**ЗАДАНИЕ 1**

**Разветвленные цепи постоянного тока**

Дана обобщённая схема цепи (рис.1.1). Параметры элементов схемы приведены в

таблице 1.

*R*3

*R*5

*R*1

*R*2

*R*4

*E*1

*E*2

*E*3

*E*4

*E*5

1. По заданной схеме нарисовать схему, ответствую вующую вашему варианту, и указать на ней заданные в таблице 1.1 па ппараметры. При этом источники, значения ЭДС которых не указуказаны в таблице, следует в схеме закоротить (убрать).
2. Составить уравнения по законам Кирхгофа и определить токи цепи.
3. Проверить выполнение баланса мощностей.

Рис. 1.1. Обобщенная схема цепи

Таблица 1.1

|  |  |
| --- | --- |
| **№****вар.** | Сопротивления резисторов, Ом |
| *E*1,В | *E* 2,В | *E* 3,В | *E* 4,В | *E* 5,В | *R*1,Ом | *R* 2,Ом | *R* 3,Ом | *R* 4,Ом | *R* 5,Ом |
| **1** | 150 | –50 | — | — | 300 | 70 | 60 | 20 | 60 | 60 |
| **2** | — | –200 | –50 | — | 150 | 90 | 90 | 90 | 70 | 10 |
| **3** | 350 | — | — | 300 | 250 | 10 | 10 | 60 | 30 | 90 |
| **4** | — | 100 | — | 250 | –250 | 30 | 30 | 40 | 90 | 70 |
| **5** | 150 | — | –300 | 300 | — | 70 | 70 | 20 | 10 | 20 |
| **6** | — | 250 | — | 100 | –200 | 30 | 30 | 10 | 20 | 80 |
| **7** | — | 150 | — | 300 | — | 60 | 60 | 20 | 60 | 60 |
| **8** | — | 100 | 300 | — | — | 90 | 90 | 10 | 30 | 40 |
| **9** | 150 | — | 200 | — | 300 | 10 | 20 | 30 | 70 | 80 |
| **10** | — | — | — | — | –100 | 50 | 50 | 80 | 20 | 40 |
| **11** | 200 | — | –150 | — | –100 | 80 | 80 | 20 | 80 | 30 |
| **12** | 300 | — | — | 300 | — | 40 | 20 | 30 | 90 | 80 |
| **13** | 100 | 350 | — | — | 50 | 10 | 10 | 30 | 50 | 80 |
| **14** | -50 | — | — | 100 | — | 20 | 20 | 90 | 70 | 50 |
| **15** | 150 | — | — | — | 300 | 25 | 25 | 80 | 45 | 10 |
| **16** | 100 | 300 | — | — | –50 | 50 | 50 | 20 | 20 | 40 |
| **17** | — | 350 | 100 | — | –200 | 30 | 30 | 60 | 20 | 80 |
| **18** | 250 | — | — | 300 | 50 | 40 | 30 | 50 | 70 | 60 |
| **19** | — | –50 | 200 | — | 250 | 20 | 20 | 60 | 10 | 90 |
| **20** | 150 | — | 400 | –100 | — | 50 | 50 | 10 | 60 | 20 |
| **21** | — | 100 | — | 350 | –400 | 55 | 55 | 20 | 35 | 40 |
| **22** | — | –200 | — | 150 | — | 30 | 30 | 50 | 70 | 60 |
| **23** | — | –150 | 200 | — | — | 10 | 10 | 90 | 40 | 30 |
| **24** | 400 | — | –150 | — | 200 | 20 | 20 | 70 | 30 | 20 |
| **25** | — | — | — | 100 | –200 | 80 | 80 | 50 | 20 | 20 |
| **26** | 100 | 300 | — | — | –50 | 30 | 30 | 90 | 50 | 70 |
| **27** | 200 | — | — | 150 | — | 20 | 20 | 90 | 20 | 40 |
| **28** | 200 | 100 | — | –350 | 250 | 60 | 60 | 20 | 80 | 10 |
| **29** | 400 | — | 150 | –300 | — | 30 | 30 | 50 | 70 | 60 |
| **30** | 200 | — | –150 | — | 100 | 85 | 85 | 20 | 55 | 30 |
| **31** | 100 | 350 | — | –50 | 50 | 55 | 55 | 20 | 35 | 40 |
| **32** | –50 | — | 50 | 100 | — | 30 | 30 | 50 | 70 | 60 |

Контрольные вопросы

1. Дайте определение идеального источника ЭДС.

