

ЗАДАНИЕ
на выполнение расчётно-графической работы
по предмету «Теоретические основы электротехники»

Часть 1
ЛИНЕЙНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Состав и условия выполнения

Для электрической цепи (ЭЦ) согласно схеме, соответствующей номеру варианта и изображенной на рисунках 1-20, выполнить следующее:

1. Составить на основании законов Кирхгофа систему уравнений для расчета токов в ветвях ЭЦ.
2. Определить токи в ветвях ЭЦ, используя метод контурных токов.
3. Определить токи в ветвях ЭЦ, используя метод узловых потенциалов.
4. Результаты расчета свести в таблицу для сравнительной оценки.
5. Составить баланс мощностей в исходной схеме (схеме с источником тока).
6. Определить величину заданного по условию тока I_1 , используя метод эквивалентного генератора.
7. Для любого контура или участка цепи, включающего два источника ЭДС, рассчитать потенциалы точек, свести результаты расчётов в таблицу и построить потенциальную диаграмму.

Номер рисунка схемы ЭЦ, а также параметры её элементов для каждого варианта, приведены в таблице 1.

Примечания:

- источник тока, ток которого по условию задания равен нулю, на схемах **не показывать и в расчётах не использовать**;
- перед выполнением пунктов 2 и 3 рекомендуется преобразовать источник тока в источник ЭДС и вести расчет для эквивалентной схемы;
- в пункте 6 при определении входного сопротивления двухполюсника следует выполнить преобразование включения резисторов: соединение треугольником в эквивалентное соединение звездой или наоборот.

Таблица 1 – Параметры элементов ЭЦ

Вариант	Рисунок	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	R_6	E_1	E_2	E_3	J_1	J_2	J_3
		Ом						В			А		
1	15	13	5	9	7	10	4	-	10	21	-	0	1
2	1	13	5	2	8	11	15	-	12	16	-	0	2
3	16	4	8	6	10	13	10	-	30	9	-	0	1
4	11	20	80	100	35	150	40	-	100	150	-	0	1
5	17	10	18	5	10	8	6	-	20	30	-	0	1
6	3	4	13	9	10	5	6	-	16	8,2	-	0	0,2
7	7	130	40	60	80	110	45	12	13	-	0	0,3	-
8	17	15	27	7,5	15	12	9	-	16,5	52,5	-	0,5	0
9	8	55	80	100	40	70	120	-	25	10	-	0	0,05
10	10	110	60	45	150	80	50	25	8	-	0	0,1	-
11	9	7	12	4	9	15	8	-	20	8	-	0	0,5
12	18	30	40	22	10	14	50	-	23	9,5	-	0	0,25
13	12	15	12	10	9	8	7	13	14	-	0	0,5	-
14	4	12	35	22	6	10	15	-	20	7,6	-	0	0,2
15	13	4	7	10	12	20	5,5	-	20	10	-	0	1
16	5	4	11	5	12	7	8	25	4,5	-	0	0,5	-
17	14	9	20	16	40	30	22	-	30	10	-	0	0,5
18	6	5	10	12	7	8	15	-	15	13	-	0	1
19	19	5	7	10	4	15	20	15	-	20	0	-	1
20	2	8	10	6	15	21	26	25	-	14	0	-	1
21	15	19,5	7,5	13,5	10,5	15	6	-	9	45	-	0,8	0
22	1	19,5	7,5	3	12	16,5	22,5	-	12	30	-	0,8	0
23	16	6	12	9	15	19,5	15	-	21	22,5	-	2	0
24	11	30	120	150	52,5	225	60	-	90	375	-	0,5	0
25	3	6	19,5	13,5	15	7,5	9	-	16,2	15	-	0,4	0
26	7	195	60	90	120	165	67,5	10,2	37,5	-	0,04	0	-
27	8	82,5	120	150	60	105	180	-	25,5	22,5	-	0,1	0
28	10	165	90	67,5	225	120	75	21	21	-	0,1	0	-

