30 \text{ В}.$$

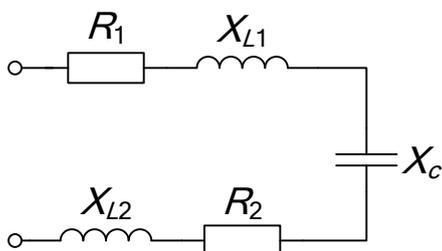
2.1.6



По заданной векторной диаграмме восстановите схему цепи.

Определите приложенное напряжение и потребляемые активную и реактивную мощности.

2.1.7



В цепи резонанс напряжений.

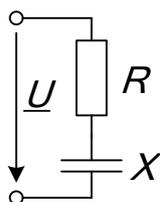
Найдите напряжение на L_2 , если активная мощность, потребляемая цепью, равна 36 Вт.

$$Z = 10 \text{ Ом}, R_2 = 5 \text{ Ом}$$

$$X_{L2} = 2 \text{ Ом}, X_{L1} = 2 \text{ Ом},$$

$$X_C = 4 \text{ Ом}.$$

2.1.8



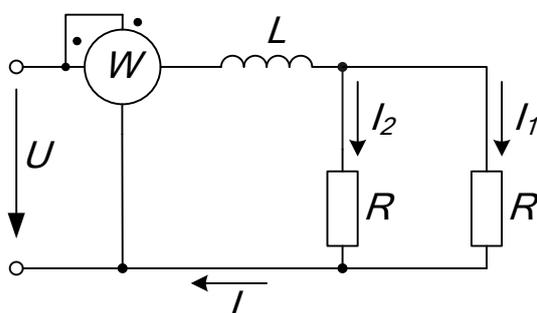
Чему равны полная S , активная P и реактивная Q мощности в цепи при

$$X_C = 10 \text{ Ом},$$

$$R = 20 \text{ Ом},$$

$$\underline{U} = 12e^{j45^\circ} \text{ В.}$$

2.1.9

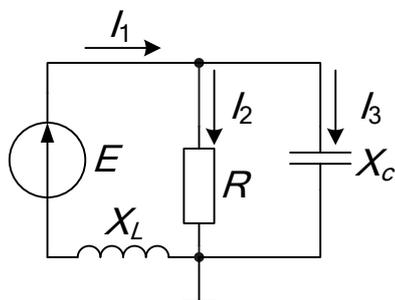


Найдите показание ваттметра при

$$I_1 = 0,2 \text{ А}$$

$$R = X_L = 20 \text{ Ом.}$$

2.1.10

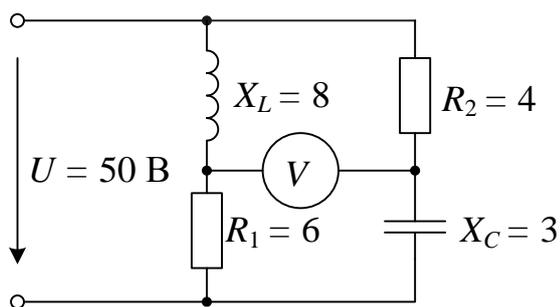


По законам Кирхгофа определите комплекс действующего значения источника \underline{E} , запишите его мгновенное значение при

$$X_C = X_L = R = 20 \text{ Ом},$$

$$\underline{I}_3 = -2j \text{ А.}$$

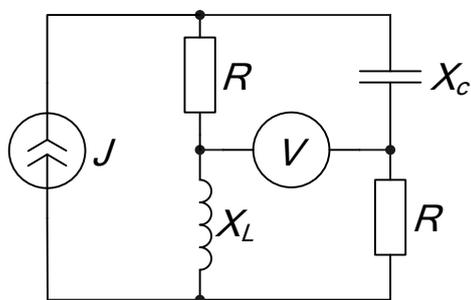
2.1.11



Определите показание
вольтметра. Сопротивления даны
в (Ом).

Постройте векторную
диаграмму.

2.1.12

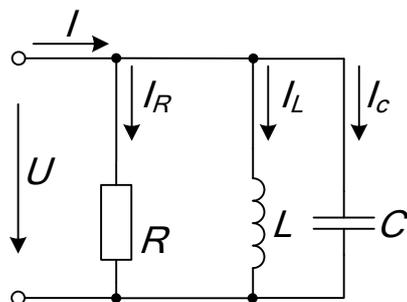


Найдите показание вольтметра,
реагирующего на действующее
значение, при

$$J = 2j \text{ A,}$$

$X_C = X_L = R = 50 \text{ Ом}$. (Внутреннее
сопротивление вольтметра
бесконечно велико).

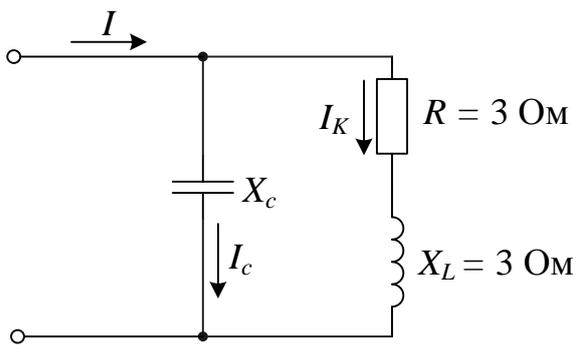
2.1.13



Постройте векторные
диаграммы при

$$b_L > b_C, \quad b_L < b_C, \quad b_L = b_C.$$

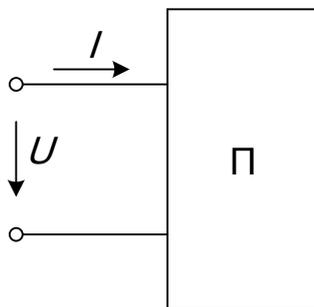
2.1.14



В цепи резонанс токов.

Определите ток I , напряжение на конденсаторе, $\cos \varphi$, если $I_K=2$ А.

2.1.15



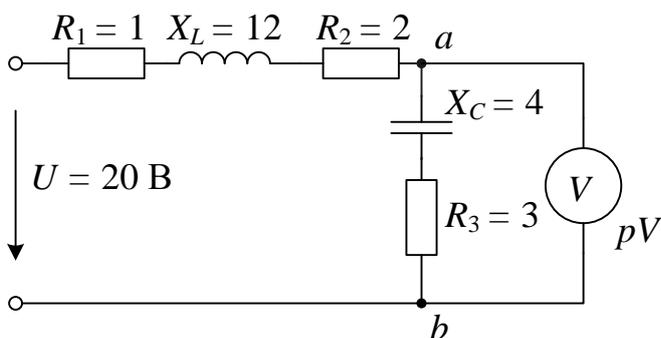
Известны ток и напряжение на входе пассивного двухполюсника.

Определите активную реактивную и полную мощности в цепи.

$$i = \sqrt{2} \sin(\omega t) \text{ А,}$$

$$u = 220\sqrt{2} \sin(\omega t + 30^\circ) \text{ В.}$$

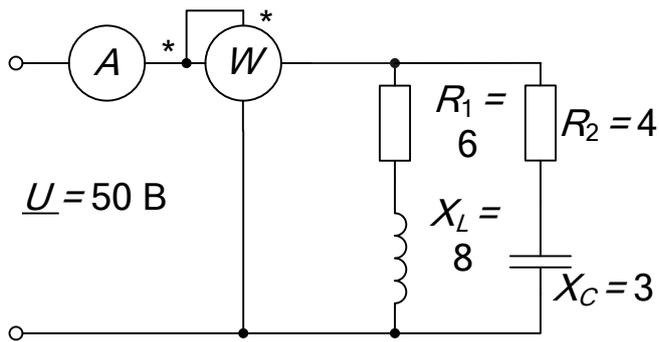
2.1.16



Определите напряжение на участке ab .

Постройте векторную диаграмму. Сопротивления заданы в (Ом).

2.1.17

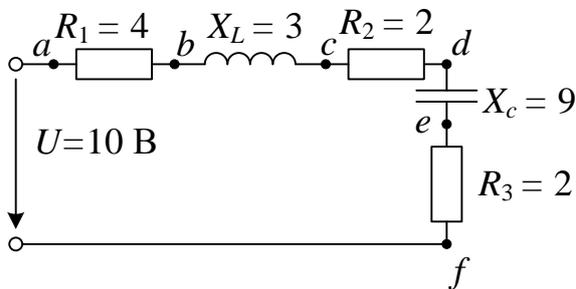


Определите показания приборов.

Сопротивления заданы в (Ом).

Постройте векторную диаграмму.

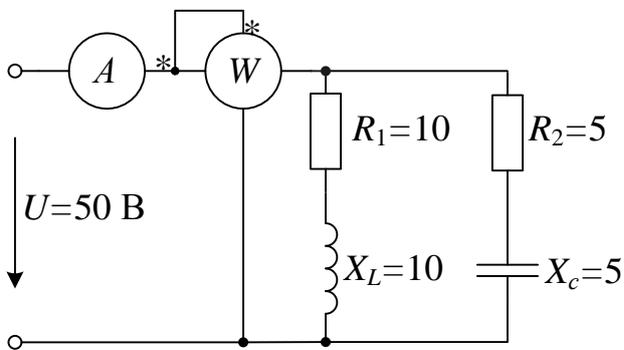
2.1.18



Определите между какими точками цепи будет наблюдаться наибольшее напряжение.

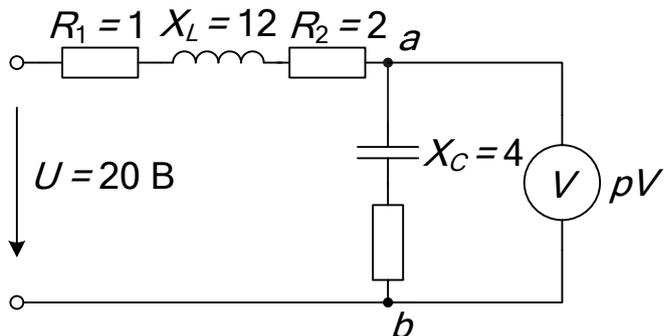
Постройте векторную диаграмму. Сопротивления заданы в (Ом).

2.1.19



Определите показания приборов. Сопротивления заданы в (Ом).

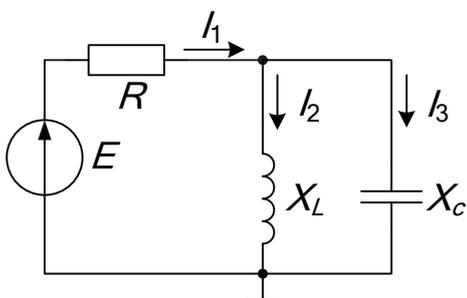
2.1.20



Определите напряжение на участке ab .

Постройте векторную диаграмму.

2.1.21

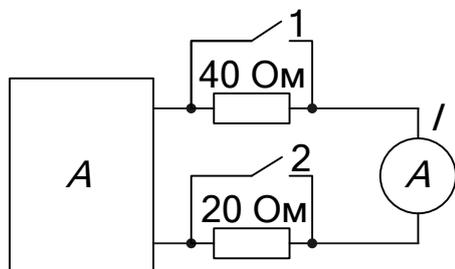


Определите комплекс действующего значения E источника питания, если:

$$I_3 = 1 \text{ A},$$

$$X_L = X_C = R = 100 \text{ Ом}.$$

2.1.22

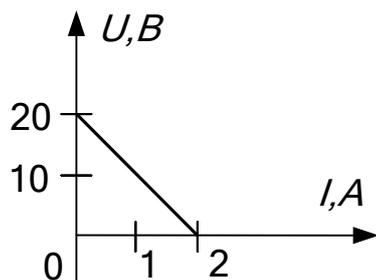


При разомкнутых рубильниках 1 и 2 $I = 1,2 \text{ A}$.

При замкнутом рубильнике 1 и разомкнутом 2 $I = 3 \text{ A}$.

Найдите I при разомкнутом рубильнике 1 и замкнутом рубильнике 2.

2.1.23



Внешняя характеристика генератора имеет вид. В номинальном режиме генератор отдает мощность $P=10$ Вт.

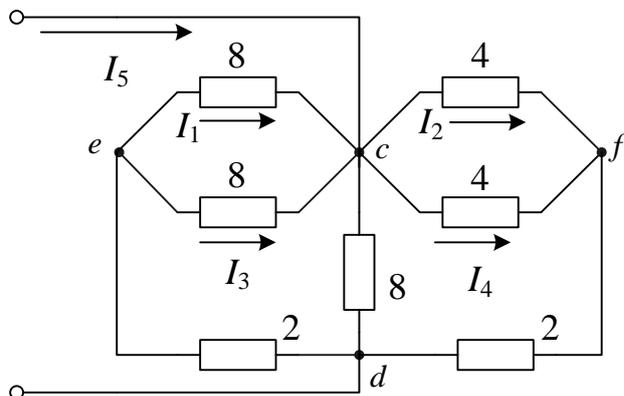
Составить эквивалентные схемы генератора:

а) с источником ЭДС;

б) с источником тока.

Найдите рабочую точку: U_0, I_0 .

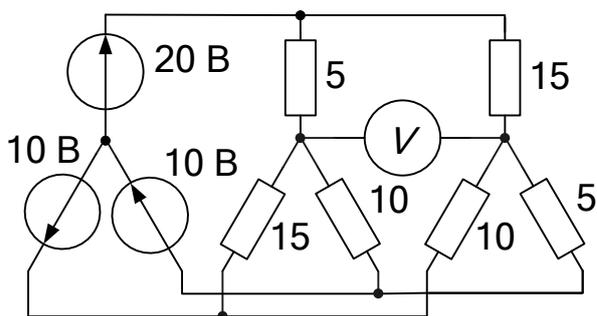
2.1.24



Найдите все токи, если ток $I_5 = 20$ А.

Сопротивления все в Омах.

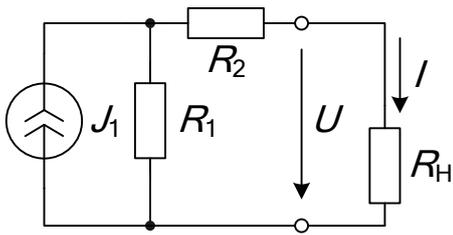
2.1.25



Найдите показания вольтметра V .

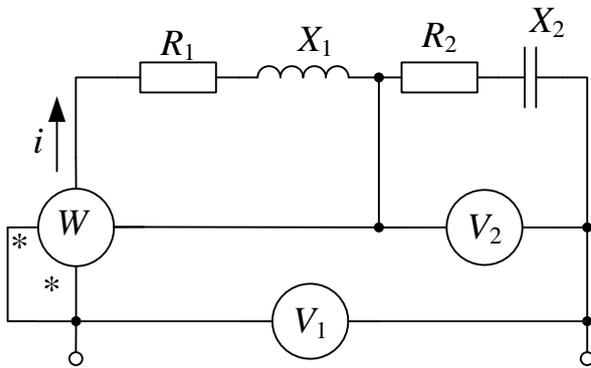
Сопротивления даны в Омах.

2.1.26



Найдите внешнюю
характеристику $U(I)$, если
известны J_1, R_1, R_2 .

2.1.27



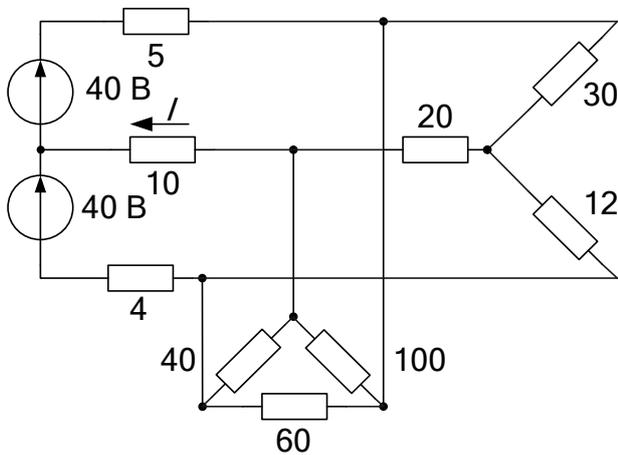
Определите показания
приборов, если:

$$i = 2 \sin(\omega t + 200) \text{ A},$$

$$R_1 = 2,0 \text{ Ом}, X_1 = 10 \text{ Ом},$$

$$R_2 = 4,0 \text{ Ом}, X_2 = 4 \text{ Ом}.$$

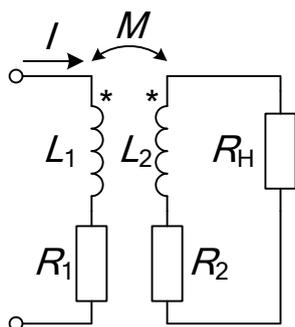
2.1.28



Найдите ток в среднем
проводе.

Сопротивления даны в Омах.

2.1.29



Найдите входное сопротивление цепи, если:

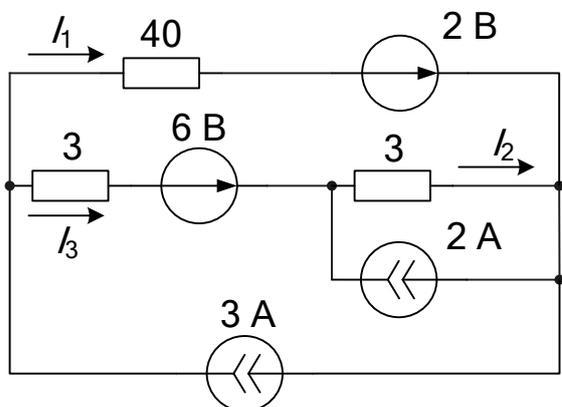
$$\omega L_1 = 100 \text{ Ом},$$

$$\omega L_2 = 400 \text{ Ом}, k = 0,8,$$

$$R_1 = 2 \text{ Ом},$$

$$R_2 = 8 \text{ Ом}, R_H = 10 \text{ Ом}.$$

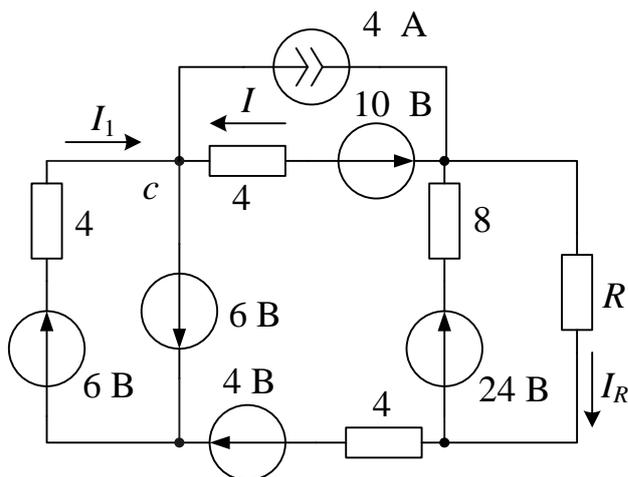
2.1.30



Найдите токи и составьте баланс мощностей.

Сопротивления даны в Омах.

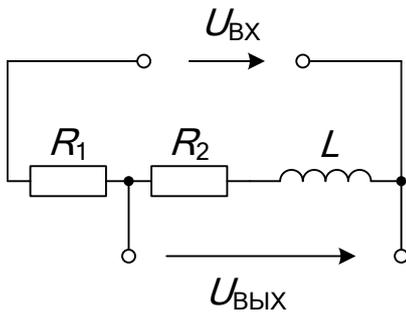
2.1.31



Найдите I при $R = 4 \text{ Ом}$, если при $R = 2 \text{ Ом}$ токи $I = 2 \text{ А}$, $I_P = 4 \text{ А}$.

Сопротивления даны в (Ом).

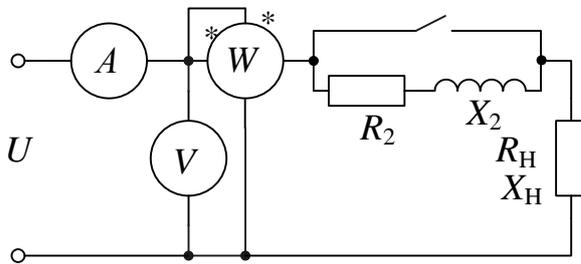
2.1.32



Подберите R_1 при $R_2 = 5 \text{ Ом}$ и $X_L = 15 \text{ Ом}$ так, чтобы $U_{\text{ВЫХ}}$ опережало $U_{\text{ВХ}}$ на 30° .

Постройте векторную диаграмму.

2.1.33



При разомкнутом ключе:

$U = 100 \text{ В}$, $I = 12,5 \text{ А}$,

$P = 625 \text{ Вт}$.

При замкнутом:

$U_1 = 100 \text{ В}$, $I_1 = 10 \text{ А}$,

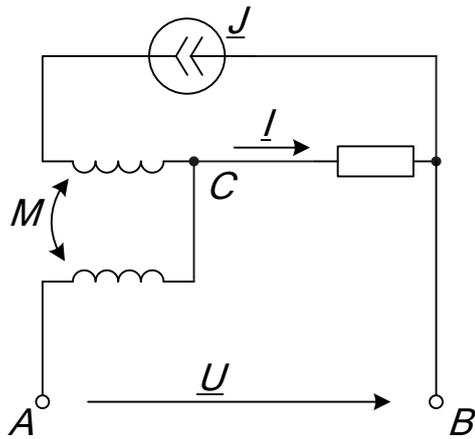
$P_1 = 300 \text{ Вт}$.

Найдите R_2 , X_2 , R_H , X_H .

Определите знак X_H .

Постройте векторную диаграмму.

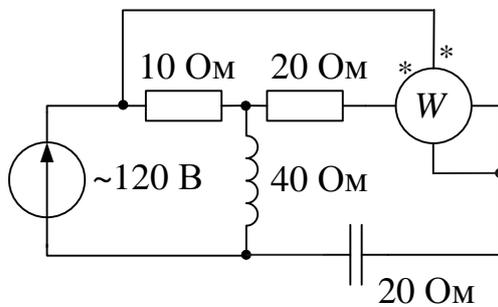
2.1.34



При каком подключении обмоток в точке C :

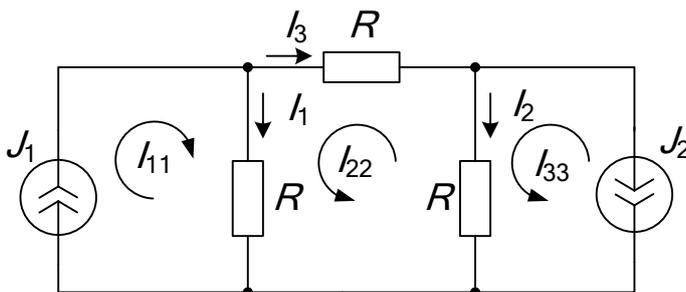
- 1) \underline{U} опережает по фазе ток \underline{I} и на какой угол;
- 2) \underline{U} отстает по фазе от тока \underline{I} и на какой угол.

2.1.35



Найдите показание ваттметра W .

2.1.36



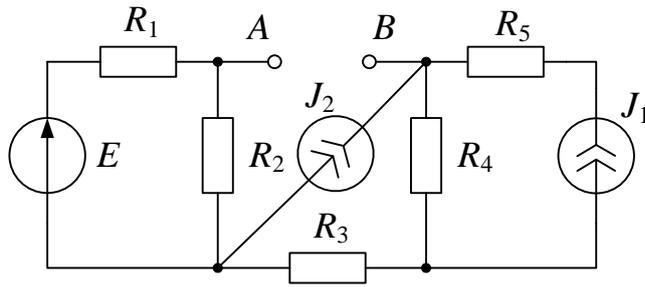
Найдите ток I_2 , если токи источников тока равны

$$J_1 = 6 \text{ А}, J_2 = 3 \text{ А},$$

а сопротивление резисторов

$$R = 10 \text{ Ом}.$$

2.1.37



Определите напряжение холостого хода по отношению к зажимам A и B при

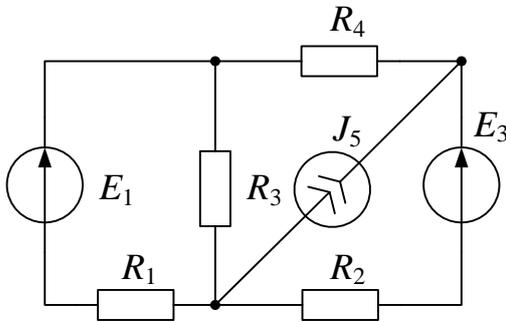
$$E_1 = 80 \text{ В},$$

$$J_1 = 4 \text{ А}, J_2 = 1 \text{ А},$$

$$R_1 = R_3 = 50 \text{ Ом},$$

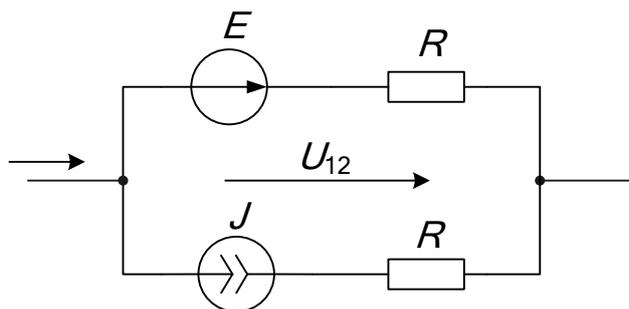
$$R_2 = R_4 = R_5 = 100 \text{ Ом}.$$

2.1.38



Составьте уравнения по методу контурных токов.

2.1.39

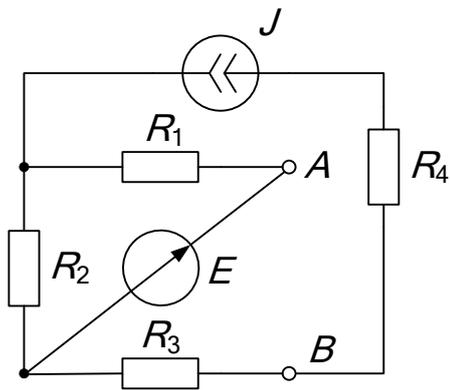


Найдите ток I , если :

$$R = 25 \text{ Ом}, E = 20 \text{ В},$$

$$U_{12} = 10 \text{ В}, J = 5 \text{ А}.$$

2.1.40



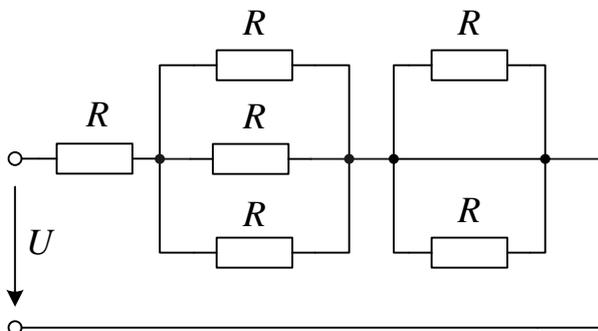
Определите напряжение холостого хода по отношению к зажимам A и B при

$$E = 60 \text{ В}, J = 1 \text{ А},$$

$$R_1 = R_2 = R_3 = 50 \text{ Ом},$$

$$R_4 = 150 \text{ Ом}.$$

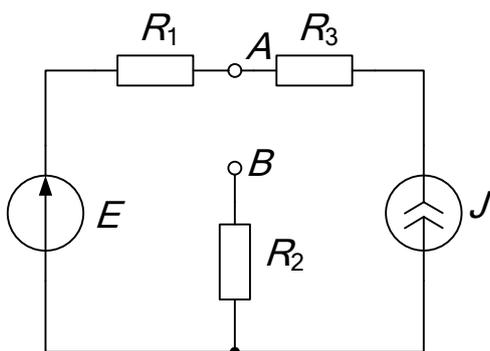
2.1.41



Определите входной ток, если:

$$U = 60 \text{ В}, R = 60 \text{ Ом}.$$

2.1.42



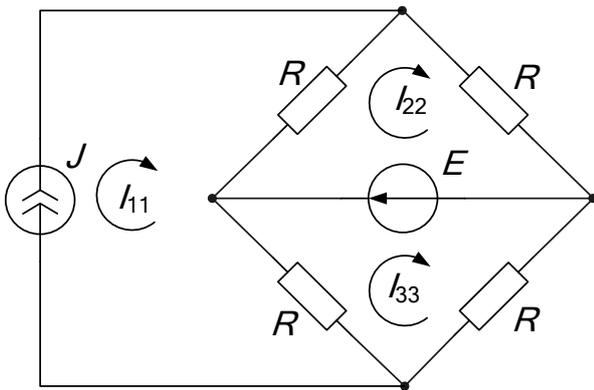
Определите напряжение холостого хода по отношению к зажимам A и B при

$$E = 50 \text{ В}, J = 1 \text{ А},$$

$$R_1 = 50 \text{ Ом},$$

$$R_2 = R_3 = 100 \text{ Ом}.$$

2.1.43



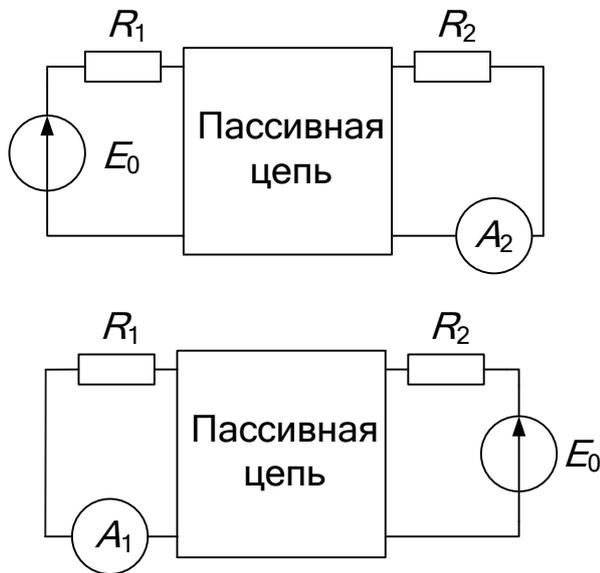
Найдите контурные токи I_{11} , I_{22} и I_{33} , если:

$$J = 3 \text{ А,}$$

$$E = 16 \text{ В,}$$

$$R = 4 \text{ Ом.}$$

2.1.44

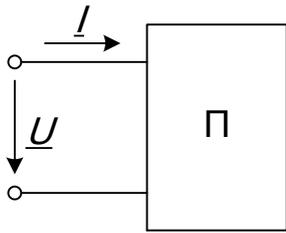


При включении ЭДС E_0 в первую ветвь амперметр A_2 показал 0,2 А.

