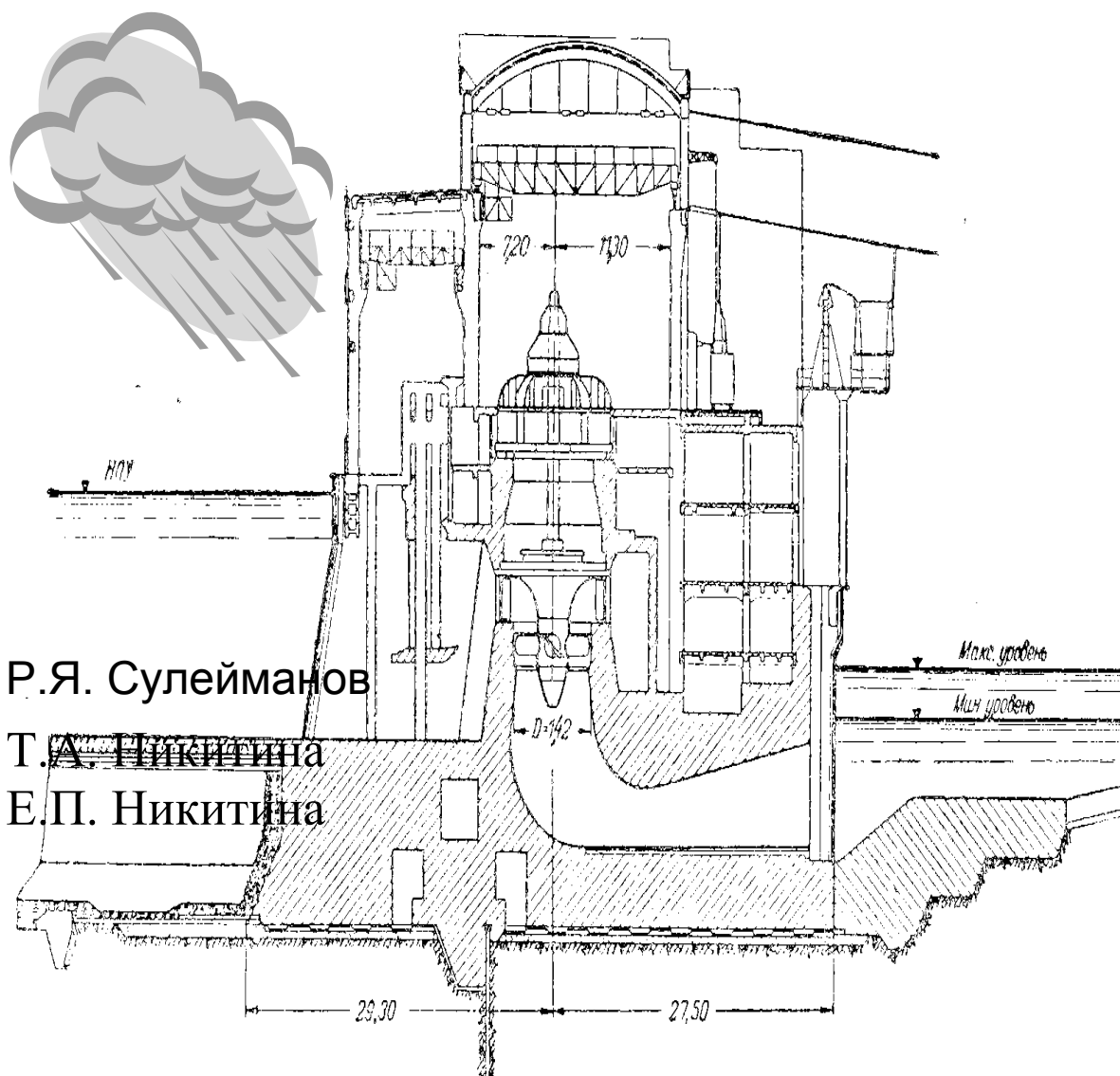


Федеральное агентство железнодорожного транспорта
Уральский государственный университет путей сообщения
Кафедра «Теоретические основы электротехники»



Расчетно-графические работы

Екатеринбург
2008

Федеральное агентство железнодорожного транспорта
Уральский государственный университет путей сообщения
Кафедра «Теоретические основы электротехники»

Р. Я. Сулейманов
Т. А. Никитина
Е. П. Никитина

Расчетно-графические работы

Сборник задач для студентов дневного отделения специальностей
190401 – «Электроснабжение железных дорог», 190303 – «Электрический транспорт
железных дорог», 210700 – «Автоматика, телемеханика на ж.-д. транспорте»

2-е издание, дополненное и переработанное

Екатеринбург
2008

УДК 621.3.013

С 89

Сулейманов Р. Я. Расчетно-графические работы: сборник задач.– Екатеринбург: УрГУПС, 2008.– 52 с.

Сборник заданий по ТОЭ предназначен для студентов дневного отделения университета специальностей 190401 – «Электроснабжение железных дорог», 190303 – «Электрический транспорт железных дорог», 210700 – «Автоматика, телемеханика на ж.-д. транспорте», изучающих дисциплину в соответствии с учебными планами и программами.

Сборник включает шесть расчетно-графических работ, выполняемых студентами самостоятельно в течение времени изучения дисциплины.

Для каждой расчетно-графической работы определены объем и содержание, приведены варианты числовых данных и расчетные схемы. Конкретные числовые данные и схемы задаются преподавателем для каждого студента индивидуально.

Рекомендован к печати на заседании кафедры ТОЭ протокол № 9 от 2 сентября 2008г.

Авторы: Р. Я. Сулейманов – доцент каф. ТОЭ, канд. техн. наук, УрГУПС,
Т. А. Никитина – инженер, ст. преподаватель каф. ТОЭ, УрГУПС
Е. П. Никитина – инженер, ст. преподаватель каф. ТОЭ, УрГУПС

Рецензент: А. П. Сухогузов – зав. каф. ТОЭ, канд. техн. наук, УрГУПС

©Уральский государственный университет путей сообщения (УрГУПС), 2008

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Расчетно-графическая работа № 1 РАСЧЕТ РАЗВЕТВЛЕННОЙ ЦЕПИ ПОСТОЯННОГО ТОКА.....	5
2. Расчетно-графическая работа № 2 РАСЧЕТ ОДНОФАЗНОЙ ЦЕПИ СИНУСОИДАЛЬНОГО ТОКА.....	11
3. Расчетно-графическая работа № 3 РАСЧЕТ РАЗВЕТВЛЕННОЙ ЦЕПИ СИНУСОИДАЛЬНОГО ТОКА С ДВУМЯ ИСТОЧНИКАМИ И СО ВЗАИМНОЙ ИНДУКЦИЕЙ.....	18
4. Расчетно-графическая работа № 4 РАСЧЕТ НЕСИММЕТРИЧНОЙ ТРЕХФАЗНОЙ ЦЕПИ	25
5. Расчетно-графическая работа № 5 РАСЧЕТ ПЕРЕХОДНОГО ПРОЦЕССА В РАЗВЕТВЛЕННОЙ ЦЕПИ...	34
6. Расчетно-графическая работа № 6 РАСЧЕТ НЕЛИНЕЙНЫХ ЦЕПЕЙ	40

1. Расчетно-графическая работа № 1
РАСЧЕТ РАЗВЕТВЛЕННОЙ ЦЕПИ ПОСТОЯННОГО
ТОКА

Содержание работы

Заданы параметры цепи (табл. 1).

Требуется:

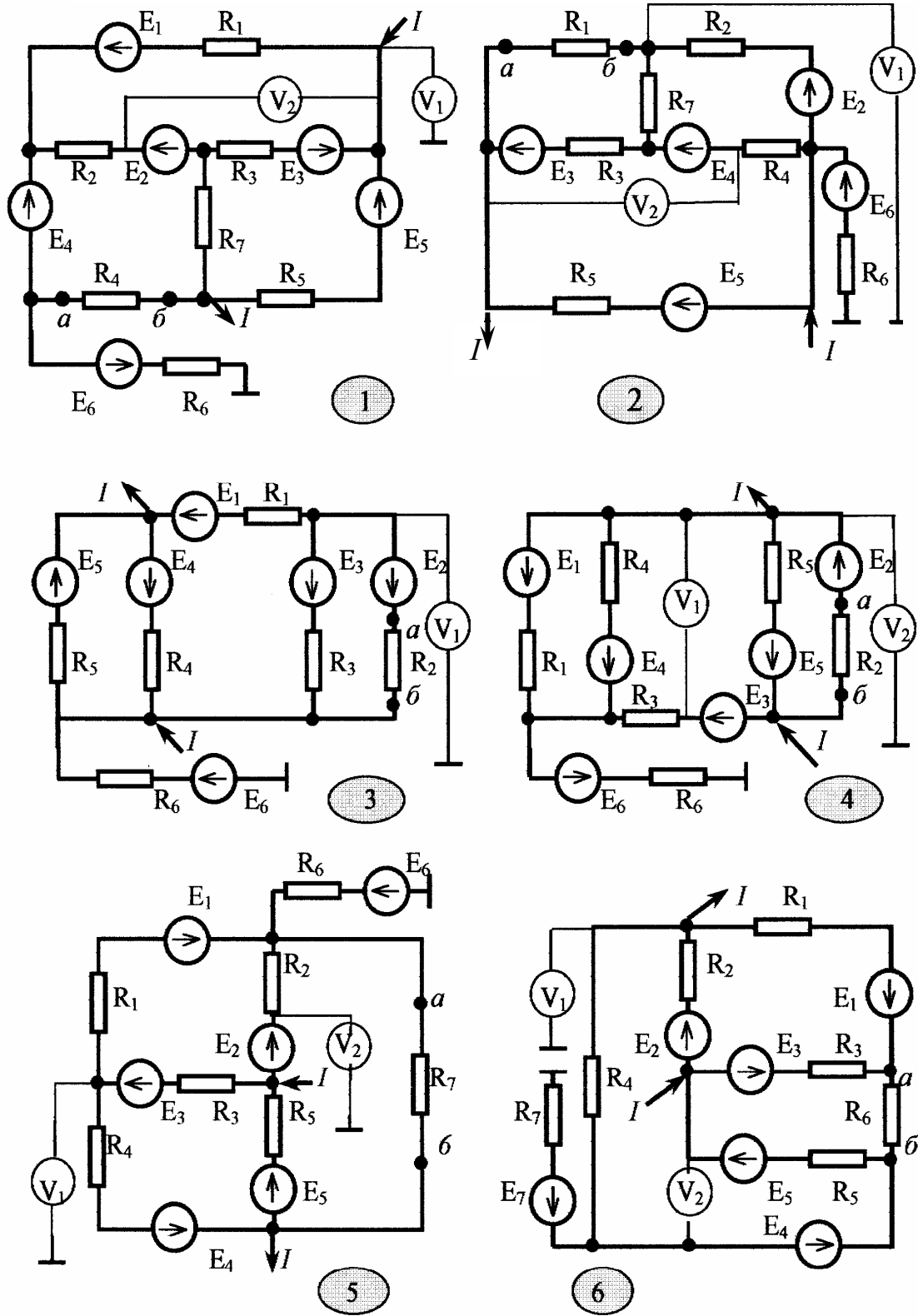
1. Рассчитать токи во всех ветвях методом контурных токов.
2. Проверить правильность решения по законам Кирхгофа.
3. Составить баланс мощностей.
4. Построить потенциальную диаграмму для замкнутого контура, проходящего через точки подсоединения вольтметров и точку заземления. Определить показания вольтметров по потенциальной диаграмме.
5. Определить ток в резисторе, подключенном к точкам $a - \bar{b}$, методом эквивалентного генератора. При определении ЭДС холостого хода воспользоваться методом узловых потенциалов.

Таблица 1

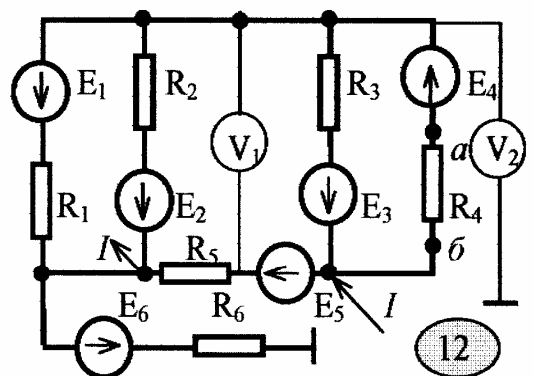
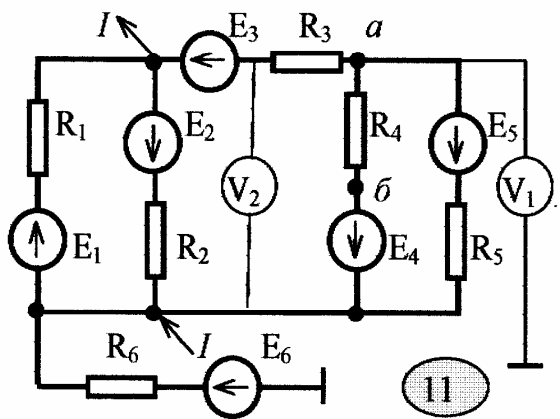
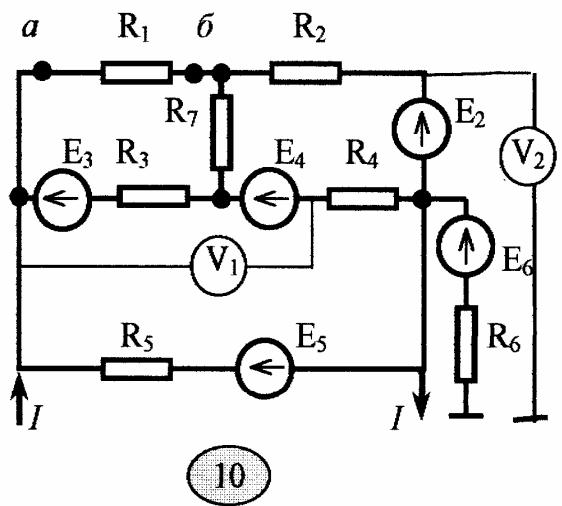
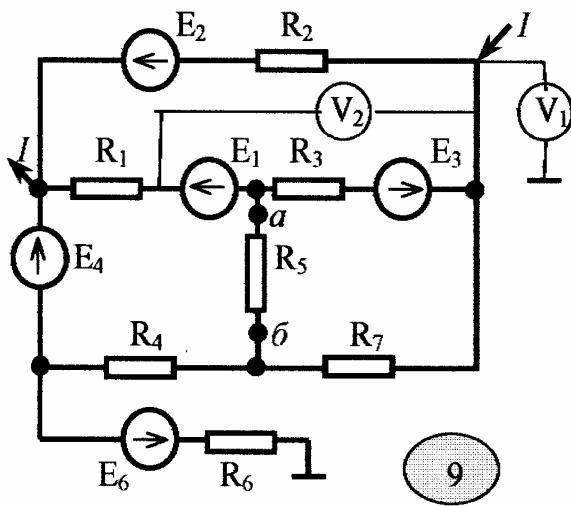
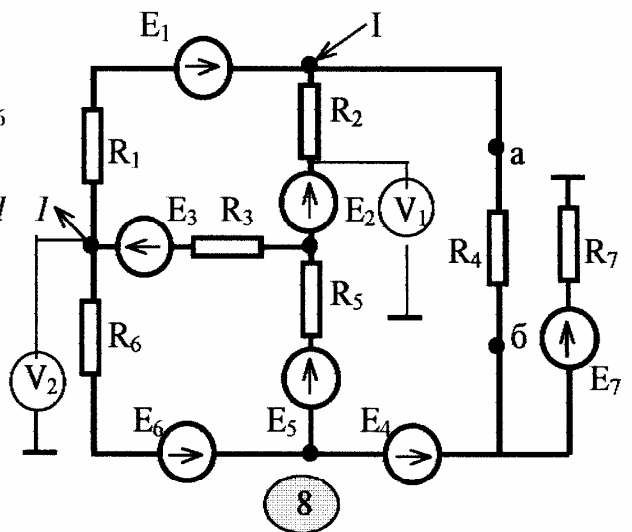
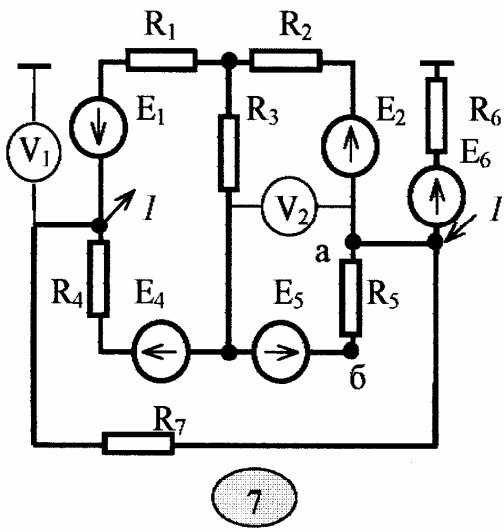
Параметры цепи для РГР-1

	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	R_6	R_7	I
1	40	20	70	50	60	30	5	8	15	4	6	9	12	5
2	20	20	60	60	75	40	80	90	6	12	8	15	20	4
3	90	100	30	75	50	120	15	12	6	8	10	14	25	2
4	60	50	70	80	100	40	25	10	12	6	20	8	15	3
5	100	30	60	90	40	80	15	6	10	18	8	5	12	2
6	20	40	90	30	60	50	10	4	16	8	12	25	6	3
7	80	100	60	50	90	30	16	10	20	6	18	22	8	2
8	40	120	80	90	30	50	12	15	10	8	3	9	18	5
9	90	80	120	50	75	60	18	6	20	12	15	9	10	3
10	80	60	75	100	50	90	20	15	25	10	5	14	8	4
11	40	50	20	60	80	30	8	12	6	15	16	20	10	3
12	50	70	30	60	100	75	18	5	12	20	10	25	16	6
13	60	90	40	75	120	80	10	16	6	25	12	14	20	4
14	80	100	30	75	90	40	16	4	20	10	15	22	12	3
15	40	80	60	30	70	50	15	20	12	8	10	14	18	4
16	40	20	70	50	60	30	5	8	15	4	6	9	12	5
17	20	20	60	60	75	40	80	90	6	12	8	15	20	4
18	90	100	30	75	50	120	15	12	6	8	10	14	25	2
19	60	50	70	80	100	40	25	10	12	6	20	8	15	3
20	100	30	60	90	40	80	15	6	10	18	8	5	12	2
21	20	40	90	30	60	50	10	4	16	8	12	25	6	3
22	80	100	60	50	90	30	16	10	20	6	18	22	8	2
23	40	120	80	90	30	50	12	15	10	8	3	9	18	5
24	90	80	120	50	75	60	18	6	20	12	15	9	10	3
25	80	60	75	100	50	90	20	15	25	10	5	14	8	4
26	40	50	20	60	80	30	8	12	6	15	16	20	10	3
27	50	70	30	60	100	75	18	5	12	20	10	25	16	6
28	60	90	40	75	120	80	10	16	6	25	12	14	20	4
29	80	100	30	75	90	40	16	4	20	10	15	22	12	3
30	40	80	60	30	70	50	15	20	12	8	10	14	18	4

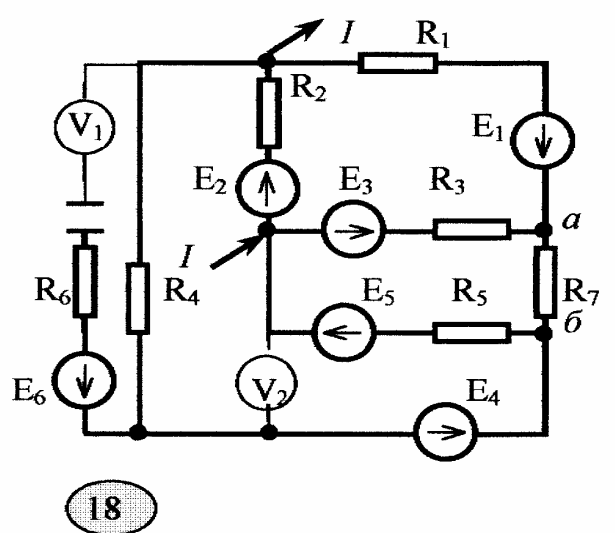
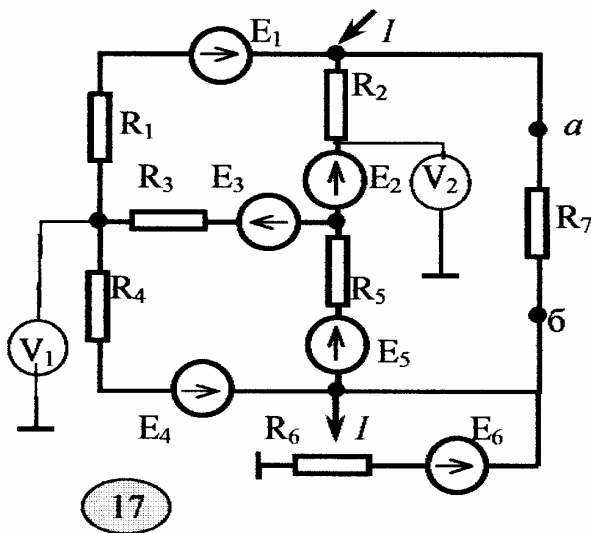
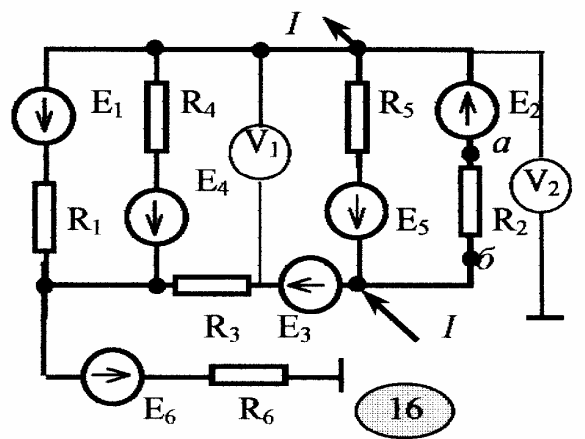
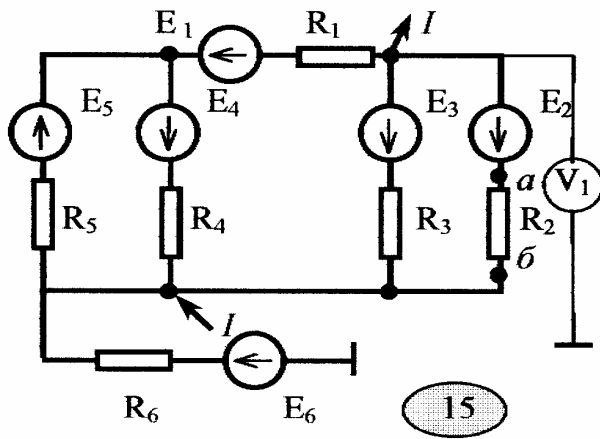
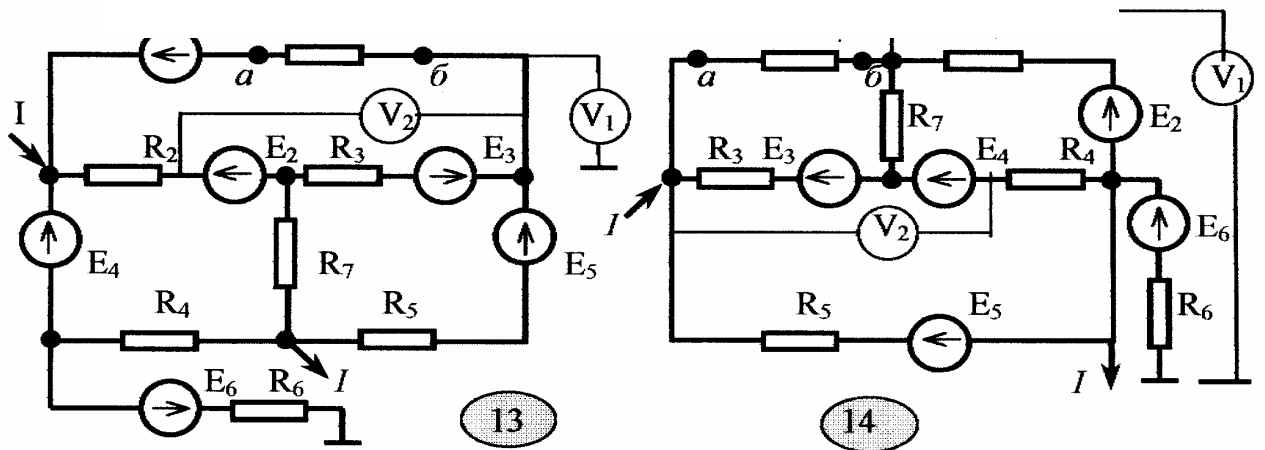
Примечания: ЭДС даны в Вольтах, сопротивления – в Омах,
токи – в Амперах.