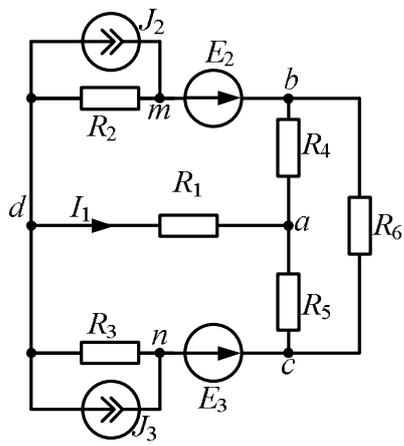


Рисунок 1

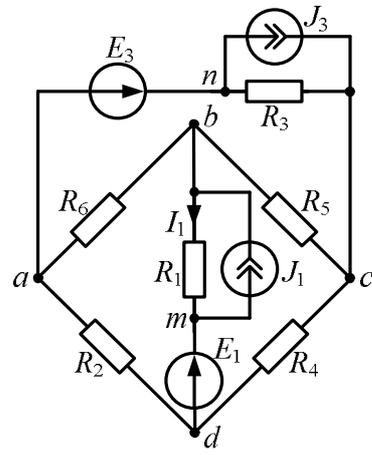


Рисунок 2

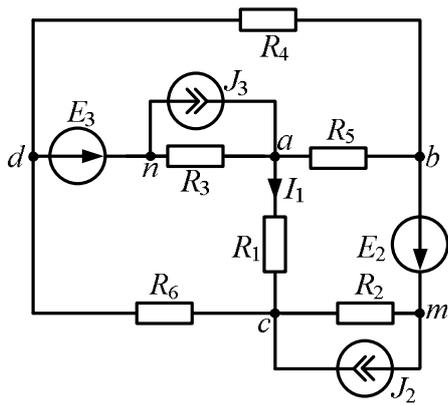


Рисунок 3

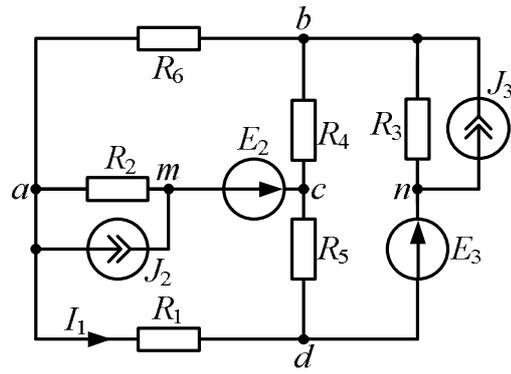


Рисунок 4

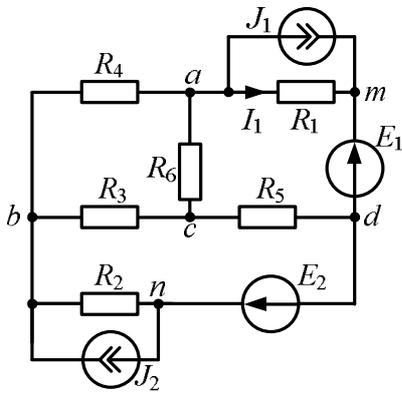


Рисунок 5

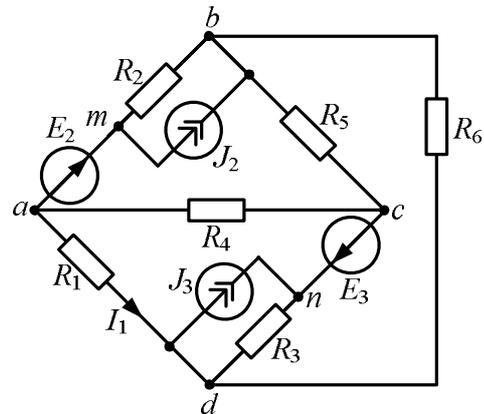


Рисунок 6

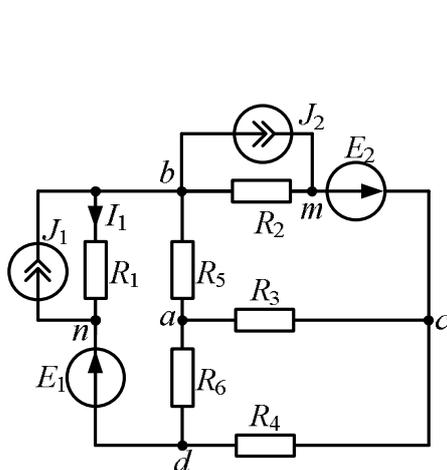


Рисунок 7

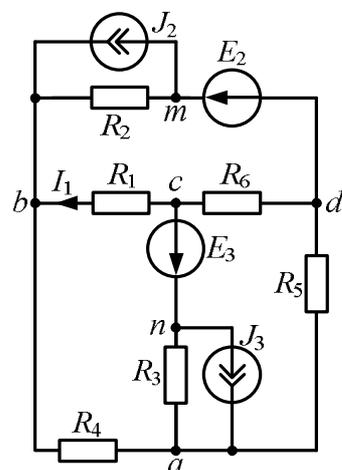


Рисунок 8

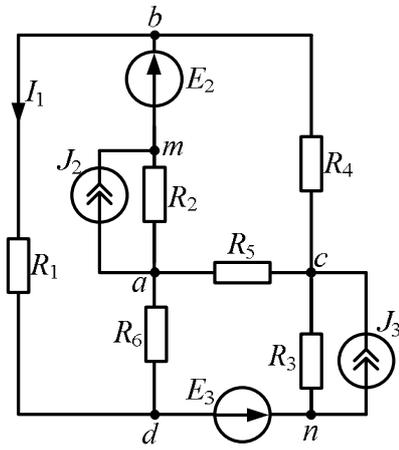


Рисунок 9

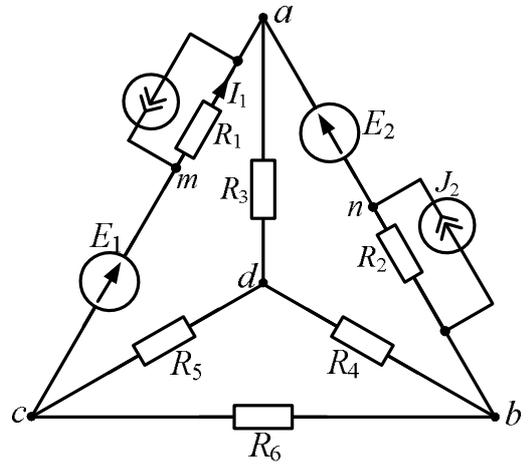


Рисунок 10

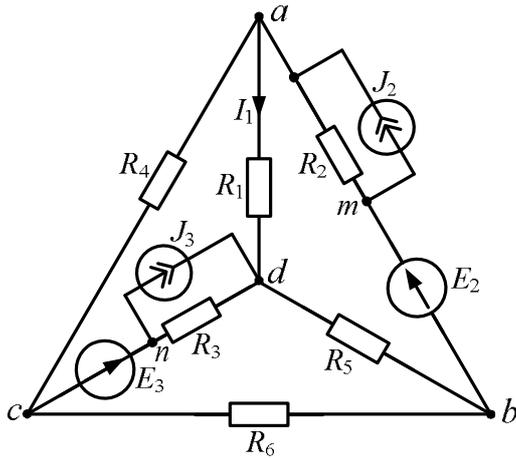


