

Федеральное агентство морского и речного транспорта бюджетное

Федеральное государственное бюджетное образовательное

Учреждение высшего образования

”Морской государственный университет им. адм. Г. И. Невельского”

Д.С. Николаев, В.Н. Юрин, Н.Н. Юрина

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА

Учебно-методическое пособие

Учебно-методическое пособие для выполнения контрольных работ по общей электротехнике и электронике для студентов ФЗДО, обучающихся по специальностям: 26.05.06 Эксплуатация судовых энергетических установок, 26.05.05 Судовождение.

Владивосток

2020

УДК 621.3.013

Николаев Д.С., Юрин В.Н., Юрина Н.Н. Электротехника и электроника. [Текст]: учебно-методическое пособие / Д.С. Николаев, В.Н. Юрин, Н.Н. Юрина. – Владивосток: Мор. Гос. Ун-т, 2020. – 32 с.

Изложены требования и правила выполнения контрольных работ по курсу «Общая электротехника и электроника». Приведены методические рекомендации по выполнению расчетов.

Предназначено для курсантов и студентов, обучающихся по специальностям 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, 15.03.02 Технологические машины и оборудование, 26.03.02 Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры, 26.05.06 Эксплуатация судовых энергетических установок, 26.05.05 Судовождение.

Ил.70, табл. 16, библиогр. 15 назв.

Рецензент:

В. Ф. Вережкин, доктор технических наук, профессор

МГУ им. адм. Г.И. Невельского, кафедра ЭОАС

© Николаев Д.С., Юрин В.Н., Юрина Н.Н., 2020

© Морской государственный университет
им. адм. Г. И. Невельского, 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

Общие методические указания	4
1. Контрольная работа №1	5
1.1. Задача 1	5
1.2. Задача 2	
1.3. Задача 3	
1.4. Задача 4	
1.5. Задача 5	
1.6. Задача 6	
1.7. Задача 7	
2. Контрольная работа №2	
2.1. Задача 8	
2.2. Задача 9	
2.3. Задача 10	
2.4. Задача 11	
2.5. Задача 12	
2.6. Задача 13	
3. Судовая электроника	
3.1. Задача 14	
3.2. Задача 15	
Список литературы	

Общие методические указания

Изучение предмета на заочном отделении складывается из самостоятельной работы с рекомендуемой литературой, выполнения контрольных заданий и лабораторных работ согласно учебному плану, а также занятий с преподавателями в период лабораторно-экзаменационной сессии (в виде обзорных лекций). Рекомендуется следующий порядок изучения предмета:

1. Повторить основные законы электротехники, изучаемые в курсе физике.

«Разделы курса изучить в той последовательности, которая рекомендуется программой.

2. Ознакомиться с содержанием темы и методическими указаниями к ней.
3. Прочитать по учебнику весь материал, относящийся к данной теме.

При первом чтении следует построить общее представление об изучаемых вопросах и обязательно понять физический смысл изучаемых явлений.

Только после тщательной проверки и усвоения материала следует приступить к выполнению контрольной работы. Каждый учащийся обязан выполнять контрольную работу своего варианта, номер которого соответствует сумме трех последних цифр учебного шифра. Например, если учебный шифр студента 385-193, то его вариант соответственно определяется как $1 + 9 + 3 = 13$.

Расчетную часть задания следует сопровождать краткими и четкими пояснениями.

Номера задач контрольных работ по специальностям приведены в таблице 1.

Таблица 1

Номера задач в контрольных работах по специальностям

Специальность	Контрольная №1	Контрольная №2
26.05.05, 23.03.01 26.03.01	1, 6, 7	8, 10, 15
26.05.06, 26.03.02, 09.03.01	2, 5, 7	10, 13, 14, 15
23.03.03 20.03.01	1, 5, 7	10, 13, 15

Выполняя контрольную работу, нужно отвечать только на поставленный вопрос. Ответы должны ясно выражать мысль и содержать исчерпывающее

объяснение.

Контрольная работа выполняется в отдельной тетради аккуратным, разборчивым почерком. Для замечаний преподавателя нужно оставить поля шириной 25-30 мм. Схемы, рисунки и графики должны быть выполнены при помощи чертежных инструментов, пронумерованы и подписаны. Условные обозначения элементов схем, электрических и магнитных величин должны соответствовать ГОСТу и ЕСКД. Решение задач производится в Международной системе единиц СИ.

Выполненная контрольная работа подписывается учащимся и сдается на проверку.

Контрольная работа, в которой имеются грубые ошибки в освещении вопросов, в решении задач и т.д., а также выполненная не самостоятельно или не по своему варианту, не зачитывается и после проверки не возвращается. Работа над ошибками выполняется в той же тетради и представляется на проверку вместе с ранее выполненной, но не зачтенной.

После проверки контрольная работа должна быть защищена студентом в период лабораторно-экзаменационной сессии или на консультациях. При защите контрольной работы студент должен свободно владеть теоретическим материалом и методикой решения задач контрольных работ.

К сдаче экзаменов (зачетов) допускаются только те учащиеся, которые выполнили все контрольные работы, получили по ним положительные оценки, защитили их и выполнили лабораторный практикум.

1. Контрольная работа №1

Задача 1

Для электрической цепи, изображенной на рис.1, по заданным в таблице 1.1 значениям определить эквивалентное сопротивление цепи, токи и падения напряжений во всех ветвях цепи. Составить баланс мощностей.

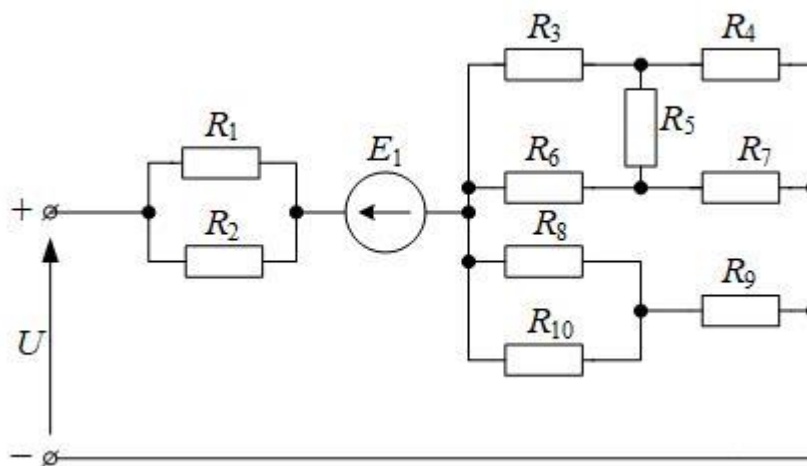


Рис.1.1. Электрическая цепь к задаче 1

Таблица 1.1

Исходные данные к задаче 1

Вар.	U ,	E_1	r_0 ,	R_1	R_2 ,	R_3 ,	R_4 ,	R_5 ,	R_6 ,	R_7 ,	R_8 ,	R_9 ,	R_{10} ,
	В	В	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом
0	100	12	0,2	2	2	0	6	8	6	4	4	6	∞
1	100	12	0,2	∞	4	5	15	∞	8	12	6	4	12
2	100	12	0,3	8	∞	6	2	0	4	6	5	0	∞
3	80	-12	0,1	0	0	2	3	0	5	1	14	8	6
4	80	14	0,2	5	6	∞	7	5	8	8	7	14	0
5	80	-14	0,3	3	6	4	3	2	∞	0	10	15	15
6	120	14	0,4	10	∞	14	7	0	9	9	0	18	0
7	120	14	0,2	∞	10	6	0	4	8	12	20	0	20
8	120	14	0,3	8	8	6	∞	14	5	0	14	13	14

Продолжение таблицы 1.1

Вар.	U ,	E_1	r_o ,	R_1	R_2 ,	R_3 ,	R_4 ,	R_5 ,	R_6 ,	R_7 ,	R_8 ,	R_9 ,	R_{10} ,
	В	В	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом
9	60	-10	0,3	2	8	5	3	5	0	2,5	∞	18	20
10	60	-10	0,1	∞	2	4	8	15	∞	0	20	4	2
11	60	-10	0,3	5	∞	6	3	∞	5	12	6	4	15
12	150	15	0,2	5	5	4	5	20	14	0	22	0	4
13	150	15	0,1	∞	2	0	5	6	20	1	10	6	
14	150	15	0,5	4	∞	2	3	∞	3	2	10	5	10
15	100	15	0,4	0	0	8	1	0	3	2	4	3	6
16	100	18	0,3	10	14	∞	5	4	9	12	0	15	15
17	100	18	0,6	5	1	6	0	5	0	5	8	4	5
18	90	-8	0,2	∞	3	7	1	0	3	6	3	6	0
19	90	-8	0,2	5	∞	0	∞	7	6	5	2	6	6
20	90	-8	0,2	2	2	3	3	4	0	∞	14	8	6
21	130	12	0,3	8	8	0	6	6	5	5	∞	0	3
22	130	12	0,2	∞	9	9	8	∞	7	7	7	6	7
23	130	12	0,2	∞	4	4	4	0	5	5	0	6	6
24	140	15	0,5	3	3	0	3	5	5	6	7	0	7
25	140	15	0,6	2	∞	4	0	8	0	12	6	9	6
26	140	15	0,5	1	1	2	2	0	7	13	4	0	4
27	110	12	0,3	10	10	6	8	∞	9	15	3	2	1

Примечания:

Если $R = 0$, то его закоротить. Если $R = \infty$, то точки, к которым подключено это сопротивление, остаются разомкнутыми. Если E_1 в таблице со знаком "–", то в схеме изменить направление на противоположное.

1.2 Задача 2

Для электрической схемы, изображенной на рис. 1.2 – 1.11, по заданным в таблице 1.2 сопротивлениям резисторов (R) и ЭДС источников (E), определить токи во всех ветвях цепи, ток в ветви ab и напряжение между точками, a и b .

Выполнить проверку правильности расчета составлением баланса мощностей ($P_{\text{источников}} = P_{\text{потребителей}}$) для заданной схемы.