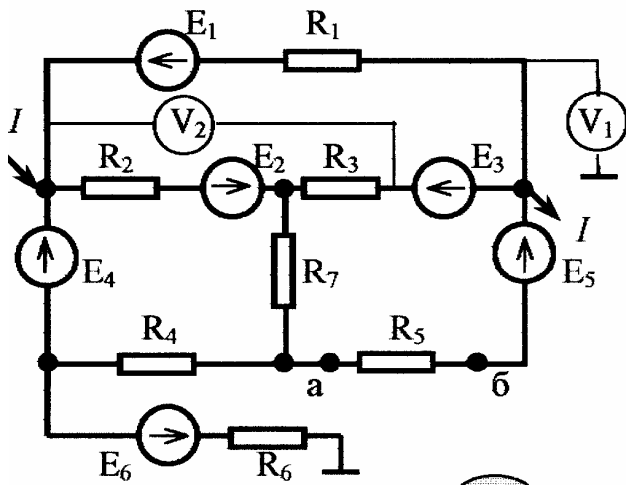
Рисунки к РГР-1



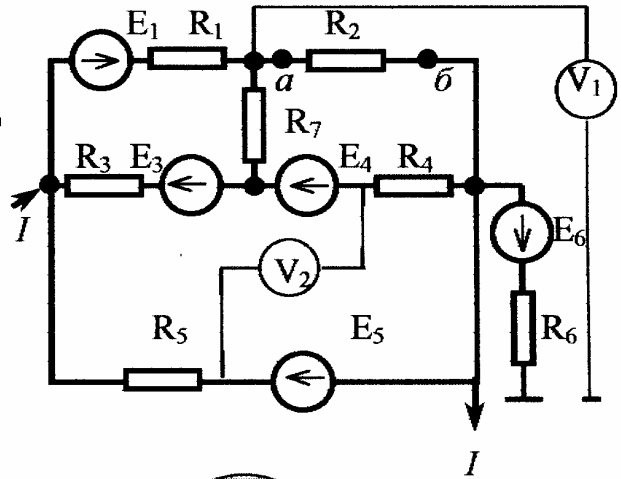
Рисунки к РГР-1



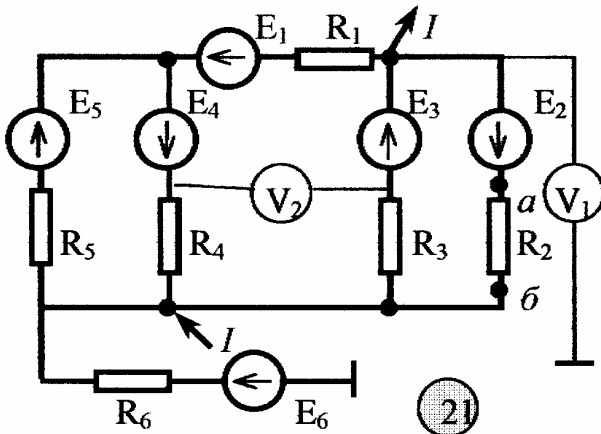
Рисунки к РГР-1



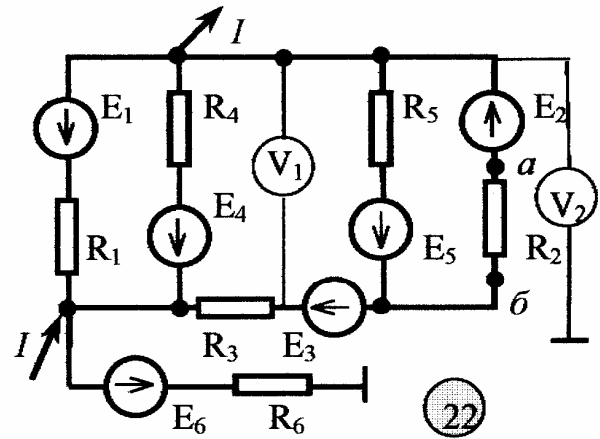
19



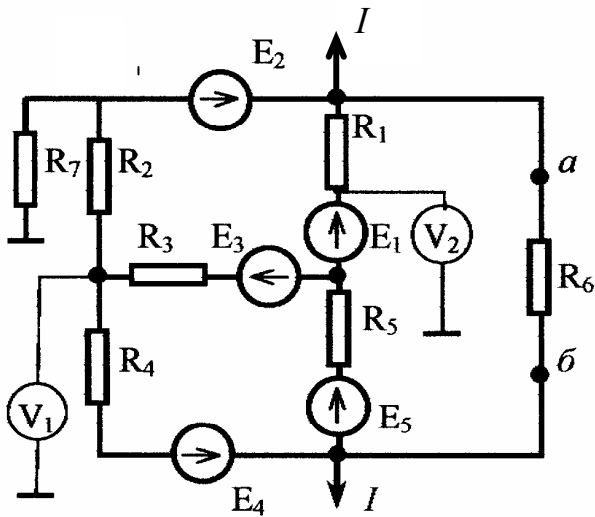
20



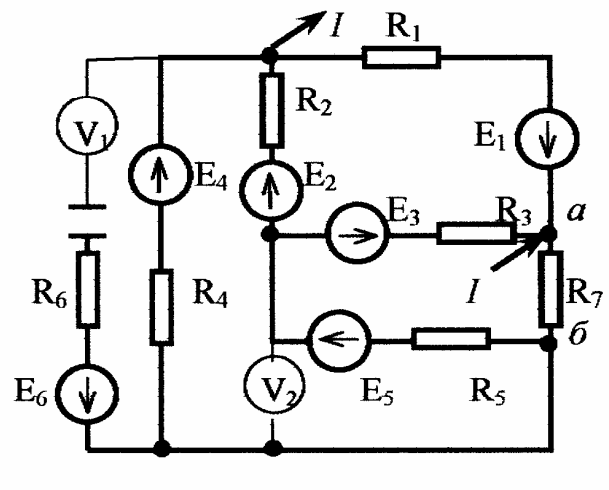
21



22

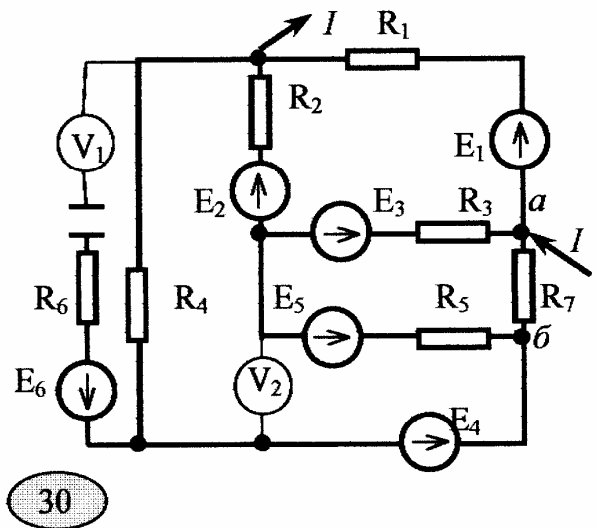
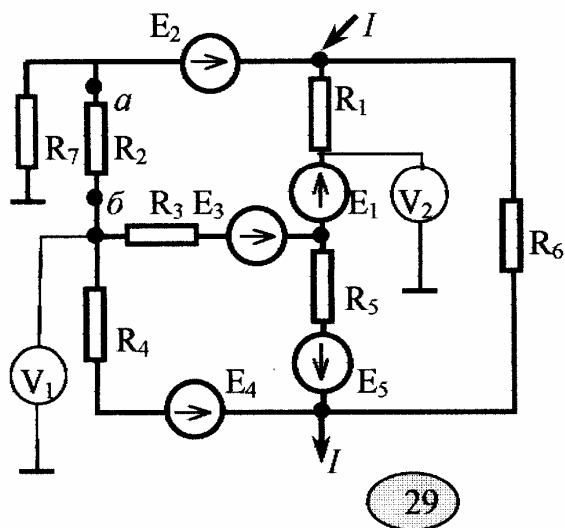
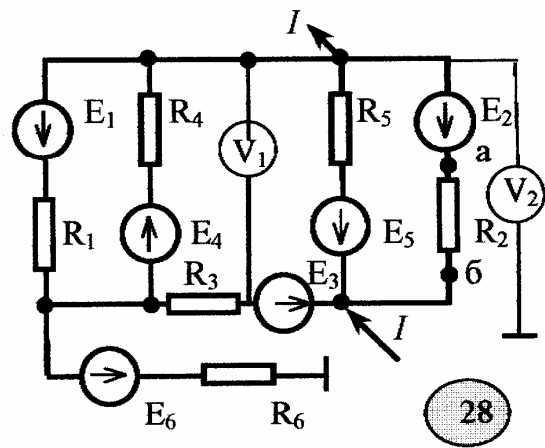
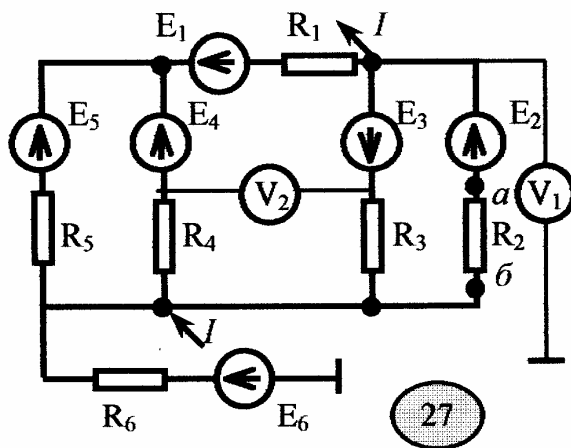
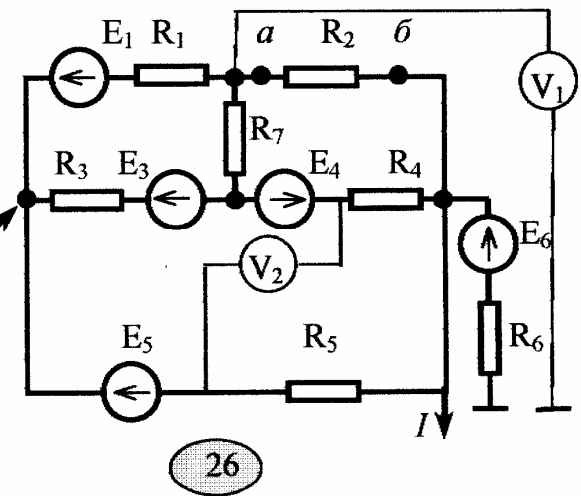
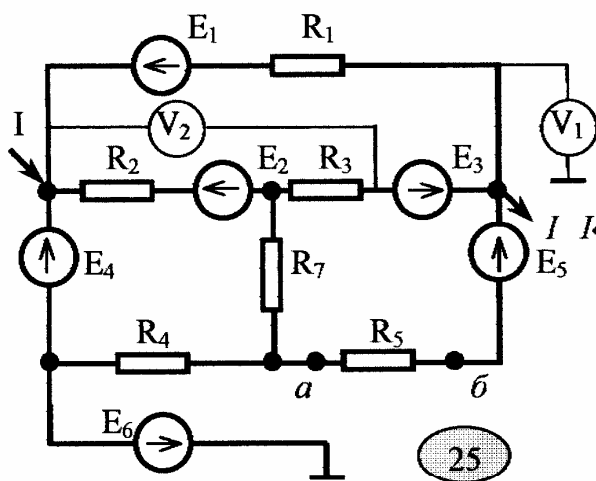


23



24

Рисунки к РГР-1



Рисунки к РГР-1

2. Расчетно-графическая работа № 2

РАСЧЕТ ОДНОФАЗНОЙ ЦЕПИ СИНУСОИДАЛЬНОГО ТОКА СИМВОЛИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Содержание работы

Заданы параметры цепи и напряжение на одном из участков цепи, включенном между точками *a-b*:

$$u = U_m \sin(\omega t + \psi)$$

Требуется:

1. Определить токи и напряжения на всех участках цепи символическим методом.
2. Записать выражения для мгновенных значений всех токов и напряжений.
3. Сделать проверку правильности решения по законам Кирхгофа.
4. Составить баланс активных и реактивных мощностей.
5. Построить волновые диаграммы напряжения, тока и мощности на входе цепи
6. Построить векторную диаграмму токов и напряжений.

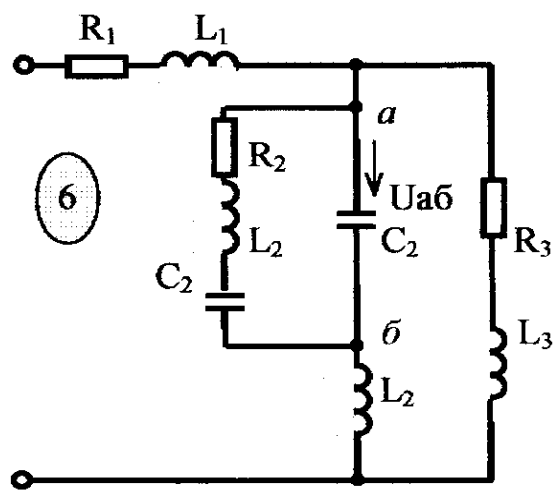
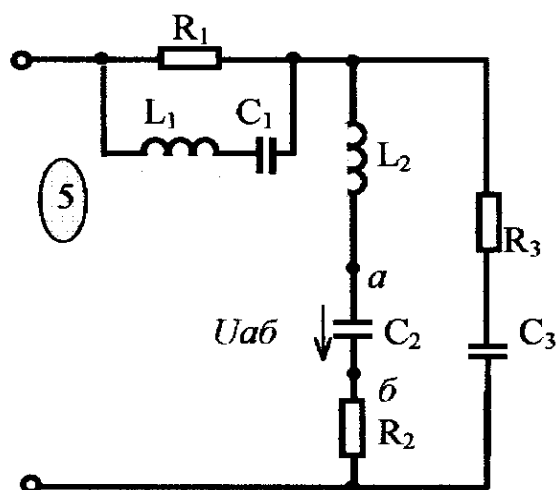
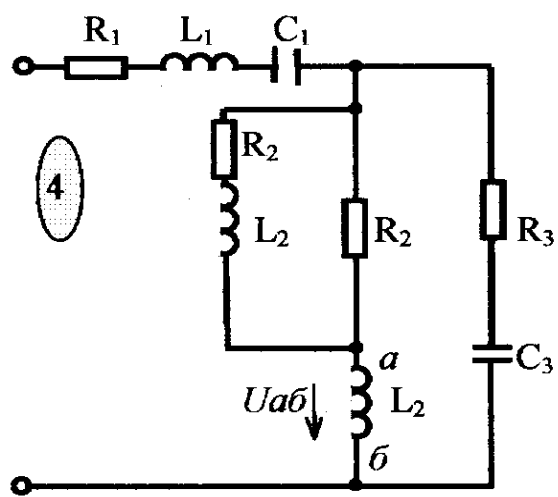
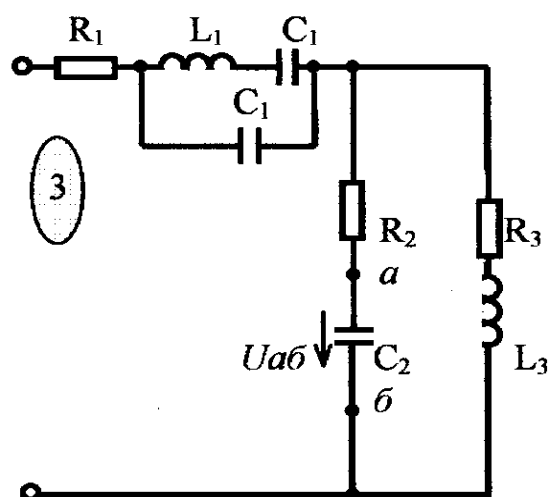
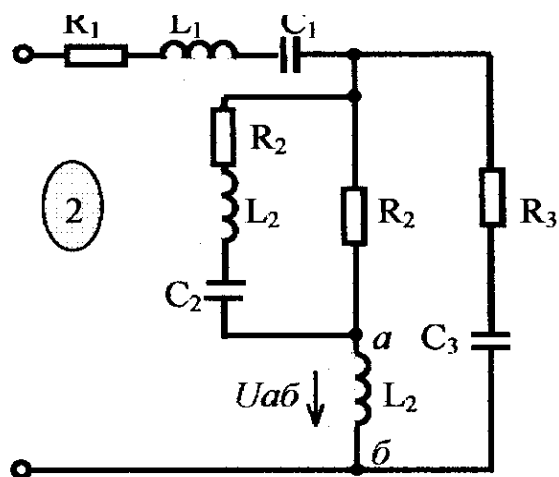
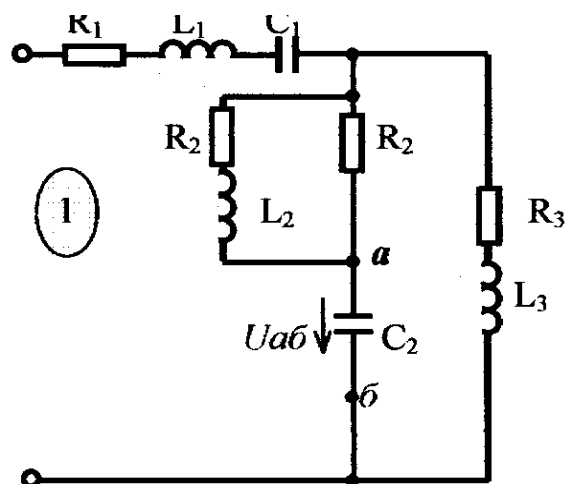
Числовые данные приведены в табл. 2

Таблица 2

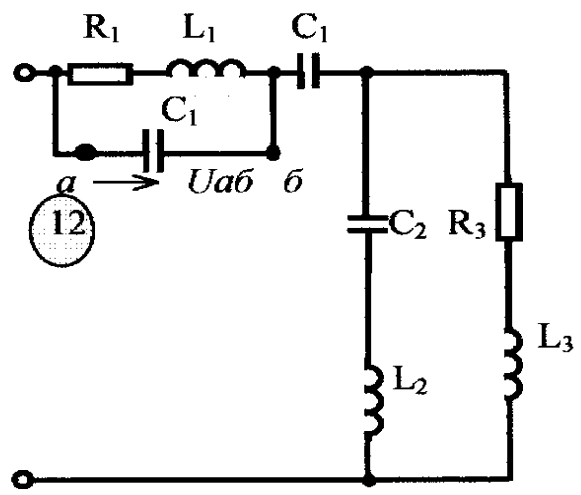
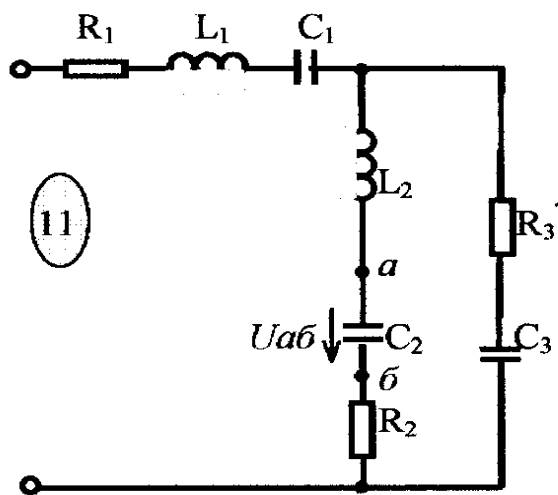
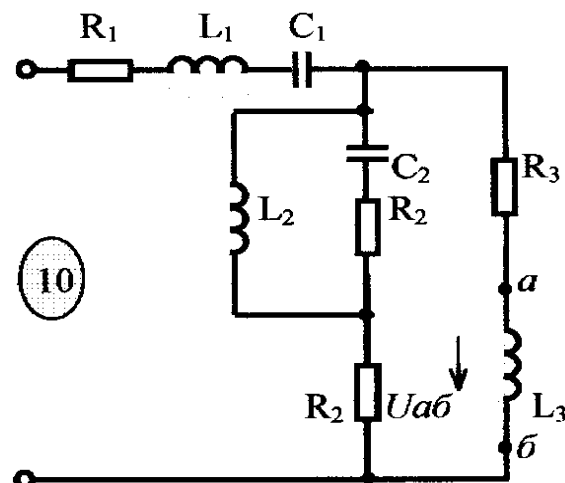
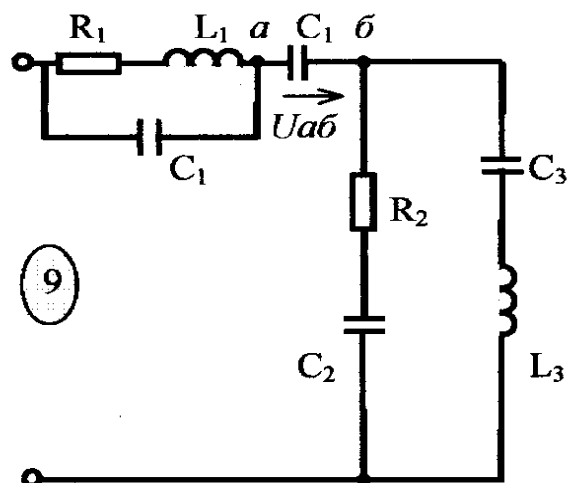
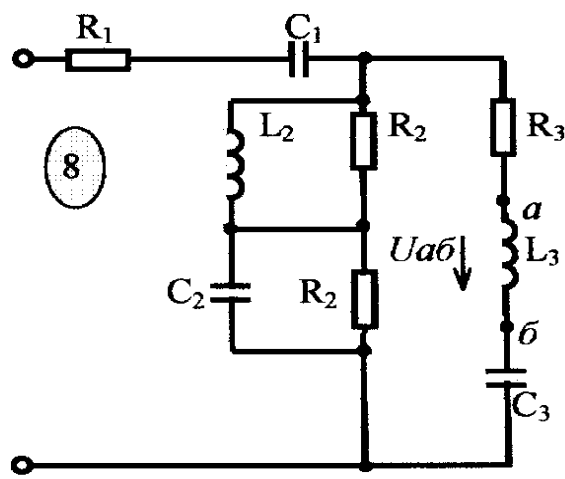
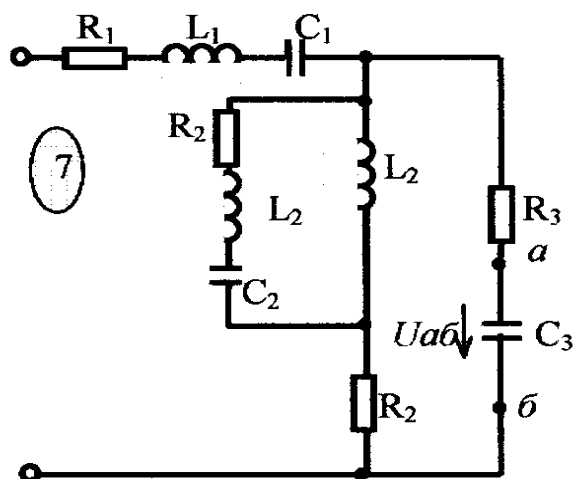
Числовые данные для РГР-2

	R ₁ Ом	L ₁ мГн	C ₁ мкФ	R ₁ Ом	L ₂ мГн	C ₂ мкФ	R ₃ Ом	R ₃ мГн	C ₃ мкФ	U м В	Ψ рад
1	12	70	500	18	30	125	10	50	450	25√2	π/6
2	15	25	125	12	80	500	8	10	200	50√2	π/4
3	10	60	600	16	15	150	12	75	400	30√2	π/3
4	20	20	100	10	70	400	14	30	125	40√2	π/2
5	8	50	650	12	20	200	15	70	500	60√2	π/6
6	18	100	300	6	25	125	10	60	400	15√2	π/4
7	12	25	150	9	60	600	18	40	100	100√2	π/3
8	15	30	175	10	90	300	6	10	250	70√2	π/2
9	20	80	450	15	30	175	10	50	600	80√2	π/6
10	16	40	100	8	50	500	12	20	200	60√2	π/2
11	10	75	600	6	10	150	15	40	125	75√2	π/4
12	8	15	200	10	75	600	14	30	125	50√2	π/3
13	20	50	125	10	25	100	16	75	300	30√2	π/2
14	10	60	650	15	75	350	12	25	175	20√2	π/4
15	18	90	400	6	15	250	10	50	600	90√2	π/6
16	12	70	500	18	30	125	10	50	450	25√2	π/6
17	15	25	125	12	80	500	8	10	200	50√2	π/4
18	10	60	600	16	15	150	12	75	400	30√2	π/3
19	20	20	100	10	70	400	14	30	125	40√2	π/2
20	8	50	650	12	20	200	15	70	500	60√2	π/6
21	18	100	300	6	25	125	10	60	400	15√2	π/4
22	12	25	150	9	60	600	18	40	100	100√2	π/3
23	15	30	175	10	90	300	6	10	250	70√2	π/2
24	20	80	450	15	30	175	10	50	600	80√2	π/6
25	16	40	100	8	50	500	12	20	200	6√2	π/2
26	10	75	600	6	10	150	15	40	125	75√2	π/4
27	8	15	200	10	75	600	14	30	125	50√2	π/3
28	20	50	125	10	25	100	16	75	300	30√2	π/2
29	10	60	650	15	75	350	12	25	175	20√2	π/3
30	18	90	400	6	15	250	10	50	600	90√2	π/6