Рисунок 11

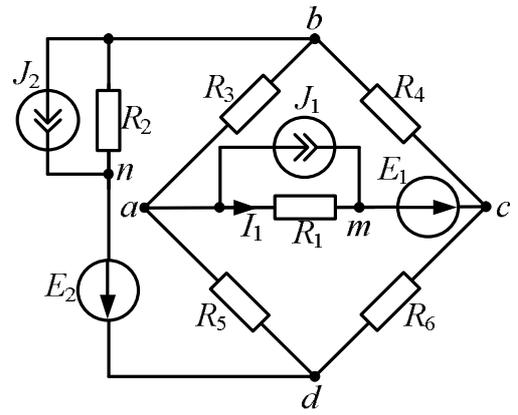


Рисунок 12

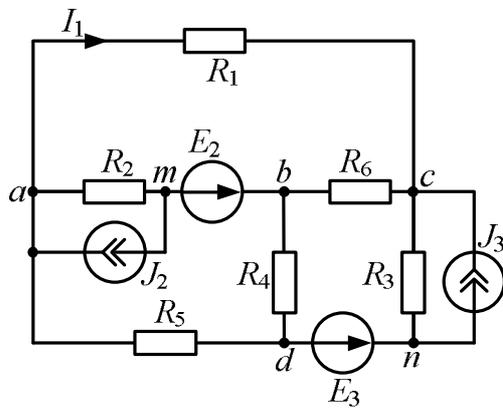


Рисунок 13

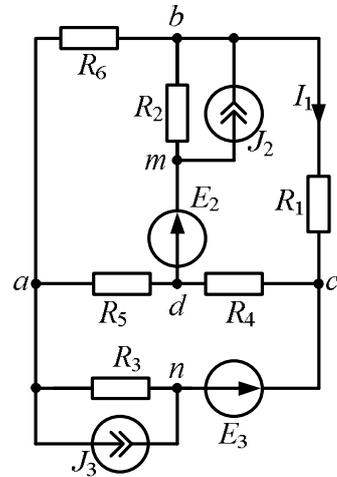


Рисунок 14

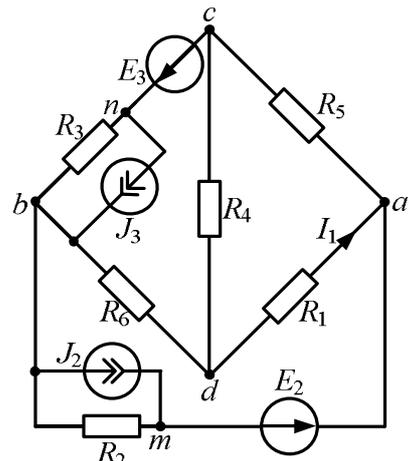
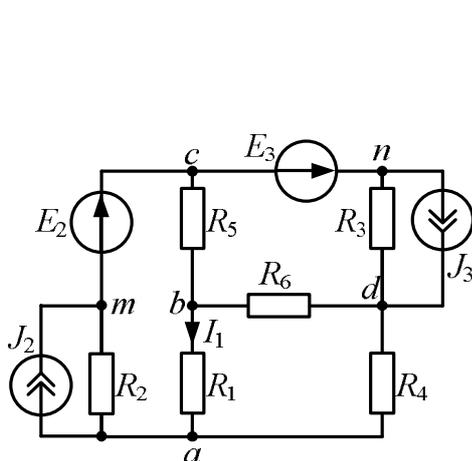


Рисунок 15

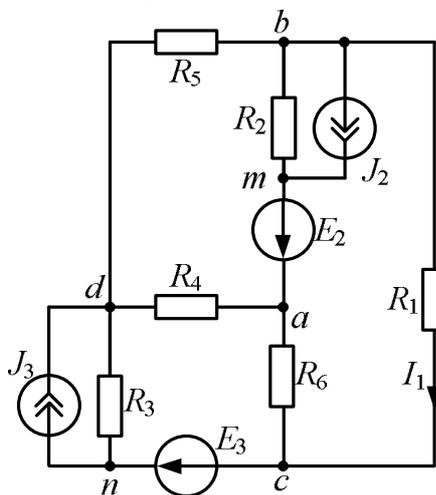


Рисунок 17

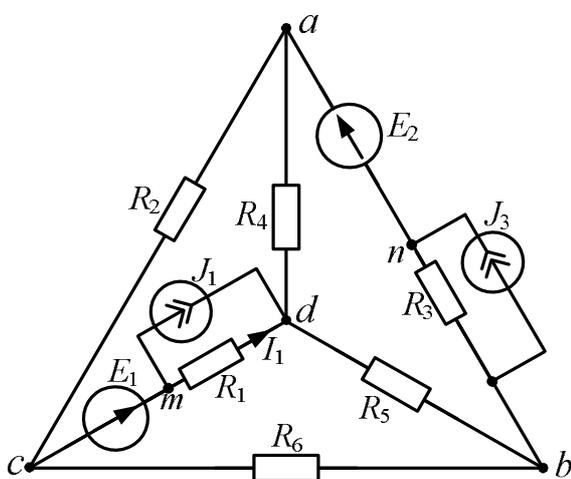


Рисунок 19

Рисунок 16

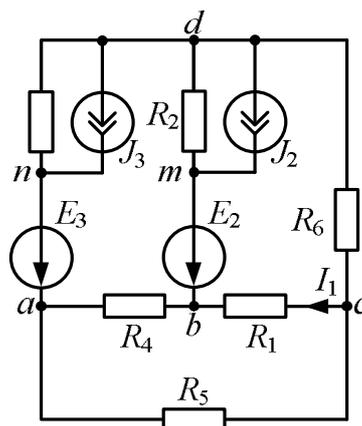


Рисунок 18

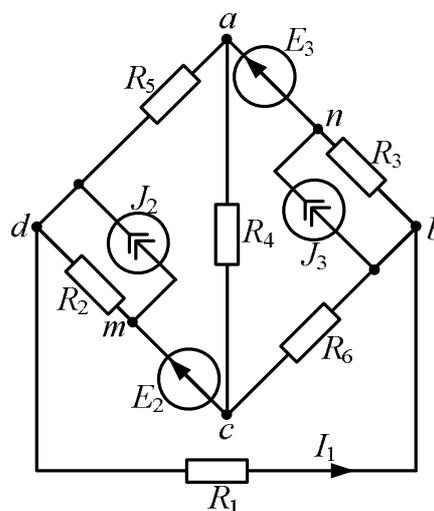


Рисунок 20

К выполнению задания предъявляются следующие требования:

- Задание выполняется на листах формата А4 с обязательной нумерацией страниц;
- Схемы и рисунки должны быть выполнены аккуратно и в удобочитаемом масштабе с указанием обозначений;
- Результаты вычислений должны быть сделаны и представлены с точностью до четырёх значащих цифр;

Необходимо руководствоваться следующими правилами:

- Начиная решение, указать, какие физические законы или расчетные методы предполагается использовать при решении, привести математическую запись этих законов и методов;
- В ходе выполнения задания не изменять принятые направления для токов в ветвях цепи. Не изменять обозначения, указанные в задании. При решении задачи различными методами одни и те же величины должны иметь одно обозначение;
- Расчет каждой искомой величины следует выполнить сначала в общем виде, а затем в полученную формулу подставить числовые значения, привести промежуточные и окончательный результат с указанием единицы измерения.
- Промежуточные и конечные результаты расчетов должны быть ясно выделены из общего текста;
- Решение задачи не следует перегружать приведением всех алгебраических преобразований и арифметических расчетов;
- При использовании программируемых методов расчёта на компьютере текст программы.
- Для элементов электрических схем следует пользоваться обозначениями, применяемыми в учебниках по ТОЭ.

Литература для выполнения расчётно-графического задания:

- Бессонов Л.А. (9-е издание), §2.1-2.14, §2.20-2.26.

Состав и условия выполнения

Для электрической схемы, соответствующей номеру варианта и изображенной на рисунках 1-20, выполнить следующее:

1. На основании законов Кирхгофа составить **в общем виде** систему уравнений для расчета токов в ветвях цепи, записав ее в двух формах:

- а) в дифференциальной;
- б) в символической.

2. Определить комплексы **действующих** значений токов в ветвях, воспользовавшись одним из методов расчета линейных электрических цепей.

Привести выражения для мгновенных значений токов и графики их зависимости от ωt .

3. Составить баланс мощностей источников и потребителей.

4. По результатам, полученным в п. 2, определить показание ваттметра двумя способами:

- а) с помощью выражения для комплексов тока и напряжения на ваттметре;
- б) по формуле $UI\cos\varphi$.

С помощью векторной диаграммы тока и напряжения, на **которые реагирует ваттметр**, пояснить определение угла $\varphi = \psi_u - \psi_i$.

Привести выражения и графики для мгновенных значений тока и напряжения, на которые реагирует ваттметр

5. Построить топографическую диаграмму потенциалов точек электрической цепи, совмещенную с векторной диаграммой токов в её ветвях. При этом потенциал точки **a**, указанной на схеме, принять равным нулю.

Примечание: Комплексы токов в ветвях и комплексы потенциалов точек привести в одной таблице.

6. Используя данные расчетов, полученных в п. 2, записать выражение для мгновенного значения тока и напряжения в одной из ветвей с реактивным элементом. Построить графики изменения указанных величин от ωt .

7. Полагая, что между двумя катушками, расположенными в разных ветвях имеется магнитная связь с коэффициентом взаимной индуктивности равном M , составить в общем виде систему уравнений по законам Кирхгофа, для расчёта токов во всех ветвях схемы, записав её в двух формах: в дифференциальной и в символической.

Примечания:

- 1. Ориентируясь на ранее принятые направления токов в ветвях одноимённые зажимы катушек индуктивности выбрать по своему усмотрению так, чтобы было их включение было встречным, и обозначить на схеме эти зажимы точками.
- 2. При отсутствии в заданной схеме второй катушки индуктивности необходимо ввести её дополнительно в одну из ветвей, не содержащую катушку индуктивности.