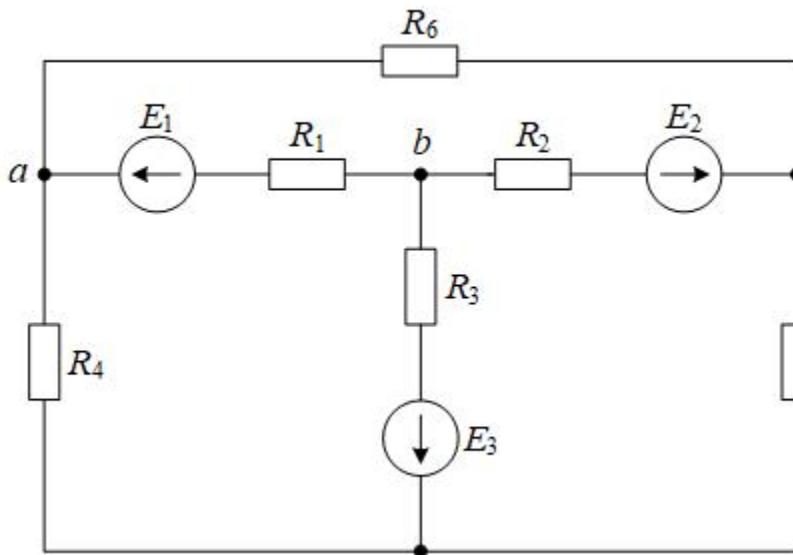


Рис. 1.2

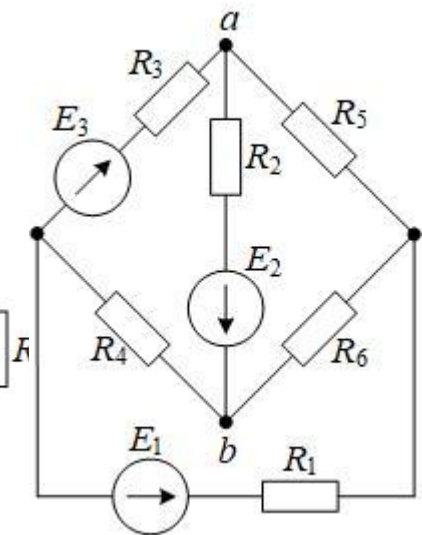


Рис. 1.3

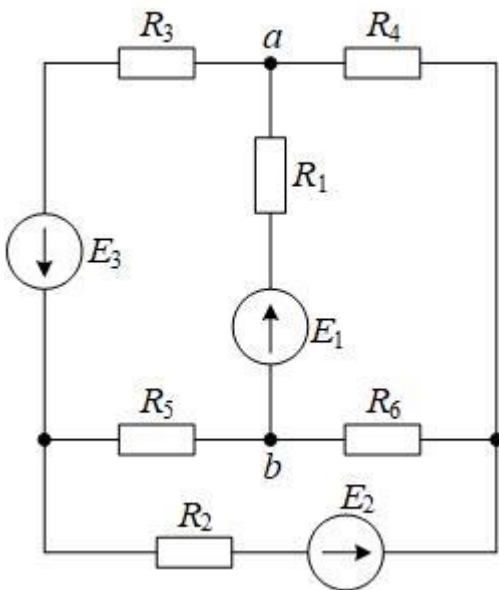


Рис. 1.4

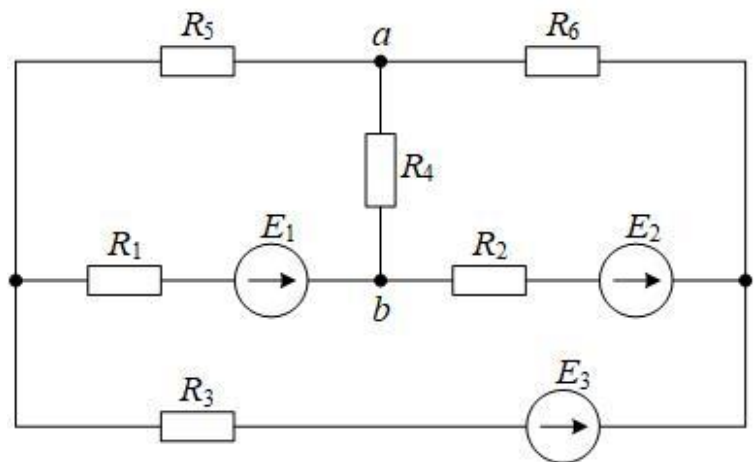


Рис. 1.5

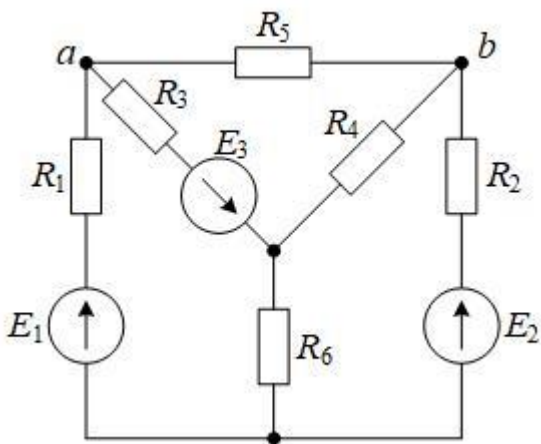


Рис. 1.6

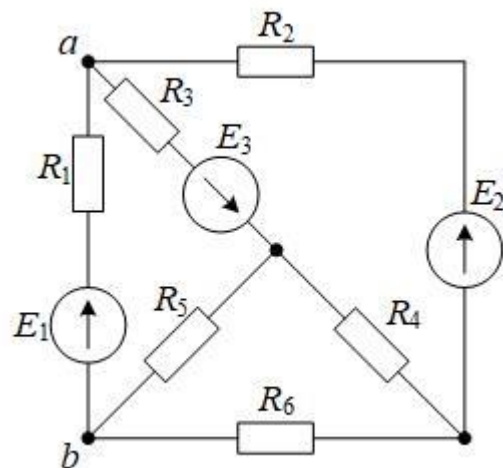


Рис. 1.7

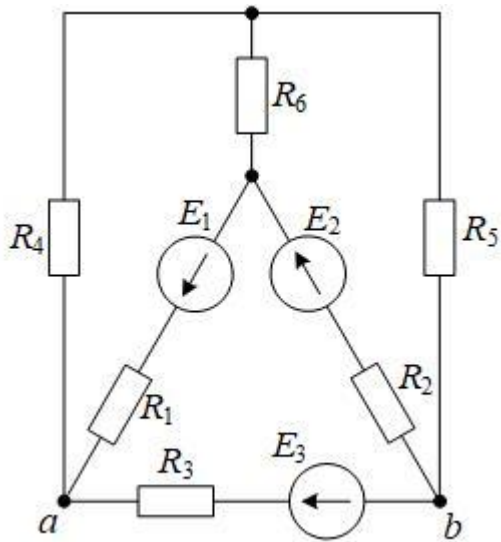


Рис. 1.8

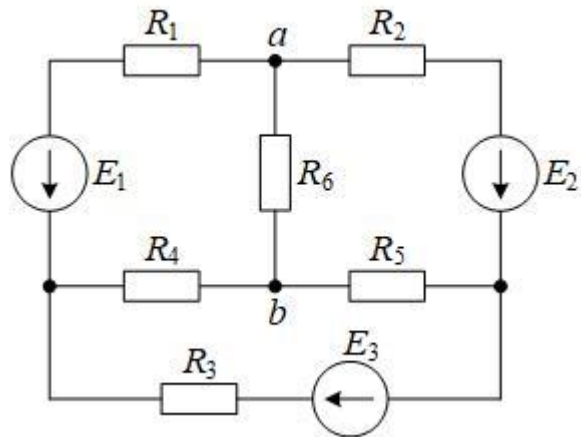


Рис. 1.9

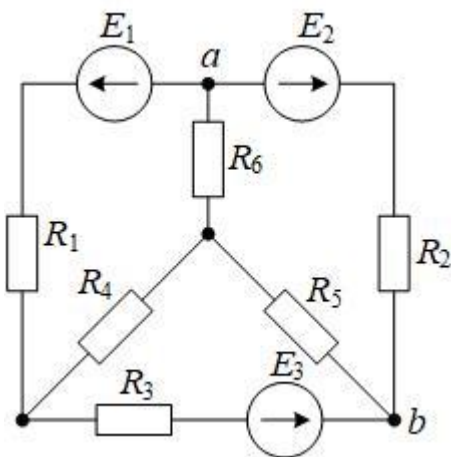


Рис. 1.10

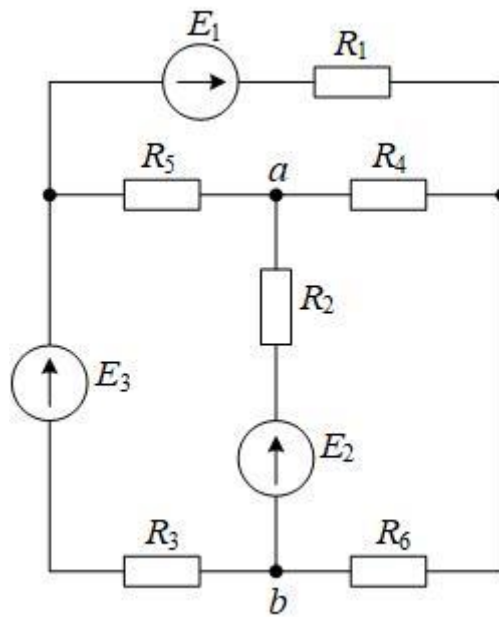


Рис. 1.11

Таблица 1.2

Исходные данные для задачи 2

Вар.	Рис.	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	R_6	E_1	E_2	E_3
		Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	В	В	В
0	1.2	1	1	1	6	6	4	12	15	10
1	1.3	1	1	1	6	6	4	15	10	5
2	1.4	1	1	1	6	6	4	20	10	10
3	1.5	1	1	1	6	6	4	20	20	15
4	1.6	1	1	1	6	6	4	15	10	15

Продолжение таблицы 1.2

Вар.	Рис.	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	R_6	E_1	E_2	E_3
		Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	В	В	В
5	1.7	2	2	4	4	6	6	42	24	—
6	1.8	2	2	4	4	6	-	20	10	—
7	1.9	2	8	4	4	6	6	20	10	—
8	1.10	8	2	4	4	6	-	15	10	—
9	1.11	2	8	4	4	6	-	10	15	—
10	1.2	8	2	6	10	0	∞	20	10	—
11	1.3	2	2	6	10	∞	0	20	20	—
12	1.4	2	2	6	10	∞	0	15	15	—
13	1.5	2	2	6	∞	8	8	10	15	—
14	1.6	2	2	6	∞	8	8	25	20	—
15	1.7	6	6	2	6	10	∞	30	20	30
16	1.8	6	6	8	6	2	-	20	20	20
17	1.9	6	6	8	6	0	2	20	15	10
18	1.10	6	6	8	6	∞	0	10	15	20
19	1.11	6	6	8	6	∞	—	15	10	15
20	1.2	2	8	3	3	4	4	12	12	20
21	1.4	2	8	3	3	4	4	10	15	20
22	1.6	8	2	3	3	4	4	25	20	15
23	1.8	2	8	3	3	4	—	15	10	10
24	1.10	2	8	3	3	4	—	12	12	12
25	1.3	8	2	6	6	4	4	24	12	—
26	1.5	2	8	6	6	4	4	12	24	—
27	1.7	2	2	6	6	4	4	25	15	—

Примечания: Если $R = 0$, то его закоротить.

Если $R = \infty$, то точки, к которым подключено это сопротивление, остаются разомкнутыми.

1.3 Задача 3

Для электрической цепи, изображенной на рис. 1.12 – 1.39, по заданным в таблице 1.4 значениям сопротивлений резисторов R и ЭДС источников E (r_{01} , r_{02} , r_{03} – внутренние сопротивления источников ЭДС) выполнить следующее:

1. Найти токи во всех ветвях цепи.
2. Определить показания вольтметра и составить баланс мощностей для заданной цепи.

Таблица 1.3

Исходные данные к задаче 3

Вар.	Рис.	E_1	E_2	E_3	r_{01}	r_{02}	r_{03}	R_1	R_2	R_3	R_4	R	R_6
		В	В	В	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом
0	1.12	16	24	10	0,2	0	1,2	2	1	8	4	10	6
1	1.13	48	18	4	0,8	0	0,8	8	4	3	2	4	4
2	1.14	12	36	12	0	0,4	1,2	3,5	5	1	5	6	9
3	1.15	12	6	40	1,2	0,6	0	2	3	8	5	7	8
4	1.16	8	6	36	1,3	0	1,2	3	2	1	6	8	6
5	1.17	72	12	4	0,7	1,5	0	6	1	10	4	12	4
6	1.18	12	48	6	0	0,4	0,4	2,5	1	4	15	2	2
7	1.19	12	30	9	0,5	0	0,5	3,5	2	3	3	1	3
8	1.20	9	6	27	0	1,0	0,8	4,5	2	8	13	4	3
9	1.21	5	63	6	1,0	0	1,2	5	3	1	2	12	3
10	1.22	54	27	3	1,2	0,9	0	8	3	1	4	2	2
11	1.23	36	9	24	0	0,8	0,8	3	4	2	1	5	1
12	1.24	3	66	9	0	0,7	1,2	1	4	2	2	7	3
13	1.25	12	30	25	1	0,4	0	1	5	1	1	6	4
14	1.26	30	16	10	0,6	0,8	0	2	5	3	1	8	5
15	1.27	10	32	10	0,6	0	1,0	1,5	6	1	7	1	5
16	1.28	5	10	36	0,3	0	0,8	1,2	6	3	2	2	2
17	1.29	40	25	8	0	0,2	0,2	3	3	2	4	3	2
18	1.30	8	40	10	0,8	1	0	5	3	3	3	2	1
19	1.31	22	24	10	0,2	0	1,2	2	1	8	4	10	6
20	1.32	55	18	4	0,8	0	0,8	8	4	3	2	4	4
21	1.33	36	10	25	0	0,4	0,5	4	8	3	1	2	7

Вар.	Рис.	E_1	E_2	E_3	r_{01}	r_{02}	r_{03}	R_1	R_2	R_3	R_4	R	R_6
		В	В	В	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом
22	1.34	16	5	32	0	0,6	0,8	9	3	2	4	1	5
23	1.35	14	25	28	0,9	1,2	0	5	2	8	2	2	6
24	1.36	5	16	30	0,4	0	0,7	6	4	3	2	5	3
25	1.37	10	6	24	0,8	0,3	0	3,5	5	6	6	3	1
26	1.38	6	20	4	0	0,8	1,2	4	6	4	4	3	3
27	1.39	21	4	10	0	0,2	0,6	5	7	2	8	1	1

