

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ
И ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЙ

**РАСЧЕТНО – ГРАФИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПО КУРСУ
«ЭЛЕКТРОТЕХНИКА»**

Методические указания

Иваново 2003

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАСЧЕТНО – ГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ

1. Приступая к решению задачи выяснить какие физические законы или методы расчета предполагается использовать. Привести математическую запись этих законов и методов. Необходимо иметь в виду, что при анализе реальной цепи рассматривается ее схема замещения, содержащая идеальные элементы. Это является отражением цепи с той или иной степенью приближенности.

2. При решении задачи не следует изменять принятые в начале расчета направления токов ветвей, наименования узлов и параметров элементов цепи. При решении одной и той же задачи различными методами одну и ту же физическую величину надлежит обозначать одним и тем же буквенным символом.

3. Расчет каждой искомой величины следует сначала выполнить в общем виде, а затем в полученную формулу подставить числовые значения и привести окончательный результат с указанием единиц измерения. Решение системы уравнений целесообразно проводить на ЭВМ с указанием использованного программного обеспечения.

4. Каждому этапу решения задачи необходимо дать краткое пояснение. При этом промежуточные и конечные результаты расчетов должны быть ясно выделены из общего текста.

5. Для элементов электрических схем следует пользоваться обозначениями, принятыми в учебниках по электротехнике.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ

1. В начале пояснительной записки должно быть представлено задание расчетно-графической работы, вычерчена по линейке схема электрической цепи, приведены ее параметры с указанием единиц измерения.

2. Все графики, схемы, таблицы и диаграммы должны быть пронумерованы. В тексте обязательны ссылки на соответствующие рисунки.

3. Вычисления необходимо производить с точностью до третьей значащей цифры. Погрешность расчетов не должна превышать 1% от определяемой величины.

4. На построенных графиках обязательно писать названия изображаемых зависимостей, единицы и масштаб.

5. В пояснительной записке должны быть поля для замечаний рецензента. (не менее 4 см.).

РАСЧЕТ РАЗВЕТВЛЕННОЙ ЦЕПИ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Схема цепи приведена на рис. 1. Параметры цепи для каждого варианта даны в табл. 1.

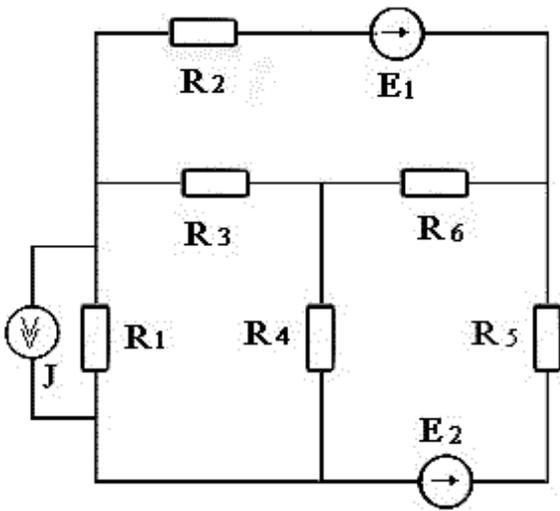
ЗАДАНИЕ

1. Для заданной схемы в общем виде составить систему уравнений:
 - а) по 1-му и 2-му законам Кирхгофа;
 - б) по методу контурных токов;
 - в) по методу узловых потенциалов.
2. Выбрать метод расчета и определить токи во всех ветвях.
3. Проверить решение по балансу мощности.
4. Включить ваттметр для измерения мощности источника E_1 и определить показания ваттметра.
5. Выделить ветвь с резистором R_6 и заменить остальную часть цепи эквивалентным двухполюсником с параметрами R_{Σ} и E_{Σ} . Определить величины R_{Σ} и E_{Σ} .
6. Определить сопротивление R_6 , при котором в нем выделяется максимальная мощность. Вычислить значение этой мощности.
7. Изменяя значение сопротивления R_6 в пределах от 0 до $6R_{\Sigma}$ построить зависимости мощности источника $P_{И}(R_6)$, мощности нагрузки $P_{Н}(R_6)$ и КПД $\eta(R_6)$.

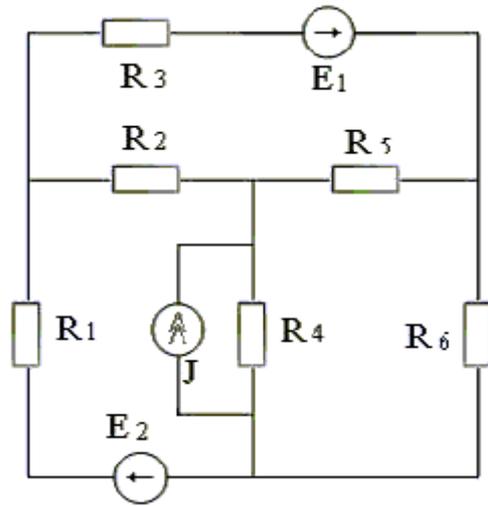
Таблица 1

ПАРАМЕТРЫ ЦЕПИ

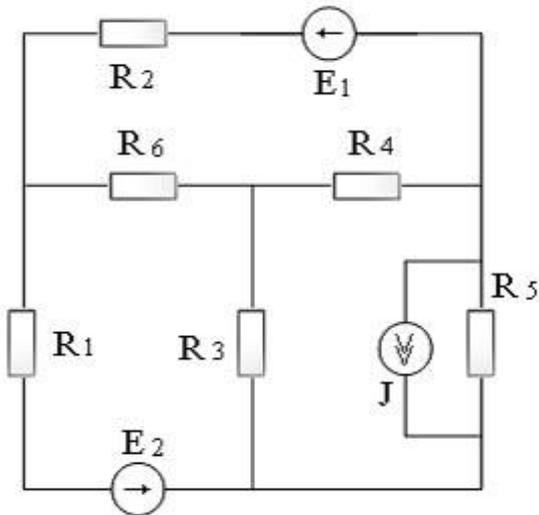
№ варианта	E ₁ , В	E ₂ , В	J, А	R ₁ , Ом	R ₂ , Ом	R ₃ , Ом	R ₄ , Ом	R ₅ , Ом	R ₆ , Ом
1	10	60	0,5	2	6	30	20	5	20
2	20	58	0,6	4	7	29	10	8	18
3	30	56	0,7	6	8	28	30	11	16
4	40	52	0,8	8	9	29	21	14	14
5	50	50	0,9	10	10	27	11	17	12
6	60	48	1	12	11	26	31	20	10
7	15	46	1,1	14	12	25	22	23	22
8	25	44	1,2	16	13	24	12	26	24
9	35	42	1,3	18	14	23	32	29	26
10	45	40	1,4	20	15	22	23	32	28
11	55	38	1,5	3	16	21	13	35	30
12	12	36	1,6	5	17	20	33	38	32
13	22	34	1,7	7	18	19	24	6	34
14	32	32	1,8	9	19	18	14	9	36
15	42	30	1,9	11	20	17	34	12	11
16	52	28	2	13	21	16	25	15	13
17	16	26	2,1	15	22	15	15	18	15
18	26	24	2,2	17	2	14	35	21	17
19	36	22	2,3	19	3	13	26	24	19
20	46	20	2,4	21	4	12	16	27	21
21	56	18	2,5	2	5	11	36	30	23
22	18	16	2,6	4	20	10	27	33	25
23	28	14	2,7	6	19	9	17	36	27
24	38	12	2,8	8	18	8	37	7	29
25	48	10	2,9	10	17	7	28	10	31
26	58	11	3	12	16	6	18	13	33
27	21	21	3,1	14	15	10	38	16	35
28	37	31	3,2	16	14	20	29	19	37
29	41	37	3,3	18	13	25	19	22	9
30	27	41	3,4	20	12	30	39	25	7



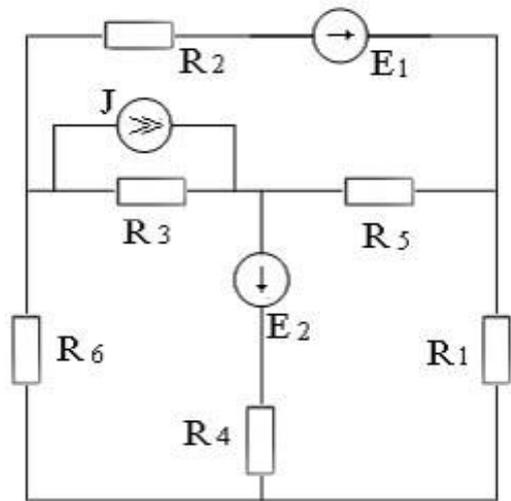
Puc. 1.1



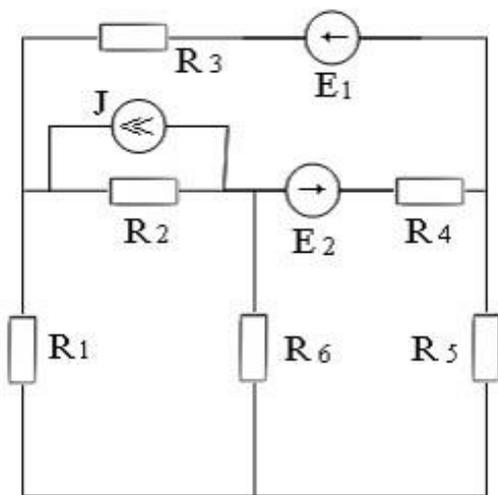
Puc. 1.2



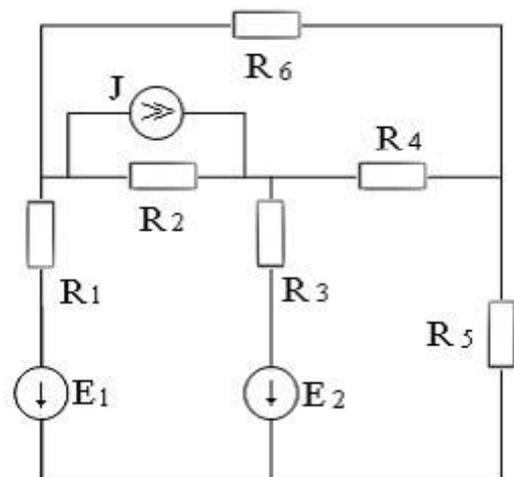
Puc. 1.3



Puc. 1.4

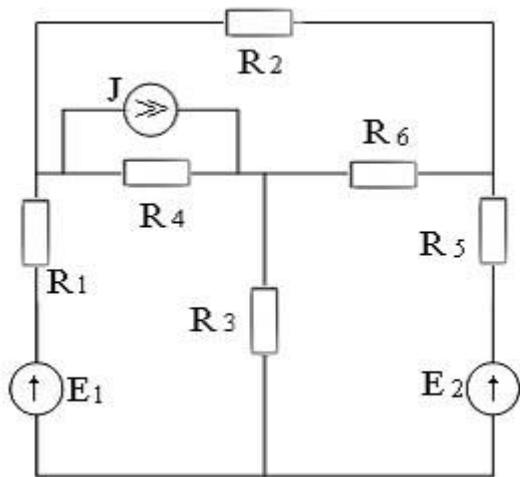


Puc. 1.5

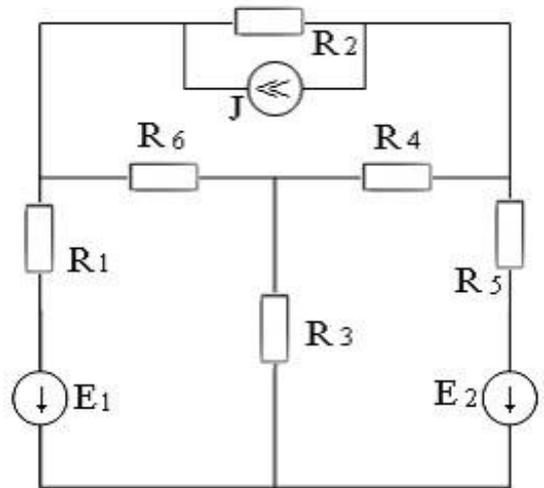


Puc. 1.6

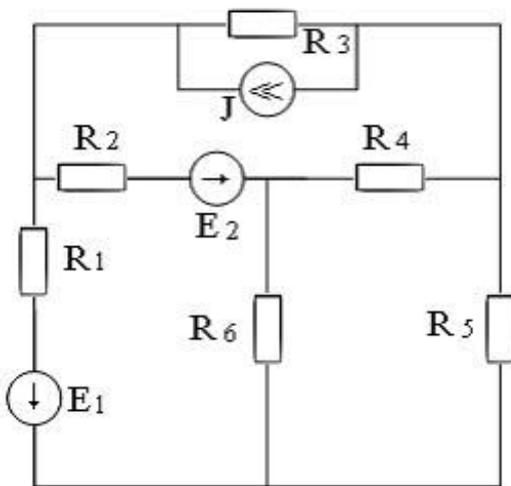
Puc. 1. Схема разветвленной цепи постоянного тока.



