**Задача №2**

**Расчет линейной электрической цепи синусоидального тока**

1. По заданной обобщенной схеме(рис. 2.1.) составить и изобразитьсхему цепи, соответствую­щую вашему варианту (см. табл. 2.1), исключив источники ЭДС, отсутствующие в таблице 2.1. Записать в таблицу 2.2 заданные параметры цепи из таблицы 2.1.

Комплексные сопротивления на схеме изобразить в виде соответствующих элементов *R*, *L* и *С*, значения которых определить и записать в таблицу 2.2.

2. Составить уравнения по законам Кирхгофа в дифференциальной и комплексной формах.

3. Составить уравнения в комплексной форме по методу контурных токов и по методу узловых потенциалов.

4. Рассчитать комплексные токи в цепи выбранным вами методом и записать мгновенные значения токов с частотой 50 Гц. Определитьпоказания ваттметра. Результаты расчета занести в таблицу 2.3.

5*.* Проверить выполнение 2-го закона Кирхгофа в комплексной форме для внешнего контура цепи.

6. Рассчитать топографическую диаграмму внешнего контура цепи. Построить эту топографическую диаграмму, совмещенную с векторной диаграммой токов.

7. Проверить выполнение баланса активной, реактивной и комплексной мощностей цепи.

*b*

*с*

*а*

0

*Е*4

*Е*3

*Е*1

*I*1

*Е*2

*I*2

*I*4

*I*6

Z5**

*d*

Z3**

Z42**

Z6**

Z41**

Z1**

Z2**

*PW*

*I*3

*Е*5

*I*5

*Е*6

Рис .2.1. **Обобщенная схема цепи**

*Таблица 2.1*

**Заданные параметры цепи**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  варарианта | Источники ЭДС, В | Комплексные сопротивления,Ом | | | | | | |
| *Z*1 | *Z*2 | *Z*3 | *Z*41 | *Z*42 | *Z*5 | *Z*6 |
| 1 | *E*1 = 30∠–10º  *E*2 = 150∠60º | 15∠90º | 15∠–90º | 15 | 10∠–10º | 12∠10º | 30∠10º | 60∠80º |
| 2 | *E*2= 40∠–20º  *E*3 = 150∠60º | 15∠–90º | 15 | 20∠50º | 20∠–30º | 18∠20º | 40∠20º | 15∠–90º |
| 3 | *E*1 = 170∠40º  *E*3= 80∠–40º | 20∠90º | 15∠–90º | 10∠60º | 25 | 19∠–25º | 45∠25º | 10∠90º |
| 4 | *E*1 = 90∠–40º  *E*5=80∠–50º | 10∠–60º | 15∠–90º | 15∠–70º | 30∠–45º | 21∠–30º | 50∠30º | 20 |
| 5 | *E*1 = 60∠–60º  *E*4 = 120∠60º | 15 | 15∠–90º | 20∠65º | 35∠50º | 15∠35º | 10∠10º | 10∠90º |
| 6 | *E*1 = 150∠60º  *E*5 =160∠70º | 20∠–30º | 15 | 10∠–60º | 40∠–55º | 15∠–40º | 15∠20º | 20∠–90º |
| 7 | *E*2=170∠40º  *E*3 = 90∠80º | 10∠30º | 20 | 15 | 40∠–55º | 15∠–40º | 15∠20º | 10∠90º |
| 8 | *E*1 = 110∠90º  *E*6 = 160∠40º | 15∠–90º | 15∠–90º | 20∠55º | 45 | 15∠–45º | 15∠45º | 10∠–90º |
| 9 | *E*2 = 170∠50º  *E*3 =180∠50º | 15∠900 | 15∠–90º | 10∠–50º | 50∠650 | 18∠60º | 10∠30º | 20 |
| 10 | *E*3 =150∠80º  *E*4 =160∠80º | 10∠–90º | 35∠–90º | 15∠45º | 55∠–75º | 15 | 15∠-35º | 10∠–90º |

