

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

ЛИНЕЙНЫЕ И НЕЛИНЕЙНЫЕ ЦЕПИ ПОСТОЯННОГО И ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Практикум.

*Контрольные задания для самостоятельной работы
студентов всех форм обучения по направлению 13.03.02*

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2018**

УДК 621.31

ББК 31.2

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ: ЛИНЕЙНЫЕ И НЕЛИНЕЙНЫЕ ЦЕПИ ПОСТОЯННОГО И ПЕРЕМЕННОГО ТОКА. Практикум/ Санкт-Петербургский горный университет.

Сост.: А.Я. Шклярский, Я.Э. Шклярский, А.И. Барданов. СПб, 2018. 109с.

Практикум предназначен для студентов всех форм обучения направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» по профилю «Электроснабжение».

Рецензенты:

Д-р. техн. наук, проф. В.А. Фролов (Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого);

Научный редактор: проф. Э.А. Загривный

Редактор: А.К. Банкович

А.Я. Шклярский, Я.Э. Шклярский, А.И. Барданов

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ: ЛИНЕЙНЫЕ И НЕЛИНЕЙНЫЕ ЦЕПИ ПОСТОЯННОГО И ПЕРЕМЕННОГО ТОКА. Практикум/ А.Я. Шклярский, Я.Э. Шклярский, А.И. Барданов; Издательство Лема, СПб, 2018, 109 с.

ISBN

© А.Я. Шклярский, Я.Э. Шклярский, А.И. Барданов, 2018

© Издательство Лема, 2018

Оглавление

Введение.....	4
Задача 1.....	5
Задача 2.....	8
Задача 3.....	9
Задача 4.....	10
Задача 5.....	10
Задача 6.....	11
Задача 7.....	12
Задача 8.....	12
Задача 9.....	13
Задача 10.....	14
Рекомендуемый библиографический список.....	177
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	18

Введение

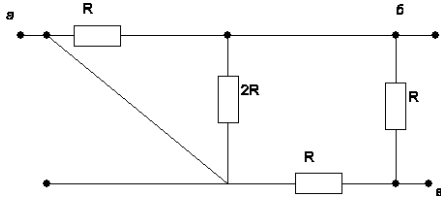
Настоящий практикум предназначен для студентов, обучающихся по курсу «ТОЭ».

В процессе проведения работ студенты должны научиться использовать методы анализа и моделирования электрических цепей.

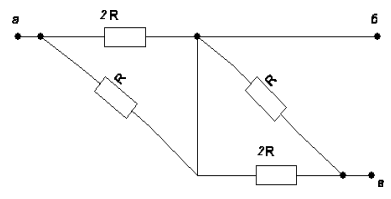
Рекомендуется пользоваться классической литературой и дополнительной, представленной в рекомендуемом библиографическом списке.

Задача 1

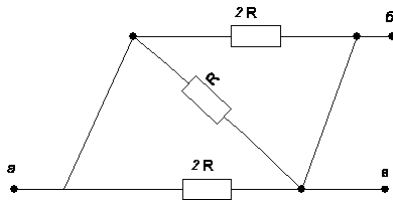
Выразите эквивалентное сопротивление (входное сопротивление) схемы на рисунке 1 относительно пар контактов a и b , a и v , b и v через R .



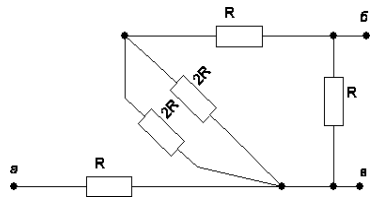
1.



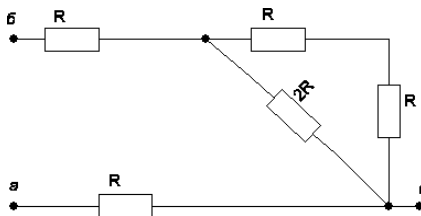
2.



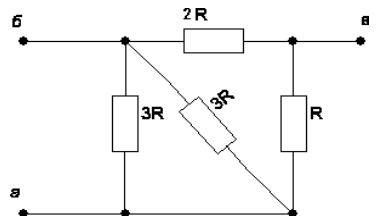
3.



