



*Национальный исследовательский университет ИТМО*  
*(Университет ИТМО)*

*Факультет систем управления и робототехники*

Дисциплина: Электротехника  
**Отчет по контрольной работе №1.**

Студент:  
*Евстигнеев Дмитрий*  
Группа: *R3242*  
Преподаватель:  
*Горишков К.С.*

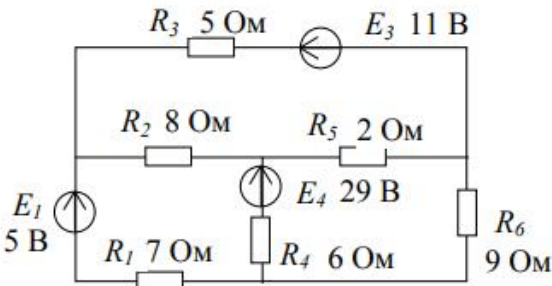
Санкт-Петербург  
2021

Задача.

ЗАДАНИЕ 4

Цепь представлена пятнадцатью формальными вариантами схем без элементов. Перед анализом необходимо скомпоновать схему варианта цепи, дополнив формальную структуру источниками и элементами. В таблицах 4.1- 4.4 приведены параметры источников. Номера источников ЭДС совпадают с номерами тех ветвей, в которых эти источники расположены; стрелками указаны направления действия источников. В продолжении таблиц 4.1- 4.4 приведены параметры резистивных элементов.

В качестве примера показана компоновка схемы 1-го варианта с параметрами из таблицы 4.1 и ее продолжения.



- Определить:
- значения токов в ветвях, напряжений на резистивных элементах цепи; суммарную мощность, отдаваемую источниками энергии;
  - суммарную мощность, рассеиваемую элементами цепи.
  - составить баланс мощностей;
  - построить потенциальную диаграмму для любого замкнутого контура, содержащего два источника ЭДС.

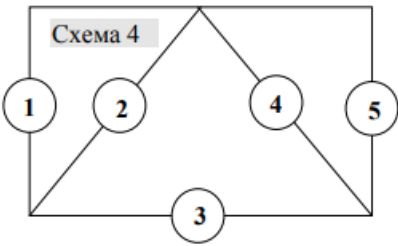


Таблица 4.1

| Вариант | Параметры источников ЭДС $E[V]$ |                        |                       | Схема |
|---------|---------------------------------|------------------------|-----------------------|-------|
| 4       | $\downarrow E_1 = 6,5$          | $\rightarrow E_3 = 14$ | $\downarrow E_5 = 26$ | 4     |

| Вариант | Схема | Ветвь 1 | Ветвь 2 | Ветвь 3 | Ветвь 4 | Ветвь 5 | Ветвь 6 |
|---------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 4       | 4     | 9       | 5       | 3       | 1       | 2       |         |

## Решение.

Для наглядности сделаю векторную иллюстрацию полученной схемы (рис. 1)

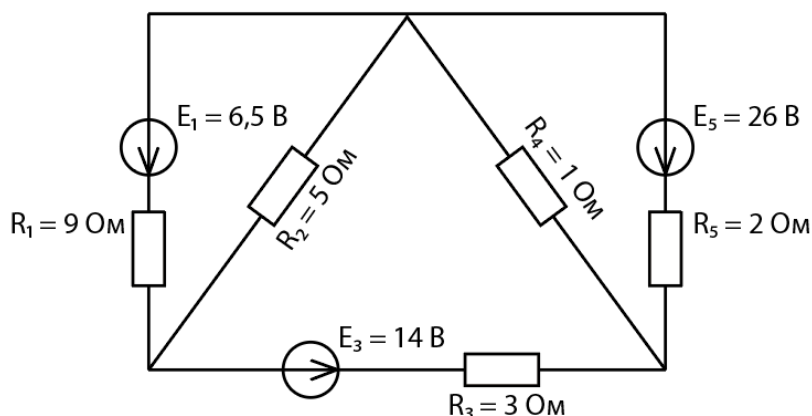


Рисунок 1. Схема, нарисованная в Adobe Illustrator

Далее обозначим узлы и направление тока (рис. 2)

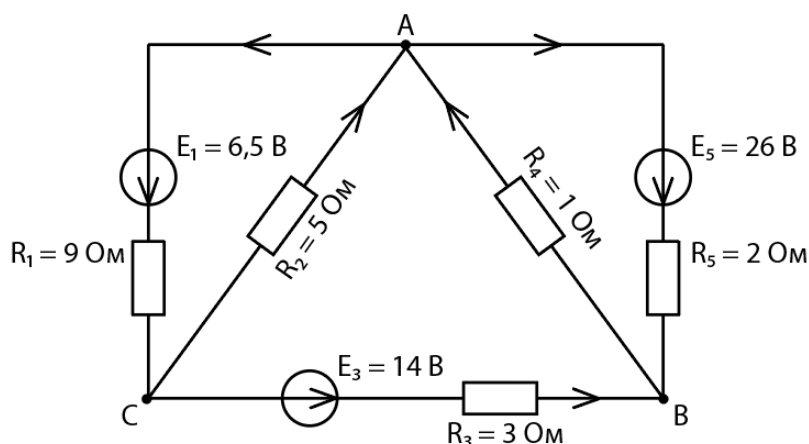


Рисунок 2. Схема с отмеченными узлами и течением тока

Воспользуемся правилом Кирхгофа, рассчитаем данные:

