

## Практическая работа № 2

### Расчёт по методу контурных токов

Метод контурных токов позволяет уменьшить число уравнений, составляемых для расчёта токов в ветвях. За неизвестные принимают условные токи, которые как бы циркулируют в контурах схемы.

Контурные токи направляются по часовой стрелке. Для каждого контурного тока составляется уравнение по 2 закону Кирхгофа – алгебраическая сумма падений напряжений на элементах контура равна алгебраической сумме действующих в этом контуре ЭДС. Сумма падений напряжений особая, так как суммируются падение напряжения от протекания контурного тока по собственным сопротивлениям контура и добавки от протекания соседних токов по общим сопротивлениям. Эти добавки берутся со знаком « – », потому что в общих сопротивлениях контуров контурные токи текут во встречных направлениях.

Число уравнений равно числу независимых контуров в схеме.

Каждое уравнение содержит падение напряжения от протекания контурного тока по собственному сопротивлению контура, добавки от соседних контурных токов и свободные члены – алгебраическую сумму ЭДС в контуре.

В каноническом виде система уравнений по методу контурных токов для схемы, содержащей три контура выглядит так:

$$\begin{aligned}I_{11}R_{11} - I_{22}R_{12} - I_{33}R_{13} &= E_{11}; \\- I_{11}R_{21} + I_{22}R_{22} - I_{33}R_{23} &= E_{22}; \\- I_{11}R_{31} + -I_{22}R_{32} + I_{33}R_{33} &= E_{33}.\end{aligned}$$

Здесь  $I_{11}$ ;  $I_{22}$ ;  $I_{33}$  – контурные токи, направляются по часовой стрелке.

$R_{11}$ ;  $R_{22}$ ;  $R_{33}$  – собственные сопротивления контуров – суммы всех сопротивлений, входящих в контур.

$R_{12} = R_{21}$ ;  $R_{13} = R_{31}$ ;  $R_{23} = R_{32}$  – общие сопротивления контуров; так как контурные токи в них текут встречно, они берутся со знаком « – ».

$E_{11}$ ;  $E_{22}$ ;  $E_{33}$  – свободные члены – контурные ЭДС (алгебраическая сумма ЭДС действующих в контуре с учётом направления).

Матрица коэффициентов симметрична относительно главной оси, коэффициенты которой положительны. Остальные коэффициенты (добавок) отрицательны.

Система решается матричным методом с помощью определителей.

Рекомендуется для решения системы уравнений набрать в поисковике телефона «Решить СЛАУ», выбрать «Онлайн калькулятор. Решение системы линейных уравнений...», заполнить матрицу коэффициентов и свободных членов, нажать «решить систему уравнений», долистать до ответов в виде дробей, перевести их в десятичные числа и таким образом найти контурные токи.

После определения контурных токов находят реальные токи в ветвях. В тех ветвях, где протекает один контурный ток, он равен контурному. В тех ветвях, где протекает два контурных тока, реальный ток равен их разности.

Решение следует проверить, составив баланс мощностей – сумма мощностей источников равна сумме мощностей потребителей.

$$\sum \pm EI = \sum I^2 R.$$

Почему при мощностях источников стоит знак  $\pm$ ? Потому что если ток источника направлен навстречу ЭДС, то источник не вырабатывает, а потребляет энергию, например при зарядке аккумулятора.