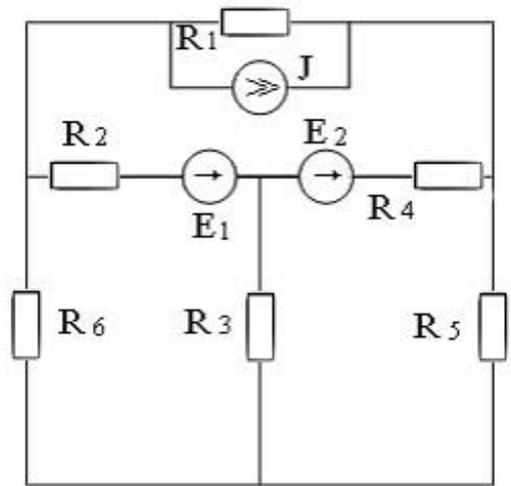
Puc. 1.7



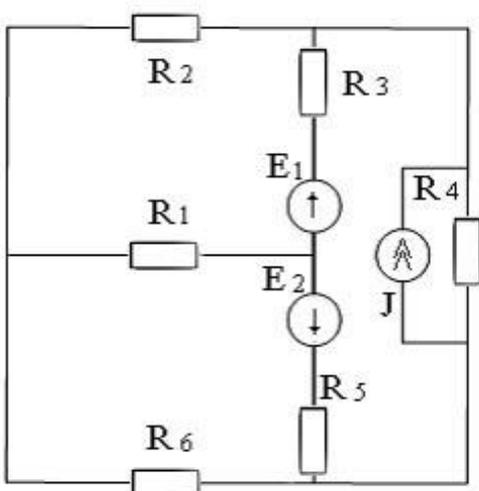
Puc. 1.8



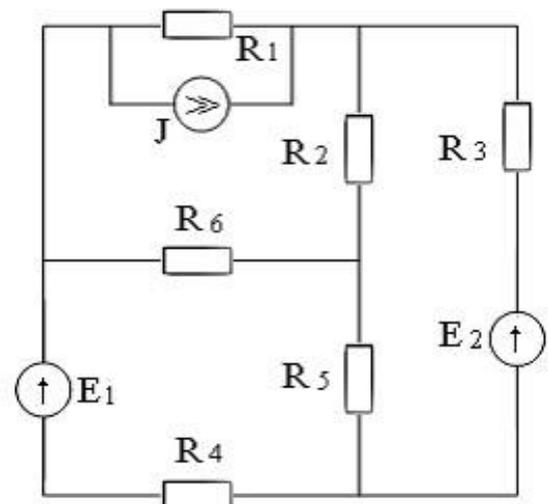
Puc. 1.9



Puc. 1.10

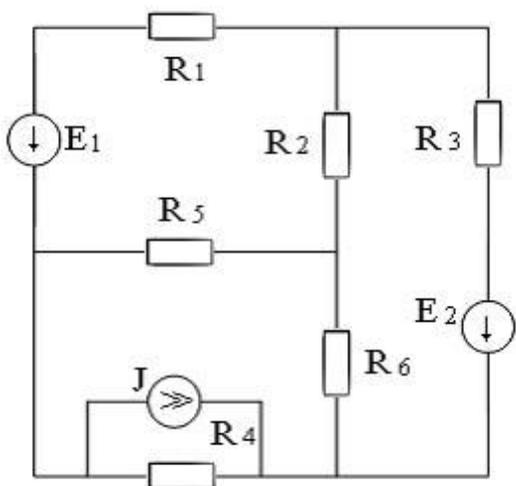


Puc. 1.11

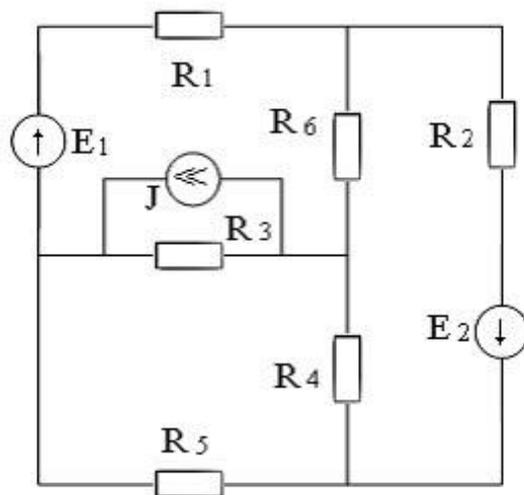


puc. 1.12

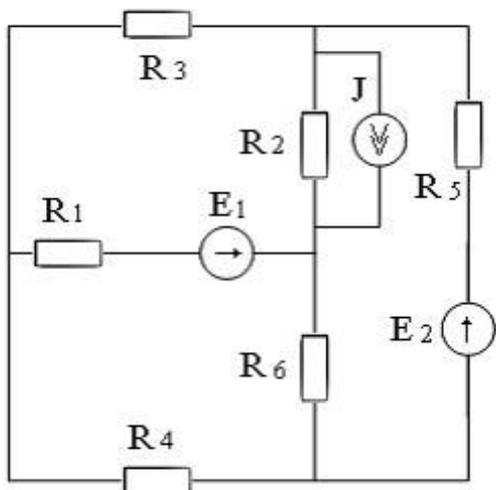
Puc. 1. Схема разветвленной цепи постоянного тока (продолжение).



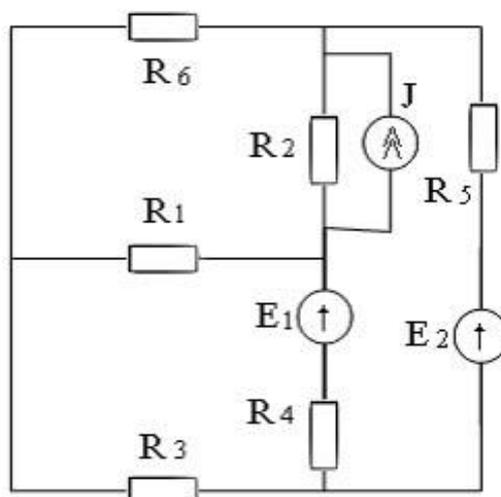
Puc. 1.13



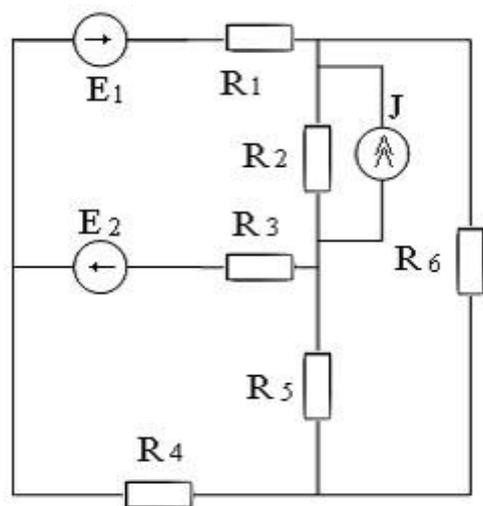
Puc. 1.14



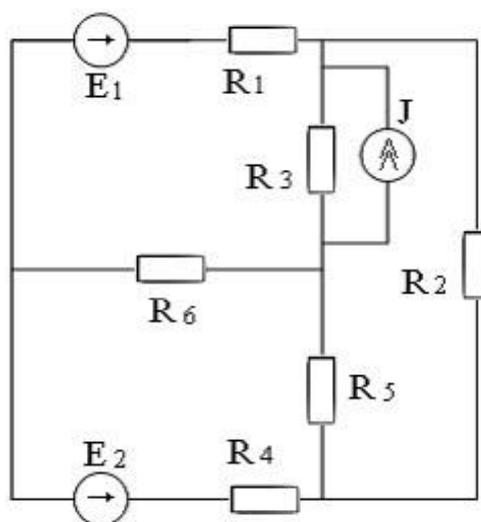
Puc. 1.15



Puc. 1.16

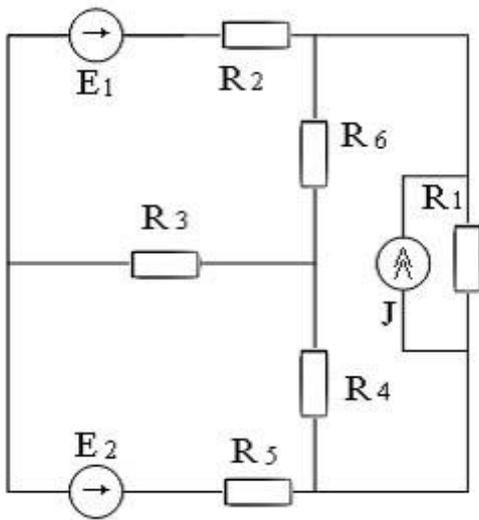


Puc. 1.17

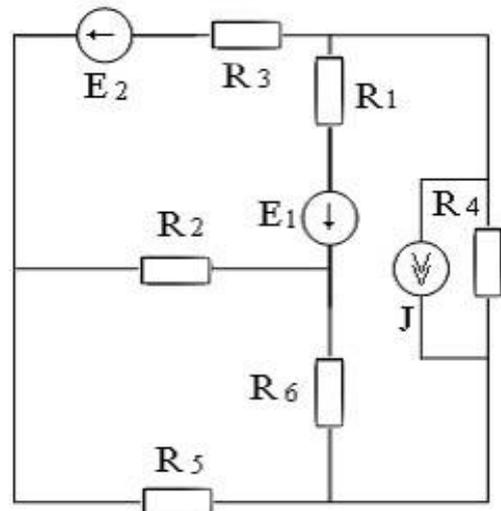


Puc. 1.18

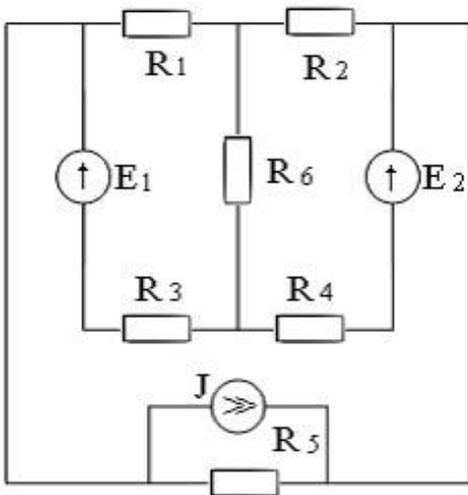
Puc. 1. Схема разветвленной цепи постоянного тока (продолжение).