Найдите показание амперметра A_1 при включении ЭДС E_0 в ветвь с сопротивлением R_2 .

(Внутренние сопротивления амперметров равны нулю).

2.1.45



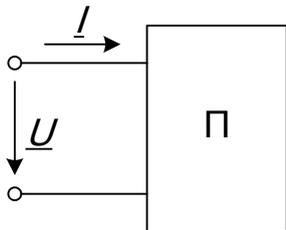
Известны ток и напряжение на входе пассивного двухполюсника.

Определите активную, реактивную и полную мощности в цепи.

$$i = \sqrt{2} \sin(\omega t), \text{ А,}$$

$$u = 200 \sqrt{2} \sin(\omega t + 60^\circ), \text{ В.}$$

2.1.46

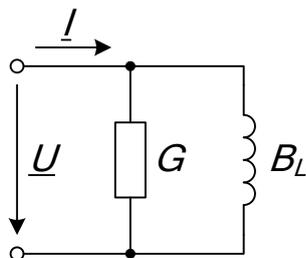


Определите мгновенное значение входного тока i пассивного двухполюсника с сопротивлением

$$\underline{Z} = 80 + j60 \text{ Ом при}$$

$$\underline{U} = 20 + j20 \text{ В.}$$

2.1.47

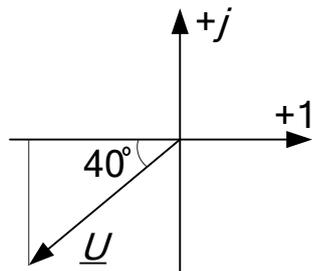


Чему равен угол сдвига фаз φ между входным напряжением и током при

$$B_L = 0,05 \text{ См,}$$

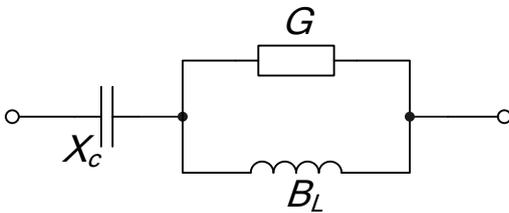
$$G = 0,05 \cdot \sqrt{3} \text{ См.}$$

2.1.48



Запишите мгновенное значение напряжения u , комплекс действующего значения которого представлен на рисунке при $U = 300$ В.

2.1.49

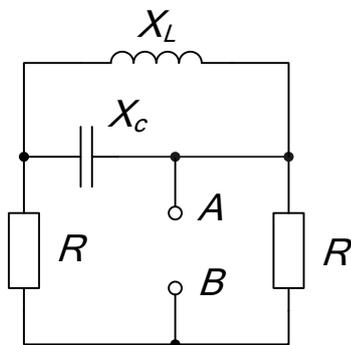


Чему равен угол сдвига фаз φ между током в неразветвленной части цепи и приложенным напряжением при

$$G = B_L = 0,01 \text{ См},$$

$$X_C = 20 \text{ Ом}.$$

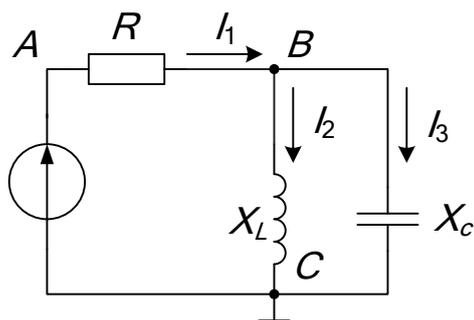
2.1.50



Рассчитайте сопротивление цепи относительно зажимов A и B , если

$$R = X_L = X_C = 80 \text{ Ом}.$$

2.1.51

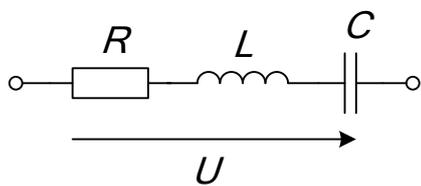


Постройте топографическую диаграмму, указав токи и напряжения на элементах при

$$\underline{I}_3 = 3 + j3 \text{ А,}$$

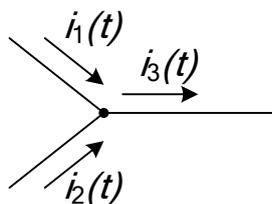
$$2X_L = X_C = R = 100 \text{ Ом.}$$

2.1.52



Постройте зависимость полного сопротивления цепи от частоты f при ее изменении от нуля до бесконечности.

2.1.53



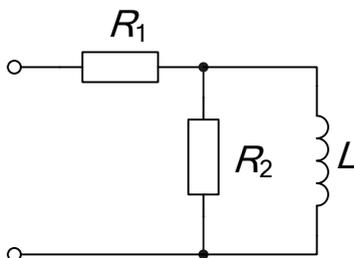
Найдите мгновенное значение тока i_3 при

$$i_1(t) = 0,8\sqrt{2} \sin(100t + 45^\circ) \text{ А,}$$

$$i_2(t) = 0,6\sqrt{2} \sin(100t - 45^\circ) \text{ А.}$$

Запишите комплекс действующего значения тока $i_3(t)$ в показательной и алгебраической формах.

2.1.54



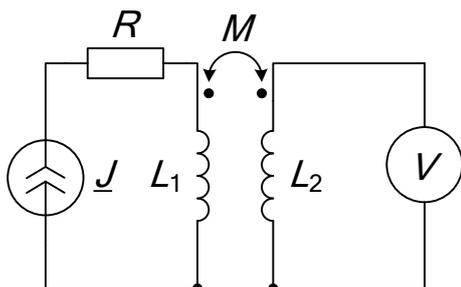
Рассчитайте входное сопротивление цепи для третьей гармоники и ω , стремящейся к бесконечности, входного напряжения при

$$R_1 = 25 \text{ Ом,}$$

$$R_2 = 20 \text{ Ом,}$$

$$2\omega L = 40 \text{ Ом.}$$

2.1.55



Чему равно показание вольтметра, реагирующего на действующее значение напряжения.? (Внутреннее сопротивление вольтметра бесконечно велико).

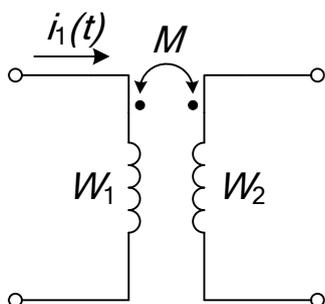
$$\underline{J} = 2 \text{ А,}$$

$$\omega L_1 = \omega L_2 = 30 \text{ Ом,}$$

$$R = 10 \text{ Ом,}$$

$$\omega M = 15 \text{ Ом.}$$

2.1.56



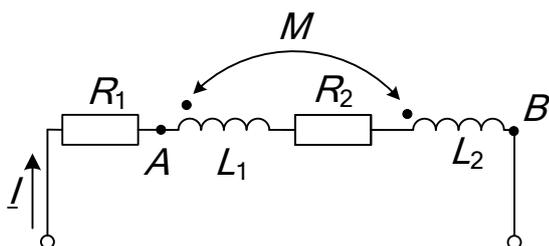
Укажите направление индуктированного напряжения в катушке W_2 .

Запишите комплекс действующего значения этого напряжения при

$$M = 30 \text{ мГн, если:}$$

$$i_1(t) = 0,5\sqrt{2}\sin(10^3 t - 45^\circ) \text{ А.}$$

2.1.57



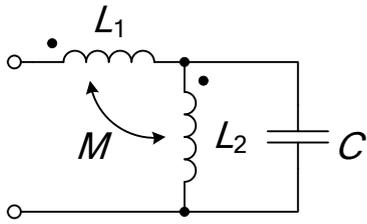
Определите напряжение \underline{U}_{AB} при

$$\underline{I} = 3j \text{ А, } R_2 = 10 \text{ Ом,}$$

$$\omega L_1 = 60 \text{ Ом, } \omega L_2 = 20 \text{ Ом,}$$

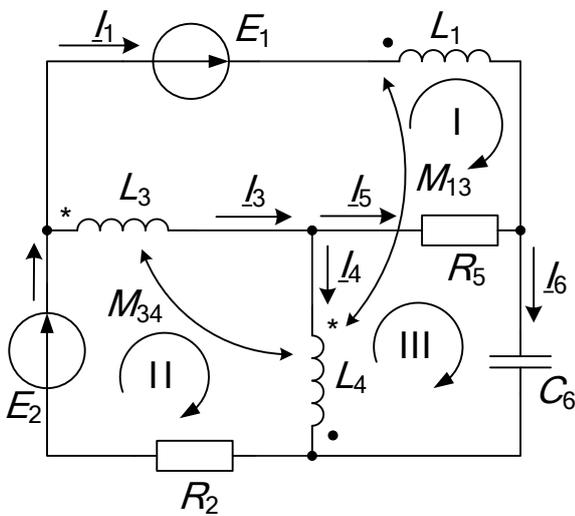
$$\omega M = 10 \text{ Ом.}$$

2.1.58



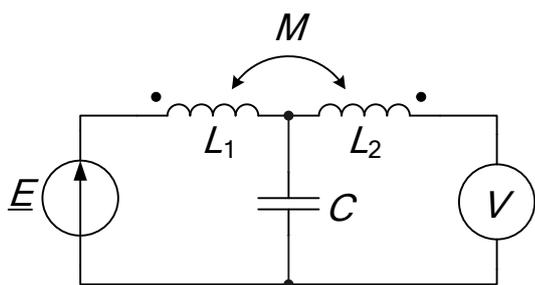
Проведите развязку индуктивной связи в цепи со взаимной индукцией.

2.1.59



Запишите в комплексной форме уравнение по закону Кирхгофа для третьего контура при условии:

$$M_{14} = M_{41}, M_{34} = M_{43}$$

2.1.60

Чему равно показание вольтметра, регистрирующего действующее значение напряжения. Внутреннее сопротивление вольтметра бесконечно велико.

$$\underline{E} = 20j \text{ В}, \quad \omega L_1 = 40 \text{ Ом},$$

$$\omega L_2 = 30 \text{ Ом},$$

$$\omega M = 20 \text{ Ом},$$

$$\frac{1}{\omega C} = 60 \text{ Ом}.$$

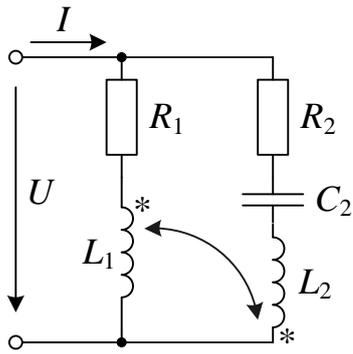
2.1.61

Определите начальную фазу синусоидального тока, если :

- 1) в начальный момент времени $i(0) = -0,5 \text{ А}$;
- 2) в момент времени $t_1 = (3/8) T \text{ с}$, где T - период синусоидального тока, максимальное значение которого $I_m = 0,5\sqrt{2} \text{ А}$.

Запишите комплекс действующего значения тока \underline{I} в показательной и алгебраической формах.

2.1.62



Определите ток I , если:

$$R_1 = 5 \text{ Ом};$$

$$R_2 = 4 \text{ Ом};$$

$$X_{L1} = 4 \text{ Ом};$$

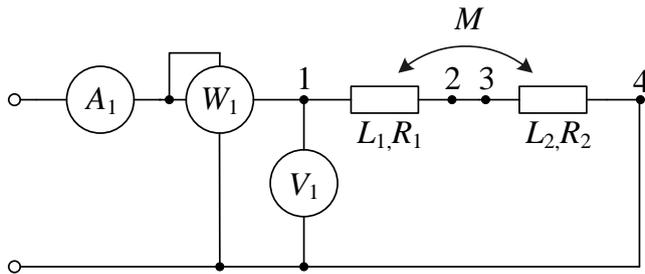
$$X_{L2} = 6 \text{ Ом};$$

$$X_{C2} = 6 \text{ Ом};$$

$$k = 0,8;$$

$$\underline{U} = 100 \text{ В}.$$

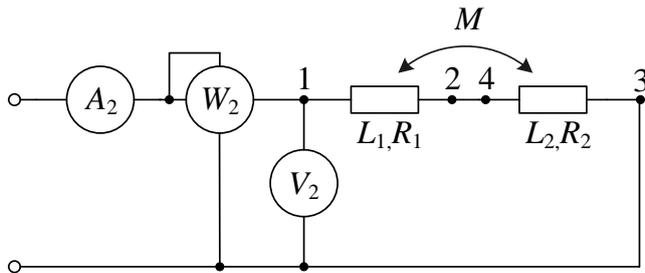
2.1.63



Для определения взаимной индуктивности двух катушек провели два опыта по схемам ($f = 50 \text{ Гц}$). (См. схему).

Показания приборов: $pV_1 \Rightarrow 120 \text{ В}$, $pI_1 \Rightarrow 12 \text{ А}$, $pW_1 \Rightarrow 864 \text{ Вт}$

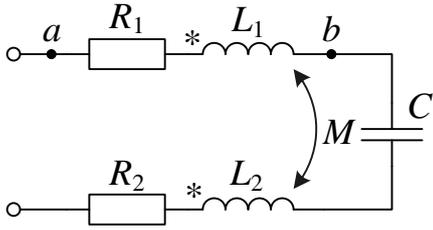
$pV_2 \Rightarrow 120 \text{ В}$, $pI_2 \Rightarrow 10 \text{ А}$,
 $pW_2 \Rightarrow 600 \text{ Вт}$



Определите M , выясните, когда было согласное включение.

Постройте векторные диаграммы.

2.1.64



Вычислить ток в цепи и напряжение \underline{U}_{ab} .

Постройте векторную диаграмму.

$$\underline{U} = 100 \text{ В};$$

$$R_1 = 5 \text{ Ом};$$

$$R_2 = 5 \text{ Ом};$$

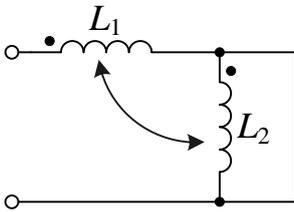
$$\omega L_1 = 4 \text{ Ом};$$

$$\omega L_2 = 4 \text{ Ом};$$

$$\omega M = 2 \text{ Ом};$$

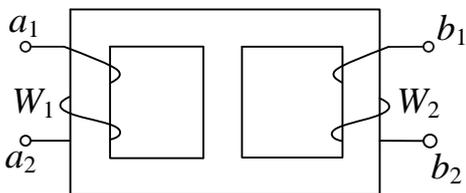
$$\frac{1}{\omega C} = 4 \text{ Ом}.$$

2.1.65



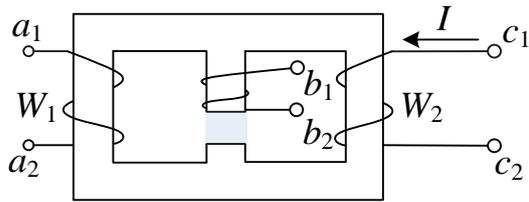
Проведите развязку индуктивной связи в цепи со взаимной индукцией.

2.1.66



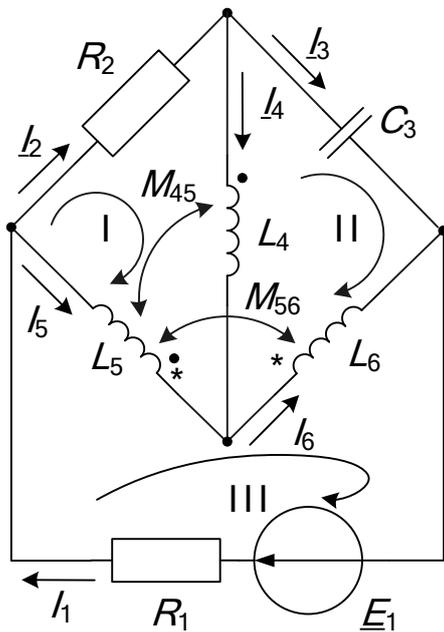
Определите одноименные зажимы катушек.

2.1.67



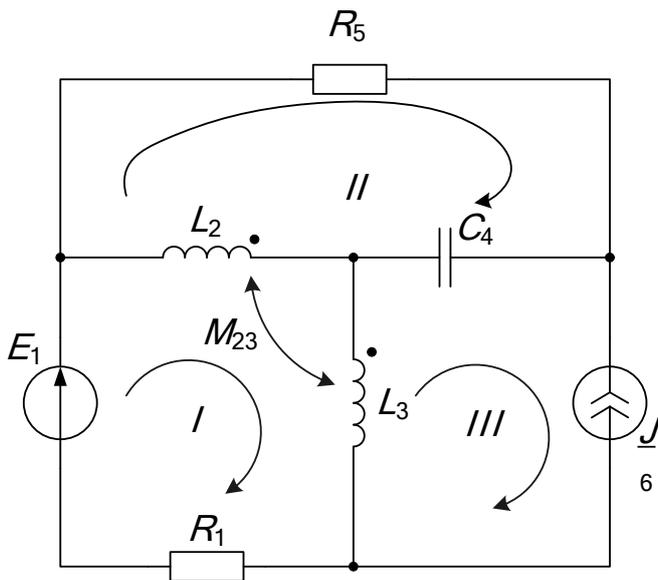
Укажите направления индуцированных напряжений в катушках с числом витков W_1 и W_2 .

2.1.68



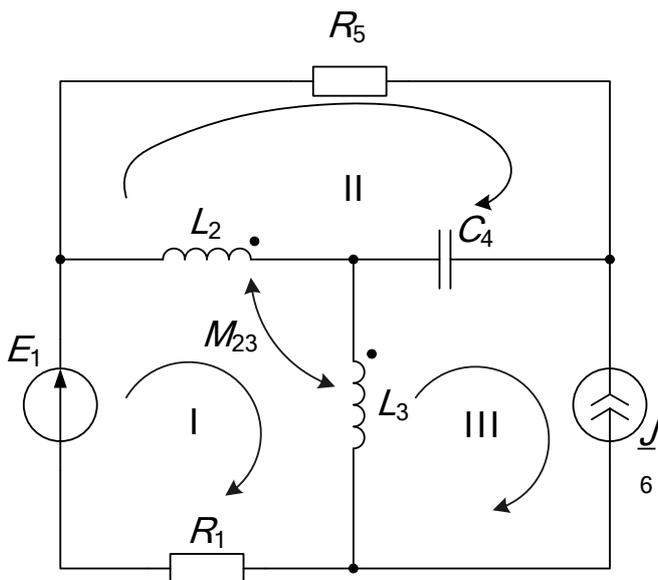
Запишите уравнение Кирхгофа для третьего контура в дифференциальной форме относительно токов ветвей.

2.1.69



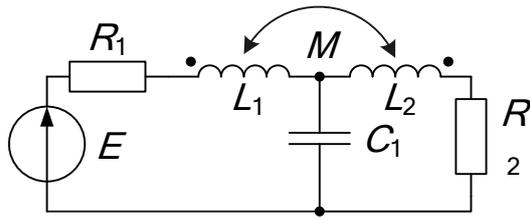
Запишите уравнение Кирхгофа для первого контура в дифференциальной форме относительно токов в ветвях.

2.1.70



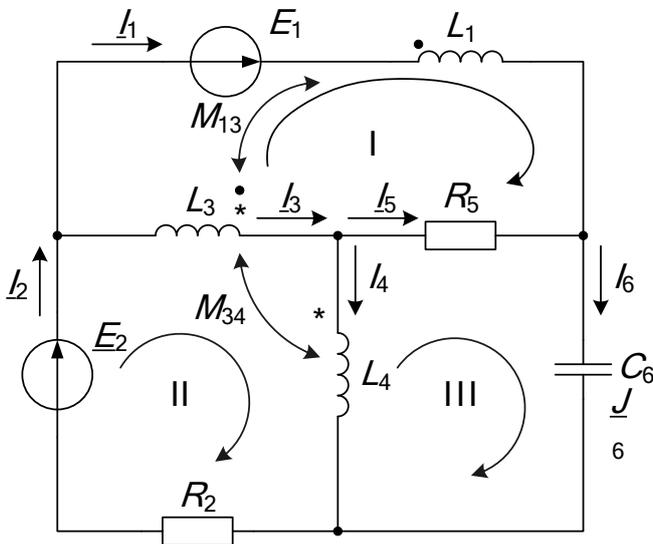
Запишите уравнение Кирхгофа для второго контура в дифференциальной форме относительно токов в ветвях.

2.1.71



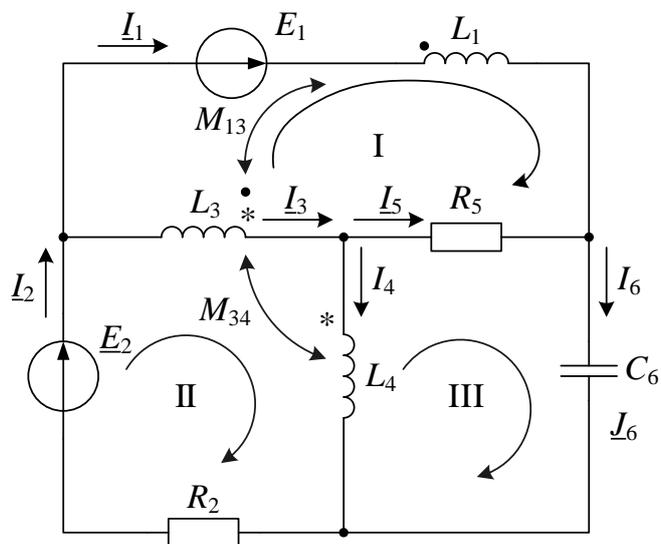
Запишите в комплексной форме уравнения по законам Кирхгофа для заданной схемы

2.1.72



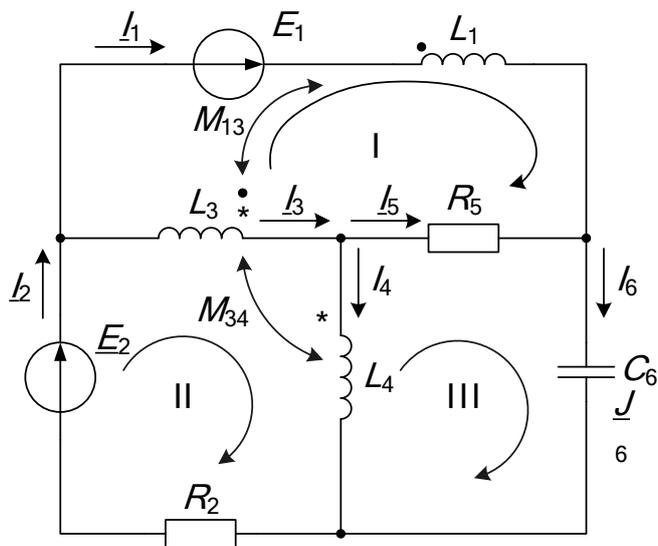
Запишите уравнения Кирхгофа в комплексной форме относительно токов в ветвях.

2.1.73



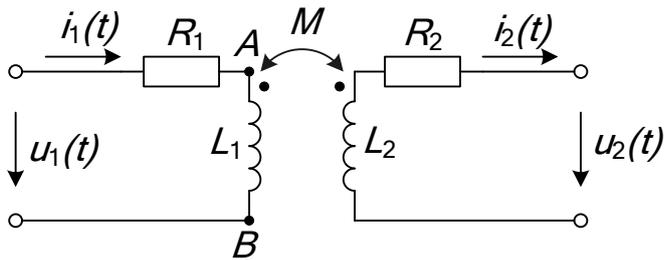
Запишите уравнение Кирхгофа для второго контура в комплексной форме относительно токов.

2.1.74



Запишите уравнение Кирхгофа для третьего контура в комплексной форме относительно токов.

2.1.75

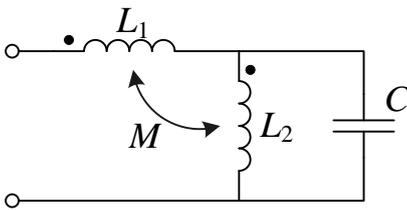


Покажите на векторной диаграмме напряжение \underline{U}_{AB} при

$$\underline{I}_1 = 1 + j, \text{ А}, \underline{I}_2 = 2j, \text{ А},$$

$$\omega L_1 = 20 \text{ Ом}, \omega M = 10 \text{ Ом}.$$

2.1.76



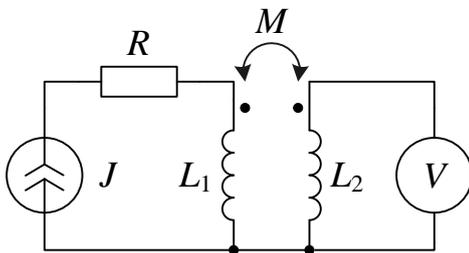
Найдите входное сопротивление цепи при

$$\omega L_1 = 10 \text{ Ом},$$

$$\omega L_2 = 20 \text{ Ом}, \omega M = 10 \text{ Ом},$$

$$\frac{1}{\omega C} = 45 \text{ Ом}.$$

2.1.77



Чему равно показание вольтметра, реагирующего на действующее значение напряжения?

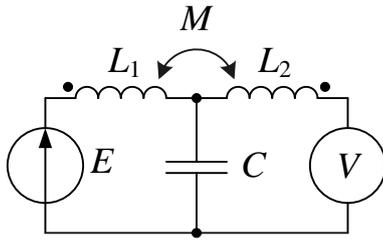
Внутреннее сопротивление вольтметра бесконечно велико.

$$\underline{J} = 4 \text{ А},$$

$$\omega L_1 = \omega L_2 = 30 \text{ Ом},$$

$$R = 10 \text{ Ом}, \omega M = 10 \text{ Ом}.$$

2.1.78



Чему равно показание
вольтметра, реагирующего на
действующее значение
напряжения?

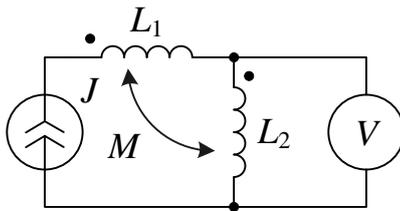
Внутреннее сопротивление
вольтметра бесконечно велико.

$$\underline{E} = 20j \text{ В}, \omega L_1 = 40 \text{ Ом},$$

$$\omega L_2 = 30 \text{ Ом}, \omega M = 10 \text{ Ом},$$

$$\frac{1}{\omega C} = 20 \text{ Ом}.$$

2.1.79



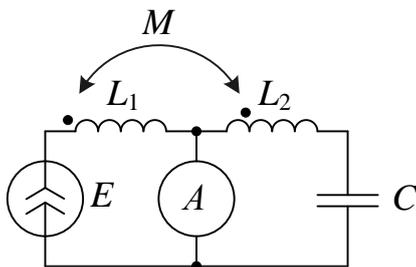
Чему равно показание
вольтметра, регистрирующего
действующее значение
напряжения?

Внутреннее сопротивление
вольтметра бесконечно велико,

$$\underline{J} = 1+j \text{ А}, \omega L_1 = 40 \text{ Ом},$$

$$\omega L_2 = 20 \text{ Ом}, \omega M = 10 \text{ Ом}.$$

2.1.80



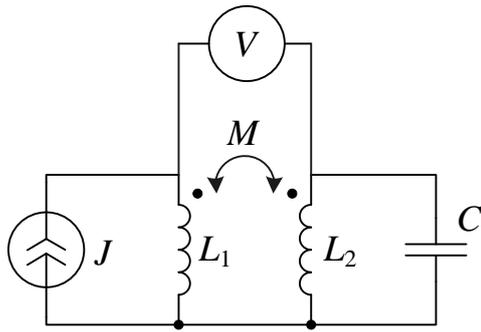
Чему равно показание
амперметра, реагирующего на
действующее значение
тока?

Внутренним сопротивлением
амперметра пренебречь.

$$\underline{J} = 2 \text{ А},$$

$$\omega L_1 = 50 \text{ Ом}, \omega L_2 = 40 \text{ Ом}.$$

2.1.81



Чему равно показание
вольтметра, реагирующего на
действующее значение
напряжения?

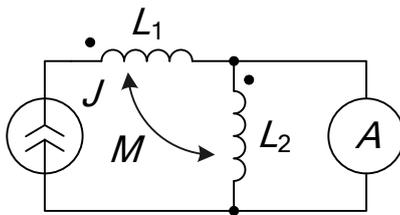
Внутреннее сопротивление
вольтметра бесконечно велико.

$$\underline{J} = 1 \text{ A}, \omega L_1 = 50 \text{ Ом},$$

$$\omega L_2 = 40 \text{ Ом}, \omega M = 10 \text{ Ом},$$

$$\frac{1}{\omega C} = 10 \text{ Ом}.$$

2.1.82



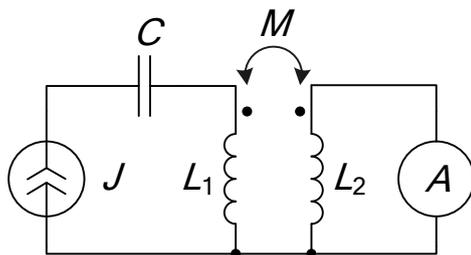
Чему равно показание
амперметра, реагирующего на
действующее значение тока?

