



**«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана»
(национальный исследовательский университет)
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)**

ФАКУЛЬТЕТ _____ИНФОРМАТИКА И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ_____

КАФЕДРА _____КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ (ИУ6)_____

О т ч е т

о рубежном контроле № 1

15 вариант

Дисциплина: Электротехника

Студент гр. ИУ6-33Б

22.10.2023

В. К. Залыгин

(Подпись, дата)

(И.О. Фамилия)

Преподаватель

(Подпись, дата)

(И.О. Фамилия)

Задание

Для схемы и значений параметров своего варианта ДЗ1:

1. Рассчитать токи методом уравнений Кирхгофа
2. Рассчитать баланс активной мощности

Расчеты следует представить подробно со всеми промежуточными выкладками в рукописном виде.

После аналитического вывода системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) с

действительными коэффициентами для каждого из методов решение СЛАУ можно выполнить в любом математическом пакете. Обозначения в формулах должны быть отмечены на чертеже схемы и объяснены в тексте.

Параметры к РК1 и ДЗ1 ЭДС

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
1	200j	200-200j	$100\cos(\omega t+270^\circ)$	$100\sin(\omega t+90^\circ)$	$100\cos(\omega t-180^\circ)$	200+200j	-200-200j	200
2	200-200j	$100\cos(\omega t+270^\circ)$	$100\sin(\omega t+90^\circ)$	$100\cos(\omega t-180^\circ)$	200+200j	-200-100j	200	200j
3	$100\cos(\omega t+270^\circ)$	$100\sin(\omega t+90^\circ)$	$100\sin(\omega t-180^\circ)$	200+200j	-100-200j	200	200j	200-200j
4	$100\sin(\omega t+90^\circ)$	$100\cos(\omega t-180^\circ)$	200+200j	-200-200j	200	200j	200-200j	$100\cos(\omega t+270^\circ)$
5	$100\cos(\omega t-180^\circ)$	200+200j	-200-200j	200	200j	200-200j	$100\cos(\omega t+270^\circ)$	$100\sin(\omega t+90^\circ)$

Пассивные компоненты

Обозначения групп	Z1*	Z2*	Z3*	Z4*	Z5*	Z6*	Z7*	Z8*
1	100 Ом	100 мГн	10 мкФ	200 Ом	200 мГн	20 мкФ	400 Ом	400 мГн
2	100 мГн	10 мкФ	200 Ом	200 мГн	20 мкФ	400 Ом	400 мГн	100 Ом
3	10 мкФ	200 Ом	200 мГн	20 мкФ	400 Ом	400 мГн	100 Ом	100 мГн
4	200 Ом	200 мГн	20 мкФ	400 Ом	400 мГн	100 Ом	100 мГн	10 мкФ
5	200 мГн	20 мкФ	400 Ом	400 мГн	100 Ом	100 мГн	10 мкФ	200 Ом

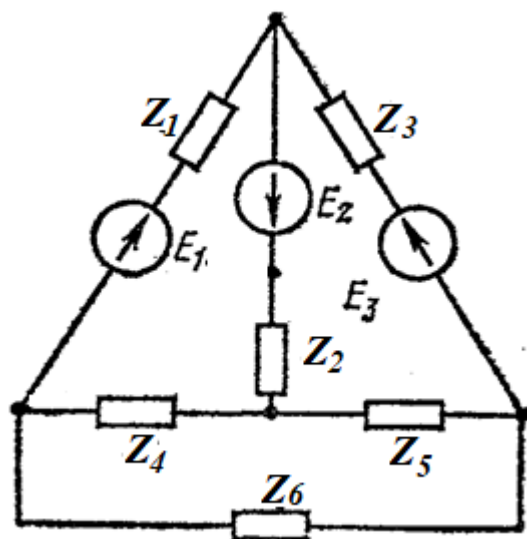
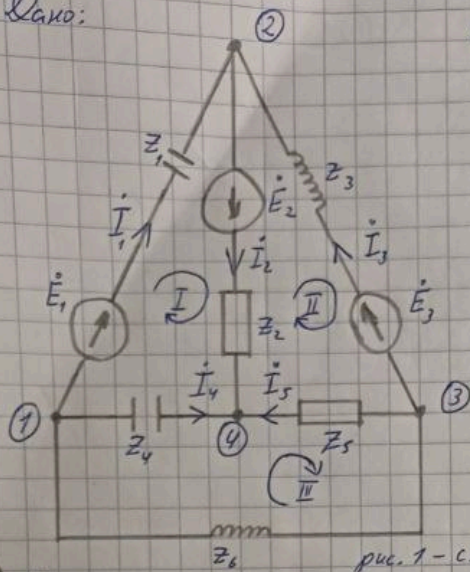


