

03/1.3
11-632
Министерство высшего и среднего специального образования СССР

Московское ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции и
ордена Трудового Красного Знамени
высшее техническое училище им. Н.Э.Баумана

С.С.НИКОЛАЕВ

Утверждены
редсоветом МВТУ

КОМПЛЕКСНЫЙ МЕТОД РАСЧЕТА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ

Домашнее задание № 3 по курсу ТОЭ
с методическими указаниями
по выполнению и защите

Под редакцией Г.Ф.Дробышева

НТБ МВТУ им. Н.Э.Баумана



232668R

Ретрофонд

М.В.О. Баумана	ВЫДАЧА
БИБЛИОТЕКА	НА
	ДОМ

Москва

1986

Данные методические указания издаются в соответствии с учебным планом.
Рассмотрены и одобрены кафедрой И-10 14.11.85 г., методической комиссией факультета И 18.12.85 г. и учебно-методическим управлением 03.01.86 г.

Рецензенты: к.т.н. доц. Воробьева Т.В.;
к.т.н. доц. Кобзев Г.Н.

(С) Московское высшее техническое училище им. П.И.Баумана

Сергей Сергеевич Николаев

Редактор О.М.Королёва

Корректор Л.И.Мамкина

Заказ 884. Объем 1,5 п.л. (1,5 уч.-изд.л.) Тираж 750 экз.
Бесплатно. Подписано к печати 22.05.86 г. План 1986 г., № 74.

Типография МВТУ. 107005, Москва, В-5, 2-я Бауманская, 5.

ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ № 3 КОМПЛЕКСНЫЙ МЕТОД РАСЧЕТА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ

Цель задания - научить студентов методам анализа электрических цепей синусоидального тока с применением комплексного метода. Показать, что применение комплексного метода позволяет одновременно учитывать амплитудные и фазовые соотношения между напряжениями и токами на отдельных элементах электрической цепи.

Содержание задания

Домашнее задание включает две задачи:

1. Расчет цепей со взаимной индукцией.
2. Расчет параметров элементов схемы по показаниям приборов.

Примечание. Домашнее задание содержит комплект карточек (см. приложение) для программированного контроля знаний студентов.

Задача 1. Расчет цепей с взаимной индукцией

В схемах заданы действующие значения напряжений (в вольтах) и их начальные фазы, активные, индуктивные и емкостные сопротивления (в омах).

Определить все токи и показания вольтметров. Построить векторные диаграммы напряжений.

Примечания: 1. В вариантах задачи дано включение катушек (согласно или встречно) относительно указанных на схеме направлений токов в ветвях с индуктивностями.

2. Зная направления токов и способ включения катушек, указать на схеме одноименные зажимы катушек (обозначить *).

Задача 2. Расчет параметров элементов схемы по показаниям приборов

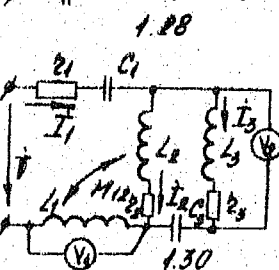
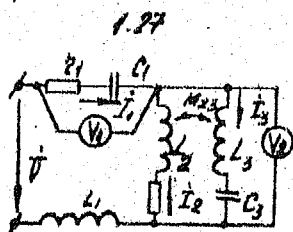
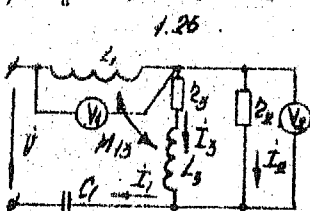
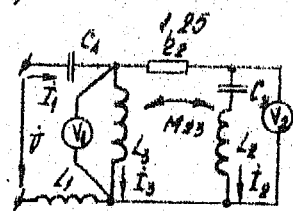
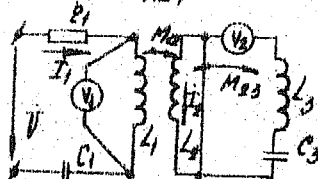
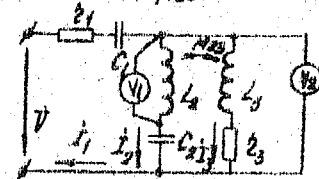
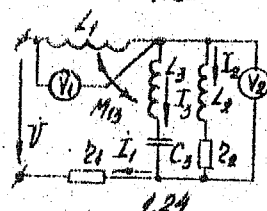
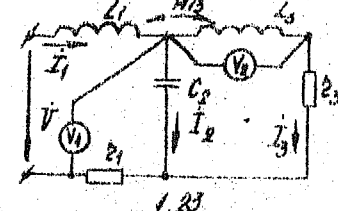
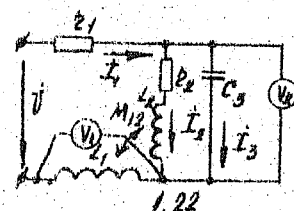
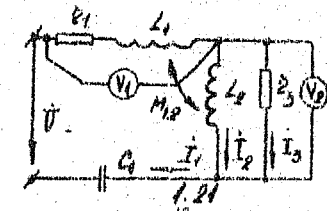
В схемах (в соответствии с вариантами задания) заданы показания приборов (В, А) и значения параметров (в омах) элементов схемы.

Требуется: 1. Определить все токи в ветвях схемы.

2. Рассчитать незадаанные параметры схемы.

3. Рассчитать входное напряжение U_1 , записать его в комплексной форме и в форме временной зависимости, считая, что фаза характеристики, принятой за опорную, равна 0.

4. Определить фазовый сдвиг между напряжениями U_1 и U_2 или между напряжением U_1 и током I_2 , измеренных включенными в схему приборами.

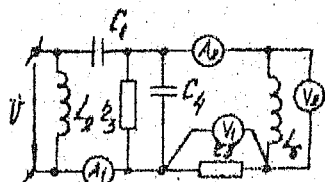


Вар.	U	γ_n	z_1	z_{L1}	z_{C1}	z_2	z_{L2}	z_{C2}	z_3	z_{L3}	z_{C3}	K	ВЫХОДН. НАТЯЖИ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	0	512	3	5	-	-	10	5	-	0	0.5	встр.	
1	0	25	15	45	-	-	80	40	10	-	40	0.5	встр.
1	0	20	10	15	-	-	30	5	5	-	20	12/2	встр.
2	0	1012	3	20	20	5	10	5	-	10	10	12/2	встр.
2	0	24	-	25	25	0	16	10	-	13	15	0.5	встр.
2	0	1012	3	10	5	5	30	30	-	30	20	12/2	встр.
3	0	30	5	10	20	5	10	-	3	10	5	0.5	сост.
3	0	160	10	20	40	50	30	-	10	60	60	12/2	сост.
3	0	160	10	25	30	5	30	-	10	15	30	12/2	сост.
4	0	465	0	25	20	0	15	45	80	10	45	-	0.5
4	0	200	0	5	10	30	15	10	30	10	10	-	0.5
4	0	20	1/2	0	30	40	30	40	0	20	-	1/10	встр.
5	0	250	0	25	20	0	5	10	-	10	-	25	12/2
5	0	30	3/4	10	20	10	0	30	-	5	-	15	0.5
5	0	20	1/2	0	30	5	10	13	-	5	-	20	12/2
6	0	100	1/2	3	30	40	45	-	30	0	30	-	0.5
6	0	30	13	10	20	60	20	-	30	0	30	-	1/10
6	0	30	3/2	10	10	20	10	-	0	10	20	-	12/2