*Окончание табл. 2.1*

**Заданные параметры цепи**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 11 | *E5=*90∠130º  *E*6*=*200∠40º | 15∠–45º | 15∠–90º | 20∠–40º | 60∠80º | 12∠10º | 15 | 10∠90º |
| 12 | *E*1*=*130∠40º  *E*6*=*40∠140º | 20∠450 | 25∠–90º | 10∠35º | 15∠–90º | 15∠–10º | 15∠50º | 12 |
| 13 | *E*1*=*60∠160º  *E*2*=*170∠60º | 10 | 15∠–90º | 15∠–30º | 10∠90º | 15∠–45º | 15∠–60º | 15∠–10º |
| 14 | *E2 =*10∠160º  *E*6*=* 20∠160º | 15∠–90º | 15 | 20∠20º | 10∠–90º | 15∠–30º | 25∠60º | 15∠–40º |
| 15 | *E*1*=*270∠10º  *E*3*=*200∠70º | 20∠–60º | 15∠–90º | 10 | 10∠90º | 10∠–35º | 15∠70º | 25∠–30º |
| 16 | *E*3*=*130∠80º  *E*4*=*140∠90º | 15∠90º | 20∠–90º | 15∠–20º | 10∠–90º | 15∠–40º | 12∠–65º | 10 |
| 17 | *E*3*=*160∠100º  *E*5*=*70∠110º | 15∠–30º | 15∠–90º | 15∠–30º | 10 | 15∠–50º | 9∠–90º | 15∠–40º |
| 18 | *E*3 *=*90∠130º  *E*5 = 100∠40º | 20∠30º | 15∠–90º | 10∠–40º | 10∠–90º | 15 | 15∠–90º | 15∠–50º |
| 19 | *E*3 = 30∠50º  *E*5 = 35∠50º | 15∠–90º | 20∠–90º | 15∠–25º | 10∠90º | 25∠10º | 15∠60º | 15∠–60º |
| 20 | *E*2= 40∠110º  *E*4 = 110∠80º | 60∠80º | 12 | 15∠–40º | 15∠–90º | 35∠70º | 15∠–40º | 20∠–30º |
| 21 | *E*3= 30∠110º  *E*6 = 50∠130º | 15∠–90º | 15∠–10º | 15 | 15∠–90º | 15∠60º | 15∠30º | 15∠30º |
| 22 | *E*2 = 60∠130º  *E*5 = 70∠140º | 10 | 15∠–40º | 15∠–60º | 15∠–90º | 10∠50º | 15∠–30º | 20∠30º |
| 23 | *E*2 = 80∠140º  *E*5 = 190∠50º | 10 | 15∠–30º | 25∠60º | 15∠90º | 15∠40º | 15∠20º | 15∠–90º |
| 24 | *E* 3 = 20∠50º  *E*4 = 25∠60º | 10∠90º | 10∠–30º | 15∠70º | 15 | 25∠30º | 15∠–10º | 20∠–60º |
| 25 | *E* 2= 20∠120º  *E*4 =110∠20º | 10 | 15∠–40º | 12∠–60º | 15∠–90º | 30∠10º | 15∠–20º | 21∠–30º |
| 26 | *E*1 = 25∠70º  *E*6 =120∠80º | 10∠90º | 15∠–50º | 9∠–90º | 15∠–90º | 15∠–30º | 15∠–30º | 15∠30º |
| 27 | *E*1 = 20∠90º  *E*2 = 120∠10º | 10∠–90º | 15∠–60º | 15 | 15∠–90º | 15∠10º | 15∠40º | 10∠–40º |
| 28 | *E*2 =120∠50º  *E*6 = 25∠60º | 10 | 25∠10º | 15∠60º | 15∠90º | 12∠–40º | 15∠20º | 15∠–40º |
| 29 | *E*1 =120∠20º  *E*3 = 20∠10º | 10∠–90º | 15∠90º | 25∠–10º | 15 | 15∠–40º | 20∠–10º | 15∠–40º |
| 30 | *E*2 = 210∠70º  *E*4 = 220∠70º | 10∠90º | 15 | 35∠80º | 15∠–90º | 10∠–30º | 25∠–20º | 30∠–30º |