Рисунок 1 - схема

Решение

Дано:



15 вариант 3 группа:

$$C_1 = 10 \mu\text{кФ}$$

$$R_2 = 200 \Omega$$

$$L_3 = 200 \text{ мГн}$$

$$C_4 = 20 \mu\text{кФ}$$

$$R_5 = 400 \Omega$$

$$L_6 = 400 \text{ мГн}$$

$$E_1 = 100 \cos(\omega t + 270^\circ)$$

$$E_2 = 100 \sin(\omega t + 90^\circ)$$

$$E_3 = 100 \sin(\omega t - 180^\circ)$$

$$\omega = 2 \cdot 10^3 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

Решение:

Вычислим комплексные амплитуды для источников напряжения

$$E_1 = 100 \cos(\omega t + 270^\circ) = 100 \cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$$

$$\tilde{E}_1 = 100 \cos(\omega t - \frac{\pi}{2}) + j 100 \sin(\omega t - \frac{\pi}{2}) = 100 e^{j(\omega t - \frac{\pi}{2})} = 100 e^{-j\frac{\pi}{2}} e^{j\omega t}$$

$$\tilde{E}_1 = 100 e^{-j\frac{\pi}{2}} = -100j$$

$$E_2 = 100 \sin(\omega t + \frac{\pi}{2}) = 100 \cos(\frac{\pi}{2} - \omega t - \frac{\pi}{2}) = 100 \cos(-\omega t)$$

$$\tilde{E}_2 = 100$$

$$E_3 = 100 \sin(\omega t + \frac{\pi}{2}) = 100 \cos(\frac{\pi}{2} - \omega t - \frac{\pi}{2}) = 100 \cos(-\frac{\pi}{2} - \omega t)$$

$$\tilde{E}_3 = -100j$$

Вычислим импедансы:

$$Z_1 = \frac{1}{j\omega C_1} = \frac{1}{j \cdot 2 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 10^{-6}} = -50j$$

$$Z_2 = R_2 = 200$$

$$Z_3 = j\omega L_3 = j \cdot 2 \cdot 10^3 \cdot 200 \cdot 10^{-3} = 400j$$

$$Z_4 = \frac{1}{j\omega C_4} = -j \cdot \frac{1}{4} \cdot 10^2 = -25j$$

$$Z_5 = R_5 = 400$$

$$Z_6 = j\omega L_6 = j \cdot 2 \cdot 10^3 \cdot 4 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-3} = 800j$$

Рисунок 3 - решение

Вычислим токи в ветвях по законам Киргофа:

По I закону Киргофа:

$$\begin{cases} \dot{I}_1 - \dot{I}_2 + \dot{I}_3 = 0 & - \text{в т. 2} \\ \dot{I}_3 + \dot{I}_5 + \dot{I}_6 = 0 & - \text{в т. 3} \\ \dot{I}_2 + \dot{I}_4 + \dot{I}_5 = 0 & - \text{в т. 4} \end{cases}$$

По II закону Киргофа:

$$\begin{cases} \dot{I}_1 z_1 + \dot{I}_2 z_2 - \dot{I}_4 z_4 = \dot{E}_1 + \dot{E}_2 & - \text{обход (I)} \\ \dot{I}_3 z_3 + \dot{I}_2 z_2 - \dot{I}_5 z_5 = \dot{E}_3 + \dot{E}_2 & - \text{обход (II)} \\ \dot{I}_6 z_6 + \dot{I}_4 z_4 - \dot{I}_5 z_5 = 0 & - \text{обход (III)} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \dot{I}_1 (-50j) + \dot{I}_2 (200) - \dot{I}_4 (25j) = 100 - 100j \\ \dot{I}_3 (200) + \dot{I}_2 (400j) + \dot{I}_5 (-400) = 100 - 100j \\ \dot{I}_4 (-25j) + \dot{I}_5 (-400) + \dot{I}_6 (800j) = 0 \end{cases}$$