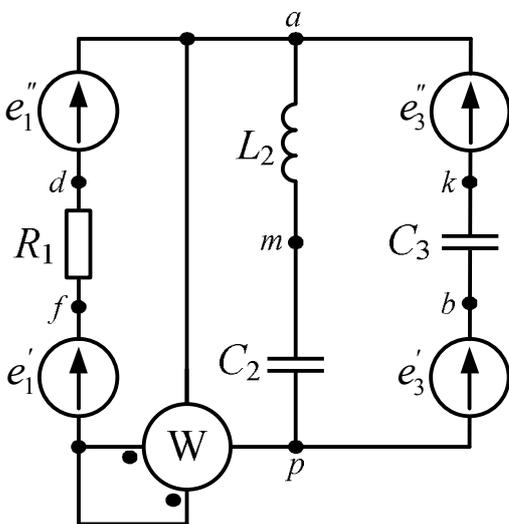


Рисунок 1

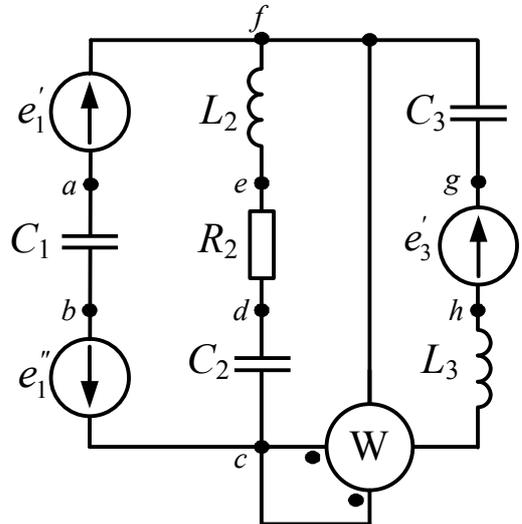


Рисунок 2

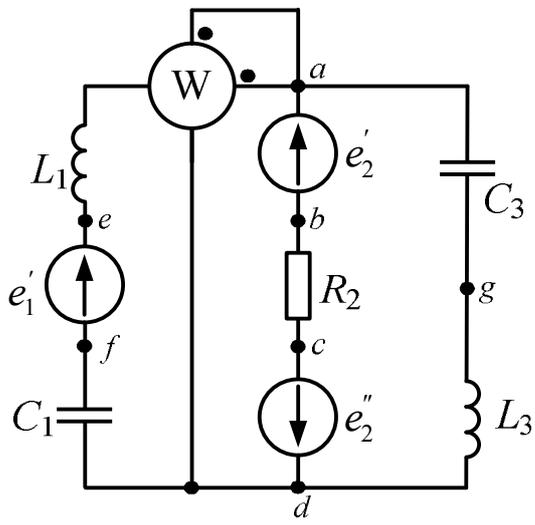


Рисунок 3

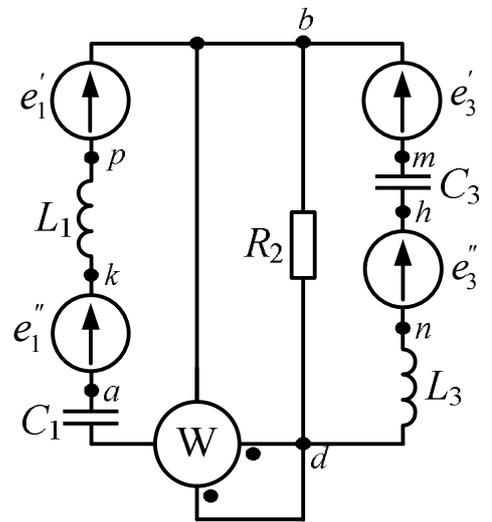


Рисунок 4

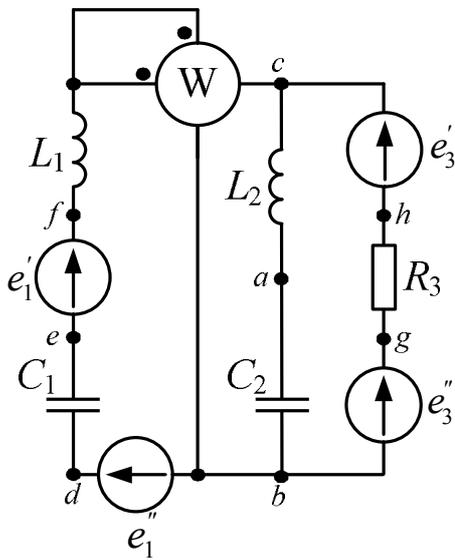


Рисунок 5

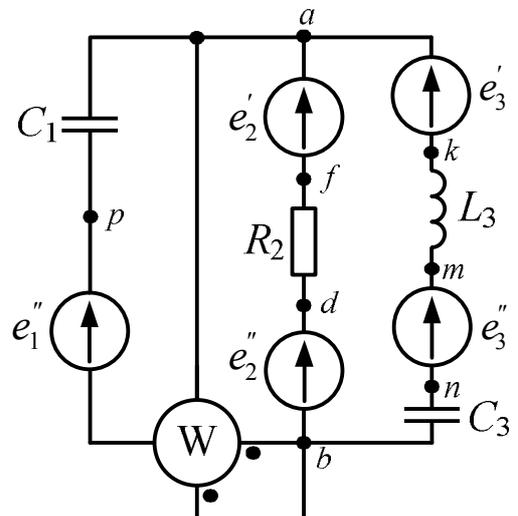


Рисунок 6

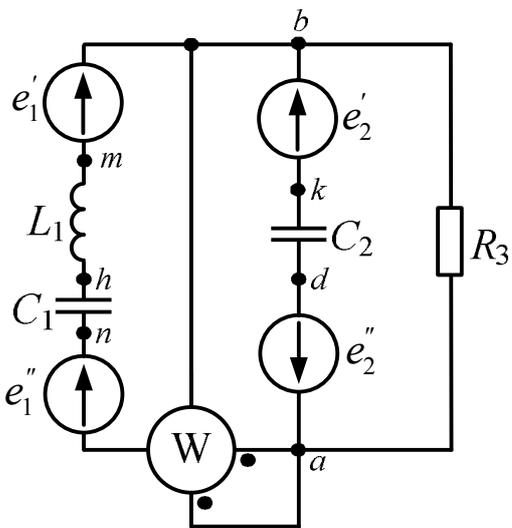


Рисунок 7

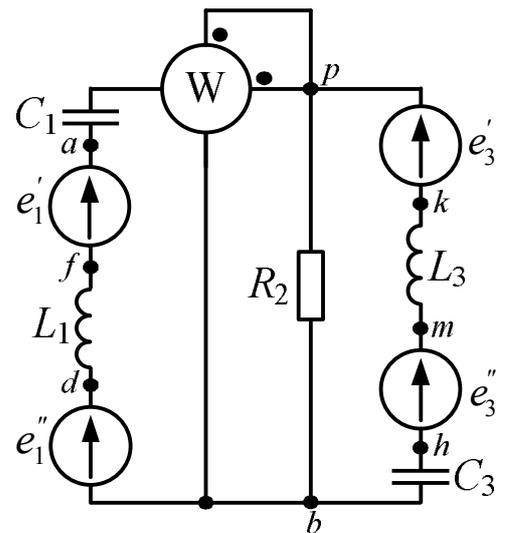


Рисунок 8

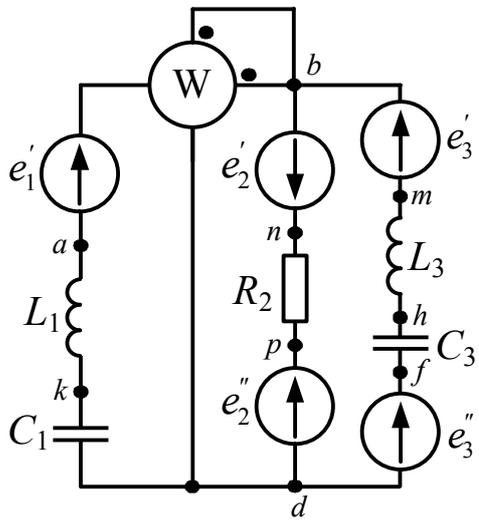


Рисунок 9

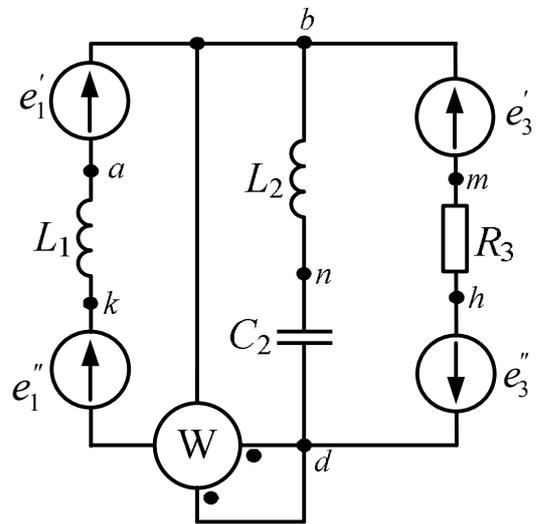


Рисунок 10

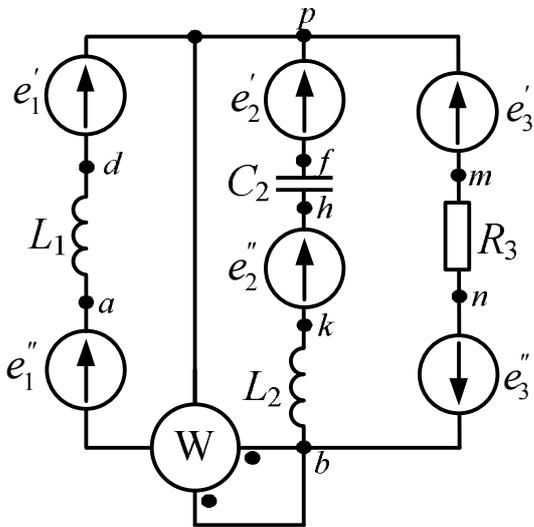


Рисунок 11

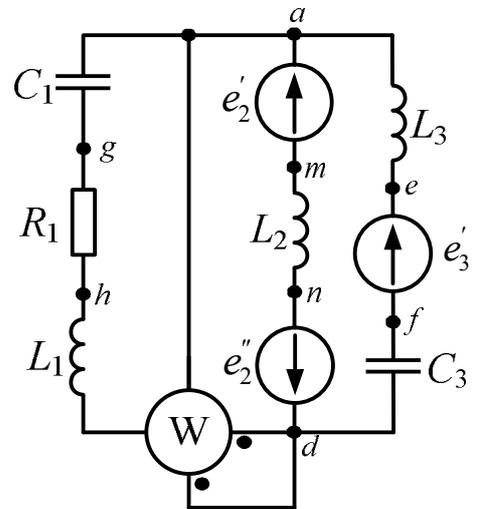


Рисунок 12

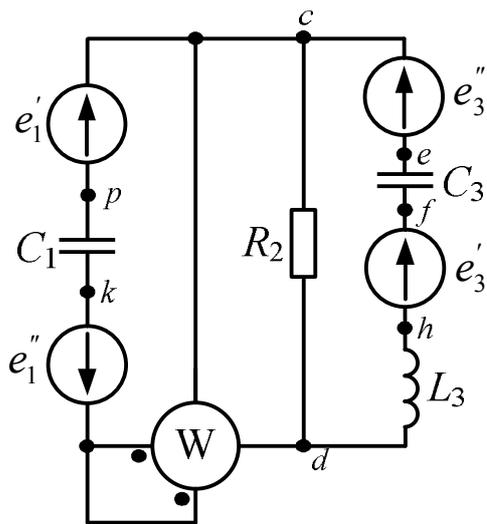


Рисунок 13

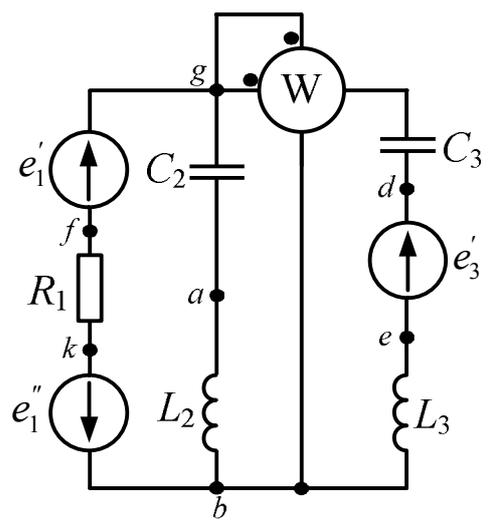


Рисунок 14

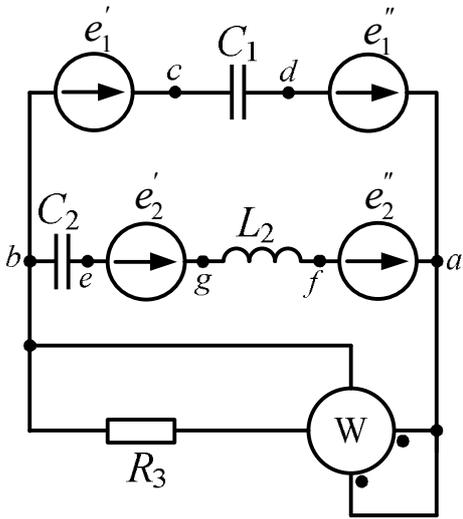


Рисунок 15

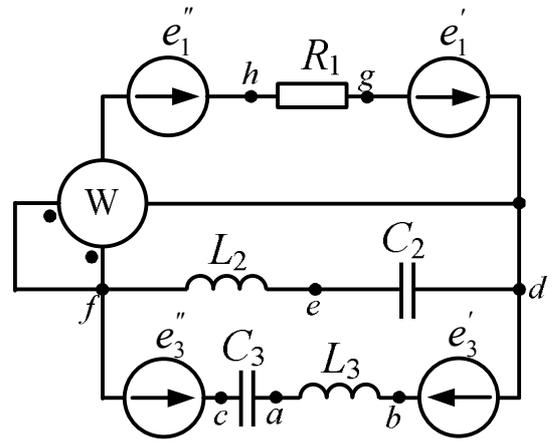


Рисунок 16

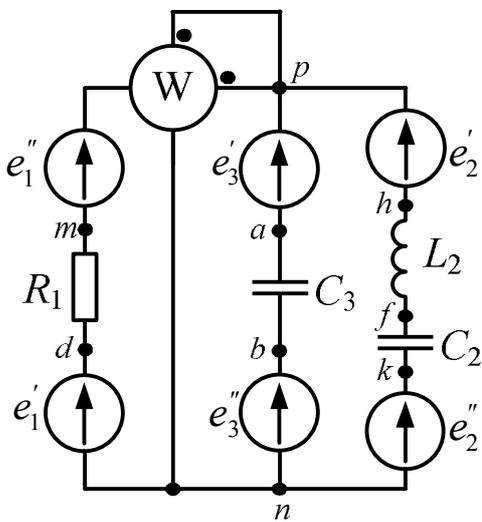


Рисунок 17

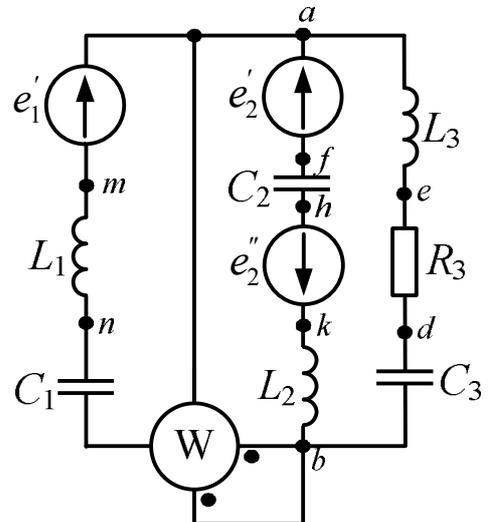


Рисунок 18

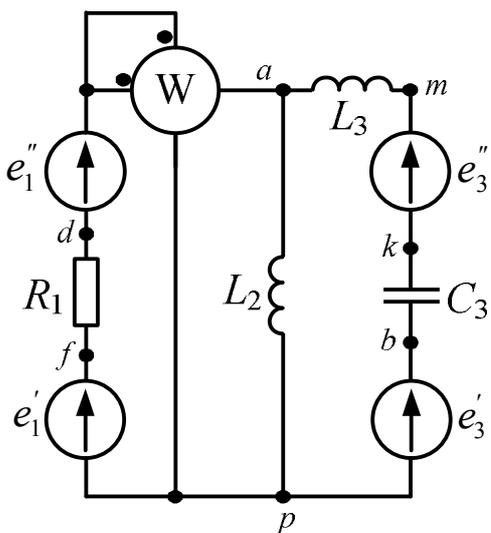


Рисунок 19

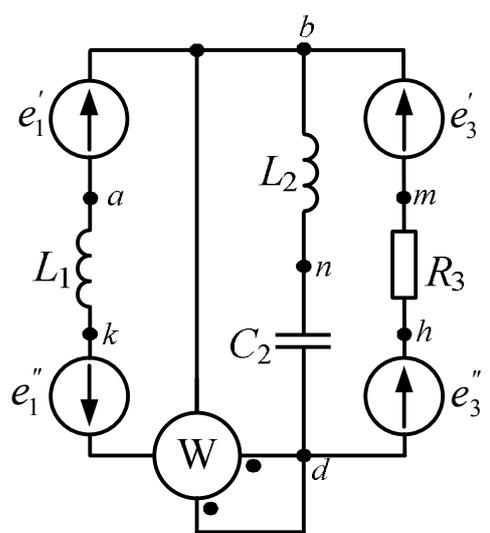


Рисунок 20

Таблица 1 – Параметры элементов схемы

Вариант	Рисунок	L_1	L_2	L_3	C_1	C_2	C_3	R_1	R_2	R_3	$f, \text{Гц}$	$e', \text{В}$
		мГн			мкФ			Ом				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	15	-	63,8	-	106	∞	-	-	-	10	50	$100 \sin(\omega t + 60^\circ)$
2	20	21,2	0	-	-	132,5	-	-	-	25	60	$70,5 \sin \omega t$