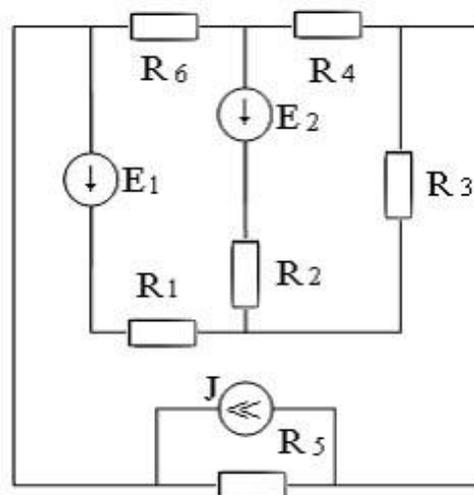
Puc 1.19



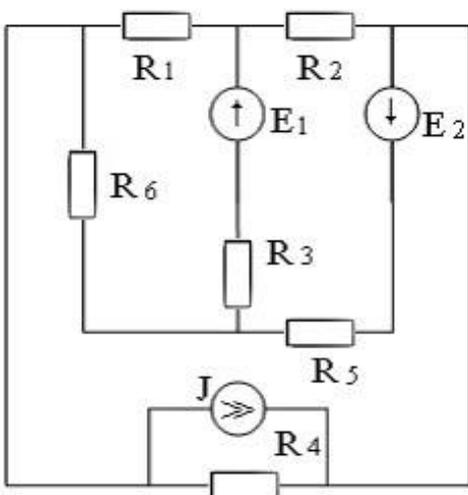
Puc. 1.20



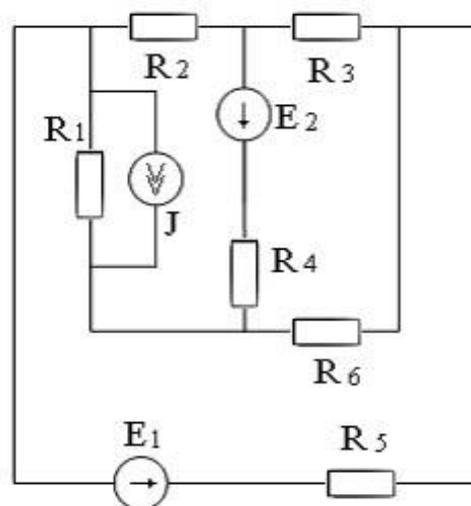
Puc. 1.21



Puc. 1.22

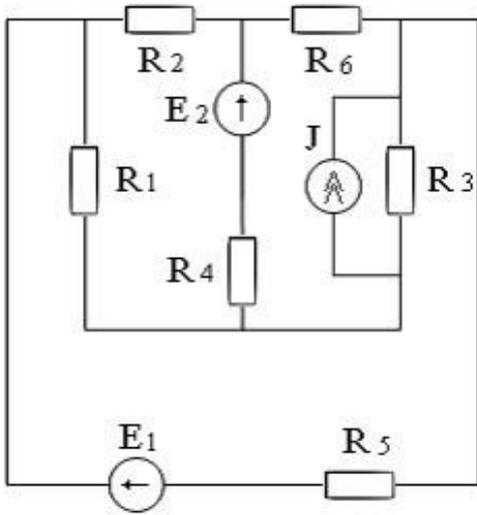


Puc. 1.23

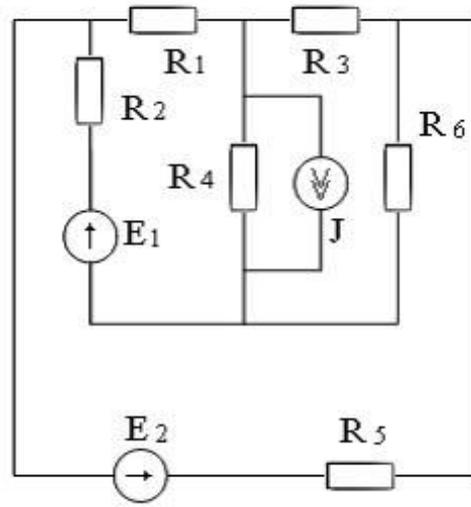


Puc. 1.24

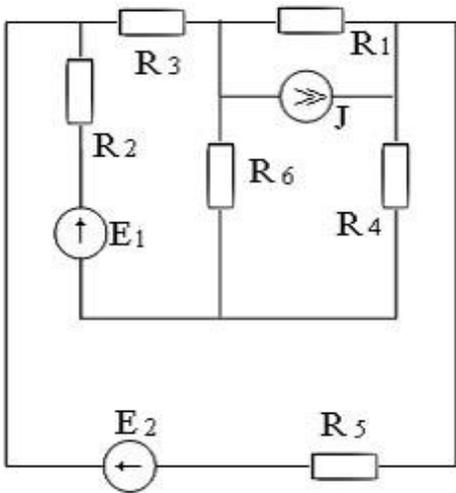
Puc. 1. Схема разветвленной цепи постоянного тока (продолжение).



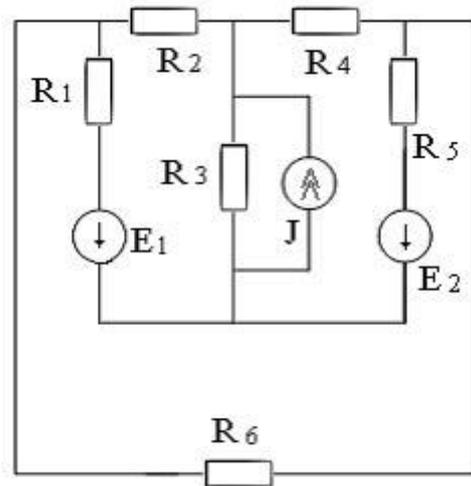
Puc. 1.25



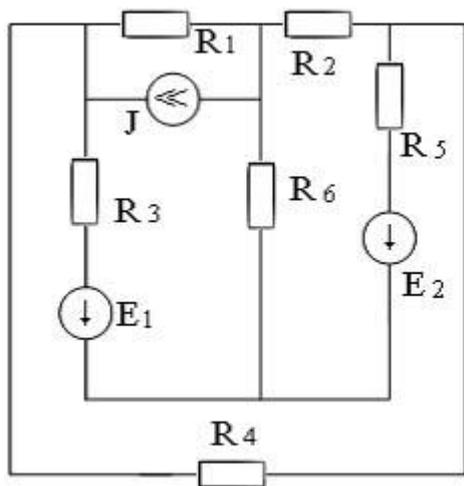
Puc. 1.26



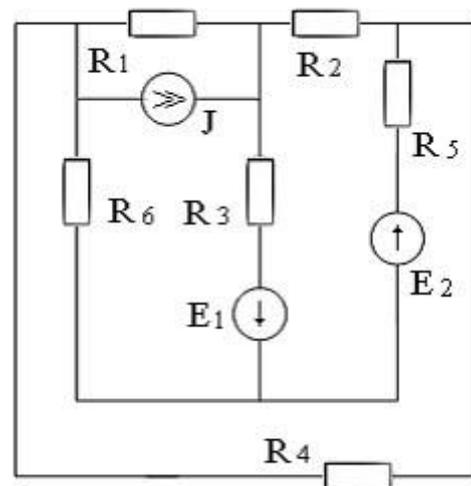
Puc. 1.27



Puc. 1.28



Puc. 1.29



Puc. 1.30

Puc. 1. Схема разветвленной цепи постоянного тока (окончание).

РАСЧЕТ РАЗВЕТВЛЕННОЙ ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО СИНУСОИДАЛЬНОГО ТОКА

Схема цепи приведена на рис. 2. Параметры цепи для каждого варианта даны в табл. 2.

Фаза первого источника ЭДС равна $\frac{-\pi}{6}$ рад. у всех вариантов. Фаза второго источника ЭДС равна $(30+10k)^\circ$, где k – номер схемы по заданию.

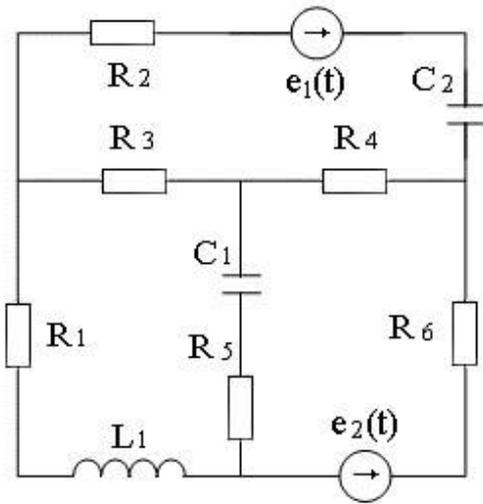
ЗАДАНИЕ

1. Для заданной схемы в общем виде составить систему уравнений в комплексной форме:
 - а) по 1-му и 2-му законам Кирхгофа;
 - б) по методу контурных токов;
 - в) по методу узловых потенциалов.
2. Выбрать метод расчета и определить в комплексной форме токи во всех ветвях.
3. Проверить решение по балансу мощностей.
4. Включить ваттметры для измерения активной мощности источников \dot{E}_1 и \dot{E}_2 . Определить показания ваттметров.
5. Построить векторную диаграмму токов и топографическую диаграмму напряжений, соответствующую рассчитанной схеме (построение диаграмм следует выполнить в одних осях).
6. Записать временные функции $i_n(t)$ и $e_n(t)$ для всех токов и ЭДС.

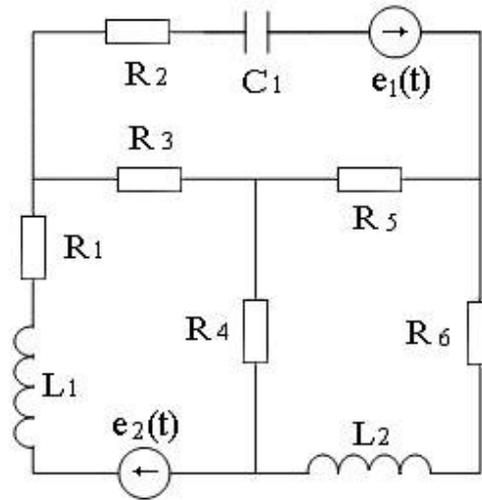
Таблица 2.