2. Что такое резистор?

3. Изобразите схему замещения реального источника ЭДС.

4. Перечислите основные обозначения и единицы измерения величин, принятые в электротехнике.

5. Сформулируйте первый закон Кирхгофа.

6. Сформулируйте второй закон Кирхгофа.

7. Запишите формулу для вычисления мощности участка цепи с резистором.

8. Определите число уравнений, составляемых по первому и второму законам Кирхгофа н для расчета токов в электрической цепи, содержащей шесть ветвей и четыре узла.

9. Какое соотношение между *R*Л и *R*Н наиболее эффективно для цепи передачи электрической энергии? Объясните выводы.

10. В каком случае разность мощностей источника и нагрузки цепи (*Р*ист.– *Р*) равна 0?

**ЗАДАНИЕ 2**

**Цепь синусоидального тока**

Для заданной схемы цепи (рис. 2.1а для нечетных вариантов, рис. 2.1б — для четных вариантов) с параметрами, приведенными в таблице 2.1, определить действующий и мгновенный ток в цепи, напряжения на элементах цепи, активную, реактивную и полную мощность. Построить векторную диаграмму. Принять начальную фазу тока ψi = 0.

*R*1

*i*

*a*

*b*

*с*

*d*



*L*2

*R*2

*u*

*L*1

*C*1

*k*

*f*

*d*

*L 11*1 *1*

*f*

*R*1

*i*

*a*

*b*

*с*



*R*2

*u*

*C*2

*k*

*C*1

Рис. 2.1. а) б)

Таблица 2.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | *U*,B | *R*1,Ом | *R*2,Ом | *L*1,мГн | *L*2,Гн | *C*1,мкФ  | *С*2,мкФ | **№** | *U*,B | *R*1,Ом | *R*2,Ом | *L*1,Гн | *L*2,Гн | *C*1,мкФ  | *С*2,мкФ |
| **1** | 100 | 20 | 100 | 100 | 0,1 | 636 | 30 | **16** | 10 | 20 | 10 | 0,63 | 0,05 | 300 | 300 |
| **2** | 200 | 20 | 10 | 636 | 0,06 | 636 | 636 | **17** | 10 | 20 | 50 | 0,63 | 0,12 | 636 | 636 |
| **3** | 10 | 100 | 10 | 318 | 0,2 | 100 | 636 | **18** | 50 | 20 | 100 | 0,14 | 0,1 | 30 | 30 |
| **4** | 20 | 10 | 10 | 300 | 0,63 | 636 | 636 | **19** | 100 | 20 | 30 | 0,63 | 0,63 | 636 | 636 |
| **5** | 400 | 10 | 50 | 159 | 0,12 | 318 | 100 | **20** | 30 | 100 | 10 | 0,05 | 0,2 | 100 | 636 |
| **6** | 40 | 10 | 20 | 150 | 0,63 | 150 | 636 | **21** | 10 | 10 | 10 | 0,12 | 0,63 | 636 | 636 |
| **7** | 220 | 50 | 20 | 300 | 0,38 | 636 | 318 | **22** | 50 | 10 | 50 | 0,1 | 0,17 | 318 | 100 |
| **8** | 127 | 100 | 100 | 100 | 0,03 | 100 | 150 | **23** | 200 | 10 | 200 | 0,63 | 0,63 | 150 | 636 |
| **9** | 300 | 30 | 10 | 15 | 0,06 | 30 | 636 | **24** | 15 | 50 | 15 | 0,2 | 0,31 | 636 | 318 |
| **10** | 120 | 10 | 10 | 15 | 0,1 | 100 | 30 | **25** | 10 | 100 | 10 | 0,63 | 0,03 | 30 | 150 |
| **11** | 30 | 50 | 10 | 30 | 0,2 | 30 | 15 | **26** | 20 | 30 | 20 | 0,17 | 0,06 | 15 | 636 |
| **12** | 40 | 200 | 30 | 15 | 0,2 | 300 | 100 | **27** | 100 | 10 | 20 | 0,63 | 0,1 | 636 | 30 |
| **13** | 60 | 15 | 10 | 318 | 0,1 | 636 | 30 | **28** | 200 | 50 | 20 | 0,31 | 0,2 | 636 | 15 |
| **14** | 120 | 10 | 50 | 318 | 0,1 | 100 | 100 | **29** | 10 | 200 | 20 | 0,03 | 0,2 | 100 | 100 |
| **15** | 30 | 20 | 200 | 636 | 0,1 | 30 | 30 | **30** | 20 | 15 | 100 | 0,06 | 0,1 | 636 | 30 |
| **31** | 127 | 100 | 100 | 75 | 0,35 | 100 | 150 | **32** | 15 | 50 | 25 | 0,4 | 0,63 | 150 | 636 |

**ЗАДАНИЕ 3**

**Реактивные элементы цепи синусоидального тока**

3.1. Цепь представляет собой аналог индуктивной катушки (например, магнитного пускателя) и конденсатора с учётом потерь в диэлектрике.