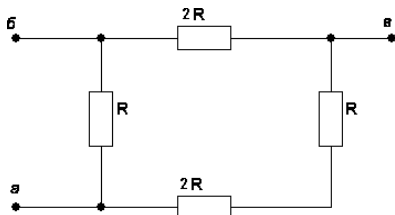
4.



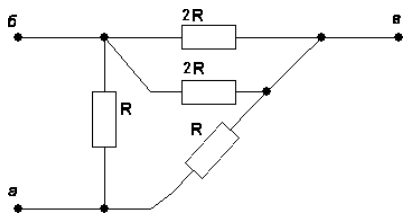
5.



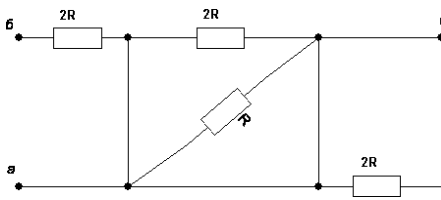
6.



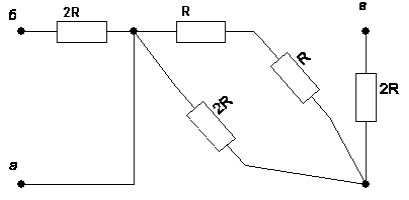
7.



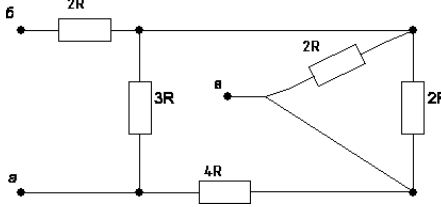
8.



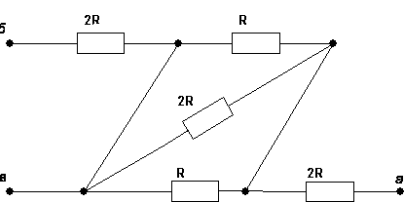
9.



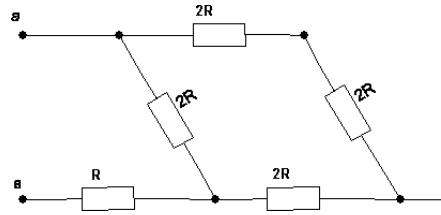
10.



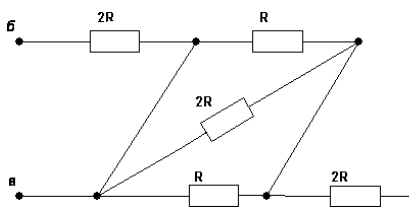
11.



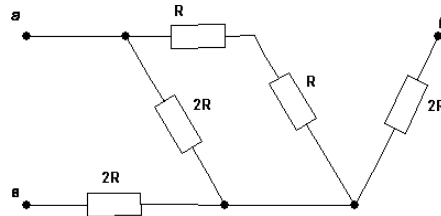
12.



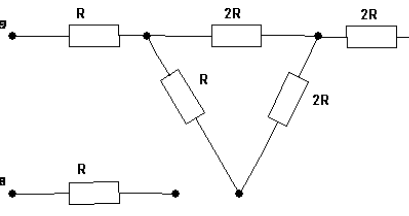
13.



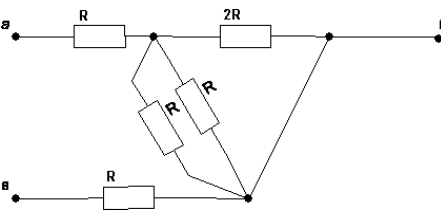
14.



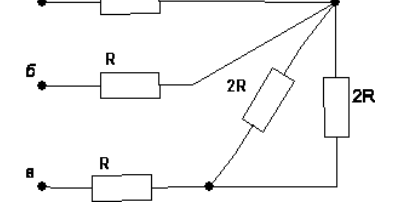
15.



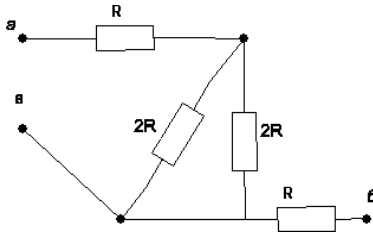
16.