Внутренним сопротивлением
амперметра пренебречь.

$$\underline{J} = \frac{2}{3} \text{ A}, \omega L_1 = 40 \text{ Ом},$$

$$\omega L_2 = 20 \text{ Ом}, \omega M = 10 \text{ Ом}.$$

2.1.83



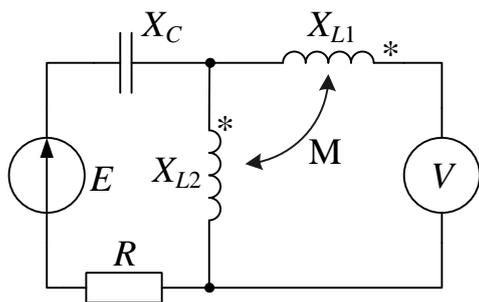
Определить ток, протекающий
через амперметр. Внутренним
сопротивлением амперметра
пренебречь.

$$\underline{J} = 2j \text{ A}, \omega L_1 = 40 \text{ Ом},$$

$$\omega L_2 = 20 \text{ Ом}, \omega M = 10 \text{ Ом},$$

$$\frac{1}{\omega C} = 50 \text{ Ом}.$$

2.1.84



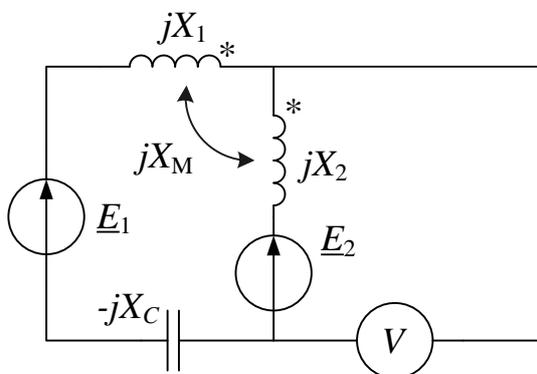
Найдите показания вольтметра.

$$R = X_C = X_{L1} = X_{L2} = 10 \text{ Ом}$$

$$X_M = 5 \text{ Ом}$$

$$E = 200 \text{ В.}$$

2.1.85



Определить показание вольтметра.

$$X_C = 50 \text{ Ом};$$

$$X_1 = 40 \text{ Ом};$$

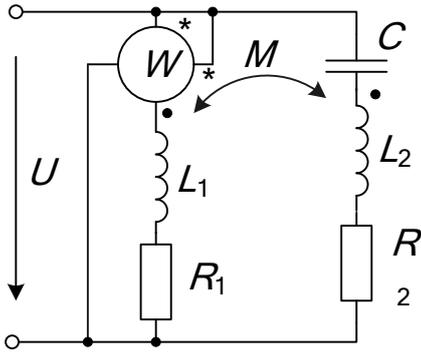
$$X_2 = 10 \text{ Ом};$$

$$k_{CB} = 1;$$

$$\underline{E}_1 = (80 + j60) \text{ В};$$

$$\underline{E}_2 = (40 + j30) \text{ В.}$$

2.1.86



Определите показание
ваттметра.

$$\underline{U} = 150 + j150 \text{ В};$$

$$R_1 = 5 \text{ Ом};$$

$$R_2 = 10 \text{ Ом};$$

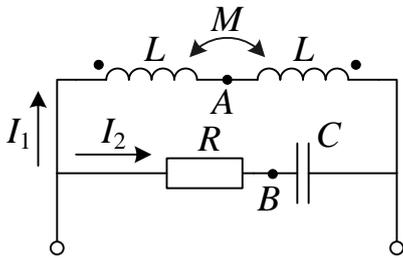
$$\omega L_1 = 15 \text{ Ом};$$

$$\omega L_2 = 20 \text{ Ом};$$

$$\omega M = 10 \text{ Ом};$$

$$\frac{1}{\omega C} = 20 \text{ Ом}$$

2.1.1



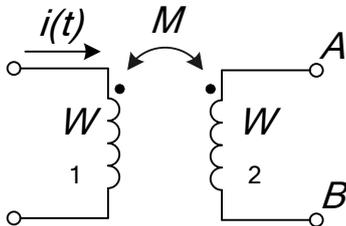
Покажите на векторной
диаграмме напряжение \underline{U}_{AB} при

$$\underline{I}_1 = 2 \text{ А}, \underline{I}_2 = -1 + j \text{ А},$$

$$\omega L = 20 \text{ Ом}, \omega M = 10 \text{ Ом},$$

$$\frac{1}{\omega C} = 20 \text{ Ом}, R = 20 \text{ Ом}.$$

2.1.87

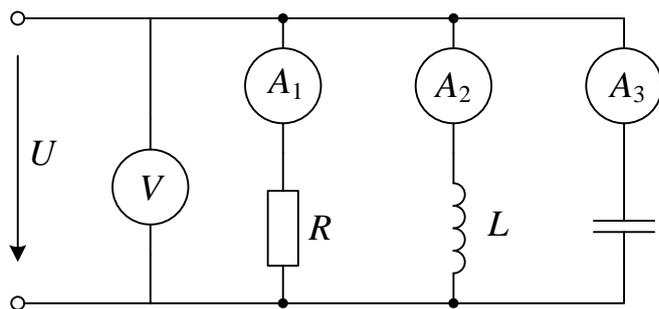


Укажите направление
индуцированного напряжения в
катушке W_2 . Запишите комплекс
действующего значения этого
напряжения при

$$i_1 \angle \varphi = 2 \sin(\omega t - 10^\circ) \text{ А},$$

$$M = 5 \text{ мГн}.$$

2.1.88



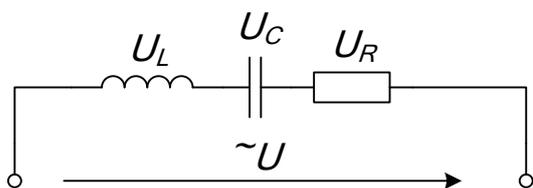
По показаниям приборов, включенных в цепь, определите ток проходящий в неразветвленном участке цепи, сопротивление каждой ветви и полное сопротивление.

Постройте векторную диаграмму.

$$U = 120 \text{ В}; I_1 = 3 \text{ А};$$

$$I_2 = 6 \text{ А}; I_3 = 2 \text{ А}.$$

2.1.89

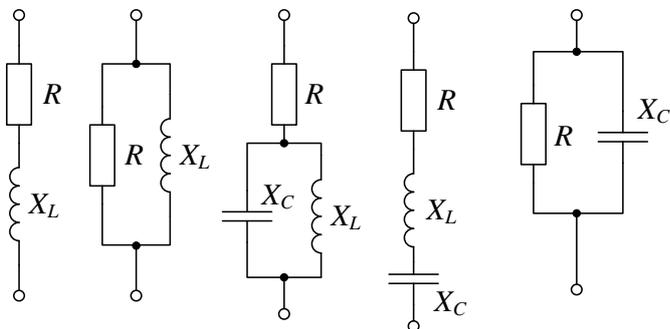


Определите U_L , если:

$$U = 50 \text{ В}, U_C = 20 \text{ В},$$

$$U_R = 30 \text{ В}.$$

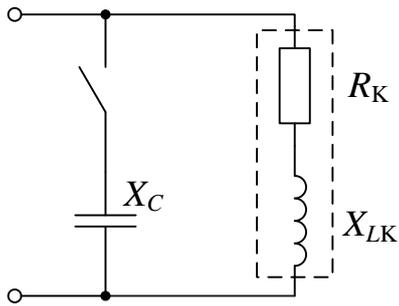
2.1.90



Определите полное сопротивление цепей 1,2,3,4,5, если:

$$X_L = X_C = R = 10 \text{ Ом}.$$

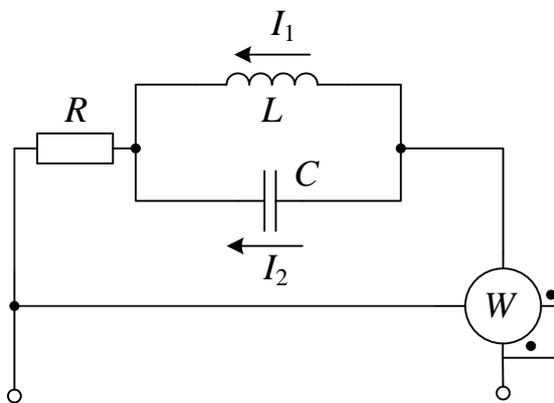
2.1.91



Найдите емкостное сопротивление X_C , которое следует подключить параллельно катушке с сопротивлением R , X_L , чтобы коэффициент мощности цепи увеличить вдвое.

$$R = 1 \text{ Ом}, X_L = 10 \text{ Ом}.$$

2.1.92

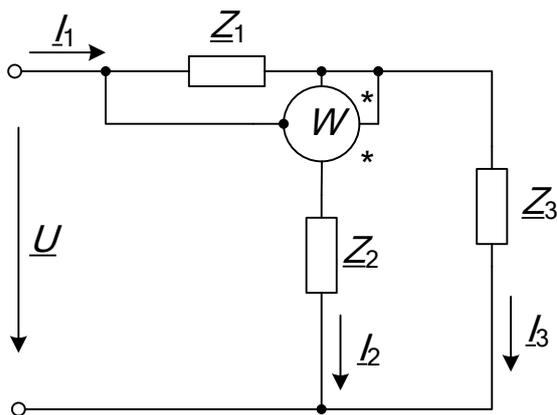


Определите показания ваттметра.

$$I_1 = 8 \text{ А}, I_2 = 12 \text{ А},$$

$$R = 10 \text{ Ом}.$$

2.1.93



Найдите показание ваттметра при

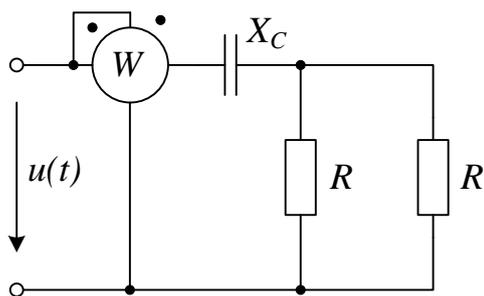
$$\underline{Z}_1 = (5 - j10) \text{ Ом},$$

$$\underline{Z}_2 = (5 + j5) \text{ Ом},$$

$$\underline{Z}_3 = (5 - j5) \text{ Ом},$$

$$u = 400 \sin(\omega t - 45^\circ) \text{ В}.$$

2.1.94



Найдите показание ваттметра при

$$U = 400\text{В}, R = 40\text{Ом},$$

$$X = 20\sqrt{3}\text{ Ом}.$$

2.1.95

Определите индуктивность L катушки, используя результаты двух опытов:

а) при включении катушки в сеть с напряжением $U = 200\text{ В}$ и частотой 50 Гц ток в катушке равен $I = 4\text{ А}$;

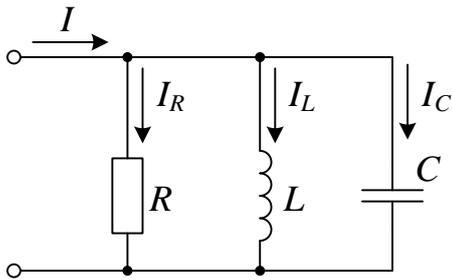
б) при включении катушки в сеть постоянного напряжения 200 В , ток в ней равен 5 А .

2.1.96

Активная мощность цепи, состоящей из двух последовательно соединенных магнитосвязанных катушек, при их встречном включении в 10 раз больше, чем при согласном.

Определите активное сопротивление второй катушки, если $R_1 = 2\text{ Ом}$, $X_1 = 10\text{ Ом}$, $X_2 = 20\text{ Ом}$, $X_M = 10\text{ Ом}$.

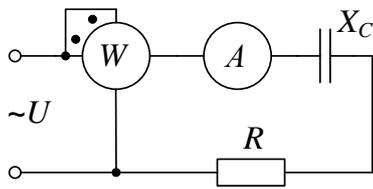
2.1.97



Дано $I=20$ А, $I_R=16$ А, $I_L=22$ А.

Найдите I_C и ϕ из векторной диаграммы.

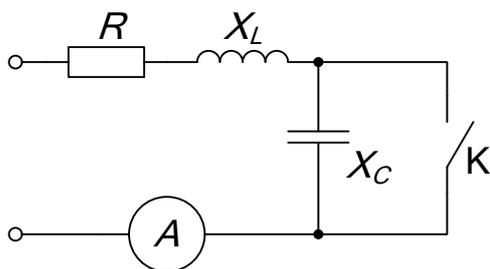
2.1.98



Ы

Определите сопротивление X_C , если $U = 200$ В, ваттметр показывает 640 Вт, амперметр 44 А.

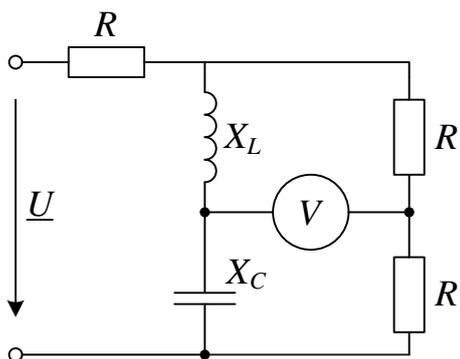
2.1.99



Каким должно быть сопротивление X_C , чтобы при замыкании ключа К показания амперметра не изменились?

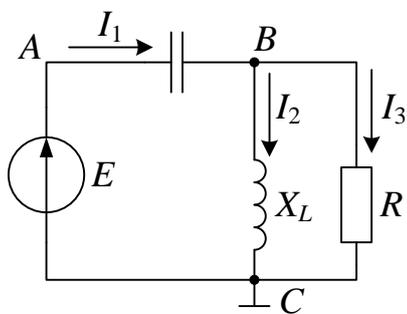
$R = 10$ Ом, $X_L = 20$ Ом.

2.1.100



Найдите показание вольтметра, реагирующего на действующее значение напряжения, при $U = 100$ В, $X_C = X_L = R = 100$ Ом. (внутреннее сопротивление вольтметра бесконечно велико).

2.1.101

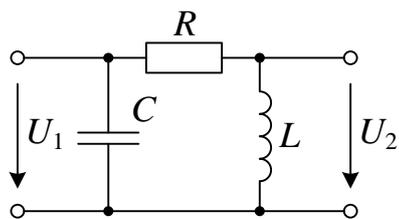


Постройте топографическую диаграмму, указав токи и напряжения на элементах при

$$I_3 = 1 \text{ А,}$$

$$X_C = X_L = R = 50 \text{ Ом.}$$

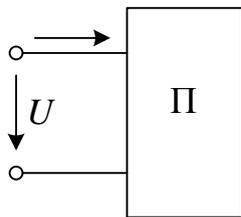
2.1.102



Определите коэффициент передачи $\frac{U_2}{U_1}$.

Постройте графики АЧХ и ФЧХ.

2.1.103

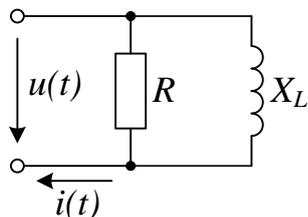


Постройте треугольник мощностей для пассивного двухполюсника, если известны напряжение и ток на входе

$$u(t) = 220\sin(\omega t + p/6) \text{ В,}$$

$$i(t) = \sqrt{2}\sin(\omega t - p/6) \text{ А.}$$

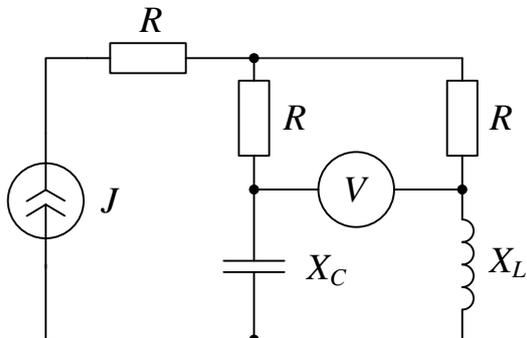
2.1.104



Чему равно мгновенное значение тока в цепи при

$$U = 40 \text{ В, } R = X_L = 40 \text{ Ом.}$$

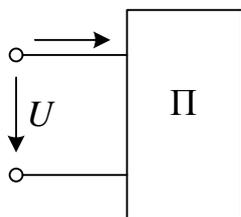
2.1.105



Найдите показание вольтметра, реагирующего на действующее значение напряжения, при $J = 2 \text{ А, } X_C = X_L = R = 100 \text{ Ом}$ (внутреннее сопротивление вольт-метра бесконечно велико).

Составьте баланс мощностей.

2.1.106

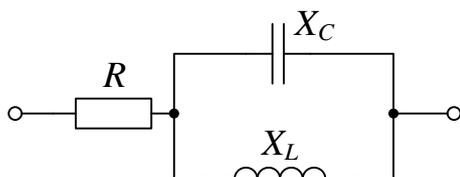


Рассчитайте мгновенное значение входного напряжения $u(t)$ при

$$\underline{I} = -1 + j \text{ А,}$$

$$\underline{Z} = -j100 \text{ Ом.}$$

2.1.107

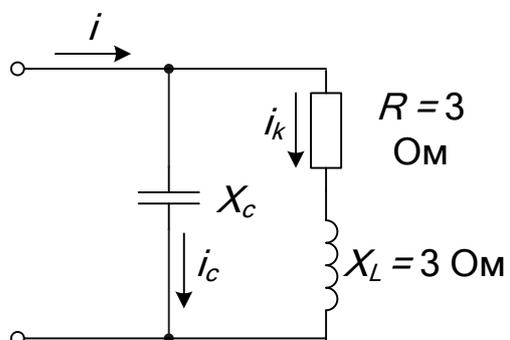


Найдите комплекс входного сопротивления цепи при

$$R = X_C = 100 \text{ Ом, } X_L = 200 \text{ Ом.}$$

2.2.Резонансные явления и частотные характеристики

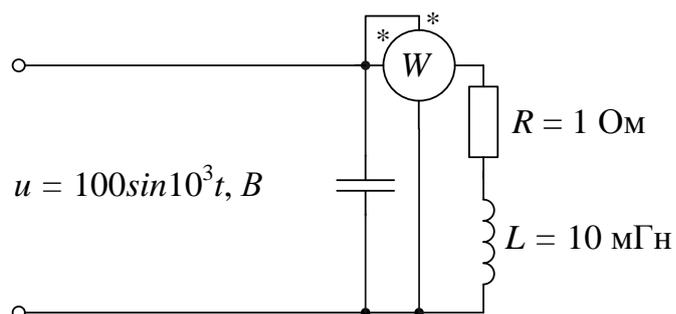
2.2.1.



В цепи резонанс токов.

Определите ток i , напряжение на конденсаторе U_C , $\cos \varphi$, если $I_C = 2$ А.

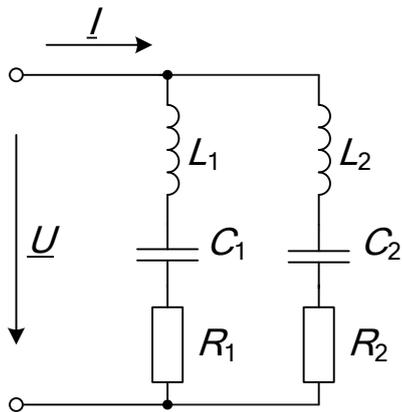
2.2.2.



Найдите C , при которой имеет место резонанс токов.

Определите показание ваттметра в режиме резонанса.

2.2.3.



Контур настроен в резонанс
ТОКОВ

$$R_1 = R_2 = 20 \text{ Ом},$$

$$L_1 = L_2/2 = 20 \text{ мкГн},$$

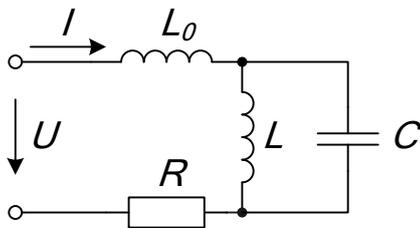
$$C_1 = C_2 = 220 \text{ пФ},$$

$$U = 10 \text{ В}.$$

Найдите ω_0 , $Z_{\text{экв}}$ при ω_0 ,
добротность Q , ток I .

Постройте топографическую
диаграмму.

2.2.4.



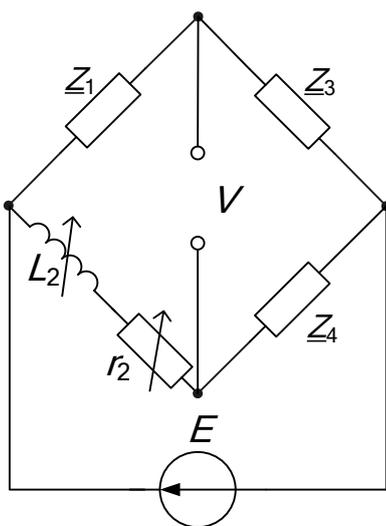
$$R = 2 \text{ Ом}, L = 2 \text{ мГн},$$

$$C = 250 \text{ мкФ}, \omega = 2 \cdot 10^3 \text{ с.}^{-1}$$

Найдите L_0 , при которой фаза I
совпадает с фазой U .

Постройте частотную
характеристику входного
полного сопротивления

2.2.5.



$$\underline{E} = E = 4 \text{ В}, f = 500 \text{ Гц},$$

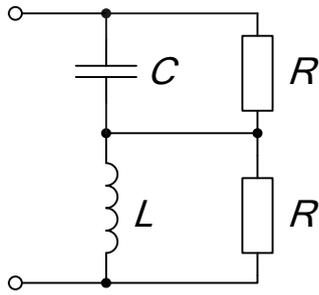
$$\underline{Z}_1 = 20 + j100 \text{ Ом},$$

$$R_3 = R_4 = 100 \text{ Ом}.$$

Найдите L_2 , R_2 при которых
 $U = 0$.

Постройте топографическую
диаграмму.

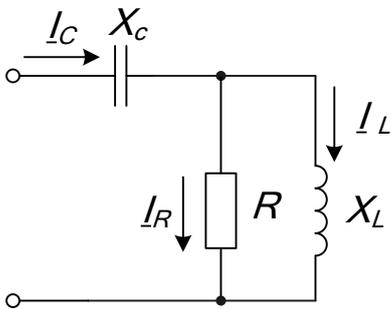
2.2.6.



Найдите R (считая L, C известными), при котором входное сопротивление цепи активное для любой частоты.

Постройте векторную диаграмму токов.

2.2.7.

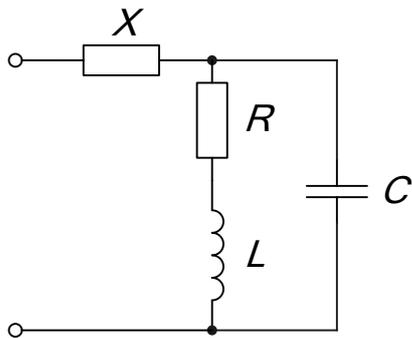


Для режима резонанса постройте векторную диаграмму и найдите I_C при

$$I_R = 0,3 \text{ А,}$$

$$I_L = 0,4 \text{ А.}$$

2.2.8.

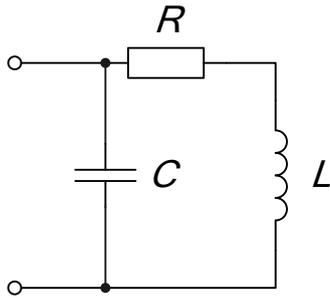


Определите величину и характер реактивного сопротивления X , при котором в цепи наступает режим резонанса напряжений, если:

$$R = 10 \text{ Ом, } X_L = 30 \text{ Ом,}$$

$$X_C = 40 \text{ Ом.}$$

2.2.9.



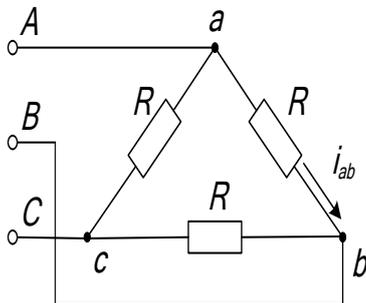
Рассчитайте резонансную частоту контура при

$$R = 10 \text{ Ом},$$

$$L = 0,2 \text{ Гн},$$

$$C = 100 \text{ мкФ}.$$

2.2.10.

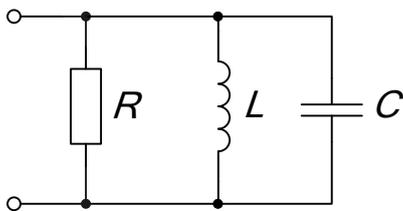


Для режима резонанса постройте векторную диаграмму и найдите I_R при

$$I = 5 \text{ А},$$

$$I_L = 4 \text{ А}.$$

2.2.11.

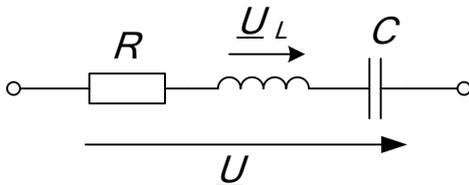


Определите волновую проводимость контура при

$$R = 10 \text{ Ом}, L = 0,1 \text{ Гн},$$

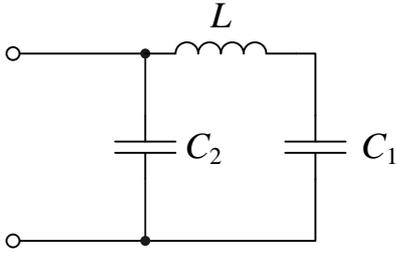
$$C = 40 \text{ мкФ}.$$

2.2.12.



Постройте $U_L(f)$ при неизменном входном напряжении и изменении частоты от нуля до бесконечности.

2.2.13.



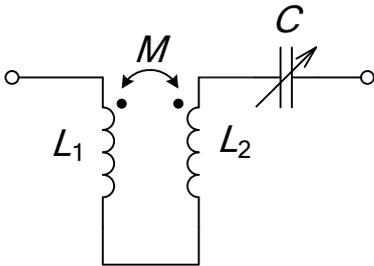
Определите частоты резонанса напряжений и резонанса токов при

$$L = 0,1 \text{ Гн},$$

$$C_1 = 80 \text{ мкФ},$$

$$C_2 = 40 \text{ мкФ}$$

2.2.14.



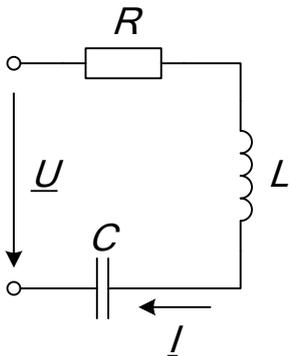
При какой емкости C наступает режим резонанса, если:

$$L_2 = 0,5 \text{ Гн},$$

$$M = 0,1 \text{ Гн},$$

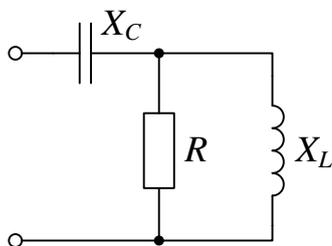
$$\omega_0 = 200 \text{ рад/с}.$$

2.2.15.



Рассчитайте напряжение на емкости C в режиме резонанса, если добротность $Q = 40$, $R = 20 \text{ Ом}$, $I = 5 \text{ А}$.

2.2.16.

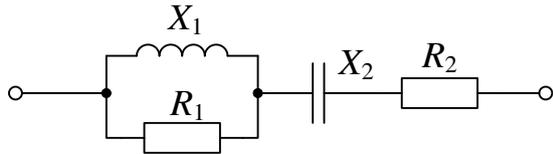


Цепь настроена в резонанс. Входное сопротивление цепи равно $0,4 \text{ Ом}$.

Определите X_L и X_C , если

$$R = 0,5 \text{ Ом}.$$

2.2.17.



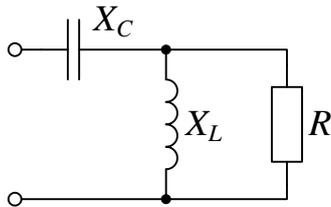
При каком сопротивлении R_1 в цепи наступит резонанс, если:

$$R_2 = 4 \text{ Ом}$$

$$X_1 = 4 \text{ Ом}$$

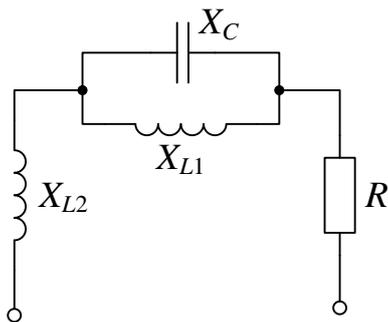
$$X_2 = 2 \text{ Ом}$$

2.2.18.



Определите X_L , R , при которых входное сопротивление цепи в режиме резонанса $Z_{\text{вх}} = 20 \text{ Ом}$, если $X_C = 40 \text{ Ом}$.

2.2.19.

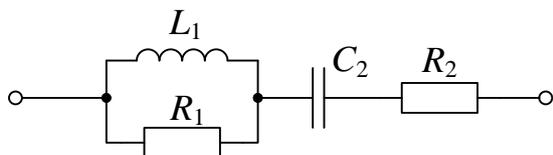


Определите сопротивление X_{L2} при котором в цепи возникает резонанс напряжений, если:

$$X_C = 10 \text{ Ом}, X_{L1} = 20 \text{ Ом},$$

$$R = 15 \text{ Ом}.$$

2.2.20.



При каком X_{C2} в цепи наступит резонанс, если:

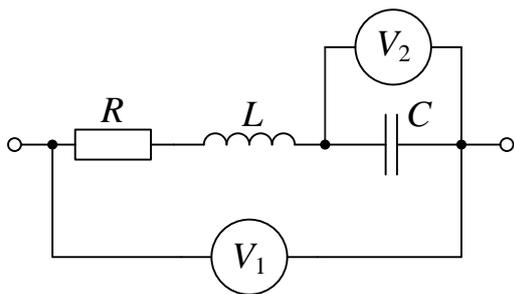
$$R_1 = 5 \text{ Ом}, R_2 = 12 \text{ Ом},$$

$$X_{L1} = 10 \text{ Ом}.$$

Определите ток в неразветвленной части электрической цепи при напряжении на входе

$$u = 100\sqrt{2} \sin(\omega t + 45^\circ) \text{ В}.$$

2.2.21.

