

Практическое занятие №2

Проверка домашнего задания.

Тема. Метод наложения. Расчет входных и взаимных проводимостей

Цель: освоить методику составления уравнений по методу наложения и расчет проводимостей.

Ток в k -ой ветви равен алгебраической сумме токов, вызванных каждой из ЭДС схемы в отдельности. Принцип справедлив для всех линейных цепей, на его основе разработан метод, называемый методом наложения.

Порядок расчета по этому методу следующий. Поочередно рассчитывают токи, возникающие от действия каждой из ЭДС при отсутствии в схеме остальных ЭДС, при этом внутренние сопротивления всех источников остаются. Затем находят токи в ветвях путем алгебраического сложения частичных токов.

Входные и взаимные проводимости могут быть определены расчетным и опытным путем.

При расчетном определении составляют для схемы уравнения по методу контурных токов так, чтобы ветви, взаимные или входные проводимости которых нас интересуют, входили бы каждая только в свой контур. Находят определитель системы Δ и по нему необходимые алгебраические дополнения

$$\begin{cases} G_{mm} = \Delta_{mm} / \Delta \\ G_{km} = \Delta_{km} / \Delta. \end{cases}$$

Взаимная проводимость G_{km} может получиться как положительной, так и отрицательной. При отрицательном знаке E_m вызывает в k -й ветви ток, не совпадающий по направлению с произвольно выбранным.

Задача.

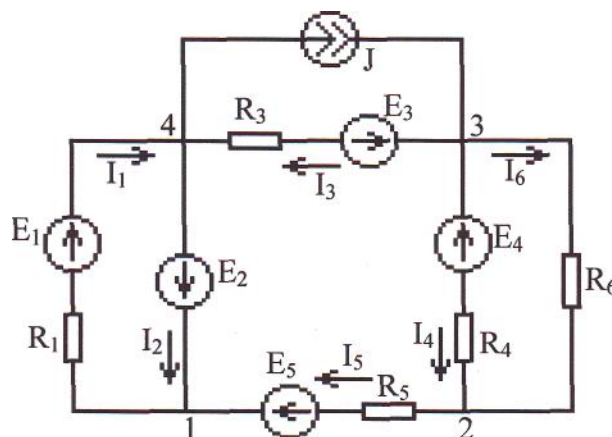


Рис. 1а.

Цель. Определить входную проводимость пятой ветви q_{55} , взаимную проводимость пятой и шестой ветвей q_{56} и зависимость $I_5 = f(R_4)$

Условие. $E_1 = 6 \text{ В}$,
 $E_2 = 6 \text{ В}$,
 $E_3 = 10 \text{ В}$,
 $E_4 = 24 \text{ В}$,
 $E_5 = 4 \text{ В}$,
 $R_1 = 4 \text{ Ом}$,
 $R_3 = 4 \text{ Ом}$,
 $R_4 = 8 \text{ Ом}$,
 $R_5 = 4 \text{ Ом}$,
 $R_6 = 4 \text{ Ом}$,
 $J = 4 \text{ А}$.

План решения.

1. Закоротим все источники ЭДС кроме E_5 и найдем токи I'_5 и I'_6 .
2. Определим q_{55} и q_{56} .
3. Определяем значение токов: I_{51} , I_{41} , I_{52} , I_{42} для двух режимов 4-ой ветви (1 режим: $R_4 = 8 \text{ Ом}$; 2 режим: $R_4 \rightarrow \infty$)
4. Найдем значение коэффициентов a и b .
5. Методом эквивалентного генератора найдем $I_4 = f(R_4)$ и подставим в выражение $I_5 = a + b \cdot I_4$, что и даст $I_5 = f(R_4)$

Решение.

1. Направление токов I_5 и I_6 в выбираем такими же, как в схеме рис. 1 а. Решаем методом контурных токов. Число уравнений $v - (y+1) = 3 - 2 + 1 = 2$. Выбор контуров и контурных токов показан на рис. 1б.