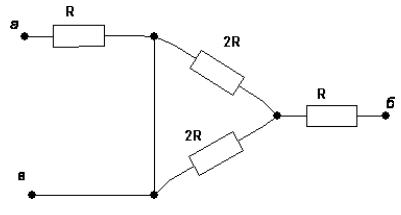
17.



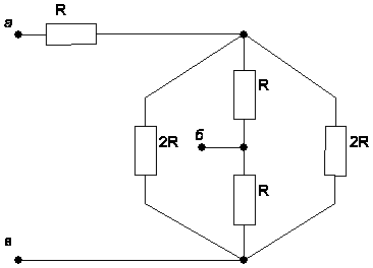
18.



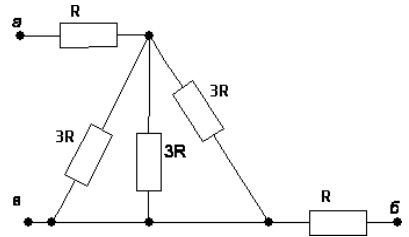
19.



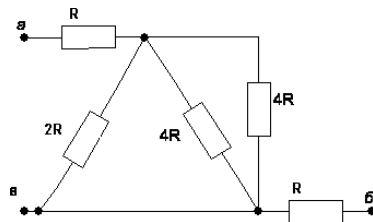
20.



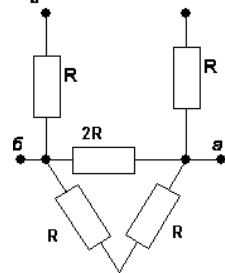
21.



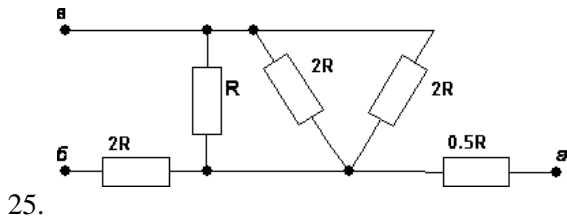
22.



23.



24.



25.

Таблица 1 – Величины активных сопротивлений резисторов и значение U_0

№ п/п	R_1, Ω	R_2, Ω	R_3, Ω	R_4, Ω	U_0, B
1	3	6	5	3	6,3
2	1	6	5	12	38,4
3	4	20	6	20	65
4	2	10	8	9	42
5	5	30	15	15	122,7
6	1	9	20	10	50,2
7	6	30	14	60	390
8	4	20	16	55	220
9	2	60	18	30	570
10	5	25	20	10	193,5
11	5	6	3	3	57
12	5	4	1	10	192
13	6	20	4	20	354
14	8	10	2	15	314
15	15	15	5	30	818
16	20	9	1	5	546
17	14	60	6	30	439
18	16	20	4	10	240
19	18	30	2	60	950
20	20	25	5	20	327
21	2	6	5	6	69
22	4	1	5	10	175
23	10	6	6	12	216
24	10	2	8	10	128
25	10	10	15	10	194

Задача 2

Преобразуйте $\Delta \rightarrow Y$, схема представлена на рисунке 2
(a - для вариантов: 1, 2, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23,

25; б – для вариантов: 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24).

При выполнении задания используйте данные из таблицы 1:

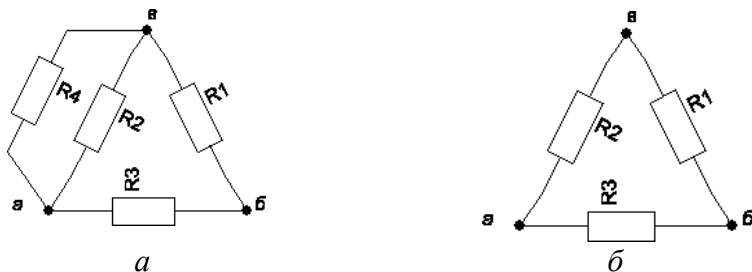


Рисунок 2 - Соединение резисторов в треугольник

Задача 3

Преобразуйте $Y \rightarrow \Delta$, схема представлена на рисунке 3 (а - для вариантов: 1, 2, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25; б – для вариантов: 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24)

