Задание:

1. Начертить схему согласно заданному варианту.



1. Преобразовать схему к двухконтурной.

$$E\_{77}=J\_{7}R\_{7}=3450 В;$$

$$E\_{22}=J\_{2}R\_{2}+E\_{2}=3250 В;$$

$$R\_{56}=R\_{5}+R\_{6}=1140 Ом;$$

$$R\_{34}=R\_{3}+R\_{4}=1210 Ом;$$

$$R\_{561}=\frac{R\_{56}R\_{1}}{R\_{1}+R\_{8}+R\_{56}}=265.767 Ом;$$

$$R\_{81}=\frac{R\_{8}R\_{1}}{R\_{1}+R\_{8}+R\_{56}}=25.644 Ом;$$

$$R\_{856}=\frac{R\_{8}R\_{56}}{R\_{1}+R\_{8}+R\_{56}}=76.933 Ом.$$



1. Рассчитать двухконтурную схему, используя метод двух узлов.

$$U\_{04}=\frac{\frac{-E\_{2}}{R\_{2}+R\_{81}}+\frac{E\_{4}}{R\_{34}+R\_{856}}+\frac{E\_{7}}{R\_{561}+R\_{7}}}{\frac{1}{R\_{561}+R\_{7}}+\frac{1}{R\_{2}+R\_{18}}+\frac{1}{R\_{34}+R\_{856}}}=-747.157 В.$$

Находим токи в ветвях:

$$I'\_{7}=\frac{E\_{77}-U\_{04}}{R\_{7}+R\_{561}}=4.391 A;$$

$$I'\_{2}=\frac{U\_{04}+E\_{22}}{R\_{81}+R\_{2}}=5.05 A;$$

$$I\_{3}=I\_{4}=\frac{-U\_{04}+E\_{4}}{R\_{34}+R\_{856}}=0.658 A.$$

1. Разворачивая схему в обратном порядке найти токи в исходной схеме:

$$I\_{5}=I\_{6}=\frac{I'\_{7}R\_{7}-I\_{34}R\_{34}-E\_{77}+E\_{4}}{R\_{56}}=-0.979 А;$$

$$I\_{8}=\frac{I'\_{2}R\_{2}-E\_{22}+I\_{34}R\_{34}-E\_{4}}{R\_{8}}=-1.638 А;$$

$$I\_{1}=\frac{I'\_{7}R\_{7}-I'\_{2}R\_{2}+E\_{22}-E\_{77}}{R\_{1}}=3.412 А.$$

Токи в остальной части цепи по первому закону Кирхгофа:

$$I\_{2}=I'\_{2}-J\_{2}=0.05 A;$$

$I\_{7}=I'\_{7}-J\_{7}=-0.609 A$.

1. Найти напряжение между точками U12.:

$$U\_{12}=I\_{6}R\_{6}+I\_{1}R\_{1}=444.559 В.$$

1. Проверить баланс мощностей:

$$P\_{ист}=E\_{3}I\_{3}+E\_{2}I\_{2}-J\_{7}I\_{7}R\_{7}+J\_{2}\left(E\_{2}-I\_{2}R\_{2}\right)=6593.458 Вт;$$

$$P\_{пр}= I\_{1}^{2}R\_{1}+I\_{2}^{2}R\_{2}+I\_{3}^{2}R\_{3}+I\_{4}^{2}R\_{4}+I\_{5}^{2}R\_{5}+I\_{6}^{2}R\_{6}+I\_{7}^{2}R\_{7}+I\_{8}^{2}R\_{8}=$$

$$=6593.458 Вт;$$

$$P\_{ист}=P\_{пр}.$$

1. Определить токи в ветвях исходной схемы методом законов Кирхгофа.

$$\left\{\begin{matrix}I\_{1}-I\_{6}-I\_{7}=J\_{7}\\I\_{1}-I\_{2}-I\_{8}=J\_{2}\\\begin{matrix}I\_{2}-I\_{3}-I\_{7}=J\_{7}-J\_{2}\\I\_{3}-I\_{4}=0\\\begin{matrix}I\_{4}-I\_{5}+I\_{8}=-J\_{8}\\I\_{1}R\_{1}+I\_{2}R\_{2}+I\_{7}R\_{7}=E\_{2}\\\begin{matrix}I\_{2}R\_{2}+I\_{4}R\_{4}+I\_{3}R\_{3}-I\_{8}R\_{8}=E\_{2}+E\_{4}\\I\_{1}R\_{1}+I\_{5}R\_{5}+I\_{6}R\_{6}+I\_{8}R\_{8}=0\end{matrix}\end{matrix}\end{matrix}\end{matrix}\right.$$



1. Определить токи в ветвях исходной схемы методом контурных токов.

