

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 11

Тема: Расчет сложных электрических цепей методом наложения токов

Цель: научиться производить расчет сложных электрических цепей методом наложения токов; рассчитать токи в ветвях заданной сложной цепи указанным методом.

Студент должен

знать:

- законы Ома и Кирхгофа;
- смешанное соединение резисторов.
- порядок расчета сложной цепи методом наложения токов;

уметь:

- составлять уравнения по законам Кирхгофа.
- рассчитывать эквивалентное сопротивление цепи
- производить расчет сложных электрических цепей методом наложения токов

Теоретическое обоснование

Метод наложения токов является одним из методов расчета сложных цепей с несколькими источниками.

Сущность расчета цепей методом наложения сводится к следующему:

- 1) В каждой ветви рассматриваемой цепи направление тока выбирается произвольно.
- 2) Количество расчетных схем цепи равно количеству источников в исходной схеме.
- 3) В каждой расчетной схеме действует только один источник, а остальные заменяются их внутренним сопротивлением.
- 4) В каждой расчетной схеме методом «свертывания» определяются частичные токи в каждой ветви. *Частичным* называется условный ток, протекающий в ветви под действием только одного источника. Направление частичных токов в ветвях вполне определено и зависит от полярности источника.
- 5) Искомые токи каждой ветви рассматриваемой схемы определяются как алгебраическая сумма частичных токов для этой ветви. При этом частичный ток, совпадающий по направлению с искомым, считается положительным, а несовпадающий - отрицательным. Если алгебраическая сумма имеет положительный знак, то направление искомого тока в ветви совпадает с произвольно выбранным, если отрицательный, то направление тока противоположно выбранному.

Применительно к исходной электрической цепи (рисунок 11.1, *а*), на которой предварительно нанесены положительные направления токов в ветвях, на рисунке 11.1, *б, в* приведены расчетные электрические цепи частичных токов от действия ЭДС E_1 и E_2 . При расчете этих цепей определяются частичные токи во всех ветвях. С учетом направления частичных токов и токов в ветвях исходной электрической цепи определяются действительные токи в ветвях рассматриваемой цепи путем наложения (алгебраического суммирования) частичных токов в ветвях (см. рис. 11.1):

$$\begin{aligned}I_1 &= I_1' - I_1'' \\I_2 &= -I_2' + I_2'' \\I_3 &= I_3' + I_3''\end{aligned}$$

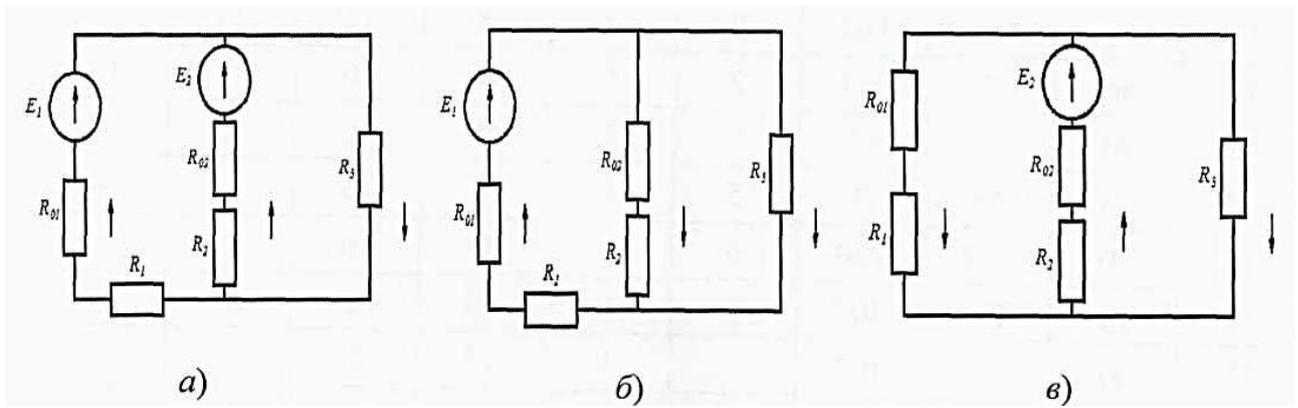


Рисунок 11.1 – Пример нахождения токов в ветвях в сложной электрической цепи
 а - исходная схема с искомым током, б - схема с произвольно выбранными токами I' ,
 в - - схема с произвольно выбранными токами I''

Ход работы

- 1) Изучить теоретическое обоснование.
- 2) Выписать данные для своего варианта и начертить схему цепи.
- 3) Решить задачу с пояснениями всех действий
- 4) Ответить на контрольные вопросы.

Задание для учащихся

Для заданной схемы (взять в таблице 11.1 согласно варианту) методом наложения токов рассчитать токи в ветвях.