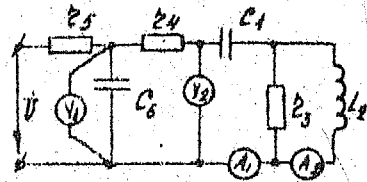
Вар.	U	γ_n	z_1	z_{L1}	z_{C1}	z_2	z_{L2}	z_{C2}	z_3	z_{L3}	z_{C3}	K	ВЫХОДН. НАТЯЖИ
7	0	330	0	4	45	8	-	20	-	40	-	0	0.5
7	0	41	1/2	3	25	21	-	16	-	3	-	12	0.5
7	0	20	1/2	15	30	30	-	15	-	30	-	15	12/2
8	0	130	1/2	20	10	0	10	10	5	5	-	0	0.5
8	0	305	0	20	30	0	3	20	5	4	-	4	1/10
8	0	225	0	20	30	25	10	10	0	40	-	10	1/13
9	0	50	3/4	10	10	15	20	20	0	-	10	-	12/2
9	0	30	1/2	20	20	40	10	30	0	-	10	-	1/10
9	0	50	0	10	10	20	10	20	20	-	10	-	1/13
10	0	80	1/2	0	-	30	10	12	30	-	40	12/2	сост.
10	0	175	0	30	-	10	10	13	20	-	10	35	1/10
10	0	100	0	15	-	10	15	15	-	10	30	0.5	сост.
11	0	270	3/4	20	20	-	-	30	10	10	20	0.25	сост.
11	0	120	1/2	40	40	-	-	20	40	40	50	2/10	встр.
11	0	260	0	30	30	-	-	20	20	30	40	20	1/120
12	0	190	0	5	20	8	15	40	-	30	-	25	1/10
12	0	100	1/2	5	30	5	20	20	-	10	-	30	1/10
12	0	300	0	35	10	25	40	20	-	30	-	30	12/2
13	0	158	1/2	5	30	-	-	15	15	30	8	8	12/2
13	0	200	0	40	20	-	-	30	30	10	10	10	1/10
13	0	100	1/2	10	20	-	-	30	30	10	10	10	1/10
14	0	289	0	3	10	10	0	10	-	5	-	15	0.5
14	0	375	0	10	20	5	5	20	-	0	-	30	1/10
14	0	425	0	4	30	53	40	40	-	15	-	10	1/10

15	0	30	0	20	20	20	-	10	-	10	30	20	1/13	dc.m.p.
	0	50	10	40	15	40	-	25	-	10	30	40	2/150	cos.
	0	20	20	0	20	30	-	10	-	20	10	10	0.5	dc.m.p.
16	0	25/12	2.5	10	10	20	-	10	50	-	20	10	1/25	cos.
	0	120	2.5	20	20	20	-	40	30	-	20	30	1/2	cos.
	0	200/12	2.5	200	40	20	-	25	60	-	25	10	2/175	cos.
17	0	100/13	2.5	50	-	20	0	30	-	-	20	40	1/10	cos.
	0	50	0	10	-	26	0	50	-	-	45	15	4/154	dc.m.p.
	0	40/13	2.5	5	-	28	10	40	-	-	50	10	3/128	cos.
18	0	100/13	2.5	10	20	30	-	30	-	-	-	10	1/13	cos.
	0	250	2.5	10	20	20	-	25	-	-	25	20	1/15	cos.
	0	20	0	10	20	20	-	30	-	-	25	-	-	cos.
19	0	20/13	2.5	15	25	-	20	40	-	20	-	-	100	dc.m.p.
	0	200/13	2.5	20	100	-	10	40	-	30	-	-	100	dc.m.p.
	0	100	0	40	120	-	30	20	-	-	-	-	2/100	cos.
20	0	100/13	2.5	10	-	-	-	15	10	-	25	30	1/123	dc.m.p.
	0	200/10	2.5	20	-	-	-	20	20	-	30	30	1/25	dc.m.p.
	0	250	2.5	15	-	-	-	40	10	-	50	20	1/13	dc.m.p.
21	0	100/13	2.5	20	20	20	-	40	-	20	-	-	12/5	dc.m.p.
	0	40/13	2.5	8	40	30	-	20	-	10	-	-	1	cos.
	0	100	2.5	5	30	8	-	20	-	10	-	-	1/3	dc.m.p.
22	0	100/13	2.5	30	-	20	30	-	30	-	-	50	1/3	dc.m.p.
	0	120	0	45	20	-	10	20	-	-	-	10	12/2	dc.m.p.
	0	200/12	2.5	20	40	-	40	20	-	-	-	20	10/2	cos.

