**Министерство науки и высшего образования РФ**



Кафедра **ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ**

**Расчетное задание №2**

**по дисциплине «Теоретические основы электротехники»**

«Разветвленная цепь синусоидального тока»

|  |  |
| --- | --- |
| **Студент:** |  |
| **Группа:** |  |
| **Вариант:** |  |
| **Подпись студента:** |  |
| **Дата сдачи:** |  |
| **Дата защиты:** |  |
| **Оценка:** |  |
| **Преподаватель:** |  |
| **Подпись преподавателя:** |  |

**Москва 2024**

**Задание на расчетное задание №2**

**Часть I**

1. Для расчетной схемы (таблица 1) в соответствии с вариантом, считая, что индуктивная связь между катушками отсутствует:

1.1. Определить токи во всех ветвях заданной схемы.

1.2. Построить векторную диаграмму токов и топографическую диаграмму напряжений.

1.3. Составить баланс активных и реактивных мощностей.

1.4. Определить показание ваттметра.

1.5. Построить графики мгновенных значений найденных токов.

**Часть II**

2. Учитывая взаимную индуктивность катушек, заданные значения коэффициентов связи и считая заданными ток и ЭДС второй ветви для схем № 1, 2, 4, 6, 8–11, 13–17, 19, 21–24, 27, 29, 30; для остальных схем – токи и ЭДС первой ветви (см. методические указания), а остальные токи и ЭДС неизвестными:

2.1. Определить неизвестные токи и ЭДС.

2.2. Построить векторную диаграмму токов и топографическую диаграмму напряжений.

2.3. Составить баланс активных и реактивных мощностей.

2.4. Определить показание ваттметра.

2.5. Построить графики мгновенных значений найденных токов.

**Часть III (компьютерная часть) \***

3. Произвести моделирование электрической цепи в MATLAB/Simulink: выполнить моделирование режима работы электрической цепи, получить действующие значения и начальные фазы токов, построить графики мгновенных значений токов ветвей, тока и напряжения на ваттметре, мгновенной мощности на ваттметре:

3.1. Без взаимной индуктивной связи между индуктивными катушками.

3.2. С взаимной индуктивной связью между индуктивными катушками.

\* Данная часть задания не является обязательной и выполняется только по желанию студента!

**Методические указания** **к выполнению расчетного задания №2**

**Части I и II**

1. При учете взаимной индуктивности заданные ток и ЭДС считать равными соответствующим току и ЭДС в первой части работы – при отсутствии индуктивной связи.

2. На топографических диаграммах должны быть показаны комплексные напряжения на всех элементах схемы. В частности, должны быть отдельно показаны все слагающие комплексных напряжений на катушках, обладающих взаимной индуктивностью.

3. На векторной диаграмме токов должны быть показаны векторы всех пяти токов в заданной схеме.

4. Исходные данные берутся в зависимости от варианта и учебной группы студента:

*n* – номер, под которым фамилия студента записана в групповом журнале,

*N* – номер учебной группы.

5. Для всех схем частота 50 Гц.

6. Числовые значения параметров расчетных схем приведены в таблице 2.

7. Величины ЭДС определяются по следующим формулам:

|  |  |
| --- | --- |
| **№ схемы** | **ЭДС (В)** |
| 1, 6, 8, 10, 11, 14, 15, 16, 21, 24, 29 |  |
| 2, 4, 9, 13, 17, 19, 22, 23, 27, 30 |  |
| 3, 5, 7, 12, 18, 20, 25, 26, 28 |  |

**Часть III (компьютерная часть)**

8. Участок цепи с взаимной индуктивностью следует рассматривать как многополюсник, подключенный к электрической цепи. Необходимо сформировать уравнения зависимости токов и напряжений для многополюсника и встроить их в уравнения для электрической цепи.

**Правила оформления и сдачи расчетного задания №2**

**Части I и II**

1. Образец титульного листа представлен на стр. 1. При сдаче расчетного задания титульный должен быть полностью заполнен студентом.
2. Все пункты расчетного задания выполняются самостоятельно и в сроки, установленные лектором (12 учебная неделя). Расчетное задание сдается в рукописном виде на листах формата А4 (запись с одной стороны листа) с обязательной нумерацией всех страниц (на титульном листе номер страницы не указывается).
3. Листы расчетного задания скрепляются степлером или скрепкой.
4. На второй странице расчетного задания приводятся исходная схема с указанием выбранного направления токов ветвей и исходные данные в соответствии с номером группы и номером, под которым фамилия студента записана в журнале группы.
5. В каждом пункте расчетного задания должно быть написано задание.
6. Все расчеты сопровождаются приведением расчетных схем с необходимыми пояснениями. Кроме того, в обязательном порядке должны быть приведены все промежуточные схемы, используемые в расчетах.
7. В расчетном задании должны быть приведены подробные выкладки численного расчета (включая промежуточные вычисления).
8. ВДТ и ТДН строятся на миллиметровой (клетчатой) бумаге с обязательным указанием масштаба, подписью осей и обозначением всех потенциалов и векторов.
9. Графики (пп. 1.5, 2.5) аккуратным образом строятся на миллиметровой (клетчатой) бумаге простым карандашом с обязательным указанием масштаба, подписью и размерностью осей, а также с обозначением и численным выражением полученных зависимостей. Каждый график должен быть подписан, а рядом с ним необходимо привести численные данные, использованные для построения соответствующих зависимостей.