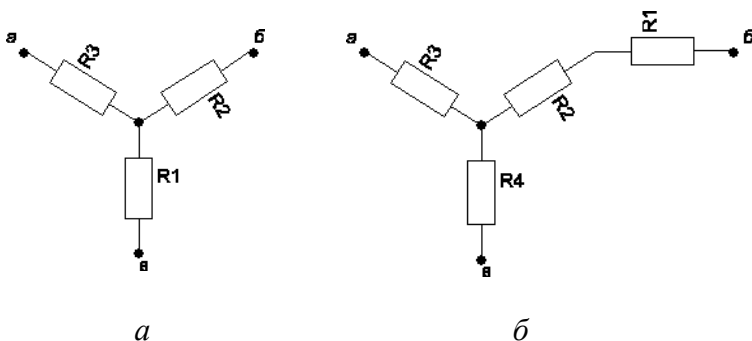


Рисунок 3 – Соединение резисторов в звезду

Задача 4

Решите задачу для пар контактов а и б, а и в, б и в. К паре контактов схемы на рисунке 1 подключается источник напряжения U_0 . Определите ток, протекающий в ветви источника в каждом из трех случаев. Величину R примите равной R_4 из таблицы 1. Величина источника напряжения U_0 указана в таблице 1.

Задача 5

Определить потенциал точки а относительно точки б в схеме на рисунке 4, для расчетов используйте вольт-амперную характеристику на диаграмме в приложении А (номер характеристики из таблицы 2). Считайте, что ВАХ симметрична относительно точки $(0,0)$. Величины сопротивлений указаны в таблице 2. Цепь питается от источника постоянного тока или напряжения согласно заданной схеме и с параметрами, указанными в таблице 2.