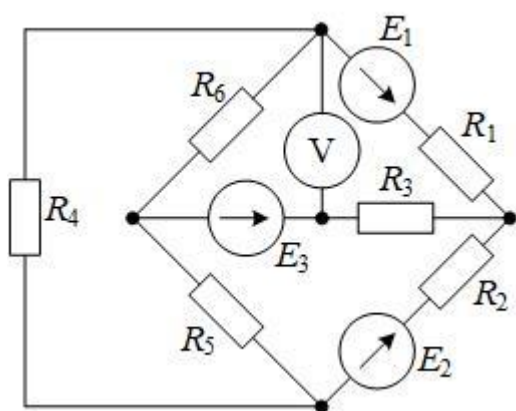


Рис. 1.12

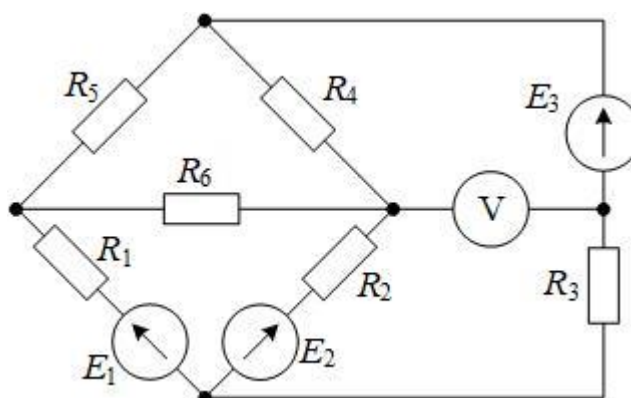


Рис. 1.13

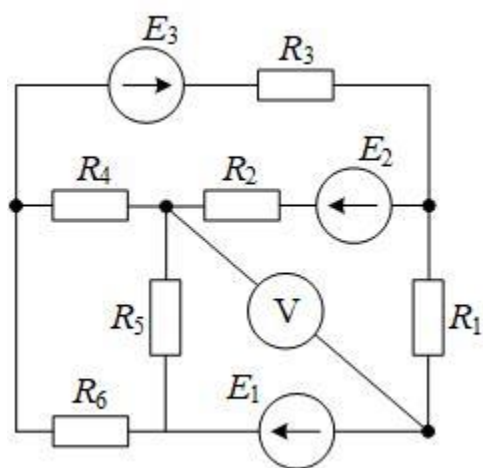


Рис. 1.14

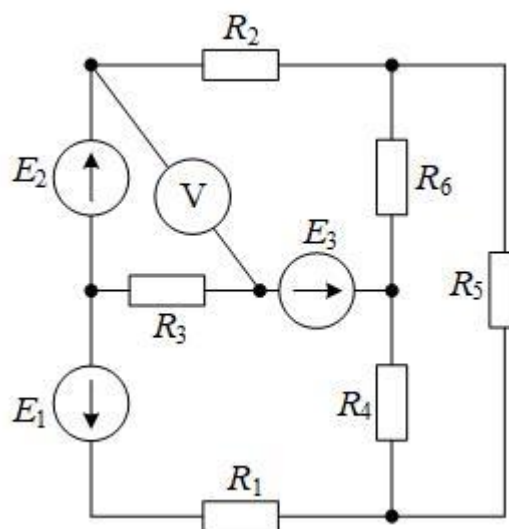


Рис. 1.15

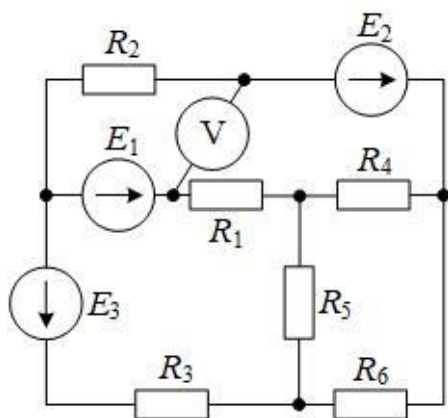


Рис 1.16

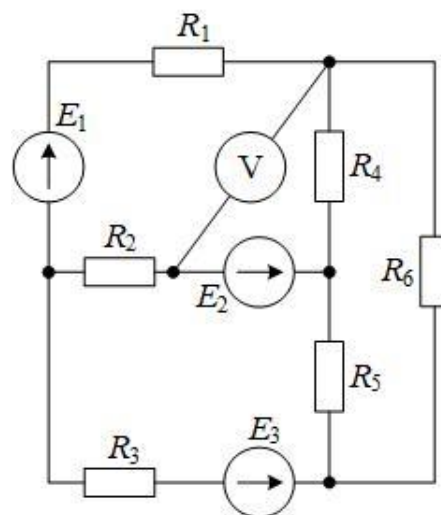


Рис. 1.17

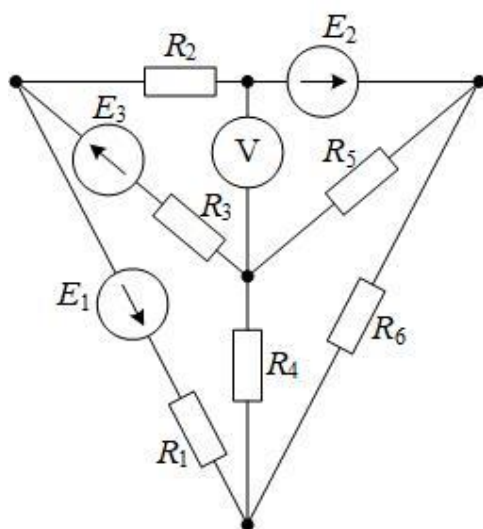


Рис. 1.18

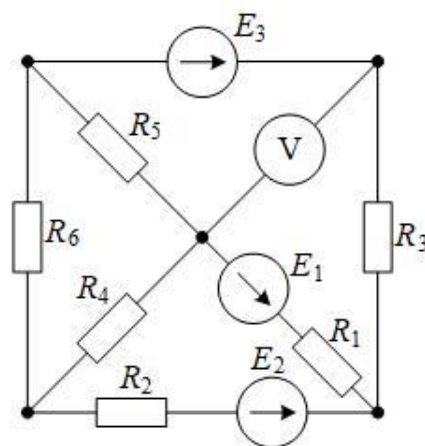


Рис. 1.19

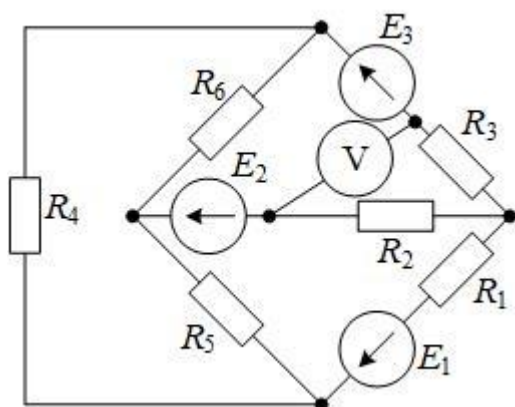


Рис. 1.20

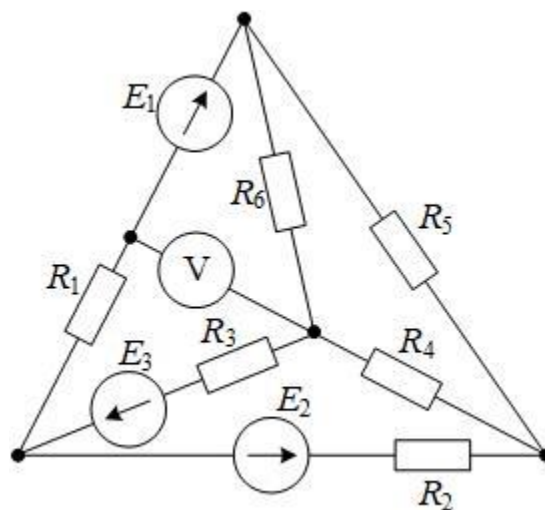


Рис. 1.21

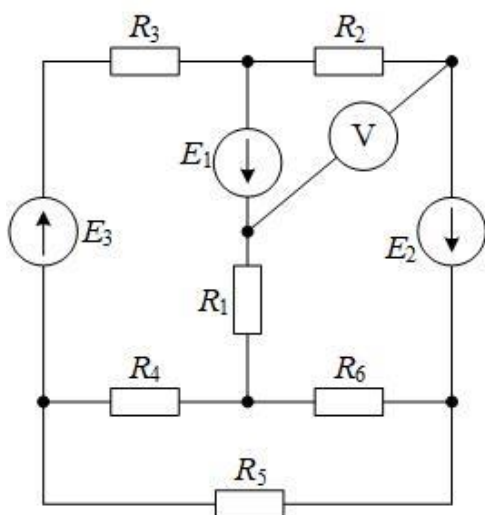


Рис. 1.22

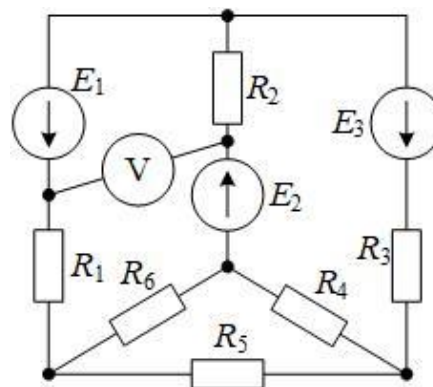


Рис. 1.23

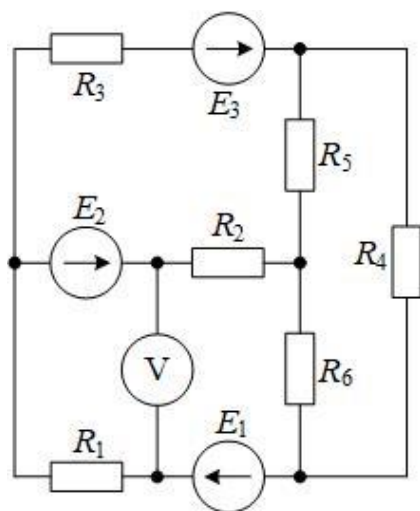


Рис. 1.24

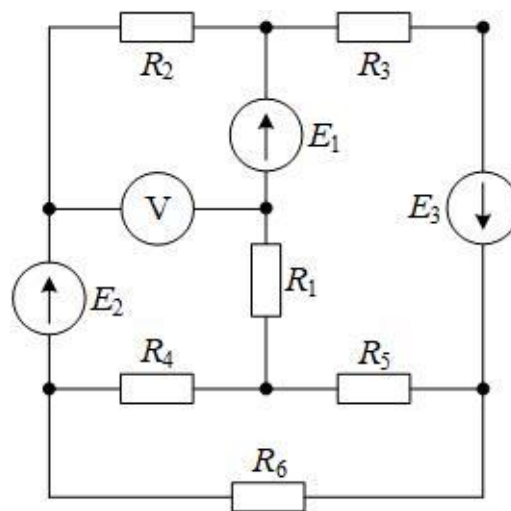


Рис. 1.25

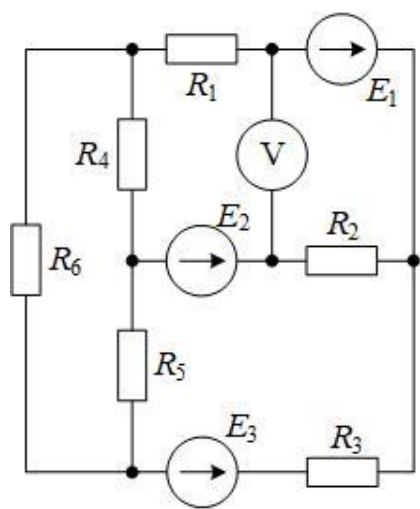


Рис. 1.26

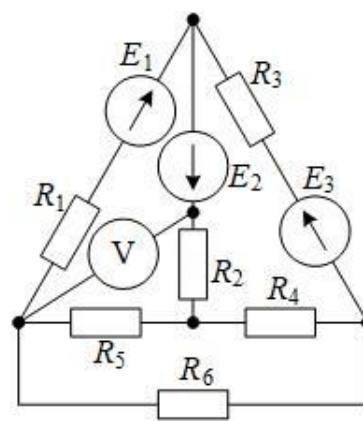


Рис. 1.27

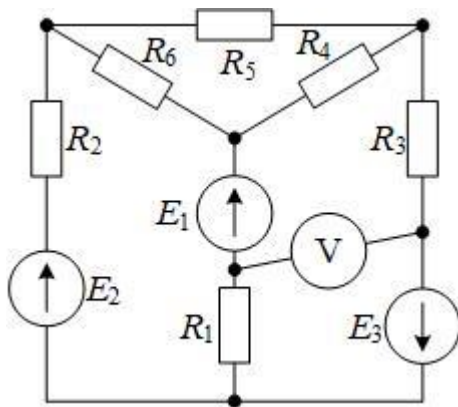


Рис. 1.28

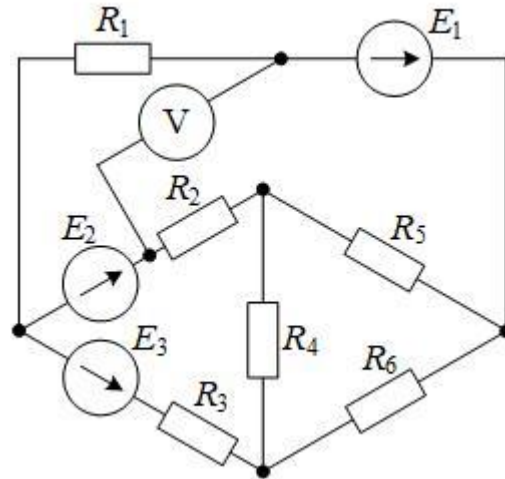


Рис. 1.29

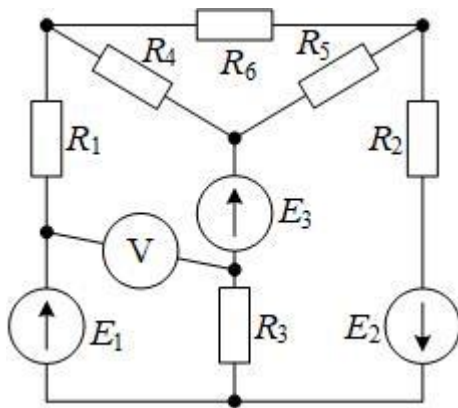


Рис. 1.30

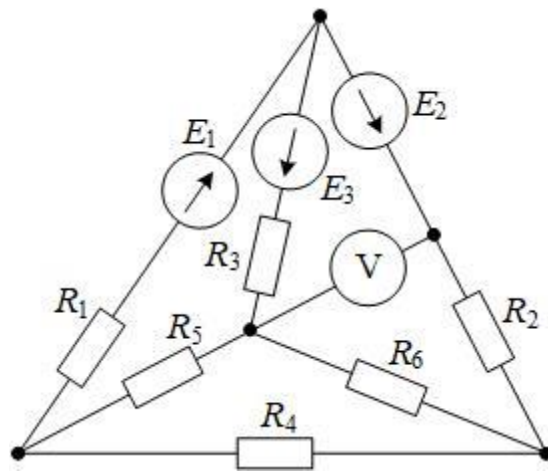


Рис. 1.31

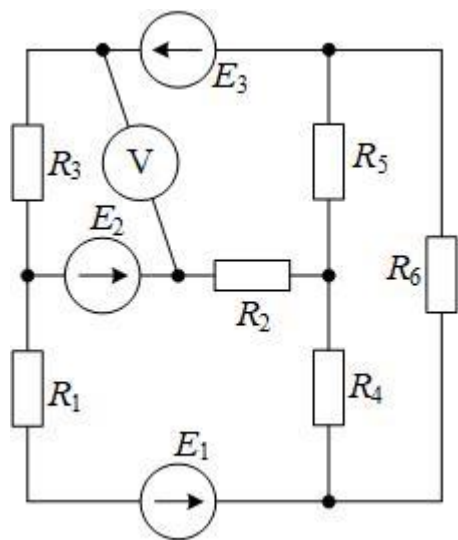


Рис. 1.32

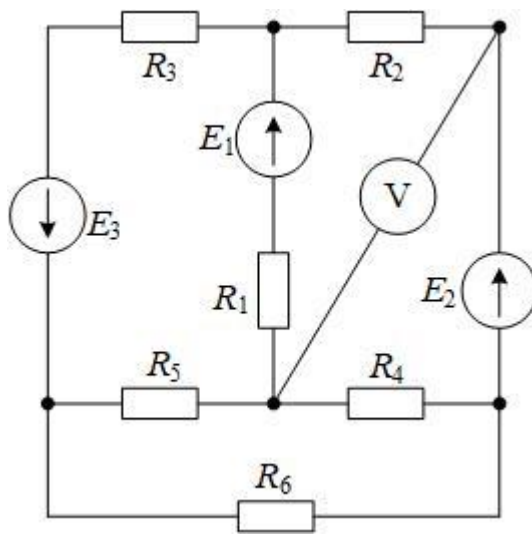


Рис. 1.33

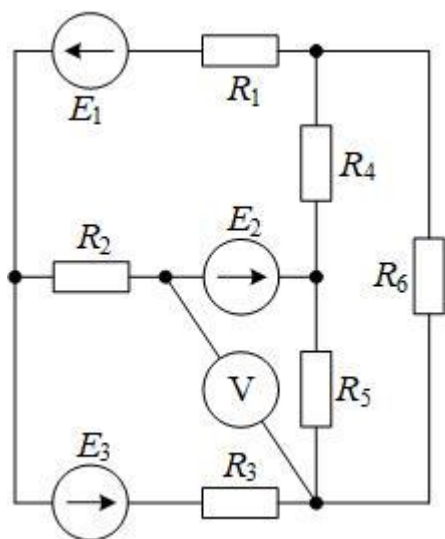


Рис. 1.34

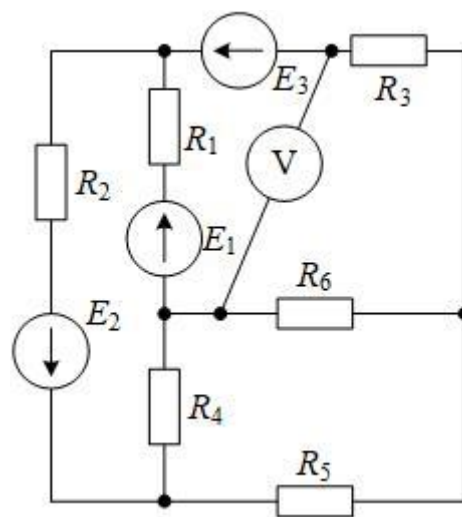


Рис. 1.35

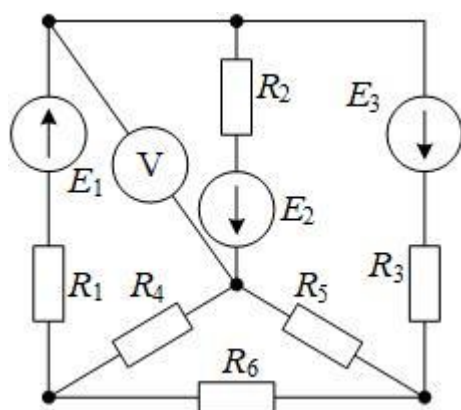


Рис. 1.36

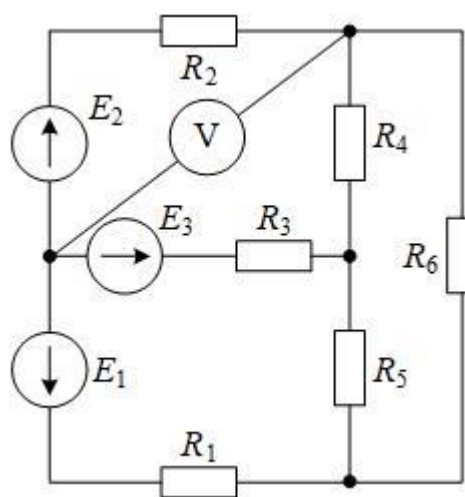


Рис. 1.37

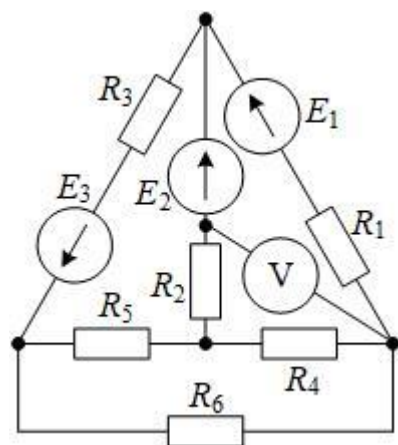


Рис. 1.38

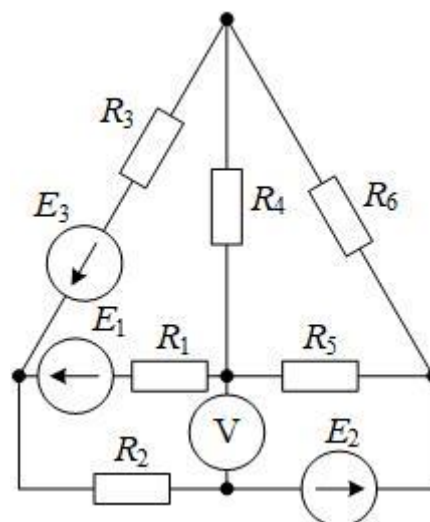


Рис. 1.39

1.4. Задача 4

Лампа накаливания, вольт – амперная характеристика которой приведена в таблице, соединена последовательно с резистором сопротивлением R и подключена к сети постоянного тока с напряжением U .

1. Построить вольт – амперную характеристику лампы (табл. 1.4) и всей цепи.
2. Определить:
 - а) ток в цепи;
 - б) напряжение на лампе при заданных в таблице 1.5 значениях U и R .

Таблица 1.4

Вольтамперная характеристика лампы накаливания

$U, \text{В}$	1	20	40	60	80	100	120
$I, \text{А}$	0	0,2	0,5	0,9	1,4	2	2,5

Таблица 1.5

Исходные данные к задаче 4

Вариант	$U, \text{В}$	$R, \text{Ом}$	Вариант	$U, \text{В}$	$R, \text{Ом}$	Вариант	$U, \text{В}$	$R, \text{Ом}$
0	90	10	9	125	60	18	106	70
1	100	20	10	116	70	19	115	40
2	110	40	11	110	100	20	135	70
3	95	25	12	98	12	21	150	120
4	120	50	13	160	200	22	99	33
