

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ
И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

1. Привести схему цепи и исходные данные из таблицы. Обязательно указать вариант домашнего задания. Принципиальные схемы трехконтурных цепей изображены на рис.1, в соответствующие числовые данные указаны в табл.1. Рис.2 содержит варианты двухконтурных схем, данные для которых также следует брать из табл.1. На рис.3 представлены схемы более сложных цепей, в табл.2 - соответствующие им числовые данные.

В таблицах приведены параметры элементов (R, L, C) и генераторов ЭДС.

2. Рассчитать модули реактивных сопротивлений элементов схемы $X_L = \omega L$ и $X_C = 1/\omega C$ для заданной частоты. Вычислить комплексные амплитуды ЭДС источников и записать ответ в алгебраической форме:

$$E = E \cos \varphi_e + j E \sin \varphi_e$$

Все численные результаты округлить до ближайшей целой величины.

3. Выбрать и указать на схеме отрезками условно-положительные направления токов в каждой ветви. Если в ветви содержится генератор ЭДС, то условно-положительное направление тока удобно выбрать совпадающим с направлением ЭДС. В паспальных ветвях направления тока и напряжения можно взять любыми, но определенными.

Помимо отрезков следует указать комплексные амплитуды тока, выбрав направление соответствующим направлению \vec{I}_{R1} , \vec{I}_{R2} , \vec{I}_2 и т.д.

4. Привести топологический граф цепи. Для его построения следует в электрической схеме цепи заменить все элементы отрезками линий, причем не обязательно прямыми. Полученная упрощенная схема будет отражать только структуру цепи, т.е. способ соединения ее элементов.

Из графа определить общее число ветвей p и общее число узлов q заданной схемы. По ним, используя соотношения:

$$n = p - q + 1;$$

$$m = q - 1,$$

найти число независимых контуров n и число независимых узлов m . Выбрать метод расчета заданной схемы и обязательно обосновать выбор. В соответствии с выбранным методом составить систему уравнений.

5. Вычислить комплексные амплитуды токов ветвей исходной схемы; записать ответ в алгебраической форме.

6. Прежде чем приступить к дальнейшим расчетам, необходимо произвести проверку полученных результатов. Это можно сделать одним из ниже указанных способов:

- а) проверить справедливость второго закона Кирхгофа для нового контура, не использованного при расчете;
- б) проверить баланс активной мощности для всей цепи, для чего вычислить суммарную мощность, расходуемую в схеме, и сравнить ее с алгебраической суммой активных мощностей и источников; допускается расхождение не более 5%.

7. Записать комплексные амплитуды токов каждой ветви в показательной или отрицательной: ее абсолютная величина лежит в пределах от 0 до 0,1. Для определения величины и знака начальной фазы φ_i каждого тока рекомендуется сначала определить, в каком квадранте комплексной плоскости расположен вектор \vec{I}_1 данного тока.

Для перевода комплексного числа из одной формы записи в другую можно воспользоваться Приложением I или микрокалькулятором.

8. Вычислить комплексные амплитуды напряжений на каждом пассивном элементе схемы. Ответ записать в алгебраической и показательной формах.

9. Определить углы сдвига фаз φ_e между ЭДС и током для каждого генератора. Указать, в каком режиме работает каждый генератор: "генераторном" или "двигательном". Если величина фазового сдвига $|\varphi_e| < \frac{\pi}{2}$, то сделать вывод о характере нагрузки на данный генератор (активная, активно-емкостная, активно-индуктивная).

10. Вычислить комплексную мощность каждого генератора. Построить треугольники мощностей на одном чертеже и в одном масштабе; указать фазовые углы φ_e . Если активная мощность генератора положительна, то вычислить коэффициент мощности ($\cos \varphi_e$).

11. Проверить баланс активной и реактивной мощности для всей цепи. Расхождение должно быть не более 5%.

12. Построить векторные диаграммы ЭДС, напряжений и токов.

Векторные диаграммы удобно строить отдельно для токов и отдельно для ЭДС и напряжений, расположив их рядом на одном листе. Все векторы следует строить из начала координат. На рисунке указать направление и скорость вращения символических векторов.

На векторной диаграмме для токов сделать построения, иллюстрирующие проверку первого закона Кирхгофа для $m = q - 1$ узлов, а на векторной диаграмме для ЭДС и напряжений показать проверку второго закона Кирхгофа для $n = p - m$ контуров. Кроме того, привести запись уравнений Кирхгофа для тех же узлов и контуров, подтверждающую правильность произведенных расчетов.

13. Для одного из источников (при $|\varphi_e| < \frac{\pi}{2}$) построить временные графики ЭДС и тока через источник: $e(t)$ и $i(t)$ или $e(\omega t)$ и $i(\omega t)$.

Показать на графиках начальные фазы φ_e, φ_i или соответствующий временной интервал $\frac{\varphi_e}{\omega}, \frac{\varphi_i}{\omega}$ (см. Приложение 2). Записать аналитические выражения для мгновенных значений $e(t)$ и $i(t)$.

Для того же источника изобразить на отдельной векторной диаграмме комплексные амплитуды ЭДС и тока; показать направление и скорость вращения символических векторов, фазовый угол φ_e .

14. Сделать вывод относительно режима работы источников питания, характера их нагрузки, баланса мощностей и погрешностей расчета.