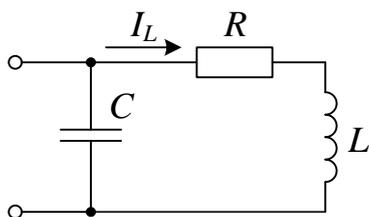


Определите полосу пропускания последовательного контура при резонансной частоте

$$\omega_0 = 500 \text{ 1/с,}$$

$$U_1 = 2 \text{ В, } U_2 = 10 \text{ В.}$$

2.2.22.

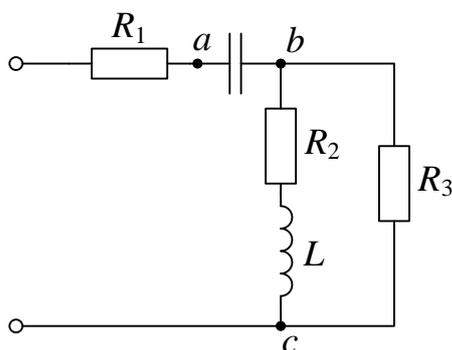


Найдите емкость C , если в режиме резонанса

$$I_L = 2 \text{ А,}$$

$$R = \omega_0 L = 10 \text{ Ом.}$$

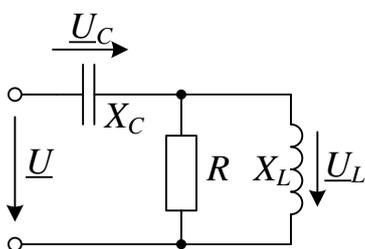
2.2.23.



Цепь находится в режиме резонанса.

Определите сдвиг фаз между \underline{U}_{ab} и \underline{U}_{bc} при $R_2 = R_3 = \omega_0 L$.

2.2.24.

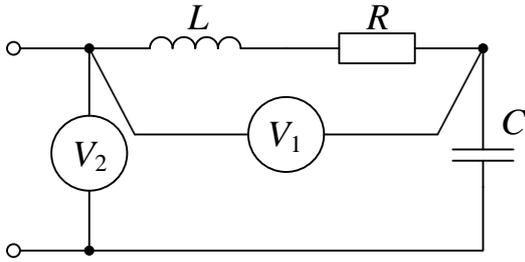


Для режима резонанса постройте векторную диаграмму и найдите U_c при

$$U = 24 \text{ В,}$$

$$U_L = 24 \sqrt{2} \text{ В.}$$

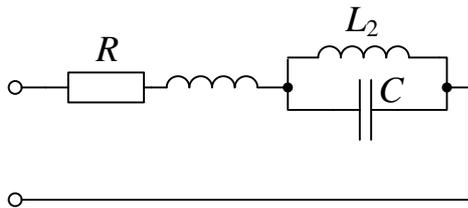
2.2.25.



В контуре - резонанс. Добротность контура $Q = 4/3$. Показания вольтметра $V_2 = 300\text{В}$.

Определите показания вольтметра V_1 .

2.2.26.



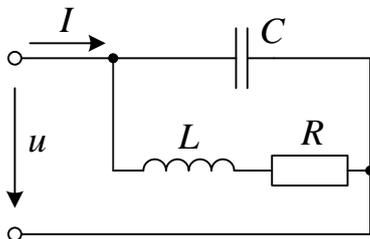
Подберите величину ёмкости C для случая получения резонанса напряжений и резонанса токов

$$L_1 = 30\text{мГн}$$

$$L_2 = 9,4\text{мГн}$$

$$f = 400\text{ Гц}$$

2.2.27.



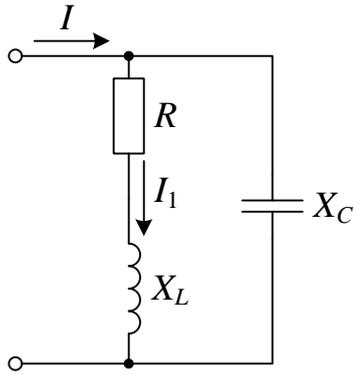
Определите резонансную частоту и токи

при резонансе, если:

$$U = 40\text{ В}, C = 10\text{ мкФ},$$

$$L = 100\text{ мГ}, R = 60\text{ Ом}$$

2.2.28.



Цепь находится в состоянии резонанса.

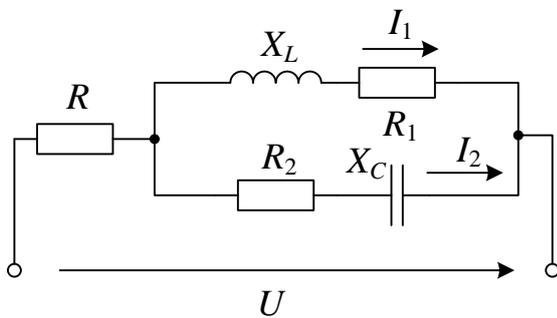
Потребляемая мощность

$$P = 80 \text{ Вт}; I = 4 \text{ А};$$

$$I_1 = 5 \text{ А}.$$

Определите R, X_L, X_C .

2.2.29.



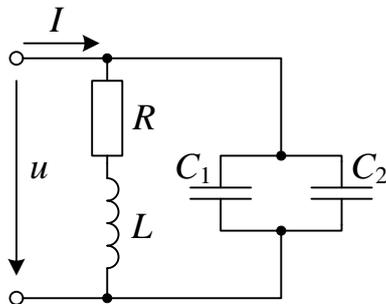
При резонансе токов в цепи

$$I_1 = 10 \text{ А}, I_2 = 5 \text{ А},$$

$$X_C = 40 \text{ Ом}.$$

Определите X_L .

2.2.30.



Цепь находится в состоянии резонанса.

$$u = 10 \sin 105t \text{ В};$$

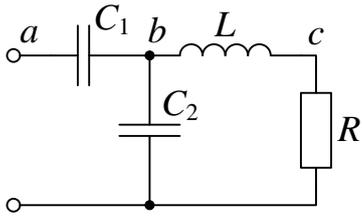
$$R = 10 \text{ Ом};$$

$$L = 0,2 \text{ мГн};$$

$$C_1 = 0,1 \text{ мкФ}.$$

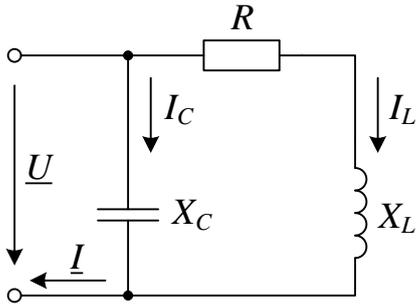
Определите C_2, I .

2.2.31.



Чему равен сдвиг фаз между \underline{U}_{ab} и \underline{U}_{bc} в режиме резонанса токов при $R = \omega_0 L$.

2.2.32.

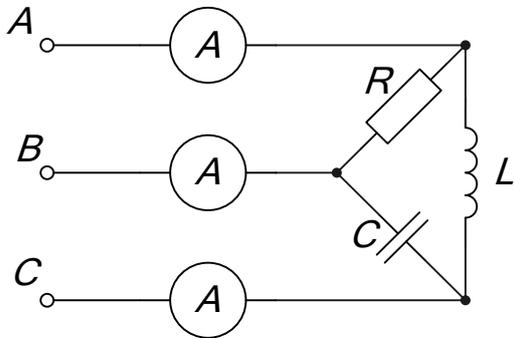


Для режима резонанса постройте векторную диаграмму и найдите I при

$$I_C = 3 \text{ А}, I_L = 5 \text{ А}.$$

2.3. Расчет трехфазных полей

2.3.1.

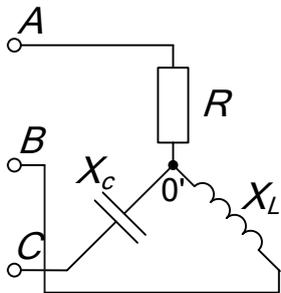


Определите напряжения U_{AB} , U_{BC} и U_{CA} , если:

$$R = \omega L = \frac{1}{\omega C} = 2 \text{ Ом},$$

а показания каждого амперметра 10 А

2.3.2.

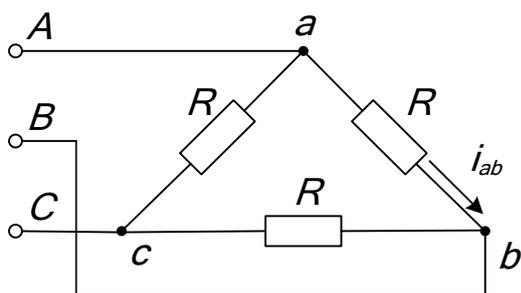


Найдите напряжение смещения нейтрали при

$$U_n = 380 \text{ В},$$

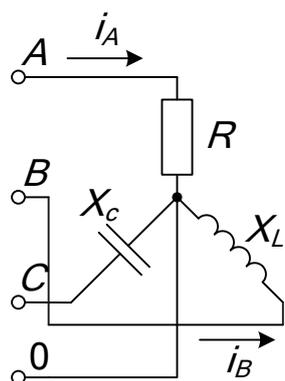
$$R = 2X_C = X_L = 80 \text{ Ом}.$$

2.3.3.



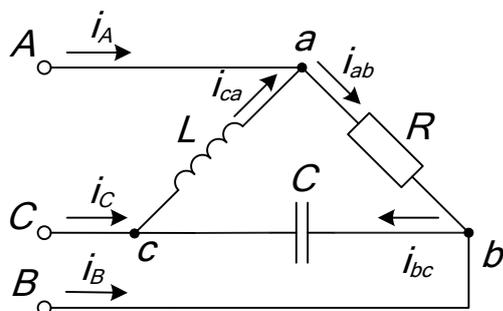
Найдите мгновенное значение тока i_{ab} при $\underline{U}_B = 100 + j100 \text{ В}$ – фазном напряжении на источнике, соединенном “звездой”, $R = 50 \text{ Ом}$.

2.3.4.



Найдите комплекс тока \underline{I}_B при $\underline{I}_A = -j5$ А и $R = X_C = X_L = 40$ Ом.

2.3.5.

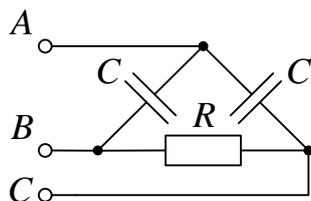


Постройте векторную диаграмму токов при

$$U_{\text{л}} = 380 \text{ В,}$$

$$R = \omega L = \frac{1}{\omega C} = 88 \text{ Ом.}$$

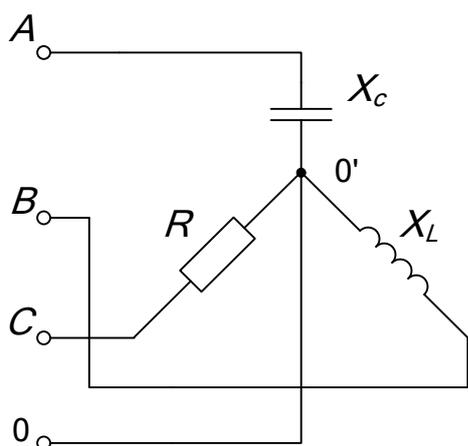
2.3.6.



Чему равна мощность, потребляемая трехфазной нагрузкой при $U_{\text{л}} = 100$ В,

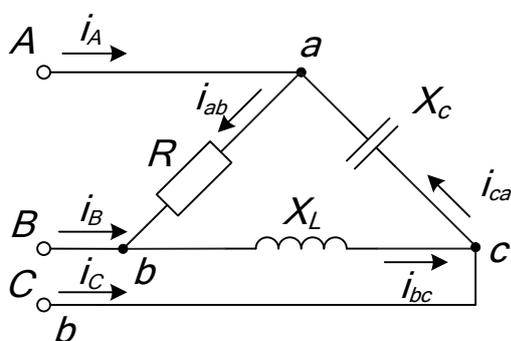
$$R = 200 \text{ Ом, } \frac{1}{\omega C} = 100 \text{ Ом?}$$

2.3.7.



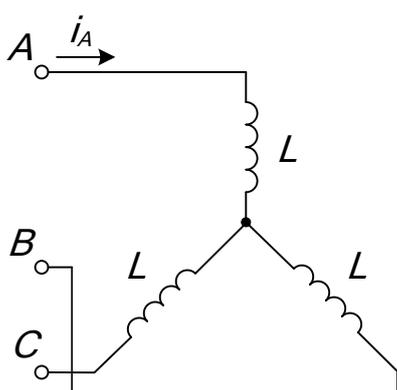
Найдите ток в нулевом проводе
при $U_{\text{л}} = 380 \text{ В}$,
 $R = X_C = X_L = 400 \text{ Ом}$.

2.3.8.



Определите мгновенное значение
тока i_C при $u_{BC} = 380\sin\omega t \text{ В}$ и
 $R = X_C = X_L = 190 \text{ Ом}$.

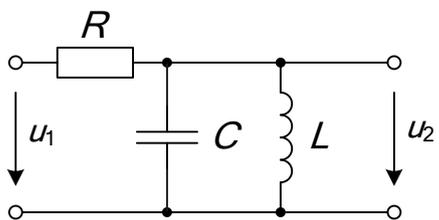
2.3.9.



Определите мгновенное значение
тока i_A при $\underline{U}_C = 40j \text{ В}$, $\omega L = 100 \text{ Ом}$.

2.4. Расчет электрических цепей при несинусоидальных периодических ЭДС, напряжениях и токах

2.4.1.



Запишите выражение для мгновенного значения напряжения u_2 при

$$u_1 = 100 + 250 \sin 2\omega t \text{ В,}$$

$$\omega L = 5 \text{ Ом, } R = 40 \text{ Ом,}$$

$$\frac{1}{\omega C} = 20 \text{ Ом.}$$

2.4.2.

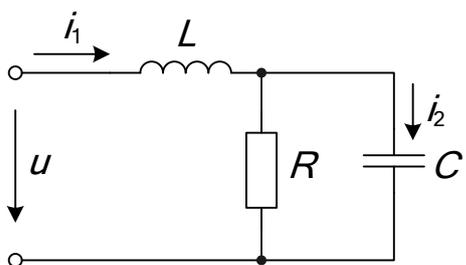


Определите активную мощность в цепи, если:

$$i = 6 + 5\sqrt{2} \sin 3\omega t \text{ А,}$$

$$R = 10 \text{ Ом, } \omega L = 25 \text{ Ом.}$$

2.4.3.



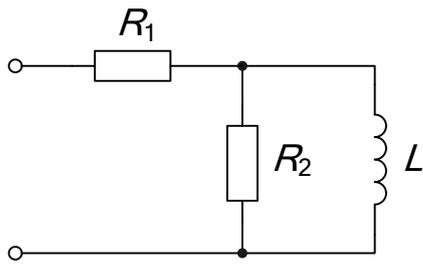
Запишите выражение для мгновенных значений токов i_1, i_2 при

$$u = 20 + 14.1 \sin \omega t \text{ В,}$$

$$\omega L = 10 \text{ Ом,}$$

$$R = \frac{1}{\omega C} = 20 \text{ Ом.}$$

2.4.4.

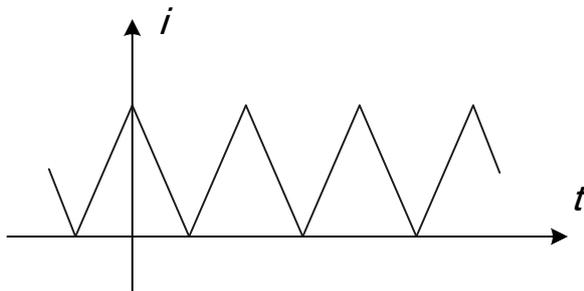


Рассчитайте входное сопротивление цепи для третьей гармоники и $\omega \rightarrow \infty$ входного напряжения при

$$R = 25 \text{ Ом}, R = 20 \text{ Ом},$$

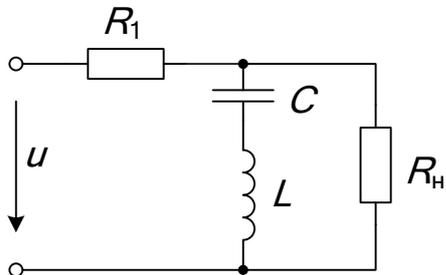
$$2\omega L = 40 \text{ Ом}.$$

2.4.5.



Какие гармонические составляющие будут присутствовать при разложении в ряд Фурье тока, показанного на графике.

2.4.6.

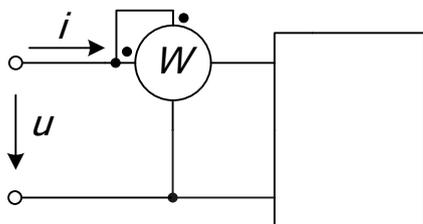


Подберите емкость конденсатора так, чтобы в нагрузке $R_{\text{н}}$ отсутствовал ток пятой гармоники, если:

$$u = 20 + 10 \sin 10^3 t + 2 \sin 5 \cdot 10^3 t \text{ В},$$

$$\omega L = 40 \text{ Ом}, R_1 = R_{\text{н}} = 90 \text{ Ом}$$

2.4.7.



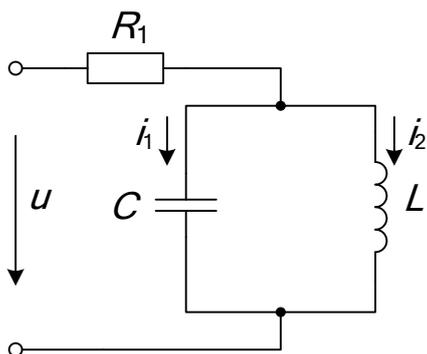
Найдите показание ваттметра, если:

$$u = 10 + 60 \sin \omega t + 10 \sin 3\omega t, \text{ В},$$

$$i = 1.5 + 0.5 \sin(\omega t + 60^\circ) +$$

$$+ 0.1 \sin(3\omega t - 30^\circ), \text{ А}.$$

2.4.8.



Напишите выражения для мгновенных значений токов i_1, i_2 при

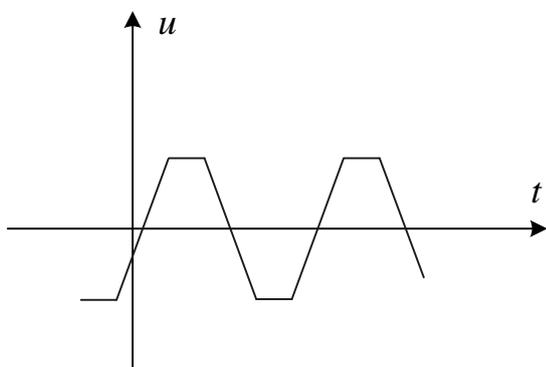
$$u = 80 + 20 \sin \omega t \text{ В,}$$

$$R = 8 \text{ Ом,}$$

$$\frac{1}{\omega C} = 10 \text{ Ом,}$$

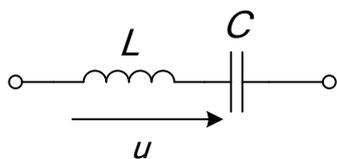
$$2\omega L = 50 \text{ Ом}$$

2.4.9.



Какие гармонические составляющие будут присутствовать при разложении в ряд Фурье напряжения, показанного на графике.

2.4.10.



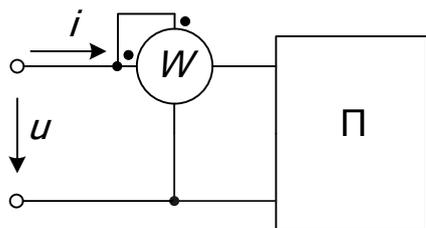
Определите реактивную мощность в цепи, если:

$$u = 10 + 40 \sin \omega t + 15 \sin 2\omega t, \text{ А,}$$

$$\frac{1}{\omega C} = 20 \text{ Ом,}$$

$$\omega L = 10 \text{ Ом.}$$

2.4.11.

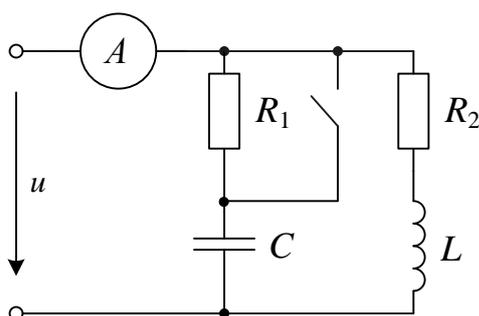


Найдите показание ваттметра, если:

$$u = 20 + 10\sin 2\omega t + 4\sin 3\omega t, \text{ В,}$$

$$i = 1.5 + 0.2\sin \omega t + 0.2\sin 2\omega t, \text{ А.}$$

2.4.12.



Найдите показание электродинамического амперметра в цепи при:

а) замкнутым рубильнике;

б) разомкнутым рубильнике.

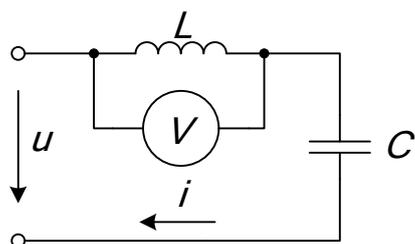
Напряжение на входе

$$u = 100 \sin 50t + 50 \sin 100t + 20 \sin 150t, \text{ В.}$$

Параметры цепи:

$$L = 1 \text{ Гн}, C = 100 \text{ мкФ}, R_1 = R_2 = 100 \text{ Ом}$$

2.4.13.



Дано:

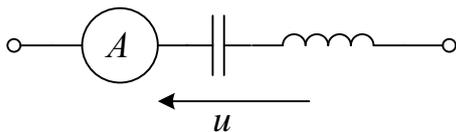
$$u = 200 \sin \omega t + 50 \sin(5\omega t - 30^\circ), \text{ В;}$$

$$\omega L = 25 \text{ Ом; } \frac{1}{\omega C} = 125 \text{ Ом;}$$

V – электродинамический прибор.

Найдите i и показание вольтметра.

2.4.14.



Найдите действующее значение тока, протекающего через амперметр .

$$X_L = 20 \text{ Ом}; X_C = 10 \text{ Ом};$$

$$u = 100\sqrt{2} \sin \omega t - 20\sqrt{2} \sin (\omega t + 30^\circ) \text{ В}$$

2.4.15.



Определите действующее значение напряжения U , приложенного к зажимам цепи.

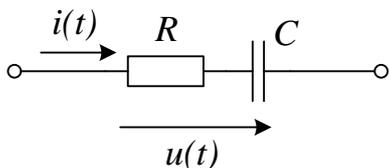
$$i = 5 + 5\sqrt{2} \sin \omega t - 5\sqrt{2} \sin (\omega t + 45^\circ) \text{ А}$$

$$R = 10 \text{ Ом}; X_L = 20 \text{ Ом}.$$

2.4.16.

Найдите показание вольтметра магнитоэлектрической системы, если напряжение на приборе равно $u(t) = 20 + 10 \sin 2\omega t + 5 \sin 5\omega t \text{ В}$.

2.4.17.

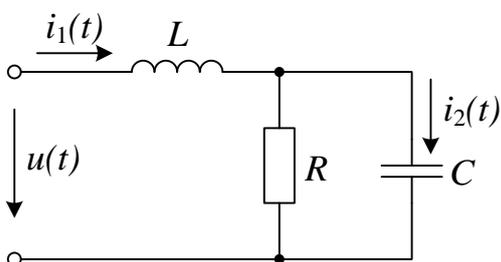


Определите полную мощность в цепи, если

$$i(t) = \sqrt{2} \sin \omega t + \frac{0,5}{\sqrt{2}} \sin 3\omega t \text{ А},$$

$$u(t) = 40 + 20 \sin \omega t \text{ В}.$$

2.4.18.

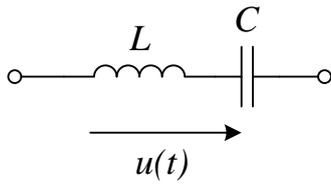


Запишите выражение для мгновенных значений токов $i_1(t)$, $i_2(t)$ при

$$u(t) = 20 + 10 \sin \omega t \text{ В}, \omega L = 5 \text{ Ом},$$

$$R = \frac{1}{\omega C} = 10 \text{ Ом}.$$

2.4.19.

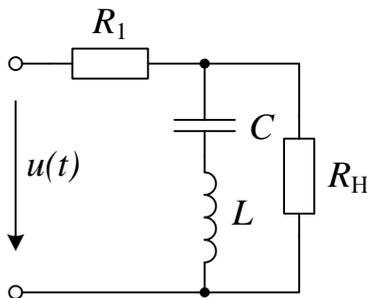


Определите полную мощность в цепи, если

$$u \curvearrowright = 10 + 20 \sin \omega t + 5 \sin 2\omega t \text{ А,}$$

$$\frac{1}{\omega C} = 20 \text{ Ом, } \omega L = 10 \text{ Ом.}$$

2.4.20.

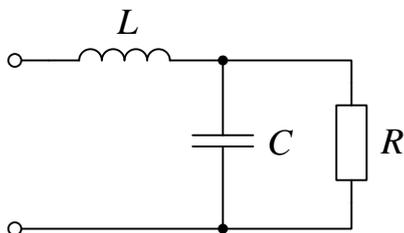


Подберите емкость конденсатора так, чтобы в сопротивлении нагрузки $R_{\text{н}}$ отсутствовал ток пятой гармоники, при

$$u \curvearrowright = 20 + 10 \sin 10^3 t + 2 \sin 5 \cdot 10^3 t \text{ В}$$

$$\omega L = 20 \text{ Ом, } R_1 = R_{\text{н}} = 50 \text{ Ом.}$$

2.4.21.

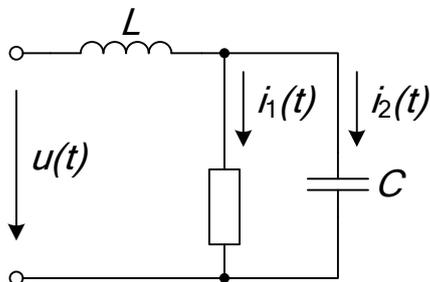


Рассчитайте входное сопротивление цепи для четвертой гармоники и $\omega \rightarrow \infty$ входного напряжения при

$$R = 10 \text{ Ом, } \omega L = 2,5 \text{ Ом,}$$

$$\frac{1}{\omega C} = 20 \text{ Ом.}$$

2.4.22.

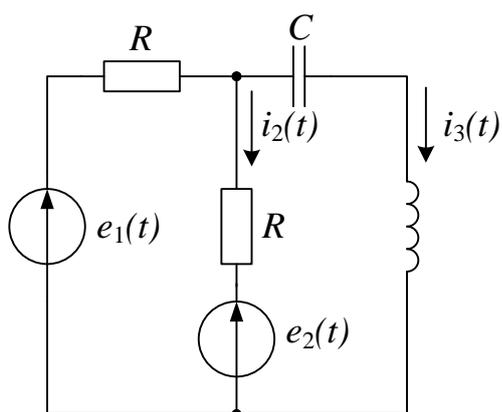


Запишите выражение для мгновенных значений токов i_1, i_2 при:

$$u(t) = 20 + 10 \sin \omega t \text{ В, } \omega L = 5 \text{ Ом,}$$

$$R = \frac{1}{\omega C} = 10 \text{ Ом.}$$

2.4.23.



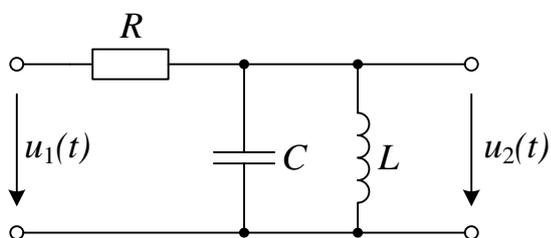
Запишите выражение для мгновенных значений токов i_2, i_3 при

$$R_1 = 5 \text{ Ом}, R_2 = 15 \text{ Ом},$$

$$e_1 = 20 + 10 \sin \omega t \text{ В}, e_2 = 10 \text{ В},$$

$$2\omega L = 20 \text{ Ом}, \frac{1}{\omega C} = 10 \text{ Ом}.$$

2.4.24.



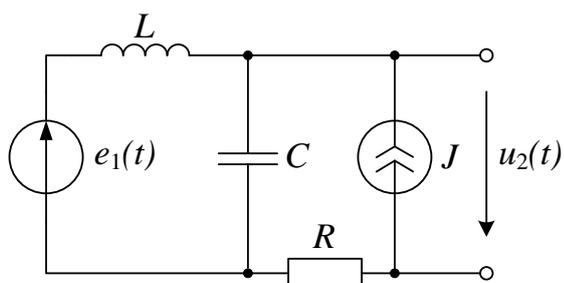
Запишите выражение для мгновенных значений напряжения $u_2(t)$ при

$$u_1(t) = 10 + 20 \sin 2\omega t \text{ В},$$

$$\omega L = 5 \text{ Ом}, R = 10 \text{ Ом},$$

$$\frac{1}{\omega C} = 20 \text{ Ом}.$$

2.4.25.

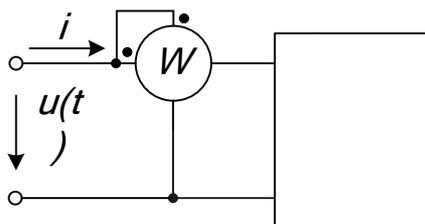


Запишите выражение для мгновенных значений напряжения $u_2(t)$ при

$$e_1 \overset{\curvearrowright}{=} 20 \text{ В}, j \overset{\curvearrowright}{=} 2 \sin 2\omega t \text{ А},$$

$$\omega L = 10 \text{ Ом}, R = \frac{1}{\omega C} = 20 \text{ Ом}.$$

2.4.26.