3	1	-	34,7	-	-	∞	80,3	17	-	-	55	$80 \sin(\omega t + 45^\circ)$
4	8	13,6	-	109,2	32,5	-	94,6	-	65	-	70	$141 \cos(\omega t - 90^\circ)$
5	13	-	-	132	50	-	184	-	65	-	50	$141 \cos(\omega t + 345^\circ)$
6	19	-	21,2	24,8	-	-	35,5	17	-	-	90	$80 \sin(\omega t + 40^\circ)$
7	10	12,7	47,8	-	-	31,9	-	-	-	25	100	$70,5 \sin(\omega t + 20^\circ)$
8	3	100,5	-	0	88,5	-	132,5	-	25	-	60	$70,5 \sin(\omega t - 13^\circ)$
9	14	-	83,8	0	-	15,8	29,5	17	-	-	150	$113 \sin(\omega t + 338^\circ)$
10	4	20,8	-	52,7	15,1	-	64,6	-	65	-	130	$100 \sin(\omega t - 35^\circ)$
11	5	0	250	-	31,8	66	-	-	-	100	50	$141 \cos(\omega t + 270^\circ)$
12	16	-	477	125	-	4	33	100	-	-	100	0
13	6	-	-	159	15,9	-	∞	-	100	-	100	-
14	11	100	25	-	-	8	-	-	-	100	159	0
15	17	-	136	-	-	18,2	9,1	100	-	-	175	0
16	9	120	-	0	16	-	8	-	100	-	200	$169 \sin(\omega t + 180^\circ)$
17	7	24	-	-	12,7	5,5	-	-	-	10	500	0
18	12	0	80	145	∞	-	44,5	60	-	-	120	-
19	2	-	0	1000	20	∞	8	-	25	-	40	$566 \cos(\omega t + 270^\circ)$
20	18	80	90	0	10	5	∞	-	-	70	160	$141 \cos(\omega t - 30^\circ)$
21	15	-	63,8	-	160	∞	-	-	-	10	50	$99 \sin(\omega t + 20^\circ)$
22	20	12,7	31,8	-	-	39,8	-	-	-	25	100	$70,5 \cos(\omega t + 270^\circ)$

Продолжение таблицы 1

Вариант	Рисунок	e''_1, B	e'_2, B	e''_2, B	e'_3, B	e''_3, B
1	2	14	15	16	17	18
1	15	$63,5 \sin (\omega t-56^{\circ})$	$178 \cos (\omega t-90^{\circ})$	0	-	-
2	20	0	-	-	$84,6 \sin (\omega t-30^{\circ})$	-