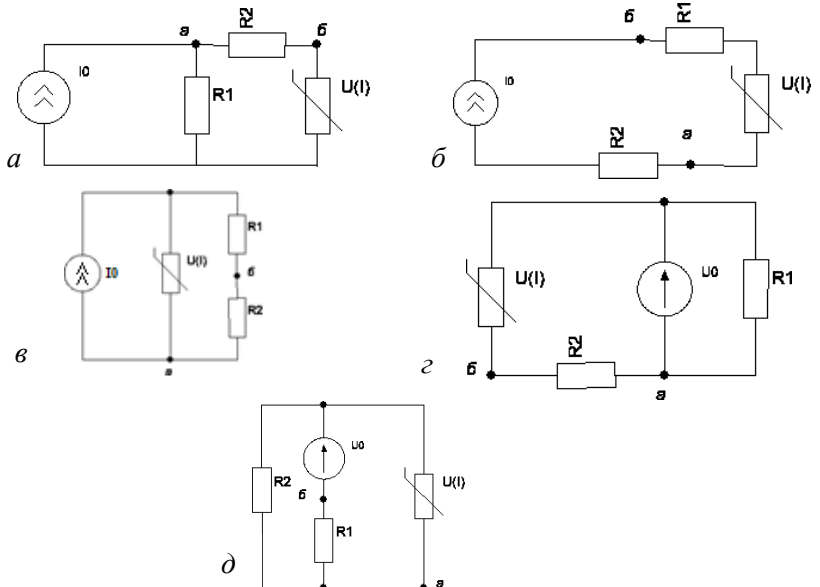


Рисунок 4 – Резистивная схема с нелинейным элементом

Таблица 2 – Номер ВАХ из приложения А и значения I_0 , U_0 , R_1 и R_2

№ варианта	Источник	Схема	Характеристика	R_1 , Ом	R_2 , Ом
1	$I_0 = 15 \text{ A}$	<i>a</i>	1	40	5
2	$I_0 = 15 \text{ A}$	<i>a</i>	2	100	2
3	$I_0 = 15 \text{ A}$	<i>a</i>	3	50	5
4	$I_0 = 15 \text{ A}$	<i>a</i>	4	75	5
5	$I_0 = 15 \text{ A}$	<i>a</i>	5	35	6
6	$I_0 = 10 \text{ A}$	<i>б</i>	1	10	5
7	$I_0 = 10 \text{ A}$	<i>б</i>	2	5	7
8	$I_0 = 12 \text{ A}$	<i>б</i>	3	10	15
9	$I_0 = 12 \text{ A}$	<i>б</i>	4	10	20
10	$I_0 = 12 \text{ A}$	<i>б</i>	5	6	15
11	$I_0 = 15 \text{ A}$	<i>в</i>	1	10	20
12	$I_0 = 25 \text{ A}$	<i>в</i>	2	10	18
13	$I_0 = 25 \text{ A}$	<i>в</i>	3	4	10
14	$I_0 = 15 \text{ A}$	<i>в</i>	4	42	10
15	$I_0 = 15 \text{ A}$	<i>в</i>	5	19	10
16	$U_0 = 240 \text{ B}$	<i>г</i>	1	30	10
17	$U_0 = 280 \text{ B}$	<i>г</i>	2	45	10
18	$U_0 = 260 \text{ B}$	<i>г</i>	3	40	10
19	$U_0 = 250 \text{ B}$	<i>г</i>	4	45	10
20	$U_0 = 280 \text{ B}$	<i>г</i>	5	50	10
21	$U_0 = 160 \text{ B}$	<i>д</i>	1	5	40
22	$U_0 = 200 \text{ B}$	<i>д</i>	2	2	100
23	$U_0 = 200 \text{ B}$	<i>д</i>	3	5	50
24	$U_0 = 250 \text{ B}$	<i>д</i>	4	5	75
25	$U_0 = 240 \text{ B}$	<i>д</i>	5	6	35

Задача 6

Построить диаграмму зависимости тока в ветви резистора R1 от величины сопротивления резистора R2 в схемах а и б на рисунке 5 при подключении к зажимам а и б источника тока 5А и источника напряжения 100В. Величина сопротивления резистора R1 указана в таблице 1. Сопротивление резистора R2 изменяется от нуля до бесконечности.

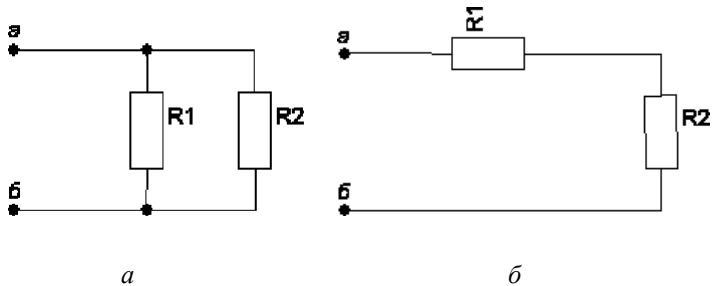


Рисунок 5 – Резистивные цепи

Задача 7

Построить диаграмму напряжения на резисторе R1 в зависимости от величины сопротивления резистора R2 в схеме на рисунке 5 при подключении к зажимам а и б источника тока 5А и источника напряжения 100В. Величина сопротивления резистора R1 указана в таблице 1. Сопротивление резистора R2 изменяется от нуля до бесконечности.

Задача 8

Цепь на рисунке 4 питается от источника переменного тока или напряжения согласно схеме: $u_0 = U_0 \sin(\omega t)$, $i_0 = I_0 \sin(\omega t)$, $\omega = 314 \text{ рад/с}$ ($f = 50 \text{ Гц}$).

Требуется построить зависимость напряжения на источнике тока или тока на источнике напряжения от времени. Для расчетов используйте данные из таблицы 2: I_0 , U_0 , R_1 , R_2 , номера схемы и ВАХ. Показать все необходимые построения графиков в выбранном самостоятельно масштабе.

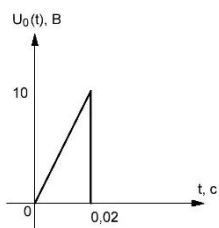
Задача 9

На рисунке 7 а, б показаны схемы с импульсными источниками напряжения или тока. Форма импульса с максимальными значениями напряжения или тока в соответствии с номером варианта показана на рисунке 6. Для вариантов 1-15 использовать схему рисунка 7 а, где $R = 5 \text{ Ом}$; для вариантов 16-25 – схему 7 б, где $R = 10 \text{ Ом}$. Номера ВАХ нелинейного элемента (приложение А) для каждого из вариантов приведены в таблице 3. Определить изменение тока во времени $i(t)$ для вариантов 1-15; изменение напряжения на источнике во времени $u_0(t)$ для вариантов 16-25. Показать необходимые графические построения для получения искомых величин.