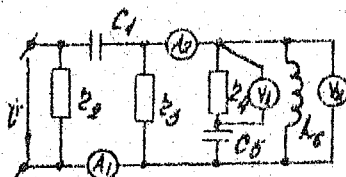
22p.	V	Y ₀	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄	Z ₅	Z ₆	Z ₇	Z ₈	Z ₉	Z ₁₀	Z ₁₁	Z ₁₂	Z ₁₃	Z ₁₄	Z ₁₅	Z ₁₆	Z ₁₇	Z ₁₈	Z ₁₉	Z ₂₀	Z ₂₁	Z ₂₂	Z ₂₃	Z ₂₄	Z ₂₅	Z ₂₆	Z ₂₇	Z ₂₈	Z ₂₉	Z ₃₀	Z ₃₁	Z ₃₂	Z ₃₃	Z ₃₄	Z ₃₅	Z ₃₆	Z ₃₇	Z ₃₈	Z ₃₉	Z ₄₀	Z ₄₁	Z ₄₂	Z ₄₃	Z ₄₄	Z ₄₅	Z ₄₆	Z ₄₇	Z ₄₈	Z ₄₉	Z ₅₀	Z ₅₁	Z ₅₂	Z ₅₃	Z ₅₄	Z ₅₅	Z ₅₆	Z ₅₇	Z ₅₈	Z ₅₉	Z ₆₀	Z ₆₁	Z ₆₂	Z ₆₃	Z ₆₄	Z ₆₅	Z ₆₆	Z ₆₇	Z ₆₈	Z ₆₉	Z ₇₀	Z ₇₁	Z ₇₂	Z ₇₃	Z ₇₄	Z ₇₅	Z ₇₆	Z ₇₇	Z ₇₈	Z ₇₉	Z ₈₀	Z ₈₁	Z ₈₂	Z ₈₃	Z ₈₄	Z ₈₅	Z ₈₆	Z ₈₇	Z ₈₈	Z ₈₉	Z ₉₀	Z ₉₁	Z ₉₂	Z ₉₃	Z ₉₄	Z ₉₅	Z ₉₆	Z ₉₇	Z ₉₈	Z ₉₉	Z ₁₀₀	Z ₁₀₁	Z ₁₀₂	Z ₁₀₃	Z ₁₀₄	Z ₁₀₅	Z ₁₀₆	Z ₁₀₇	Z ₁₀₈	Z ₁₀₉	Z ₁₁₀	Z ₁₁₁	Z ₁₁₂	Z ₁₁₃	Z ₁₁₄	Z ₁₁₅	Z ₁₁₆	Z ₁₁₇	Z ₁₁₈	Z ₁₁₉	Z ₁₂₀	Z ₁₂₁	Z ₁₂₂	Z ₁₂₃	Z ₁₂₄	Z ₁₂₅	Z ₁₂₆	Z ₁₂₇	Z ₁₂₈	Z ₁₂₉	Z ₁₃₀	Z ₁₃₁	Z ₁₃₂	Z ₁₃₃	Z ₁₃₄	Z ₁₃₅	Z ₁₃₆	Z ₁₃₇	Z ₁₃₈	Z ₁₃₉	Z ₁₄₀	Z ₁₄₁	Z ₁₄₂	Z ₁₄₃	Z ₁₄₄	Z ₁₄₅	Z ₁₄₆	Z ₁₄₇	Z ₁₄₈	Z ₁₄₉	Z ₁₅₀	Z ₁₅₁	Z ₁₅₂	Z ₁₅₃	Z ₁₅₄	Z ₁₅₅	Z ₁₅₆	Z ₁₅₇	Z ₁₅₈	Z ₁₅₉	Z ₁₆₀	Z ₁₆₁	Z ₁₆₂	Z ₁₆₃	Z ₁₆₄	Z ₁₆₅	Z ₁₆₆	Z ₁₆₇	Z ₁₆₈	Z ₁₆₉	Z ₁₇₀	Z ₁₇₁	Z ₁₇₂	Z ₁₇₃	Z ₁₇₄	Z ₁₇₅	Z ₁₇₆	Z ₁₇₇	Z ₁₇₈	Z ₁₇₉	Z ₁₈₀	Z ₁₈₁	Z ₁₈₂	Z ₁₈₃	Z ₁₈₄	Z ₁₈₅	Z ₁₈₆	Z ₁₈₇	Z ₁₈₈	Z ₁₈₉	Z ₁₉₀	Z ₁₉₁	Z ₁₉₂	Z ₁₉₃	Z ₁₉₄	Z ₁₉₅	Z ₁₉₆	Z ₁₉₇	Z ₁₉₈	Z ₁₉₉	Z ₂₀₀	Z ₂₀₁	Z ₂₀₂	Z ₂₀₃	Z ₂₀₄	Z ₂₀₅	Z ₂₀₆	Z ₂₀₇	Z ₂₀₈	Z ₂₀₉	Z ₂₁₀	Z ₂₁₁	Z ₂₁₂	Z ₂₁₃	Z ₂₁₄	Z ₂₁₅	Z ₂₁₆	Z ₂₁₇	Z ₂₁₈	Z ₂₁₉	Z ₂₂₀	Z ₂₂₁	Z ₂₂₂	Z ₂₂₃	Z ₂₂₄	Z ₂₂₅	Z ₂₂₆	Z ₂₂₇	Z ₂₂₈	Z ₂₂₉	Z ₂₃₀	Z ₂₃₁	Z ₂₃₂	Z ₂₃₃	Z ₂₃₄	Z ₂₃₅	Z ₂₃₆	Z ₂₃₇	Z ₂₃₈	Z ₂₃₉	Z ₂₄₀	Z ₂₄₁	Z ₂₄₂	Z ₂₄₃	Z ₂₄₄	Z ₂₄₅	Z ₂₄₆	Z ₂₄₇	Z ₂₄₈	Z ₂₄₉	Z ₂₅₀	Z ₂₅₁	Z ₂₅₂	Z ₂₅₃	Z ₂₅₄	Z ₂₅₅	Z ₂₅₆	Z ₂₅₇	Z ₂₅₈	Z ₂₅₉	Z ₂₆₀	Z ₂₆₁	Z ₂₆₂	Z ₂₆₃	Z ₂₆₄	Z ₂₆₅	Z ₂₆₆	Z ₂₆₇	Z ₂₆₈	Z ₂₆₉	Z ₂₇₀	Z ₂₇₁	Z ₂₇₂	Z ₂₇₃	Z ₂₇₄	Z ₂₇₅	Z ₂₇₆	Z ₂₇₇	Z ₂₇₈	Z ₂₇₉	Z ₂₈₀	Z ₂₈₁	Z ₂₈₂	Z ₂₈₃	Z ₂₈₄	Z ₂₈₅	Z ₂₈₆	Z ₂₈₇	Z ₂₈₈	Z ₂₈₉	Z ₂₉₀	Z ₂₉₁	Z ₂₉₂	Z ₂₉₃	Z ₂₉₄	Z ₂₉₅	Z ₂₉₆	Z ₂₉₇	Z ₂₉₈	Z ₂₉₉	Z ₃₀₀	Z ₃₀₁	Z ₃₀₂	Z ₃₀₃	Z ₃₀₄	Z ₃₀₅	Z ₃₀₆	Z ₃₀₇	Z ₃₀₈	Z ₃₀₉	Z ₃₁₀	Z ₃₁₁	Z ₃₁₂	Z ₃₁₃	Z ₃₁₄	Z ₃₁₅	Z ₃₁₆	Z ₃₁₇	Z ₃₁₈	Z ₃₁₉	Z ₃₂₀	Z ₃₂₁	Z ₃₂₂	Z ₃₂₃	Z ₃₂₄	Z ₃₂₅	Z ₃₂₆	Z ₃₂₇	Z ₃₂₈	Z ₃₂₉	Z ₃₃₀	Z ₃₃₁	Z ₃₃₂	Z ₃₃₃	Z ₃₃₄	Z ₃₃₅	Z ₃₃₆	Z ₃₃₇	Z ₃₃₈	Z ₃₃₉	Z ₃₄₀	Z ₃₄₁	Z ₃₄₂	Z ₃₄₃	Z ₃₄₄	Z ₃₄₅	Z ₃₄₆	Z ₃₄₇	Z ₃₄₈	Z ₃₄₉	Z ₃₅₀	Z ₃₅₁	Z ₃₅₂	Z ₃₅₃	Z ₃₅₄	Z ₃₅₅	Z ₃₅₆	Z ₃₅₇	Z ₃₅₈	Z ₃₅₉	Z ₃₆₀	Z ₃₆₁	Z ₃₆₂	Z ₃₆₃	Z ₃₆₄	Z ₃₆₅	Z ₃₆₆	Z ₃₆₇	Z ₃₆₈	Z ₃₆₉	Z ₃₇₀	Z ₃₇₁	Z ₃₇₂	Z ₃₇₃	Z ₃₇₄	Z ₃₇₅	Z ₃₇₆	Z ₃₇₇	Z ₃₇₈	Z ₃₇₉	Z ₃₈₀	Z ₃₈₁	Z ₃₈₂	Z ₃₈₃	Z ₃₈₄	Z ₃₈₅	Z ₃₈₆	Z ₃₈₇	Z ₃₈₈	Z ₃₈₉	Z ₃₉₀	Z ₃₉₁	Z ₃₉₂	Z ₃₉₃	Z ₃₉₄	Z ₃₉₅	Z ₃₉₆	Z ₃₉₇	Z ₃₉₈	Z ₃₉₉	Z ₄₀₀	Z ₄₀₁	Z ₄₀₂	Z ₄₀₃	Z ₄₀₄	Z ₄₀₅	Z ₄₀₆	Z ₄₀₇	Z ₄₀₈	Z ₄₀₉	Z ₄₁₀	Z ₄₁₁	Z ₄₁₂	Z ₄₁₃	Z ₄₁₄	Z ₄₁₅	Z ₄₁₆	Z ₄₁₇	Z ₄₁₈	Z ₄₁₉	Z ₄₂₀	Z ₄₂₁	Z ₄₂₂	Z ₄₂₃	Z ₄₂₄	Z ₄₂₅	Z ₄₂₆	Z ₄₂₇	Z ₄₂₈	Z ₄₂₉	Z ₄₃₀	Z ₄₃₁	Z ₄₃₂	Z ₄₃₃	Z ₄₃₄	Z ₄₃₅	Z ₄₃₆	Z ₄₃₇	Z ₄₃₈	Z ₄₃₉	Z ₄₄₀	Z ₄₄₁	Z ₄₄₂	Z ₄₄₃	Z ₄₄₄	Z ₄₄₅	Z ₄₄₆	Z ₄₄₇	Z ₄₄₈	Z ₄₄₉	Z ₄₅₀	Z ₄₅₁	Z ₄₅₂	Z ₄₅₃	Z ₄₅₄	Z ₄₅₅	Z ₄₅₆	Z ₄₅₇	Z ₄₅₈	Z ₄₅₉	Z ₄₆₀	Z ₄₆₁	Z ₄₆₂	Z ₄₆₃	Z ₄₆₄	Z ₄₆₅	Z ₄₆₆	Z ₄₆₇	Z ₄₆₈	Z ₄₆₉	Z ₄₇₀	Z ₄₇₁	Z ₄₇₂	Z ₄₇₃	Z ₄₇₄	Z ₄₇₅	Z ₄₇₆	Z ₄₇₇	Z ₄₇₈	Z ₄₇₉	Z ₄₈₀	Z ₄₈₁	Z ₄₈₂	Z ₄₈₃	Z ₄₈₄	Z ₄₈₅	Z ₄₈₆	Z ₄₈₇	Z ₄₈₈	Z ₄₈₉	