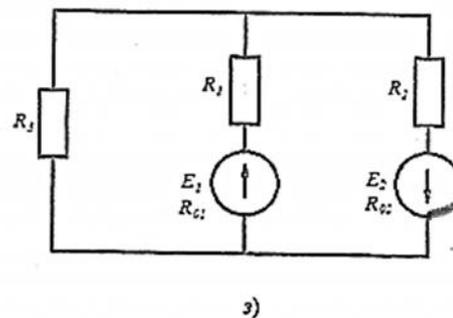
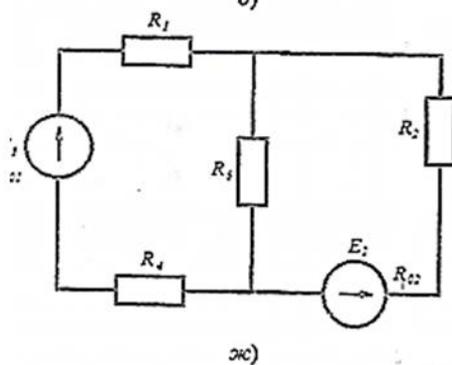
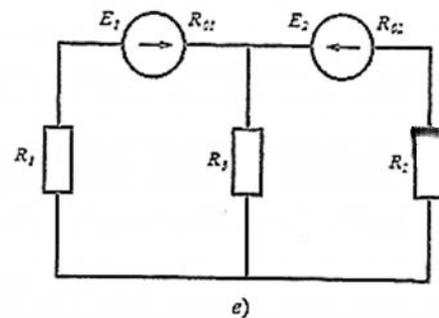
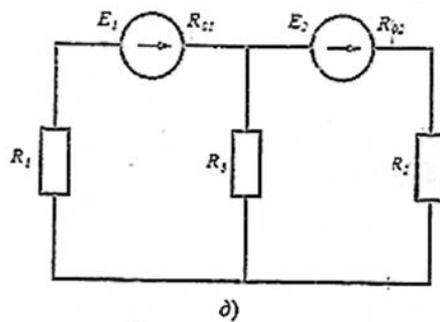
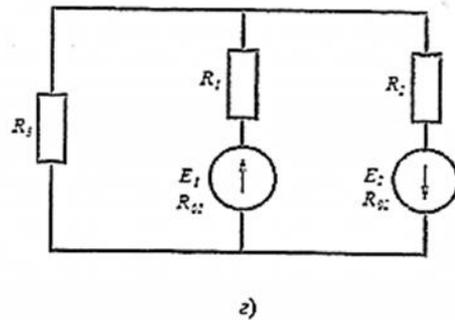
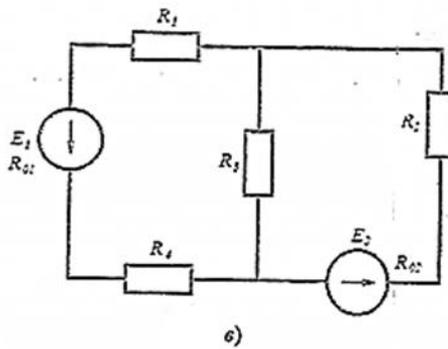
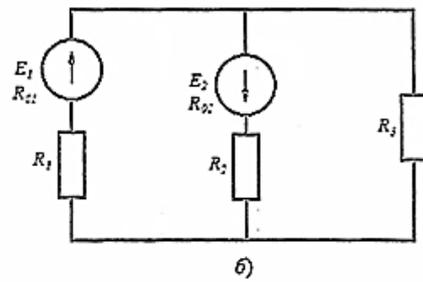
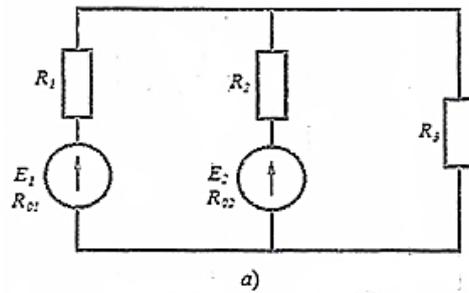
Изобразить схему, произвольно расставить направление обхода контура и направление токов, произвести расчет с пояснениями.