5	130	66	14	140	110	23	125	50
6	80	18	15	135	150	24	120	60
7	100	15	16	116	90	25	100	80
8	115	20	17	100	80	26	160	140
						27	130	70

1.5. Задача 5

Для электрической схемы, изображенной на рис. 1.40, по заданным в таблице 1.6 параметрам элементов цепи и напряжению источника определить:

1. Токи во всех ветвях цепи.
2. Напряжения на отдельных участках U_{1-2}, U_{2-3} .

3. Коэффициент мощности.
4. Записать аналитические выражения для мгновенных значений тока $i_1(t)$ и напряжения на входе схемы $u(t)$.
5. Составить баланс активных мощностей.
6. Построить векторную диаграмму токов и напряжений.
7. Изобразить электрическую схему для своего варианта задачи.

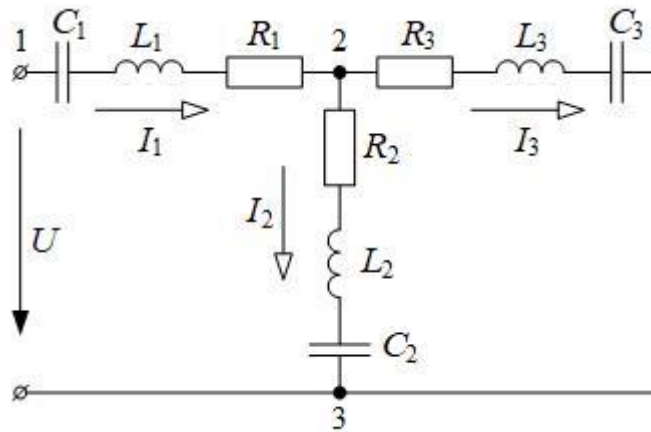


Рис.1.40. Электрическая схема к задаче 5

Таблица 1.6

Исходные данные к задаче 5

Вар.	U	f	R_1	C_1	L_1	R_2	C_2	L_2	R_3	C_3	L_3
	В	Гц	Ом	мкФ	мГн	Ом	мкФ	мГн	Ом	мкФ	мГн
0	150	50	20	637	—	3	300	—	4	—	15,9
1	100	50	—	637	15,9	—	3	1000	4	637	—
2	120	50	80	—	15,9	3	100	1000	—	637	—
3	200	100	—	—	31,8	3	100	1000	4	637	15,9
4	220	200	80	—	—	10	—	1000	100	637	31,8
5	50	150	80	—	31,8	10	—	15,9	100	100	—
6	100	50	80	300	31,8	—	100	—	100	—	31,8
7	120	100	100	300	—	10	100	15,9	—	—	31,8
8	200	200	—	300	15,9	—	100	15,9	8	—	95
9	220	150	100	1600	—	10	300	—	—	100	15,9
10	50	100	—	159	15,9	4	—	6,37	8	100	—
11	100	100	100	—	25	4	300	—	—	100	15,9
12	120	200	50	159	—	4	—	6,37	8	100	—

Продолжение таблицы 1.6

Вар.	U	f	R_1	C_1	L_1	R_2	C_2	L_2	R_3	C_3	L_3
	В	Гц	Ом	мкФ	мГн	Ом	мкФ	мГн	Ом	мкФ	мГн
13	150	200	—	159	—	4	300	6,37	10	637	—
14	200	150	50	—	25	5	637	—	10	—	95
15	100	150	50	159	—	5	—	95	10	—	31,8
16	120	150	—	—	25	5	637	95	8	—	31,8
17	220	50	50	637	19,1	5	—	95	8	—	—
18	50	100	20	637	19,1	15	—	95	—	637	—
19	100	200	20	—	19,1	—	—	31,8	40	637	15,9
20	120	200	—	318	—	15	—	31,8	10	100	15,9
21	200	50	40	318	—	15	159	31,8	—	100	—
22	220	50	40	—	19,1	15	159	—	40	100	—
23	150	100	40	—	—	15	159	115	40	—	31,8
24	200	100	100	318	31,8	15	—	—	40	—	115
25	100	200	50	318	—	10	637	115	10	—	—
26	50	150	20	—	31,8	10	300	115	—	—	31,8
27	120	150	20	159	—	10	300	—	4	100	—

1.6. Задача 6

На рис. 1.41 приведена схема электрической цепи переменного тока. В таблице 1.7 указаны параметры цепи R_1 , R_2 , L_1 , L_2 , C , величины входного напряжения U , начальной фазы напряжения ψ . Частота переменного тока 50 Гц.