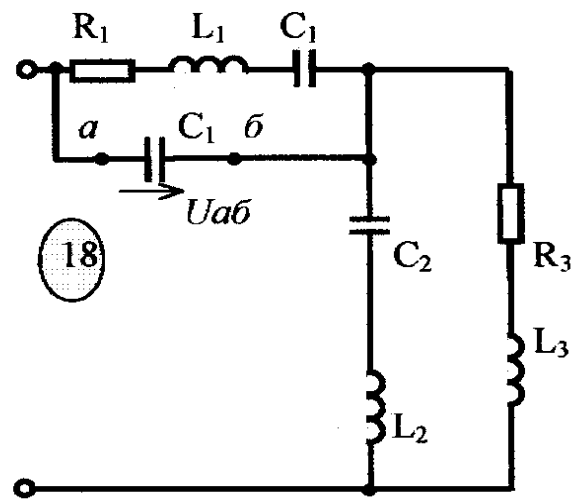
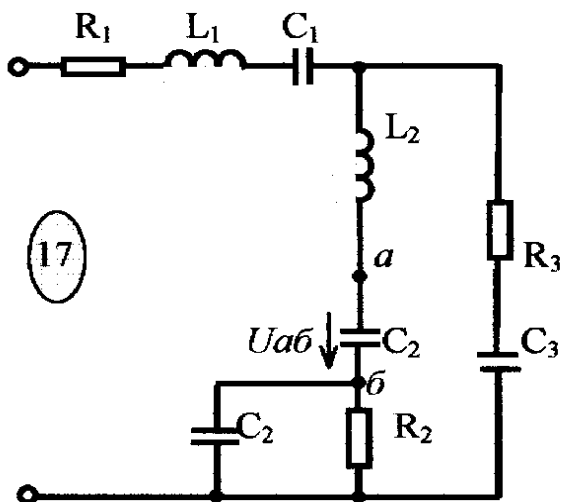
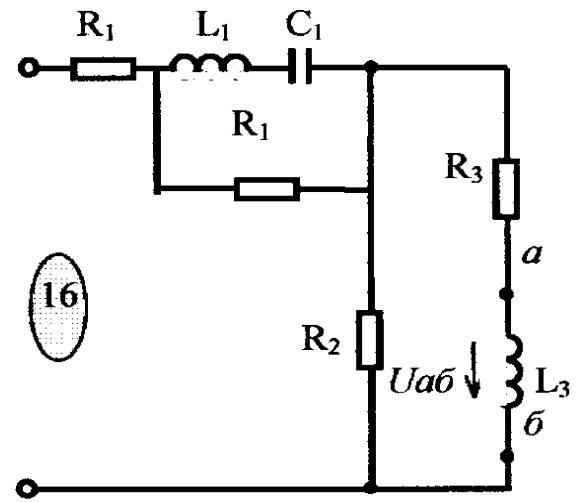
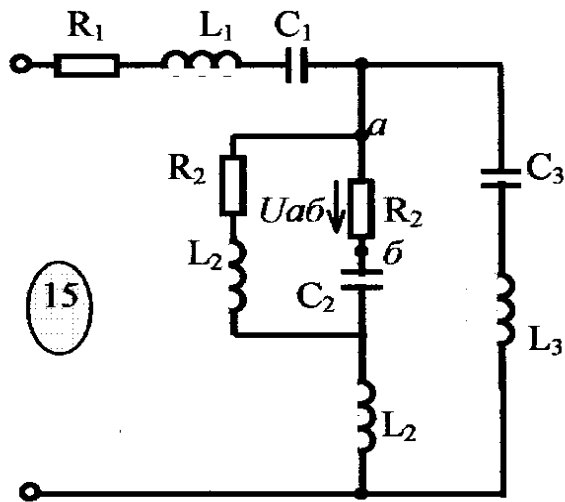
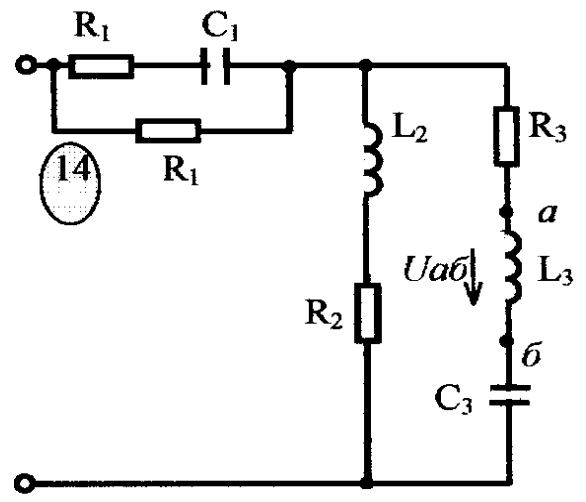
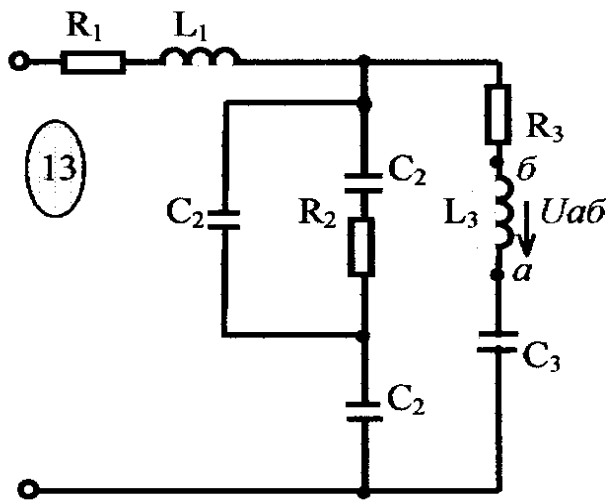
Частота 50 Гц.



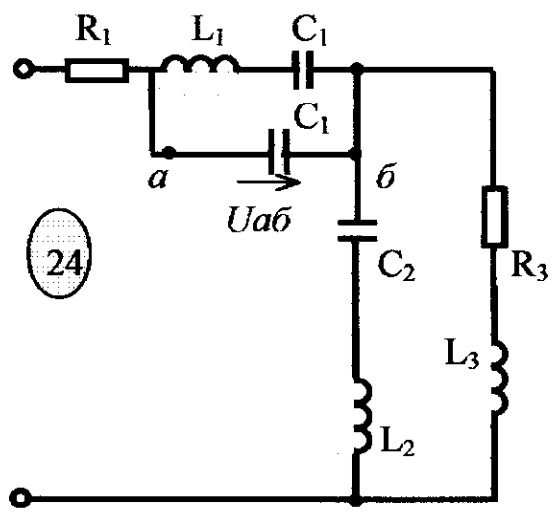
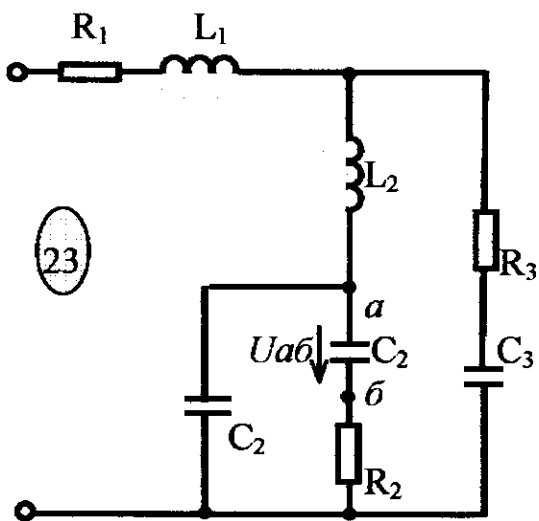
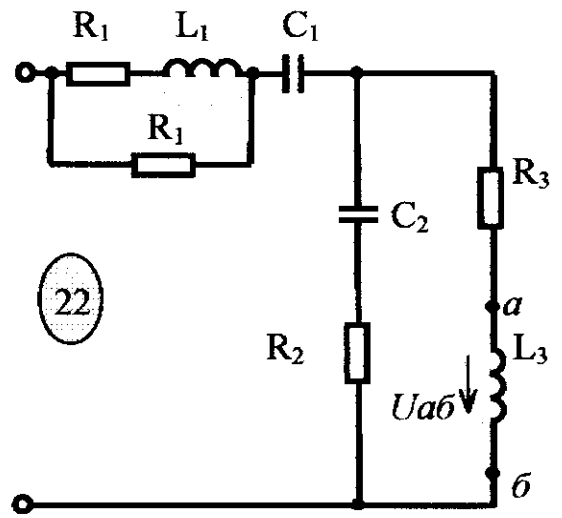
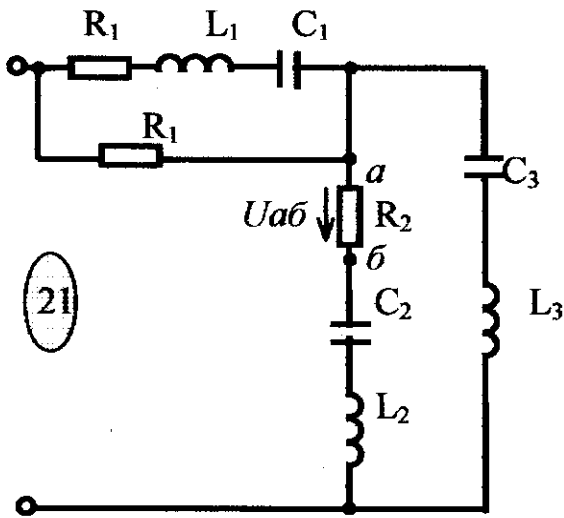
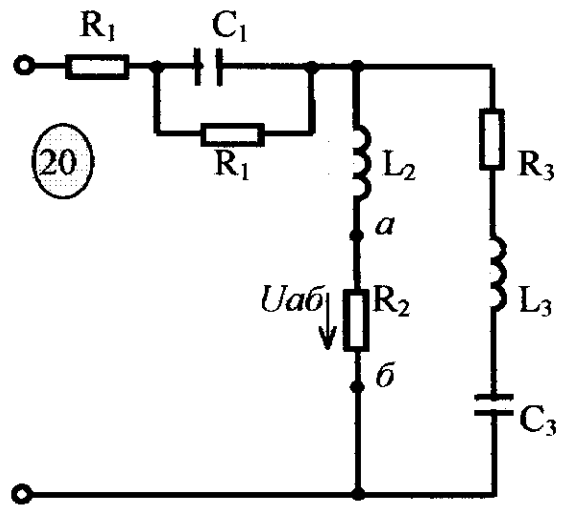
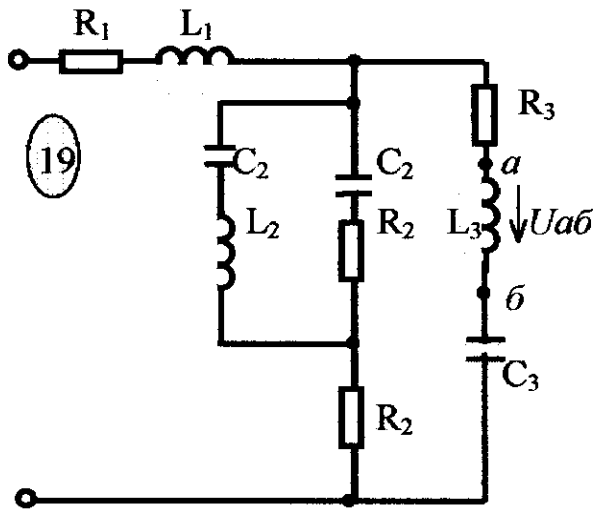
Рисунки к РГР-2



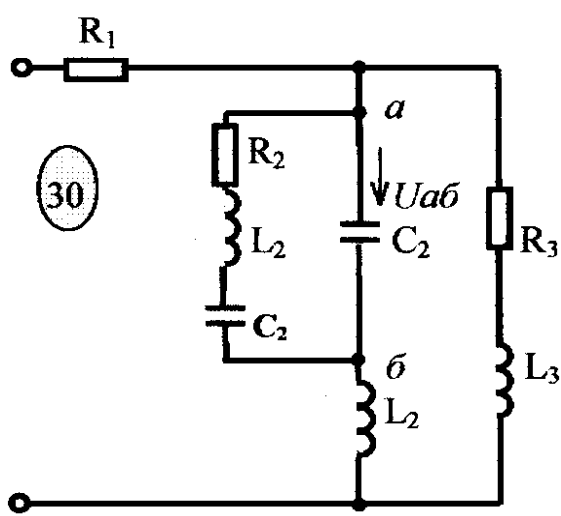
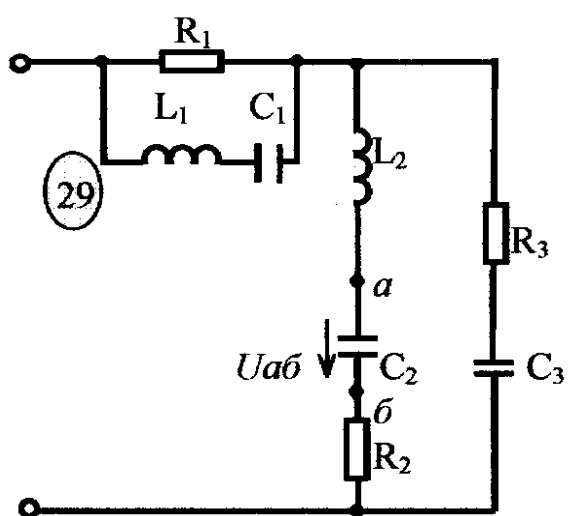
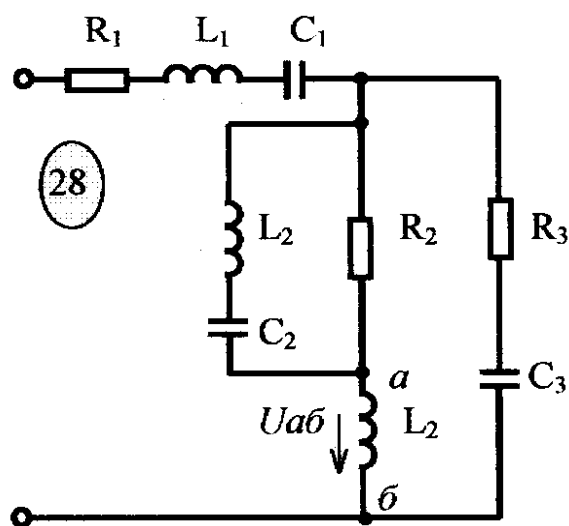
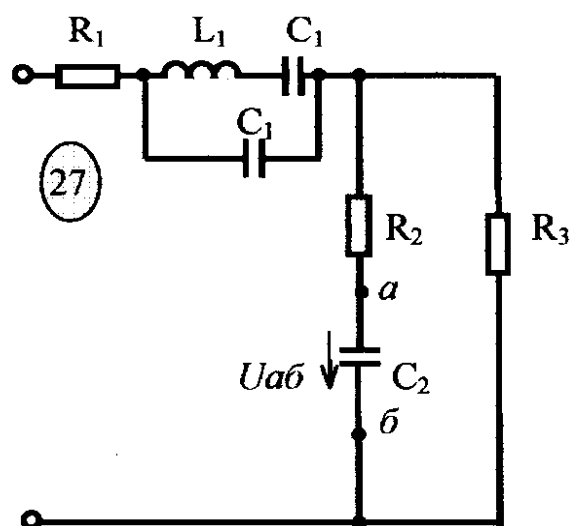
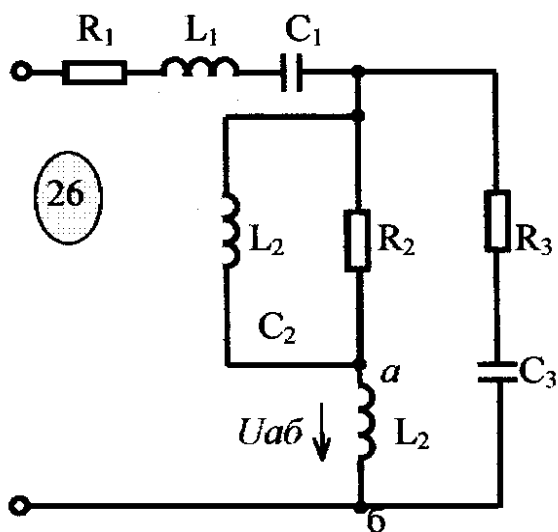
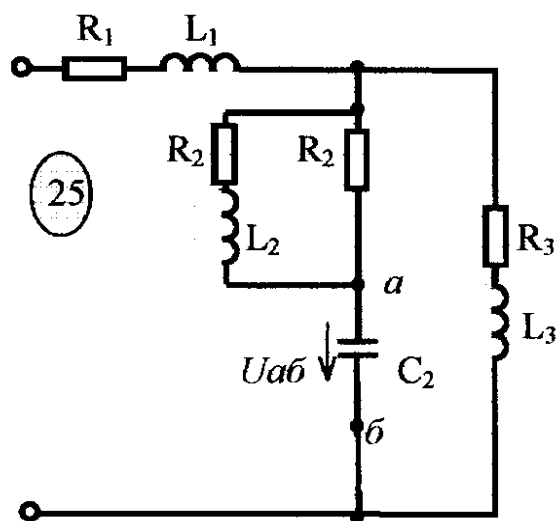
Рисунки к РГР-2



Рисунки к РГР-2



Рисунки к РГР-2



Рисунки к РГР-2

3. Расчетно-графическая работа № 3

РАСЧЕТ РАЗВЕТВЛЕННОЙ ЦЕПИ СИНУСОИДАЛЬНОГО ТОКА С ДВУМЯ ИСТОЧНИКАМИ И СО ВЗАИМНОЙ ИНДУКЦИЕЙ

Содержание работы

ПЕРВАЯ ЗАДАЧА – ИНДУКТИВНАЯ СВЯЗЬ МЕЖДУ КАТУШКАМИ ОТСУТСТВУЕТ

1. Составить уравнения по методу контурных токов и найти токи во всех ветвях.
2. Определить баланс активных и реактивных мощностей в цепи.
3. Определить показание ваттметра, включенного в схему.
4. Вычислить напряжения на всех элементах цепи.
5. Построить векторную диаграмму токов и топографическую диаграмму напряжений, показав на ней векторы напряжения на всех элементах цепи.

ВТОРАЯ ЗАДАЧА – РАСЧЕТ ЦЕПИ С УЧЕТОМ ИНДУКТИВНОЙ СВЯЗИ МЕЖДУ КАТУШКАМИ

1. Составить уравнения по методу законов Кирхгофа (или контурных токов) и найти токи во всех ветвях.
2. Вычислить напряжения на всех элементах цепи.
3. Построить векторную диаграмму токов и топографическую диаграмму напряжений, показав на ней векторы всех напряжений, в том числе и векторы ЭДС взаимной индукции.

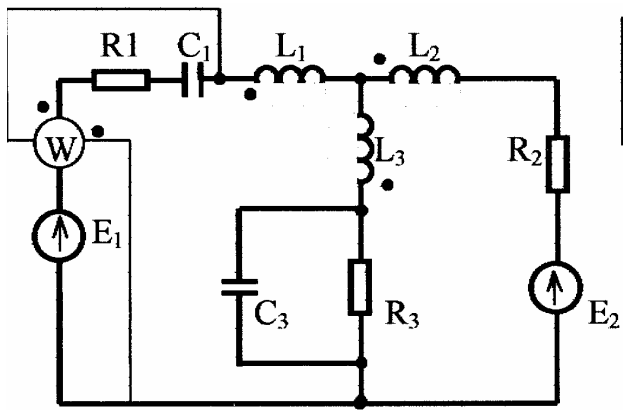
Числовые данные приведены в табл. 3

Таблица 3

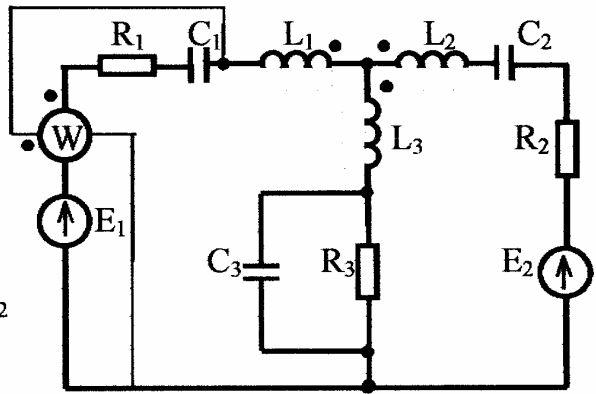
Числовые данные для РГР-3

	E_1 В	E_2 В	α рад	R_1 Ом	L_1 мГн	C_1 мкФ	R_2 Ом	L_2 мГн	C_2 мкФ	R_3 Ом	L_3 мГн	C_3 мкф	К 12	К 13	К 32	Ф Гц
1	100	100	$\pi/6$	4	20	200	5	30	250	2	10	400	0	0.6	0.8	50
2	100	120	$\pi/4$	6	30	200	4	50	300	4	20	300	0.6	0	0.8	50
3	220	140	$\pi/3$	6	40	300	8	10	200	6	60	200	0.6	0.8	0	50
4	200	200	$\pi/2$	5	4	40	8	6	80	6	4	36	0	0.6	0.8	400
5	200	220	$\pi/6$	10	6	30	12	4	40	8	8	18	0.8	0.6	0	400
6	200	240	$\pi/4$	12	2	20	14	8	100	4	5	50	0.6	0.8	0	500
7	240	280	$\pi/3$	20	10	50	24	8	30	16	4	10	0.8	0	0.6	500
8	280	240	$\pi/2$	40	30	100	30	10	140	24	20	200	0	0.6	0.8	50
9	400	100	$\pi/6$	3	30	300	4	40	200	3	20	400	0.6	0	0.8	50
10	50	60	$\pi/2$	40	10	100	20	50	200	10	30	300	0	0.7	0.8	50
11	900	800	$\pi/4$	10	2	20	30	4	30	30	5	20	0.4	0	0.6	500
12	140	120	$\pi/3$	20	20	200	10	30	150	5	20	150	0.6	0.5	0	50
13	250	200	$\pi/2$	5	50	300	8	20	200	6	10	250	0.6	0.8	0	50
14	150	100	$\pi/4$	10	30	150	12	10	250	5	40	400	0	0.5	0.7	50
15	80	120	$\pi/6$	4	20	200	3	50	300	6	60	200	0.8	0	0.6	50
16	100	100	$\pi/6$	4	20	200	5	30	250	2	10	400	0	0.6	0.8	50
17	100	120	$\pi/4$	6	30	200	4	50	300	4	20	300	0.6	0	0.8	50
18	220	140	$\pi/3$	6	40	300	8	10	200	6	60	200	0.6	0.8	0	50
19	200	200	$\pi/2$	5	4	40	8	6	80	6	4	36	0	0.6	0.8	400
20	200	220	$\pi/6$	10	6	30	12	4	40	8	8	18	0.8	0.6	0	400
21	200	240	$\pi/4$	12	2	20	14	8	100	4	5	50	0.6	0.8	0	500
22	240	280	$\pi/3$	20	10	50	24	8	30	16	4	10	0.8	0	0.6	500
23	280	240	$\pi/2$	40	30	100	30	10	140	24	20	200	0	0.6	0.8	50
24	400	100	$\pi/6$	3	30	300	4	40	200	3	20	400	0.6	0	0.8	50
25	50	60	$\pi/2$	40	10	100	20	50	200	10	30	300	0	0.7	0.8	50
26	900	800	$\pi/4$	10	2	20	30	4	30	30	5	20	0.4	0	0.6	500
27	140	120	$\pi/3$	20	20	200	10	30	150	5	20	150	0.6	0.5	0	50
28	250	200	$\pi/2$	5	50	300	8	20	200	6	10	250	0.6	0.8	0	50
29	150	100	$\pi/3$	10	30	150	12	10	250	5	40	400	0	0.5	0.7	50
30	80	120	$\pi/6$	4	20	200	3	50	300	6	60	200	0.8	0	0.6	50

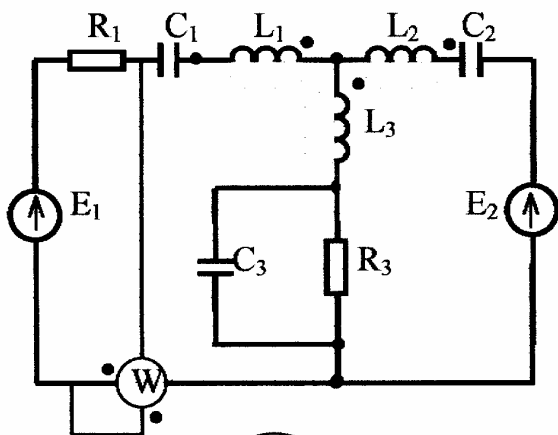
Примечание: α – угол, на который E_2 отстает от E_1].