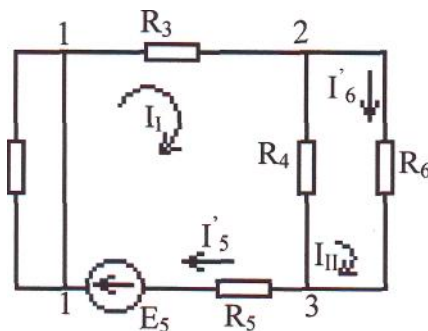


Рис. 1б.

$$\begin{cases} I_I \cdot (R_3 + R_4 + R_5) + I_{II} R_4 = E_5 \\ -I_I R_4 + I_{II} (R_4 + R_6) = 0 \end{cases}$$

$$I'_5 = I_I = 0.375 \text{ A}$$

$$I'_6 = I_{II} = 0.25 \text{ A}$$

$$2. \quad q_{55} = \frac{I'_5}{E_5} = \frac{0.375}{4} = 0.09375 \text{ См}$$

$$q_{56} = q_{65} = \frac{I'_6}{E_5} = \frac{0.25}{4} = 0.625 \text{ См}$$

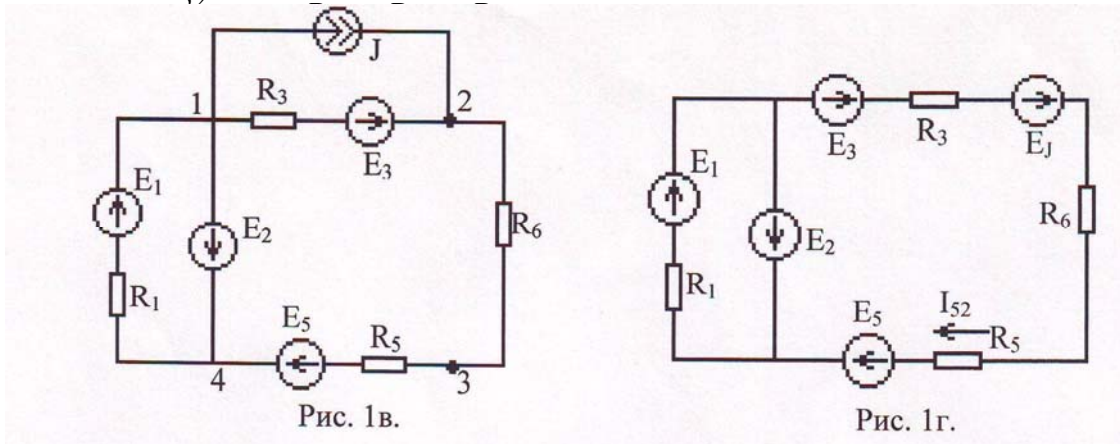
3. Для определения токов I_{51} и I_{41} в первом режиме при $R = 8 \text{ Ом}$ воспользуемся решением, МУП:

$$I_{51} = 1.5 \text{ A}, I_{41} = -1.5 \text{ A}.$$

Во втором режиме $R_4 \rightarrow \infty$ $I_{42} = 0$, I_{52} определим из схемы рис. 1г, предварительно преобразовав источник тока J в источник ЭДС $E_J = R_3 J$ в схеме рис. 1в

$$E_2 = -(R_3 + R_6 + R_5) \cdot I_{52} + E_3 + E_J + E_5$$

$$I_{52} = \frac{E_3 + E_J + E_5 - E_2}{R_3 + R_6 + R_5} = 2 \text{ A}$$



$$\begin{cases} I_{51} = a + b \cdot I_{41} \\ I_{51} = a + b \cdot I_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 1.5 = a - 1.5b \\ 2 = a \end{cases}$$

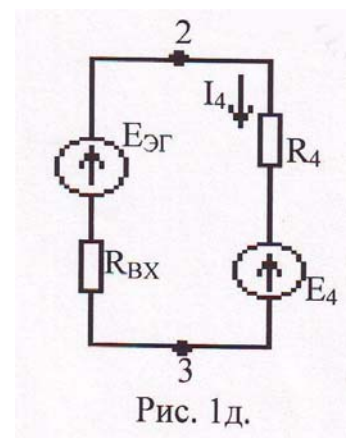
$$1.5 = a - 1.5b$$

$$2 = a$$

$$a = 2$$

$$b = 0.33$$

$$I_5 = 2 + 0.33 I_4$$



2. Из схемы рис 1в. Определим

$$U_{23} = E_{\text{э2}}$$

$$E_{\text{э2}} = R_6 I_{52} = 8 \text{ В}$$

$$R_{\text{вх}} = \frac{R_6(R_3 + R_5)}{R_6 + R_3 + R_5} = 2.67 \text{ Ом}$$

$$I_4 = \frac{E_{\text{э2}} - E_4}{R_{\text{вх}} + R_4} = -\frac{16}{2.67 + R_4},$$

$$I_5 = 2 + 0.33 \frac{-16}{2.67 + R_4} = 2 - \frac{5.33}{2.67 + R_4}.$$

Выводы.

1. Входная проводимость всегда больше взаимной проводимости.
2. Токи в ветвях связаны линейным соотношением, а $I_4 = f(R_4)$ является нелинейной.

Домашнее задание.

Пример 4.6 [9.1.7].