Z ₄₉₀	Z ₄₉₁	Z ₄₉₂	Z ₄₉₃	Z ₄₉₄	Z ₄₉₅	Z ₄₉₆	Z ₄₉₇	Z ₄₉₈	Z ₄₉₉	Z ₅₀₀	Z ₅₀₁	Z ₅₀₂	Z ₅₀₃	Z ₅₀₄	Z ₅₀₅	Z ₅₀₆	Z ₅₀₇	Z ₅₀₈	Z ₅₀₉	Z ₅₁₀	Z ₅₁₁	Z ₅₁₂	Z ₅₁₃	Z ₅₁₄	Z ₅₁₅	Z ₅₁₆	Z ₅₁₇	Z ₅₁₈	Z ₅₁₉	Z ₅₂₀	Z ₅₂₁	Z ₅₂₂	Z ₅₂₃	Z ₅₂₄	Z ₅₂₅	Z ₅₂₆	Z ₅₂₇	Z ₅₂₈	Z ₅₂₉	Z ₅₃₀	Z ₅₃₁	Z ₅₃₂	Z ₅₃₃	Z ₅₃₄	Z ₅₃₅	Z ₅₃₆	Z ₅₃₇	Z ₅₃₈	Z ₅₃₉	Z ₅₄₀	Z ₅₄₁	Z ₅₄₂	Z ₅₄₃	Z ₅₄₄	Z ₅₄₅	Z ₅₄₆	Z ₅₄₇	Z ₅₄₈	Z ₅₄₉	Z ₅₅₀	Z ₅₅₁	Z ₅₅₂	Z ₅₅₃	Z ₅₅₄	Z ₅₅₅	Z ₅₅₆	Z ₅₅₇	Z ₅₅₈	Z ₅₅₉	Z ₅₆₀	Z ₅₆₁	Z ₅₆₂	Z ₅₆₃	Z ₅₆₄	Z ₅₆₅	Z ₅₆₆	Z ₅₆₇	Z ₅₆₈	Z ₅₆₉	Z ₅₇₀	Z ₅₇₁	Z ₅₇₂	Z ₅₇₃	Z ₅₇₄	Z ₅₇₅	Z ₅₇₆	Z ₅₇₇	Z ₅₇₈	Z ₅₇₉	Z ₅₈₀	Z ₅₈₁	Z ₅₈₂	Z ₅₈₃	Z ₅₈₄	Z ₅₈₅	Z ₅₈₆	Z ₅₈₇	Z ₅₈₈	Z ₅₈₉	Z ₅₉₀	Z ₅₉₁	Z ₅₉₂	Z ₅₉₃	Z ₅₉₄	Z ₅₉₅	Z ₅₉₆	Z ₅₉₇	Z ₅₉₈	Z ₅₉₉	Z ₆₀₀	Z ₆₀₁	Z ₆₀₂	Z ₆₀₃	Z ₆₀₄	Z ₆₀₅	Z ₆₀₆	Z ₆₀₇	Z ₆₀₈	Z ₆₀₉	Z ₆₁₀	Z ₆₁₁	Z ₆₁₂	Z ₆₁₃	Z ₆₁₄	Z ₆₁₅	Z ₆₁₆	Z ₆₁₇	Z ₆₁₈	Z ₆₁₉	Z ₆₂₀	Z ₆₂₁	Z ₆₂₂	Z ₆₂₃	Z ₆₂₄	Z ₆₂₅	Z ₆₂₆	Z ₆₂₇	Z ₆₂₈	Z ₆₂₉	Z ₆₃₀	Z ₆₃₁	Z ₆₃₂	Z ₆₃₃	Z ₆₃₄	Z ₆₃₅	Z ₆₃₆	Z ₆₃₇	Z ₆₃₈	Z ₆₃₉	Z ₆₄₀	Z ₆₄₁	Z ₆₄₂	Z ₆₄₃	Z ₆₄₄	Z ₆₄₅	Z ₆₄₆	Z ₆₄₇	Z ₆₄₈	Z ₆₄₉	Z ₆₅₀	Z ₆₅₁	Z ₆₅₂	Z ₆₅₃	Z ₆₅₄	Z ₆₅₅	Z ₆₅₆	Z ₆₅₇	Z ₆₅₈	Z ₆₅₉	Z ₆₆₀	Z ₆₆₁	Z ₆₆₂	Z ₆₆₃	Z ₆₆₄	Z ₆₆₅	Z ₆₆₆	Z ₆₆₇	Z ₆₆₈	Z ₆₆₉	Z ₆₇₀	Z ₆₇₁	Z ₆₇₂	Z ₆₇₃	Z ₆₇₄	Z ₆₇₅	Z ₆₇₆	Z ₆₇₇	Z ₆₇₈	Z ₆₇₉	Z ₆₈₀	Z ₆₈₁	Z ₆₈₂	Z ₆₈₃	Z ₆₈₄	Z ₆₈₅	Z ₆₈₆	Z ₆₈₇	Z ₆₈₈	Z ₆₈₉	Z ₆₉₀	Z ₆₉₁	Z ₆₉₂	Z ₆₉₃	Z ₆₉₄	Z ₆₉₅	Z ₆₉₆	Z ₆₉₇	Z ₆₉₈	Z ₆₉₉	Z ₇₀₀	Z ₇₀₁	Z ₇₀₂	Z ₇₀₃	Z ₇₀₄	Z ₇₀₅	Z ₇₀₆	Z ₇₀₇	Z ₇₀₈	Z ₇₀₉	Z ₇₁₀	Z ₇₁₁	Z ₇₁₂	Z ₇₁₃	Z ₇₁₄	Z ₇₁₅	Z ₇₁₆	Z ₇₁₇	Z ₇₁₈	Z ₇₁₉	Z ₇₂₀	Z ₇₂₁	Z ₇₂₂	Z ₇₂₃	Z ₇₂₄	Z ₇₂₅	Z ₇₂₆	Z ₇₂₇	Z ₇₂₈	Z ₇₂₉	Z ₇₃₀	Z ₇₃₁	Z ₇₃₂	Z ₇₃₃	Z ₇₃₄	Z ₇₃₅	Z ₇₃₆	Z ₇₃₇	Z ₇₃₈	Z ₇₃₉	Z ₇₄₀	Z ₇₄₁	Z ₇₄₂	Z ₇₄₃	Z ₇₄₄	Z ₇₄₅	Z ₇₄₆	Z ₇₄₇	Z ₇₄₈	Z ₇₄₉	Z ₇₅₀	Z ₇₅₁	Z ₇₅₂	Z ₇₅₃	Z ₇₅₄	Z ₇₅₅	Z ₇₅₆	Z ₇₅₇	Z ₇₅₈	Z ₇₅₉	Z ₇₆₀	Z ₇₆₁	Z ₇₆₂	Z ₇₆₃	Z ₇₆₄	Z ₇₆₅	Z ₇₆₆	Z ₇₆₇	Z ₇₆₈	Z ₇₆₉	Z ₇₇₀	Z ₇₇₁	Z ₇₇₂	Z ₇₇₃	Z ₇₇₄	Z ₇₇₅	Z ₇₇₆	Z ₇₇₇	Z ₇₇₈	Z ₇₇₉	Z ₇₈₀	Z ₇₈₁	Z ₇₈₂	Z ₇₈₃	Z ₇₈₄	Z ₇₈₅	Z ₇₈₆	Z ₇₈₇	Z ₇₈₈	Z ₇₈₉	Z ₇₉₀	Z ₇₉₁	Z ₇₉₂	Z ₇₉₃	Z ₇₉₄	Z ₇₉₅	Z ₇₉₆	Z ₇₉₇	Z ₇₉₈	Z ₇₉₉	Z ₈₀₀	Z ₈₀₁	Z ₈₀₂	Z ₈₀₃	Z ₈₀₄	Z ₈₀₅	Z ₈₀₆	Z ₈₀₇	Z ₈₀₈	Z ₈₀₉	Z ₈₁₀	Z ₈₁₁	Z ₈₁₂	Z ₈₁₃	Z ₈₁₄	Z ₈₁₅	Z ₈₁₆	Z ₈₁₇	Z ₈₁₈	Z ₈₁₉	Z ₈₂₀	Z ₈₂₁	Z ₈₂₂	Z ₈₂₃	Z ₈₂₄	Z ₈₂₅	Z ₈₂₆	Z ₈₂₇	Z ₈₂₈	Z ₈₂₉	Z ₈₃₀	Z ₈₃₁	Z ₈₃₂	Z ₈₃₃	Z ₈₃₄	Z ₈₃₅	Z ₈₃₆	Z ₈₃₇	Z ₈₃₈	Z ₈₃₉	Z ₈₄₀	Z ₈₄₁	Z ₈₄₂	Z ₈₄₃	Z ₈₄₄	Z ₈₄₅	Z ₈₄₆	Z ₈₄₇	Z ₈₄₈	Z ₈₄₉	Z ₈₅₀	Z ₈₅₁	Z ₈₅₂	Z ₈₅₃	Z ₈₅₄	Z ₈₅₅	Z ₈₅₆	Z ₈₅₇	Z ₈₅₈	Z ₈₅₉	Z ₈₆₀	Z ₈₆₁	Z ₈₆₂	Z ₈₆₃	Z ₈₆₄	Z ₈₆₅	Z ₈₆₆	Z ₈₆₇	Z ₈₆₈	Z ₈₆₉	Z ₈₇₀	Z ₈₇₁	Z ₈₇₂	Z ₈₇₃	Z ₈₇₄	Z ₈₇₅	Z ₈₇₆	Z ₈₇₇	Z ₈₇₈	Z ₈₇₉	Z ₈₈₀	Z ₈₈₁	Z ₈₈₂	Z ₈₈₃	Z ₈₈₄	Z ₈₈₅	Z ₈₈₆	Z ₈₈₇	Z ₈₈₈	Z ₈₈₉	Z ₈₉₀	Z ₈₉₁	Z ₈₉₂	Z ₈₉₃	Z ₈₉₄	Z ₈₉₅	Z ₈₉₆	Z ₈₉₇	Z ₈₉₈	Z ₈₉₉	Z ₉₀₀	Z ₉₀₁	Z ₉₀₂	Z ₉₀₃	Z ₉₀₄	Z ₉₀₅	Z ₉₀₆	Z ₉₀₇	Z ₉₀₈	Z ₉₀₉	Z ₉₁₀	Z ₉₁₁	Z ₉₁₂	Z ₉₁₃	Z ₉₁₄	Z ₉₁₅	Z ₉₁₆	Z ₉₁₇	Z ₉₁₈	Z ₉₁₉	Z ₉₂₀	Z ₉₂₁	Z ₉₂₂	Z ₉₂₃	Z ₉₂₄	Z ₉₂₅	Z ₉₂₆	Z ₉₂₇	Z ₉₂₈	Z ₉₂₉	Z ₉₃₀	Z ₉₃₁	Z ₉₃₂	Z ₉₃₃	Z ₉₃₄	Z ₉₃₅	Z ₉₃₆	Z ₉₃₇	Z ₉₃₈	Z ₉₃₉	Z ₉₄₀	Z ₉₄₁	Z ₉₄₂	Z ₉₄₃	Z ₉₄₄	Z ₉₄₅	Z ₉₄₆	Z ₉₄₇	Z ₉₄₈	Z ₉₄₉	Z ₉₅₀	Z ₉₅₁	Z ₉₅₂	Z ₉₅₃	Z ₉₅₄	Z ₉₅₅	Z ₉₅₆	Z ₉₅₇	Z ₉₅₈	Z _{959</}
------	---	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	-----------------------