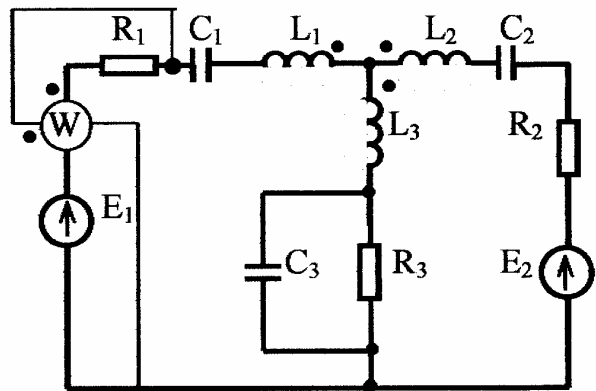
1



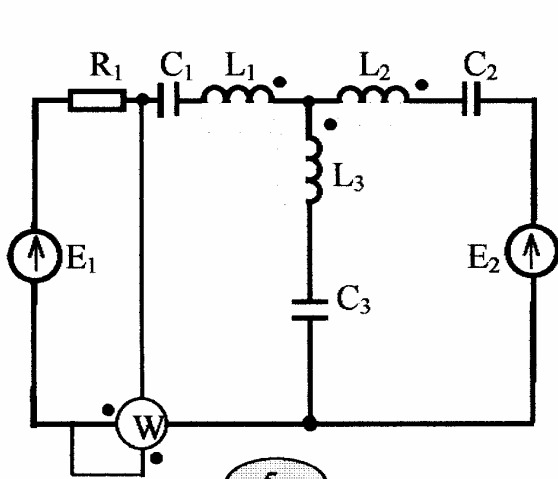
2



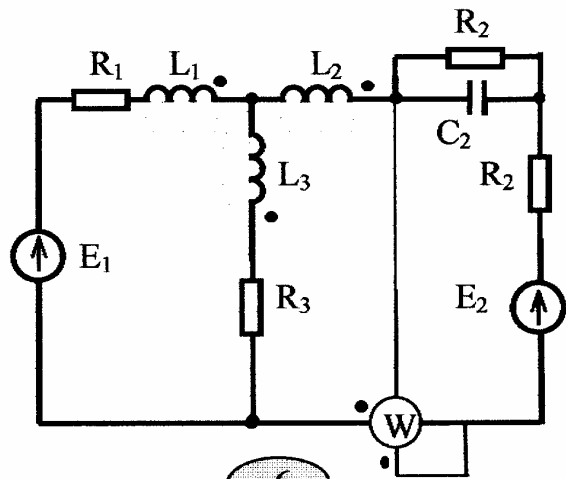
3



4

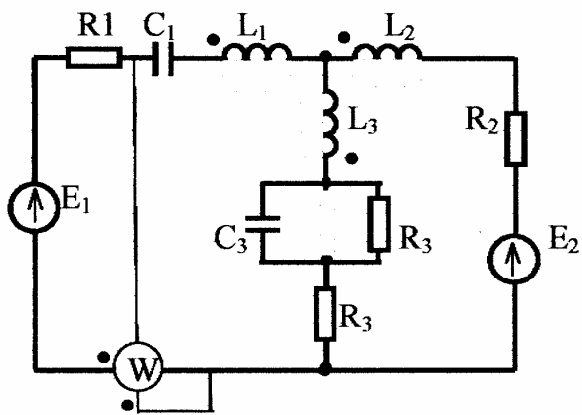


5

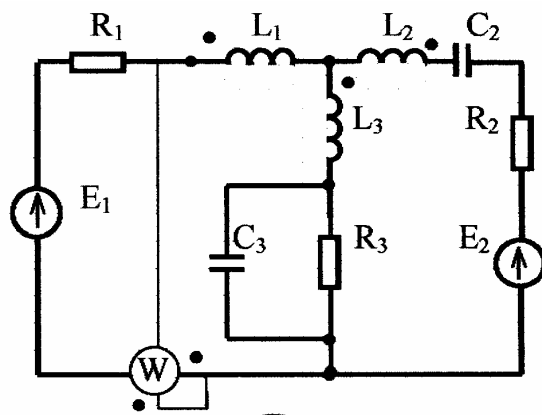


6

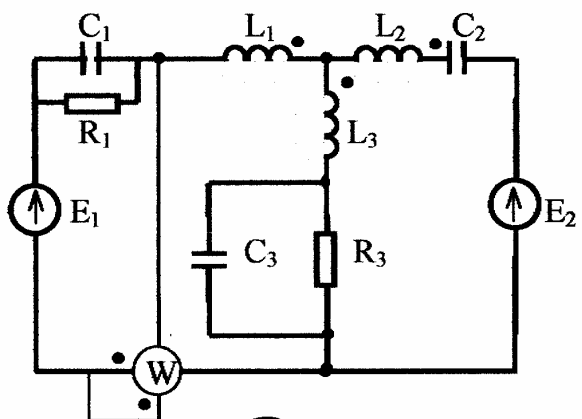
Рисунки к РГР-3



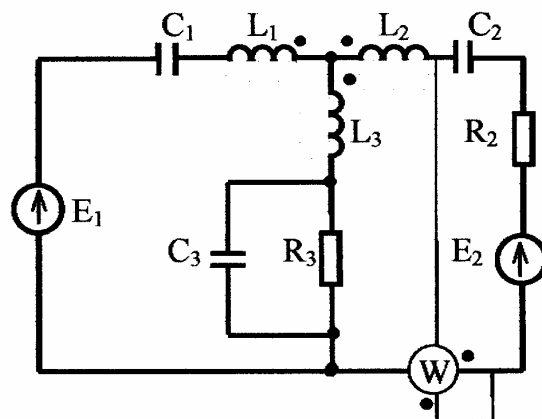
7



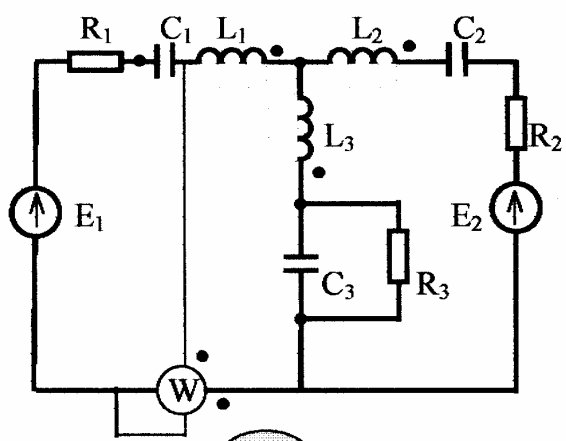
8



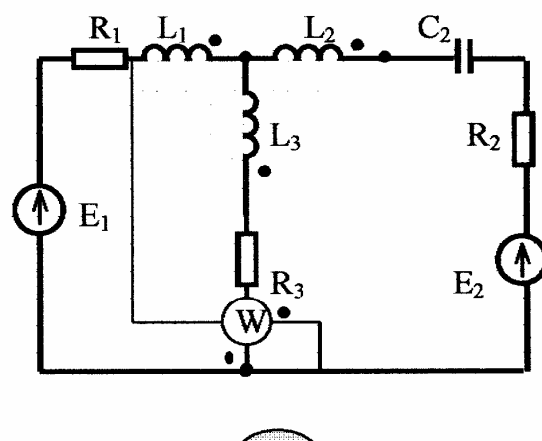
9



10

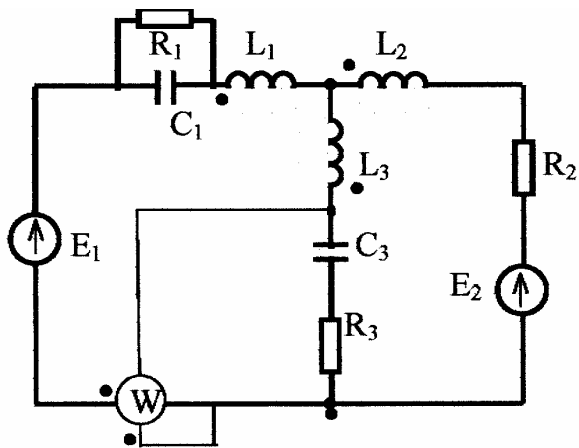


11

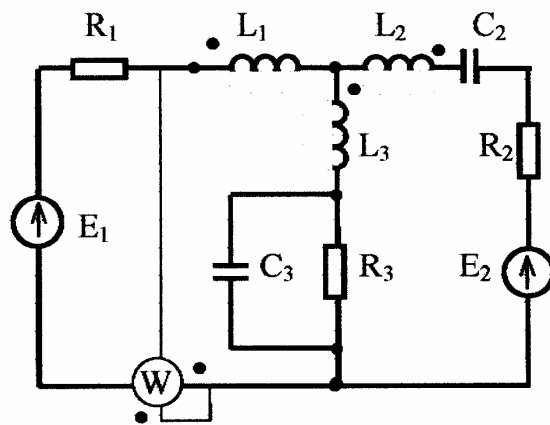


12

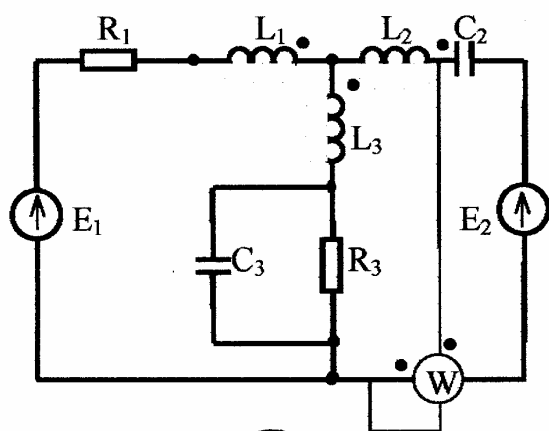
Рисунки к РГР-3



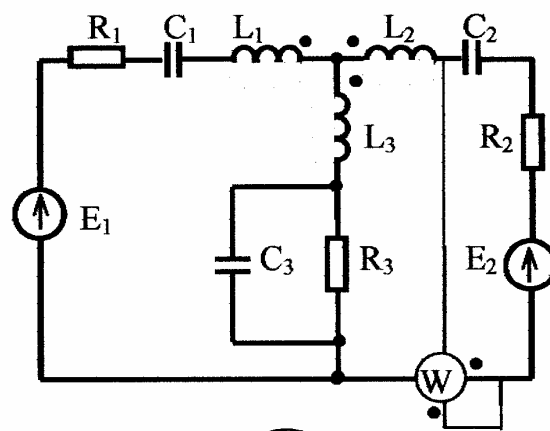
13



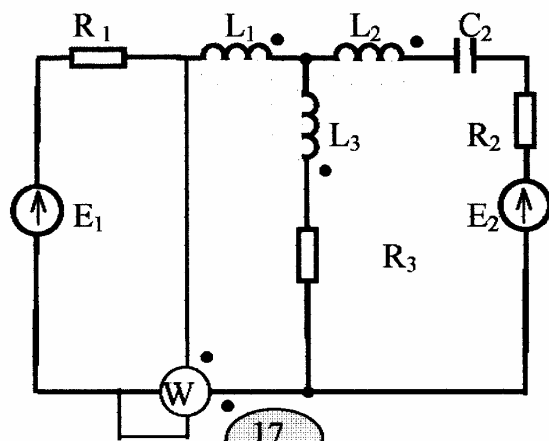
14



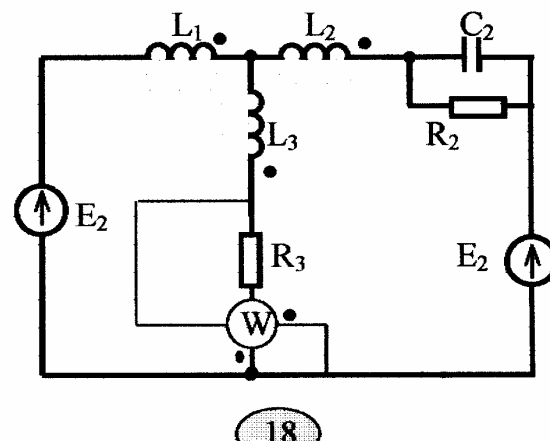
15



16

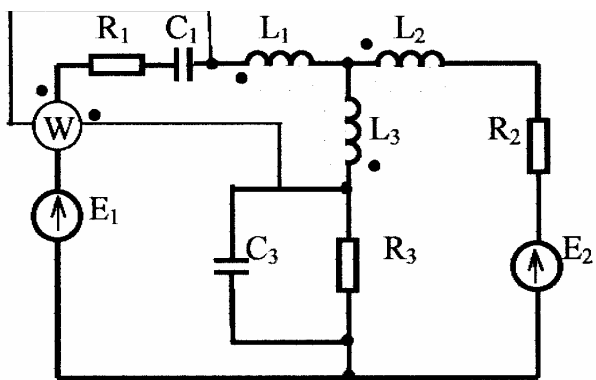


17

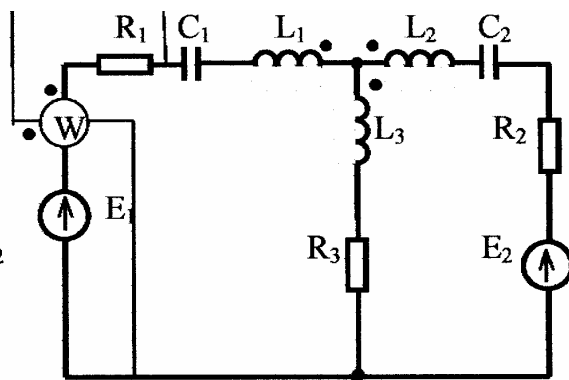


18

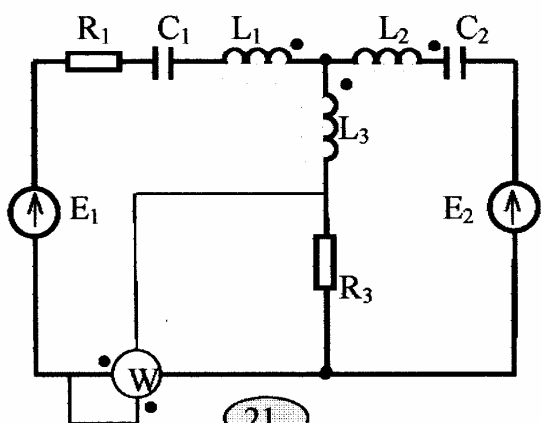
Рисунки к РГР-3



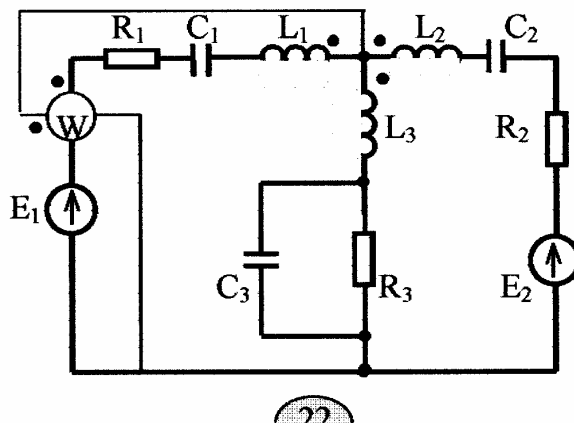
19



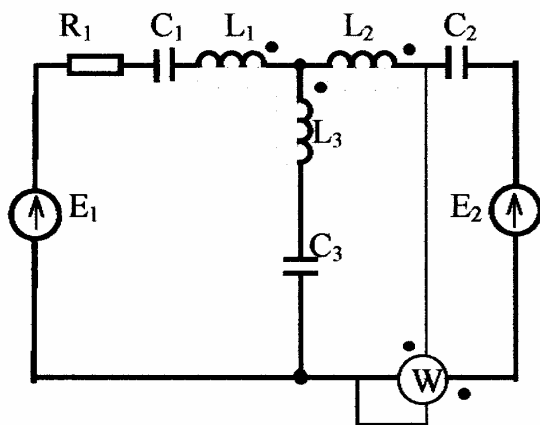
20



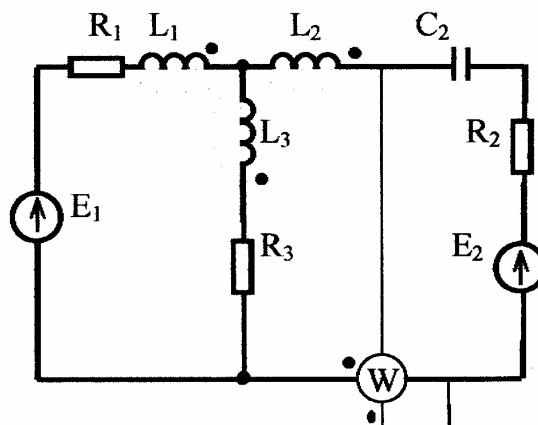
21



22

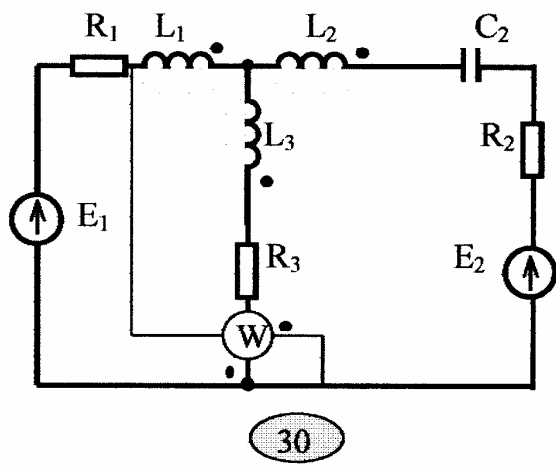
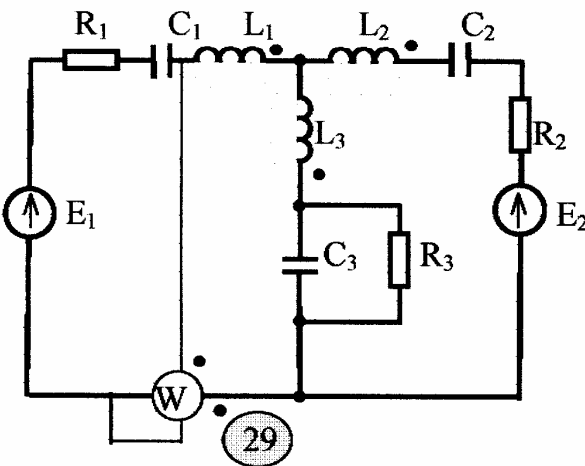
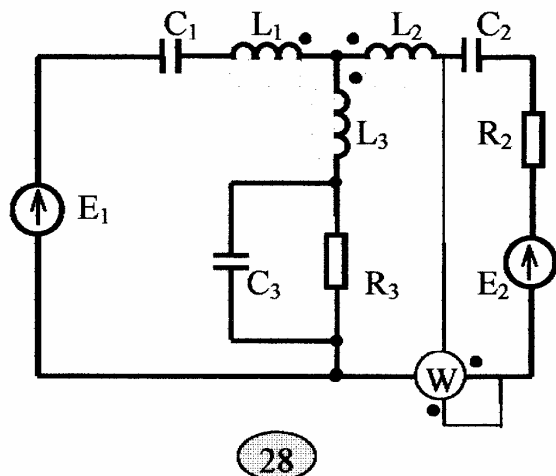
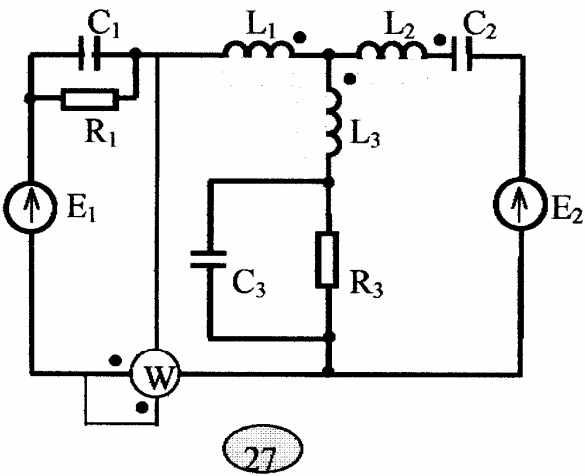
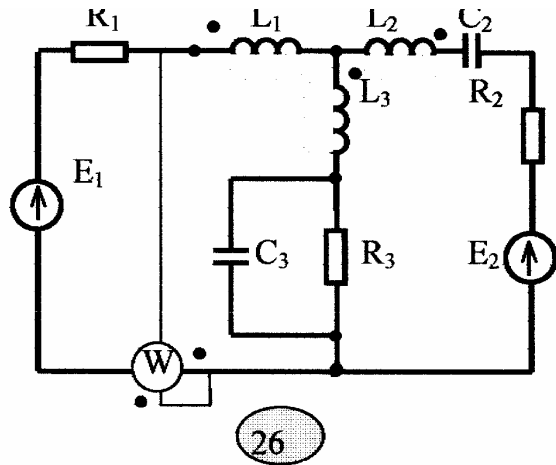
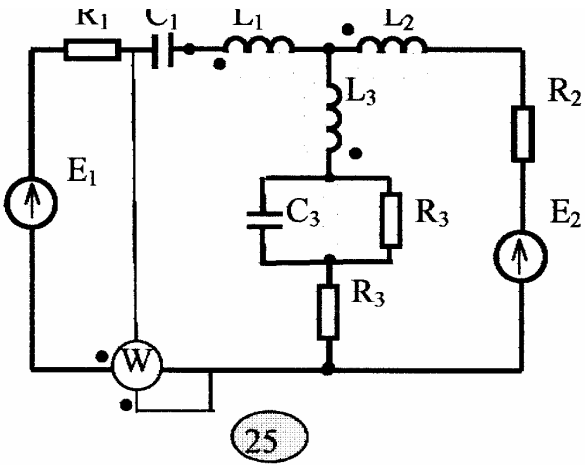


23



24

Рисунки к РГР-3



Рисунки к РГР-3

4. Расчетно-графическая работа № 4

РАСЧЕТ НЕСИММЕТРИЧНОЙ ТРЕХФАЗНОЙ ЦЕПИ

Содержание работы

Заданы параметры цепи. Генератор и нагрузка несимметричны. Для схем с нулевым проводом считать заданной систему фазных напряжений генератора U_A, U_B, U_C , сдвинутых между собой на 120° . Для остальных схем считать известными линейные напряжения генератора U_{AB}, U_{BC}, U_{CA} . УГЛЫ сдвига между напряжениями определить по теореме косинусов.

1. Определить все токи, напряжения и мощности на всех элементах цепи.
2. Определить мощность всей цепи по показаниям двух или трех ваттметров (в четырехпроводной цепи), подключенных непосредственно к зажимам генератора.
3. Построить векторную диаграмму токов и топографическую диаграмму напряжений.
4. Разложить аналитически и графически полученную систему токов генератора на симметричные составляющие.