*Таблица 2.2*

**Параметры цепи варианта №…**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  вар. | ЭДС, В | Параметры цепи | | | | | | |
|  | *Z*1 = | *Z*2= | *Z*3= | *Z*41= | *Z*42= | *Z*5= | *Z*6= |
| *R*1=  *L*1=  *C*1= | *R*2=  *L*2=  *C*2= | *R*3=  *L*3=  *C*3= | *R*41=  *L*41=  *C*41= | *R*42=  *L*42=  *C*42= | *R*5=  *L*5=  *C*5= | *R*6=  *L*6=  *C*6= |

*Таблица 2.3*

**Результаты расчета цепи**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Комплексные действующие токи, А | | | | | | Показание ваттметра |
| *I*1 | *I*2 | *I*3 | *I*4 | *I*5 | *I*6 | *P*w, Вт |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Мгновенные токи, А | | | | | |
| *i*1 = *i*2 = | | | | | |
| i3 = *i*4 = | | | | | |
| *i*5 = *i*6 = | | | | | |

**Задача №3**

**Расчет разветвленной трехфазной цепи**

1. Изобразить схему цепи (рис. 3.1), обозначив на ней токи, фазные и линейные напряжения источника и напряжения на нагрузке.

Комплексные сопротивления на схеме, заданные в таблице 3.1, изобразить в виде соответствующих элементов *R*, *L* и *С*.

Действующее значение линейного напряжения трехфазного источника принять равным 380 В.

2. Записать в таблицу 3.2 комплексные действующие фазные и линейные напряжения трехфазного источника и заданные параметры цепи из таблицы 3.1.

3. Определить комплексные фазные напряжения на нагрузках, комплексные фазные токи нагрузок, линейные токи, ток в нейтральном проводе, а также падение напряжения в линии Δ*U*л. Результаты расчета записать в таблицу 3.3.

4. Определить активную и реактивную мощности цепи при соединении нагрузки по схеме «звезда». Значения мощностей записать в таблицу 3.3.

5*.* Построить в масштабе векторные диаграммы отдельно для каждой из схем соединения нагрузки.

6. Определить показания ваттметров и записать их в таблицу 3.3.

*Z*a



*Е*A

*c*

*PW*1

*PW*2

*PW*3

*Е*B

*Е*C

*A*

*B*

*C*

*N*

*а*

*b*

*n*

*а\**

*b\**

c*\**

*Z*b



*Z*c



*Z*л



*Z*л



*Z*л



*Z*ф



*Z*ф



*Z*ф



*I*Aл



*I*Bл



*I*Сл

C



*I*a



*I*b



*I*c



*I*ab



*I*bc



*I*ca



*I*A



*I*B



*I*С

C



*I*nN

C



Рис. 3.1. **Заданная схема трехфазной цепи**

*Таблица 3.1*

**Заданные параметры цепи**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  варианта | ΨА*,*  град*.* | *Z*a,  Ом | *Z*b,  Ом | *Z*c,  Ом | *Z*л,  Ом | *Z*Ф, Ом | | |
| *R,* Ом | *L,* мГн | *C,* мкФ |
| 1 | 90º | 15∠60º | 15∠–90º | 15 | 60∠80º | 15 | 31,8 | 927,3 |
| 2 | –60º | 15∠–60º | 15 | 20∠50º | 15∠60º | 10 | 8 | 327 |
| 3 | –20º | 20∠45º | 15∠–90º | 10∠60º | 10∠70º | 3 | 5 | 212 |
| 4 | 50º | 10∠–45º | 15∠90º | 15∠–70º | 20 | 5 | 18 | 160 |
| 5 | 90º | 15 | 15∠–90º | 20∠60º | 10∠30º | 10 | 31,8 | 123 |
| 6 | –50º | 20∠–30º | 15 | 10∠60º | 20∠40º | 4 | 55 | 736 |
| 7 | –40º | 10∠30º | 15∠–90º | 15 | 10∠90º | 1 | 119 | 318 |
| 8 | 70º | 15∠–60º | 15∠90º | 20∠50º | 10∠50º | 15 | 31,8 | 2376 |
| 9 | 20º | 15∠90º | 15∠–90º | 10∠–50º | 20 | 3 | 15,9 | 1104 |
| 10 | 50º | 10∠–90º | 15∠90º | 15∠40º | 10∠70º | 1 | 31,8 | 637 |
| 11 | 30º | 10∠90º | 15 | 35∠80º | 12∠45º | 65 | 165 | 120 |