 *e*

10⋅*N*

*PV*

*PV*

 *C*

*N,мкФ*

 *R*

 *N,Ом*

*I*

 *L*

 *N,*

*мГн*

*U*

Рис. 3.1

3.2. *Записать* задание.

3.3. *Нарисовать* схему цепи (рис.3-1) и записать из таблицы 3.1 её параметры

согласно варианту (где *N* – Ваш номер в журнале группы): *е* = 10∙*N*, *В*; *R=N*, *Ом.*

3.4. *Нарисовать* таблицу 3.2.

 3.5. *Рассчитать* сопротивления катушки *х*LРи конденсатора *х*CР при изменении частоты источника питания различной частоте (задана в таблице 3.2). Результаты *записать* в таблицу 3.2.

3.6. *Построить* на одном графике рассчитанные кривые изменения сопротивлений катушки *х*LР и конденсатора *х*CР от частоты(*f).*

3.7. Отметить частоту, при которой в последовательной цепи с заданными параметрами катушки и конденсатора возможен резонанс.

Таблица 3.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***№***  | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** |
| *C*, *мкФ* | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 | 190 | 200 | 210 |
| *L*, *мГн* | 92,10 | 84,60 | 77,94 | 72,37 | 67,55 | 63,50 | 59,55 | 56,20 | 53,25 | 50,80 | 48,15 |
| ***№***  | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** | **19** | **20** | **21** | **22** |
| *C*, *мкФ* | 220 | 230 | 240 | 250 | 260 | 270 | 280 | 290 | 300 | 310 | 320 |
| *L*, *мГн* | 46,05 | 44,05 | 42,22 | 40,53 | 38,97 | 37,53 | 36,19 | 34,94 | 33,77 | 32,68 | 31,66 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***№***  | **24** | **25** | **26** | **27** | **28** | **29** | **30** | **31** | **32** |
| *C*, *мкФ* | 340 | 350 | 360 | 370 | 380 | 390 | 400 | 410 | 420 |
| *L*, *мГн* | 29,80 | 28,95 | 28,14 | 27,38 | 26,66 | 25,98 | 25,33 | 25,06 | 22,12 |

Таблица 3.2

|  |  |
| --- | --- |
| Элементы | Ч а с т о т а , Гц |
| и параметры цепи | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 |
| Катушка | рассч. | *х*LР = 2*π f L*•10-3, Ом |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Конденсатор | рассч. | *х*CР=1/2*π f С*•10-6, Ом |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**ЗАДАНИЕ 4-5**

**Резонансы в цепи синусоидального тока**

4.1. Рассчитать и построить частотные характеристики и резонансные кривые последовательного и параллельного колебательного контура.

4.2. Используя элементы цепи (рис. 4-5.1), *составить* и *зарисовать* схемы цепей с ***последовательным*** соединением резистора, катушки и конденсатора (последовательный колебательный контур ) и ***параллельным*** со­единением этих элементов (параллельный колебательный контур) и *записать* на схемах заданные параметры согласно варианту (где *N* — номер Вашего варианта):

 *E* = 10 + 5*N*, В; *R*1, *L*1 и *С*1; *R*2, *L*2 и *С*2 — заданы в таблицах 4.1 и 5.1.

2.4. *Рассчитать* резонансные частоты последовательного *f*01 и параллельного *f*02 колебательного контура. Значение частот в Гц записать соответственно в таблицы 4.2 и 5.2.