ПАРАМЕТРЫ ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

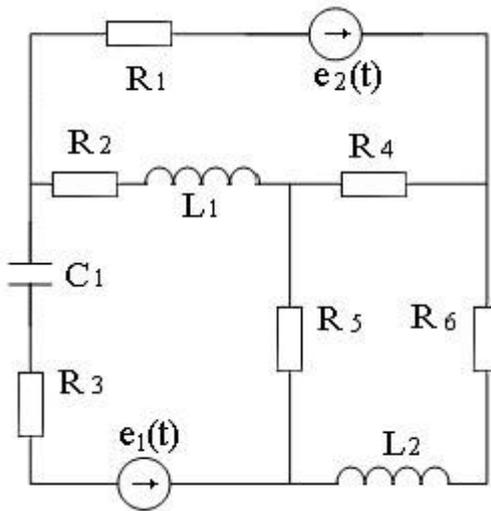
№ вари- анта.	$E_{1m},$ В	$E_{2m},$ В	F, Гц	$R_1,$ Ом	$R_2,$ Ом	$R_3,$ Ом	$R_4,$ Ом	$R_5,$ Ом	$R_6,$ Ом	$L_1,$ Гн	$L_2,$ Гн	$C_1,$ мкФ	$C_2,$ мкФ
1	10	60	50	2	6	30	20	5	20	0,5	0,1	100	150
2	20	58	60	4	7	29	10	8	18	0,4	0,2	80	200
3	30	56	75	6	8	28	30	11	16	0,2	0,3	250	100
4	40	52	100	8	9	29	21	14	14	0,1	0,4	100	80
5	50	50	50	10	10	27	11	17	12	0,15	0,5	120	60
6	60	48	60	12	11	26	31	20	10	0,25	0,6	140	50
7	15	46	75	14	12	25	22	23	22	0,35	0,15	150	55
8	25	44	100	16	13	24	12	26	24	0,45	0,25	160	65
9	35	42	50	18	14	23	32	29	26	0,55	0,35	170	75
10	45	40	60	20	15	22	23	32	28	0,5	0,45	180	85
11	55	38	75	3	16	21	13	35	30	0,6	0,55	200	95
12	12	36	100	5	17	20	33	38	32	0,2	0,65	220	105
13	22	34	50	7	18	19	24	6	34	0,3	0,6	240	115
14	32	32	60	9	19	18	14	9	36	0,4	0,55	230	125
15	42	30	75	11	20	17	34	12	11	0,5	0,5	210	135
16	52	28	100	13	21	16	25	15	13	0,1	0,45	190	145
17	16	26	50	15	22	15	15	18	15	0,15	0,4	170	160
18	26	24	60	17	2	14	35	21	17	0,25	0,35	150	170
19	36	22	75	19	3	13	26	24	19	0,35	0,3	130	180
20	46	20	100	21	4	12	16	27	21	0,45	0,25	110	190
21	56	18	50	2	5	11	36	30	23	0,55	0,2	90	200
22	18	16	60	4	20	10	27	33	25	0,6	0,15	105	215
23	28	14	75	6	19	9	17	36	27	0,5	0,1	121	225
24	38	12	100	8	18	8	37	7	29	0,4	0,6	145	235
25	48	10	50	10	17	7	28	10	31	0,3	0,5	165	245
26	58	11	60	12	16	6	18	13	33	0,2	0,4	175	255
27	21	21	75	14	15	10	38	16	35	0,1	0,3	195	260
28	37	31	100	16	14	20	29	19	37	0,15	0,2	205	280
29	41	37	50	18	13	25	19	22	9	0,25	0,1	225	290
30	27	41	60	20	12	30	39	25	7	0,35	0,55	235	300



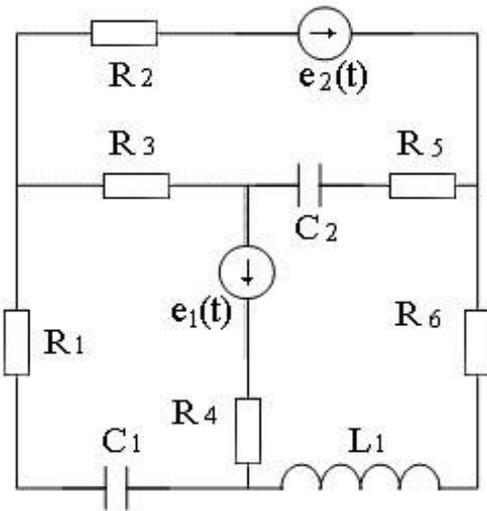
Puc. 2.1



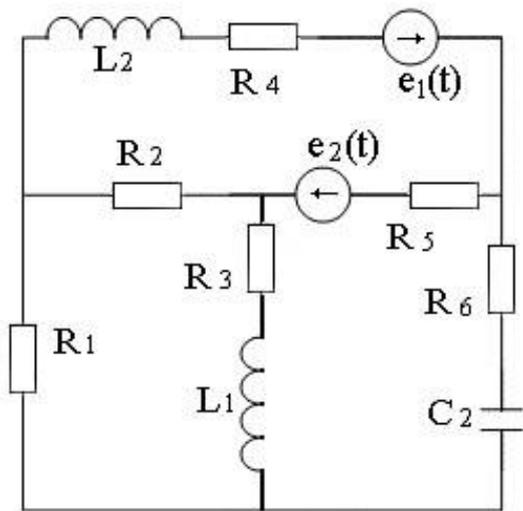
Puc. 2.2



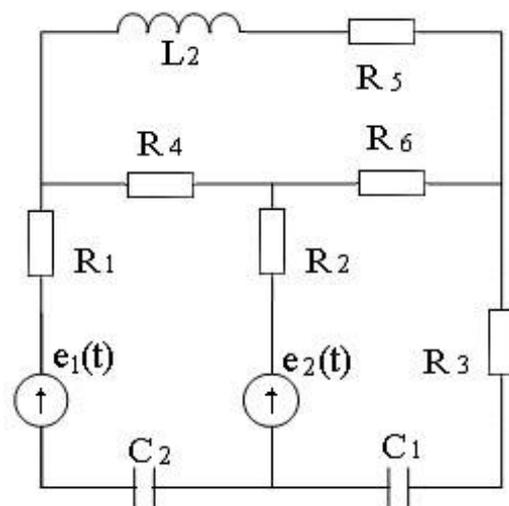
Puc. 2.3



Puc. 2.4

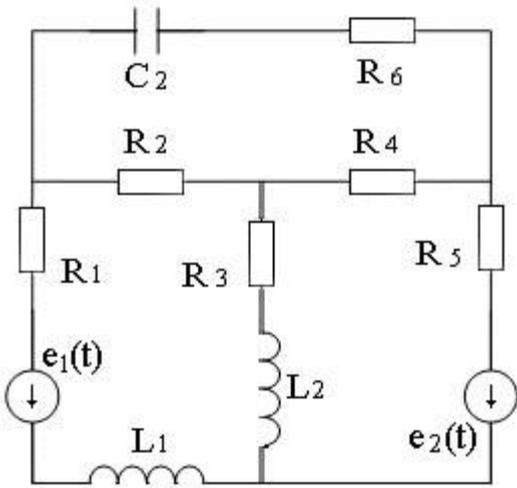


Puc. 2.5

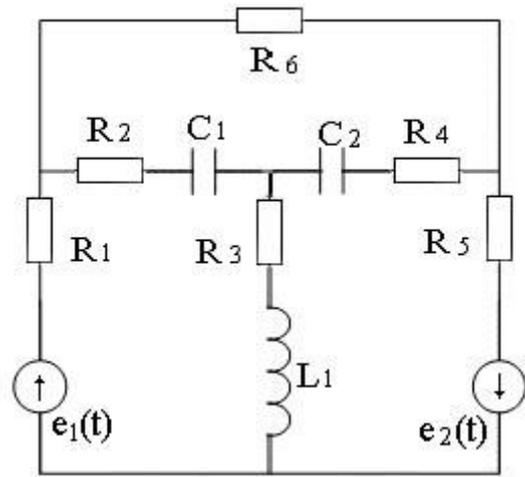


Puc. 2.6

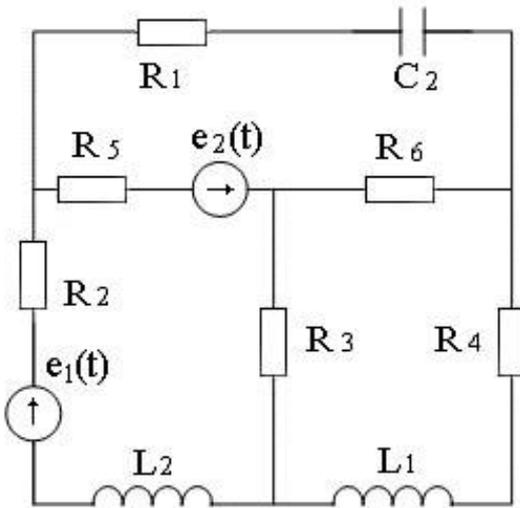
Puc. 2. Схема разветвленной цепи переменного тока.