Требуется определить:

- 1) показания приборов;
- 2) выражения мгновенных значений токов в ветвях;
- 3) при каком значении емкости C в данной цепи наступит резонанс напряжений (нечетные варианты), токов (четные варианты).

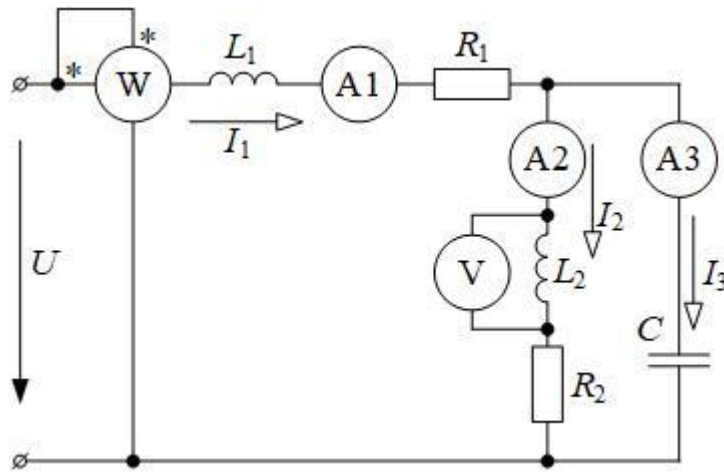


Рис. 1.41. Схема электрической цепи

Таблица 1.7

Исходные данные к задаче 6

Вар	U	ψ	R_1	R_2	L_1	L_2	C	Вар	U	ψ	R_1	R_2	L_1	L_2	C
	В	град	Ом	Ом	мГн	мГн	мкФ		В	град	Ом	Ом	мГн	мГн	мкФ
0	127	10	20	10	100	300	200	14	220	70	60	20	100	20	30
1	127	0	10	20	100	200	100	15	220	75	20	70	100	70	200
2	127	10	20	30	200	300	200	16	380	80	50	30	50	300	100
3	127	15	10	30	100	300	150	17	380	85	30	60	200	60	90
4	200	20	30	20	30	200	250	18	380	90	70	40	100	100	80
5	220	25	20	10	20	100	300	19	127	95	80	10	20	10	50
6	200	30	10	40	100	40	400	20	127	100	40	80	40	100	60
7	380	35	20	40	200	400	350	21	127	105	50	70	50	100	70
8	380	40	30	50	30	50	450	22	220	ПО	50	60	50	60	80
9	380	45	50	40	50	400	500	23	220	115	70	80	80	200	90
10	127	50	40	60	40	60	70	24	220	120	20	80	200	80	100
11	127	55	10	50	100	50	60	25	380	125	50	80	50	80	150
12	127	60	50	60	100	60	50	26	380	130	70	20	70	200	200
13	220	65	40	60	40	60	40	27	380	135	70	30	70	300	300

1.7. Задача 7

Для электрической схемы, изображенной на рис. 1.42, 1.43, по заданным в таблице 1.8 параметрам и линейному напряжению определить фазные и линейные токи, ток в нейтральном проводе (для четырехпроводной схемы рис. 1.42), активную мощность всей цепи и каждой фазы отдельно, построить векторную диаграмму токов и напряжений.

Изобразить электрическую схему для своего варианта задачи.

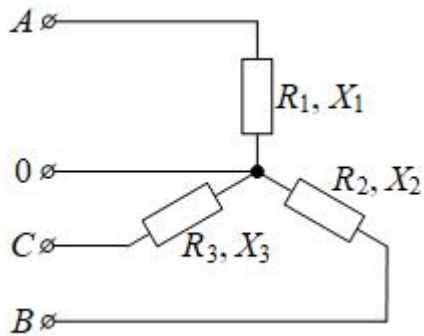


Рис. 1.42. Схема соединения «звезда»

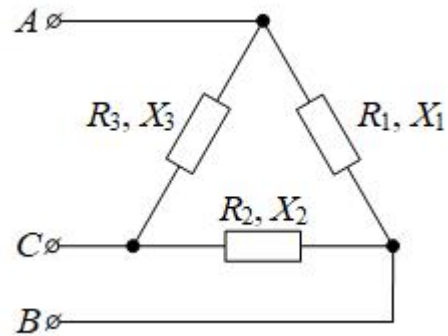


Рис. 1.43. Схема соединения «треугольник»

Таблица 1.8

Исходные данные к задаче 7

Вар	Рис	U	R_1	R_2	R_3	X_1	X_2	X_3	Вар	Рис	U	R_1	R_2	R_3	X_1	X_2	X_3
		В	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом			В	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом
0	1.43	127	8	8	8	6	5	4	14	1.43	380	2	—	9	—	8	-5
1	1.43	220	3	5	7	6	-3	—	15	1.42	127	11	16	—	-8	—	7
2	1.43	380	6	8	10	—	10	-7	16	1.42	220	6	3	—	—	-4	12
3	1.42	127	10	6	8	-6	-	8	17	1.42	380	2	—	4	-	11	6
4	1.42	220	7	5	3	-5	-5	-5	18	1.43	127	1	—	1	5	4	—
5	1.42	380	6	6	6	4	9	—	19	1.43	220	—	4	15	-3	—	2
6	1.43	127	—	2	4	-9	1	3	20	1.43	380	—	13	9	14	-10	—
7	1.43	220	5	—	4	10	-6	-3	21	1.42	127	—	5	14	18	-10	-10
8	1.43	380	3	6	—	-4	8	10	22	1.42	220	6	—	8	8	-10	6
9	1.42	127	7	—	12	-5	7	—	23	1.42	380	3	3	—	-5	5	5
10	1.42	220	15	15	15	—	10	-10	24	1.43	127	7	7	—	5	5	-5
11	1.42	380	—	9	9	-6	—	3	25	1.43	220	2	9	—	—	-13	6
12	1.43	127	3	4	5	-4	—	7	26	1.43	380	—	—	10	-15	10	-3
13	1.43	220	7	6	—	-12	—	13	27	1.42	127	12	15	—	5	-8	11

2. Контрольная работа №2

2.1 Задача 8

Трехфазный трансформатор характеризуется следующими номинальными величинами: мощность S_n , высшее линейное напряжение $U_{1н}$, низшее линейное напряжение $U_{2н}$. Схема соединения обмоток трансформатора Y/Y. Мощность потерь холостого хода P_0 (при первичном напряжении, равном номинальному); мощность потерь короткого замыкания P_k (при токах в обмотках, равных номинальным).

Определить:

- коэффициент трансформации;
- фазные напряжения первичной и вторичной обмоток при холостом ходе;
- номинальные токи в обмотках трансформатора;
- активное сопротивление фазы первичной и вторичной обмоток;
- КПД трансформатора при $\cos\varphi = 0,8$ и значениях коэффициента загрузки 0,25; 0,5; 0,75;
- годовой эксплуатационный КПД трансформатора при тех же значениях $\cos\varphi$ и коэффициента загрузки при условии, что трансформатор находится под нагрузкой в течение года 1200 ч, а остальное время цепь вторичной обмотки разомкнута.

Таблица 2.1

Исходные данные к задаче 8

Вар	S_n	$U_{1н}$	$U_{2н}$	P_n	P_k	Вар.	S_n	$U_{1н}$	$U_{2н}$	P_n	P_k
	кВА	кВ	кВ	Вт	Вт		кВА	В	кВ	Вт	Вт
0	20	6	320	180	600	14	40	6	400	180	1000
1	20	10	400	220	600	15	40	10	230	180	880
2	30	6	230	250	850	16	63	2	400	260	1470
3	30	10	400	300	850	17	100	6	400	365	1970
4	50	6	525	350	1325	18	100	35	400	465	2270
5	50	10	400	440	1325	19	160	10	230	540	3100
6	100	6	525	600	2400	20	160	10	400	540	3100
7	100	10	400	730	2400	21	250	10	690	780	4200

Продолжение таблицы 2.1

Вар	S_n	U_{1n}	U_{2n}	P_n	P_k	Вар.	S_n	U_{1n}	U_{2n}	P_n	P_k
	кВА	кВ	кВ	Вт	Вт		кВА	В	кВ	Вт	Вт
8	180	6	400	1000	4000	22	400	3	400	1080	5500
9	180	10	525	1200	4100	23	100	10	230	365	2270
10	10	6,3	400	105	335	24	63	20	230	260	1470
11	30	10	400	300	850	25	63	2	400	260	1280
12	50	10	400	440	1325	26	400	10	690	1080	5500
13	25	6	400	125	600	27	630	3	400	1680	7600

е) годовой эксплуатационный КПД трансформатора при тех же значениях $\cos\varphi$ и коэффициента загрузки при условии, что трансформатор находится под нагрузкой в течение года 1200 ч, а остальное время цепь вторичной обмотки разомкнута.

Указание: Принять, что в опыте короткого замыкания мощность потерь делится поровну между первичной и вторичной обмотками.

2.2. Задача 9

Трехфазный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором питается от сети с линейным напряжением 380 В. Величины, характеризующие номинальный режим электродвигателя: мощность на валу P_{2H} ; скорость вращения ротора n_{2H} ; коэффициент мощности $\cos\varphi_{1H}$; КПД η_H . Обмотки фаз статора соединены по схеме "звезда". Кратность критического момента относительно номинального. $K_M = M_K / M_H$

Таблица 2.2

Исходные данные к задаче 9

Вар.	P_{2H}	n_{2H}	$\cos\varphi_{1H}$	η_H	K_M	Вар.	P_{2H}	n_{2H}	$\cos\varphi_{1H}$	η_H	K_M
	кВт	об/мин		%			кВт	об/мин		%	
0	1,1	2800	0,87	79,5	2,2	14	75	2800	0,86	90,0	1,8
1	1,5	2825	0,88	80,5	2,2	15	5,5	710	0,72	82,0	1,7
2	2,2	2850	0,89	83,0	2,2	16	2,2	875	0,72	64,0	2,3
3	3,0	1430	0,84	83,5	2,2	17	3,5	910	0,73	70,5	2,5
4	4,0	1430	0,85	86,0	2,2	18	5,0	940	0,68	74,5	2,9

Продолжение таблицы 2.2

Вар.	$P_{2н}$, кВт	$n_{2н}$ об/мин	$\cos \varphi_{1н}$	η_n %	K_m	Вар.	$P_{2н}$, кВт	$n_{2н}$ об/мин	$\cos \varphi_{1н}$	η_n %	K_m
5	5,5	1440	0,86	88,0	2,2	19	7,5	945	0,69	78,5	2,8
6	7,5	1440	0,87	88,5	2,2	20	11,0	953	0,71	82,5	3,1
7	10	960	0,88	88,0	1,8	21	7,5	720	0,69	77,5	2,6
8	13	960	0,89	88,0	1,8	22	16,0	710	0,74	82,5	3,0
9	17	960	0,90	90,0	1,8	23	22	710	0,67	84,5	3,0
10	0,8	1375	0,86	78,0	2,2	24	10	1420	0,82	85,0	2,0
И	40	1440	0,84	90,0	2,0	25	100	1450	0,85	90,5	2,0
12	55	720	0,81	90,0	1,7	26	30	2780	0,84	89,0	1,8
13	55	960	0,86	89,0	1,8	27	17	1370	0,9	88,0	2,2

Определить:

а) номинальный ток в фазе обмотки статора;

б) число пар полюсов обмотки статора;

в) номинальное скольжение;

г) номинальный момент на валу ротора;

д) критический момент;

е) критическое скольжение (пользуясь формулой $M = \frac{2M_K}{S / S_K + S_K / S}$).

ж) значения моментов, соответствующие значениям скольжения 0,1; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0 (по формуле см. пункт е);

з) пусковой момент при снижении напряжения в сети на 10%. Построить механическую характеристику электродвигателя $n = f(M)$.

2.3. Задача 10

Электродвигатель постоянного тока параллельного возбуждения характеризуется следующими номинальными величинами: номинальное напряжение $U_{я}$; мощность на валу $P_{я}$; частота вращения якоря n_n ; КПД η_n ; сопротивление цепи якоря $R_{я}$; сопротивление цепи возбуждения $R_{в}$.

Определить:

а) частоту вращения якоря при холостом ходе;

б) частоту вращения якоря при номинальном моменте на валу двигателя и при включении в цепь якоря добавочного сопротивления, равного $3R_{я}$.

Построить естественную и реостатную механические характеристики электродвигателя $n = f(M)$.

Указание. Реакцией якоря и током холостого хода якоря пренебречь.