Таблица 4.1

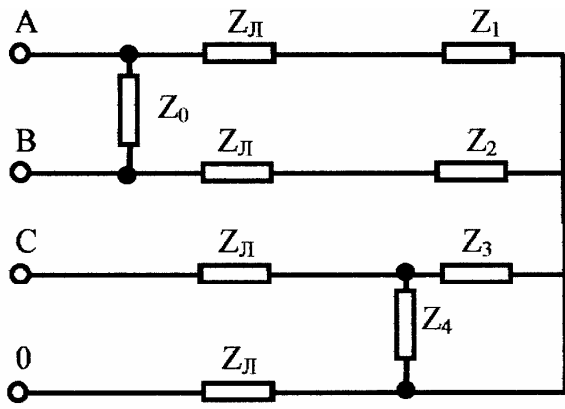
Числовые данные напряжений

	Фазные напряжения			Линейные напряжения		
	U_A В	U_B В	U_C В	U_{AB} В	U_{BC} В	U_{CA} В
1	150	150	100	300	300	200
2	200	100	100	400	250	250
3	150	200	250	200	150	150
4	100	200	200	150	200	250
5	300	250	100	250	400	400
6	100	150	200	200	200	400
7	300	200	150	200	250	170
8	150	300	250	250	250	100
9	200	100	300	350	200	400
10	175	250	100	400	300	250
11	125	200	100	300	450	250
12	250	150	120	175	250	300
13	150	250	200	350	200	275
14	275	175	125	450	300	275
15	175	100	200	250	150	300
16	150	150	100	300	300	200
17	200	100	100	400	250	250
18	150	200	250	200	150	150
19	100	200	200	150	200	250
20	300	250	100	250	400	400
21	100	150	200	200	200	400
22	300	200	150	200	250	170
23	150	300	250	250	250	100
24	200	100	300	350	200	400
25	175	250	100	400	300	250
26	125	200	100	300	450	250
27	250	150	120	175	250	300
28	150	250	200	350	200	275
29	275	175	125	450	300	275
30	175	100	200	250	150	300

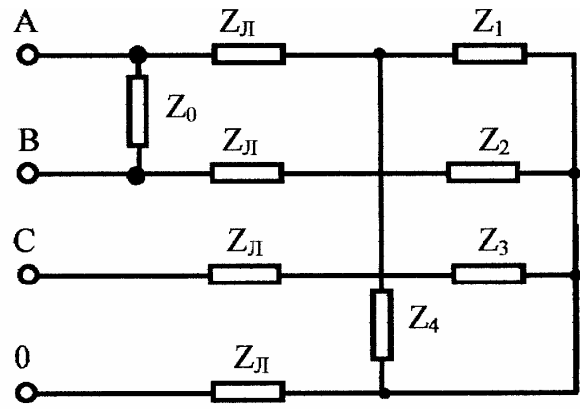
Таблица 4.2

Числовые параметры трехфазной цепи

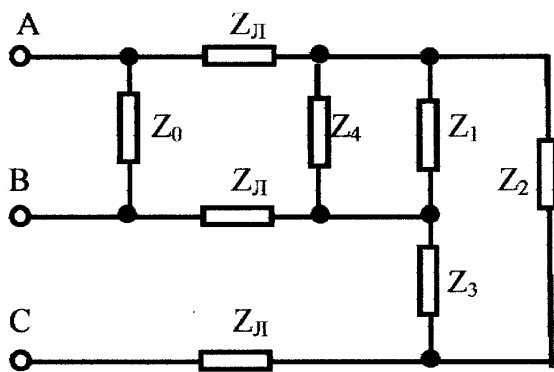
	Сопротивления линий и приемников					
	$Z_{Л}$	Z_1	Z_2	Z_2	Z_3	Z_0
1	1+j35	24+j30	12+j18	18+j28	10-j20	12-j10
2	2+j4	30-j25	18+j20	20-j16	12+j25	16+j20
3	3+j5	20-j12	16+j26	15+j15	16-j15	20+j22
4	4+j6	24+j 16	20-j25	12+j18	18-j18	24-j14
5	1+j4	15+j18	24+j30	14-j20	20+j 10	22+j32
6	2+j5	14 -j25	15-j16	22+j30	18-j30	20-j10
7	3+j4	25+j24	18+j22	30-j18	16+j18	18-j16
8	2+j6	16-j10	12-j20	12+j24	14-j22	15+j18
9	3+j6	28-j20	10-j26	16-j18	12+j16	12+j20
10	2+j7	18-j20	22+j15	20-j22	10-j24	8-j12
11	3+j7	30-j30	28+j20	18-j20	20+j25	10+j22
12	1-j5	22+j14	8-j24	28-j25	28+j 15	14-j10
13	4+j7	35-j35	25+j 10	32-j25	16-j26	25+j20
14	2.5+j4	25+j18	10-j15	15+j10	10+j22	30-j24
15	4+j6	16-j22	20+j8	28-j14	8-j25	32+j15
16	2+j5	18+j24	25-j14	32-j20	12+j 18	26-j14
17	2+j6	24-j25	30+j 10	8-j12	14-j24	26+j30
18	4+j5	23+j16	24-j24	16-j20	20+j20	14-j16
19	2+3	25-j20	12-j18	25+j34	24+j30	12+j10
20	2+j4	20+j15	24-j35	20+j12	16-j14	10-j12
21	1+j4	25-j25	18+j30	15-j16	10+j20	16+j20
22	2.5+j4	35-j18	28+j20	16-j18	10-jЮ	12+j20
23	1+j5	25+j30	15-j16	28+j26	16-j18	25+j20
24	4+j6	16-j24	18+j22	14-j20	14-j24	14-j14
25	2+j6	14-j25	20-j25	12+j18	18-j18	24-j14
26	1+j5	24+j30	12+j18	18+j28	10-j20	12-j10
27	2+j4	30-j25	18+j20	20-j16	12+j25	16+j20
28	3+j5	20-j12	16+j26	15+j15	16-j15	20+j22
29	4+j6	24+j12	20-j25	12+j18	18-j18	24-jH
30	1+j4	15+j10	24+j30	14-j20	20+j10	22+j32



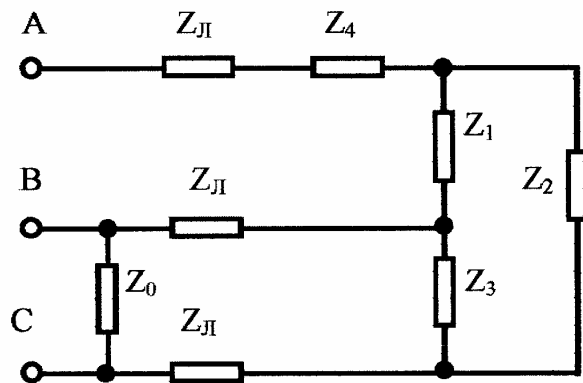
1



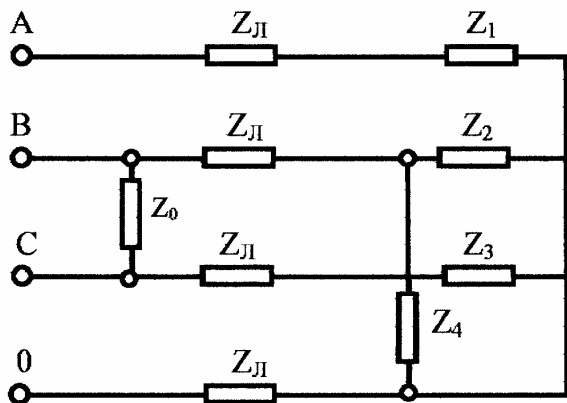
2



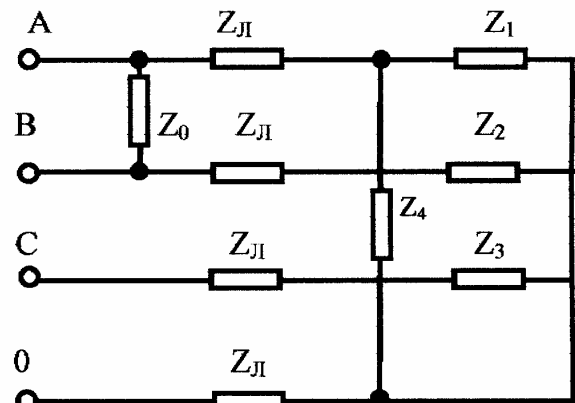
3



4

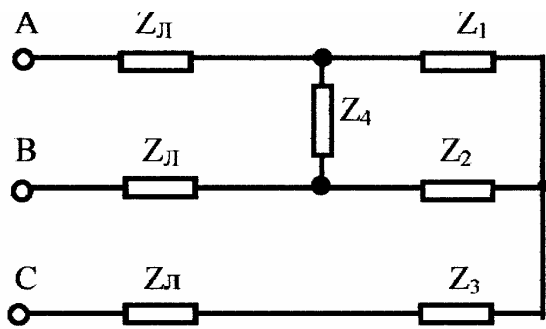


5

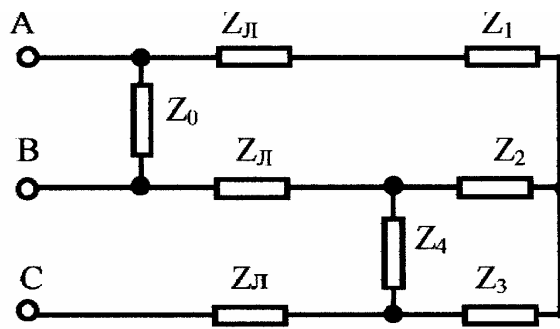


6

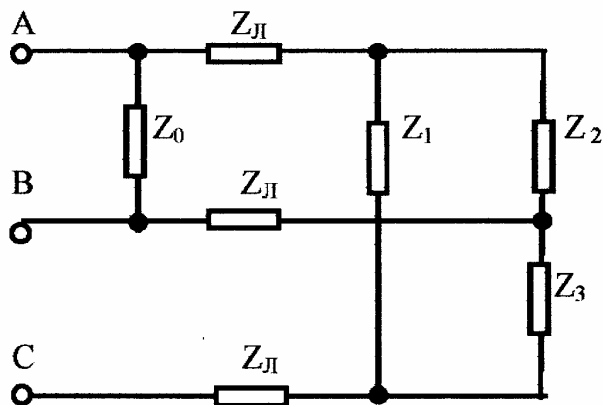
Рисунки к РГР-4



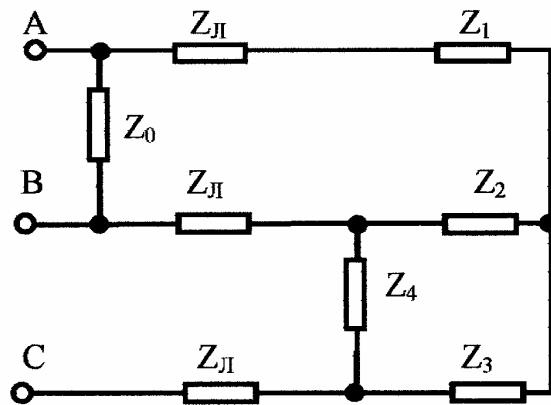
7



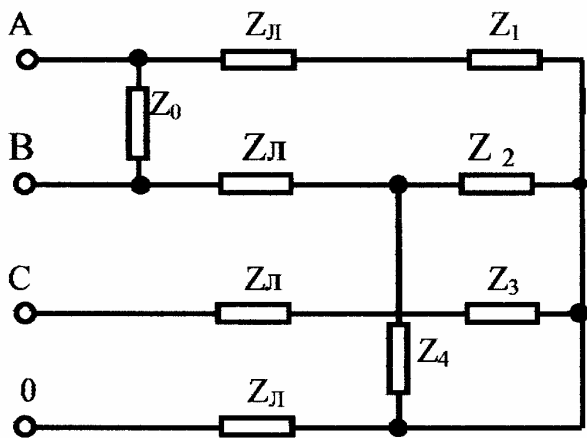
8



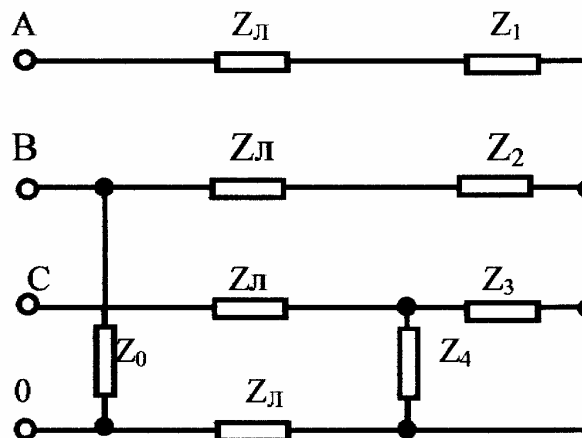
9



10

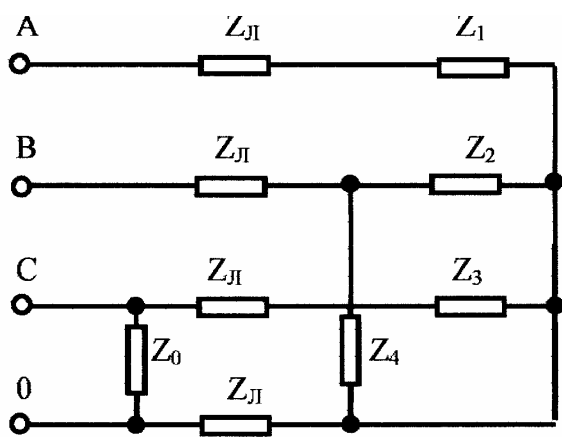


11

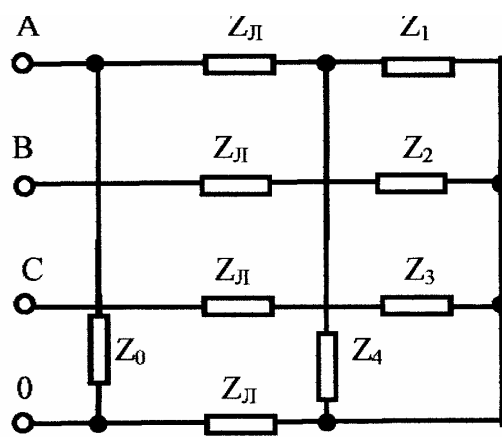


12

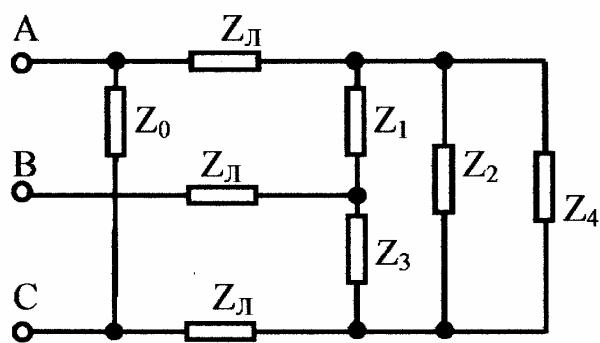
Рисунки к РГР-4



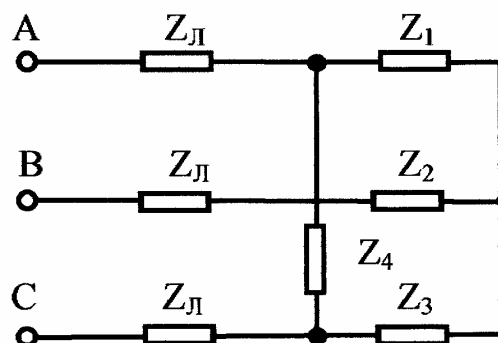
13



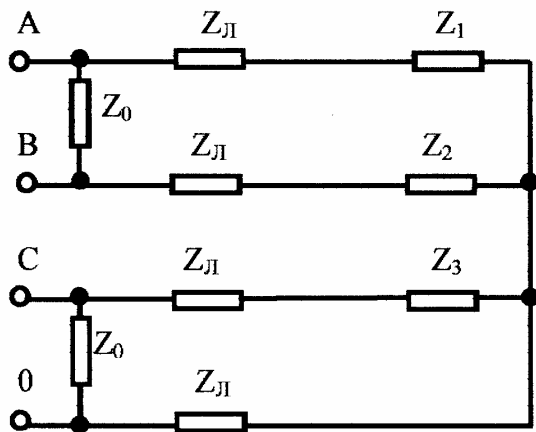
14



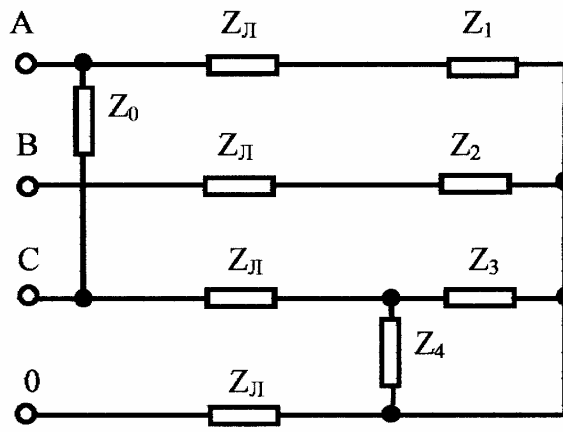
15



16

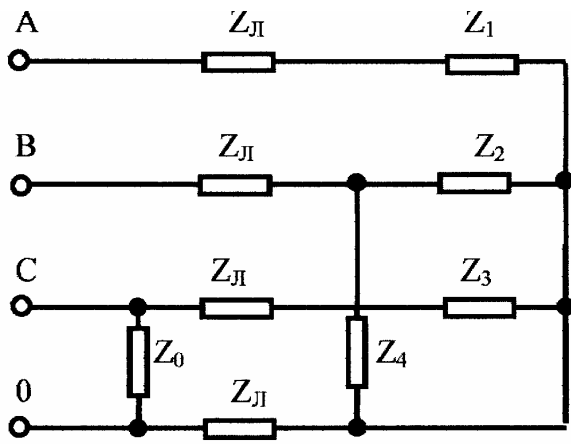


17

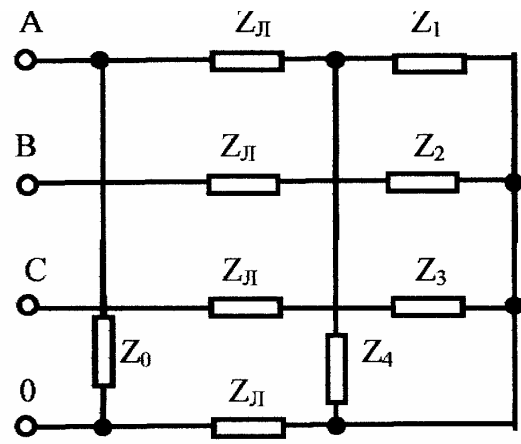


18

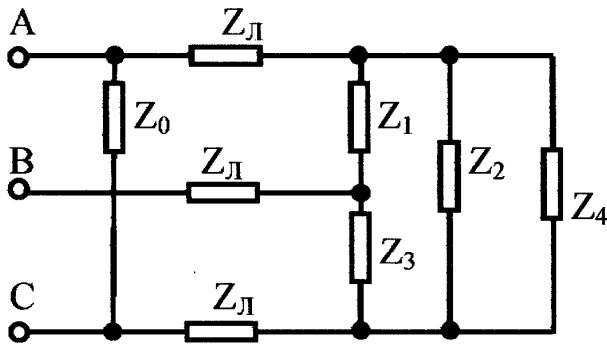
Рисунки к РГР-4



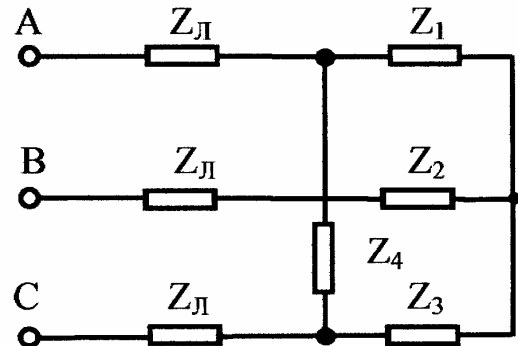
13



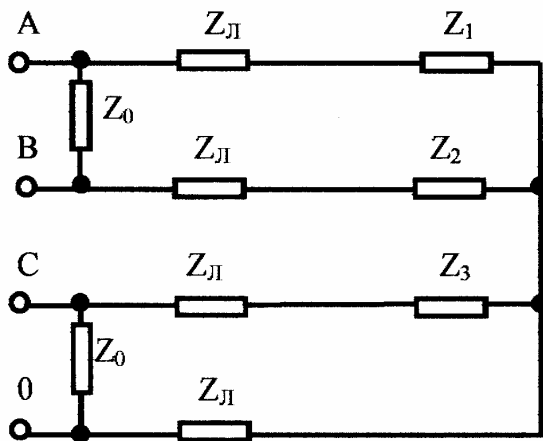
14



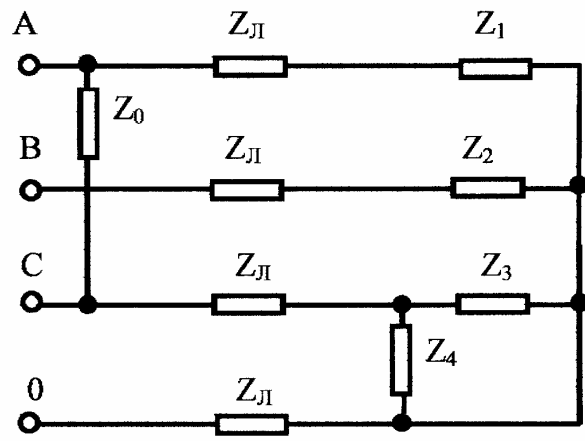
15



16

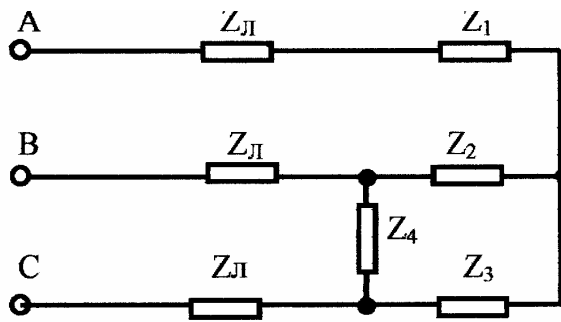


17

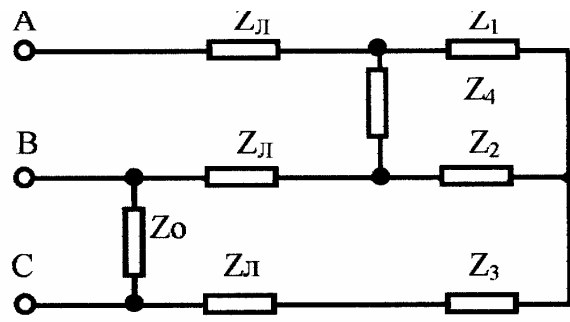


18

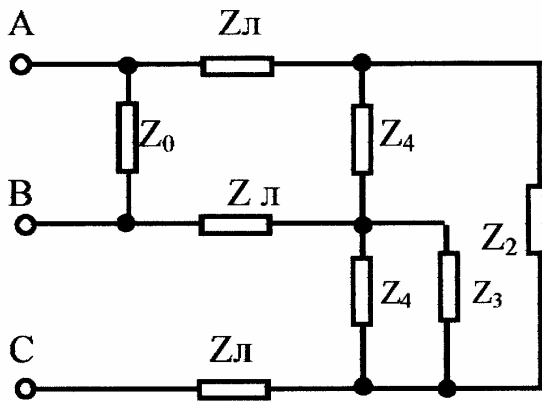
Рисунки к РГР-4



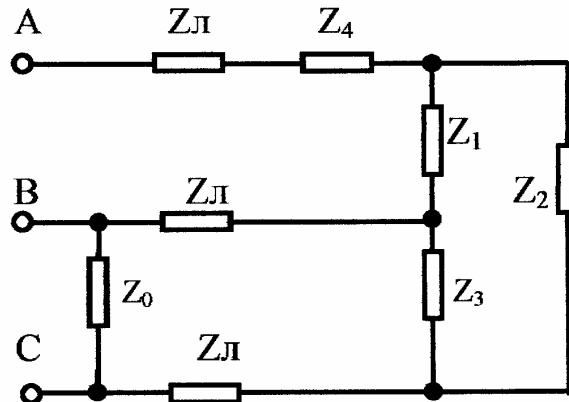
19



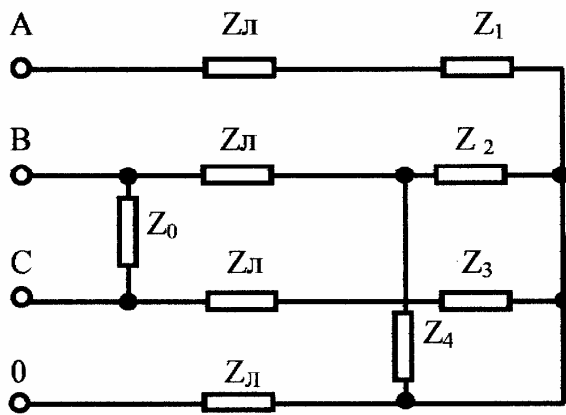
20



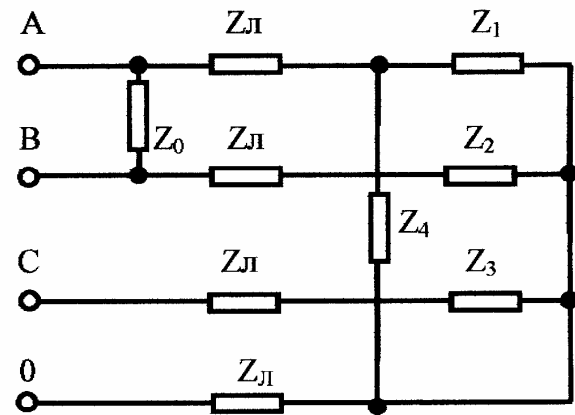
21



22

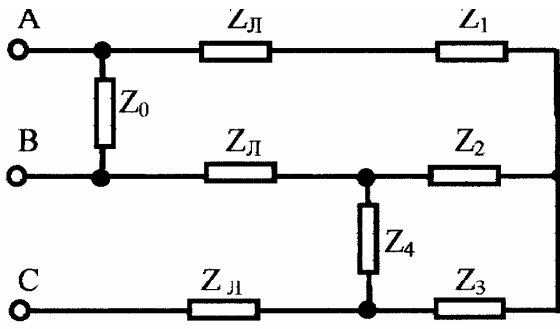


23

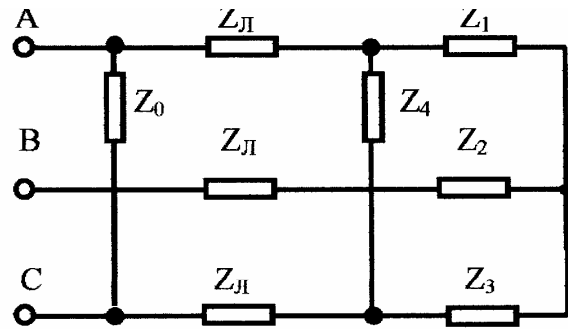


24

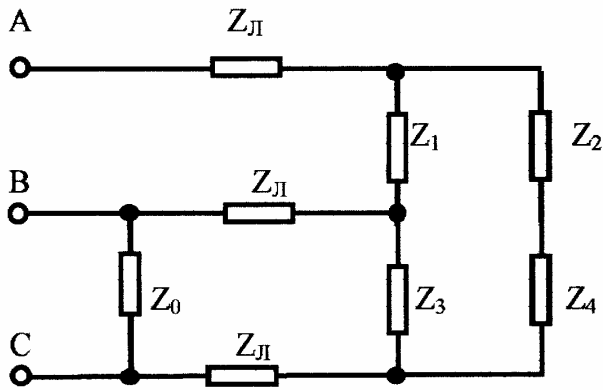
Рисунки к РГР-4



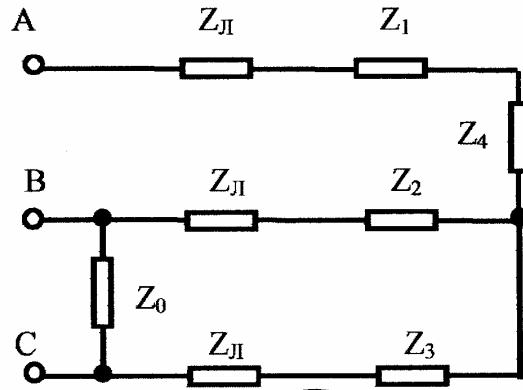
25



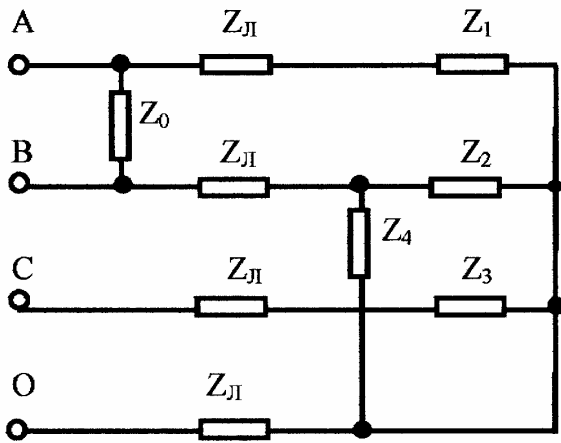
26



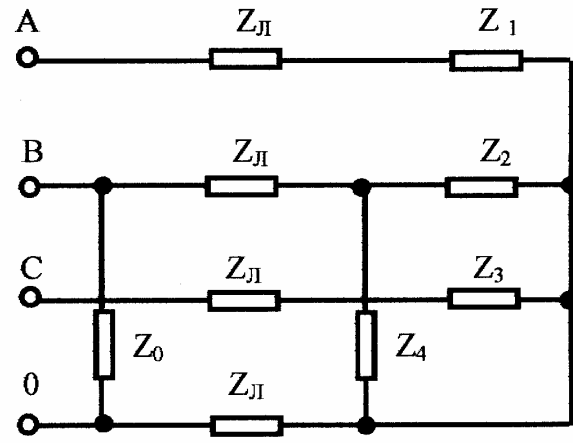
27



28



29



30

Рисунки к РГР-4

5. Расчетно-графическая работа № 5

РАСЧЕТ ПЕРЕХОДНОГО ПРОЦЕССА В РАЗВЕТВЛЕННОЙ ЦЕПИ

Содержание работы

Заданы параметры цепи.