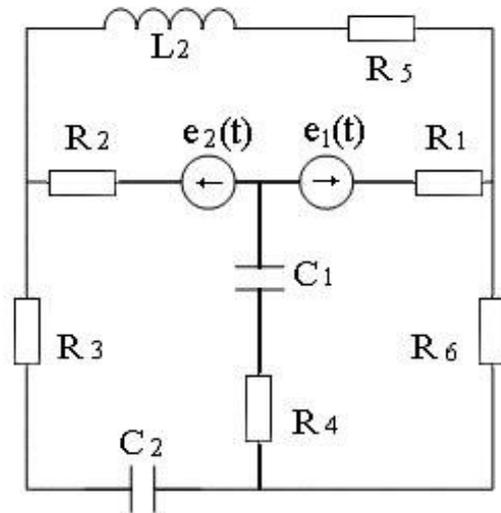
Puc. 2.7



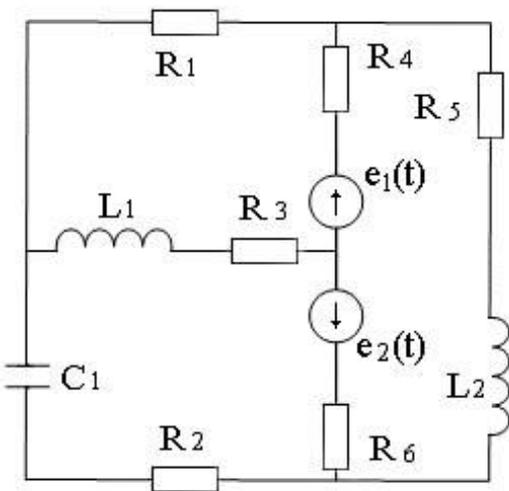
Puc. 2.8



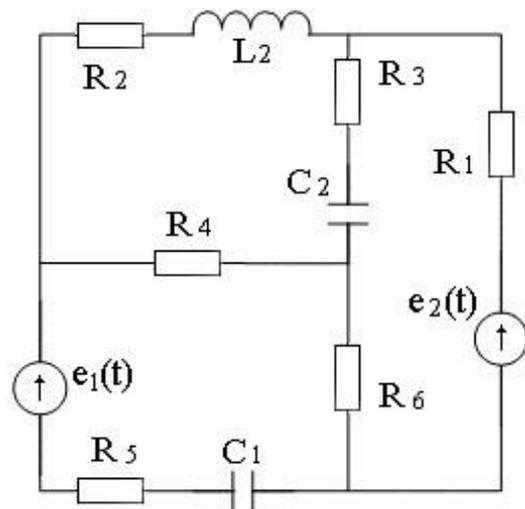
Puc. 2.9



Puc. 2.10

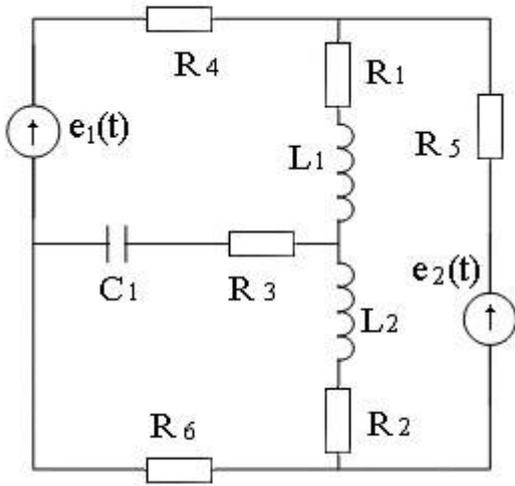


Puc. 2.11

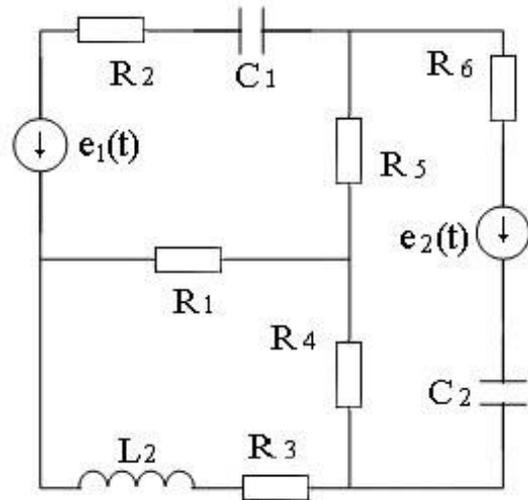


Puc. 2.12

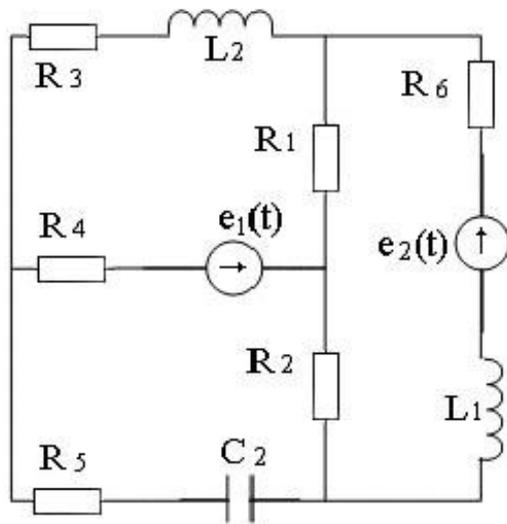
Puc. 2. Схема разветвленной цепи переменного тока (продолжение).



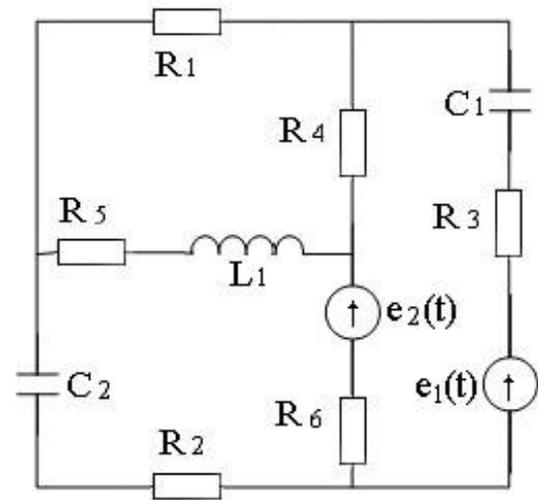
Puc. 2.13



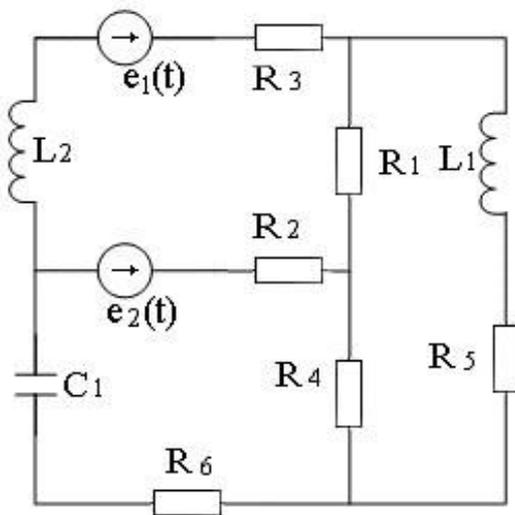
Puc. 2.14



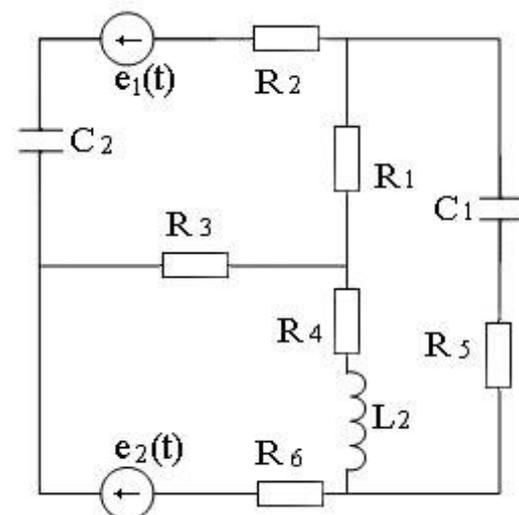
Puc. 2.15



Puc. 2.16

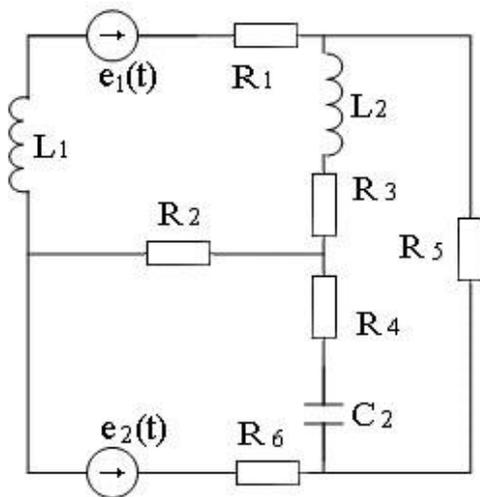


Puc. 2.17

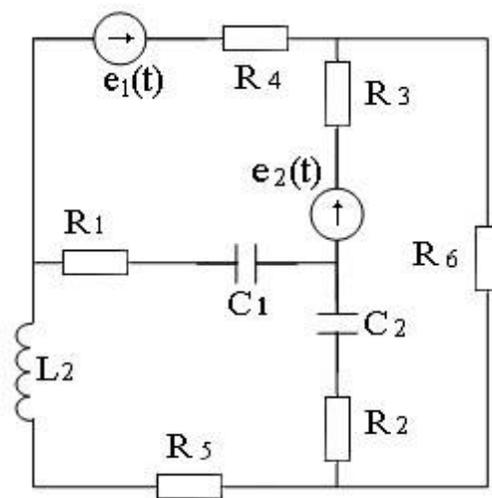


Puc. 2.18

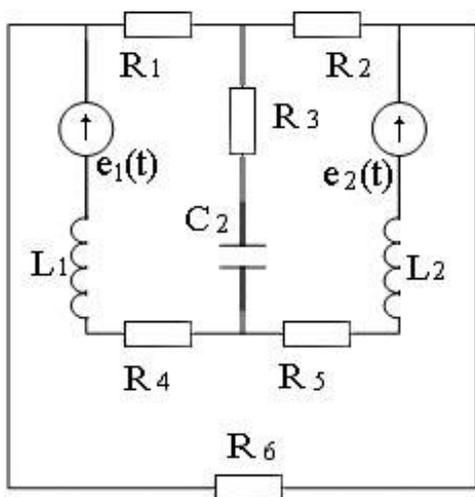
Puc. 2. Схема разветвленной цепи переменного тока (продолжение).



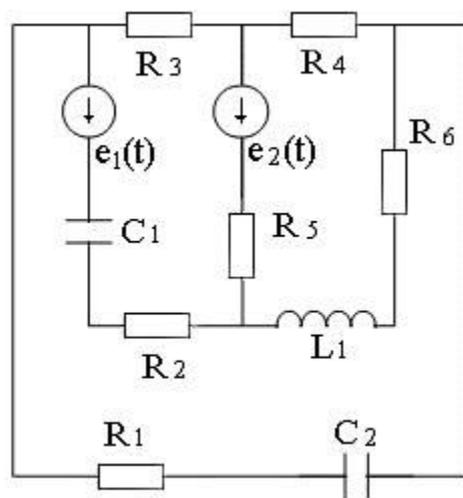
Puc. 2.19



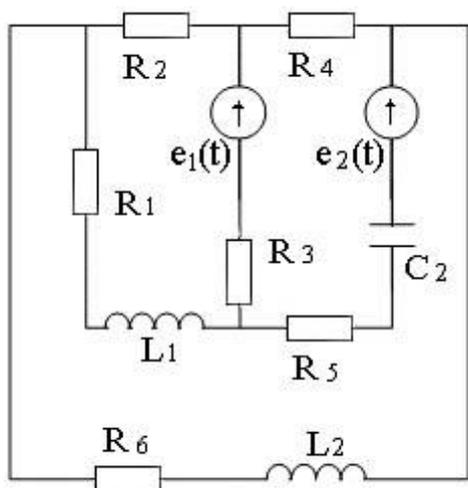
Puc. 2.20



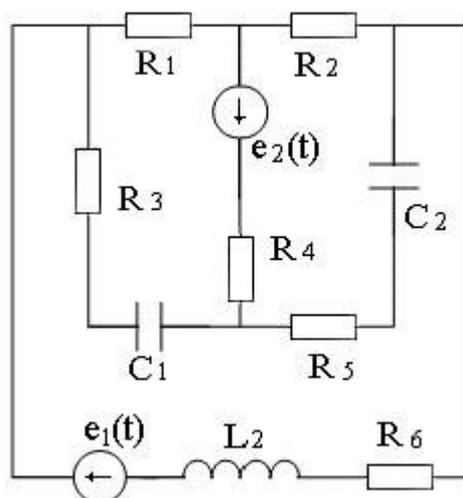
Puc. 2.21



Puc. 2.22

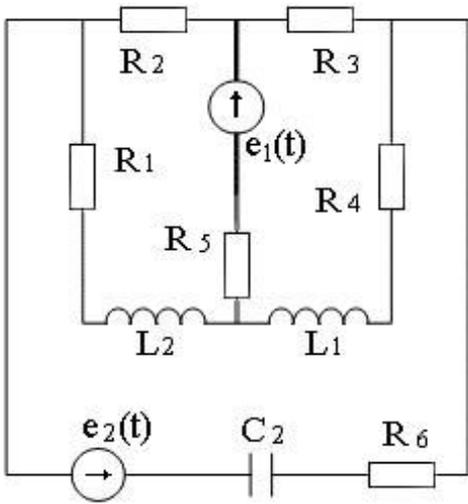


Puc. 2.23

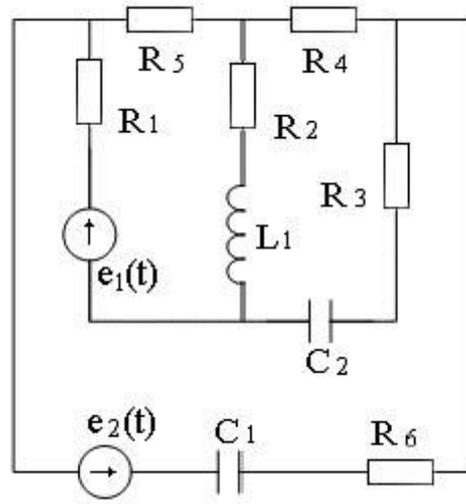


Puc. 2.24

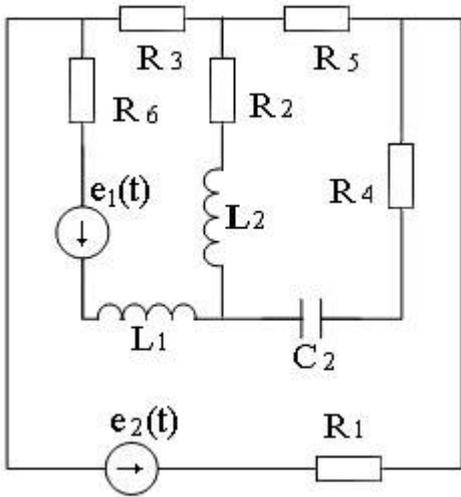
Puc. 2. Схема разветвленной цепи переменного тока (продолжение).