Таблица 2.3

Исходные данные к задаче 10

Вар	U _н	P _н	n _н	η _н	R _я	R _в	Вар	U _н	P _н	n _н	η _н	R _я	R _в
	В	кВт	об/мин	%	Ом	Ом		В	кВт	об/мин	%	Ом	Ом
0	110	1,0	3000	77	1,2	220	14	220	4,5	1025	79,5	0,74	208
1	110	1,5	3000	76	0,8	160	15	220	25	750	86,5	0,1	110
2	110	2,2	3000	80	0,48	110	16	110	1,1	850	85	1,9	200
3	110	3,2	3000	78,5	0,34	80	17	110	38	1400	79	0,8	60
4	110	4,5	1500	80	0,23	70	18	110	7,6	1240	82,5	0,8	210
5	220	6	1500	82,5	0,62	220	19	220	28	1110	86	0,6	90
6	220	8	3000	83,5	0,44	110	20	220	13,5	2250	85,5	1,2	180
7	220	11	1500	84	0,31	185	21	220	10	970	85,5	0,8	40
8	220	14	1500	86,5	0,21	135	22	110	45	1500	85	0,4	150
9	220	19	1500	84,5	0,16	110	23	110	60	1150	84,5	0,1	50
10	110	26	1100	85,5	0,04	27,5	24	110	6,6	2400	85,5	0,9	210
11	110	2,2	940	80	0,7	80	25	220	2,5	1000	85	0,9	240
12	110	0,8	1450	74	1,4	220	26	220	4,4	2100	84,5	0,5	150
13	220	9	1420	84	0,52	190	27	220	46,5	1020	86,5	0,5	60

2.4. Задача 11

Генератор постоянного тока параллельного возбуждения характеризуется следующими номинальными величинами: напряжение U_н; мощность P_н. Мощность потерь в номинальном режиме в % от P_н; в цепи якоря R_я в цепи возбуждения R_в.

Определить:

1. Номинальный ток нагрузки;
2. Номинальный ток возбуждения;
3. Номинальный ток якоря;
4. Сопротивление цепи якоря;
5. ЭДС якоря при токе, равном номинальному;
6. Сопротивление цепи возбуждения при токе возбуждения, равном номинальному;

7. Сопротивление обмотки возбуждения, принимая, что при холостом ходе генератора и полностью выведенном реостате в цепи возбуждения в этой цепи составляет 1,5 номинального;

8. Величину сопротивления реостата, который должен быть введен в цепь возбуждения для того, чтобы напряжение на зажимах якоря при холостом ходе стало равным напряжению при номинальной нагрузке.

Указание. При решении задачи воспользоваться данной в таблице процентной зависимостью магнитного потока от тока возбуждения. За 100% приняты соответственно номинальные значения магнитного потока и тока возбуждения.

Таблица 2.4

Зависимость магнитного потока от тока возбуждения

$I_v, \%$	0	20	40	80	100	120
$\Phi, \%$	5	45	73	95	103	107

Таблица 2.5

Исходные данные к задаче 11

Вар	U_H	P_H	$P_{\text{я}}$	P_B	Вар	U_H	P_H	$P_{\text{я}}$	P_B
	В	кВт	%	%		В	кВт	%	%
0	115	11	7	3	14	230	42	6,5	2
1	230	14	7	3	15	230	55	6	2
2	115	29	7	2	16	230	75	5,5	2
3	230	25	7	2	17	230	100	5	1,5
4	230	32	7	2	18	230	125	4,5	1,5
5	110	60	5,2	4,8	19	110	66	6,2	5
6	220	10	5	4,8	20	110	35	6,3	5,2
7	220	14	6,2	4,2	21	110	45	5,7	4,6
8	220	6,6	6,2	4,1	22	220	15	5	4
9	220	4,4	6,5	4,8	23	220	5,8	6	5
10	220	2,5	5,8	4,8	24	220	19	4,8	4,5
11	110	77	5	4,2	25	220	29	5	4,3
12	110	80	5,4	4,5	26	110	46,5	5,4	4,8
13	110	92	5,3	4,1	27	110	14	4	4,6

2.5. Задача 12

Трехфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором, номинальная мощность которого P_n , включен в сеть с номинальным напряжением U_n с частотой $f = 50$ Гц. Обмотка статора имеет число пар полюсов p .

Определить:

1. Номинальный и пусковой токи;
2. Номинальный, пусковой и максимальный моменты;
3. Полные потери в двигателе при номинальной нагрузке.

Как изменится пусковой момент двигателя при снижении напряжения на его зажимах на 15% и возможен ли пуск двигателя при этих условиях с номинальной нагрузкой?

Исходные данные для расчета (номинальные параметры двигателя) приведены в таблице 2.6.

Таблица 2.6

Исходные данные к задаче 12

Вар	U_n	P_n	S_n	η_n	$\cos\varphi$	p	$M_{кр}/M_n$	$M_{п}/M_n$	$I_{п}/I_n$
	В	кВт	%	%					
0	220	0,8	3	0,78	0,86	1	2,2	1,9	7
1	220	1,1	3	0,795	0,87	1	2,2	1,9	7
2	220	1,5	4	0,805	0,88	1	2,2	1,8	7
3	220	2,2	4,5	0,83	0,89	1	2,2	1,8	7
4	220	3	3,5	0,845	0,89	1	2,2	1,7	7
5	220	4	2	0,855	0,89	1	2,2	1,7	7
6	220	5,5	3	0,86	0,89	1	2,2	1,7	7
7	220	7,5	3,5	0,87	0,89	1	2,2	1,6	7
8	220	10	4	0,88	0,89	1	2,2	1,5	7
9	220	13	3,5	0,88	0,89	1	2,2	1,5	7
10	220	17	3,5	0,88	0,9	1	2,2	1,2	7
11	220	22	3,5	0,88	0,9	1	2,2	1,1	7
12	220	30	3	0,88	0,9	1	2,2	1,1	7
13	220	40	3	0,88	0,91	1	2,2	1,0	7
14	220	55	3	0,89	0,92	1	2,2	1,0	7
15	220	75	3	0,9	0,92	1	2,2	1,0	7
16	220	100	2,5	0,915	0,92	1	2,2	1,0	7

Вар	U_H	P_H	S_H	η_H	$\cos\varphi$	p	$M_{кр}/M_H$	$M_{п}/M_H$	$I_{п}/I_H$
	В	кВт	%	%					
17	380	10	3	0,885	0,87	2	2,0	1,4	7
18	380	13	3	0,885	0,89	2	2,0	1,3	7
19	380	17	3	0,89	0,89	2	2,0	1,3	7
20	380	22	3	0,9	0,9	2	2,0	1,2	7
21	380	30	3	0,91	0,91	2	2,0	1,2	7
22	380	40	3	0,925	0,92	2	2,0	1,1	7
23	380	55	3	0,925	0,92	2	2,0	1,1	7
24	380	75	3	0,925	0,92	2	2,0	1,1	7
25	380	16	3,5	0,89	0,9	3	2,2	1,2	7
26	380	1,8	4	0,86	0,89	3	2,2	1,8	7
27	380	8	3,5	0,84	0,87	3	2,2	1,7	7

2.6. Задача 13

Для заданного в таблице 2.7 режима нагрузки производственного механизма построить нагрузочную диаграмму $P = f(t)$ и выбрать мощность асинхронного короткозамкнутого двигателя.

Таблица 2.7

Данные режима нагрузки производственного механизма

Вар	t, c					$P, кВт$					Вар	t, c					$P, кВт$				
0	20	10	50	20	15	2	10	0	1	8	14	7	4	9	5	3	8	14	5	9	14
1	18	30	10	20	23	8	5	0	25	10	15	20	46	73	34	27	5	21	9	4	24
2	60	10	20	45	30	8	4	5	10	25	16	26	10	42	57	17	6	8	13	8	32
3	30	15	60	60	10	3	10	0	18	30	17	50	74	100	45	29	1	4	2	14	9
4	50	20	40	50	45	0	4	8	0	5	18	15	60	8	80	35	6	0	8	11	18
5	15	25	20	35	30	1	4	3	15	10	19	7	14	56	72	8	4	18	8	16	10
6	10	75	60	50	10	3	5	0	15	25	20	22	10	8	28	36	8	6	1	7	18
7	7	3	15	4	12	6	20	3	15	30	21	4	8	2	12	15	15	6	21	9	14
8	1	3	2	3	2	8	6	0	4	5	22	55	80	75	44	45	10	2	8	16	7
9	2	4	5	7	3	9	10	6	8	8	23	60	90	80	30	50	6	3	9	15	21
10	20	10	50	10	15	9	10	6	8	8	24	6	14	8	4	10	1	5	2	9	7
11	18	30	10	20	23	8	6	0	4	3	25	15	25	40	30	50	20	3	8	24	6
12	60	80	10	45	3	8	4	0	10	25	26	25	45	30	50	20	5	9	3	7	10
13	15	90	15	9	5	6	10	4	7	32	27	40	70	100	60	30	8	12	10	0	20

3. Судовая электроника

3.1. Задача 14

Дайте краткие, исчерпывающие ответы на вопросы в соответствии с таблицей 3.1.

Таблица 3.1

Варианты заданий к задаче 14

Вариант	Вопросы			Вариант	Вопросы			Вариант	Вопросы		
0	1	29	57	9	10	38	66	18	19	47	75
1	2	30	58	10	11	39	67	19	20	48	76
2	3	31	59	11	12	40	68	20	21	49	77
3	4	32	60	12	13	41	69	21	22	50	78
4	5	33	61	13	14	42	70	22	23	51	79
5	6	34	62	14	15	43	71	23	24	52	80
6	7	35	63	15	16	44	72	24	25	53	81
7	8	36	64	16	17	45	73	25	26	54	1
8	9	37	65	17	18	40	74	26	27	55	2

Вопросы:

1. Какие вещества называются диэлектриками и полупроводниками?
2. Как создается электропроводность в кристаллах полупроводников?
3. Как образуется р — n -переход и какие токи проходят через него?
4. Какие характеристики и параметры описывают полупроводниковые диоды?
5. Какие типы полупроводниковых диодов используются в электронных устройствах?
6. На чем основана работа стабилитронов и для каких целей они используются?
7. Что такое терморезистор, какие их виды и для каких целей?
8. Какие типы транзисторов вам известны?
9. Схемы включения транзисторов их свойства.
10. Ключевой режим работы транзистора и области его применения.
11. Как измеряют h-параметры на низких частотах?
12. Виды и отличия полевых транзисторов.
13. Причины шумов в полупроводниковых устройствах.

14. Принцип работы тиристора.
15. Какие приборы называют фотоэлектронными?
16. Как классифицируются фотоэлектронные приборы?
17. Как устроен фотоэлемент с внешним фотоэффектом?
18. В каких режимах работают фотоэлементы с внешним фотоэффектом?
19. Какие основные параметры характеризуют фотоэлементы?
20. Где используются фотоумножители и почему?
21. Что называется внутренним фотоэффектом?
22. Как устроены и по какой схеме включаются фоторезисторы?
23. Где и почему используются фоторезисторы? Каковы особенности их обслуживания и технической эксплуатации?
24. Как устроены полупроводниковые элементы, где они применяются?
25. Как устроены фотодиоды и фототранзисторы и где они применяются?
26. На чем основана работа светодиода?
27. Что представляют собой жидкокристаллические индикаторы?
28. Какие блоки входят в выпрямители?
29. Какие типы вентилях применяют в выпрямителях?
30. Как классифицируются схемы выпрямителей?
31. Какими преимуществами обладают мостовые схемы?
32. Какими способами можно управлять выпрямленным током и напряжением?
33. Что такое фильтр и какие схемы фильтров используют в выпрямителях?
34. Что такое стабилизатор, какие принципы и схемы стабилизаторов используют в выпрямителях?
35. Как устроен индуктивно-емкостной фильтр?
36. В чем отличия компенсационных и параметрических фильтров?
37. Что такое колебательный контур?
38. Выведите формулу свободных колебаний.
39. Что такое полосовые фильтры?
40. Что представляют собой заграждающие фильтры?
41. Перечислите основные области применения усилителей.
42. На каких явлениях основано усиление мощности в электронных усилителях?
43. Перечислите основные технические показатели усилителя.
44. Какие виды искажения сигнала в усилителе имеют место?
45. Что такое избирательность усилителя?

