Сформировать систему уравнений для заданной цепи на основе модифицированного узлового метода (начальные условия считать нулевыми).



$$E\_{9}=μ\*U\_{8}$$

Рисунок 1 - Схема цепи



Рисунок 2 - Направленный граф

**Решение**

Конечная форма уравнений модифицированного метода

узловых потенциалов имеет вид:

$$\left[\begin{matrix}Y\_{n1}&A\_{2}\\Y\_{2}\*A\_{2}^{t}&Z\_{2}\end{matrix}\right]\*\left[\begin{matrix}U\_{n}\\I\_{2}\end{matrix}\right]=\left[\begin{matrix}J\_{n}\\W\_{2}\end{matrix}\right]$$

Элементы цепи разделим на три группы:

1) элементы, которые можно описать через проводимости (ток через

них не будет определен в результате решения системы уравнений);

2) элементы, которые нельзя описать через проводимости, либо те

элементы, ток в которых необходимо определить;

3) независимые источники тока.

Направленный граф цепи показан на рисунке 2. Используя граф, запишем матрицу инциденций $А\_{1}$ для элементов первой группы:

$$Y\_{n1}=$$

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | $$G\_{2}$$ | $$C\_{3}$$ | $$G\_{4}$$ | $$C\_{5}$$ | $$G\_{6}$$ |
| 1 | -1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | -1 | 1 | 1 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 0 | -1 | 1 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 |

Матрица узловых проводимостей для элементов первой группы будет иметь следующий вид:

$$Y\_{n1}=\left[\begin{matrix}G\_{2}+pC\_{3}&-pC\_{3}&0&0\\-pC\_{5}&G\_{4}+pC\_{5}&pC\_{5}&0\\0&pC\_{5}&G\_{6}+pC\_{5}&-pC\_{5}\\0&0&-G\_{6}&G\_{6}\end{matrix}\right]$$

Матрица инциденций $А\_{2}$ для элементов второй группы приведена ниже:

$$А\_{2}=$$

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | $$J\_{1}$$ | $$L\_{7}$$ | $$U\_{8}$$ | $$E\_{9}$$ |
| 1 | -1 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | -1 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 4 | 0 | -1 | 0 | 0 |

Матрицы проводимости и сопротивления ветвей для элементов второй группы можно записать так:

$$Y\_{2}=$$

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | $$J\_{1}$$ | $$L\_{7}$$ | $$U\_{8}$$ | $$E\_{9}$$ |
| $$J\_{1}$$ | 0 | 0 | 0 | 0 |
| $$L\_{7}$$ | 0 | 1 | 0 | 0 |
| $$U\_{8}$$ | 0 | 0 | 0 | 0 |
| $$E\_{9}$$ | 0 | 0 | $$μ$$ | -1 |

$$Z\_{2}=$$

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | $$J\_{1}$$ | $$L\_{7}$$ | $$U\_{8}$$ | $$E\_{9}$$ |
| $$J\_{1}$$ | 1 | 0 | 0 | 0 |
| $$L\_{7}$$ | 0 | -p$L\_{7}$ | 0 | 0 |
| $$U\_{8}$$ | 0 | 0 | 1 | 0 |
| $$E\_{9}$$ | 0 | 0 | 0 | 0 |

Матрица

$$Y\_{2}\*A\_{2}^{T}=\left[\begin{matrix}0&0&0&0\\0&1&0&0\\0&0&0&0\\0&0&μ&-1\end{matrix}\right]\*\left[\begin{matrix}-1&0&0&0\\0&0&0&-1\\0&-1&0&0\\0&0&1&0\end{matrix}\right]=\left[\begin{matrix}0&0&0&0\\0&0&0&-1\\0&0&0&0\\0&-μ&-1&0\end{matrix}\right]$$

Независимый источник напряжения $E\_{9}$ войдет в правую часть системы уравнений в строку, соответствующую этому источнику.

Формируем теперь систему уравнений для модифицированного узлового метода:

$\left[\begin{matrix}G\_{2}+pC\_{3}&-pC\_{3}&0&0&-1&0&0&0\\-pC\_{5}&G\_{4}+pC\_{5}&-pC\_{5}&0&0&0&-1&0\\0&-pC\_{5}&G\_{6}+pC\_{5}&-pC\_{5}&0&0&0&1\\0&0&-G\_{6}&G\_{6}&0&-1&0&0\\0&0&0&0&1&0&0&0\\0&0&0&-1&0&-pL\_{7}&0&0\\0&0&0&0&0&0&1&0\\0&-μ&-1&0&0&0&0&0\end{matrix}\right]\*\left[\begin{matrix}U\_{1}\\U\_{2}\\U\_{3}\\U\_{4}\\I\_{1}\\I\_{2}\\I\_{3}\\I\_{4}\end{matrix}\right]=\left[\begin{matrix}J\_{1}\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\end{matrix}\right]$