Найдите показание ваттметра, если:

$$u \overset{\curvearrowright}{=} 20 + 10 \sin 3\omega t \text{ В},$$

$$i \overset{\curvearrowright}{=} 1,5 + 0,5 \sin \omega t \text{ А}.$$

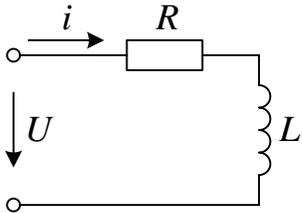
2.4.27. Напряжение и ток в цепи изменяются по законам:

$$u = \sqrt{2} 80 \sin(\omega t + 15^\circ) + \sqrt{2} 60 \sin(3\omega t - 20^\circ),$$

$$i = \sqrt{2} 40 \sin(\omega t + 75^\circ) + \sqrt{2} 30 \sin(3\omega t + 40^\circ).$$

Определите активную мощность цепи.

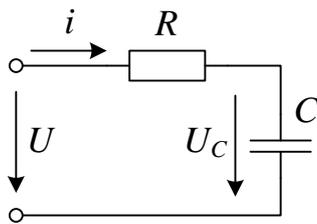
2.4.28.



Определите, по какому закону
изменяется напряжение U цепи, если

$$i = 15 + 10 \sin 100t$$

2.4.29.



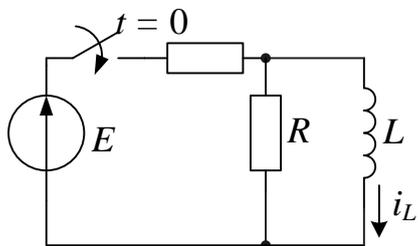
Напряжение на конденсаторе
изменяется по закону

$$i = 20 + 10 \sin 100t.$$

Определите, каким при этом будет
закон изменения u ?

2.5. Переходные процессы в электрических цепях с сосредоточенными параметрами и методы их расчета

2.5.1.

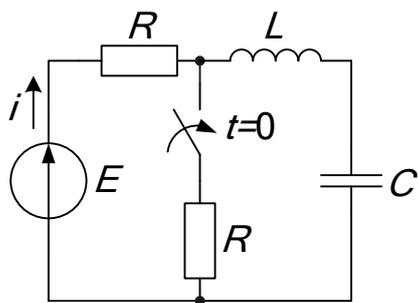


Определите $i_L(t)$, если:

$$E = 60 \text{ В}, R = 30 \text{ Ом}, L = 0,1 \text{ Гн.}$$

Постройте зависимость $i_L(t)$ и определите время переходного процесса.

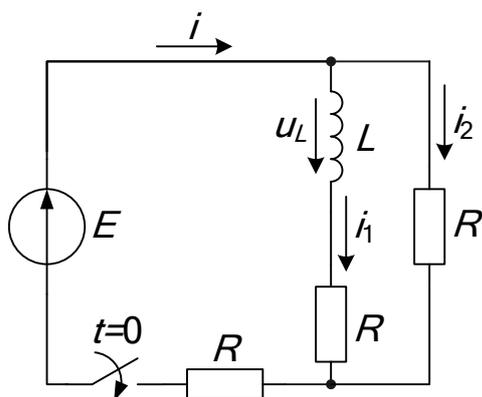
2.5.2.



Запишите характеристическое сопротивление.

Составьте уравнение в операторной форме.

2.5.3.

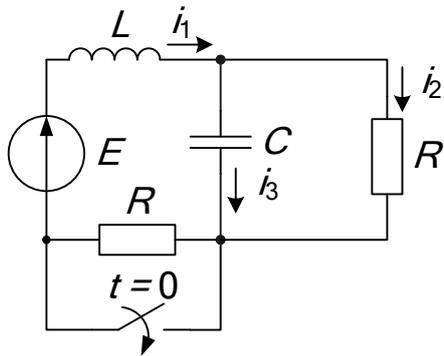


Определите ток i_2 при замыкании рубильника.

2.5.4.

Сопротивление $R = 20$ Ом и индуктивность $L = 0,2$ Гн, соединенные последовательно, при $t = 0$ подключаются к источнику постоянного напряжения $E = 40$ В.

Вычислите напряжение на индуктивности при $t = \tau$.

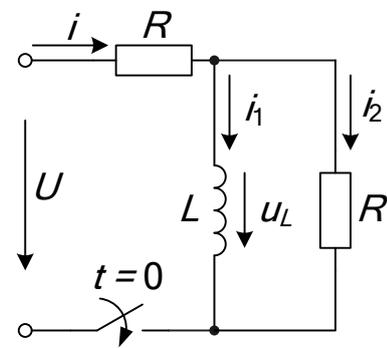
2.5.5.

Определите токи ветвей, напряжения u_C , u_L в начальный момент времени $t(+0)$ и в установившемся режиме.

Запишите закон изменения тока $i_2(t)$.

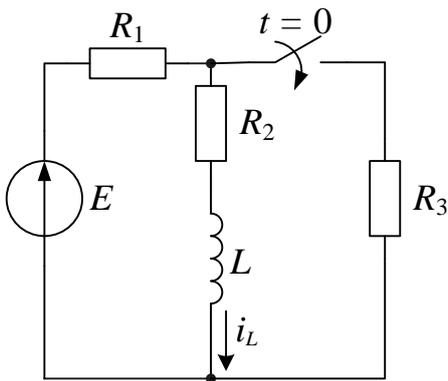
$E = 20$ В, $R = 10$ Ом,

$L = 0,1$ Гн, $C = 20$ мкФ.

2.5.6.

По какому закону будут изменяться токи и напряжения при замыкании рубильника в цепи (i , i_1 , i_2 , u_L)?

2.5.7.



При какой индуктивности L свободная составляющая тока в индуктивности изменяется по закону $i_{L\text{св}}(t) = Ae^{-500t}$, А, если:

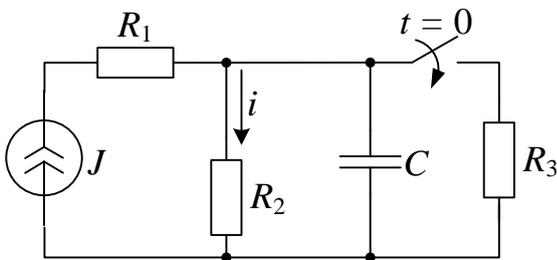
$$R_1 = 40 \text{ Ом},$$

$$R_2 = 20 \text{ Ом},$$

$$R_3 = 20 \text{ Ом}.$$

Определите $i_L(t)$ при $E = 60 \text{ В}$.

2.5.8.



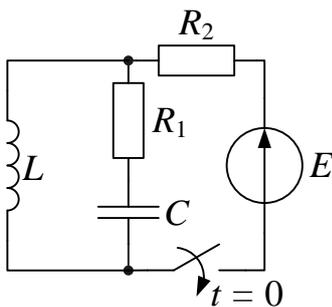
Определите закон изменения $i(t)$ классическим методом, если:

$$C = 200 \text{ мкФ}, R_1 = 2R_2 = 40 \text{ Ом},$$

$$R_3 = 20 \text{ Ом}, J = 0,5 \text{ А}.$$

Составьте операторную схему замещения.

2.5.9.



Найдите начальные условия:

$$\left. \frac{di_L}{dt} \right|_{t=+0} \text{ и } i_C(+0), \text{ если:}$$

$$E = 200 \text{ В},$$

$$R_1 = 100 \text{ Ом},$$

$$R_2 = 200 \text{ Ом},$$

$$L = 0,5 \text{ Гн},$$

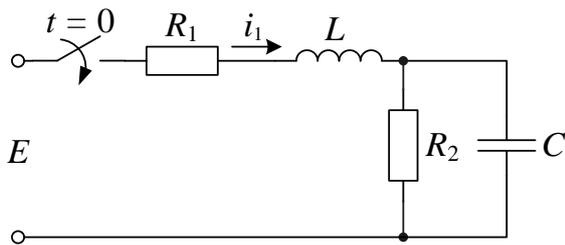
$$C = 100 \text{ мкФ}.$$

2.5.10.

Используя теорему разложения, найдите оригинал $i(t)$

$$I(p) = \frac{3p + 1}{p(2p + 60)}$$

2.5.11.



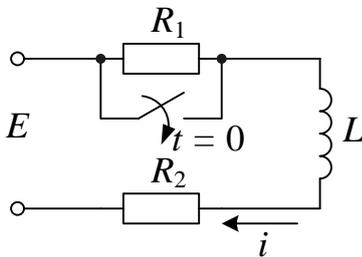
Определите корни характеристического уравнения, если:

$$R_1 = 20 \text{ Ом}, R_2 = 40 \text{ Ом},$$

$$L = 0,2 \text{ Гн}, C = 200 \text{ мкФ?}$$

Запишите выражение для определения свободной составляющей $i_{1\text{св}}$.

2.5.12.



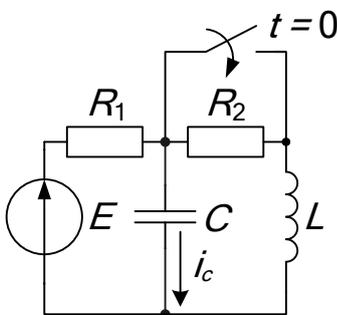
Составьте операторную схему замещения

$$E = 80 \text{ В}, R = 10 \text{ Ом},$$

$$R_1 = 30 \text{ Ом}, L = 0,02 \text{ Гн}.$$

Определите функцию $i(t)$ и постройте ее график.

2.5.13.



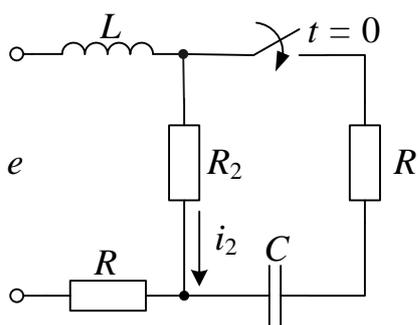
Приведите график изменения $u_c(t)$ после замыкания ключа, если:

$$E = 120 \text{ В}, R_1 = 30 \text{ Ом},$$

$$R_2 = 10 \text{ Ом и } p_1 = -1000 \text{ с}^{-1},$$

$$p_2 = -500 \text{ с}^{-1}.$$

2.5.14.



Определите начальное условие

$$i_2(+0)$$

$$L = 19,1 \text{ мГн},$$

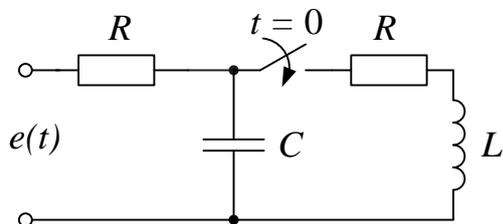
$$C = 300 \text{ мкФ},$$

$$R = 2 \text{ Ом},$$

$$R_2 = 4 \text{ Ом},$$

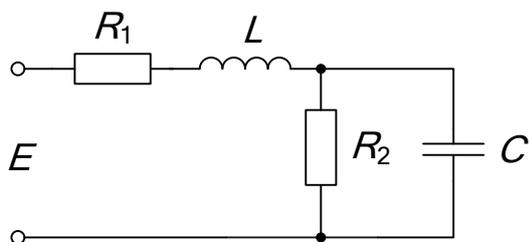
$$e = 200 \sin 314t \text{ В}.$$

2.5.15.



В общем виде выразить значение критической емкости через параметры цепи.

2.5.16.



Чему равна частота свободных колебаний в цепи, если:

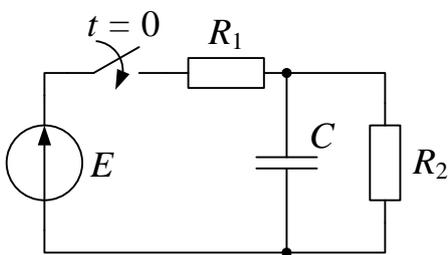
$$R_1 = 2 \text{ Ом}, R_2 = 4 \text{ Ом},$$

$$L = 0,2 \text{ Гн}, C = 4 \text{ мкФ}?$$

2.5.17.

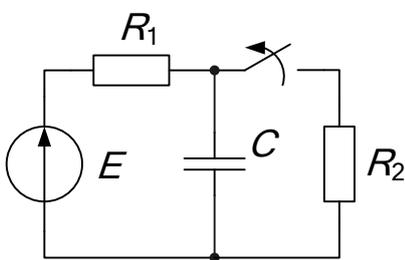
Найдите оригинал $u(t)$, если:

$$U(p) = \frac{2p + 1}{20(p^2 + 400)}.$$

2.5.18.

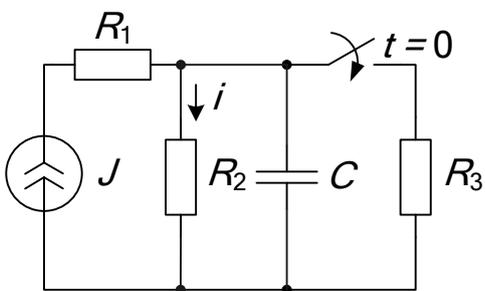
Найдите время переходного процесса при

$$\begin{aligned} R_1 &= 40 \text{ Ом}, \\ R_2 &= 20 \text{ Ом}, \\ C &= 30 \text{ мкФ}. \end{aligned}$$

2.5.19.

Классическим методом найдите $u_c(t)$, если:

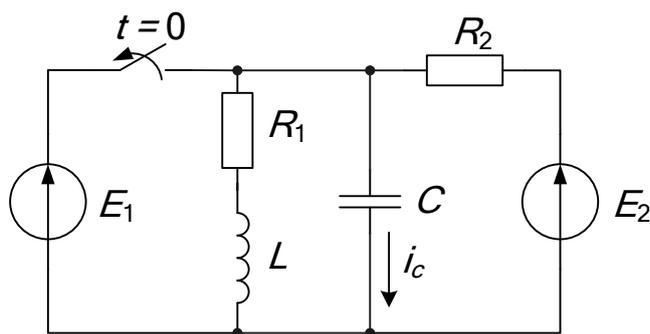
$$\begin{aligned} u_c(+0) &= 4 \text{ В}, \\ u_c(\infty) &= 12 \text{ В}, \text{ а } \tau = 0,002 \text{ с}. \end{aligned}$$

2.5.20.

Определите закон изменения $i(t)$ операторным методом, если:

$$\begin{aligned} C &= 1 \text{ мкФ}, R_1 = 40 \text{ Ом}, \\ R_3 = R_2 &= 20 \text{ Ом}, J = 1 \text{ А}. \end{aligned}$$

2.5.21.



Определите $\frac{di_L}{dt} \Big|_{t=+0}$, если:

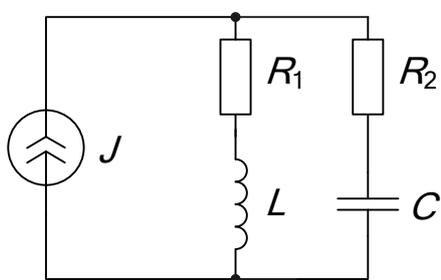
$$E_1 = 4E_2 = 80 \text{ В,}$$

$$R_1 = R_2 = 20 \text{ Ом,}$$

$$L = 0,5 \text{ Гн,}$$

$$C = 10^{-3} \text{ Ф.}$$

2.5.22.

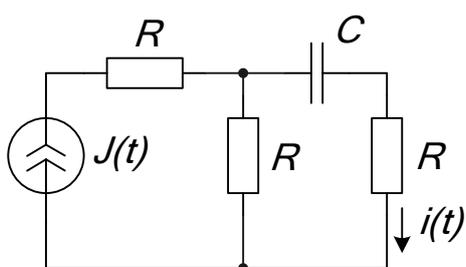


Найдите частоту свободных колебаний в заданной цепи.

$$R_1 = 1 \text{ Ом, } R_2 = 4 \text{ Ом,}$$

$$C = 0,2 \text{ мкФ, } L = 0,02 \text{ Гн.}$$

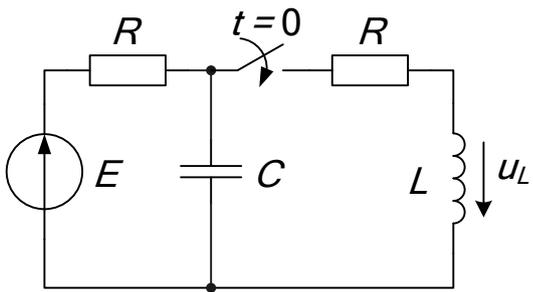
2.5.23.



Найдите переходную характеристику цепи для определения $i(t)$, если:

$$R = 10 \text{ Ом, } C = 10 \text{ мкФ.}$$

2.5.24.

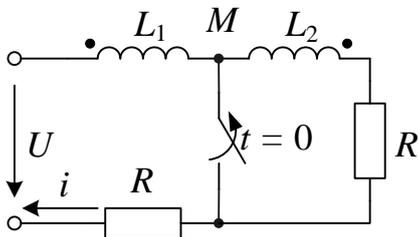


Определите характер переходного процесса, если:

$$R = 10 \text{ Ом}, L = 0,1 \text{ Гн},$$

$$C = 0,1 \text{ мкФ}, E = 100 \text{ В}.$$

2.5.25.

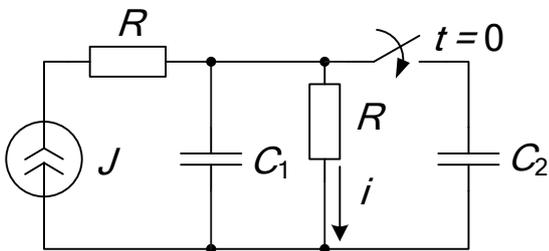


Найдите $i(+0)$ в условии некорректной коммутации, если:

$$U = 100 \text{ В}, R = 100 \text{ Ом},$$

$$2L_1 = M = 0,5 \text{ Гн}, L_2 = 1 \text{ Гн}.$$

2.5.26.



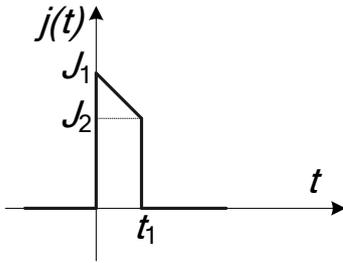
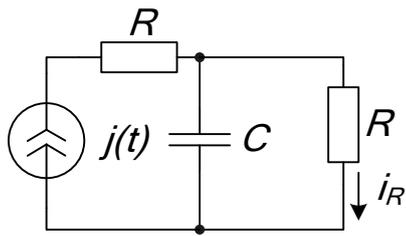
Определите $i(+0)$, если:

$$R = 400 \text{ Ом},$$

$$C_1 = 4C_2,$$

$$J = 0,5 \text{ А}.$$

2.5.27.

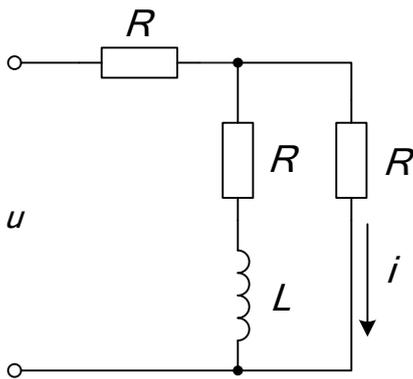


Определите i_R в момент времени $t = 0,5$ мс, если:

$$R = 2 \text{ кОм}, J_1 = 1,5 J_2, t_1 = 1 \text{ мс},$$

$$C = 1 \text{ мкФ}, J_2 = 1 \text{ А}.$$

2.5.28.

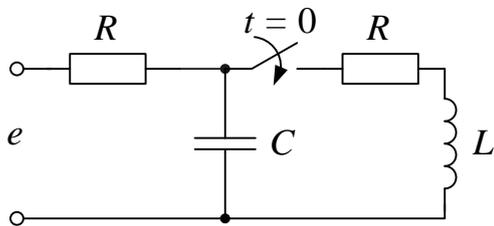


Определите переходную характеристику цепи $h(t)$, если:

$$R = 100 \text{ Ом},$$

$$L = 0,5 \text{ Гн}.$$

2.5.29.



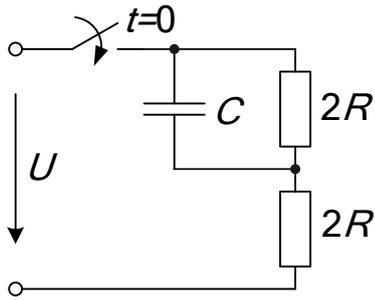
Запишите законы коммутации, если:

$$R = 40 \text{ Ом}, L = 20 \text{ мГн},$$

$$C = 319 \text{ мкФ},$$

$$e = 141 \sin 314t, \text{ В}.$$

2.5.30.

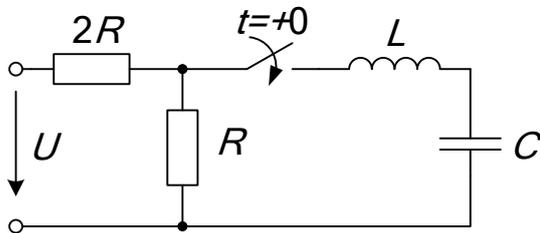


Найдите $u_c(t)$ операторным методом, если:

$$R = 20 \text{ Ом}, U = 20 \text{ В},$$

$$C = 0,1 \text{ мкФ}.$$

2.5.31.

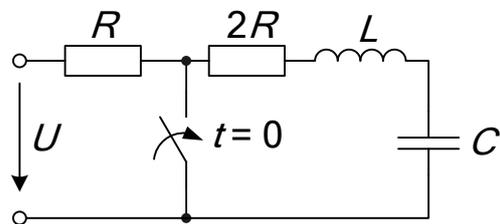


Определите корни характеристического уравнения и определите характер переходного процесса

$$R = 100 \text{ Ом}, C = 4 \text{ мкФ},$$

$$L = 0,2 \text{ Гн}.$$

2.5.32.



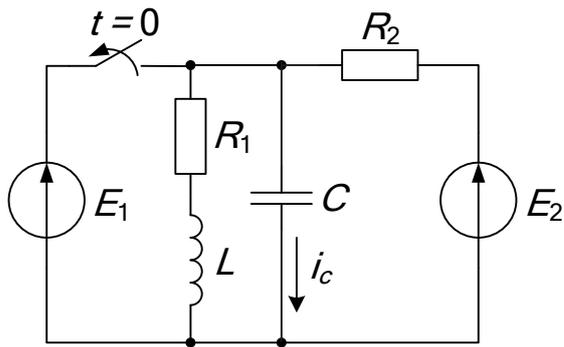
Определите время переходного процесса в цепи при

$$R = 400 \text{ Ом},$$

$$L = 0,1 \text{ Гн},$$

$$C = 10 \text{ мкФ}.$$

2.5.33.



Составьте операторную схему замещения при

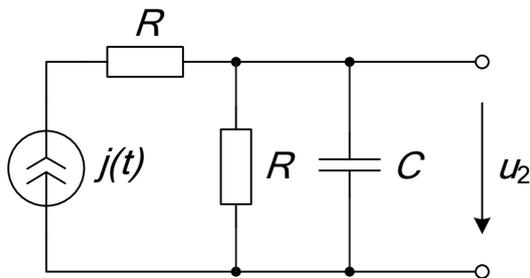
$$E_1 = 2E_2 = 60 \text{ В,}$$

$$R_1 = 3R_2 = 30 \text{ Ом,}$$

$$L = 0,1 \text{ Гн,}$$

$$C = 10^{-3} \text{ Ф.}$$

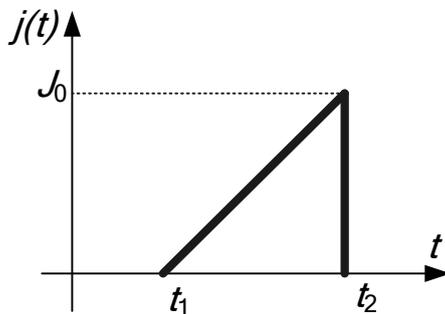
2.5.34.



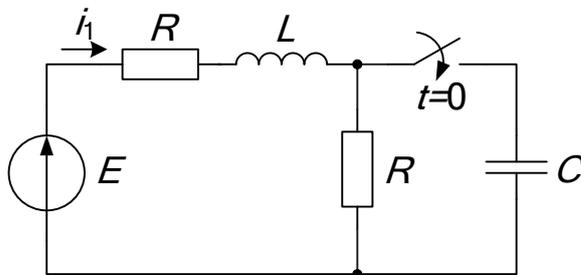
Найдите закон изменения u_2 при $t_1 < t < t_2$, если:

$$R = 2 \text{ кОм, } C = 1 \text{ мкФ,}$$

$$J_0 = 4 \text{ А, } t_2 = 2t_1 = 4 \text{ мс.}$$



2.5.35.

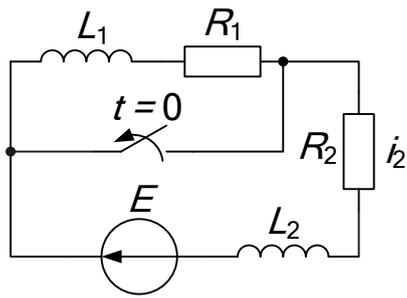


Определите значение критической емкости, если:

$$R = 10 \text{ Ом,}$$

$$L = 1 \text{ мГн.}$$

2.5.36.



Найдите $i_R(t)$ в условии некорректной коммутации, если:

$$E = 60 \text{ В,}$$

$$R_1 = 15 \text{ Ом, } R_2 = 45 \text{ Ом,}$$

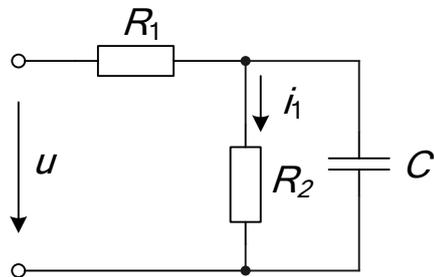
$$L_1 = L_2 = 0,3 \text{ Гн.}$$

2.5.37.

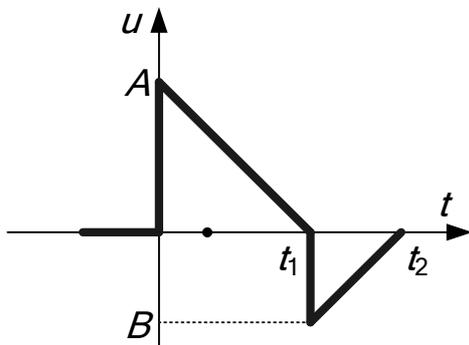
Найдите оригинал напряжения, если изображение равно

$$\frac{2p + 40}{p(2p + 20)}$$

2.5.38.



Распишите в общем виде законы изменения $i_1(t)$.



2.6. Четырехполюсники и многополюсники

2.6.1.

Экспериментальным путем определены

$$\underline{Z}_{10} = 10j \text{ Ом}, \underline{Z}_{20} = 40e^{j70} \text{ Ом}, \underline{Z}_{2k} = 20e^{j10} \text{ Ом}.$$

Найдите характеристическое сопротивление \underline{Z}_{1C} .

2.6.2.

Фильтр нижних частот типа- k собран из двух индуктивностей по 20 мГн и одной емкости 4 мкФ.

Определите зону прозрачности фильтра.

2.6.3.

Известны А-параметры четырехполюсника:

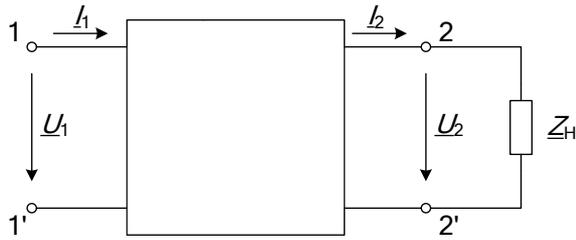
$$A_{11} = 1, A_{12} = 10 + j50 \text{ Ом},$$

$$A_{21} = 0,02j \text{ См}, A_{22} = 0,1j.$$

Определите коэффициент передачи по току при сопротивлении нагрузки $\underline{Z}_H = -j50 \text{ Ом}$.

2.6.4.

Найдите частоту среза f_c , если индуктивность фильтра равна 40 мГн, а емкость конденсатора 0,08 мкФ.

2.6.5.

Определите показание амперметра электромагнитной системы на выходе симметричного четырехполюсника, согласованного с нагрузкой, если:

$$\underline{B} = 100e^{j30^\circ} \text{ Ом}, \underline{C} = 0,01e^{j60^\circ} \text{ См},$$

$$\underline{U}_1 = 40 - j60, \text{ В.}$$

2.6.6.

Электрический фильтр нижних частот типа k имеет граничную частоту $f_c = 5$ кГц.

Определите коэффициент затухания α при $f = 10$ кГц и коэффициент фазы β при $f = 2,5$ кГц.

2.6.7.

В режиме короткого замыкания определите мгновенное значение тока на выходе четырехполюсника, если:

$$\underline{I}_1 = 0,5e^{-j60^\circ} \text{ А}, \underline{A}_{22} = 2+2j.$$

2.6.8.

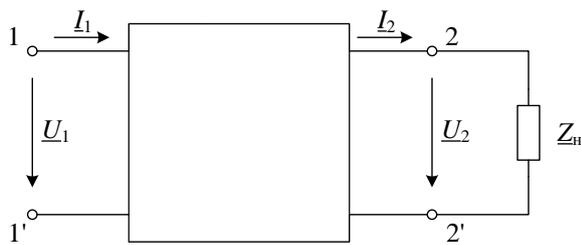
Определите коэффициент передачи по току симметричного четырехполюсника, если:

$$\underline{A} = 0,2 + j0,1, \underline{C} = 0,25e^{j60^\circ} \text{ См}, \underline{Z}_H = 10-j10 \text{ Ом.}$$

2.6.9.

Электрический фильтр верхних частот типа k имеет граничную частоту $f_c = 10$ кГц.

Определите коэффициент затухания α при $f = 1$ кГц и коэффициент фазы β при $f = 20$ кГц.

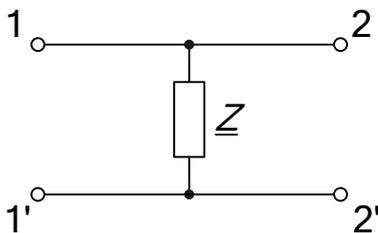
2.6.10.