*Окончание табл.3.1*

**Заданные параметры цепи по вариантам**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 12 | 70º | 20∠40º | 15∠–90º | 10∠30º | 15∠50º | 3 | 15 | 170 |
| 13 | –40º | 10 | 15∠–90º | 15∠30º | 15∠60º | 20 | 13 | 1170 |
| 14 | –90º | 15∠–90º | 15 | 20∠20º | 25∠60º | 8 | 27 | 559 |
| 15 | –40º | 20∠–60º | 15∠90º | 10 | 15∠70º | 30 | 48 | 318 |
| 16 | 40º | 15∠90º | 15∠90º | 15∠–20º | 12∠60º | 83 | 184 | 170 |
| 17 | 30º | 15∠–30º | 15∠90º | 15∠–30º | 9∠80º | 6 | 178 | 85 |
| 18 | –10º | 20∠30º | 15∠90º | 10∠–45º | 15∠70º | 10 | 15,9 | 218 |
| 19 | 40º | 15∠60º | 15∠90º | 15∠–20º | 15∠60º | 17 | 31,8 | 637 |
| 20 | –30º | 60∠80º | 12 | 15∠–45º | 15∠40º | 37 | 31,8 | 212 |
| 21 | –40º | 15∠90º | 15∠–10º | 15 | 15∠30º | 9 | 18,4 | 160 |
| 22 | 50º | 10 | 15∠45º | 15∠–60º | 10∠50º | 10 | 31,8 | 637 |
| 23 | 90º | 10 | 15∠–30º | 25∠60º | 15∠45º | 26 | 95,5 | 159 |
| 24 | 45º | 10∠90º | 10∠–30º | 15∠70º | 25∠30º | 56 | 26 | 371 |
| 25 | 60º | 10 | 15∠40º | 12∠–60º | 30∠10º | 3 | 35 | 612 |
| 26 | 30º | 10∠90º | 15∠–50º | 9∠90º | 15∠30º | 5 | 50 | 280 |
| 27 | –60º | 10∠–90º | 15∠–60º | 15 | 15∠10º | 8 | 95 | 160 |
| 28 | –50º | 10 | 25∠10º | 15∠60º | 12∠45º | 65 | 165 | 120 |
| 29 | 60º | 10∠–90º | 15∠90º | 25∠–10º | 15∠50º | 18 | 17 | 92 |
| 30 | 30º | 10∠90º | 15 | 35∠80º | 10∠30º | 6 | 36,6 | 160 |

*Таблица 3.2*

**Параметры цепи для варианта №…**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  варианта | *Z*a *=* | | | | *Z*b *=* | | | | *Z*с *=* | | | | | *Z*л *=* | | *Z*ф | | | |
| *R,*  Ом | *L,* мГн | | *C,*  мкФ | *R,* Ом | | *L,* мГн | *C,*  мкФ | *R,* Ом | | *L,* мГн | *C,*  мкФ | | *R,* Ом | *L,* мГн | *R,* Ом | | *L,* мГн | *C,*  мкФ |
|  |  |  | |  |  | |  |  |  | |  |  | |  |  |  | |  |  |
| *U*A *=* | | | *U*B *=* | | | *U*C *=* | | | | *U*AB *=* | | | *U*BC *=* | | | | *U*CA *=* | | |

*Таблица 3.3*

**Результаты расчета параметров цепи**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Напряжения на нагрузках, В | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *U*a = | | | *U*b = | | | *U*c = | | | *U*ab = | | | | *U*bc = | | | | *U*ca = | | |
| Δ*U*л = | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Комплексные действующие токи цепей, *А* | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *I*a | *I*b | *I*c | | *I*ab | *I*bc | | *I*ca | *I*Aл | | *I*Bл | *I*Cл | | | *I*A | *I*B | | | *I*C | *I*nN |
|  |  |  | |  |  | |  |  | |  |  | | |  |  | | |  |  |
| Мощности цепи | | | | | | | | Показания ваттметров, Вт | | | | | | | | | | | |
| *P*ц = Вт | | | | *Q*ц = вар | | | | *PW*1 = | | | | *PW*2 = | | | | *PW*3 = | | | |