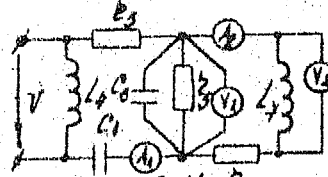
2.11



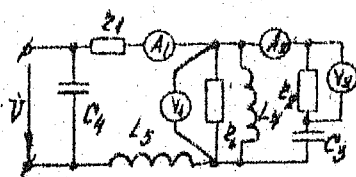
2.12



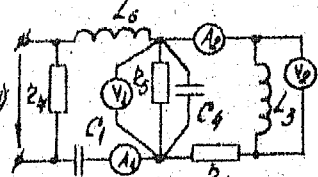
2.13



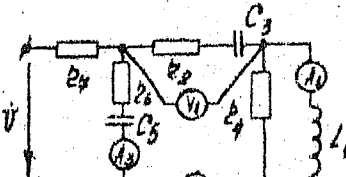
2.14



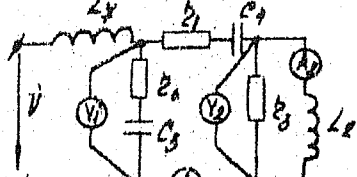
2.15



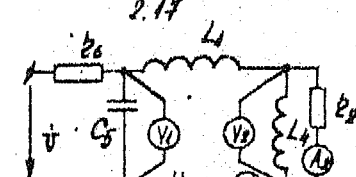
2.16



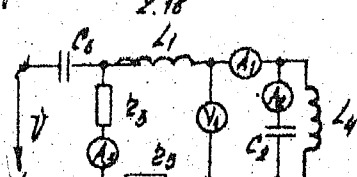
2.17



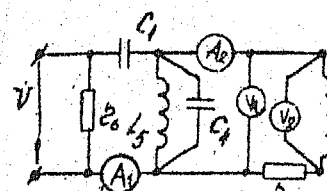
2.18



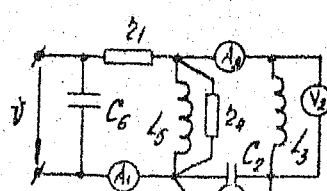
2.19



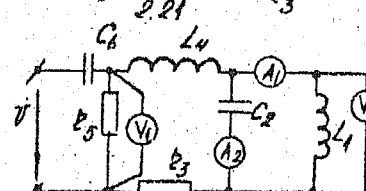
2.20



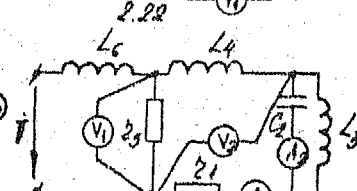
2.21



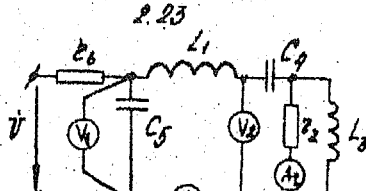
2.22



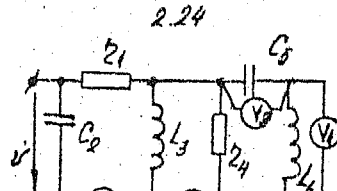
2.23



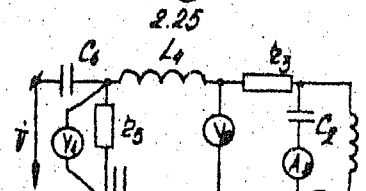
2.24



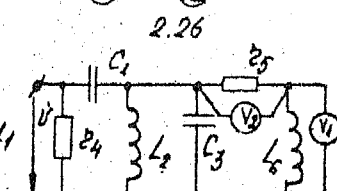
2.25



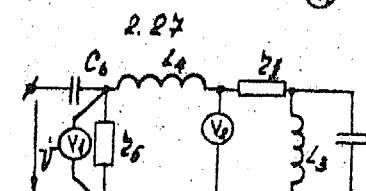
2.26



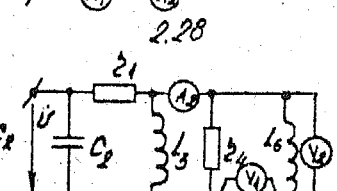
2.27



2.28



2.29



2.30

Варианты задачи 2

Вариант	V_1	V_2	I_{A1}	I_{A2}	I_{A3}	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	K_8
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1	Q 7015	50	5	3				15		10	10		
	D 10015	100	512	5				20		20	10		
	B 420	10015	5	4				20		42	5		
2	Q 60	60	213	2		10		5		30			
	D 200	100	15	512		20		10		20			
	B 40	30	4	512		10		20		30			
3	Q 10015	100	5	5		20				20	5		
	D 7015	50	4	3		15				10	5		
	B 420	10015	3	4		20				42	5		
4	Q 30	30	133	3		10			10	15			
	D 20	20	3	15		10			10	20			
	B 100	15	1015	215		10			25	20			
5	Q 420	15015	5	4				20		42	10		
	D 7015	50	5	3				15		10	20		
	B 10015	100	512	5				20		20	5		
6	Q 2015	20	3	15				20		10	10		
	D 125	40	1015	215				20		10	25		
	B 100	80	153	3				15		20	10		
7	Q 7015	60	5	3						10	5		
	D 420	80	5	4						42	10		
	B 10015	100	512	5						20	10		
8	Q 100		512	5	512	10				20	10		
	D 80		5	4	5	10				30	10		
	B 80		5	3	5	20				34	10		
9	Q 25	20	212	1		10	5	125					
	D 100	60	153	4		10	10	20					
	B 2015	20	312	4		10	10	20					
10	Q 170	60	3	4				20		34	5		
	D 10012	100	5	5				10		20	10		
	B 190	20	4	3				10		30	10		
11	Q 60	80	133	4		10	5	20					
	D 20	20	312	4		10	10	20					
	B 20	15	212	1		10	5	125					