Найдите мгновенное значение тока i_1 , если:

$$\underline{I}_2 = 0,5 - j0,5, \text{ A},$$

$$\underline{Z}_н = 10 \text{ Ом},$$

$$\underline{\mathbf{A}} = \begin{bmatrix} 2,5 & j \\ 0,5j & 0,2 \end{bmatrix}.$$

2.6.11.

Определите коэффициенты системы уравнений в Z -форме, если:

$$\underline{Z} = 40 + j30 \text{ Ом}.$$

2.6.12.

Характеристическое сопротивление Π -образного ФВЧ типа k при угловой частоте $\omega = 1600$ рад/с равно 400 Ом. Частота среза фильтра $f_c = 100$ Гц.

Определите индуктивность фильтра.

2.6.13.

Сколько Т-образных звеньев должен содержать ФНЧ типа k , чтобы на частоте $\omega = 3\omega_c$ затухание $\alpha > 30$ Нп?

2.6.14.

Известны коэффициенты системы уравнений симметричного четырехполюсника в A - форме:

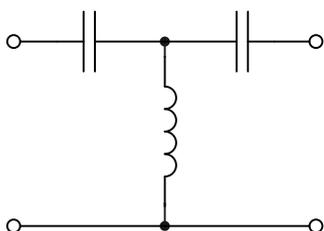
$$D = 2, \underline{B} = 100e^{j60^\circ}.$$

Определите коэффициент \underline{Z}_{12} системы уравнений этого четырехполюсника в Z - форме.

2.6.15.

Симметричный четырехполюсник, характеристическое сопротивление и коэффициент передачи которого известны $\underline{Z}_c = 20e^{j30^\circ}$ Ом, $\underline{\gamma} = 0,1 + j\pi/6$, находится в режиме холостого хода.

Выразите комплекс выходного напряжения, если комплекс входного тока равен $\underline{I}_{10} = 0,2e^{-j30^\circ}$ А.

2.6.16.

Чему равно характеристическое сопротивление фильтра при угловой частоте $\omega = 2 \cdot 10^3$ с⁻¹, если:

емкость конденсаторов - 0,02 мкФ, а индуктивность - 20 мГн.

2.6.17.

Определите коэффициент передачи K_u симметричного четырехполюсника, если он нагружен на сопротивление $Z_n = Z_c = 10e^{j45^\circ}$ Ом, причем $I_1 = 0,6e^{j120^\circ}$, А, $U_2 = 20e^{j60^\circ}$, В.

2.6.18.

Определите коэффициент передачи по напряжению симметричного четырехполюсника, если он нагружен на характеристическое сопротивление $Z_c = 200e^{j30^\circ}$ Ом, причем $I_2 = 1,6e^{j45^\circ}$ А, $U_1 = 20e^{j15^\circ}$, В.

2.6.19.

Для ФНЧ типа k , содержащего три каскадно включенных Т-звена, при согласованной нагрузке на частоте $\omega = 2000$ рад/с известно, что $U_2/U_1 = 0,01$.

Определите частоту среза фильтра.

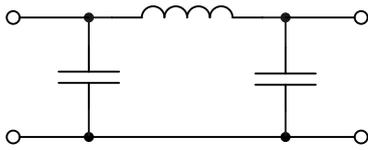
2.6.20.

Известны коэффициенты системы уравнений симметричного четырехполюсника в A - форме:

$$\underline{D} = 1 - j2, \underline{B} = 20e^{-j30^\circ} \text{ Ом.}$$

Определите коэффициенты системы уравнений этого четырехполюсника в Y - форме.

2.6.21.



Подберите индуктивность фильтра так, чтобы частота среза была равна $f_c=4$ кГц. Емкость конденсаторов - $0,02$ мкФ.

2.6.22.

В режиме короткого замыкания определите мгновенное значение тока на выходе четырехполюсника, если:

$$\underline{U}_1=10e^{-j45^\circ}, \text{ В, } \underline{A}_{12}=50j \text{ Ом.}$$

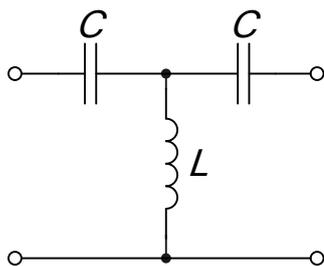
2.6.23.

В режиме короткого замыкания определите мгновенное значение тока на выходе четырехполюсника, если:

$$i_{10}(t) = 0,5\sin(\omega t - 60^\circ) \text{ А,}$$

$$\underline{D}=-0,8j .$$

2.6.24.



Чему равно характеристическое сопротивление фильтра при угловой частоте $\omega=5 \cdot 10^3 \text{ с}^{-1}$, если:

$$C = 0,04 \text{ мкФ, а } L = 20 \text{ мГн.}$$

2.6.25.

В режиме короткого замыкания определите мгновенное значение тока на входе четырехполюсника.

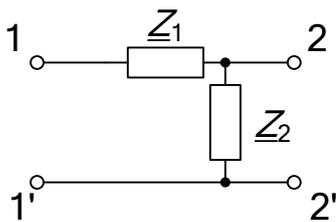
$$\underline{U}_1 = 10e^{j45^\circ}, \text{ В}$$

$$\underline{A}_{12} = 20 + 20j \text{ Ом}, \underline{A}_{22} = -2j.$$

2.6.26.

ФНЧ, собранный из трех звеньев типа k , имеет частоту среза $\omega_c = 10^4$ рад/с.

Чему равно затухание на частоте $\omega = 7 \cdot 10^4$ рад/с.

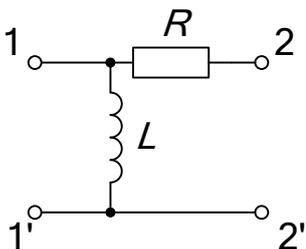
2.6.27.

Определите коэффициенты системы уравнений четырехполюсника в A – форме, если:

$$\underline{Z}_1 = 10 + j10 \text{ Ом},$$

$$\underline{Z}_2 = 10 - j10 \text{ Ом}$$

Проверьте выполнение уравнения связи.

2.6.28.

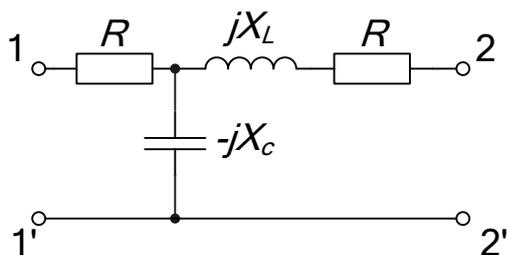
Определите коэффициенты системы уравнений четырехполюсника в A – форме, если:

$$L = 10 \text{ мГн},$$

$$\omega = 10^3 \text{ 1/с},$$

$$R = 10 \text{ Ом}.$$

Докажите, что $\underline{A} \cdot \underline{D} - \underline{B} \cdot \underline{C} = 1$ для данного четырехполюсника.

2.6.29.

При заданном напряжении на первичных выводах, равном 10 В, найти напряжение на разомкнутых вторичных выводах, если:

$$R = X_L = X_C = 10 \text{ Ом.}$$

2.6.30.

Коэффициенты четырехполюсника равны:

$$\underline{A} = -0,25 ; \underline{B} = 1 \cdot e^{-j90^\circ} \text{ Ом} ; \underline{C} = 0,5 \cdot e^{-j90^\circ} \text{ См} ; \underline{D} = -2.$$

На выходе четырехполюсника включена чисто активная нагрузка $Z_H = 8 \text{ Ом}$.

Определите мгновенные значения u_2 и i_2 , если $I_1 = 0,4e^{j45^\circ} \text{ А}$.

2.6.31.

Определите коэффициенты системы уравнений симметричного четырехполюсника в A - форме, если он нагружен на сопротивление $\underline{Z}_H = \underline{Z}_C = 10e^{j45^\circ} \text{ Ом}$, причем $\underline{I}_{10} = 1e^{j15^\circ} \text{ А}$, $\underline{U}_{20} = 10e^{j15^\circ} \text{ В}$.

2.7. · Электрические цепи с распределенными параметрами

2.7.1.

Определите фазовую скорость и длину волны в линии если известны параметры кабельной линии:

$$R_0 = 20 \text{ Ом/км}; L_0 = 10^{-3} \text{ Гн/км}; C_0 = 4 \cdot 10^{-8} \text{ Ф/км};$$

$$g_0 = 10^{-6} \text{ См/км}, \omega = 10^3 \text{ 1/с}.$$

2.7.2.

Определите $Z_c, v_{\text{ф}}, \lambda$, если известны параметры длинной линии:

$$L_0 = 20 \cdot 10^{-3} \text{ Гн/км}; C_0 = 80 \cdot 10^{-9} \text{ Ф/км};$$

$$R_0 = 0; G_0 = 0; \omega = 10^4 \text{ 1/с}.$$

2.7.3.

Кабельная линия имеет следующие первичные параметры:

$$R_0 = 50 \text{ Ом/км};$$

$$L_0 = 10^{-3} \text{ Гн/км};$$

$$C_0 = 2 \cdot 10^{-8} \text{ Ф/км};$$

$$G_0 = 10^{-6} \text{ См/км}.$$

Определите величину дополнительной индуктивности $L_{\text{доп}}$, которую следует вводить на каждый километр кабельной линии для того, чтобы линия стала без искажений.

Определите для линии без искажений длину волны и фазовую скорость.

2.7.4.

Для определения первичных параметров линии длиной 60 км были измерены сопротивления холостого хода и короткого замыкания при частоте $f = 800$ Гц. Измерения дали

$$\underline{Z}_{кз} = 900 \angle 63^\circ \text{ Ом} ; \underline{Z}_{хх} = 360 \angle -78^\circ \text{ Ом}.$$

Рассчитайте первичные параметры ОДЛ.

2.7.5.

На входе линии длиной 130 км с параметрами:

$$R_0 = 0; g_0 = 0; L_0 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ Гн/км}; C_0 = 8 \cdot 10^{-9} \text{ Ф/км};$$

действует напряжение

$$u_1 = 500 \sin (2\pi \cdot 4167) t, \text{ В}.$$

В конце линии $Z_n = Z_c$.

Определите Z_c , v_{ϕ} , λ и запишите выражение для u_2 .

2.7.6.

Определите первичные (погонные) и характеристические параметры телефонной линии длиной $l = 100$ км при частоте $f = 1600$ Гц по режимам холостого хода и короткого замыкания $\underline{Z}_{хх} = 900 \angle -40^\circ \text{ Ом}$; $\underline{Z}_{кз} = 100 \angle 40^\circ \text{ Ом}$.

2.7.7.

Дана линия без потерь:

$$Z_c = 100 \text{ Ом}; \beta = 2,09 \text{ рад/м};$$

$$f = 10^8 \text{ Гц}; l = 70 \text{ см.}$$

Определите входное сопротивление линии в режимах холостого хода и короткого замыкания.

2.7.8.

Для линии длиной $l = 60$ км были проведены опыты по измерению постоянным током входного сопротивления при холостом ходе и коротком замыкании. Они дали следующие результаты:

$$R_{кз} = 2500 \text{ Ом}, R_{хх} = 19600 \text{ Ом.}$$

Определите R_0 , g_0 , Z_c и γ .

2.8. . Синтез электрических цепей

2.8.1.

$$\text{Дано : } Z(p) = \frac{p^4 + 9p^2 + 8}{p^3 + 3p}.$$

Привести 1 – ую схему Кауэра.

2.8.2.

$$\text{Дано : } Z(p) = \frac{8 + 9p^2 + p^4}{3p + p^3}.$$

Привести 2 – ую схему Кауэра.

2.8.3.

$$\text{Дано : } y(p) = \frac{p^4 + 37 \cdot 10^{12} p^2 + 36 \cdot 10^{24}}{10^9 p^3 + 16 \cdot 10^{21} p}.$$

Привести 1 – ую схему Кауэра.

2.8.4.

$$\text{Дано : } y(p) = \frac{36 \cdot 10^{24} + 37 \cdot 10^{12} p^2 + p^4}{16 \cdot 10^{21} p + 10^9 p^3}.$$

Привести 2 – ую схему Кауэра.

2.8.5.

$$\text{Дано : } Z(p) = \frac{8p^4 + 40p^2 + 32}{20p^3 + 45p}.$$

Привести 1 – ую схему Фостера.

2.8.6.

$$\text{Дано : } y(p) = \frac{20p^3 + 45p}{8(p^4 + 5p^2 + 4)}.$$

Привести 2 – ую схему Фостера.

2.8.7.

$$\text{Дано : } Z(p) = \frac{p^2 + 6p + 8}{p^2 + 4p + 3}.$$

Привести 1 – ую схему Кауэра.

2.8.8.

$$\text{Дано : } Z(p) = \frac{3 + 4p + p^2}{8 + 6p + p^2}.$$

Привести 2 – ую схему Кауэра.

2.8.9.

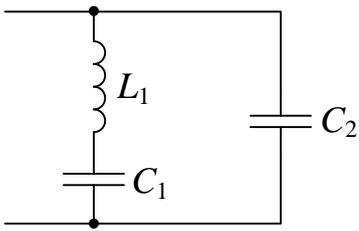
$$\text{Дано : } Z(p) = \frac{(p+2) \cdot (p+4)}{(p+1) \cdot (p+3)}.$$

Привести 1 – ую схему Фостера.

2.8.10.

Дано : $Z(p) = \frac{(p+1) \cdot (p+3)}{(p+2) \cdot (p+4)}$.

Привести 2 – ую схему Фостера.

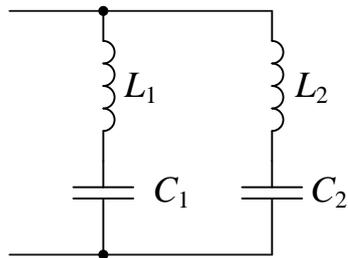
2.8.11.

Дано : $L_1=0,294$ Гн.

$$C_1=0,204 \text{ мкф,}$$

$$C_2=0,1 \text{ мкф.}$$

Для данного двухполюсника составить первую цепную схему.

2.8.12.

Для двухполюсника составить первую цепную схему.

2.8.13.

Задана входная функция двухполюсника с потерями

$$Z(p) = \frac{p^2 + 4p + 1}{p^2 + p}$$

Составить первую цепную схему.

2.8.14.

По заданной входной функции RC - двухполюсника с потерями

$$y(p) = \frac{p(p+1)}{p^2 + 4p + 1}.$$

Составить вторую цепную схему с продольными емкостями и поперечными сопротивлениями.

2.8.15.

Выяснить, относится ли к ПВФ функция входного сопротивления

$$Z(p) = \frac{p^2 + 1,5p + 5}{2p^2 + 4p + 4}.$$

2.8.16.

Определить, относится ли к ПВФ функция входной проводимости

$$y(p) = \frac{2p^2 + 2p + 8}{p^2 + p + 1}.$$

2.8.17.

Двухполюсник без потерь задан входной функцией

$$Z(p) = \frac{2 \cdot 10^{-13} p^3 + 3,5 \cdot 10^{-5} p}{1,6 \cdot 10^{-17} p^4 + 17,7 \cdot 10^{-9} p + 2}.$$

Составить две цепные схемы, реализующие двухполюсник по заданной входной функции.

2.8.18.

Задано явно несколько выражений вида $\frac{A(p)}{B(p)}$.

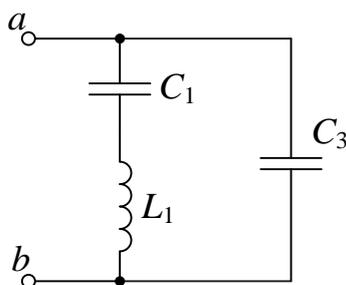
Выяснить, могут ли они представлять собой входные сопротивления некоторых двухполюсников.

$$(1) \frac{5p - 6}{25p^2 + 12p + 2}; \quad (2) \frac{20p^2 + 12p + 6}{12p^4 + 8p^3 + 12p^2 + 13p + 4};$$

$$(3) \frac{3p^2 + p + 1}{p^3 + p^2 + p + 1}; \quad (4) \frac{2p^2 + p + 1}{(p^2 + 1)(p + 1)}.$$

2.8.19.

Реализовать $Z(p) = \frac{p^3 + 3p^2 + 1}{p(p^2 + 2p + 2)}$.

2.8.20.

Известны индуктивность $L_1 = 0,3$ Г и емкость $C_1 = 0,2$ миф и $C_2 = 0,1$ мкф двухполюсника.

Составить схему и найти величины элементов обратного двухполюсника так, чтобы произведение входных сопротивлений на частоте 950 Гц составляло 2 к Ом².

2.8.21.

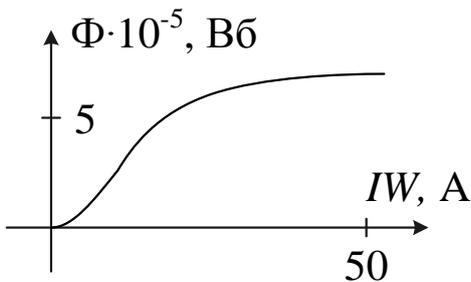
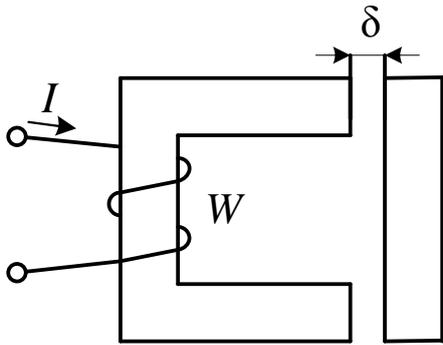
Выполнить реализацию всех возможных двухполюсников с минимальным числом элементов по заданному сопротивлению

$$Z(p) = \frac{4p^2 + 24p + 32}{3 + 4p + p^2} \text{ Ом.}$$

3. ТЕОРИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И МАГНИТНЫХ ЦЕПЕЙ

3.1. Установившиеся процессы в нелинейных цепях и методы их расчета

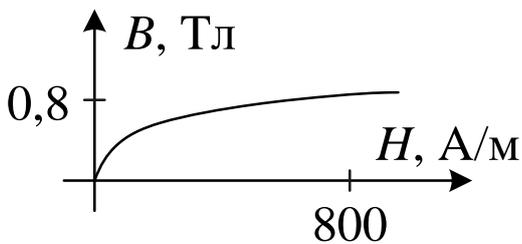
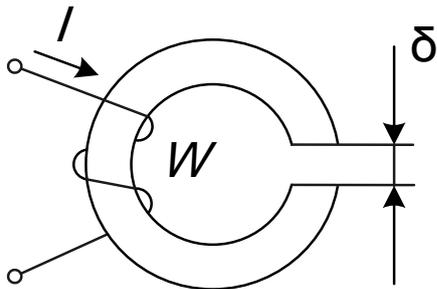
3.1.1



Дано: намагничивающая сила $IW=40$ А.
Магнитное напряжение стального участка $U_{\text{мст}}=8$ А, длина $l_{\text{ст}}=16$ см, $W=200$.

Определите: магнитный поток Φ , магнитное напряжение в зазорах, напряженность магнитного поля в стали $H_{\text{ст}}$, ток в обмотке I , индуктивность обмотки Z , магнитное сопротивление стального участка $R_{\text{мст}}$.

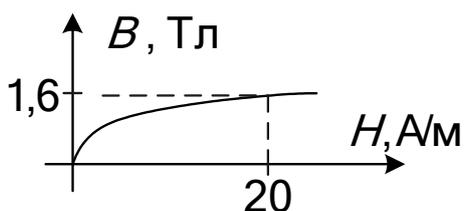
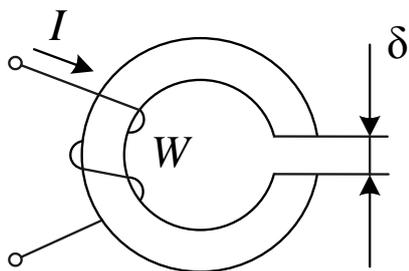
3.1.2



Дано: магнитная индукция в зазоре $0,8$ Тл, площадь сечения магнитопровода 1 см^2 , зазор $0,1$ мм, длина средней магнитной линии 15 см, $\mu_0=12\cdot 10^{-7}$ Гн/м.

Найдите: намагничивающую силу IW , напряженность магнитного поля в зазоре $H_{\text{б}}$, магнитное напряжение $U_{\text{мб}}$, магнитное сопротивление зазору $R_{\text{мб}}$, напряженность магнитного поля $H_{\text{ст}}$, магнитное напряжение $U_{\text{мст}}$.

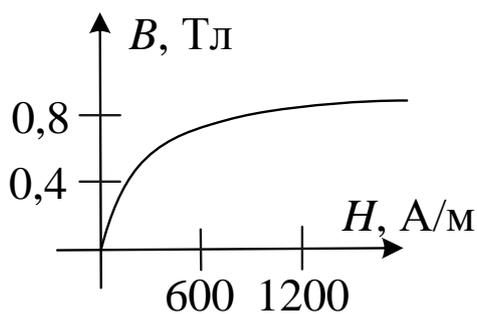
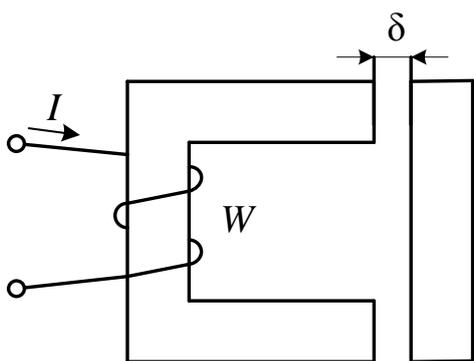
3.1.3



Дано: индукция в зазоре 1Тл.

Найдите намагничивающую силу. Какова будет магнитная индукция при намагничивающей силе 1500 А, $l_{cp}=138$ см, $\delta=0.1$ мм.

3.1.4



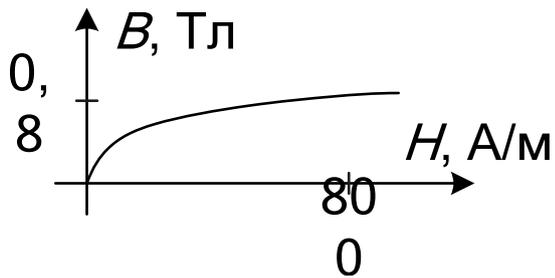
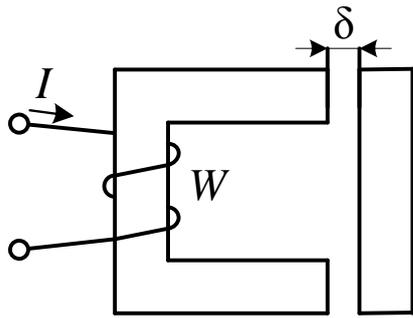
Дано: $\Phi=6 \cdot 10^{-5}$ Вб,

$H_{ст}=2000$ А/м, $l_{cp}=14$ см,

$W=400$, $I=0.1$ А.

Определите: индукцию B , магнитные напряжения в стали и в зазоре $U_{мст}$, $U_{мб}$, магнитное сопротивление стали $R_{мст}$, намагничивающую силу IW , индуктивность L .

3.1.5



Определите магнитный поток Φ , магнитное напряжение $U_{\text{мст}}$, напряженность поля $H_{\text{ст}}$, магнитное напряжение в воздушном зазоре $U_{\text{мб}}$, индуктивность обмотки, площадь поперечного сечения S .

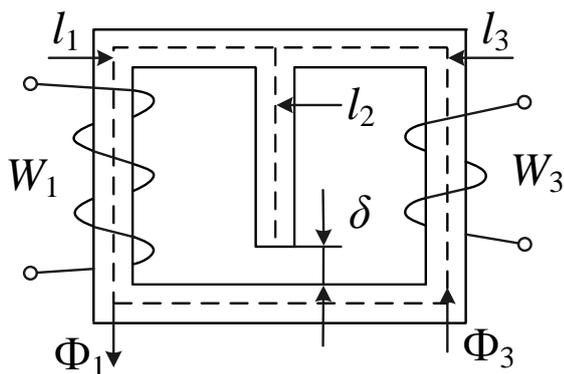
$$\psi = 6 \cdot 10^{-4} \text{ Вб}, \quad I = 6 \text{ А},$$

$$W = 10, \quad B_{\text{ст}} = 0.6 \text{ Тл},$$

$$R_{\text{мст}} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ 1/Гн},$$

$$l_{\text{ст}} = 1.2 \text{ см.}$$

3.1.6



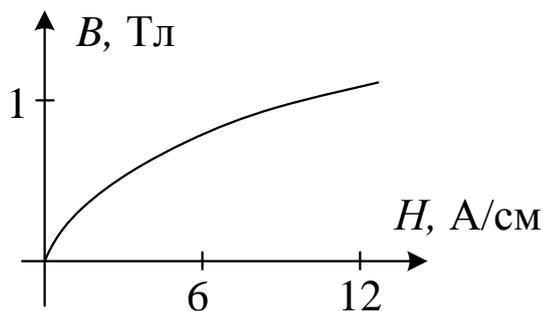
Определите величину и напряжения токов в обмотках, если:

$$l_1 = l_3 = 10 \text{ см}, \quad l_2 = 5 \text{ см}, \quad \delta = 0.2 \text{ мм},$$

$$S_1 = S_2 = S_3 = 1 \text{ см}^2, \quad W_1 = 50, \quad W_2 = 300,$$

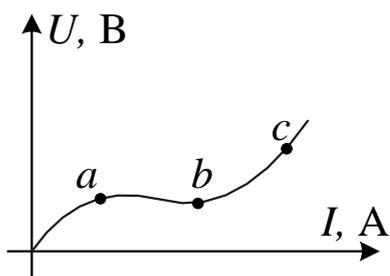
$$\Phi_1 = 0.2 \cdot 10^{-4} \text{ Вб},$$

$$\Phi_3 = 0.6 \cdot 10^{-4} \text{ Вб}.$$



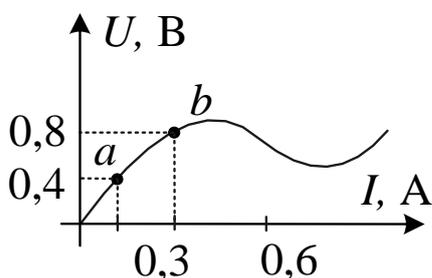
3.1.7

В какой точке ВАХ статическое сопротивление минимально?



3.1.8

Заданы координаты точек аппроксимации ВАХ : $a[0.1;0.4]$ и $b[0.3;0.8]$.

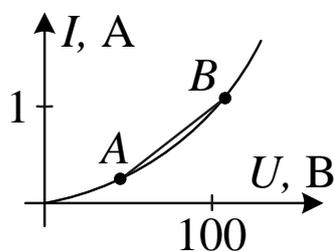


Определите дифференциальное сопротивление R_d для участка $(a b)$ и статическое для точки (b) .

Постройте схему замещения НЭ и найти ее параметры.

3.1.9

Участок AB ВАХ диода аппроксимируется прямой.

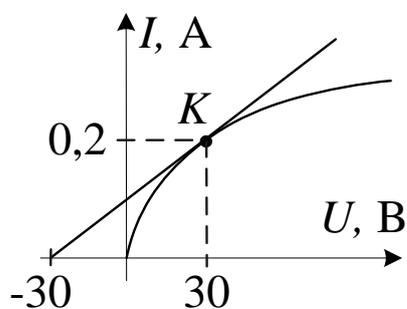


Определите статическое и динамическое сопротивления.

Постройте схему замещения.

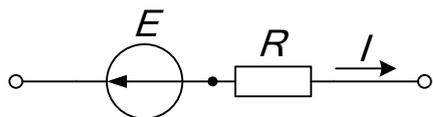
3.1.10

К ВАХ фотодиода в точке K проведена касательная.



Определите статическое и дифференциальное сопротивления $R_{ст}$, R_d .

Постройте схему замещения, указав значения входящих элементов.

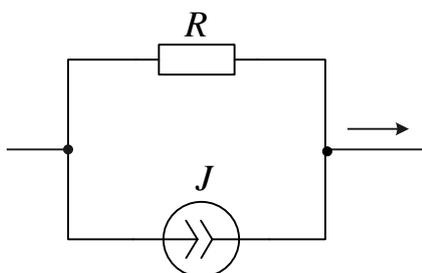
3.1.11

Дана схема замещения нелинейного элемента для участка ВАХ, аппроксимируемого прямой с параметрами:

$$E=15 \text{ В}, R=60 \text{ Ом.}$$

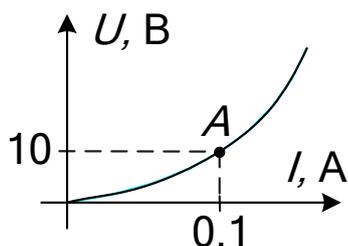
Известно статическое сопротивление нелинейного элемента для нижней точки прямолинейного участка $R_{ст}=200 \text{ Ом}$.

Постройте прямолинейный участок ВАХ.

3.1.12

Для прямолинейного участка ВАХ задана схема замещения.

Постройте участок ВАХ, если статическое сопротивление для нижней точки прямолинейного участка равно 20 Ом.

3.1.13

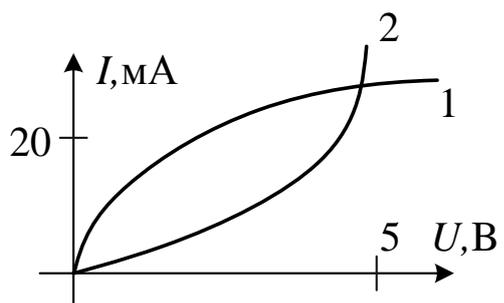
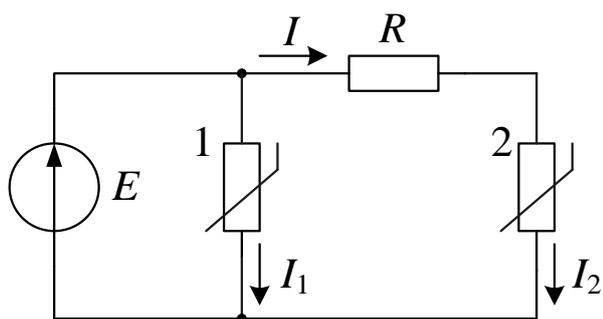
Определите статическое и дифференциальное сопротивления элемента в точке A .