$$\begin{array}{ll}
 \text{1. Узлы} & \begin{cases} I_2 + I_4 = I_1 + I_5 \\ I_5 + I_3 = I_4 \\ I_1 = I_2 + I_3 \end{cases} \\
 \text{2. Контуры} & \begin{cases} U_{R1} + U_{R2} = U_{E1} \\ U_{R2} - U_{R3} - U_{R4} = U_{E3} \\ U_{R4} + U_{R5} = U_{E5} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} I_1 R_1 + I_2 R_2 = U_{E1} \\ I_2 R_2 - I_3 R_3 - I_4 R_4 = U_{E3} \\ I_4 R_4 + I_5 R_5 = U_{E5} \end{cases}
 \end{array}$$

$$\text{Из 1 и 2} \rightarrow \begin{cases} I_2 + I_4 - I_1 - I_5 = 0 \\ I_3 + I_5 - I_4 = 0 \\ I_1 - I_2 - I_3 = 0 \\ I_1 R_1 + I_2 R_2 = E_1 \\ I_2 R_2 - I_3 R_3 - I_4 R_4 = E_3 \\ I_4 R_4 + I_5 R_5 = E_5 \end{cases}$$

$$3. \begin{pmatrix} -1 & 1 & 0 & 1 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 1 \\ R_1 & R_2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & R_2 & -R_3 & -R_4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & R_4 & R_5 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ E_1 \\ E_3 \\ E_5 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} -1 & 1 & 0 & 1 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 1 \\ 9 & 5 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 5 & -3 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 6,5 \\ 14 \\ 26 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{cases} I_1 = \frac{\Delta_1}{\Delta} \\ I_2 = \frac{\Delta_2}{\Delta} \\ I_3 = \frac{\Delta_3}{\Delta} \\ I_4 = \frac{\Delta_4}{\Delta} \\ I_5 = \frac{\Delta_5}{\Delta} \end{cases} \rightarrow \Delta = 289$$

$$\begin{cases} I_1 = \frac{236}{289} \text{ A} = 0,8166089 \\ I_2 = \frac{78}{289} \text{ A} = 0,26989619 \\ I_3 = \frac{-314}{289} \text{ A} = -1,086505 \\ I_4 = \frac{-2714}{289} \text{ A} = -9,3910034 \\ I_5 = \frac{2400}{289} \text{ A} = 8,3044982 \end{cases}$$

$$4. S = E_1 I_1 + E_3 I_3 + E_5 I_5 = 6,5 * \frac{236}{289} + 14 * \frac{-314}{289} + 26 * \frac{2400}{289} = \frac{59538}{289} \text{ Вт}$$

$$P = I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2 + I_3^2 R_3 + I_4^2 R_4 + I_5^2 R_5 = 9 \left( \frac{236}{289} \right)^2 + 5 \left( \frac{78}{289} \right)^2 + 3 \left( \frac{-314}{289} \right)^2 + \left( \frac{2714}{289} \right)^2 + 2 \left( \frac{2400}{289} \right)^2 = \frac{59538}{289} \text{ Вт}$$

Построим и проведем симуляцию в утилите LTSpice (рис. 3)

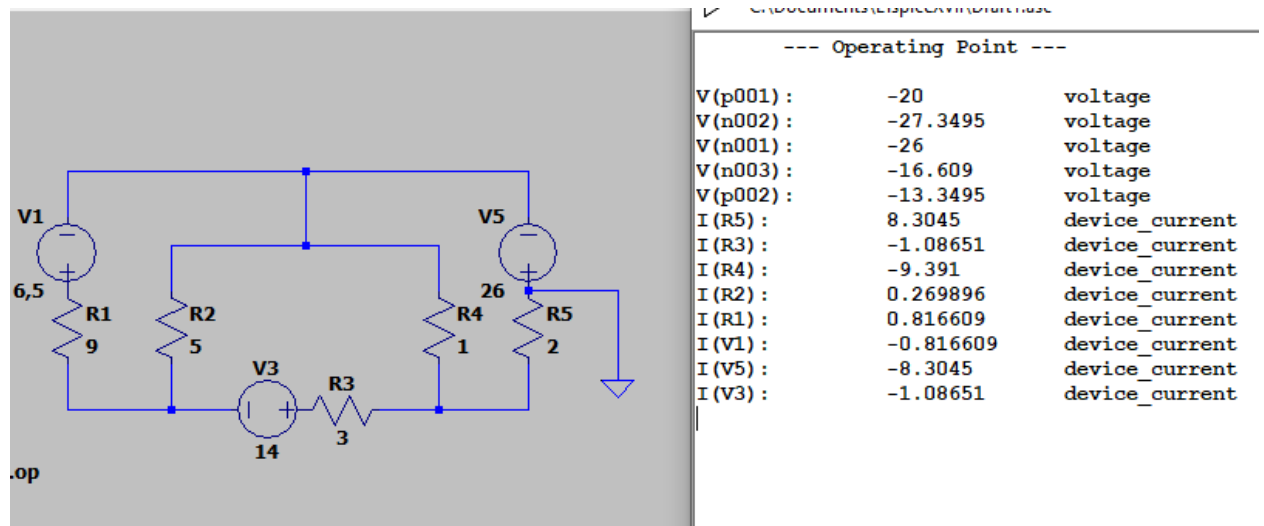


Рисунок 3. Симуляция в LTSpice