46. Что называется резонансным усилителем, широкополостным и усилителем постоянного тока?
47. Что такое обратная связь, какие ее виды используются в усилителях и как изменяются свойства усилителя с обратной связью?
48. Свойства эмиттерного повторителя.
49. Свойства двухтактных схем усиления.
50. Отличия балансных и дифференциальных схем усиления.
51. Операционный усилитель, его схемы и свойства.
52. Выведите передаточную функцию операционного усилителя.
53. Требования к операционным усилителям.
54. Принцип работы генератора гармонических колебаний.
55. Автоколебательный режим генератора. Генератор с внешним возбуждением.
56. Что такое модуляция? Назовите ее виды и укажите области применения.
57. Что такое детектирование, его виды и области применения?
58. Что называется электрическим импульсом?
59. Опишите работу интегрирующей RC-цепочки.
60. Опишите работу дифференцирующей RC-цепочки.
61. Опишите работу генератора линейных колебаний.
62. Как работает одновибратор?
63. Чем отличаются и для чего используются одновибратор и мультивибратор?
04. Как работает симметричный триггер? Какие виды симметричных триггеров используются в электронных устройствах?
65. Как работает несимметричный триггер и для чего он используется?
66. Что называется событием в алгебре логики?
67. Какие события называются эквивалентными, простыми и сложными?
68. Какие логические схемы называют простыми, сложными и составными?
69. Каких элементарных логических операций достаточно для проведения любого логического преобразования?
70. Поясните смысл логического отрицания, логического сложения и логического умножения.
71. Какие функции выполняют логические элементы?
72. Какие логические операции выполняют схемы: ЗАПРЕТ, СОВПАДЕНИЕ и НЕСОВПАДЕНИЕ?

73. Как построены диодно-резисторные схемы ИЛИ-И?

74. Какие схемы используются для построения логических элементов на транзисторах?

75. Как устроены схемы счетчика импульсов?

76. Как устроены схемы дешифратора?

77. В каких устройствах используются счетчики и дешифраторы?

78. Что представляет собой микроэлектроника?

79. Какие виды интегральных схем существуют и чем они отличаются?

80. Какие активные элементы используются в интегральных микросхемах?

81. Как создаются в интегральных микросхемах пассивные элементы?

3.2. Задача 15

Составьте таблицу истинности схем D.D 1-4 для схем (вариант 0-27) по примеру, приведенному ниже.

Пример: Составить таблицу истинности для схем D.D 1-3, рисунок 3.1.

Таблица 3.2

Таблица истинности для схем D.D 1-3

a	b	c	d	F1	F2	F3
0	0	0	0	1	0	1
0	0	0	1	1	0	1
0	0	1	0	1	0	1
0	0	1	1	1	1	1
0	1	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0
0	1	1	1	0	1	1
1	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0
1	0	1	1	0	1	1
1	1	0	0	0	0	0
1	1	0	1	0	0	0
1	1	1	0	0	0	0
1	1	1	1	0	1	1

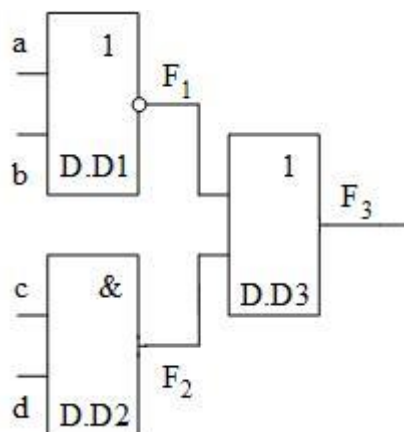
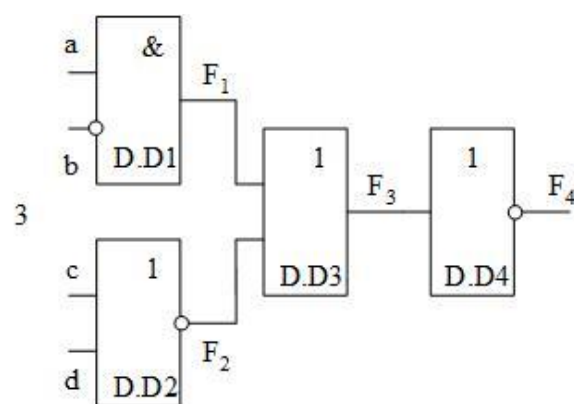
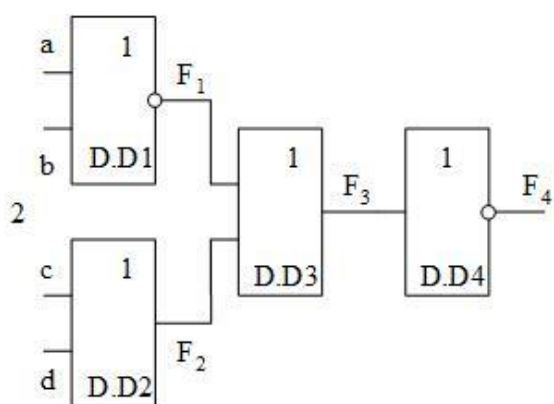
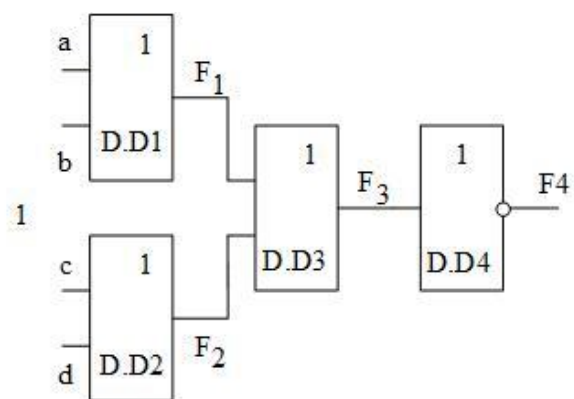
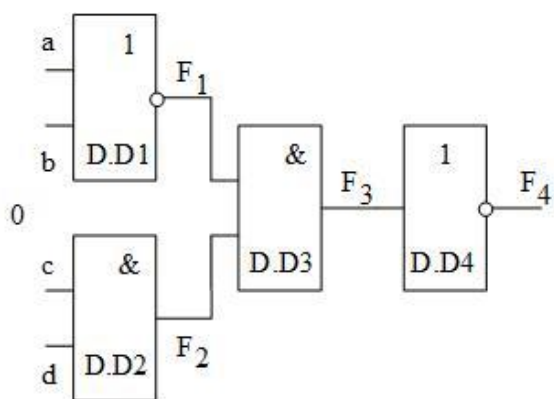
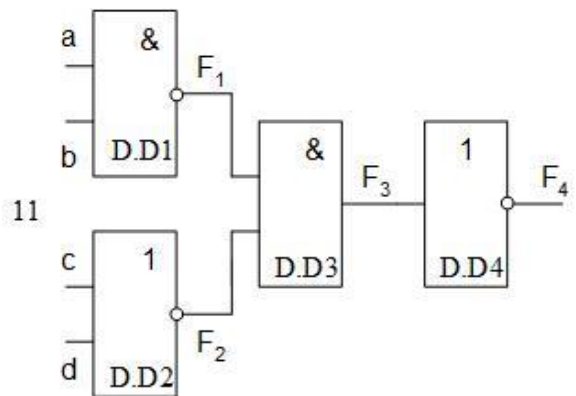
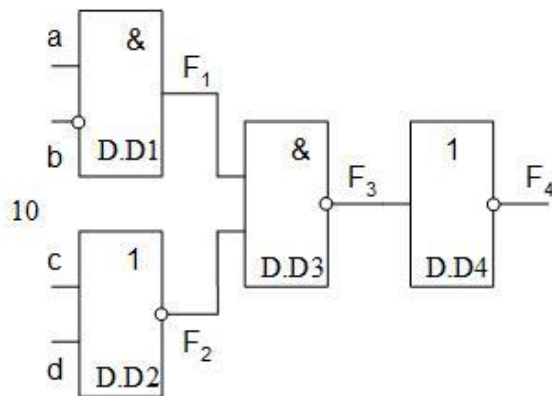
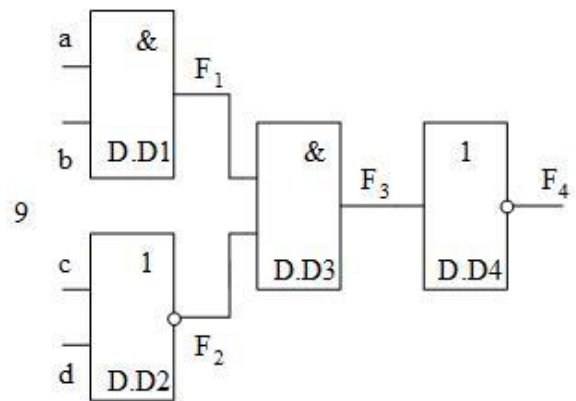
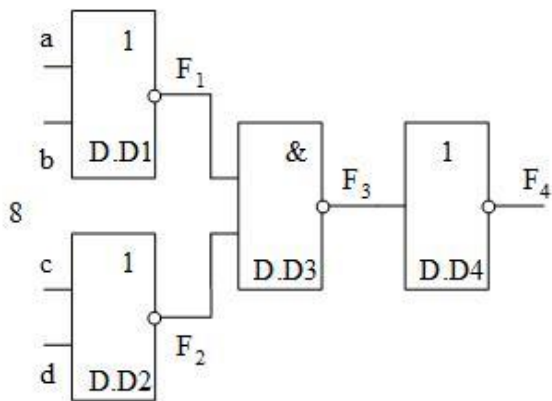
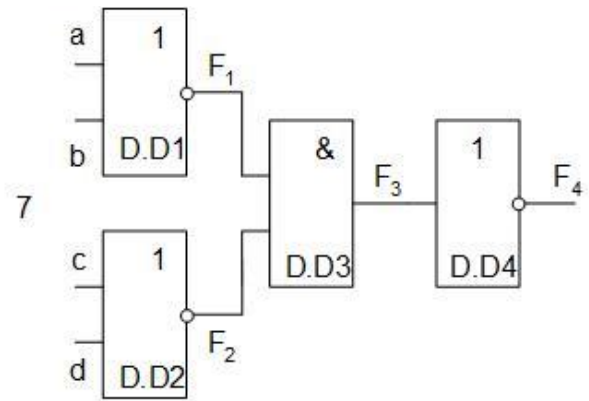
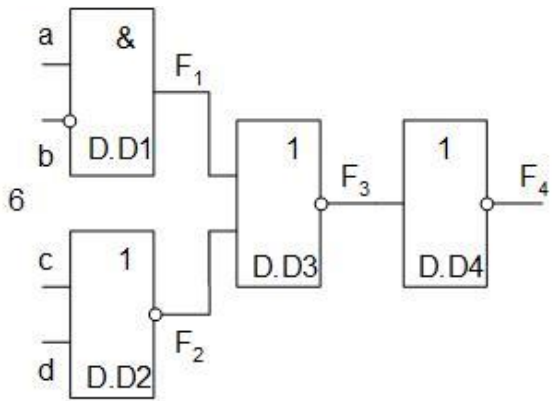
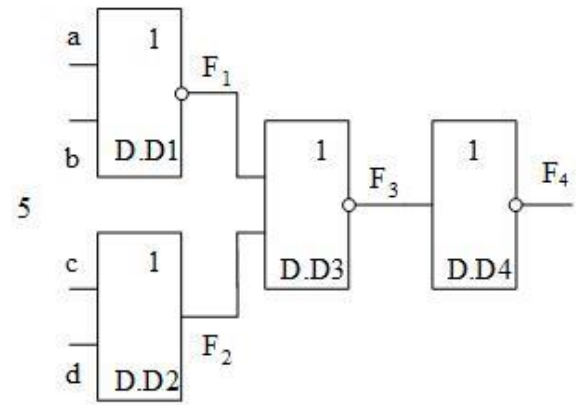
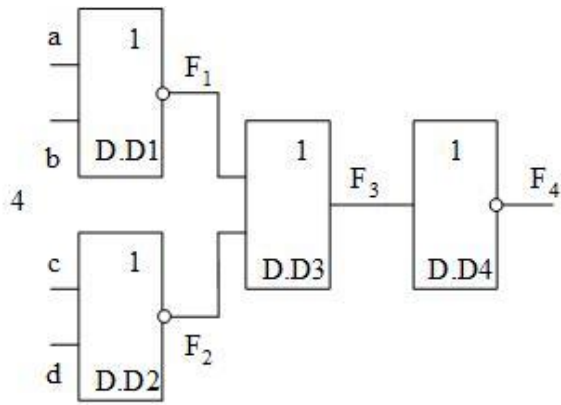
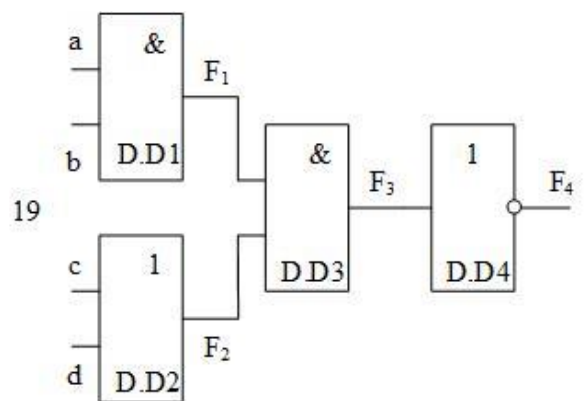
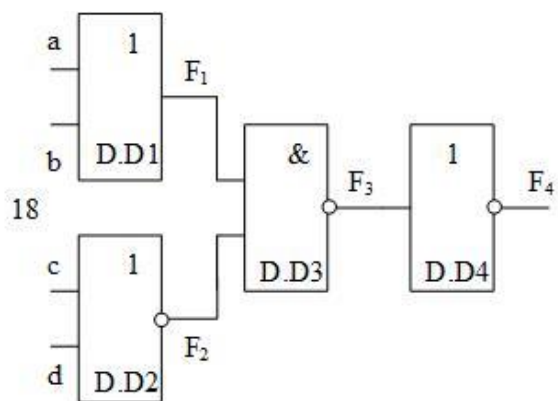
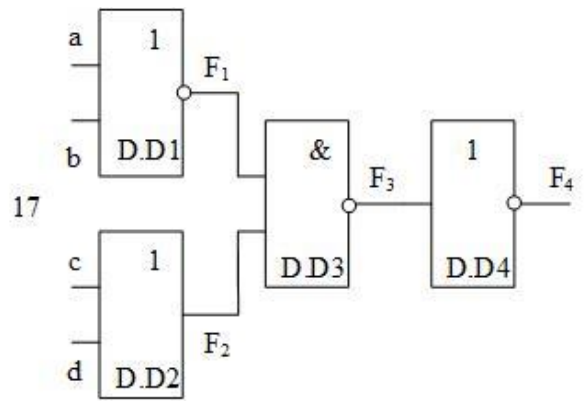
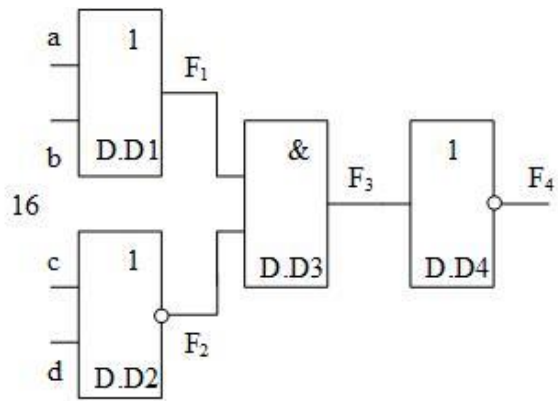
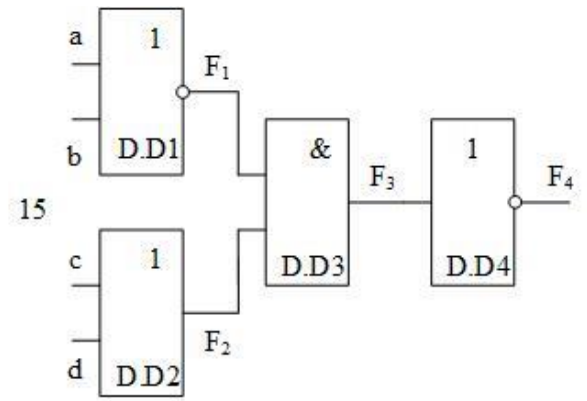
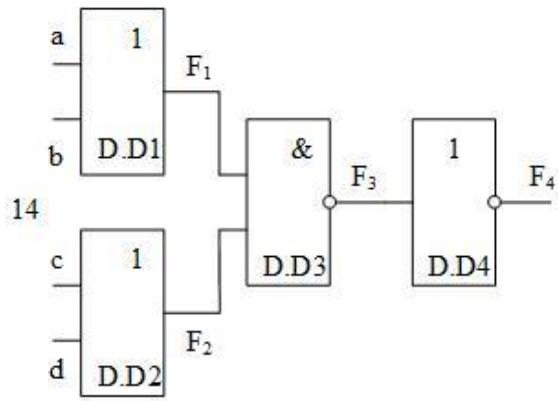
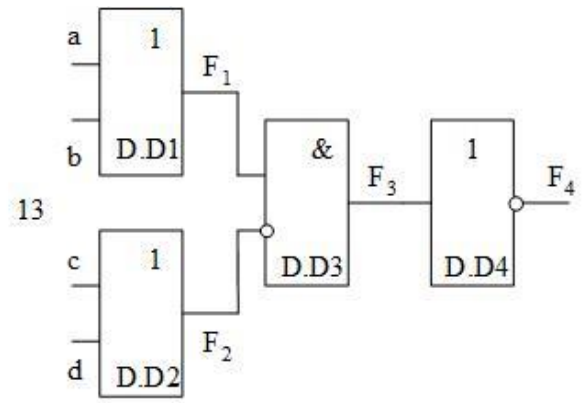
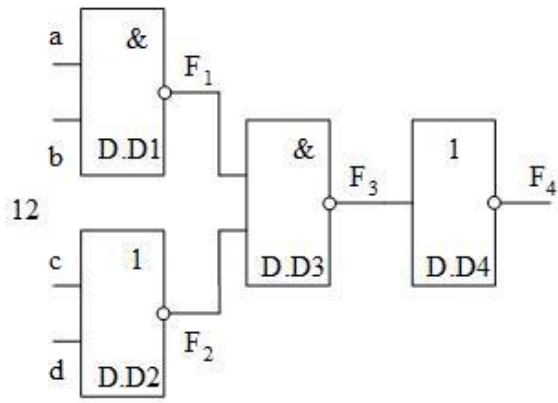