Нарисуйте схему замещения.

3.1.14

Дано : $I=15 \text{ мА}$, $R=0.5 \text{ кОм}$.

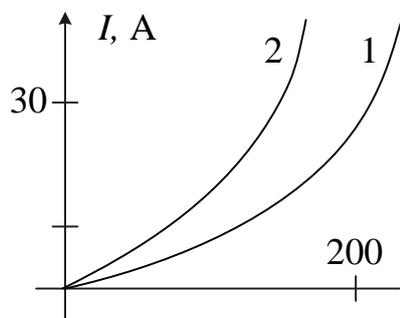
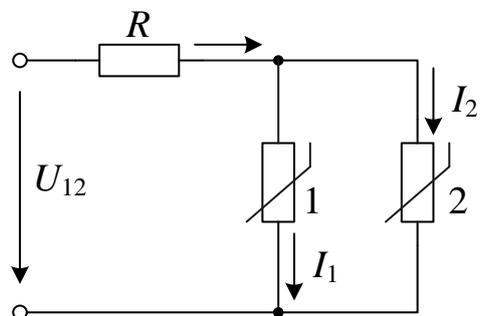
Определите: I_1 , I_2 , E .



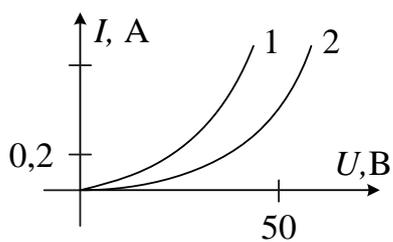
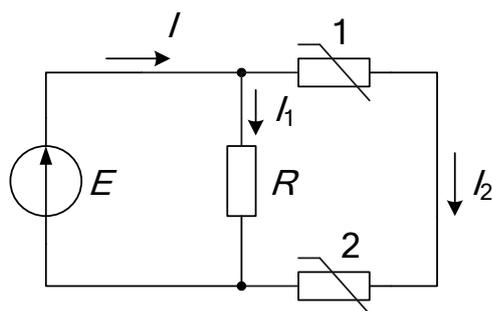
3.1.15

Дано : $I=20 \text{ А}$, $R=7.5 \text{ кОм}$.

Найдите : I_1 , I_2 , U_{12} .



3.1.16

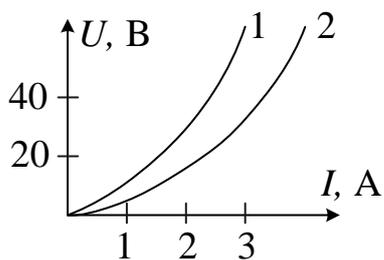
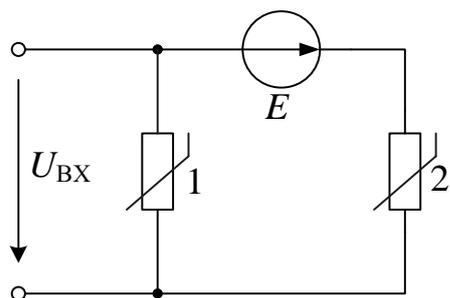


Дано : $I=0,1$ А,

$R=0.025$ кОм.

Определите : I_1, I_2, U_{12} .

3.1.17

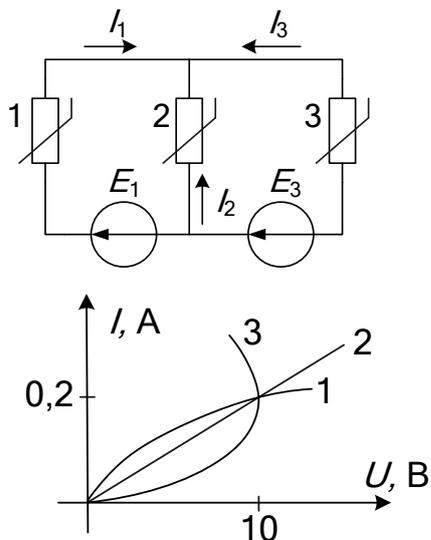


Даны симметричные ВАХ нелинейных элементов.

Определите все токи, если:

$U_{вх}=30$ В, $E=20$ В.

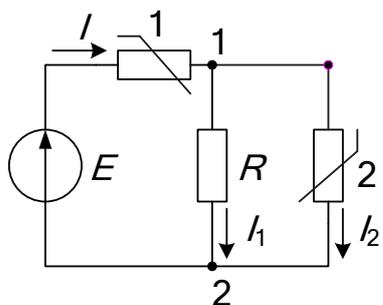
3.1.18



Определите токи и напряжения на нелинейных элементах.

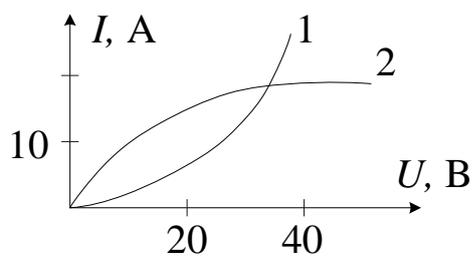
$$E_1=40 \text{ В} , E_3=20 \text{ В}.$$

3.1.19

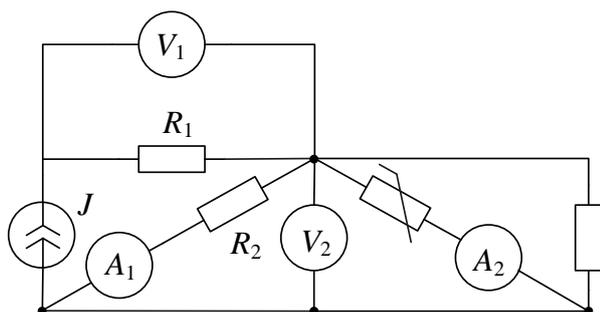


Дано: $R=3 \text{ кОм}$, $I=30 \text{ мА}$.

Определите: I_1, I_2, U_{12} .



3.1.20



Дано: $J=0.225$ А, $R_1=10$ Ом,

$R_2=32$ Ом,

$U(I)=20 \cdot I^2$.

Найдите показания приборов.

3.1.21

ВАХ нелинейного элемента аппроксимируется выражением $i = 0.2U + 0.01U^3$.

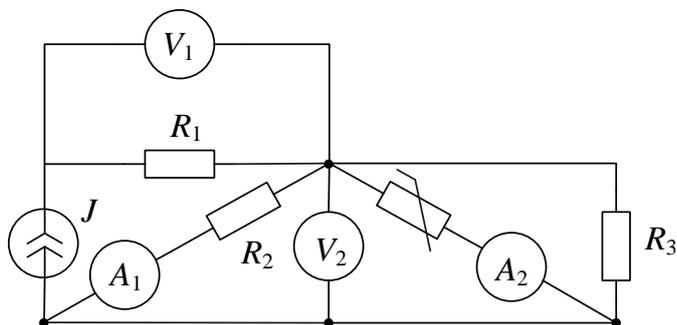
Определите статическое и дифференциальное сопротивления элемента при $U=10$ В.

3.1.22

Чему равно статическое и дифференциальное сопротивления при $i=0$?

$U(i)=250i+8i^3$.

3.1.23



Определите показания приборов.

$J=6$ А,

$R_1=R_2=R_3=2$ Ом,

$U(I)=I+16\sqrt{I}$.

3.1.24

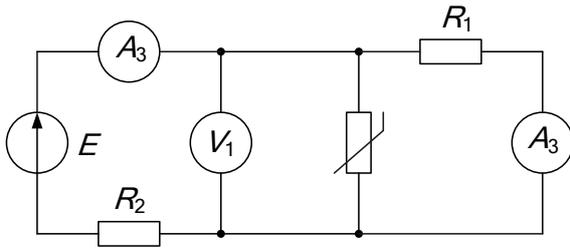
Определите статическое и дифференциальное сопротивления при $i=0.5$ А.

$$U(i) = i^2 + \sqrt{i}/2.$$

3.1.25

Определите показания приборов.

$$U(I) = 10 \cdot I^2 + 6.2.$$

**3.1.26**

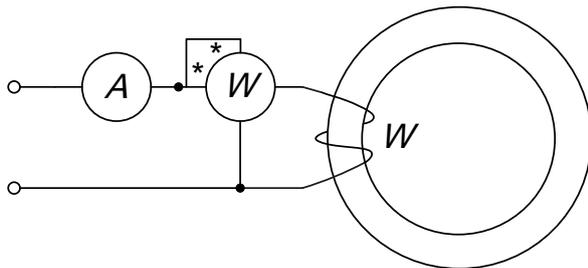
Дано: $g_0 = 5 \cdot 10^{-3}$ см,

$$b_0 = 2 \cdot 10^{-2}$$
 см,

$$\cos \varphi = 0.6 \quad U = 400 \text{ В.}$$

Принять: $U_0 = U$.

Определите: I, P_w .

**3.1.27**

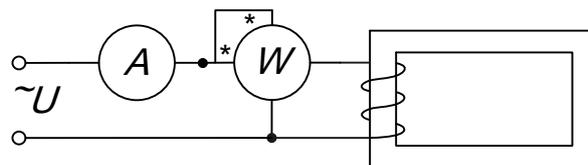
Дано: $U = 220$ В, $I = 2$ А, $\cos \varphi = 0.2$.

$$f = 50 \text{ Гц}, R = 45 \text{ Ом},$$

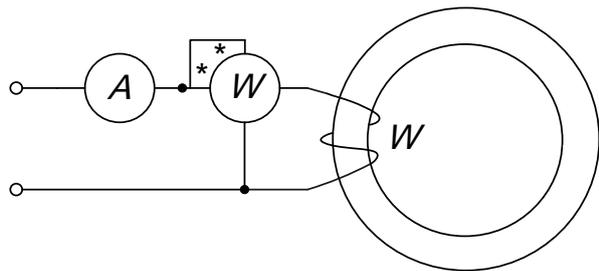
$$W = 1000, U_0 = U$$

Найдите: показания ваттметра,

$$P_{Fe}, P_{Cu}, \Phi_m.$$



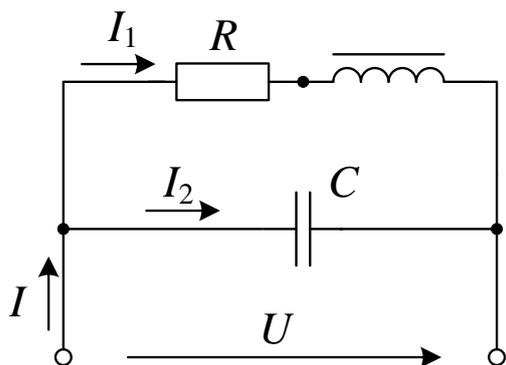
3.1.28



Дано: $I=0.707$ А, $\Phi_m=10^{-3}$ Вб,
 $W=1000$, $l_{cp}=50$ см, $P=60$
 Вт, $R=30$ Ом, $f=50$ Гц.

Найдите: U , g_0 , b_0 .

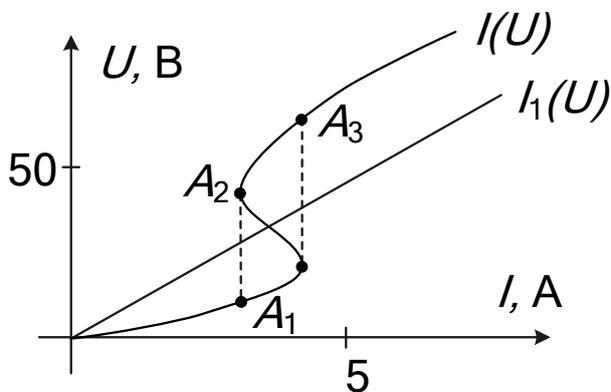
3.1.29



Дано: $R=2$ Ом.

Найдите U_R при
 феррорезонансе.

Постройте векторные
 диаграммы для точек A_1, A_2, A_3 .

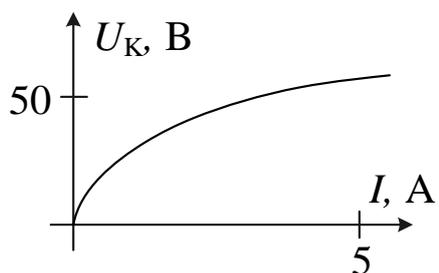
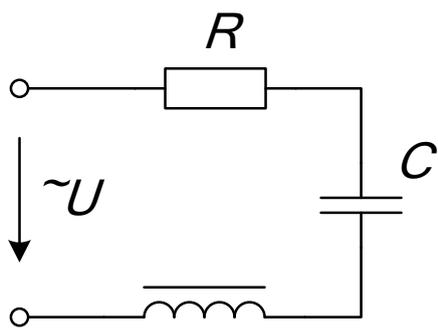


3.1.30

В цепи из последовательно соединенных R, L, C имеет место феррорезонанс.

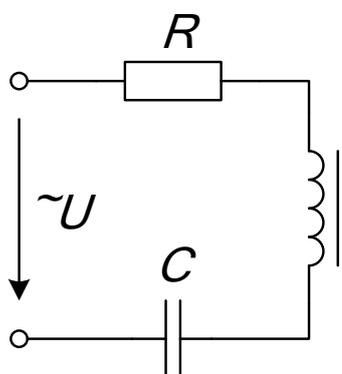
Найдите R , если $\omega=2 \cdot 10^3$ с⁻¹, $C=20$ мкФ, $U=40$ В, $U_{RL}=50$ В.

3.1.31



Найдите C_1 , чтобы ток после скачка был равен 5 А. При какой C_2 феррорезонанс невозможен?

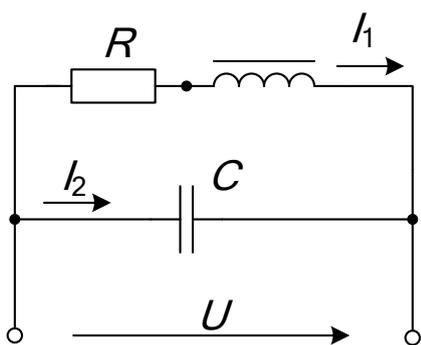
3.1.32



Найдите ток при феррорезонансе.

$U_{RL}=50$ В, $U_c=30$ В, $R=2$ Ом.

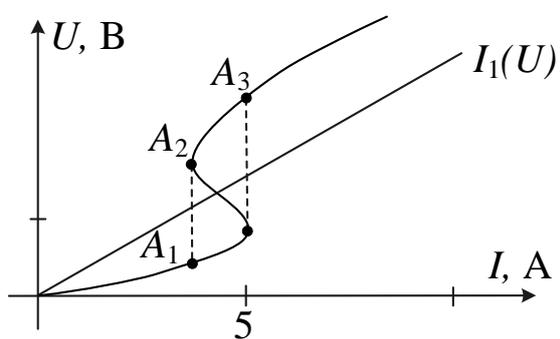
3.1.33



В цепи — феррорезонанс.

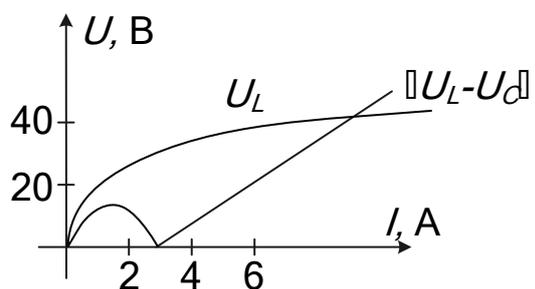
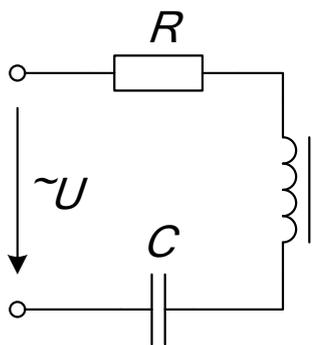
Найдите I_1 .

Постройте векторные диаграммы для точек A_1, A_2, A_3 .



3.1.34

Найдите емкость C при частоте $\omega=10^3 \text{ с}^{-1}$.



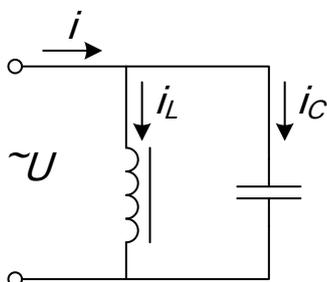
3.1.35

Дано: $C=15 \text{ мкф}$, $f=50 \text{ Гц}$.

Определите i , U_m из условия феррорезонанса.

$$u(t) = U_m \sin \omega t, \text{ В,}$$

$$i_L = 0.4\psi + 12\psi^2.$$



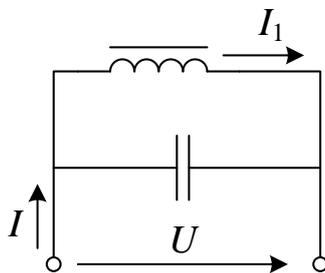
3.1.36

В катушке со стальным сердечником:

$$i = 1.2 \sin \omega t, \text{ A}; B = 2 \cdot 10^{-2} \text{ H} - 4.5 \cdot 10^{-3} \text{ H};$$

$$W = 200, S = 4 \text{ см}^2, l_{\text{cp}} = 20 \text{ см}.$$

Пренебрегая потерями в стали и активным сопротивлением витков, найдите приложенное напряжение и мощность P .

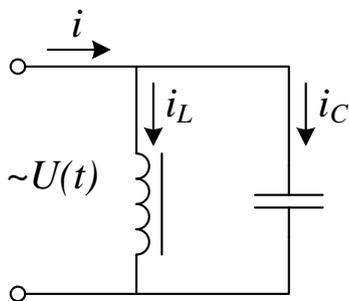
3.1.37

Какие гармоники будет содержать ток I при феррорезонансе.

$$u(t) = 10 \sin 314t, \text{ В}$$

$$C = 20 \text{ мкф},$$

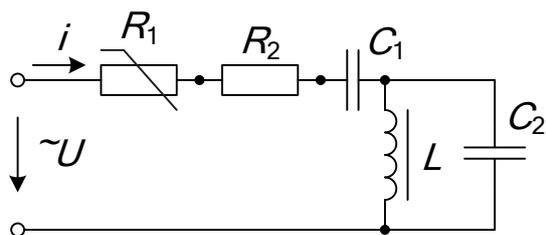
$$i = 0.5\psi + 10\psi^3.$$

3.1.38

Дано: $u(t) = 20 \sin \omega t, \text{ В}, C = 15 \text{ мкф},$
 $i_H = 0.4\psi + 12\psi^2.$

Найдите: $i(t).$

3.1.39

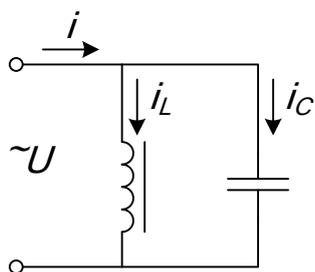


Дано: $f=50$ Гц, $L=2$ мГн.

Найдите R_2 , C_1 , C_2 , чтобы при $u=15\sin\omega t$ ток был $i(t)=2\sin\omega t$ и в контуре $C_2 L$ был резонанс для частоты 2ω .

$$u_{R1}=i+0.5i^2.$$

3.1.40

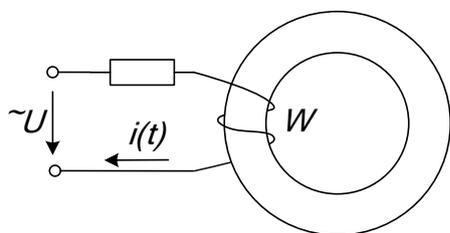


Пренебрегая потерями в стали, в обмотке дросселя и в конденсаторе, определите при каком U наступит феррорезонанс?

$$C=30 \text{ мкФ}, \omega=100 \text{ с}^{-1},$$

$$i_L=2.5 \cdot 10^{-3} \psi + 4 \cdot 10^{-7} \cdot \psi^3.$$

3.1.41

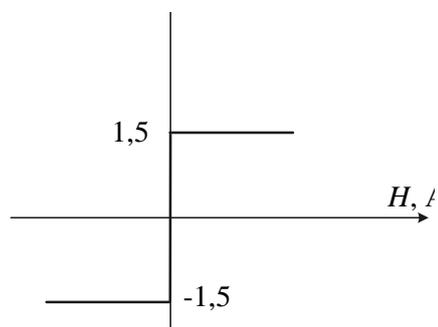


Дано: $W = 200$, $S = 30 \text{ мм}^2$,

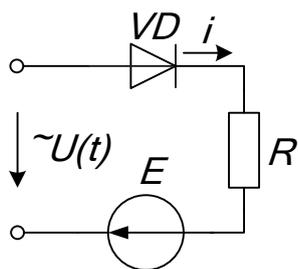
$$R = 100 \text{ Ом},$$

$$u(t) = 40 \sin 2000t, \text{ В.}$$

Постройте: $i(t)$



3.1.42

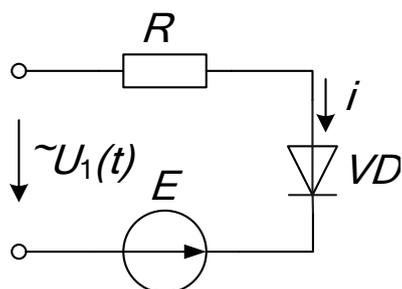


Постройте $i(t)$.

D -идеальный, $E < U_m$,

$$u(t) = U_m \sin \omega t.$$

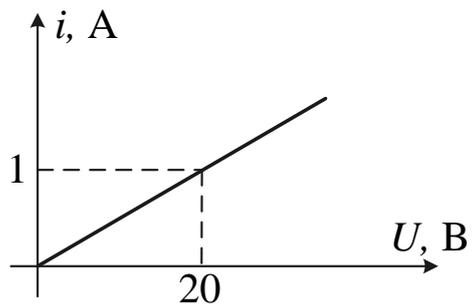
3.1.43



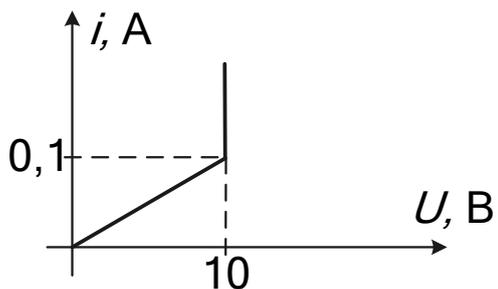
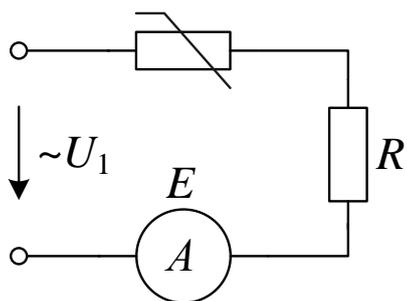
Дано: $R=100$ Ом, $E=50$ В,

$$u(t) = 120 \sin \omega t, \text{ В.}$$

Определите среднее значение тока в цепи.



3.1.44

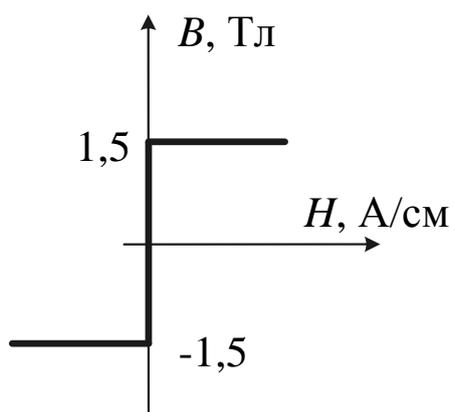
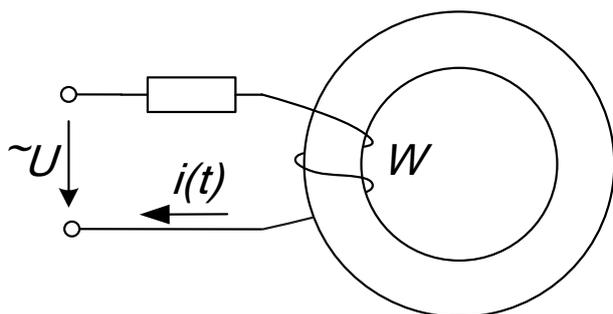


Каким будет показание прибора электромагнитной системы (качественно)?

$$u_1 = 50 \sin \omega t, \text{ В}$$

$$R = 100 \text{ Ом.}$$

3.1.45

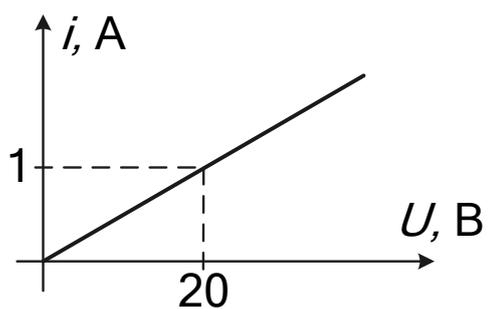
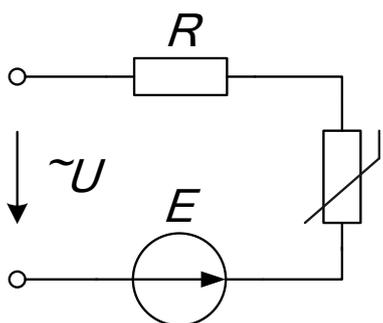


Пренебрегая потерями в стали и рассеянием, определите показания амперметра электромагнитной системы.

$$W = 200, R = 100 \text{ Ом,}$$

$$u(t) = 40 \sin 10^3 t, \text{ В.}$$

3.1.46

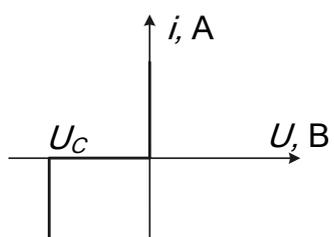
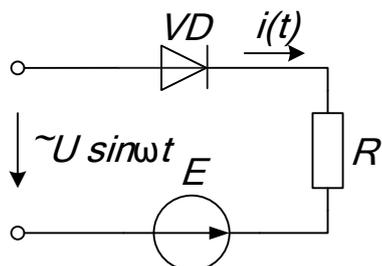


Постройте кривую тока в цепи $i(t)$

$R=100 \text{ Ом}, E=50 \text{ В},$

$u(t)=120\sin\omega t, \text{ В.}$

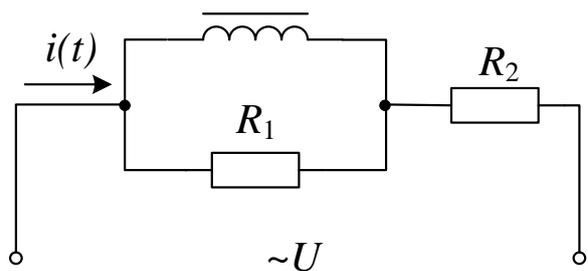
3.1.47



Постройте $i(t)$.

$E=0,5 U_c, U_c < U_m.$

3.1.48

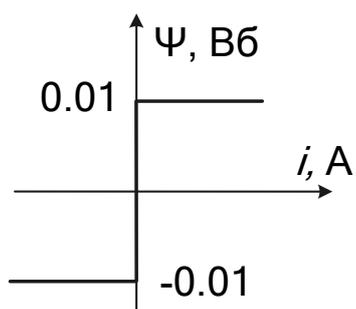


Дано: $R_1=50\text{ Ом}$,

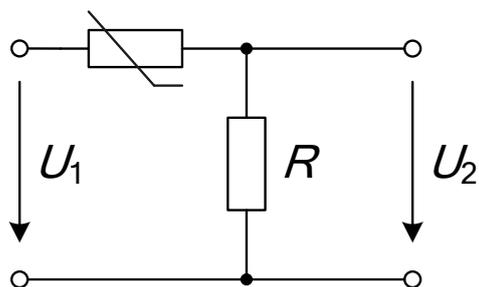
$R_2=100\text{ Ом}$,

$u(t)=127\sin 3000t, \text{ В}$.

Постройте график $i(t)$.



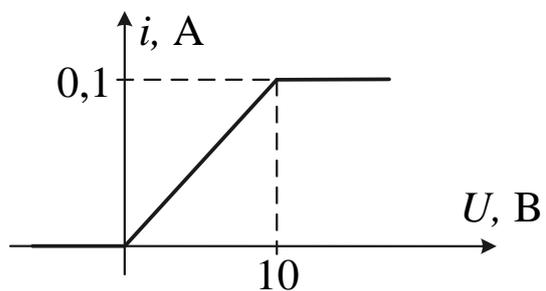
3.1.49



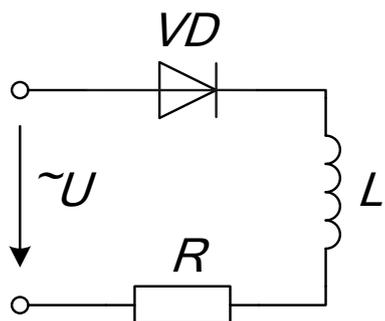
Дано: $R=50\text{ Ом}$,

$u_1(t)=50\sin\omega t, \text{ В}$.

Как определить постоянную составляющую напряжения $u_2(t)$?



3.1.50



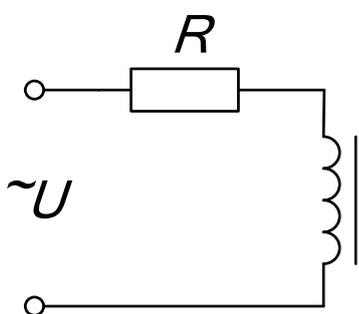
Вентиль идеальный.