12	Q 10015	100	512	5					20		10	25	
	D 420	1015	5	4					20		5	42	
	B 4015	50	5	3					15		10	10	
13	Q 40	50	10	110		5	15				15		
	D 50	3015	2	2		125	25				25		
	B 60	100	312	3		20	20				20		
14	Q 25	15	212	1		10			10	15		25	
	D 100	80	153	4		5			5	10		20	
	B 2015	20	312	4		10			10	20		10	
15	Q 10015	200	5120	5		10				100	10	20	
	D 100	80	11	2		10				10	10	20	
	B 10015	60	210	2		10				10	20	20	
16	Q 2015	20	312	4		10				20	5	5	
	D 25	15	212	1		10				125	15	5	
	B 100	80	153	4		10				20	20	10	
17	Q 20		1	12	4	20			10		5	20	
	D 50		2	15	4	25			20		10	20	
	B 10015		40	1	212	25			40		10	10	
18	Q 2015	50	15	2		10				5	10	10	
	D 40	20	1	08		20				10	10	10	
	B 2015	20	12	1		10				5	5	10	
19	Q 30	40	1	90		30	80			30	10		
	D 1015	20	12	1		20	20			10	10		
	B 1015	50	15	1		50	50			10	10		
20	Q 100		5	5	110				30	10	10		
	D 100		4	8	12				100	45	10		
	B 60		6	10	1				120	20	10		
21	Q 50	30	412	1		10			10		10		
	D 4012	60	2	2		20			20		10		
	B 10015	100	25	5		10			10		10		
22	Q 90	100	212	6		10			10		10		
	D 40	140	812	6		5			125		10		
	B 10	90	812	6		10			10		10		
23	Q 12015	120	12	8					45	20	10		
	D 120	80	4	10					20	40	10		
	B 5015	100	10	5					10	50	10		
24	Q 120	10015	6	10		20				30	5		
	D 5015	5015	5	5		10				30	10		
	B 2012	10015	4	8		45				50	20		

25	Q	100	100	12	1		20		10	5	
	R	100	25	15	1		50		10	10	
	G	48	30	1	0,6		80		24	15	
26	Q	10	90	40	10		10	5	10		
	R	90	150	60	60		10	10			
	G	40	140	45	10		5	20	12,5		
27	Q	50	50	5	10			10	5		
	R	25	25	10	5			10	10		
	G	100	25	15	10			10	10		
28	Q	45	100	5	20		25		10	20	
	R	20	20	1	15		5		5	20	
	G	80	60	4	3		12,5		10	15	
29	Q	50	50	5	5		10		10	5	
	R	100	25	10	10		5		5	5	
	G	50	50	5	10		10		20	5	
30	Q	80	30	50	50		10	10	10		
	R	60	20	4	5		5	10	10		
	G	150	30	15	10		5	10	12,5		

Задача I

Задача I домашнего задания относится к типу задач с одним источником и, как правило, решается методом структурного преобразования конфигурации схемы. В то же время это не исключает и индивидуального подхода к решению задачи, если выбранный метод решения обеспечивает меньшую трудоемкость.

Так, в схемах, в которых присутствуют только гальванические связи, наиболее удобным является путь решения, осуществляемый с предварительной развязкой магнитосвязанных элементов.

Пример I. В схеме, указанной на рис. I, заданы:

$$\dot{U} = 100\sqrt{2} e^{j\frac{\pi}{4}}, \quad x_{L1} = 50 \text{ Ом}, \quad x_{L2} = 20 \text{ Ом}, \quad x_{L3} = 20 \text{ Ом}, \\ x_{C2} = 120 \text{ Ом}, \quad x_{C3} = 30 \text{ Ом}, \quad x_{C4} = 40 \text{ Ом}, \quad x_{C5} = 20 \text{ Ом}, \quad x_{C6} = 70 \text{ Ом},$$

$$K_{CB} = \frac{1}{\sqrt{10}}.$$

Требуется рассчитать все токи, определить показания вольтметра электродинамической системы и построить векторную диаграмму.

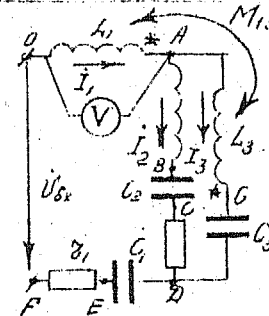


Рис. I

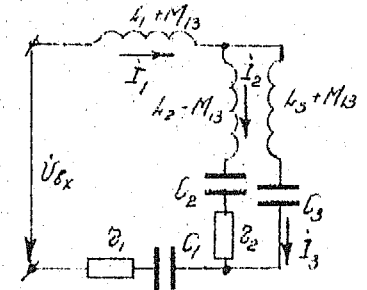


Рис. 2

Решение. Схема развязки определяется способом подключения магнитосвязанных катушек к общему узлу (одноименными и разноименными зажимами). Так как в рассматриваемой схеме зажимы магнитосвязанных катушек L_1 и L_3 в узле их соединения (узел A) разноименные, схема развязки изображена на рис. 2.

Определяем величину x_{M13} по формуле

$$x_{M13} = K_{31} \sqrt{x_{L1} \cdot x_{L3}} = \frac{1}{\sqrt{10}} \sqrt{50 \cdot 20} = 10 \text{ Ом}.$$

Схема на рис. 2 состоит из трех ветвей, образующих параллельно-последовательное соединение

$$Z_{6x} = Z_1 + \frac{Z_2 \cdot Z_3}{Z_2 + Z_3},$$

где

$$Z_1 = z_1 + jx_{L1} - jx_{C1} + jx_{M13} = 20 + j40;$$

$$Z_2 = z_2 + jx_{L2} - jx_{M13} - jx_{C2} = 40 + j80;$$

$$Z_3 = jx_{L3} + jx_{M13} - jx_{C3} = -j40;$$

$$Z_{6x} = 20 + j40 + \frac{(40 + j80)(-j40)}{40 + j80 - j40} = 40 - j20.$$

Тогда

$$I_1 = \frac{\dot{U}}{Z_{6x}} = \frac{100\sqrt{2} e^{j\frac{\pi}{4}}}{40 - j20} = \frac{100 - j100}{40 - j20} = 3 - j.$$

Токи в параллельных ветвях 2 и 3 распределяются обратно пропорционально сопротивлениям

$$I_2 = I_1 \cdot \frac{Z_3}{Z_2 + Z_3} = (3 - j) \cdot \frac{-j40}{40 + j40} = -2 - j;$$

$$I_3 = I_1 \cdot \frac{Z_2}{Z_2 + Z_3} = (3 - j) \cdot \frac{40 + j80}{40 + j40} = 5.$$

Проверка: $I_2 + I_3 = -2 - j + 5 = 3 - j = I_1.$

Напряжение на катушке L_1 состоит из двух слагаемых - напряжения самоиндукции и напряжения взаимной индукции

$$\dot{U}_{0A} = jx_{L1} \cdot I_1 + jx_{M13} \cdot I_3 = j50(3 - j) + j10 \cdot 5 = 50 + j200,$$

$$U_{0A} = |\dot{U}_{0A}| = \sqrt{(50)^2 + (200)^2} \approx 206 \text{ В.}$$

Задача решена.

Если схема задачи предполагает наличие трансформаторной связи между контурами (например, схема рис. 3), то более оптимальным будет путь решения, предусматривающий использование понятия вносимого сопротивления.