1. Рассчитать переходный процесс классическим методом:

- определить законы изменения токов и напряжений после коммутации;
- вычислить 10–12 значений токов и напряжений в промежутке времени от $t = 0$ до $t = 4 \tau$. Результаты вычислений оформить в виде таблицы;
- построить кривые изменения токов и напряжений в функции времени по полученным данным.

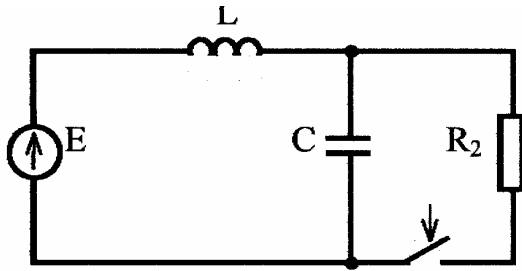
2. Заменить источник постоянного напряжения источником синусоидальной ЭДС - $e = E_m \sin \omega t$. ($E_m = E$). Определить закон изменения входного тока классическим методом.

3. Определить законы изменения тока, протекающего по катушке, и напряжения на конденсаторе от источника постоянного напряжения **операторным методом**. Сравнить результаты расчета, полученные классическим и операторным методом.

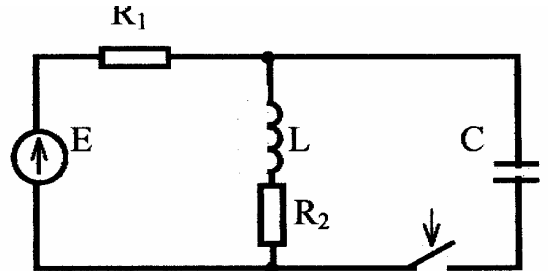
Исходные данные приведены в табл. 5.

Числовые данные к РГР-5

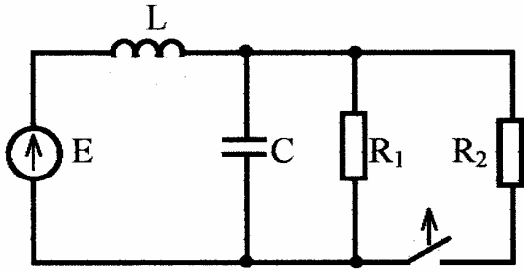
	L мГн	C мкФ	R ₁ Ом	R ₂ Ом	E В	ω с ⁻¹
1	225	50	12	12	520	300
2	360	600	60	120	500	80
3	750	150	414	690	1000	100
4	320	400	170	210	600	80
5	360	60	500	760	1200	200
6	400	100	300	12	100	80
7	280	40	400	585	1500	300
8	600	500	140	10	200	60
9	640	80	118	990	200	150
10	140	100	200	10	200	250
11	200	400	220	178	100	120
12	320	200	120	90	600	125
13	500	500	300	475	1000	60
14	270	150	150	15	200	150
15	250	125	100	990	2000	200
16	400	200	120	240	800	120
17	1000	400	90	980	1500	50
18	500	200	120	360	1000	100
19	200	50	70	400	800	300
20	300	100	500	20	300	200
21	480	80	185	440	750	150
22	480	120	60	15	300	150
23	720	90	160	1900	2500	150
24	600	150	140	20	200	100
25	400	40	215	615	1200	250
26	100	500	60	15	200	100
27	800	400	170	290	500	60
28	240	600	380	40	300	80
29	500	200	160	260	600	300
30	240	400	80	60	400	100



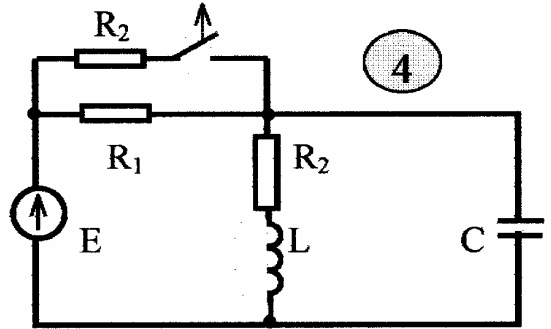
1



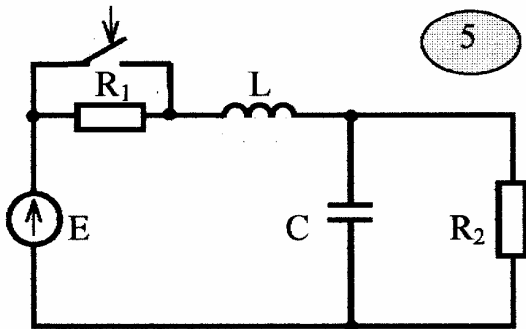
2



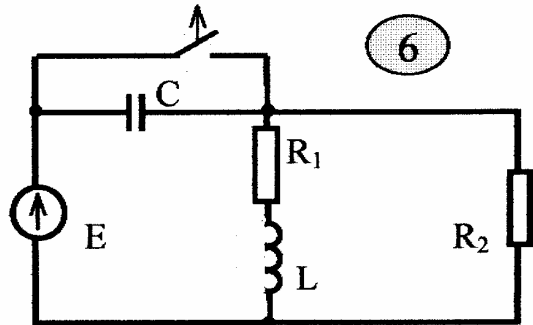
3



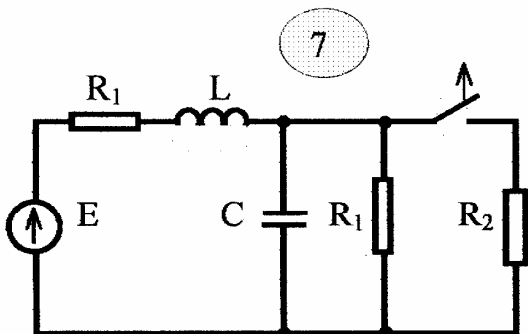
4



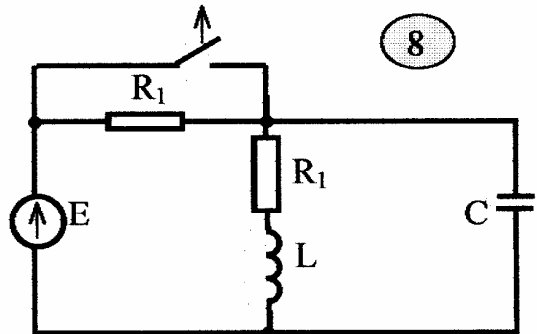
5



6

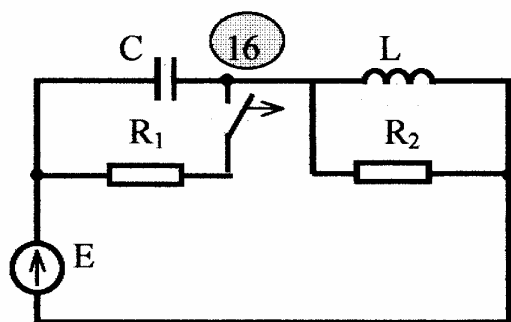
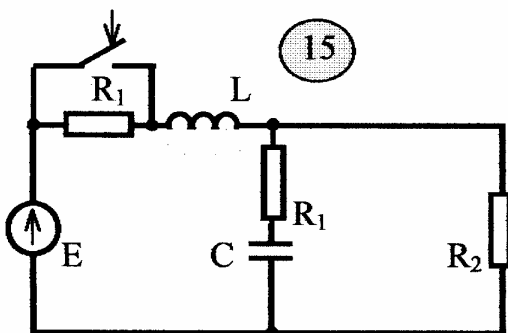
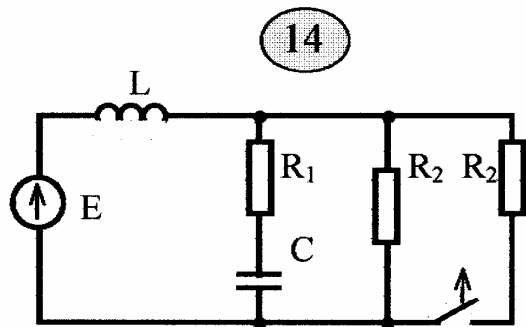
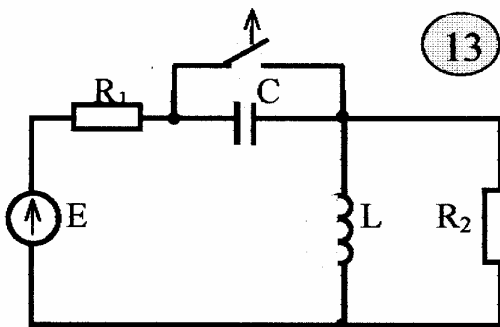
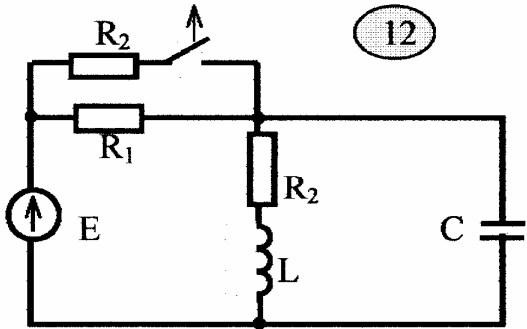
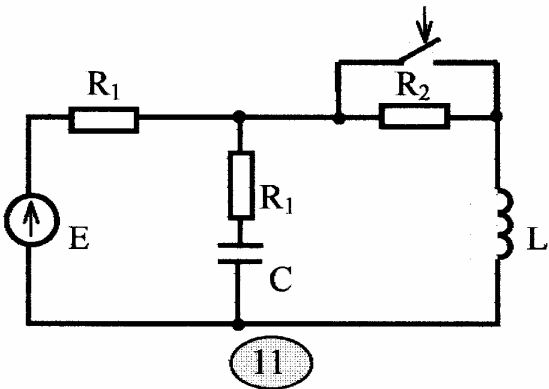
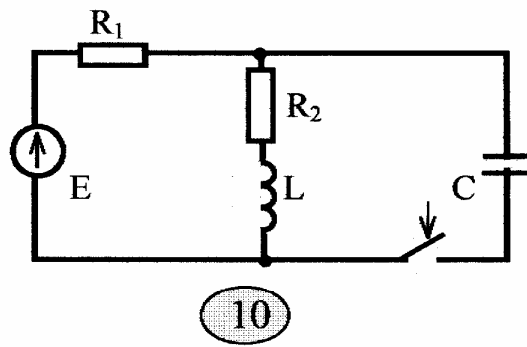
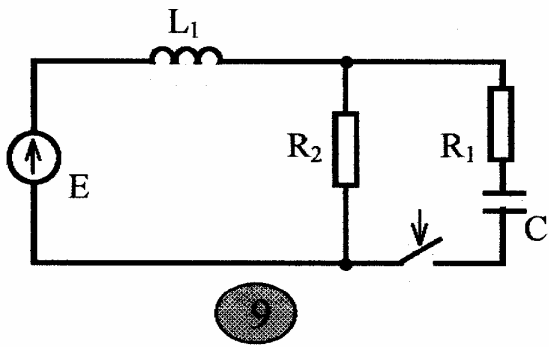


7

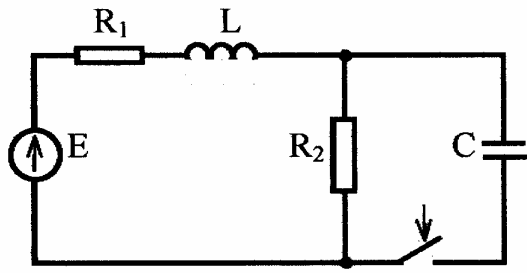


8

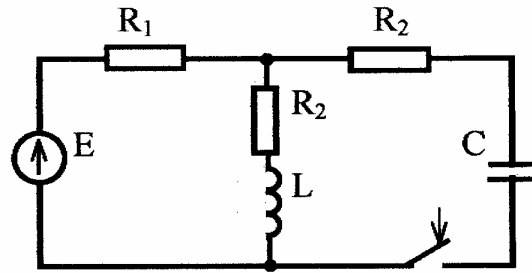
Рисунки к РГР-5



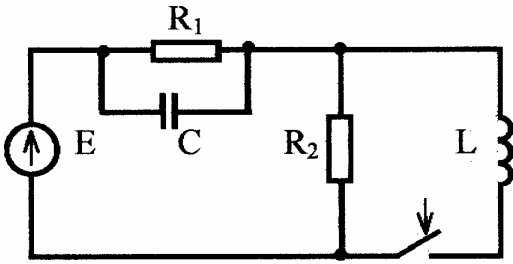
Рисунки к РГР-5



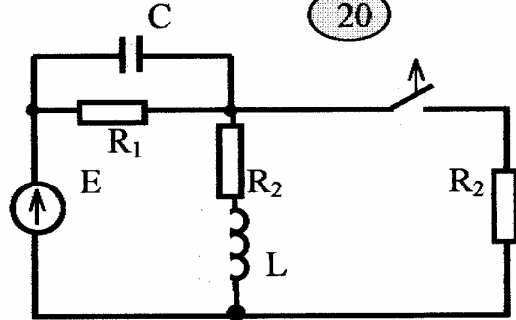
17



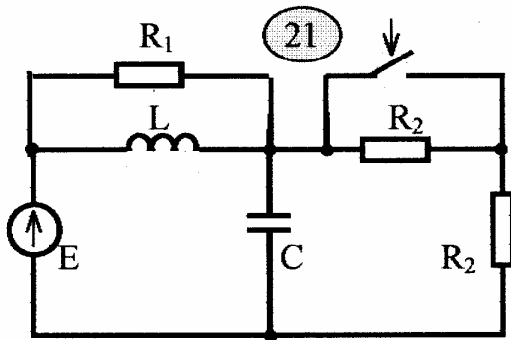
18



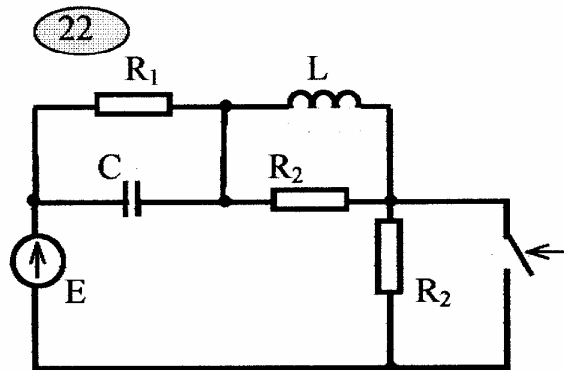
19



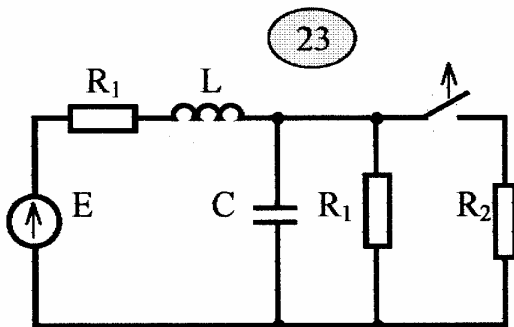
20



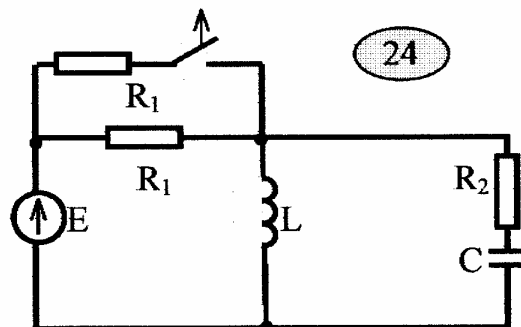
21



22

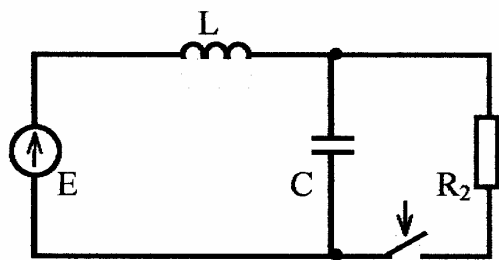


23

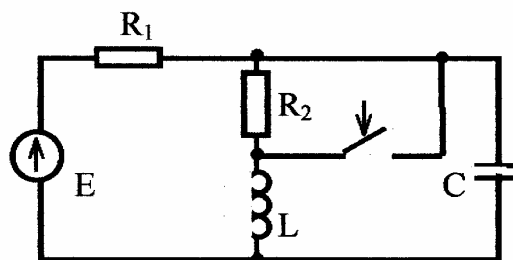


24

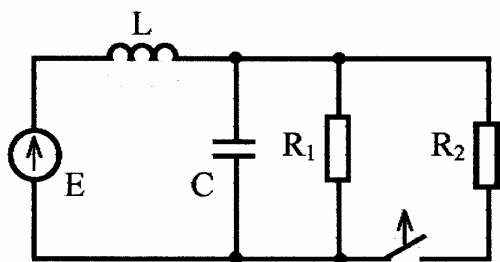
Рисунки к РГР-5



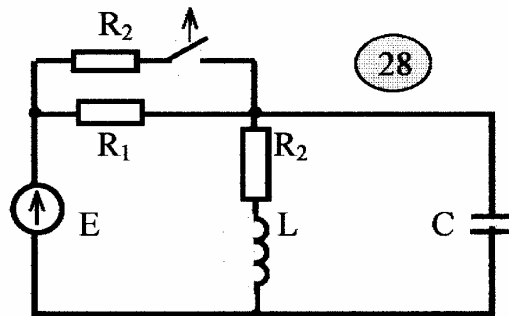
25



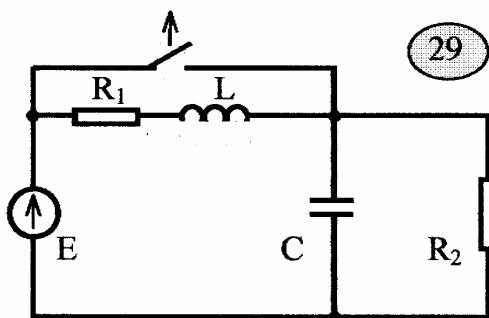
26



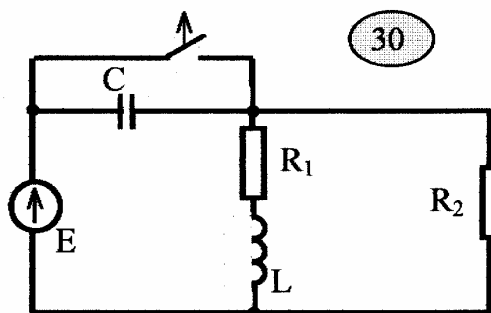
27



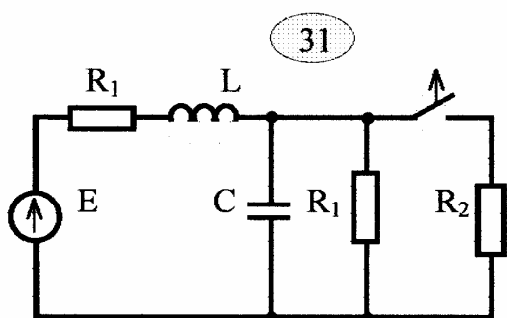
28



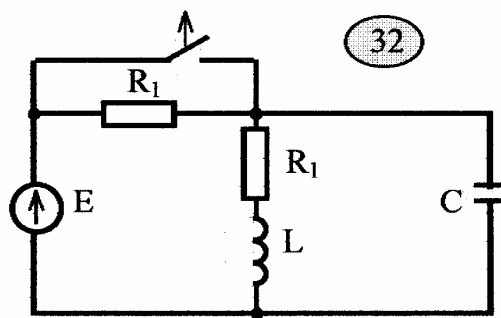
29



30



31



32

Рисунки к РГР-5

6. Расчетно-графическая работа № 6

РАСЧЕТ НЕЛИНЕЙНЫХ ЦЕПЕЙ

Содержание работы

1. Рассчитать магнитную цепь:

- составить уравнения по методу двух узлов для определения магнитных потоков во всех ветвях магнитной цепи,
- определить магнитные потоки и значение индукции графическим методом;
- произвести проверку полученных результатов, пользуясь ранее составленными уравнениями.

Для первых 15 магнитных цепей взять кривую намагничивания стали 1511 а для остальных– 1211 (табл. 6.2).

2. Рассчитать нелинейную цепь переменного тока:

- определить аналитические выражения токов и напряжений на всех участках цепи на всех интервалах времени в пределах 1,5 периода питающего напряжения. Составить расчетные схемы для каждого интервала;
- определить моменты перехода процессов с одного интервала на другой и длительность интервала;
- построить в масштабе кривые изменения всех токов и напряжений на указанных интервалах. При построении указать все параметры синусоид, составляющих результирующую кривую.

Исходные данные приведены в табл. 6.3.