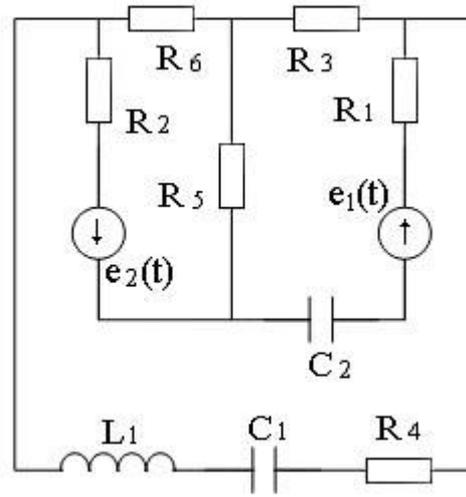
Puc. 2.25



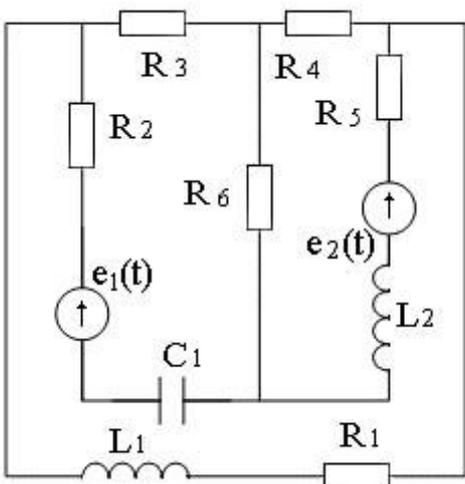
Puc. 2.26



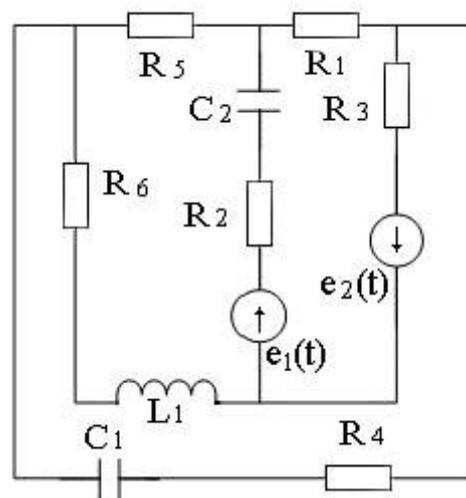
Puc. 2.27



Puc. 2.28



Puc. 2.29



Puc. 2.30

Puc. 2. Схема разветвленной цепи переменного тока (окончание).

РАСЧЕТ ТРЕХФАЗНОЙ ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО СИНУСОИДАЛЬНОГО ТОКА

Схема цепи приведена на рисунке 3. Параметры цепи для каждого варианта даны в таблице 3.

Трехфазный генератор создает симметричную систему ЭДС с прямой последовательностью чередования фаз:

$$e_A(t) = E_m \sin \omega t; \quad e_B(t) = E_m \sin(\omega t - 120^\circ); \quad e_C(t) = E_m \sin(\omega t + 120^\circ).$$

ЗАДАНИЕ

1. Рассчитать в комплексной форме токи в ветвях и напряжения на элементах цепи. Для симметричной части приемника расчет рекомендуется проводить на одну фазу.

2. Определить активную и реактивную мощности источников ЭДС и сравнить их с суммой активных и реактивных мощностей пассивных элементов цепи.

3. Включить в цепь ваттметры для измерения активной мощности трехфазного генератора. Определить показания ваттметров.

4. Построить векторные диаграммы токов и топографические диаграммы напряжений:

- а) для симметричной части приемника;
- б) для несимметричной части приемника.

Векторная диаграмма токов каждой части приемника должна быть совмещена на одном графике с соответствующей топографической диаграммой.

5. Построить для каждой фазы отдельные графики $e_A(t)$, $i_A(t)$, $e_B(t)$, $i_B(t)$, и $e_C(t)$, $i_C(t)$; где $i_A(t)$, $i_B(t)$, $i_C(t)$ – токи, проходящие через соответствующие источники ЭДС.

Таблица 3

ПАРАМЕТРЫ ТРЕХФАЗНОЙ ЦЕПИ

№ варианта	E_m В	F Гц	R Ом	R_1 Ом	R_2 Ом	L Гн	L_1 Гн	L_2 Гн	C мкФ	C_1 мкФ	C_2 мкФ
1	110	330	23	46	16	0,01	0,017	0,011	5	9	11
2	120	320	15	44	13	0,01	0,017	0,011	11	5	9
3	130	310	12	43	10	0,01	0,017	0,011	9	11	5
4	140	300	18	25	20	0,01	0,017	0,011	7	12	8
5	150	290	16	36	15	0,01	0,017	0,011	12	8	7
6	160	280	25	40	19	0,01	0,013	0,018	8	7	12
7	170	270	14	18	21	0,01	0,013	0,018	15	11	13
8	180	260	32	23	25	0,012	0,013	0,018	11	13	15
9	190	250	40	24	30	0,012	0,013	0,018	13	15	11
10	200	240	38	26	29	0,012	0,01	0,018	18	20	22
11	220	230	29	29	31	0,012	0,01	0,11	20	22	18
12	230	220	45	27	33	0,012	0,01	0,11	22	18	20
13	240	210	61	25	39	0,015	0,01	0,11	26	17	29
14	250	200	25	31	34	0,015	0,01	0,11	17	29	26
15	260	190	27	33	36	0,015	0,019	0,11	29	26	17
16	270	180	26	35	38	0,015	0,019	0,13	15	25	20
17	280	170	33	37	40	0,015	0,019	0,13	20	15	25
18	290	160	30	39	41	0,015	0,019	0,13	25	20	15
19	300	150	34	41	46	0,015	0,019	0,13	18	23	30
20	310	140	42	44	43	0,1	0,17	0,13	23	30	18
21	320	130	40	43	55	0,1	0,17	0,2	30	18	23
22	330	120	53	46	59	0,1	0,17	0,2	27	21	24
23	340	110	55	49	51	0,1	0,17	0,2	24	27	21
24	350	100	57	50	53	0,14	0,17	0,2	21	24	27
25	360	90	46	52	60	0,14	0,25	0,2	31	33	22
26	370	80	47	55	62	0,14	0,17	0,25	22	31	33
27	380	70	43	57	64	0,14	0,17	0,25	33	22	31
28	390	60	62	53	66	0,14	0,17	0,25	40	34	50
29	400	50	66	59	69	0,16	0,17	0,25	50	40	34
30	410	40	63	60	65	0,16	0,17	0,25	34	50	40