*R*1

*РV*R

 *e*

*РW*

*I*1

*РA*

 *R* 2

*I*2

 *РА*R

 *РА*L *РА*C

*I*3

*L* 2 *C*

*I*4

*РА*С

*С*2

*L*1

*РV*L

*C*1

*РV*С

Рис. 4-5.1. Элементы цепи

**Последовательное соединение *R*1, *L*1 и *С*1**

Таблица 4.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | *R*1, Ом | *C*1, мкФ | *L*1, мГн | **№** | *R*1, Ом | *C*1, мкФ | *L*1, мГн | **№** | *R*1, Ом | *C*1, мкФ | *L*1, мГн |
| **1** | 24 | 22 | 110 | **12** | 13 | 44 | 220 | **23** | 10 | 55 | 360 |
| **2** | 23 | 24 | 120 | **13** | 12 | 46 | 230 | **24** | 10 | 60 | 380 |
| **3** | 22 | 26 | 130 | **14** | 11 | 48 | 240 | **25** | 10 | 65 | 400 |
| **4** | 21 | 28 | 140 | **15** | 10 | 10 | 250 | **26** | 9 | 70 | 420 |
| **5** | 20 | 30 | 150 | **16** | 10 | 20 | 220 | **27** | 9 | 76 | 440 |
| **6** | 19 | 32 | 160 | **17** | 10 | 25 | 240 | **28** | 9 | 80 | 460 |
| **7** | 18 | 34 | 170 | **18** | 10 | 30 | 260 | **29** | 9 | 85 | 480 |
| **8** | 17 | 36 | 180 | **19** | 10 | 35 | 280 | **30** | 8 | 90 | 500 |
| **9** | 16 | 38 | 190 | **20** | 10 | 40 | 300 | **31** | 8 | 95 | 490 |
| **10** | 15 | 40 | 200 | **21** | 10 | 45 | 320 | **32** | 8 | 100 | 470 |
| **11** | 14 | 42 | 210 | **22** | 10 | 50 | 340 | **33** | 8 | 22 | 450 |

**Параллельное соединение *R*2, *L*2 и *С*2**

 Таблица 5.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | *R*2, Ом | *C*2, мкФ | *L*2, мГн | **№** | *R*2, Ом | *C*2, мкФ | *L*2, мГн | **№** | *R*2, Ом | *C*2, мкФ | *L*2, мГн |
| **1** | 70 | 12 | 10 | **12** | 65 | 34 | 70 | **23** | 80 | 2 | 45 |
| **2** | 65 | 14 | 15 | **13** | 60 | 36 | 80 | **24** | 90 | 3 | 50 |
| **3** | 60 | 16 | 20 | **14** | 60 | 38 | 90 | **25** | 100 | 4 | 55 |
| **4** | 55 | 18 | 25 | **15** | 50 | 40 | 100 | **26** | 80 | 5 | 60 |
| **5** | 60 | 20 | 30 | **16** | 220 | 4 | 80 | **27** | 90 | 7 | 65 |
| **6** | 65 | 22 | 35 | **17** | 220 | 6 | 100 | **28** | 100 | 8 | 70 |
| **7** | 70 | 24 | 40 | **18** | 200 | 8 | 120 | **29** | 80 | 9 | 75 |
| **8** | 80 | 26 | 45 | **19** | 210 | 10 | 130 | **30** | 90 | 10 | 80 |
| **9** | 75 | 28 | 50 | **20** | 124 | 15 | 140 | **31** | 100 | 12 | 86 |
| **10** | 65 | 30 | 55 | **21** | 100 | 10 | 150 | **32** | 220 | 14 | 90 |
| **11** | 60 | 32 | 60 | **22** | 90 | 1 | 40 | **33** | 100 | 16 | 100 |

4.5. *Рассчитать* токи, напряжения на элементах цепи и активную мощность на одной из частот до резонанса (*f* = 0,6*f*0), в момент резонанса (*f* = *f*0) и после резонанса (*f* = 1,4 *f*0). Результаты расчета записать в таблицы .4.2 и 5.2.

**Последовательный колебательный контур**

Таблица 4.2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **f,** | **0,2fo** | **0,4fo** | **0,6fo** | **0,8fo** | **fo** | **1,2fo** | **1,4fo** | **1,6fo** | **1,8fo** | **2,0fo** |
| **f, Гц** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **I, А** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **UR,Ом** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **UL,Ом** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **UC,Ом** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **XL,Ом,** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **XC,Ом** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **X,Ом** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Z,Ом** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **P,Вт** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Q,ВАр** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **S,ВА** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Cosφ** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Параллельный контур**

Таблица 5.2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **f,** | **0,2fo** | **0,4fo** | **0,6fo** | **0,8fo** | **fo** | **1,2fo** | **1,4fo** | **1,6fo** | **1,8fo** | **2,0fo** |
| **f, Гц** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **I, А** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **IR, А** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **IL, А** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **IC, А** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **G, См** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **BL,См** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **BC,См** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Y, См** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **P,Вт** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Q,ВАр** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **S,ВА** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Cosφ** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**5. Контрольные вопросы к заданиям 2-5.**

1. Как получить синусоидальнуюЭДС?