Пример 2. В схеме на рис. 3 рассчитать токи.

$$\dot{U} = 200 \text{ В, } x_{L1} = 100 \text{ Ом, } x_{L2} = 40 \text{ Ом, } x_{L3} = 20 \text{ Ом, } x_{L4} = 40 \text{ Ом,}$$

$$x_{L2} = 5 \text{ Ом, } x_{L3} = 15 \text{ Ом, } x_{M12} = 20 \text{ Ом.}$$

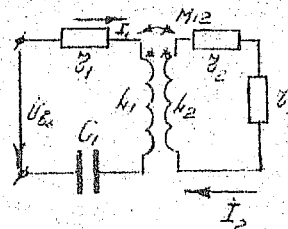


Рис. 3

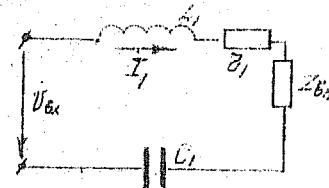


Рис. 4

Решение. Влияние второго контура на первый в рассматриваемой задаче может быть учтено введением в первый контур дополнительного сопротивления

$$Z_{64} = \frac{(\omega M_{12})^2}{Z_2}.$$

В этом случае расчет тока I_1 в первом контуре может быть проведен по упрощенной схеме (рис. 4).

Тогда

$$I_1 = \frac{\dot{U}}{Z_{6x}} = \frac{\dot{U}}{Z_1 + Z_{64}},$$

где $Z_1 = z_1 + jx_{L1} - jx_{C1} = 40 + j80;$

$$Z_{64} = \frac{(\omega M_{12})^2}{Z_2} = \frac{(20)^2}{5 + j20 + 15} = 10 - j10;$$

$$I_1 = \frac{\dot{U}}{Z_{6x}} = \frac{200}{50 + j50} = 2 - 2j.$$

Ток I_2 (см. рис. 3) определяем по 2-му закону Кирхгофа, составленному для контура $L_2 - L_3 - Z_3$:

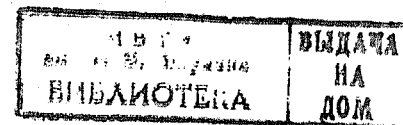
$$I_2 jx_{L2} - I_1 jx_{M12} + I_2 z_3 + I_2 z_3 = 0,$$

откуда

$$I_2 = \frac{jx_{M12} I_1}{z_2 + z_3 + jx_{L2}} = \frac{j20(2 - 2j)}{20 + j20} = 2.$$

В заключение проиллюстрируем построение векторной диаграммы схемы на примере задачи I (см. рис. I).

Для этого разметим схему точками (Q, A, B, C и т.д.), разбив



ее на отдельные участки (лучше разделять отдельные элементы охвотами).

Вычисляем напряжение на участках:

$$\dot{U}_{OA} = jx_{L1} \dot{I}_1 + jx_{M13} \dot{I}_3 = 50 + j200; \quad \dot{U}_{AB} = jx_{L2} \dot{I}_2 = 120 - j250;$$

$$\dot{U}_{BC} = -jx_{C2} \dot{I}_2 = -30 + j60; \quad \dot{U}_{CA} = \dot{I}_2 z_2 = -80 - j40;$$

$$\dot{U}_{DE} = -jx_{C1} \dot{I}_1 = -20 - j60; \quad \dot{U}_{EF} = \dot{I}_1 z_1 = 60 - j120; \quad \dot{U}_{FO} = -\dot{U}.$$

При правильном решении векторы, соответствующие рассчитанным значениям напряжений для некоторого контура схемы, должны образовать замкнутый многоугольник на комплексной плоскости (рис. 5).

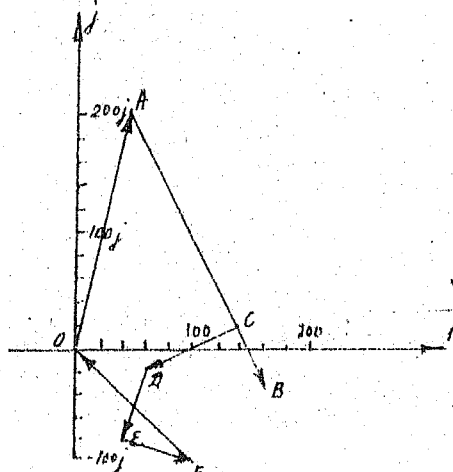


Рис. 5

Задача 2

Выполнение задачи 2 базируется на использовании комплексного метода расчета электрических цепей синусоидального тока.

Так как измерительные приборы электромагнитной системы реагируют на действующие значения напряжений и токов, их показания определяются модулями соответствующих комплексных характеристик цепи (напряжение на участке, ток).

Применение метода рассмотрим на конкретных примерах.

Пример I. В схеме заданы показания приборов $V_1 = 70\sqrt{2}$ В,

18

$V_2 = 60$ В, $I_5 = 6$ А, $I_2 = 10$ А, $x_{C3} = 5$ Ом, $x_{C6} = 10$ Ом, $z_1 = 10$ Ом, $x_{L7} = 10$ Ом (рис. 6). Требуется рассчитать значения токов на всех элементах цепи, параметры незадаанных элементов и напряжение на входе схемы.

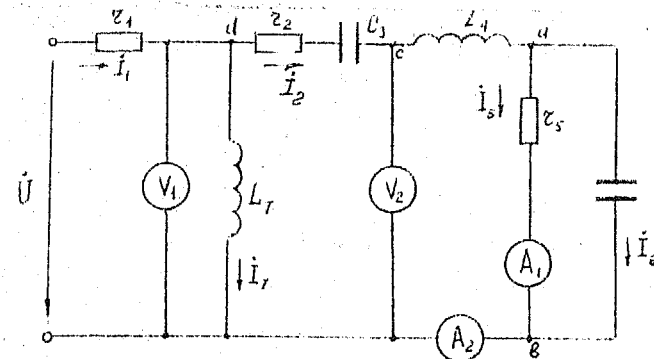


Рис. 6

Решение. Так как в схеме не заданы фазы ни одной из синусоидальных характеристик, для определенности решения задачи необходимо принять фазу какого-либо одного напряжения или тока, равной нулю.

Расчет фаз других характеристик (токов напряжений) ведется относительно характеристики, фаза которой принята за нуль.

Для задач, подобных задаче 2 домашнего задания, наиболее рационально задать фазу одной из выходных характеристик в правой части схемы ($\dot{U}_{gh}$, $\dot{I}_5$, $\dot{I}_6$).

Примем фазу $\dot{U}_{gh}$ равной нулю, тогда $\dot{U}_{gh} = U_{gh} \cdot e^{j0} = U_{gh}$. Тогда ток

$$\dot{I}_5 = \frac{\dot{U}_{gh}}{z_5} \quad (1)$$

совпадает по фазе с $\dot{U}_{gh}$, а ток

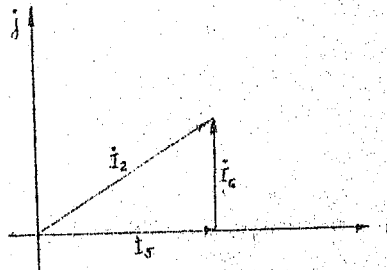
$$\dot{I}_6 = -\frac{\dot{U}_{gh}}{jx_{C6}}, \quad (2)$$

$$\dot{I}_2 = \dot{I}_5 + \dot{I}_6 = -\frac{\dot{U}_{gh}}{z_5} + \frac{\dot{U}_{gh}}{jx_{C6}}.$$

Взаимное положение векторов можно наглядно представить с помощью векторной диаграммы (рис. 7). Из диаграммы видно, что модуль комплексного значения тока $\dot{I}_6$ может быть определен по теореме

Пифагора по известным значениям модулей токов I_2 и I_5 .

$$I_6 = \sqrt{I_2^2 - I_5^2} = \sqrt{100 - 36} = 8 \text{ A.} \quad (3)$$



Комплексное значение тока с учетом фазы, полученной из уравнения (2), можно записать $\dot{I}_6 = I_6 \cdot e^{j\pi/2} = j8$,

а тока $\dot{I}_2 = \dot{I}_5 + \dot{I}_6 = 6 + j8$.