Допускается построение графиков зависимостей в компьютерных программах при соблюдении вышеописанных правил оформления.

1. Результаты расчета первой и второй части расчетного задания должны быть сведены в таблицы (в конце каждой части расчетного задания):

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| =(алгебраическая форма записи) | =(полярная форма записи) | = | = |
| =(алгебраическая форма записи) | =(полярная форма записи) | = | = |
| =(алгебраическая форма записи) | =(полярная форма записи) | = | = |

Токи с штриховым обозначением также должны быть представлены в таблице.

**Часть III (компьютерная часть)**

1. В пп. 3.1 и 3.2 расчетного задания прилагаются скриншоты с расчетными схемами и результатами измерений. Измерительные приборы должны быть обозначены таким образом, чтобы было возможным визуально идентифицировать искомые токи и напряжения на расчетных схемах.
2. Результаты расчета части III расчетного задания должны совпадать с результатами расчета части I и II. Для подтверждения совпадения расчетов в пп. 3.1 и 3.2 расчетного задания необходимо составить сравнительную таблицу с результатами расчета токов и напряжений по частям I, II и III.

**Таблица 1 – Расчетные схемы**

|  |  |
| --- | --- |
| 1. | 2. |
| 3. | 4. |
| 5. | 6. |
| 7. | 8. |
| 9. | 10. |
| 11. | 12. |
| 13. | 14. |
| 15. | 16. |
| 17. | 18. |
| 19. | 20. |
| 21. | 22. |
| 23. | 24. |
| 25. | 26. |
| 27. | 28. |
| 29. | 30. |