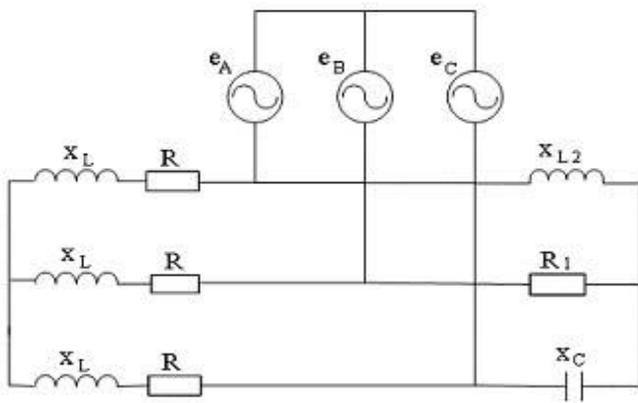


Рис. 3.1

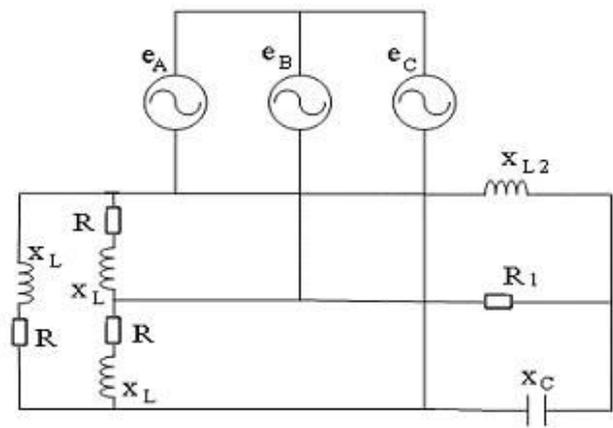


Рис. 3.2

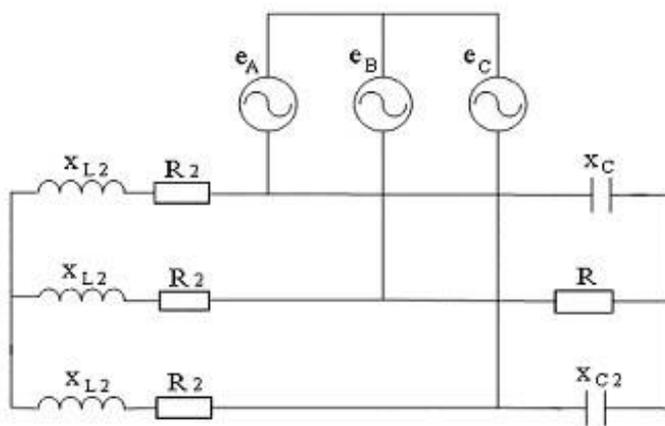


Рис. 3.3

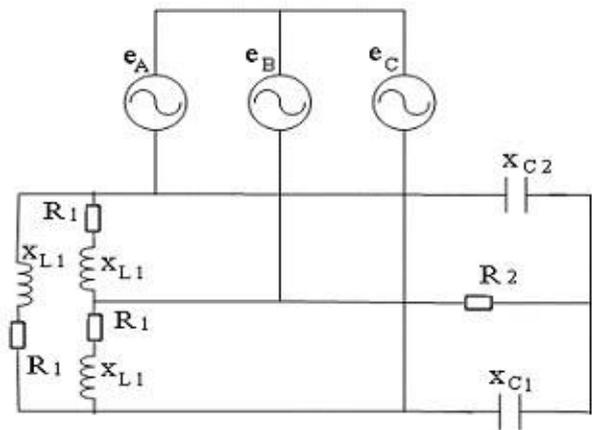


Рис. 3.4

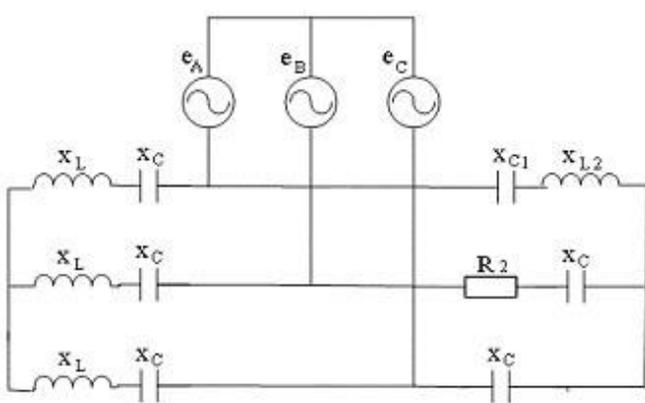


Рис. 3.5

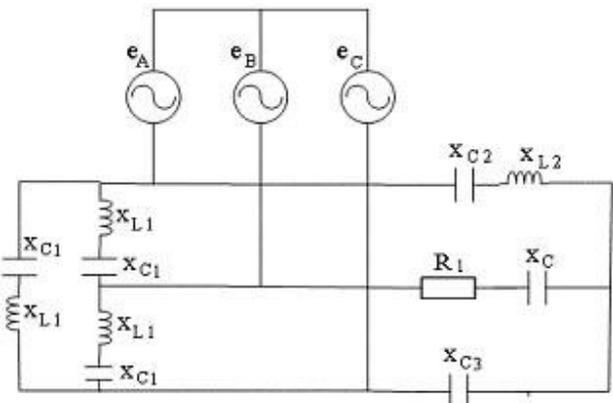
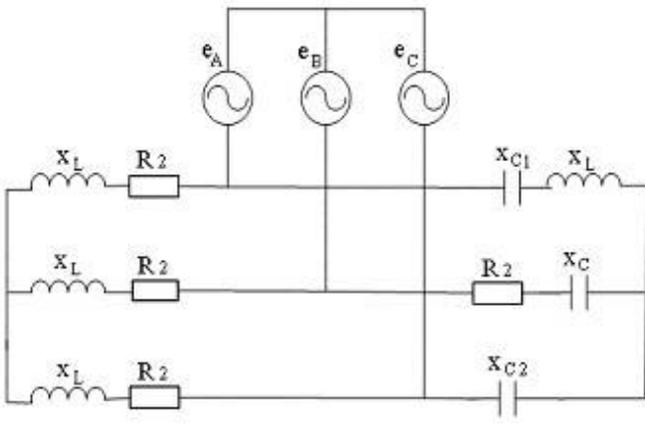
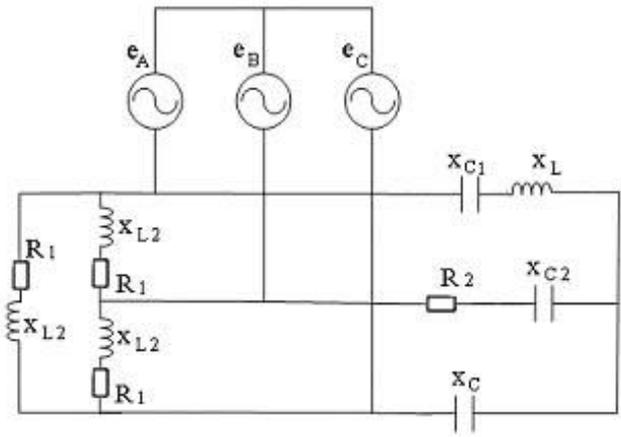


Рис. 3.6

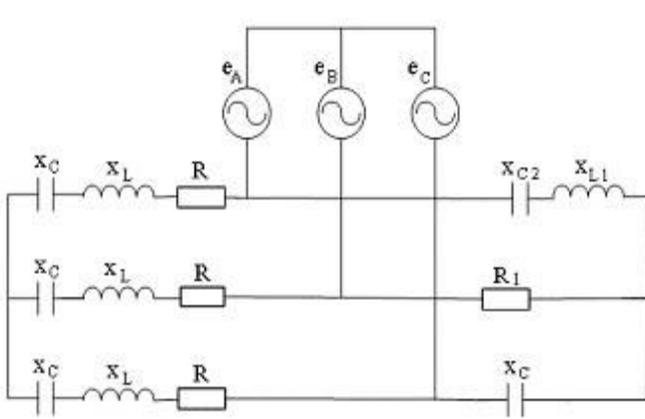
Рис. 3. Схема трехфазной цепи.



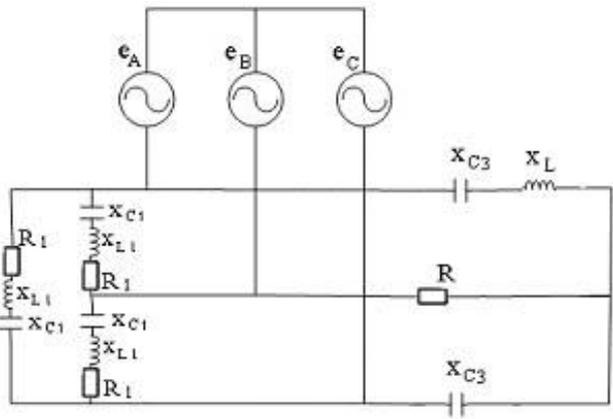
Puc. 3.7



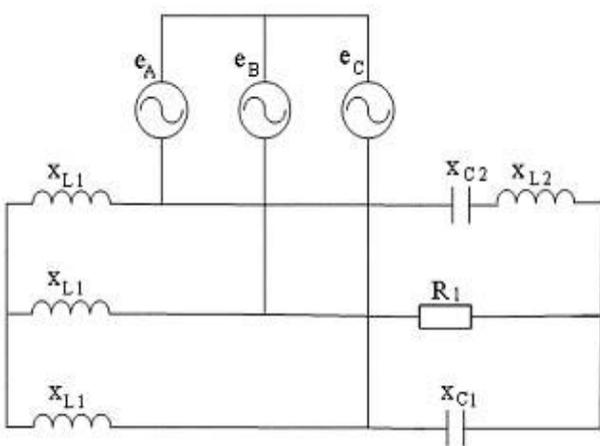
Puc. 3.8



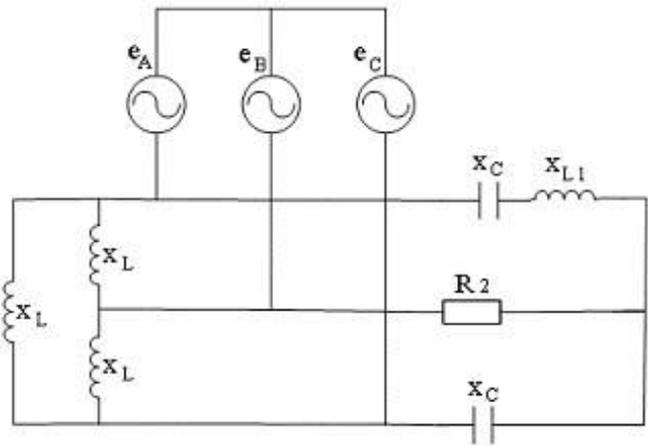
Puc. 3.9



Puc. 3.10



Puc. 3.11



Puc. 3.12

Puc. 3. Схема трехфазной цепи (продолжение).

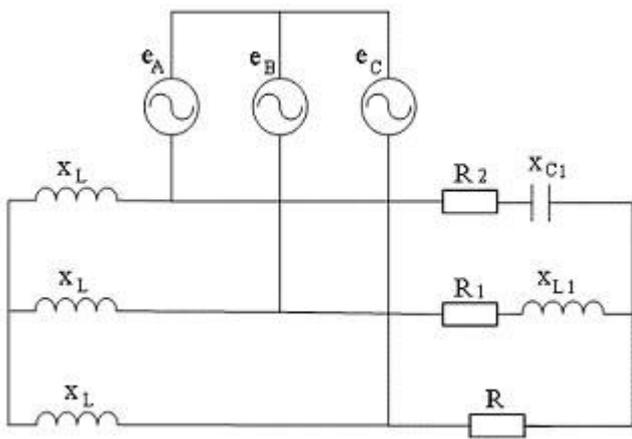


Рис. 3.13

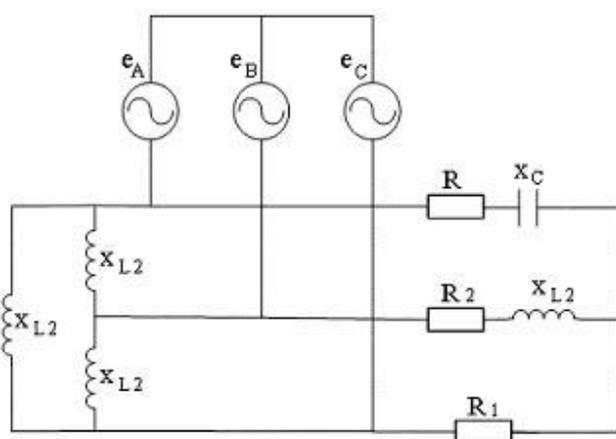


Рис. 3.14

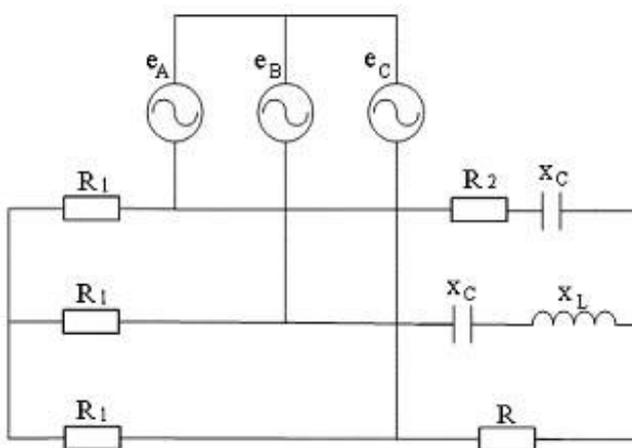


Рис. 3.15

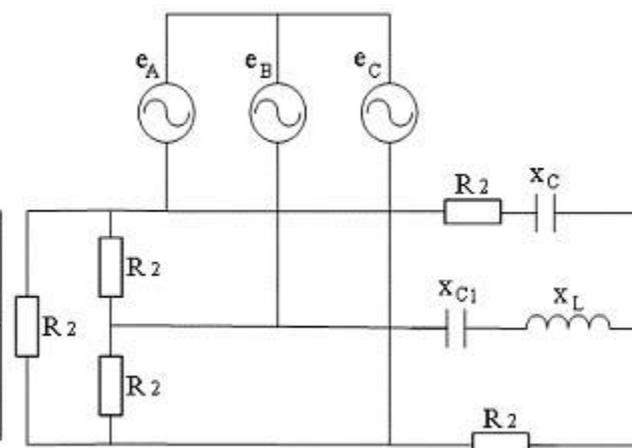


Рис. 3.16

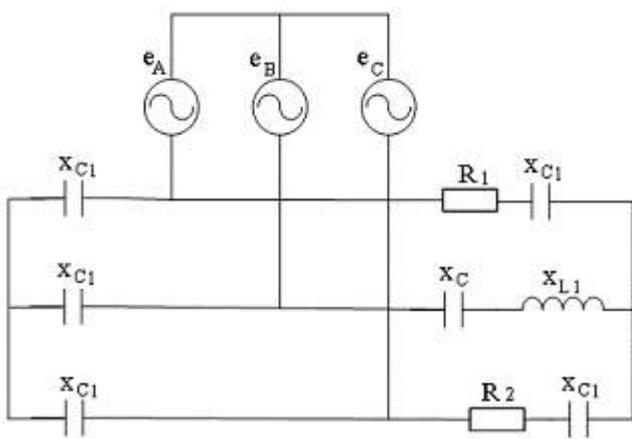


Рис. 3.17

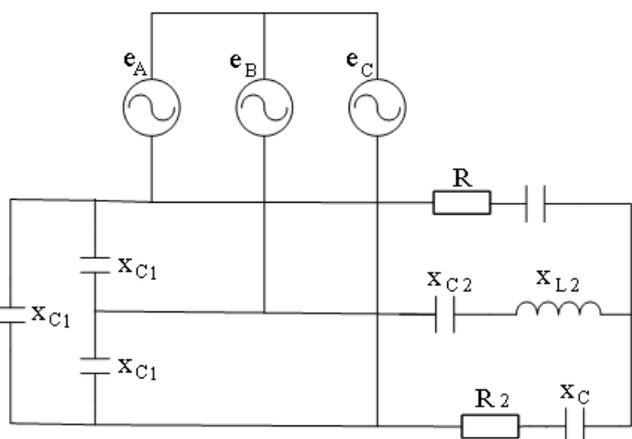


Рис. 3.18

Рис. 3. Схема трехфазной цепи (продолжение).