Таблица 6.1

Данные для расчета магнитной цепи (РГР-6)

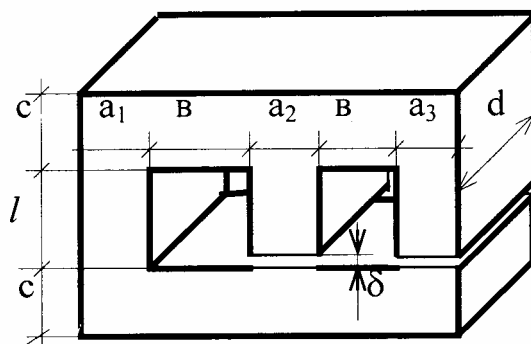
НС. Обмотки, А			Геометрические размеры сердечника, см								
	$I_1\omega_1$	$I_2\omega_2$	$I_2\omega_2$	a_1	a_2	a_3	B	C	l	d	δ
1	2000	750	1500	4	6	8	5	10	5	5	0.3
2	1000	1500	2000	5	4	5	10	6	12	6	0.25
3	4250	1250	500	5	6	7	12	5	8	4	0.36
4	1100	1750	600	5	5	8	8	6	15	5	0.5
5	900	2000	1250	6	4	6	10	5	14	6	0.3
6	1250	1750	750	7	5	6	8	6	12	7	0.4
7	2100	1100	1600	8	4	6	6	5	10	6	0.2
8	1700	750	1250	4	7	7	9	6	12	8	0.45
9	750	2000	1400	5	5	8	10	5	15	7	0.5
10	1400	700	2100	8	8	6	8	7	10	8	0.35
11	2000	1300	750	6	4	8	12	7	14	6	0.3
12	800	1750	1300	5	7	5	9	6	13	7	0.4
13	950	2050	1600	5	4	7	8	6	12	8	0.2
14	2100	1000	1400	6	5	7	9	8	12	6	0.25
15	1000	1500	2250	7	5	8	10	6	16	8	0.4
16	2000	750	1500	4	6	8	5	10	5	5	0.3
17	1000	1500	2000	5	4	5	10	6	12	6	0.25
18	4250	1250	500	5	6	7	12	5	8	4	0.36
19	1100	1750	600	5	5	8	8	6	15	5	0.5
20	900	2000	1250	6	4	6	10	5	14	6	0.3
21	1250	1750	750	7	5	6	8	6	12	7	0.4
22	2100	1100	1600	8	4	6	6	5	10	6	0.2
23	1700	750	1250	4	7	7	9	6	12	8	0.45
24	750	2000	1400	5	5	8	10	5	15	7	0.5
25	1400	700	2100	8	8	6	8	7	10	8	0.35
26	2000	1300	750	6	4	8	12	7	14	6	0.3
27	800	1750	1300	5	7	5	9	6	13	7	0.4
28	950	2050	1600	5	4	7	8	6	12	8	0.2
29	2100	1000	1400	6	5	7	9	8	12	6	0.25
30	1000	1500	2250	7	5	8	10	6	16	8	0.4

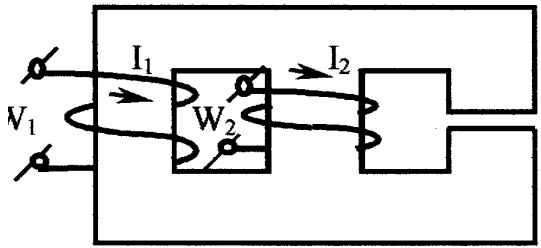
Таблица 6.2

Характеристики намагничивания сталей

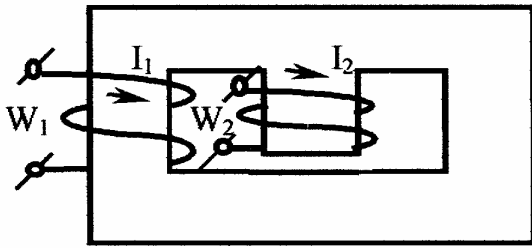
Индукция B , Тл		0,1	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60
Напряже - нность H , A/m , для стали	1211	80	90	100	110	120	135	140	152	178	195	211
	1511	40	45	50	55	60	65	70	75	85	94	110
Индукция B , Тл		0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00	1,05	1,10	1,15
Напряже - нность H , A/m , для стали	1211	236	261	287	318	352	397	447	502	570	647	739
	1511	124	145	165	185	210	235	270	300	340	395	460
Индукция B , Тл		1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55	1,60	1,65	1,70
Напряже - нность H , A/m , для стали	1211	840	976	1140	1340	1580	1950	2500	3280	4370	5880	7780
	1511	540	640	770	970	1300	1830	2750	3850	5150	6950	8900

Обозначение размеров магнитной цепи

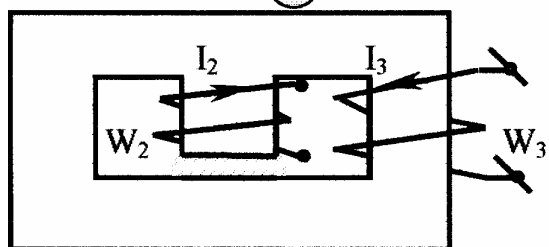




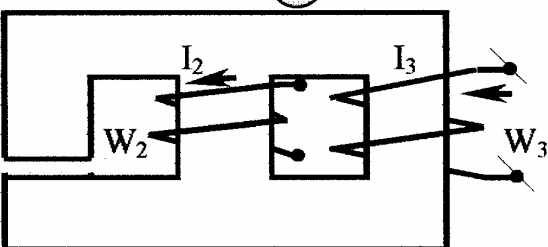
1



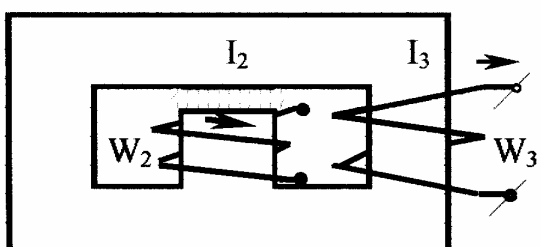
2



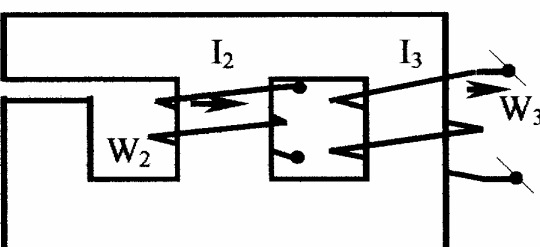
3



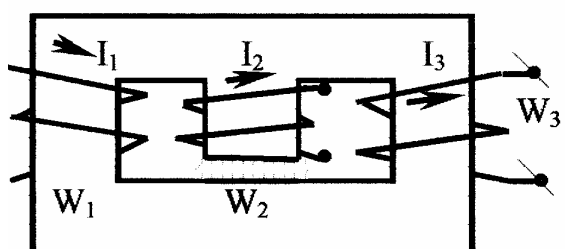
4



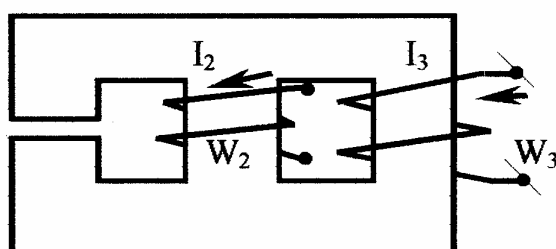
5



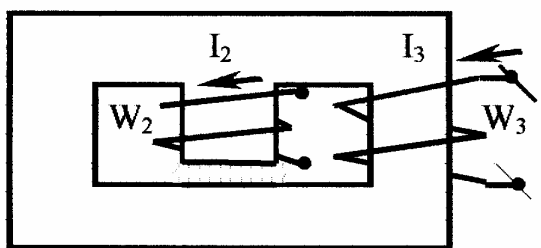
6



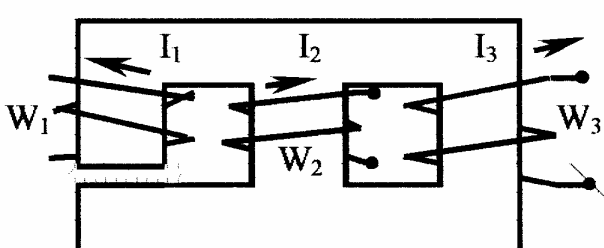
7



8

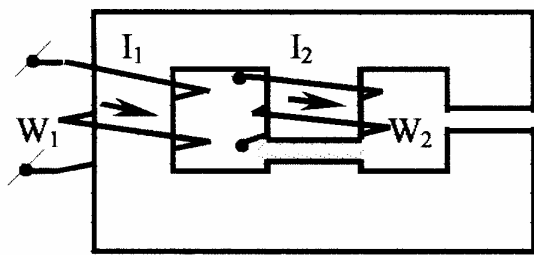


9

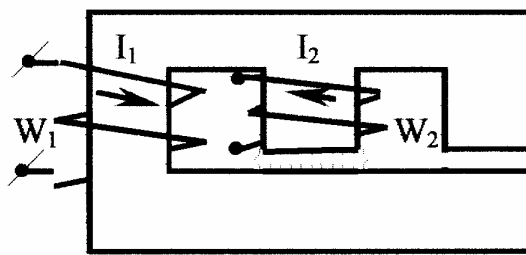


10

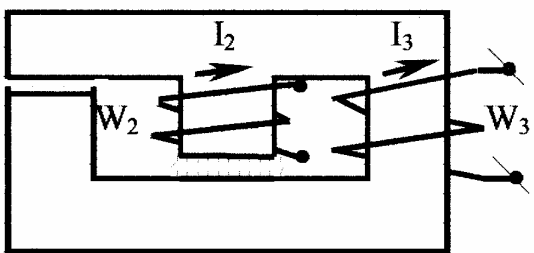
Рисунки к РГР-6



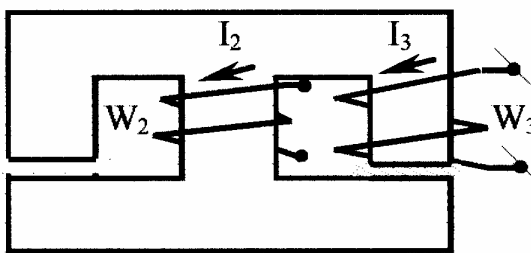
11



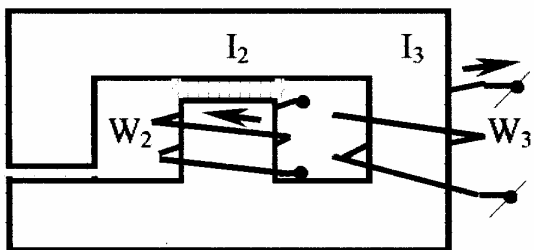
12



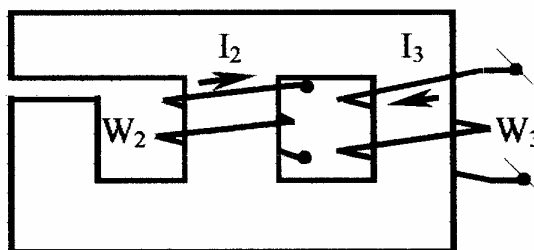
13



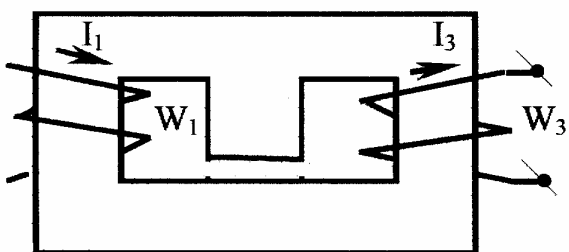
14



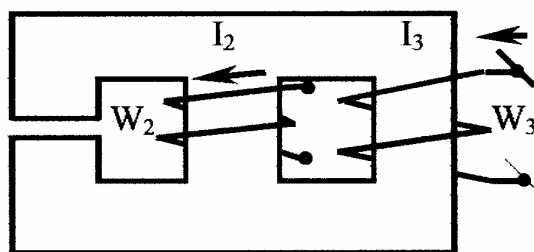
15



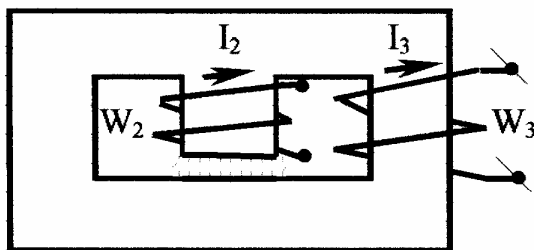
16



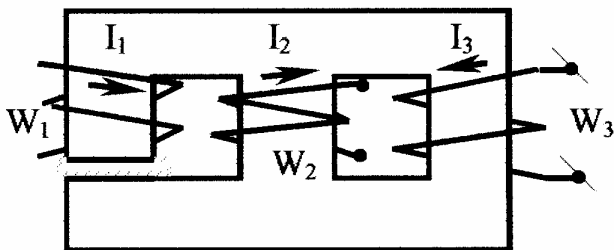
17



18

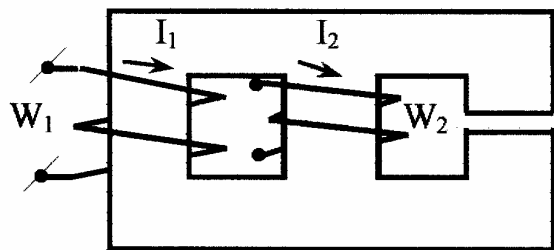


19

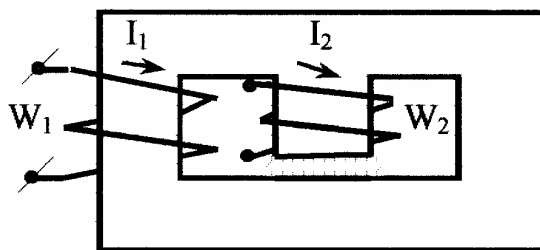


20

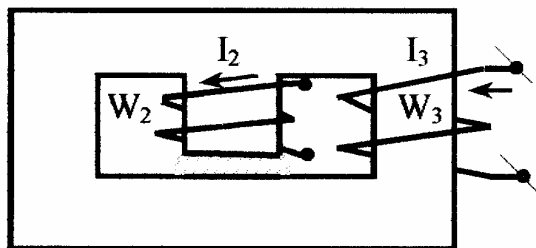
Рисунки к РГР-6



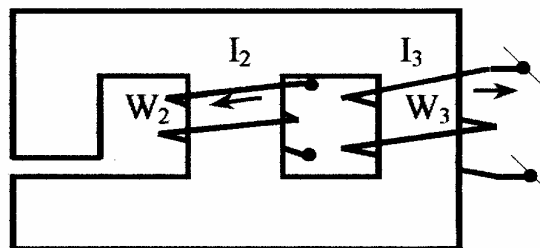
21



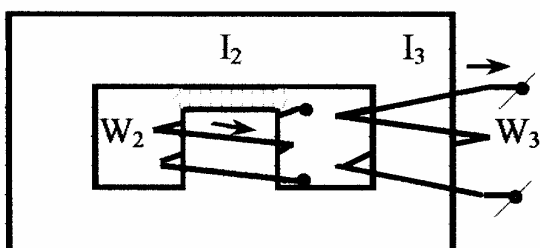
22



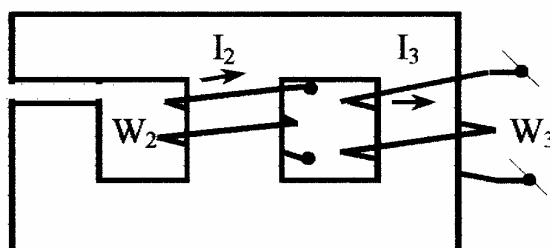
23



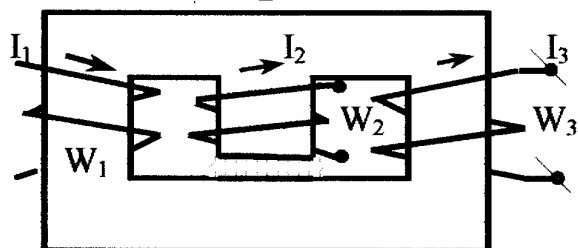
24



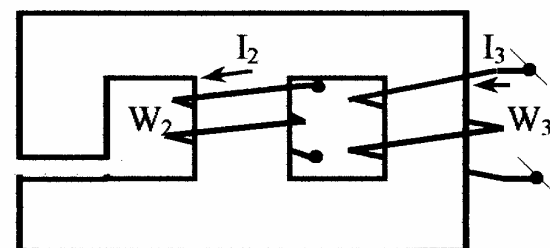
25



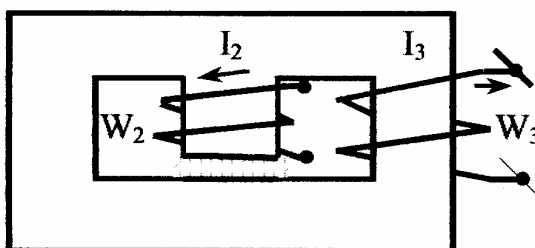
26



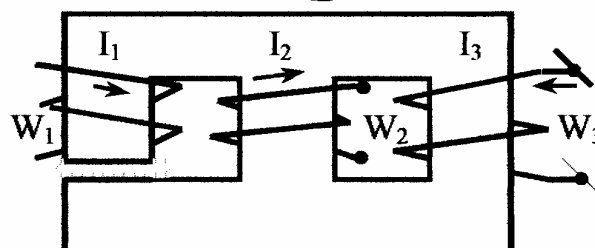
27



28

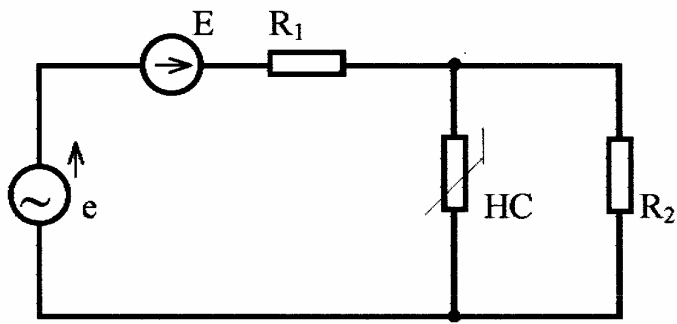


29

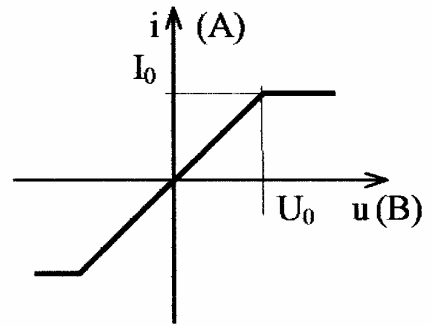


30

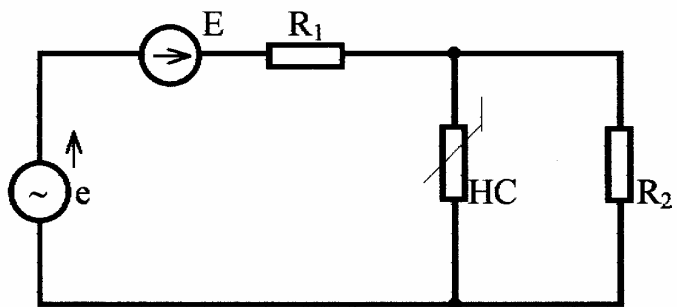
Рисунки к РГР-6



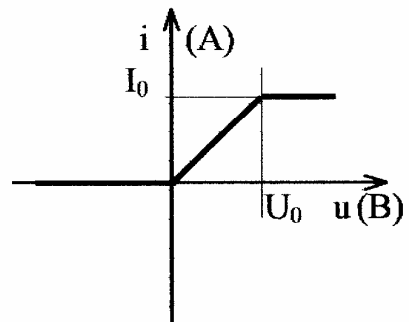
$$e = E_m \sin \omega t$$



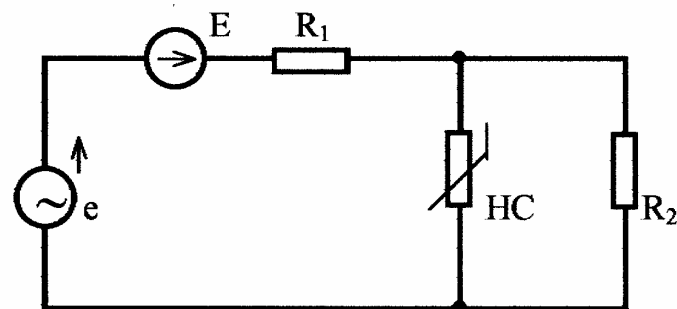
1



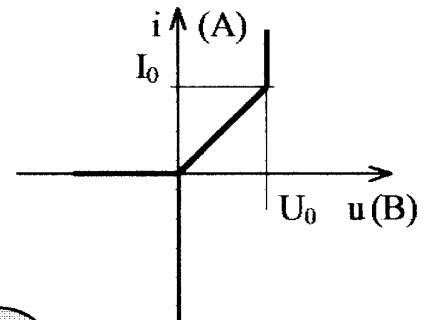
$$e = E_m \sin \omega t$$



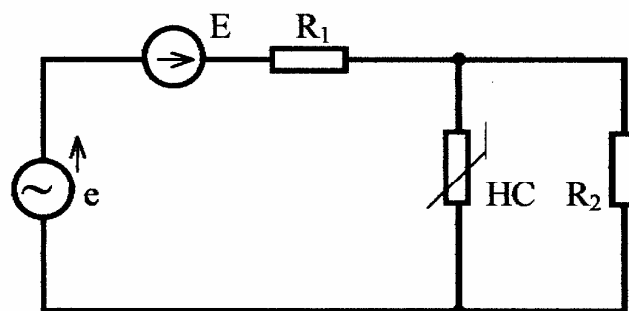
2



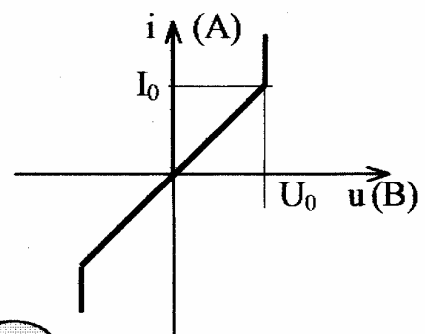
$$e = E_m \sin \omega t$$



3

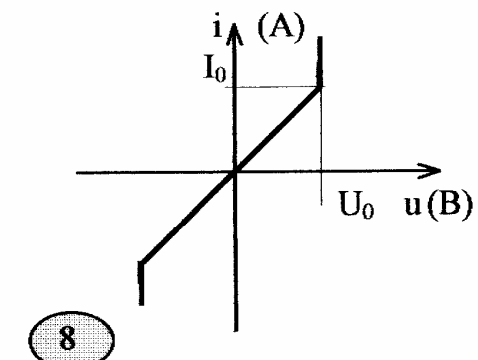
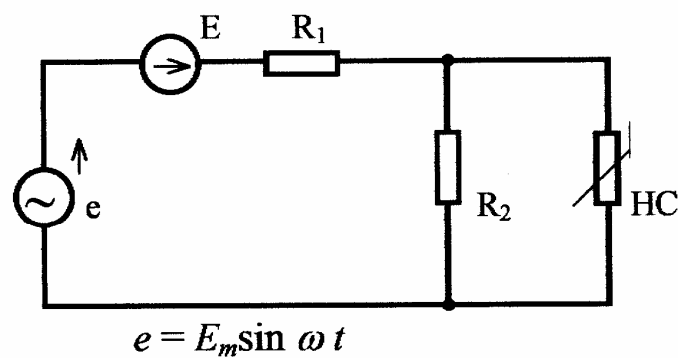
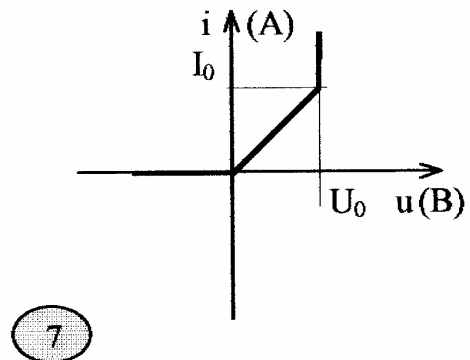
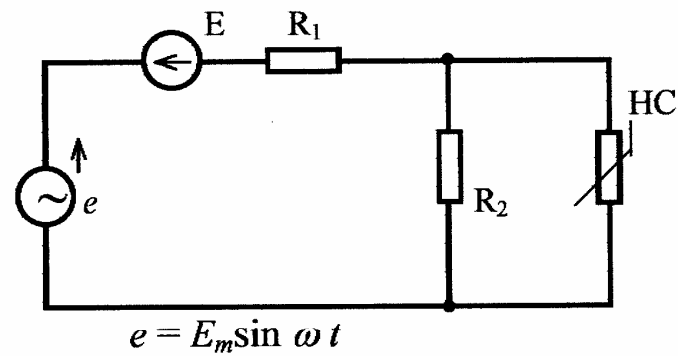
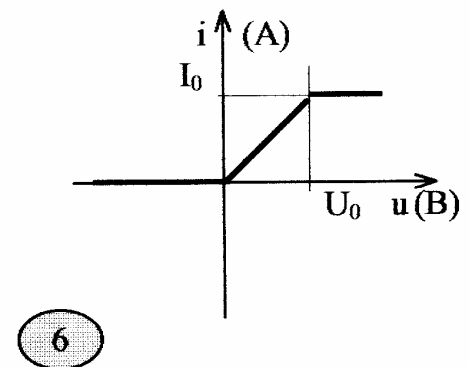
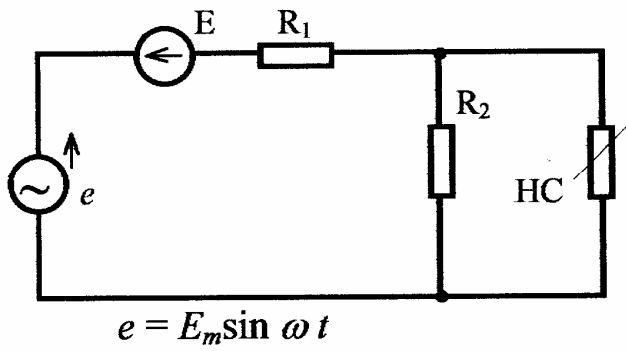
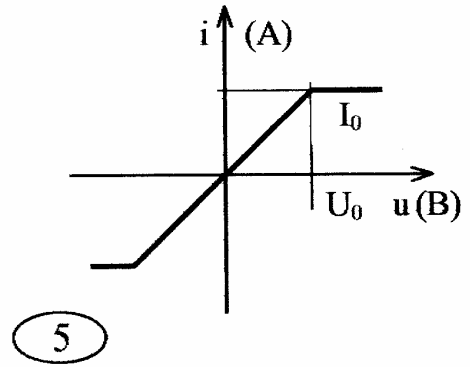
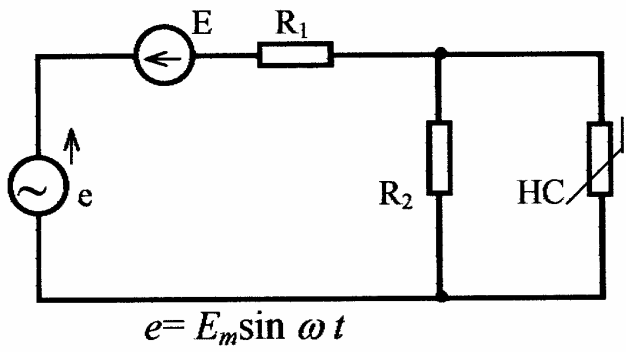