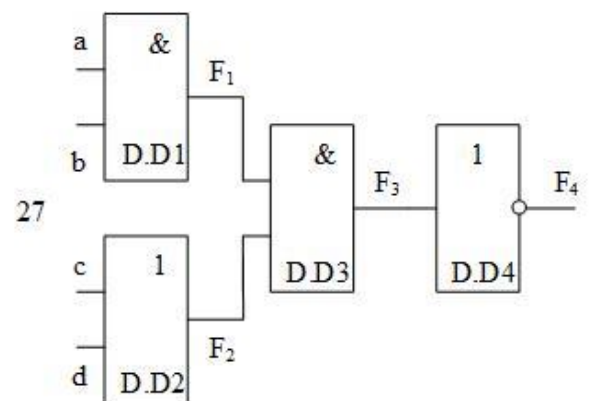
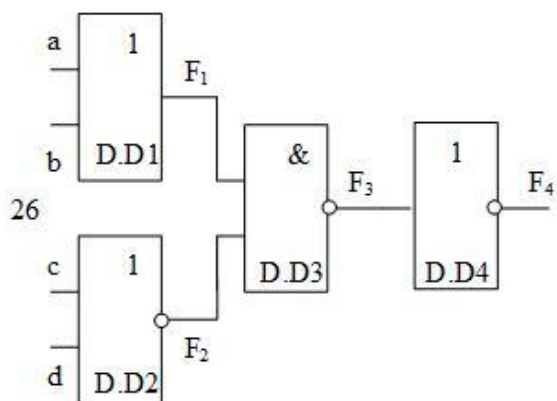
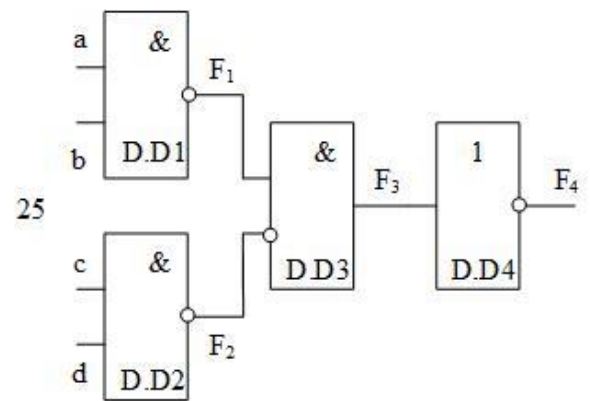
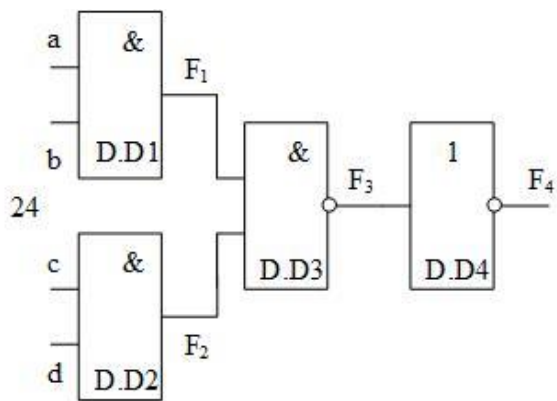
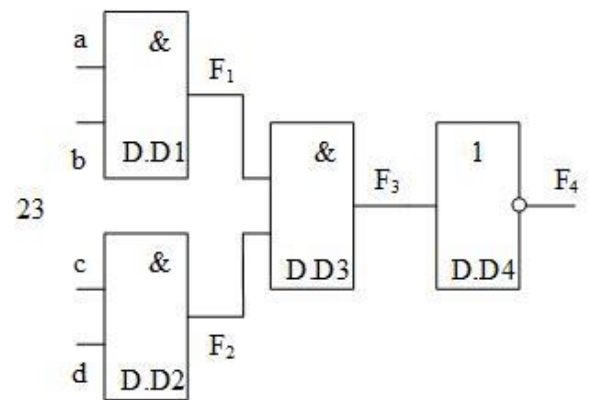
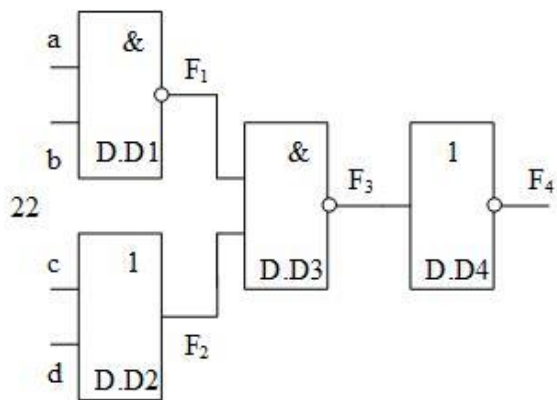
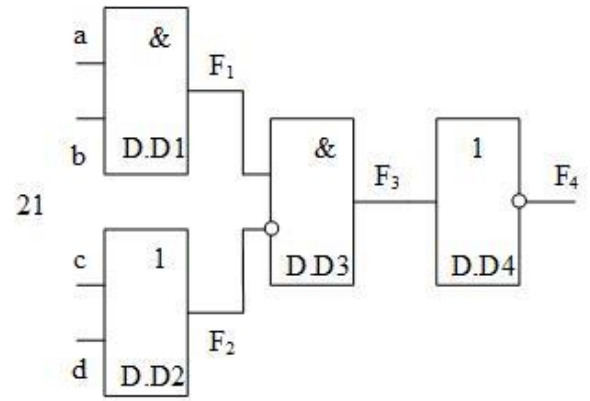
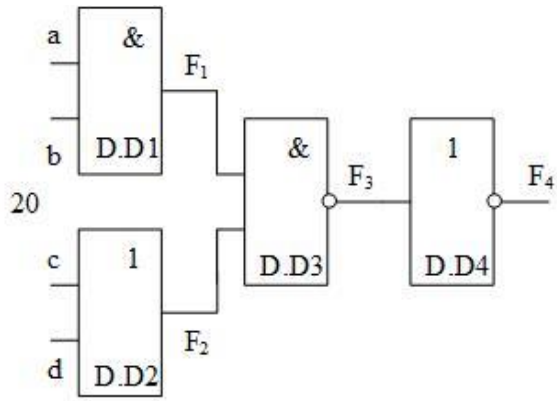
Рис. 3.1. Схема D.D 1-3

Варианты схем:









СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов И. И., Соловьев Г. И., Фролов В. Я. Электротехника и основы электроники: Учебник. 7-е изд., перераб. и доп. — СПб.: Издательство «Лань», 2012. — 736 с.
2. Касаткин А.С., Немцов М.В. Электротехника: - 12-е изд., стереотип.—М.: Высшая школа, 2008.-544с.
3. Николаев. Д.С. Введение в электротехнику [Текст]: учеб. пособие / Д.С. Николаев. — Владивосток: Мор. гос. ун-т, 2011. — 75 с.
4. Электротехника и электроника: Учебное пособие для вузов / В.В. Кононенко [и др.]. — Изд. 2-е. — Ростов н/Д: Феникс, 2005. — 752 с.: илл. — (Высшее образование).
5. Осокин Б.В., Хайдуков О.П. Электрооборудование судов. — М.: Транспорт, 1982.
6. Сборник задач по электротехнике и основам электроники/ Под ред. В.С.Пантюшина. — М. Высшая школа, 1979.
7. Основы промышленной электроники: Учеб. для неэлектротехн. спец. вузов/ В.Г.Герасимов и др.; Под ред. В.Г.Герасимова. 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 1986. - 336 с., ил.

Николаев Д.С., Юрин В.Н., Юрина Н.Н

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА.

Учебно-методическое пособие

Усл. печ. л. 2,25

Тираж 100 экз.

Формат 60 × 84 1/16

Заказ №

Отпечатано в типографии ИПК МГУ им. адм. Г. И. Невельского
690059, Владивосток, 59, ул. Верхнепортовая, 50 а