Так как величина сопротивления $Z_6 = jx$ задана, определяем величину

Рис. 7

$$\dot{U}_{68} = \dot{I}_6 Z_6 = j8(-j10) = 80;$$

$$Z_5 = \frac{\dot{U}_{68}}{\dot{I}_5} = \frac{80}{6} = \frac{40}{3} \text{ Ом.}$$

Напряжение

$$\dot{U}_8 = \dot{U}_{CO} + \dot{U}_{68} = \dot{I}_2 jx_{24} + \dot{U}_{68} = (6 + j8)jx_{24} + 80 = 80 - 8x_{24} + j6x_{24}. \quad (4)$$

Модуль этого комплексного определяет действующее значение напряжения U_{68} , измеряемого вольтметром V_2 ; так как $U_2 = 60 \text{ В}$, можно записать следующее:

$$60 = \sqrt{(80 - 8x_{24})^2 + (6x_{24})^2}. \quad (5)$$

Решая это уравнение относительно x_{24} , получаем $x_{24} = 10 \text{ Ом}$. Теперь нетрудно определить и величину U_{68} .

Напряжение

$$\dot{U}_{68} = \dot{I}_2 (z_2 - jx_{c3}) + \dot{U}_{68} = (6 + j8)(z_2 - j5) + j60 = 40 + 6z_2 + j(30 + 8z_2). \quad (6)$$

Модуль этого напряжения нам задан (равен показанию вольтметра V_2). Откуда получаем уравнение для определения z_2

$$(40 + 6z_2)^2 + (8z_2 + 30)^2 = 3600,$$

тогда

$$5z_2^2 + 48z_2 - 365 = 0, \quad z_2 = 5 \text{ Ом.}$$

Примечание. Если при решении получаются два положительных корня, следует, что задача имеет неоднозначное решение. В домашнем задании при расчете можно взять один (любой) корень. Отрицательный корень брать не следует, так как такое решение не имеет физического смысла.

Из уравнения (6)

$$\dot{U}_{68} = 40 + 6 \cdot 5 + j(30 + 5 \cdot 8) = 70 + j70;$$

$$\dot{I}_7 = \frac{\dot{U}_{68}}{jx_{L7}} = \frac{70 + j70}{j10} = 7 - j7, \quad \dot{I}_1 = \dot{I}_2 + \dot{I}_7 = 13 - j7;$$

$$U = \dot{U}_{68} + \dot{I}_1 z = 200 + j80.$$

Напряжения

$$U = 40\sqrt{58} \sin(\omega t + 25^\circ);$$

$$U_{68} = 140 \sin(\omega t + 45^\circ);$$

$$U_{c6} = 60\sqrt{2} \sin(\omega t + 90^\circ).$$

Фазовый сдвиг между напряжениями U_{68} и U_{c6} равен $\Delta\varphi = 45^\circ - 90^\circ = -45^\circ$.

Пример 2. Заданы показания приборов $V = 50\sqrt{5} \text{ В}$, $I_2 = 5 \text{ А}$, $I = 5 \text{ А}$, $I_5 = 4 \text{ А}$, а также параметры элементов $x_2 = 13 \text{ Ом}$, $z_4 = 30 \text{ Ом}$, $z_3 = 10 \text{ Ом}$, $z_5 = 10 \text{ Ом}$, $x_{c2} = 24 \text{ Ом}$ (рис. 8). Определить I_4 , I_1 , x_{c3} , x_{L3} , x_{L5} , $\dot{U}$.

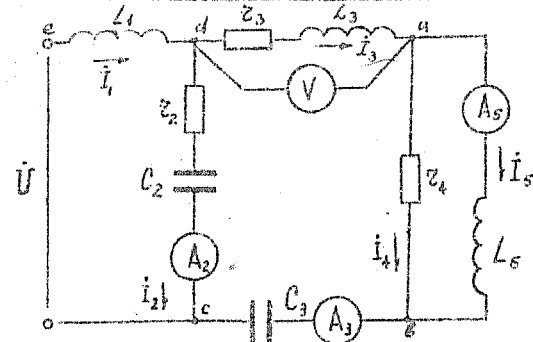


Рис. 8

Решение. Учитывая, что ток $\dot{I}_3 = \dot{I}_4 + \dot{I}_5$, а токи $\dot{I}_4$ и $\dot{I}_5$ сдвинуты между собой по фазе на 90° , определяем модуль тока I_4 как

$$I_4 = \sqrt{I_3^2 - I_5^2} = \sqrt{25 - 16} = 3 \text{ А.}$$

Примем фазу тока I_4 равной нулю, тогда $I_4 = 3$, $U_{bc} = I_4 Z_4 = 90$.
Величина X_{L5} определяется как

$$X_{L5} = \frac{U_{bc}}{I_5} = \frac{90}{4} = 22,5 \text{ Ом.}$$

Так как U_{bc} имеет нулевую фазу, а ток в индуктивности отстает от напряжения на 90° , можно записать $I_5 = -j4$, а ток $I_3 = I_4 + I_5 = 3 - j4$. Для участка ab можно записать по закону Ома $U_{ab} = I_3 \cdot Z_{ab}$ или

$$U_{ab} = I_3 \sqrt{X_{L3}^2 + X_{C3}^2} \quad (7)$$

В этой формуле одно неизвестное X_{L3} , так как U_{ab} определяется показаниями вольтметра, а I_3 — показаниями амперметра A_3 , откуда имеем $50\sqrt{5} = 5\sqrt{100 + X_{L3}^2}$, тогда $X_{L3} = 20$ Ом. Зная параметры ветви bc , можно определить модуль этого напряжения так:

$$U_{bc} = I_2 Z_2 = I_2 \sqrt{X_{L2}^2 + X_{C2}^2} \quad (8)$$

В комплексном виде напряжение U_{bc} можно записать в следующем виде:

$$U_{bc} = I_3 Z_3 + U_{ab} = 90 + (3 - j4)(10 + j20 - jX_{C2}) = 200 - 4X_{C2} + j(20 - 3X_{C2}) \quad (9)$$

Модуль этой величины нами определен ранее и равен 130 В. Поэтому получаем уравнение с одним неизвестным

$$130 = \sqrt{(200 - 4X_{C2})^2 + (20 - 3X_{C2})^2} \quad (10)$$

Это уравнение имеет два решения: $X_{C2} = 50$ Ом, $X_{C2} = 29,2$ Ом.

Для дальнейшего расчета воспользуемся одним из решений:

$X_{C2} = 50$ Ом. Тогда

$$U_{bc} = -j130;$$

$$I_2 = \frac{U_{bc}}{Z_2} = \frac{-j130}{10 - j24} = \frac{60}{13} - j \frac{25}{13};$$

$$I_1 = I_3 + I_2 = \frac{99}{13} - j \frac{77}{13};$$

$$U = I_1 jX_{L3} + U_{bc} = 77 - j31.$$

1. На участке цепи $S = 400 \cdot 300 \text{ В}$
 $U = 100 - 100j$
 Определить $Z, Y, X, Y, Z, X, Y, Z, I_m$

2. Дано:
 $U = 100 - j30$, $Z = 10 \text{ Ом}$
 $X_{L1} = 15 \text{ Ом}$, $X_{L2} = 30 \text{ Ом}$
 $X_{C2} = 25 \text{ Ом}$, $Z_2 = 10 \text{ Ом}$
 Определить токи.

N отб	I_1	I_2
1	6	0
2	-6j	6.6j
3	0	36j
4	$\frac{1}{3}j$	$\frac{13}{3}$
5	1	j

3. Дано:
 $U = 50\sqrt{5} \text{ В}$, $V = 50 \text{ В}$
 $I_1 = 30 \text{ А}$, $I_2 = 10\sqrt{2} \text{ А}$
 $I_3 = 5 \text{ А}$
 Определить X_{L1}

N отб	X_{L1}
1	7
2	$\frac{3}{5}\sqrt{5}$
3	5
4	10
5	$10\sqrt{2}$

Оглавление

Домашнее задание № 3. Комплексный метод расчета электрических цепей	3
Методические указания к выполнению домашнего задания № 3	15
Приложение	23