2. Перечислите основные характеристики синусоидальной ЭДС*.*

3. Начертите электрическую схему замещения катушки индуктивности и запишите формулы для определения параметров этой схемы, постройте векторную диаграмму.

4.Запишите формулу для определения полного сопротивления цепи с последовательным соединением резистора, катушки индуктивности и конденсатора.

5. Каково условие резонанса напряжений?

6. Начертите векторную диаграмму при резонансе напряжений.

7. Дайте определение коэффициента мощности цепи.

8. При каких условиях в цепи синусоидального тока возникает резонанс напряжений?

9. При каких условиях в цепи синусоидального тока возникает резонанс токов?

10. В какой цепи при равенстве *х*L = *х*C возникает резонанс? Как называют резонанс в такой цепи?

**ЗАДАНИЕ 6**

**Принцип повышения СOSφ**

****

Рис.6.1 Принцип повышения коэффициента мощности: а) – схема электрической цепи; б) – векторная диаграмма цепи без компенсации; в) - векторная диаграмма цепи при введении дополнительной емкости.

**а) цепь без компенсаии**

Рассчитать Сosφ1

Выполнить расчеты, данные занести в таблицу 6.1.

Мощность нагрузки P=U\*I1\*Сosφ, Вт

Ток цепи I1=U/Z, А

Полное сопротивление цепи Z2=R2+XL2, Ом

Индуктивное сопротивление цепи XL =ωL, Ом

L- индуктивность, Гн

ω - угловая частота (314с -1)

Пользуясь таблицами Брадиса, определить

tg φ1= XL/Rφ1 Сosφ1,

**б) цепь с компенсацией.**

 Рассчитать емкость конденсатора С.

Выполнить расчеты, данные занести в таблицу 5.

Сosφ2, φ2 tg φ2

Емкость конденсатора С= Р\*( tg φ1 -tg φ2)/ ω\* U2,Ф

Таблица 6.1.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| U, В | R, Ом | L, Гн | Z, Ом | tg φ1 | φ1 , град | Сosφ1 | I1, А | P, Вт | Сosφ2 | φ2, град | tg φ2 | С, мкФ |
| **220** | **10№** | **105** |  |  |  |  |  |  | **0,95** |  |  |  |
| **380** | **10№** | **120** |  |  |  |  |  |  | **0,95** |  |  |  |

**№ – порядковый номер по ведомости.**

**ЗАДАНИЕ 7-8**

**Расчет трехфазных цепей.**

*Z*a

*b*

*c*

*n*

*a*

*Z*b

*Z*c

*u*a

*u*b

*u*c

*i*A

*i*B

*i*C

*A*

*e*А

*e*B

*e*C

*B*

*Y*

C

*Z*

*X*

*C*

*B*

*A*

*N*

*i*nN

*u*А

*u*B

*u*C

Рис 7.1 Соединение потребителей по схеме «звезда»

*a*

*b*

*c*

*Z*ab

*Z*bcc

*Z*ca

*I*ab

*I*bc

*I*ca

*I*A

*I*B

*I*C

*A*

*Е*А

*Е*B

*Е*C

*B*

*Y*

C

*Z*

*X*

*C*

*B*

*A*

*N*

*U*А

*U*B

*U*C

Рис.8. 1.Соединение потребителей по схеме «треугольник»

***Четырехпроводная симметричная трехфазная цепь (рис. 7.1)***

При исходных данных, приведенных в табл. 7-8.1, определить:

1) действующие и мгновенные значения фазных и линейных напряжений трехфазного источника;

2) действующие и мгновенные токи цепи;

3) активную, реактивную и полную мощность цепи;

4) построить векторную диаграмму токов и напряжений цепи.