**Таблица 2 – Числовые данные параметров схем**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***n* схемы**  **Параметры** | **Индуктивность в мГн, емкость в мкФ, сопротивление резисторов в Ом** | | | | | | | | | | | | | | |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** | **13** | **14** | **15** |
| Параметры элементов первой ветви | | | | | | | | | | | | | | | |
| *L*1 | 19,1 | 16 | 31 | 16 | 31 | 19,1 | 31 | 19,1 | 16 | 19,1 | 19,1 | 31 | 16 | 19,1 | 19,1 |
| *C*1 | – | 318 | 211 | 318 | 211 | – | 211 | 483 | 318 | 483 | 483 | 211 | 318 | – | – |
| *R*1 | – | 1,54 | 4,51 | 1,54 | 4,51 | 5,5 | 4,51 | – | 1,54 | 5,5 | 5,5 | 4,51 | 1,54 | – | – |
|  | 122 | – | – | – | – | 81 | – | – | – | 214 | – | – | – | – | 61 |
|  | – | – | – | – | – | 139 | – | 173 | – | – | 240 | – | – | 140 | 200 |
|  | – | – | – | – | – | – | – | 41 | – | – | 42,6 | – | – | 69,1 | – |
|  | 34,5 | – | – | – | – | 19,2 | – | 11,5 | – | 21,3 | 4,64 | – | – | 8,58 | 24 |
| Параметры элементов второй ветви | | | | | | | | | | | | | | | |
| *L*2 | 31 | 31 | 19,1 | 31 | 19,1 | 31 | 19,1 | 31 | 31 | 31 | 31 | 19,1 | 31 | 31 | 31 |
| *C*2 | 211 | 211 | – | 211 | – | 211 | 483 | 211 | 211 | 211 | 211 | 483 | 211 | 211 | 211 |
| *R*2 | 4,51 | 4,51 | – | 4,51 | 5,5 | 4,51 | – | 4,51 | 4,51 | 4,51 | 4,51 | 5,5 | 4,51 | 4,51 | 4,51 |
|  | – | – | 61 | – | – | – | 124 | – | – | – | – | 110 | – | – | – |
|  | – | – | 200 | – | 170 | – | – | – | – | – | – | 316 | – | – | – |
|  | – | – | – | – | 92,7 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
|  | – | – | 24 | – | 3,95 | – | 20,5 | – | – | – | – | 14,1 | – | – | – |
| Параметры элементов третьей ветви | | | | | | | | | | | | | | | |
| *L*3 | 16 | 19,1 | 16 | 19,1 | 16 | 16 | 16 | 16 | 19,1 | 16 | 16 | 16 | 19,1 | 16 | 16 |
| *C*3 | 318 | – | 318 | – | 318 | 318 | 318 | 318 | 483 | 318 | 318 | 318 | – | 318 | 318 |
| *R*3 | 1,54 | – | 1,54 | 5,5 | 1,54 | 1,54 | 1,54 | 1,54 | – | 1,54 | 1,54 | 1,54 | – | 1,54 | 1,54 |
|  | – | – | – | 162 | – | – | – | – | 62 | – | – | – | 122 | – | – |
|  | – | 140 | – | – | – | – | – | – | 450 | – | – | – | – | – | – |
|  | – | 69,1 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
|  | – | 8,58 | – | 46,4 | – | – | – | – | 17,7 | – | – | – | 34,5 | – | – |
| Значения коэффициентов связи | | | | | | | | | | | | | | | |
| *k*12 | 0,593 | – | 0,593 | – | 0,593 | 0,593 | 0,593 | 0,593 | – | 0,593 | 0,593 | 0,593 | – | 0,593 | 0,593 |
| *k*13 | 0,732 | 0,732 | – | 0,732 | – | 0,732 | – | 0,732 | 0,732 | 0,732 | 0,732 | – | 0,732 | 0,732 | 0,732 |
| *k*32 | – | 0,593 | 0,732 | 0,593 | 0,732 | – | 0,732 | – | 0,593 | – | – | 0,732 | 0,593 | – | – |
| ***n* схемы**  **Параметры** | **Индуктивность катушек – в мГн, емкость конденсаторов – в мкФ, сопротивление резисторов – в Ом** | | | | | | | | | | | | | | |
| **16** | **17** | **18** | **19** | **20** | **21** | **22** | **23** | **24** | **25** | **26** | **27** | **28** | **29** | **30** |
| Параметры элементов первой ветви | | | | | | | | | | | | | | | |
| *L*1 | 19,1 | 16 | 31 | 16 | 31 | 19,1 | 16 | 16 | 19,1 | 31 | 31 | 16 | 31 | 19,1 | 16 |
| *C*1 | – | 318 | 211 | 318 | 211 | 483 | 318 | 318 | 483 | 211 | 211 | 318 | 211 | – | 318 |
| *R*1 | 5,5 | 1,54 | 4,51 | 1,54 | 4,51 | – | 1,54 | 1,54 | 5,5 | 4,51 | 4,51 | 1,54 | 4,51 | 5,5 | 1,54 |
|  | 162 | – | – | – | – | 62 | – | – | 110 | – | – | – | – | – | – |
|  | – | – | – | – | – | 450 | – | – | 316 | – | – | – | – | 170 | – |
|  | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 92,7 | – |
|  | 46,4 | – | – | – | – | 17,7 | – | – | 14,1 | – | – | – | – | 3,95 | – |
| Параметры элементов второй ветви | | | | | | | | | | | | | | | |
| *L*2 | 31 | 31 | 19,1 | 31 | 19,1 | 31 | 31 | 31 | 31 | 19,1 | 19,1 | 31 | 19,1 | 31 | 31 |
| *C*2 | 211 | 211 | – | 211 | 483 | 211 | 211 | 211 | 211 | – | – | 211 | – | 211 | 211 |
| *R*2 | 4,51 | 4,51 | 5,5 | 4,51 | – | 4,51 | 4,51 | 4,51 | 4,51 | – | – | 4,51 | 5,5 | 4,51 | 4,51 |
|  | – | – | 81 | – | – | – | – | – | – | 122 | – | – | 162 | – | – |
|  | – | – | 139 | – | 173 | – | – | – | – | – | 140 | – | – | – | – |
|  | – | – | – | – | 41 | – | – | – | – | 34,5 | 69,1 | – | – | – | – |
|  | – | – | 19,2 | – | 11,5 | – | – | – | – | – | 8,58 | – | 46,4 | – | – |
| Параметры элементов третьей ветви | | | | | | | | | | | | | | | |
| *L*3 | 16 | 19,1 | 16 | 19,1 | 16 | 16 | 19,1 | 19,1 | 16 | 16 | 16 | 19,1 | 16 | 16 | 19,1 |
| *C*3 | 318 | – | 318 | 483 | 318 | 318 | 483 | 483 | 318 | 318 | 318 | – | 318 | 318 | – |
| *R*3 | 1,54 | 5,5 | 1,54 | – | 1,54 | 1,54 | 5,5 | 5,5 | 1,54 | 1,54 | 1,54 | – | 1,54 | 1,54 | 5,5 |
|  | – | – | – | 124 | – | – | 214 | – | – | – | – | 61 | – | – | 81 |
|  | – | 170 | – | – | – | – | – | 240 | – | – | – | 200 | – | – | 139 |
|  | – | 92,7 | – | – | – | – | – | 42,6 | – | – | – | – | – | – | – |
|  | – | 3,95 | – | 20,5 | – | – | 21,3 | 4,64 | – | – | – | 24 | – | – | 19,2 |
| Значения коэффициентов связи | | | | | | | | | | | | | | | |
| *k*12 | 0,593 | – | 0,593 | – | 0,593 | 0,593 | – | – | 0,593 | 0,593 | 0,593 | – | 0,593 | 0,593 | – |
| *k*13 | 0,732 | 0,732 | – | 0,732 | – | 0,732 | 0,732 | 0,732 | 0,732 | – | – | 0,732 | – | 0,732 | 0,732 |
| *k*32 | – | 0,593 | 0,732 | 0,593 | 0,732 | – | 0,593 | 0,593 | – | 0,732 | 0,732 | 0,593 | 0,732 | – | 0,593 |