Разложим соответственно каждый ток: $\dot{I}_i = I_{iy} + jI_{ix}$; Запишем систему:

$$\begin{cases} I_{1y} - I_{2y} + I_{3y} = 0 \\ I_{1x} - I_{2x} + I_{3x} = 0 \\ I_{3y} + I_{5y} + I_{6y} = 0 \\ I_{3x} + I_{5x} + I_{6x} = 0 \\ I_{2y} + I_{4y} + I_{5y} = 0 \\ I_{2x} + I_{4x} + I_{5x} = 0 \\ 50I_{1x} + 200I_{2y} + 25I_{4x} = 100 \\ -50I_{1y} + 200I_{2x} + 25I_{4y} = -100 \\ 200I_{2x} + 400I_{3y} - 400I_{5x} = -100 \\ 200I_{2y} - 400I_{3x} - 400I_{5y} = 100 \\ 25I_{4x} - 400I_{5y} - 800I_{6x} = 0 \\ -25I_{4y} - 400I_{5x} + 800I_{6y} = 0 \end{cases}$$

I_{1y}	I_{1x}	I_{2y}	I_{2x}	I_{3y}	I_{3x}	I_{4y}	I_{4x}	I_{5y}	I_{5x}	I_{6y}	I_{6x}
1	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	-1	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0
0	200	0	0	0	0	50	0	0	25	0	0
-50	0	0	25	0	0	0	200	0	0	0	0
0	200	0	0	400	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	-400	0	0	0	0	25	0	-800	0
0	0	0	-25	0	800	0	0	0	-400	0	0
0	0	400	0	0	0	0	200	0	0	-100	0

Отсюда: $I_{1y} = 0,65$ $I_{1x} = -0,23$
 $I_{2y} = 0,58$ $I_{2x} = -0,25$
 $I_{3y} = -0,07$ $I_{3x} = 0,02$
 $I_{4y} = -0,65$ $I_{4x} = 0,20$
 $I_{5y} = 0,06$ $I_{5x} = 0,05$
 $I_{6y} = 0,01$ $I_{6x} = -0,03$

Перейдем к \dot{I}_i :

$$\begin{cases} \dot{I}_1 = 0,65 - j0,23 \\ \dot{I}_2 = 0,58 - j0,25 \\ \dot{I}_3 = -0,07 + j0,02 \\ \dot{I}_4 = -0,65 + j0,20 \\ \dot{I}_5 = 0,06 + j0,05 \\ \dot{I}_6 = 0,01 - j0,03 \end{cases}$$

Рассмотрим мощность:

на источниках:

$$P_{\text{акт}} = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \operatorname{Re}[\dot{I}_i^* \dot{E}_i] = \frac{1}{2} \operatorname{Re}[(0,65 + j0,23)(100 - 100j) + (0,58 + j0,25)(100 - 100j) + (-0,07 - j0,02)(100 - 100j)] =$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 84 = 42$$

на потребителях:

$$P_{\text{акт}} = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \operatorname{Re}[\dot{I}_i^* \dot{E}_i] = \frac{1}{2} \operatorname{Re}[(0,65 - j0,23)(0,65 + j0,23) \cdot (-50j) + (0,58 - j0,25)^2 (200 + 100j) + (-0,07 + j0,02)^2 (200 + 100j) + (-0,65 + j0,20)^2 (200 + 100j) + (0,06 - j0,05)^2 (-400) + (0,01 - j0,03)^2 (800j)] =$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 83,76 = 41,88$$

$41,88 \approx 42$ - баланс выполнен

Ответ: $\dot{I}_1 = 0,65 - j0,23$
 $\dot{I}_2 = 0,58 - j0,25$
 $\dot{I}_3 = -0,07 + j0,02$
 $\dot{I}_4 = -0,65 + j0,20$
 $\dot{I}_5 = 0,06 + j0,05$
 $\dot{I}_6 = 0,01 - j0,03$

Вывод

Был выполнен расчет токов в ветвях схемы методом уравнений Киргофа и метода комплексных амплитуд с помощью математического пакета Wolfram Alpha. Решение проверено путём вычисления активной мощности системы.