Постройте мгновенное значение тока в цепи.

$$u(t) = 100 \sin 300 t, \text{ В}$$

$$R = 10 \text{ Ом}, L = 0,03 \text{ Гн.}$$

3.1.51

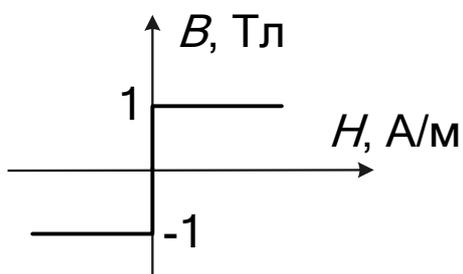


Катушка дросселя с числом витков 500 намотана на пермалловый сердечник $S = 40 \text{ мм}^2$.

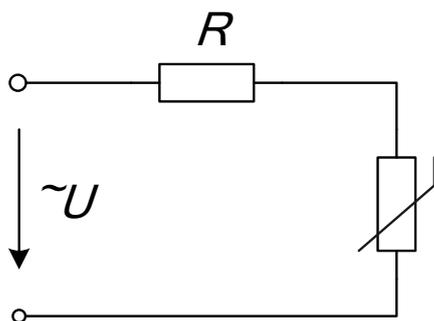
Определите среднее за полупериод значение тока в катушке, пренебрегая потерями в стали и рассеянием,

$$u(t) = 50 \sin 2500 t, \text{ В}$$

$$R = 200 \text{ Ом.}$$



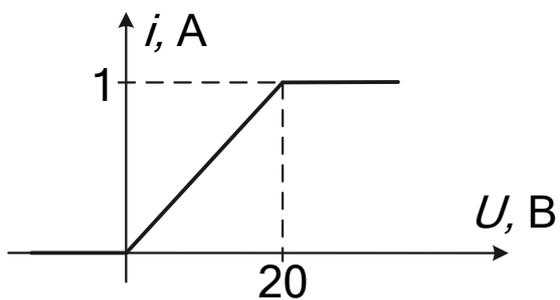
3.1.52



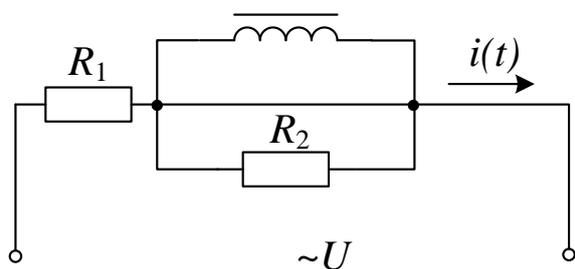
Дано: $R=100$ Ом,

$$u(t)=40\sin\omega t, \text{ В.}$$

Постройте: $i(t)$.



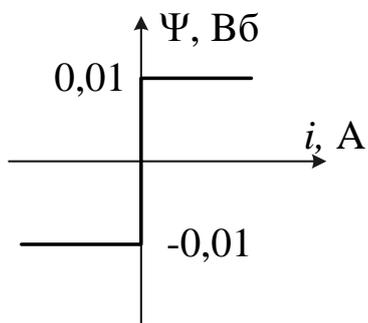
3.1.53



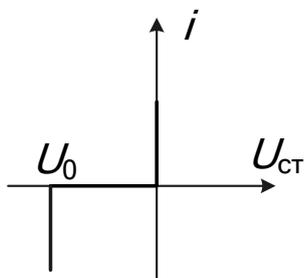
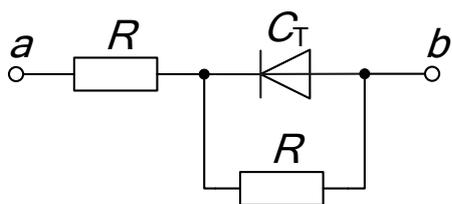
Дано: $R_1=R_2=100$ Ом,

$$u(t)=220\sin 3000 t, \text{ В.}$$

Постройте: $i(t)$.



3.1.54



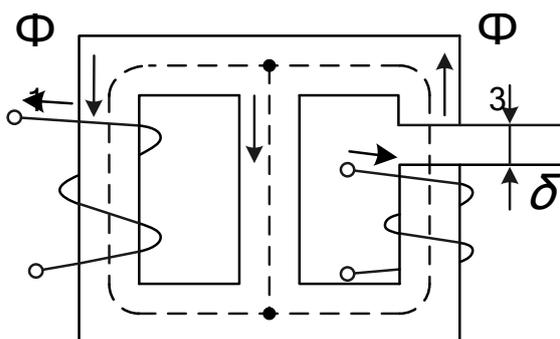
Постройте ВАХ цепи.

$$U_0 = 10 \text{ В}, R = 100 \text{ Ом},$$

$$u_{ab} = U_m \sin \omega t, \text{ В}$$

$$U_m > U_0$$

3.1.55



ВАХ задана таблицей

$B, \text{Тл}$	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
$H, \text{А/м}$	0	2	3	5	7	9	11	15
$B, \text{Тл}$	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
$H, \text{А/м}$	185	235	300	402	610	1000	1300	2200

$$W_1 = 240, W_3 = 180,$$

$$l_1 = l_3 = 40 \text{ см}, l_2 = 14 \text{ см},$$

$$S_1 = S_3 = 20 \text{ см}^2, S_2 = 20 \text{ см}^2,$$

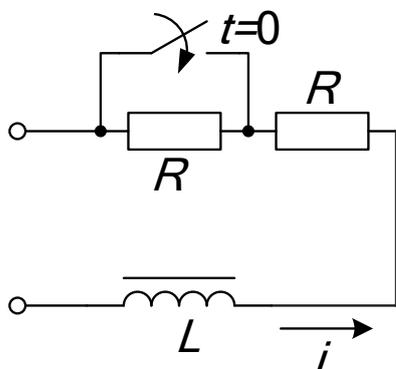
$$\delta = 0.12 \text{ мм}, I_3 = 0.5 \text{ А},$$

$$\Phi_1 + \Phi_2 = 2.5 \cdot 10^{-3} \text{ Вб}.$$

Определите $I_1, \Phi_1, \Phi_2, \Phi_3$.

3.2. Элементы теории колебаний и методы расчета переходных процессов в нелинейных электрических цепях

3.2.1.

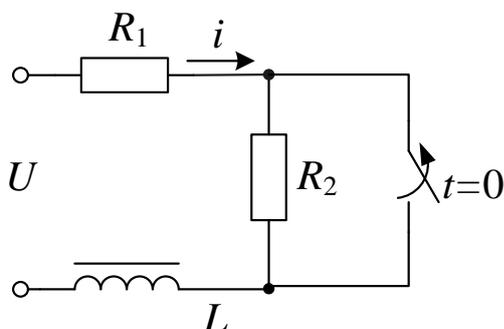


Постройте фазовую траекторию переходного процесса в цепи, приняв $i=x$.

$$U=10 \text{ В}, R=20 \text{ Ом.}$$

$$L(i)= \begin{cases} 0.2 \text{ Гн}, & 0 < i < 0.2 \text{ А} \\ 0.4 \text{ Гн}, & i > 0.2 \text{ А} \end{cases}$$

3.2.2.



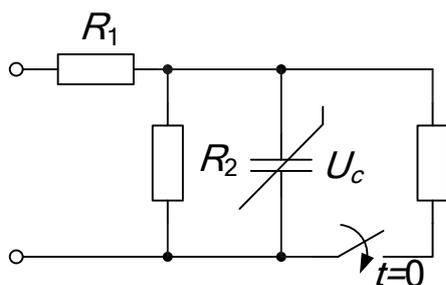
Составьте уравнение фазовой траектории переходного процесса в цепи, приняв $i \equiv x$.

$$U=80 \text{ В}, R_1=2.5 \text{ кОм},$$

$$R_2=1.5 \text{ кОм},$$

$$L(i)= \begin{cases} 0.6 \text{ Гн}, & 0 < i < 10 \text{ мА}, \\ 1 \text{ Гн}, & i > 10 \text{ мА}. \end{cases}$$

3.2.3.



Составьте уравнение фазовой траектории, приняв:

$$U_c=x, U=20 \text{ В}, R_1=3 \text{ кОм},$$

$$R_2=R_3=2 \text{ кОм}.$$

$$C(U)= \begin{cases} 1 \text{ мкФ}, & \text{при } 0 < U < 5 \text{ В}, \\ 4 \text{ мкФ}, & \text{при } U > 5 \text{ В}. \end{cases}$$

4. ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ

4.1. Уравнения электромагнитного поля

4.1.1.

Запишите уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме и поясните физический смысл каждого уравнения.

4.1.2.

Запишите выражения для нахождения ротора и дивергенции в декартовой системе координат.

4.1.3.

Сформулируйте теорему единственности и расскажите о следствиях из нее.

4.1.4.

Дайте определение электростатического поля и запишите уравнения, характеризующие его.

4.1.5.

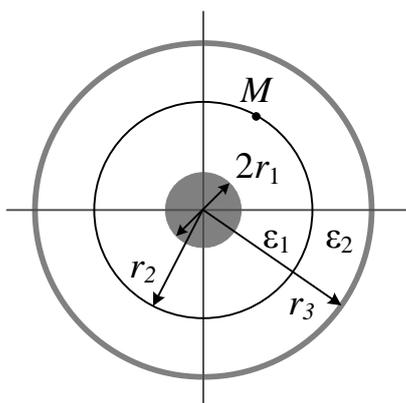
Выведите уравнения Пуассона и Лапласа для электростатического поля и запишите их в декартовой системе координат.

4.1.6.

Зарисуйте произвольную многоэлектродную систему и запишите для нее системы уравнений с потенциальными коэффициентами, емкостными коэффициентами и частичными емкостями.

4.1.7.

Выведите первый закон Кирхгофа в дифференциальной форме.

4.2. Электростатическое поле**4.2.1.**

В коаксиальном кабеле с двумя слоями изоляции $r_1=4\text{мм}$, $r_2=8\text{мм}$, $r_3=16\text{мм}$, $\epsilon_1=1$, $\epsilon_2=4$. Напряжение между точкой M и оболочкой кабеля равно 2 кВ.

Определите напряжение между жилой и оболочкой.

4.2.2.

Плоский конденсатор с двухслойной изоляцией имеет площадь обкладок $S=20\text{ см}^2$, толщину $d_1=1\text{ см}$, $d_2=0.5\text{ см}$, диэлектрические проницаемости слоев $\epsilon_1=3$, $\epsilon_2=5$.

Определите емкость конденсатора.

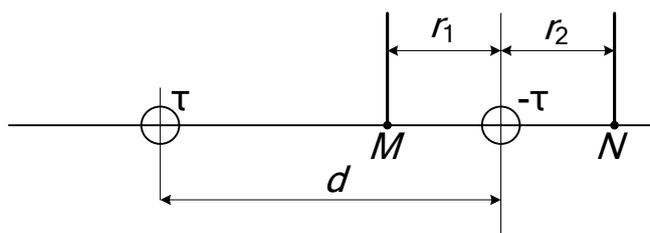
Найдите напряжение в каждом слое изоляции, если конденсатор включен под напряжение $U=200\text{ В}$.

4.2.3.

Выведите граничные условия для электростатического поля.

4.2.4. Выведите уравнение Лапласа для диэлектрических сред

4.2.5.

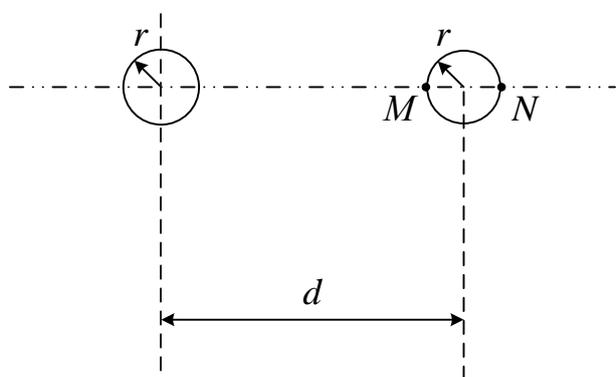


Два провода расположены параллельно друг другу. Напряжённость электрического поля в точке M равна 20 кВ/см.

Найдите напряжённость поля в точке N .

$$d=20 \text{ см}, r_1=4 \text{ см}, r_2=6 \text{ см}.$$

4.2.6.



Два цилиндрических провода расположены параллельно друг другу. Напряжённость электрического поля в точке M равна 20 кВ/см.

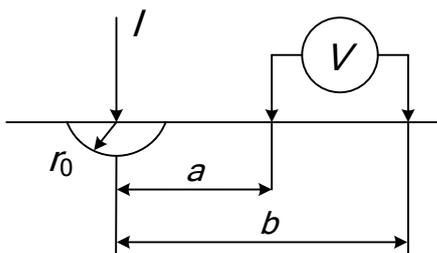
Найдите напряжённость электрического поля в точке N .
($d=20$ см, $r=8$ см) (4.2)

4.3. Электрическое поле постоянных токов

4.3.1.

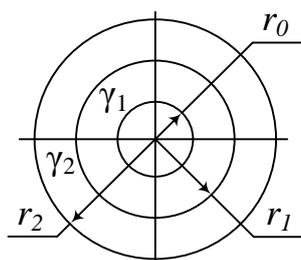
Полусферический заземлитель погружен в почву с удельным сопротивлением $\rho=50000$ Ом·см. С заземлителя растекается ток $I=200$ А. Найдите шаговое напряжение на расстоянии 10 м от заземлителя (шаг 0,8 м).

4.3.2.



Определите удельную проводимость грунта, если радиус заземлителя $r_0=25$ см, $I=5$ кА, $a=40$ см, $b=100$ см. Вольтметр показывает $U=100$ В.

4.3.3.



Определите ток утечки и сопротивление цилиндрического конденсатора на 1 метр длины.

$$r_0=5 \text{ мм}, r_1=20 \text{ мм}, r_2=40 \text{ мм},$$

$$\gamma_1=2 \cdot 10^{-7} \text{ 1/Ом}\cdot\text{см},$$

$$\gamma_2=10^{-7} \text{ 1/Ом}\cdot\text{см}, U=200 \text{ В}.$$

4.3.4.

Найдите радиус r_0 полусферического заземлителя, погруженного в грунт, если через него протекает ток $I=105$ А, а максимальное шаговое напряжение не превышает $U_{\text{ш}}=50$ В. (Длина шага 0,8 м). Удельная проводимость грунта $\sigma=5 \cdot 10^{-2}$ см/м.

4.3.5.

Плоский конденсатор с двухслойной изоляцией имеет площадь обкладок $S=20 \text{ см}^2$, толщину $d_1=1 \text{ см}$, $d_2=0.5 \text{ см}$, удельные проводимости слоев $\sigma_1=10^{-9} \text{ см/м}$, $\sigma_2=5 \cdot 10^{-9} \text{ см/м}$.

Определите проводимость утечки через изоляцию.

Найдите напряжение в каждом слое изоляции, если конденсатор включен под напряжение $U=200 \text{ В}$.

4.3.6.

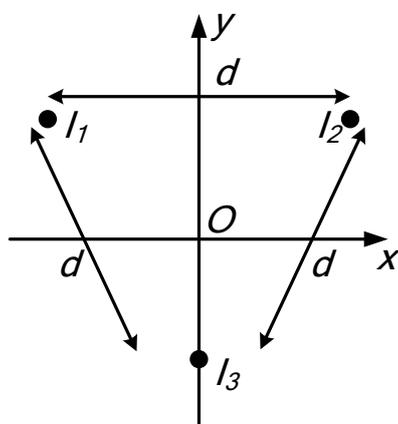
Выведите уравнение Лапласа для проводящих сред.

4.3.7.

Запишите уравнения, характеризующие поле постоянных токов в проводящих средах и поясните физический смысл каждого уравнения.

4.4. Магнитное поле постоянных токов

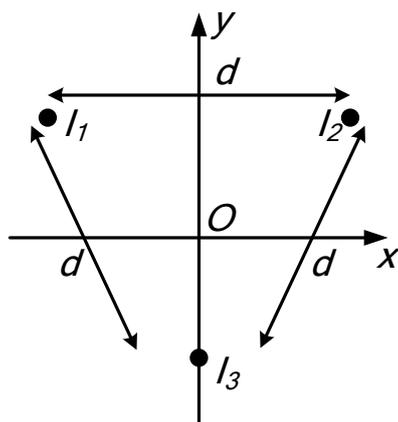
4.4.1.



Вдоль трех параллельных проводов текут токи $I_1=I_2=0.5$ А, $I_3=0.5$ А. Расстояние между проводами равны $d=1$ м.

Определите индукцию магнитного поля B в точке O , если провода расположены в воздухе.

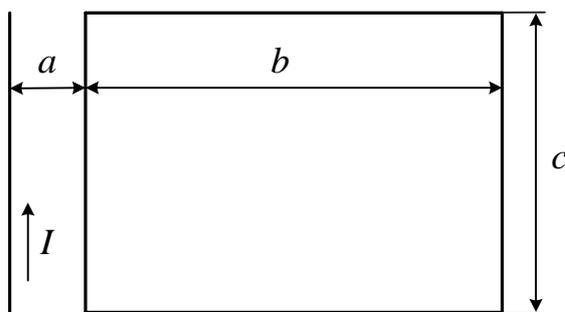
4.4.2.



Вдоль трех параллельных проводов текут токи $I_1=I_2=1.5$ А, $I_3=0.5$ А. Расстояние между проводами равны $d=2$ м.

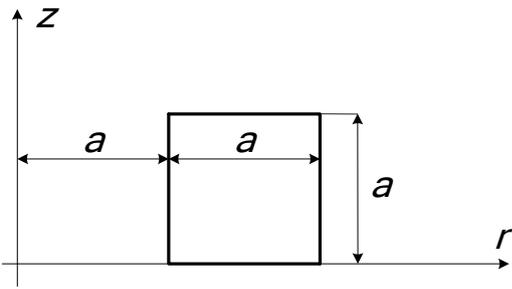
Определите напряженность магнитного поля H в точке O , если провода расположены в воздухе.

4.4.3.



Используя векторный магнитный потенциал, найдите магнитный поток, пронизывающий прямоугольный контур.

4.4.4.



Задан векторный потенциал магнитного поля в цилиндрической системе координат $\vec{A} = \vec{z}^0 k r^3$.

Найдите магнитный поток, пронизывающий прямоугольный контур.

4.4.5.

Дайте определение магнитному полю и запишите уравнения, характеризующие него.

4.4.6.

Выведите уравнения Пуассона и Лапласа для магнитного поля. Запишите решение уравнения Пуассона.

4.4.7.

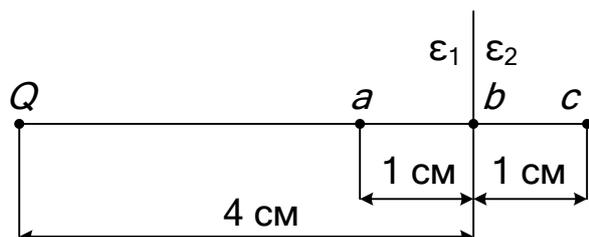
Дайте определение векторного магнитного потенциала и приведите примеры его применения.

4.4.8.

Выведите граничные условия в магнитных средах.

4.5. Аналитические и численные методы расчета потенциальных электрических и магнитных полей

4.5.1.

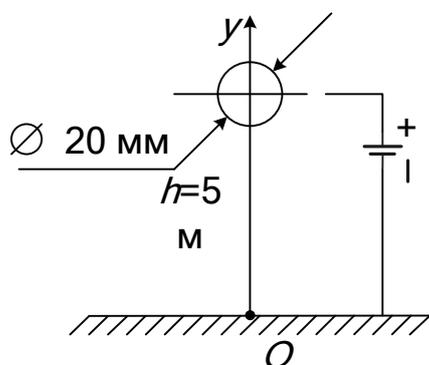


Вблизи плоской поверхности раздела двух диэлектриков с

$\epsilon_1=3$ и $\epsilon_2=7$ расположен точечный заряд $Q=10^{-9}$ Кл.

Вычислите напряженность электрического поля в точках a, b, c .

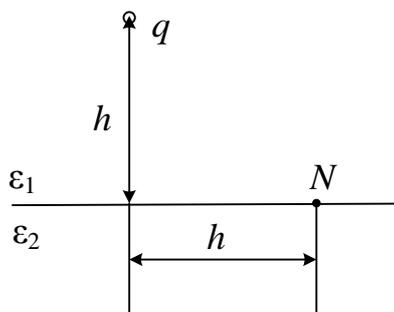
4.5.2.



Напряженность электростатического поля у поверхности земли в т.О равна 10 В/м.

Определите потенциал провода и написать выражение $\varphi = f(y)$ для точек на оси y .

4.5.3.



На высоте $h=1$ см над плоской границей раздела двух диэлектриков расположен точечный заряд $q=10$ нКл.

Найдите поверхностную плотность заряда в точке N . ($\epsilon_1=1, \epsilon_2=4$).

4.5.4.

Расскажите о построении картины поля и перечислите, какие величины можно найти из нее.

4.5.5.

Выведите уравнение для определения потенциала и напряженности поля, создаваемого двухпроводной линией.

4.5.6.

Выведите уравнение эквипотенциали поля двухпроводной линии и расскажите, поля в каких системах можно свести к полю двухпроводной линии.

4.5.7.

Расскажите о методе зеркальных и частичных отображений.

4.5.8.

Приведите аналогию электростатического поля и поля стационарных токов в проводящей среде.

4.5.9.

Расскажите о формальной аналогии электростатического и магнитостатического поля.

4.6. Основные соотношения переменного поля в материальной среде

4.6.1.

Расскажите об энергии и силе в электрическом и магнитном полях.

4.6.2.

Выведите уравнение Умова-Пойнтинга и расскажите о векторе Пойнтинга.

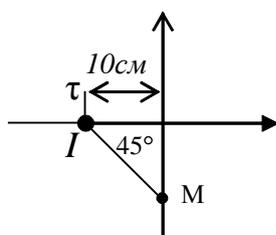
4.6.3.

Запишите уравнения электромагнитного поля в комплексной форме.

4.6.4.

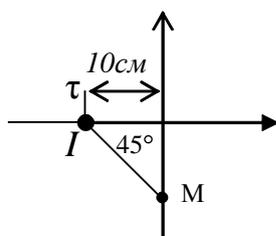
Запишите уравнения электромагнитного поля для проводников и приведите решение в виде уравнения Гельмгольца. Проанализируйте данное решение.

4.6.5.



Найдите вектор Пойнтинга Π_M в точке М, создаваемый проводником с $\tau=5 \cdot 10^{-8}$ Кл/м, $I=5$ А.

4.6.6.



Найдите вектор Пойнтинга Π_M в точке М, создаваемый проводником с $\tau=2 \cdot 10^{-8}$ Кл/м, $I=15$ А.

4.7. Электромагнитная волна в диэлектрике

4.7.1.

Рассмотрите решение уравнения Гельмгольца для плоской электромагнитной волны, распространяющейся в полубесконечной диэлектрической среде. Сравните с распространением волны в полубесконечной проводящей среде.

4.7.2.

Запишите уравнения электромагнитного поля для диэлектриков и приведите решение в виде уравнения Гельмгольца. Проанализируйте данное решение.

4.7.3.

Плоская гармоническая волна распространяется в неограниченном пространстве вдоль оси z . Заданы относительная диэлектрическая проницаемость среды $\epsilon=3$, относительная магнитная проницаемость $\mu=1$ и проводимость $\sigma=0$. Амплитуда напряженности электрического поля $E=20$ мВ/м, угловая частота $\omega=31400$ с⁻¹.

Определите амплитуду вектора напряженности магнитного поля.

4.7.4.

Плоская электромагнитная волна проникает из воздуха в диэлектрик ($\epsilon=5$, $\mu=1$). На глубине $z_1=1$ мм мгновенное значение магнитной индукции $B_1=12,56 \cdot \sin(\omega t + 30^\circ)$ мТл, $\omega=314$ рад/с. Запишите выражение для мгновенного значения напряженности электрического поля на глубине $z_2=5$ мм.

4.7.5.

Плоская гармоническая волна распространяется по направлению оси y и при $y = 0$ переходит из одного диэлектрика в другой. Ось z параллельна направлению вектора напряженности электрического поля \underline{E} . Параметры следующие:

$$-\infty \leq y \leq 0, \varepsilon_1=5, \mu_1=1, \sigma_1=0;$$

$$0 \leq y \leq \infty, \varepsilon_2=3, \mu_2=1, \sigma_2=0.$$

Заданы угловая частота $\omega=150000$ рад/с и амплитуда вектора напряженности электрического поля $E_m=100$ мВ/м при $y=0$.

Найдите амплитуды векторов напряженности электрического и магнитного полей в той и другой среде.

4.8.Переменные электромагнитные поля в проводящей среде

4.8.1.

Запишите уравнения электромагнитного поля для проводников и приведите решение в виде уравнения Гельмгольца. Проанализируйте данное решение.

4.8.2.

Рассмотрите решение уравнения Гельмгольца для плоской электромагнитной волны, распространяющейся в полубесконечной проводящей среде. Сравните с распространением волны в полубесконечной диэлектрической среде.

4.8.3.

Расскажите о поверхностном эффекте.

4.8.4.

Расскажите об экранировании электромагнитных волн и приведите рекомендации для эффективного экранирования.

4.8.5.

Какую минимальную толщину d должен иметь медный лист ($\sigma=5,6 \cdot 10^7$ См/м) предназначенный для экранирования пространства от электромагнитного поля частотой $f=10^6$ Гц, если напряженность поля на внешней поверхности экрана должна составлять не более 1% от напряженности на его внутренней поверхности?

Электромагнитную волну считать плоской, отражением пренебречь.

4.8.6.

Плоская электромагнитная волна проникает из воздуха в проводящую среду ($\sigma=2 \cdot 10^7$ См/м, $\mu=1$). На глубине $z_1=1$ мм мгновенное значение магнитной индукции $B_1=12,56 \cdot \sin(\omega t+30^\circ)$ мТл, $\omega=314$ рад/с. Запишите выражение для мгновенного значения напряженности электрического поля на глубине $z_2=5$ мм.

4.9. Излучения электромагнитных волн

4.9.1.

Расскажите об экранировании электромагнитных волн и приведите рекомендации для эффективного экранирования.

4.9.2.

Какую минимальную толщину d должен иметь медный лист ($\sigma=5,6 \cdot 10^7$ См/м) предназначенный для экранирования пространства от электромагнитного поля частотой $f=10^6$ Гц, если напряженность поля на внешней поверхности экрана должна составлять не более 1% от напряженности на его внутренней поверхности?

Электромагнитную волну считать плоской, отражением пренебречь.

4.9.3.

Определите коэффициент фазы, фазовую скорость, волновое сопротивление и частоту f для плоской гармонической волны в воздухе и в диэлектрической среде для трех значений длины волны $\lambda_1=5$, $\lambda_2=10$, $\lambda_3=15$ м, если заданы параметры сред: в воздухе $\epsilon_{\text{в}}=1$, $\mu_{\text{в}}=1$ и в диэлектрической среде $\epsilon_2=5$, $\mu_2=1$.

4.9.4.

Определите параметры плоской гармонической волны (λ , α , $v_{\text{ф}}$, $z_{\text{в}}$) в диэлектрике, для которого заданы относительная диэлектрическая $\epsilon=8$ и магнитная $\mu=1$ проницаемости для частот $f_1=5$ кГц, $f_2=5$ МГц.

4.9.5.

Плоская гармоническая волна распространяется в несовершенном диэлектрике с параметрами среды: $\sigma=5 \cdot 10^{-4}$ См/м, $\epsilon=3$, $\mu=100$ и частотой $\omega=100000$ рад/с. Найти комплексный коэффициент распространения γ , волновое сопротивление $z_{\text{в}}$, фазовую скорость и длину волны.

4.9.6.

Плоская электромагнитная волна попадает на поверхность воды ($\epsilon=4$, $\sigma=5 \cdot 10^{-2}$ См/м) нормально к ней. Напряженность электрического поля в воздухе у поверхности воды $\underline{E}=100$, мВ/м.

Определите длину волны в воде и напряженность магнитного поля на глубине, равной длине этой волны. Расчет провести для двух частот $f_1=1000$ Гц и $f_2=1$ мГц.

4.10. Электромагнитные волны в направляющих структурах

4.10.1.

Приемная антенна выполнена в виде прямоугольной рамки с размерами $a=4$, $b=5$ см.

Рассчитайте ЭДС, наводимую в рамке при частоте $f = 100$ МГц в поле напряженностью $H = 10$ А/см.

4.10.2.

Круглый виток диаметром $d = 2$ см находится в электромагнитном поле частотой $f = 40$ МГц. Напряженность электрического поля в месте расположения витка $E_m = 20$ мкВ/м.

Расположите виток так, чтобы ЭДС, наводимая в нем, была максимальной, и определите действующее значение этой ЭДС.

4.10.3.

Антенна сделана из ферритового стержня сечением $S = 1,5$ см² и имеет в средней части катушку из $W = 200$ витков. Средняя магнитная проницаемость стержня (с учетом формы тела – отношение средней индукции внутри стержня к напряженности внешнего магнитного поля, деленное на μ_0) равна $\mu = 2000$.

Напряженность электромагнитного поля в месте расположения антенны $E = 10$ мВ/м.

Определите значения ЭДС, наводимой в катушке приемной антенны, если передающая станция работает на частоте $f = 600$ кГц. Считайте, что ось катушки совпадает с направлением вектора напряженности магнитного поля.

4.10.4. .

В прямоугольном волноводе шириной $a = 3$ см и высотой $b = 4$ см распространяется поперечная волна H_{10} с $H_{10} = 10$ А/см.

Найдите критическую длину волны, длину волны в свободном пространстве и длину волны в волноводе при частоте питания генератора $f = 3$ МГц.

Вычислите фазовую и групповую скорости.