Таблица 7-8.1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№****вар.** | Напряжение источника, В | *Z*ф, Ом | **№****вар.** | Напряжение источника, В | *Z*ф, Ом |
| **1** | *u*A = 127sin (314*t* + 300) | *R* = 10 | **19** | *u*A = 100sin (314*t* + 900) | *X*C = 14 |
| **2** | *u*AB = 200sin (314*t* – 300) | *X*C =15 | **20** | *u*BC = 220sin (314*t* – 900) | *X*L = 60 |
| **3** | *u*B = 100sin (314*t* + 300) | *X*L = 20 | **21** | *u*C = 220sin (314*t* + 1200) | *X*L = 80  |
| **4** | *u*BC = 200sin (314*t* – 300) | *X*C = 25 | **22** | *u*B = 220sin (314*t* – 1200) | *R* = 90 |
| **5** | *u*A = 100sin (314*t* + 1200) | *X*L = 50 | **23** | *u*CA =380sin (314*t* + 2400) | *X*C =15 |
| **6** | *u*CA = 100sin (314*t* – 1200) | *R* =50 | **24** | *u*BC = 220sin (314*t* – 600) | *X*L = 10 |
| **7** | *uC* = 200sin (314*t* + 600) | *X*C = 15 | **25** | *u*A = 127sin (314*t* + 1500) | *X*L = 20 |
| **8** | *u*AB = 200sin (314*t* – 300) | *X*L = 15 | **26** | *u*C = 220sin (314*t* – 300) | *X*L = 60  |
| **9** | *u*A = 100sin (314*t* + 300) | *X*L = 20 | **27** | *u*B = 127sin (314*t* + 300) | *X*L =45  |
| **10** | *u*AB = 200sin (314*t* – 900) | *R* = 10 | **28** | *u*AB =380sin (314*t* – 1500) | XC = 50 |
| **11** | *u*CA = 150sin (314*t* + 450) | *X*L = 14 | **29** | *u*CA = 220sin (314*t* + 300) | *R* = 14  |
| **12** | *u*AB = 220sin (314*t* – 2400) | *X*C = 60 | **30** | *u*BC = 220sin (314*t* – 450) | *X*L = 60  |
| **13** | *u*B = 127sin (314*t* + 300) |  *X*L = 80 | **31** | *u*C = 220sin (314*t* + 4500) | *X*L = 80 |
| **14** | *u*AB = 380sin (314*t* + 900) | *R* = 90 | **32** | *u*AB =380sin (314*t* – 1200) | XC = 90 |
| **15** | *u*B = 127sin (314*t* + 300) | *X*L = 15 | **33** | *u*A = 170sin (314*t* + 900) | *R* = 15 |
| **16** | *u*BC = 220sin (314*t* – 600) | *X*C =10 | **34** | *u*B = 220sin (314*t* – 900) | *X*L =10  |
| **17** | *u*CA = 100sin (314*t* + 300) |  *X*L =20 | **35** | *u*CA 100sin (314*t* + 2400) | XC = 20 |
| **18** | *u*CB = 200sin (314*t* – 300) | *X*C =60 | **36** | *u*AB =380sin (314*t* – 2400) | *R* = 60 |

***Трехфазная цепь при соединении симметричной нагрузки***

***«треугольником»* (рис*.* 8.1)**

При исходных данных, приведенных в табл. 7.8.1, определить:

1) действующие и мгновенные значения фазных и линейных токов трехфазного источника;

2) действующие и мгновенные напряжений цепи;

3) активную, реактивную и полную мощность цепи;

4.) построить векторную диаграмму токов и напряжений цепи.

**Контрольные вопросы**

1. В чем заключаются преимущества трехфазной системы перед однофазной?
2. Чему равна сумма линейных напряжений трехфазного источника.
3. Запишите соотношения между фазными и линейными напряжениями при соединении трехфазного источника «звездой».
4. Какая схема трехфазного источника чаще всего используется в электротехнике и почему?
5. Как называются провода, соединяющие трехфазный источник с нагрузкой.
6. Начертите схему трехфазной цепи при соединения обмоток генератора и нагрузки «треугольником».
7. Какую схему соединения симметричной нагрузки выгоднее использовать в трехфазных цепях?
8. Запишите соотношения между фазными и линейными токами при соединении нагрузки «треугольником».
9. Что такое симметричный режим трехфазной цепи?
10. Определите, чему равен ток в нейтральном проводе при симметричном режиме.
11. Запишите формулы для определения активной, реактивной и полной мощности трехфазной цепи при симметричном режиме.
12. Начертите топографическую диаграмму напряжений и векторную диаграмму токов для трехфазной цепи, соединенной «треугольником», при симметричном режиме.

**ЗАДАНИЕ 9**

**Однофазный трансформатор**

**Задача.** Для трансформатора с полной мощностью *S*н и напряжениями *U*1н, *U*2н определить коэффициент трансформации *n*, число витков *w*1 ( *w*2 ), а также токи в обмотках *I*1н и *I*2н .