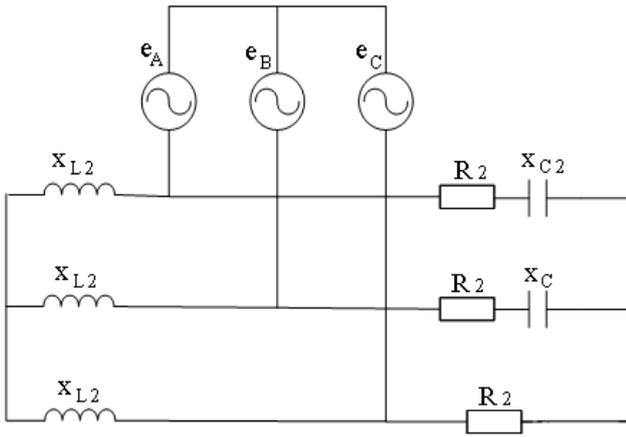


Рис. 3.19

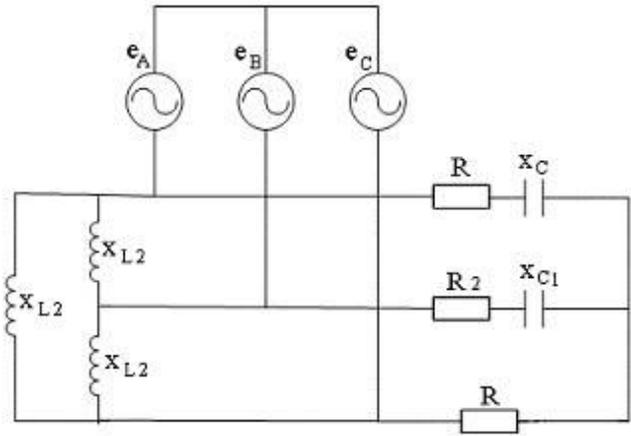


Рис. 3.20

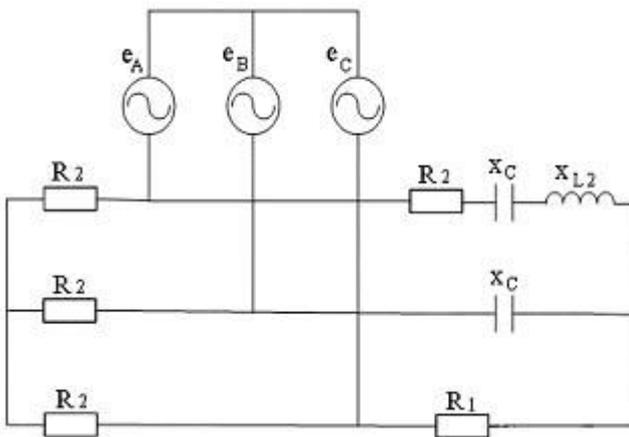


Рис. 3.21

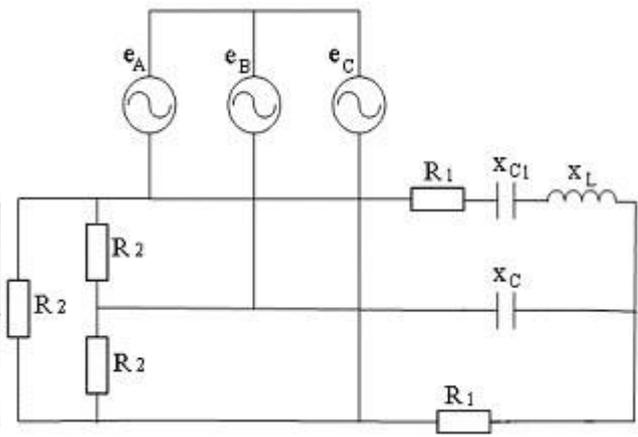


Рис. 3.22

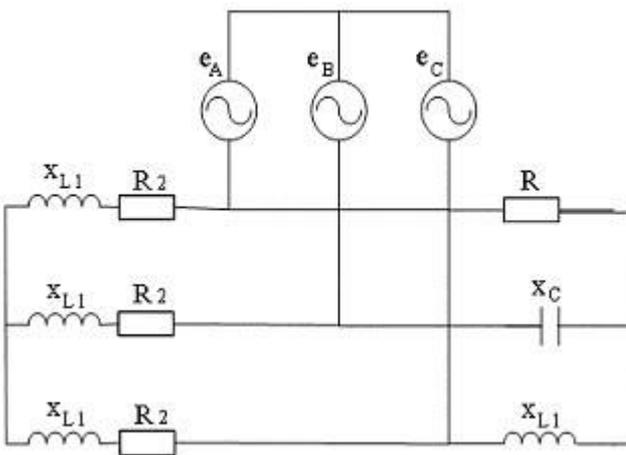


Рис. 3.23

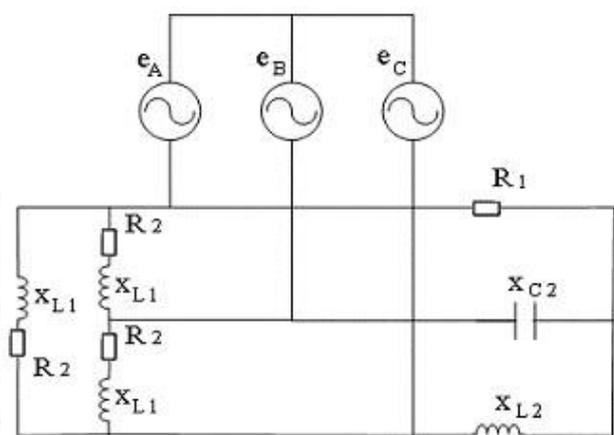


Рис. 3.24

Рис. 3. Схема трехфазной цепи (продолжение).

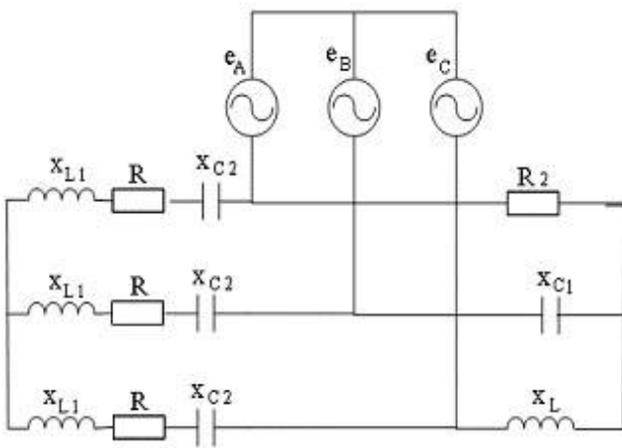


Рис. 3.25

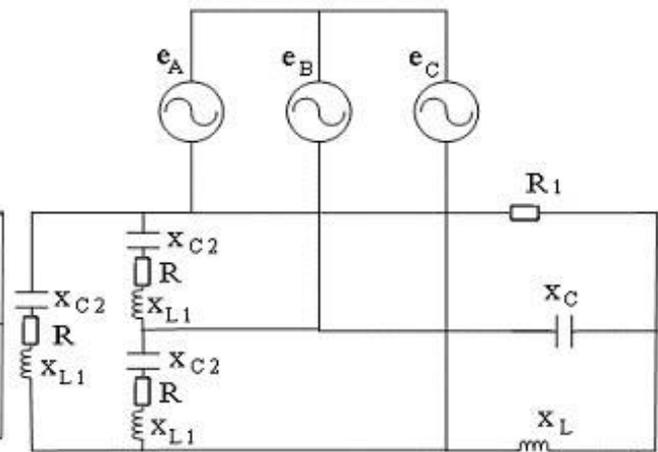


Рис. 3.26

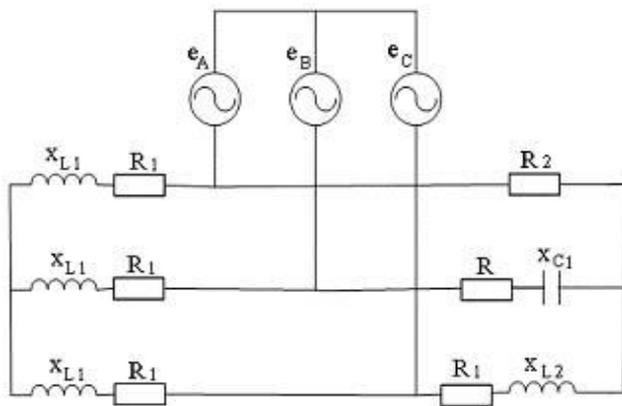


Рис. 3.27

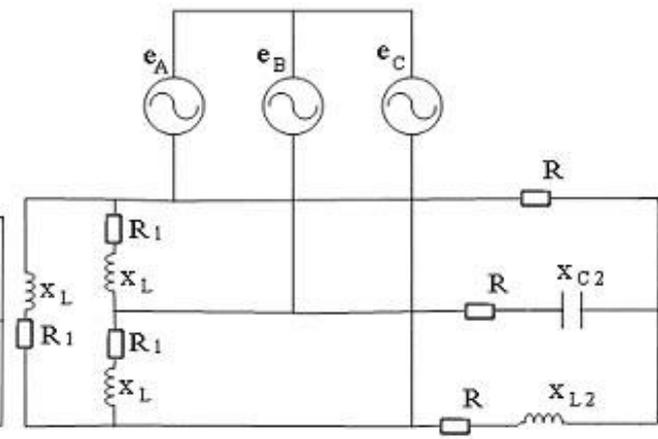


Рис. 3.28

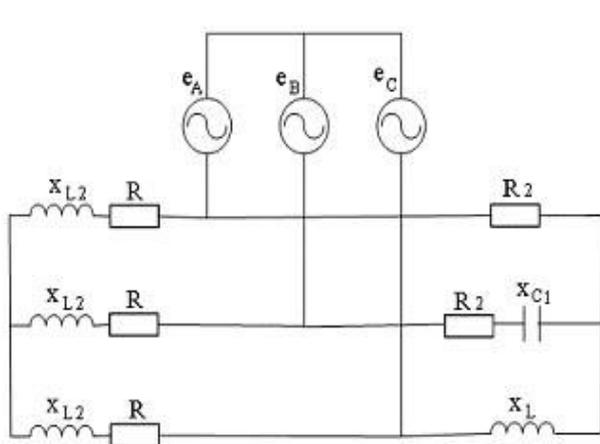


Рис. 3.29

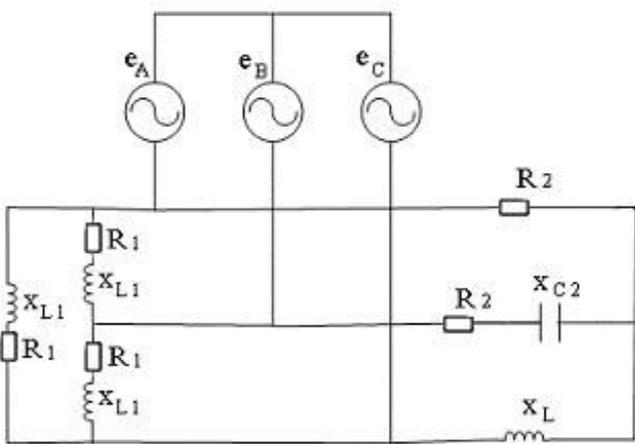


Рис. 3.30

Рис. 3. Схема трехфазной цепи (окончание).