Примечание. E_1, E_2 – источники ЭДС; R_{01}, R_{02} – внутренние сопротивления источников ЭДС;
 R_1, R_2, R_3, R_4 – сопротивление резисторов

Таблица 11.1 – Данные для расчета

| Вариант | Рисунок | $E_1, В$ | $E_2, В$ | $R_{01}, Ом$ | $R_{02}, Ом$ | $R_1, Ом$ | $R_2, Ом$ | $R_3, Ом$ | $R_4, Ом$ |
|---------|---------|----------|----------|--------------|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1 | А | 48 | 36 | 1 | 0,5 | 5 | 2,5 | 6 | - |
| 2 | Б | 108 | 96 | 2 | 1 | 16 | 5 | 9 | - |
| 3 | В | 36 | 24 | 2 | 0,5 | 3 | 1,5 | 3 | 1 |
| 4 | Г | 105 | 168 | 3 | 2 | 14 | 14 | 14 | - |
| 5 | Д | 66 | 66 | 2 | 1 | 10 | 5 | 18 | - |
| 6 | Е | 99 | 66 | 2 | 1 | 10 | 5 | 18 | - |
| 7 | Ж | 108 | 144 | 2 | 1 | 4 | 15 | 24 | 6 |
| 8 | З | 128 | 144 | 2 | 4 | 14 | 20 | 16 | - |
| 9 | И | 60 | 60 | 1 | 2 | 5 | 5 | 6 | - |
| 10 | Е | 102 | 153 | 5 | 1 | 10 | 7 | 35 | 7 |
| 11 | А | 120 | 162 | 2 | 5 | 8 | 12 | 24 | - |
| 12 | Ж | 207 | 207 | 2 | 5 | 10 | 40 | 9 | 15 |
| 13 | В | 84 | 94 | 5 | 5 | 55 | 30 | 15 | - |
| 14 | Г | 64 | 70 | 5 | 5 | 25 | 15 | 30 | - |
| 15 | Д | 112 | 120 | 5 | 3 | 48 | 16 | 16 | - |
| 16 | Е | 207 | 207 | 5 | 1 | 40 | 8 | 27 | - |
| 17 | З | 108 | 102 | 1 | 1 | 15 | 8 | 16 | - |
| 18 | А | 115 | 230 | 5 | 5 | 10 | 35 | 10 | - |
| 19 | Б | 180 | 240 | 2 | 4 | 8 | 36 | 40 | - |

| Вариант | Рисунок | $E_1, В$ | $E_2, В$ | $R_{01}, Ом$ | $R_{02}, Ом$ | $R_1, Ом$ | $R_2, Ом$ | $R_3, Ом$ | $R_4, Ом$ |
|---------|---------|----------|----------|--------------|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 20 | Г | 60 | 75 | 2 | 5 | 10 | 25 | 20 | - |
| 21 | Д | 96 | 72 | 2 | 3 | 10 | 15 | 12 | - |
| 22 | Е | 182 | 156 | 6 | 4 | 28 | 12 | 28 | - |
| 23 | Ж | 182 | 182 | 4 | 6 | 20 | 28 | 12 | - |
| 24 | З | 72 | 72 | 2 | 4 | 10 | 20 | 8 | - |
| 25 | Е | 108 | 108 | 1 | 2 | 5 | 6 | 9 | 10 |
| 26 | И | 115 | 230 | 5 | 5 | 10 | 15 | 10 | 20 |
| 27 | Е | 99 | 66 | 2 | 1 | 10 | 5 | 18 | - |
| 28 | Д | 112 | 120 | 5 | 3 | 48 | 16 | 16 | - |
| 29 | З | 108 | 102 | 1 | 1 | 15 | 8 | 16 | - |
| 30 | Ж | 182 | 182 | 4 | 6 | 20 | 28 | 12 | - |



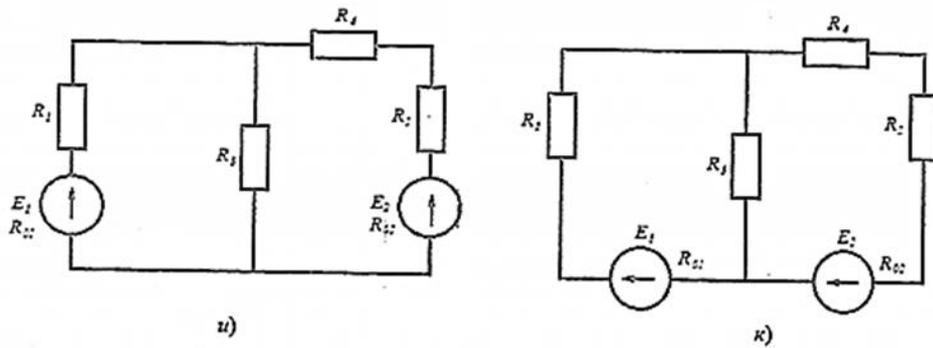


Рисунок 11.2 – Схемы к заданию

Контрольные вопросы

- 1) Какая электрическая цепь называется сложной?
- 2) Сформулируйте законы Кирхгофа
- 3) В чем заключается метод наложения токов?
- 4) Как определить действительный ток в цепи? На что указывает отрицательный расчетный ток?
- 5) Назовите порядок расчета сложной электрической цепи методом наложения токов

Содержание отчета

- 1) Номер, тема и цель работы.
- 2) Данные для расчета, схема цепи.
- 3) Решение задачи с пояснениями.
- 4) Ответы на контрольные вопросы.