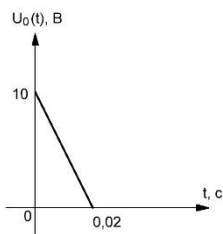
Таблица 3 – Номер ВАХ из приложения А

Вариант	Номер характеристики	Вариант	Номер характеристики	Вариант	Номер характеристики	Вариант	Номер характеристики	Вариант	Номер характеристики
1	2	6	2	11	2	16	2	21	2
2	3	7	3	12	3	17	3	22	3
3	4	8	4	13	4	18	4	23	4
4	5	9	5	14	5	19	5	24	5
5	1	10	1	15	1	20	1	25	1

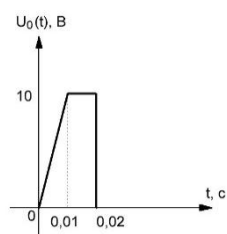
1.



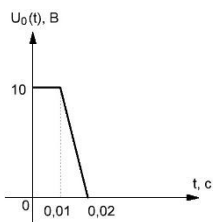
2.



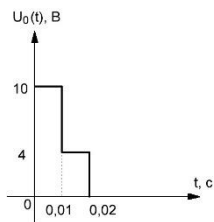
3.



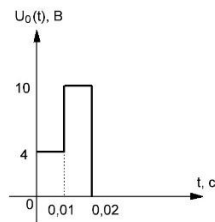
4.



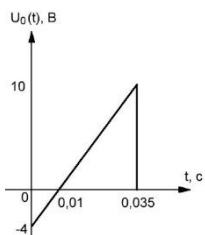
5.



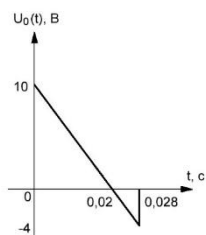
6.



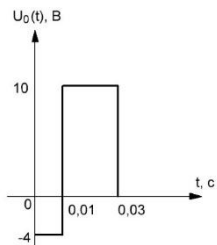
7.



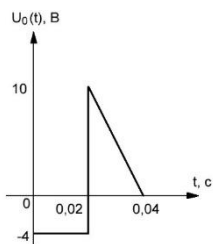
8.



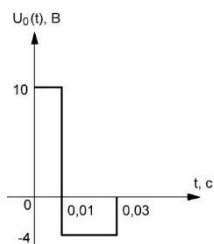
9.



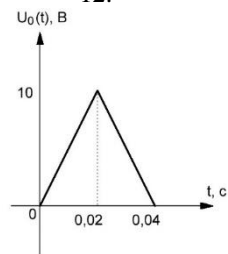
10.



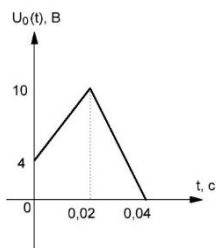
11.



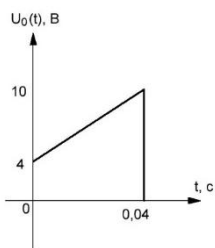
12.



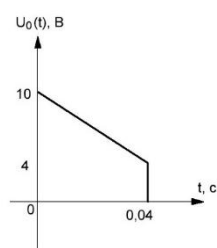
13.



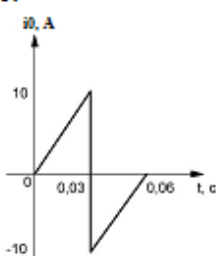
14.



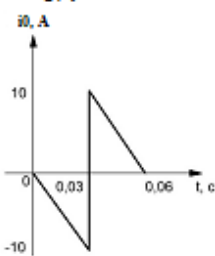
15.



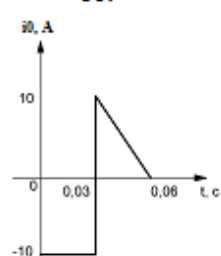
16.



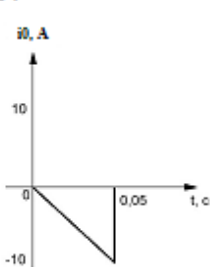
17.



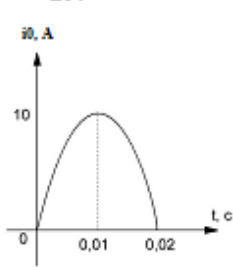
18.