3	1	$80 \cos (\omega t-135^{\circ})$	-	-	$56,6 \cos (\omega t+235^{\circ})$	0
4	8	0	-	-	0	$282 \sin (\omega t-50^{\circ})$
5	13	0	-	-	$200 \sin (\omega t+5^{\circ})$	$116 \sin (\omega t-11^{\circ})$
6	19	$80 \sin (\omega t+50^{\circ})$	-	-	$56,4 \cos (\omega t-130^{\circ})$	0
7	10	0	-	-	$84,6 \sin (\omega t-10^{\circ})$	0
8	3	-	$68,5 \sin (\omega t-84^{\circ})$	$56 \cos (\omega t+100^{\circ})$	-	-
9	14	0	-	-	$56,4 \cos (\omega t-147^{\circ})$	-
10	4	$100 \sin (\omega t+55^{\circ})$	-	-	0	$282 \sin (\omega t-40^{\circ})$
11	5	0	-	-	$141 \sin (\omega t+90^{\circ})$	0
12	16	$141 \sin (\omega t-270^{\circ})$	-	-	0	$141 \cos (\omega t-90^{\circ})$
13	6	$169 \sin \omega t$	$169 \cos \omega t$	0	$169 \sin (\omega t+180^{\circ})$	0
14	11	$169 \sin (\omega t+180^{\circ})$	0	$169 \sin \omega t$	$169 \cos \omega t$	0
15	17	$169 \sin (\omega t+90^{\circ})$	$169 \sin (\omega t+180^{\circ})$	0	0	$169 \cos (\omega t-90^{\circ})$
16	9	-	0	$169 \cos \omega t$	$169 \cos (\omega t+270^{\circ})$	0
17	7	$282 \sin \omega t$	$282 \sin (\omega t-180^{\circ})$	0	-	-
18	12	-	$689 \sin (\omega t+12^{\circ})$	$496 \cos (\omega t-149^{\circ}40')$	$705 \sin (\omega t+307^{\circ})$	-
19	2	0	-	-	$705 \sin (\omega t-180^{\circ})$	-
20	18	-	$62 \sin (\omega t+326^{\circ})$	$96,5 \cos (\omega t+111^{\circ})$	-	-
21	15	$179 \cos (\omega t+270^{\circ})$	0	-	-	-
22	20	0	-	-	$84,6 \cos (\omega t+240^{\circ})$	0

К выполнению задания предъявляются следующие требования:

1. Задание выполняются на листах формата А4 с обязательной нумерацией страниц;
 2. Схемы и рисунки должны быть выполнены аккуратно и в удобочитаемом масштабе с указанием обозначений;
 3. Вычисления должны быть сделаны с точностью до четвёртого знака после запятой;
- Необходимо руководствоваться следующими правилами:
- начиная решение задачи, указать, какие физические законы или расчетные методы предполагается использовать при решении, привести математическую запись этих законов и методов;
 - в ходе решения задачи не следует изменять принятые направления токов и наименование узлов, сопротивлений и т.д. Не следует изменять обозначения, заданные условием. При решении задачи различными методами одну и ту же величину надлежит обозначать одним и тем же буквенным символом;
 - расчет каждой исходной величины следует выполнить сначала в общем виде, а затем в полученную формулу подставить числовые значения и привести окончательный результат с указанием единицы измерения.
 - промежуточные и конечные результаты расчетов должны быть ясно выделены из общего текста;
 - решение задачи не следует перегружать приведением всех алгебраических преобразований и арифметических расчетов;
 - для элементов электрических схем следует пользоваться обозначениями, применяемыми в учебниках по ТОЭ.

Литература для выполнения расчётно-графического задания:

1. Бессонов Л.А. (9-е издание) , §§3.1 - 3.23.