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | S,кВА | U1н | U2н | w1 | w2 |
| Четн | № | 220 | 140 | 140 | - |
| Нечетн | № | 60 | 127 | - | 60 |

Контрольные вопросы

1. Каково устройство и принцип действия однофазного трансформатора?

1. Как определяют коэффициент трансформации трансформатора?
2. Объясните устройство сердечника трансформатора.
3. Назовите виды потерь энергии в трансформаторе.
4. Для каких целей проводят опыты холостого хода и короткого замыкания?
5. Почему трансформаторы используются только в цепях переменного тока?
6. Запишите формулы для мгновенных значений первичной и вторичной ЭДС трансформатора.
7. Почему с увеличением нагрузки уменьшается вторичное напряжение трансформатора?
8. Как можно опытным путем определить число витков первичной и вторичной обмоток трансформатора?
9. Какой режим цепи будет при *R*Н= 0? Чему при этом режиме равно напряжение на нагрузке?
10. Какой режим цепи будет при *R*Н= ∞? Чему при этом равен ток в цепи?

**ЗАДАНИЕ 10**

**Расчет параметров машины переменного тока.**

**Задача.**

1**.** Для асинхронного электродвигателя определить номинальный ток, потребляемый из сети 1н, если известны следующие параметры: номинальная мощность(Pн), номинальная частота (n), коэффициент мощности (Cosφ), кратность пускового момента (KМпуск,) кратность момента критического (KМкр), число пар магнитных полюсов на фазу(p) коэффициент полезного действия.(η).

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Pн,кВт | n,об/мин | Cosφ | KМпуск | p | η, % | KМкр |
| Четн | № | 960 | 0,85 | 1,8 | 3 | 88 | 3 |
| Нечетн | № | 1430 | 0,88 | 1,75 | 2 | 89 | 2.5 |

2. Построить n = f (M), если sк = sн( км+√к2м – 1)

**Контрольные вопросы**

1. Каково устройство и принцип действия асинхронного двигателя?

2. Дайте определение коэффициента скольжения асинхронного двигателя.

3. Что такое реверс и как он осуществляется?

4. Как определяется число пар полюсов асинхронной машины?

 5. Поясните сходство и различия в конструкциях асинхронной и синхронной машин.

6. Расскажите об устройстве ротора синхронной машины.

7. Напишите формулу для определения скорости вращения ротора асинхронной машины.

8. Почему наибольший ток потребляет двигатель не при наибольшем моменте, а при пуске?

9. Как правильно выбрать схему соединения обмоток статора асинхронного двигателя при известном фазном и линейном напряжении сети?

10. Чем отличаются по своей конструкции короткозамкнутый ротор от фазного ротора.

11. Почему наибольший ток двигатель потребляет не при наибольшем моменте сопротивления, а при пуске?

12. Изобразите схематично устройство синхронной машины.

13. Изобразите характеристики синхронного генератора: холостого хода, внешнюю и регулировочную.

14. Объясните принцип работы синхронного двигателя.

**ЗАДАНИЕ 11**

**Расчет параметров машины постоянного тока.**

**Задача.**

Для двигателя постоянного тока параллельного возбуждения заданы параметры (см. таблицу, где *№* — номер варианта): номинальное напряжение *U*н, номинальная мощность *P*н, частота вращения якоря *n*н, номинальный КПД *η*н, ток возбуждения *I*в = 0,04·*I*ни потери мощности в цепи якоря *ΔP*я и в цепи возбуждения *ΔP*в (в процентах от потребляемой двигателем мощности из сети *P*н).

 Определить:

— номинальную угловую частоту *ω*н;

— номинальный момент *М*н;

— номинальный ток, потребляемый от аккумулятора *Ι*н;

— номинальный ток в цепи якоря *Ι*ян;

— номинальный ток в цепи возбуждения *Ι*вн;

— сопротивление цепи якоря *R*я;

— сопротивление цепи возбуждения *R*в;

— КПД *η*н, %.

 Построитьмеханическую и рабочую характеристики стартера.

Результаты расчётов свести в таблицу.