$$e = E_m \sin \omega t$$

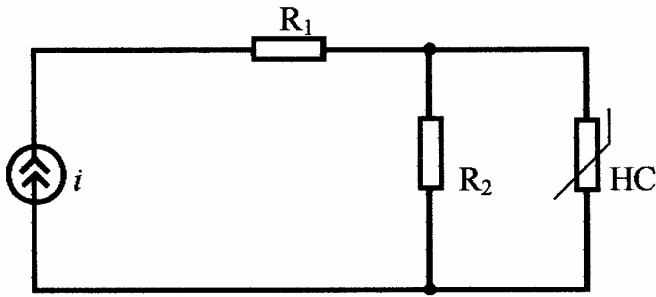


4

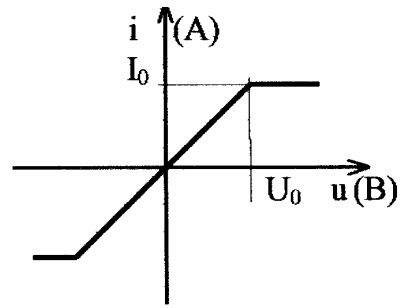
Рисунки к РГР-6



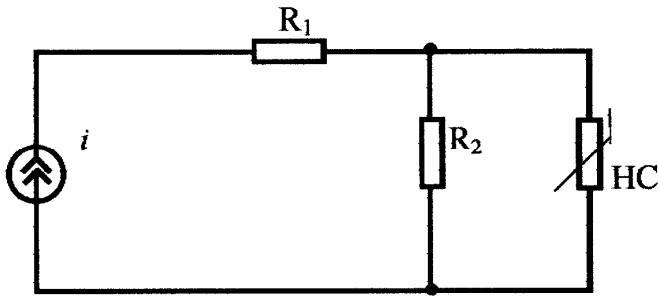
Рисунки к РГР-5



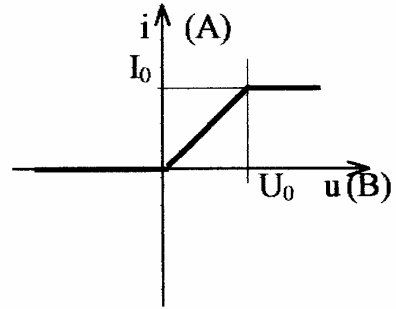
$$i = I_m \sin \omega t + I$$



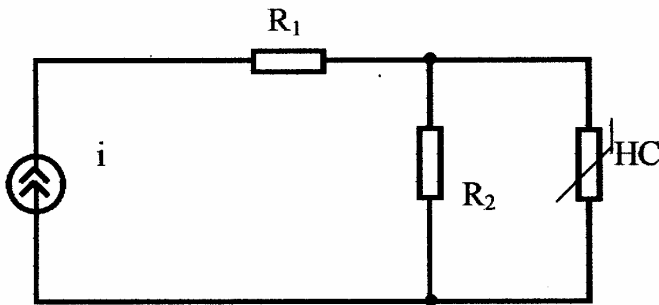
9



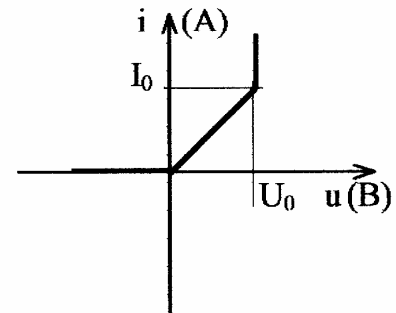
$$i = I_m \sin \omega t + I$$



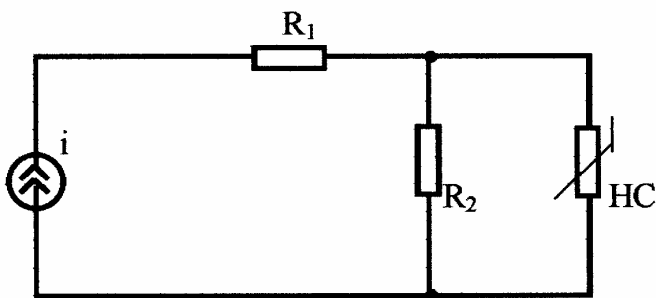
10



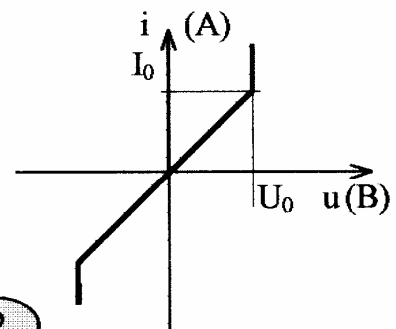
$$i = I_m \sin \omega t + I$$



11

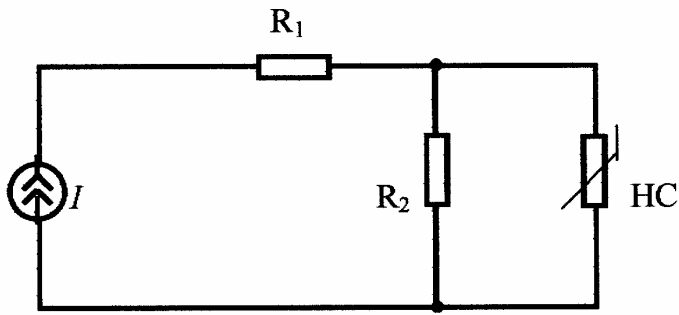


$$i = I_m \sin \omega t + I$$



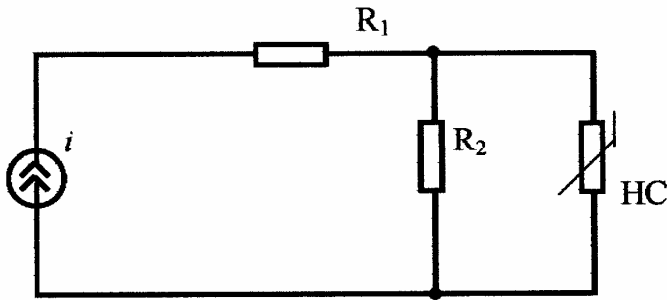
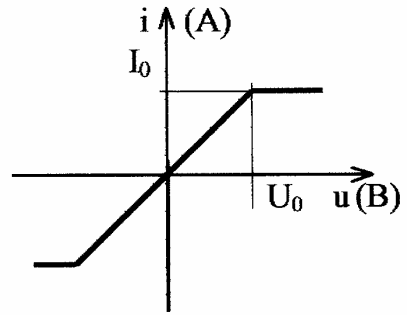
12

Рисунки к РГР-6



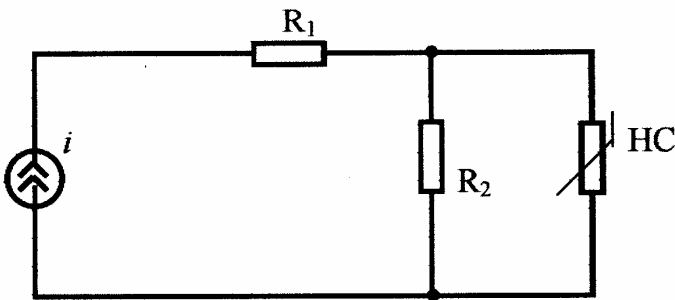
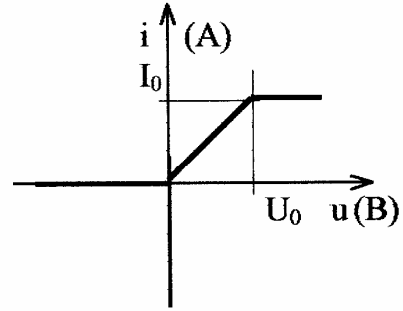
$$i = I_m \sin \omega t - I$$

13



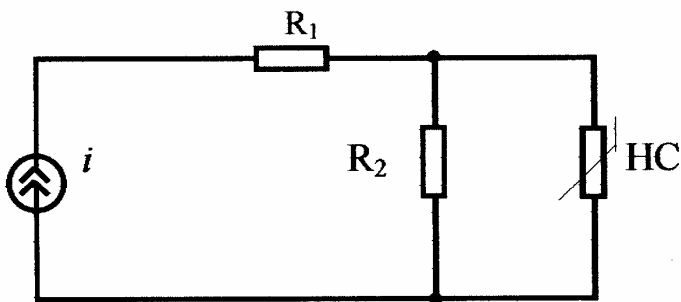
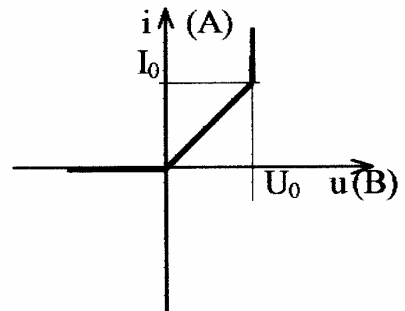
$$i = I_m \sin \omega t - I$$

14



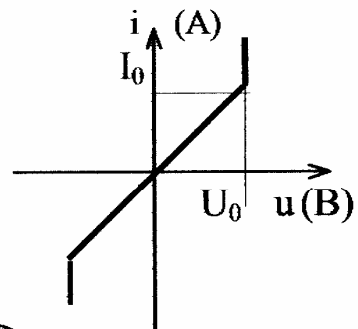
$$i = I_m \sin \omega t - I$$

15

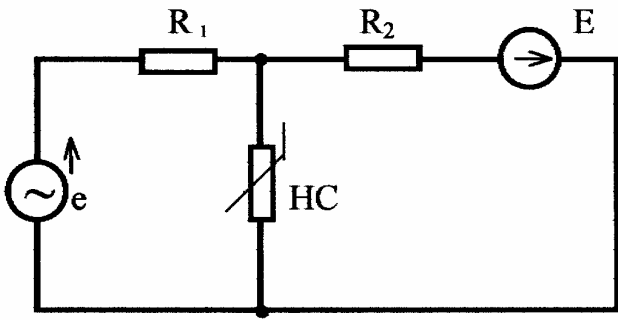


$$i = I_m \sin \omega t - I$$

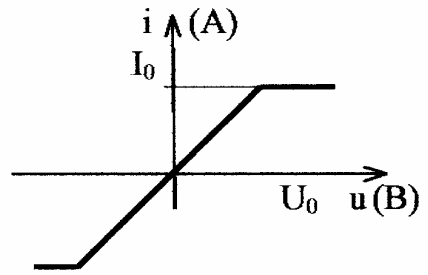
16



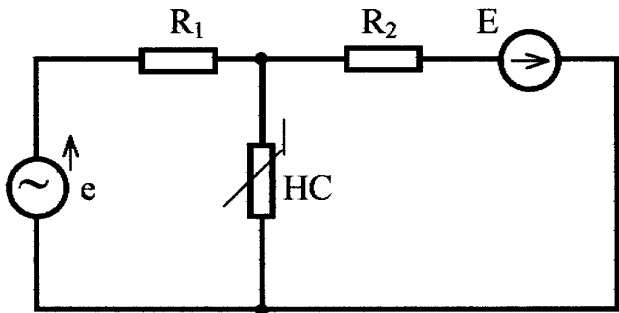
Рисунки к РГР-6



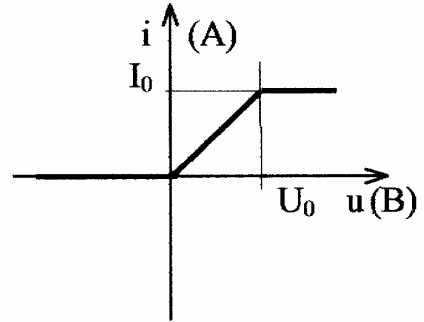
$$e = E_m \sin \omega t$$



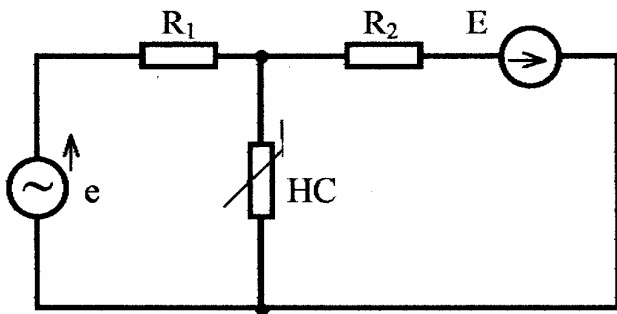
17



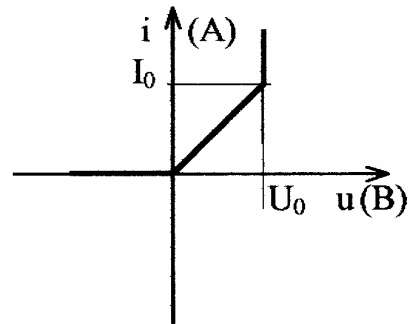
$$e = E_m \sin \omega t$$



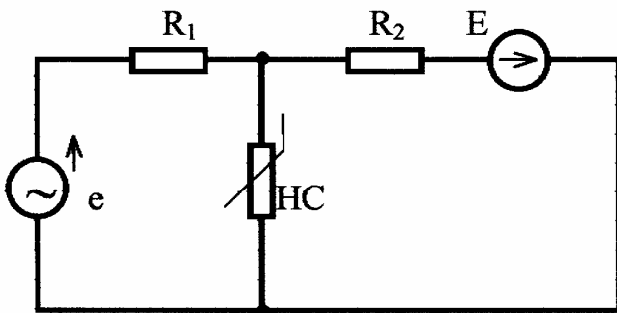
18



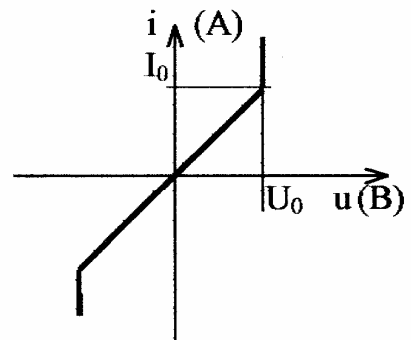
$$e = E_m \sin \omega t$$



19

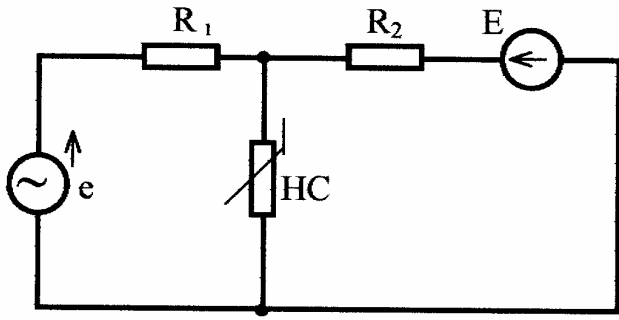


$$e = E_m \sin \omega t$$

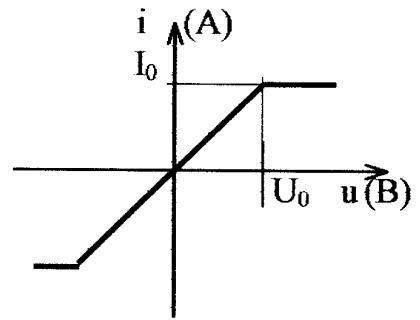


20

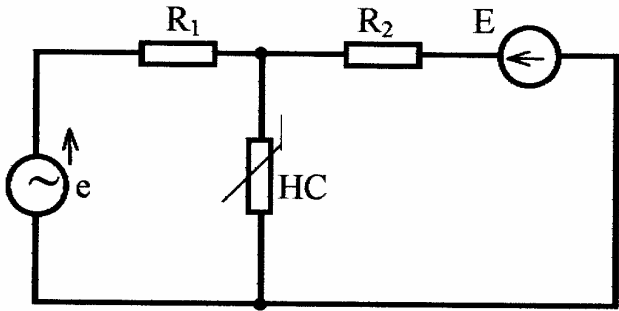
Рисунки к РГР-6



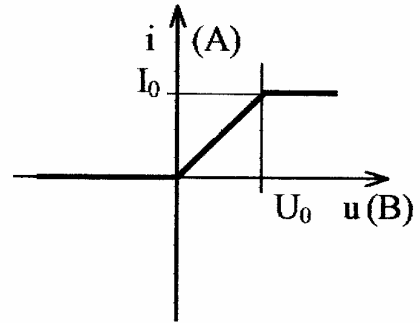
$$e = E_m \sin \omega t$$



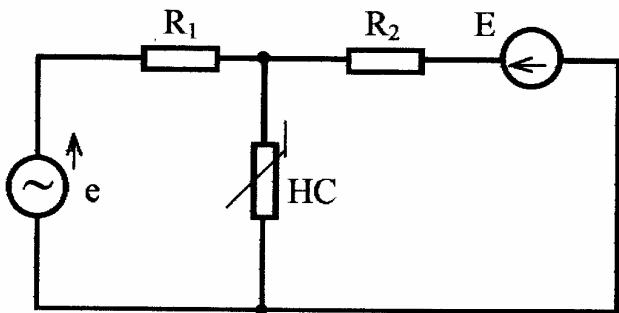
21



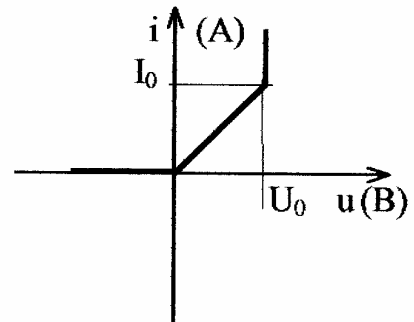
$$e = E_m \sin \omega t$$



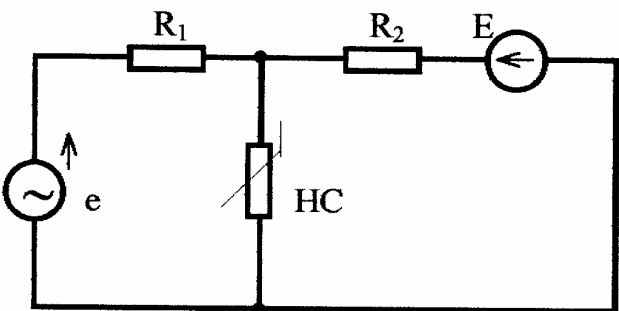
22



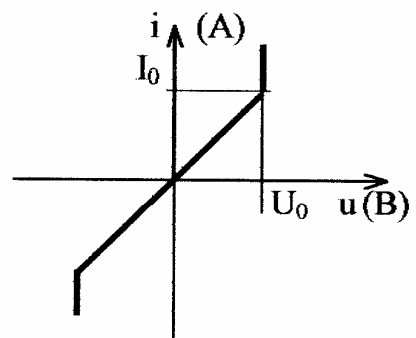
$$e = E_m \sin \omega t$$



23

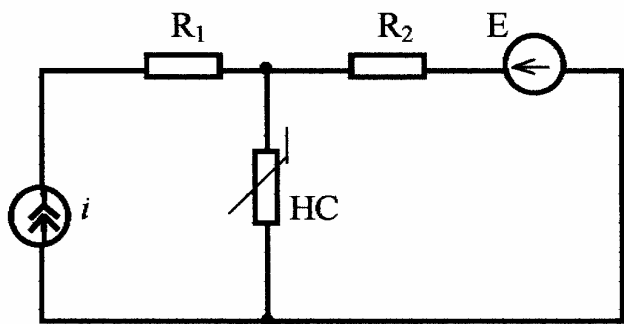


$$e = E_m \sin \omega t$$

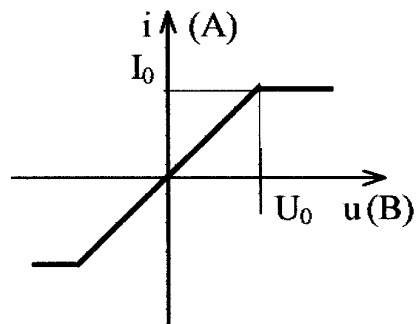


24

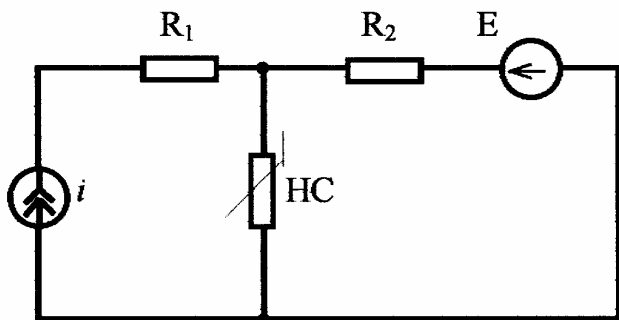
Рисунки к РГР-6



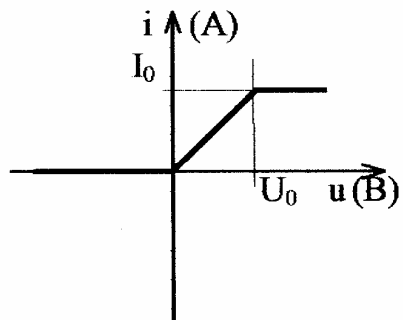
$$i = I_m \sin \omega t$$



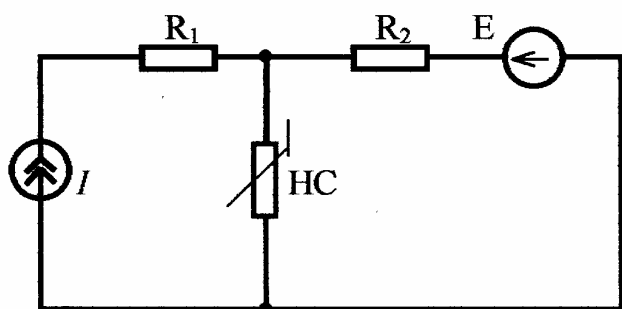
25



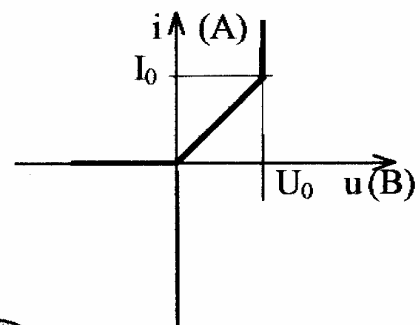
$$i = I_m \sin \omega t$$



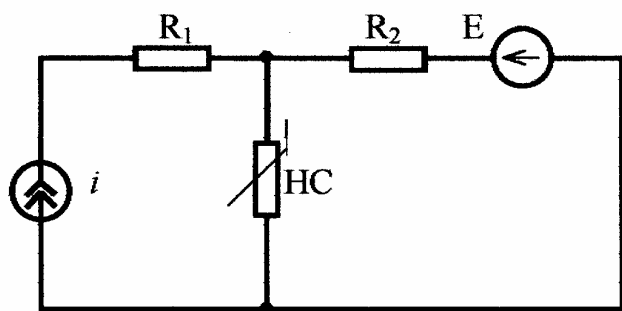
26



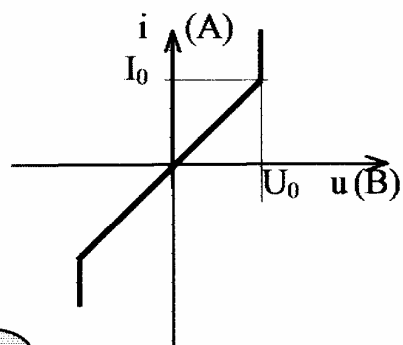
$$I = I_m \sin \omega t$$



27



$$i = I_m \sin \omega t$$



28

Рисунки к РГР-6

Рашит Яхьевич Сулейманов
Тамара Александровна Никитина
Евгения Петровна Никитина

Расчетно-графические работы

Сборник задач для студентов дневного отделения
специальностей 190401 – «Электроснабжение железных дорог»,
190303 – «Электрический транспорт железных дорог», 210700 – «Автоматика,
телемеханика на ж.-д. транспорте»

2-е издание, дополненное и переработанное

Редактор С. В. Пилюгина

Компьютерный оригинал-макет подготовлен Сулеймановым Р.Я.

620034, Екатеринбург, Колмогорова, 66, УрГУПС,
Редакционно-издательский отдел

Бумага писчая № 1	Подписано в печать	Усл. печ. л. 3,3
Тираж 300 экз.	Формат 60 X 90 1/16	Заказ