$$\left\{\begin{matrix}\begin{matrix}\begin{matrix}I\_{1}=I\_{33}+I\_{11}\\I\_{2}=I\_{22}+I\_{11}-J\_{2}\end{matrix}\\I\_{3}=I\_{22}\\\begin{matrix}I\_{4}=I\_{22}\\\begin{matrix}\begin{matrix}I\_{5}=I\_{33}\\I\_{6}=I\_{33}\end{matrix}\\I\_{7}=I\_{11}-J\_{7}\end{matrix}\\I\_{8}=I\_{33}-I\_{22}\end{matrix}\end{matrix}\\\begin{matrix}I\_{11}\left(R\_{1}+R\_{2}+R\_{7}\right)+I\_{22}R\_{1}+I\_{33}R\_{2}=J\_{2}R\_{2}+E\_{2}+J\_{7}R\_{7}\\I\_{11}R\_{1}+I\_{22}\left(R\_{2}+R\_{4}+R\_{3}+R\_{8}\right)-I\_{33}R\_{8}=J\_{2}R\_{2}+E\_{2}-E\_{4}\\I\_{11}R\_{2}-I\_{22}R\_{8}+I\_{33}\left(R\_{1}+R\_{5}+R\_{6}+R\_{8}\right)=0\end{matrix}\end{matrix}\right.$$



1. Определить токи в ветвях исходной схемы методом узловых напряжений.

$$E\_{77}=J\_{7}R\_{7}=3450 В;$$

$$E\_{22}=J\_{2}R\_{2}+E\_{2}=3250 В;$$



$$\left\{\begin{matrix}U\_{52}\left(\frac{1}{R\_{1}}+\frac{1}{R\_{5}+R\_{6}}+\frac{1}{R\_{7}}\right)-U\_{42}\frac{1}{R\_{7}}-U\_{12}\frac{1}{R\_{5}+R\_{6}}=\frac{E\_{77}}{R\_{7}}\\-U\_{52}\frac{1}{R\_{7}}+U\_{42}\left(\frac{1}{R\_{7}}+\frac{1}{R\_{2}}+\frac{1}{R\_{3}+R\_{4}}\right)-U\_{12}\frac{1}{R\_{3}+R\_{4}}=\frac{E\_{22}}{R\_{2}}-\frac{E\_{77}}{R\_{7}}-\frac{E\_{4}}{R\_{3}+R\_{4}}\\-U\_{52}\frac{1}{R\_{5}+R\_{6}}-U\_{42}\frac{1}{R\_{3}+R\_{4}}+U\_{12}\left(\frac{1}{R\_{3}+R\_{4}}+\frac{1}{R\_{8}}+\frac{1}{R\_{5}+R\_{6}}\right)=\frac{E\_{4}}{R\_{3}+R\_{4}}\end{matrix}\right.$$



1. Определить ток в заданной ветви методом эквивалентного генератора напряжения (R8):

$$E\_{77}=J\_{7}R\_{7}=3450 В;$$

$$E\_{22}=J\_{2}R\_{2}+E\_{2}=3250 В;$$

$$R\_{56}=R\_{5}+R\_{6}=1140 Ом;$$

$$R\_{34}=R\_{3}+R\_{4}=1210 Ом;$$



Система уравнений для токов в контурах:

$$\left\{\begin{matrix}J^{'}\left(R\_{1}+R\_{2}+R\_{7}\right)+J^{''}\left(R\_{1}+R\_{2}\right)=E\_{77}+E\_{22};\\J^{''}\left(R\_{1}+R\_{2}+R\_{6}+R\_{5}+R\_{3}+R\_{4}\right)+J^{'}\left(R\_{1}+R\_{2}\right)=E\_{22}+E\_{4}.\end{matrix}\right.$$

Подставляя численные значения:

$$\left\{\begin{matrix}J^{'}=4.421;\\J^{''}=-0.127.\end{matrix}\right.$$

Находим Uxx:

$Uxx=\left(J^{'}+J^{''}\right)R\_{2}+J^{''}R\_{34}-E\_{22}-E\_{4}=-1486.251 B$.

Закоротив в цепи все источники ЭДС находим эквивалентное сопротивление схемы:

$$R\_{12}=\frac{R\_{2}\*R\_{1}}{R\_{1}+R\_{2}+R\_{7}}=115.974 Ом$$

$$R\_{71}=\frac{R\_{7}\*R\_{1}}{R\_{1}+R\_{2}+R\_{7}}=170.26 Ом$$

$$R\_{27}=\frac{R\_{2}\*R\_{7}}{R\_{1}+R\_{2}+R\_{7}}=210.584 Ом$$

$$R\_{ген}=R\_{12}+\frac{\left(R\_{17}+R\_{5}+R\_{6}\right)\*(R\_{27}+R\_{3}+R\_{4})}{R\_{17}+R\_{5}+R\_{6}+R\_{27}+R\_{3}+R\_{4}}=797.571 Ом$$

Находим ток в заданной ветви:

$$I\_{8}=\frac{Uxx}{R\_{ген}+R\_{8}}=-1.638 А.$$

1. Для выбранного замкнутого контура схемы, включающего не менее 2-х источников ЭДС, построить в масштабе потенциальную диаграмму.



Таблица ответов:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| I1 | I2 | I3 | I4 | I5 | I6 | I7 | I8 | Uxx | Rген | Unn | P |
| 3.412 | 0.05 | 0.658 | 0.658 | -0.979 | -0.979 | -0.609 | -1.638 | -1486.251 | 797.571 | 444.559 | 6593.458 |