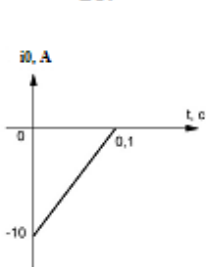
19.



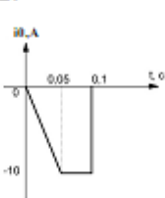
20.



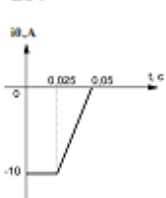
21.



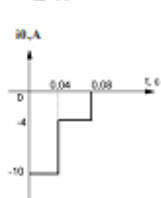
22.



23.



24.



25.

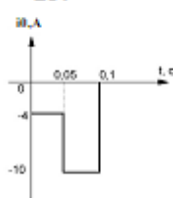


Рисунок 6 – Форма импульса

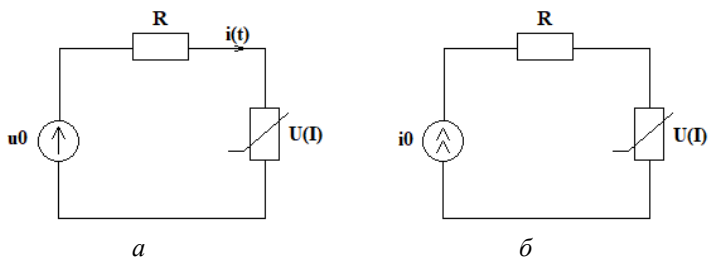


Рисунок 7 – Цепи с импульсными источниками

Задача 10

Цепь, изображенная на рисунке 8 (а), питается от источника синусоидального напряжения $u(t) = 100 \sin(\omega t)$, $\omega = 314 \text{ рад/с}$ ($f = 50 \text{ Гц}$). Построить зависимость тока в ветви резистора R_2 от времени. Вольт-амперная характеристика идеального диода представлена на рисунке 6 (б). При подаче напряжения прямой полярности (по стрелке) диод открыт, т.е. сопротивление его равно 0 (вертикальная часть вольт-амперной характеристики). При подаче напряжения обратной полярности диод закрыт, сопротивление бесконечно велико (горизонтальная часть вольт-амперной характеристики). Величины сопротивлений резисторов указаны в таблице 1.

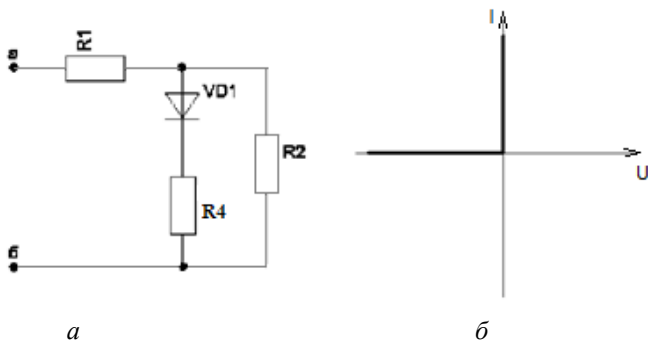


Рисунок 8 – Резистивная схема и вольт-амперная характеристика идеального диода

Рекомендуемый библиографический список

1. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи. М.: Гардарики, 2007, 451с.
2. Бычков Ю.А. Сборник задач и практикум по основам теории электрических цепей / Ю.А. Бычков, В.М. Золотницкий, Э.П. Чернышев // СПб: Питер, 2007, 300 с.
3. Бычков Ю.А. Основы теории электрических цепей / Ю.А. Бычков, В.М. Золотницкий, Э.П. Чернышев. СПб: Лань, 2004, 495 с.
4. Демирчан К.С. Теоретические основы электротехники / К.С. Демирчан, Л.Р. Нейман, Н.В. Коровкин, В.К. Чечурин // СПб: Питер, 2009, 534 с.
5. Матханов П.Н. Основы анализа электрических цепей. Линейные цепи. М.: Высшая школа, 1990, 267 с.
6. Шонин О.Б. Теоретические основы электротехники. Временной анализ линейных электрических цепей. РИНЦ СПГГУ, 2005, 64с.
7. Шонин О.Б. Методы расчета электрических цепей. РИНЦ СПГГУ, 2015, 84с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Вольт-амперные характеристики нелинейных резисторов