 Параметры двигателя Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***№*** | *U*н, В | *P*н, кВт | *n*н, об/мин | *η*н, % | *ΔР*я, % | *ΔР*в, % |
| **1** | 5,0 | 0,85 | 5000 | 82,2 | 15,4 | 14,6 |
| **2** | 5,5 | 0,90 | 5500 | 84,5 | 16,1 | 15,2 |
| **3** | 6,0 | 0,95 | 5000 | 85,2 | 15,8 | 14,8 |
| **4** | 6,5 | 1,00 | 5200 | 86,1 | 15,2 | 14,3 |
| **5** | 7,0 | 1,05 | 5240 | 84,8 | 15,7 | 14,6 |
| **6** | 7,5 | 1,10 | 5100 | 84,5 | 16,5 | 14,8 |
| **7** | 8,0 | 1,15 | 5400 | 85,5 | 16,2 | 14,1 |
| **8** | 8,5 | 1,20 | 5500 | 86,1 | 15,8 | 14,6 |
| **9** | 9,0 | 1,25 | 5000 | 86,2 | 15,3 | 14,4 |
| **10** | 9,5 | 1,30 | 5500 | 83,0 | 15,4 | 14,3 |
| **11** | 10,0 | 1,35 | 5000 | 84,1 | 15,1 | 14,2 |
| **12** | 10,5 | 1,40 | 5200 | 83,0 | 15,3 | 14,3 |
| **13** | 11,0 | 1,45 | 5240 | 85,1 | 15,0 | 14,2 |
| **14** | 11,5 | 1,50 | 5100 | 84,2 | 15,2 | 14,3 |
| **15** | 12,0 | 1,55 | 5400 | 85,3 | 14,8 | 14,0 |
| **16** | 10,0 | 0,85 | 5240 | 84,8 | 16,5 | 14,6 |
| **17** | 10,5 | 0,90 | 5100 | 84,5 | 16,2 | 15,2 |
| **18** | 11,0 | 1,10 | 5400 | 85,5 | 15,8 | 14,8 |
| **19** | 11,5 | 1,15 | 5500 | 86,1 | 15,3 | 14,3 |
| **20** | 12,0 | 1,20 | 5000 | 86,2 | 15,4 | 14,6 |
| **21** | 10,0 | 1,25 | 5200 | 83,0 | 15,1 | 14,8 |
| **22** | 10,5 | 1,30 | 5240 | 84,8 | 15,3 | 14,1 |
| **23** | 5,0 | 1,35 | 5100 | 82,2 | 16,5 | 14,6 |
| **24** | 5,5 | 1,10 | 5400 | 84,5 | 16,2 | 14,6 |
| **25** | 6,0 | 1,10 | 5000 | 85,2 | 15,8 | 15,2 |
| **26** | 6,5 | 1,15 | 5240 | 86,1 | 15,3 | 14,8 |
| **27** | 7,0 | 1,20 | 5100 | 84,8 | 15,4 | 14,3 |
| **28** | 7,5 | 1,25 | 5400 | 84,5 | 15,1 | 14,6 |
| **29** | 8,0 | 1,30 | 5500 | 85,5 | 15,3 | 14,8 |
| **30** | 8,5 | 1,35 | 5000 | 82,2 | 15,4 | 14,1 |
| **31** | 8,0 | 1,4 | 5100 | 86,0 | 15,2 | 14,6 |
| **32** | 7,5 | 1,45 | 5240 | 85,5 | 15,3 | 14,8 |

Контрольные вопросы

1. Объясните устройство и принцип действия генератора постоянного тока.
2. Начертите и объясните внешнюю характеристику генератора.
3. Изобразите схему включения генератора с параллельным возбуждением.
4. Что понимают под реакцией якоря машины постоянного тока?
5. Каковы причины искрения в машинах постоянного тока и как его уменьшить
6. Объясните принцип действия двигателя постоянного тока.
7. В каком случае возможен «разнос» двигателя последовательного возбуждения?
8. Перечислите способы регулирования частоты вращения двигателей параллельного возбуждения.
9. Перечислите способы пуска двигателя параллельного возбуждения.

10.Сравните внешние характеристики различных типов генераторов.

**ЗАДАНИЕ 12**

**Измерение электрических параметров.**

Диапазоны измерений вольтметров 0…250 *В* (для четных *N*) и 0…500 *В* (для нечетных *N*). В сети с напряжением 220 *В* (для чётных *N*) и 380 *В* (для нечётных *N*) их показания отличаются от напряжения сети на –0,15∙*N*, *В* (для чётных *N*) и на +0,3∙*N*, *В* (для нечётных *N*). *Рассчитать* **абсолютную, относительную** и **приведенную** погрешности вольтметра и установить его **класс точности**.

**Задача №2.**

Результаты поверки амперметра: диапазон измерений, отметки шкалы и соответствующие им показания образцового прибора для чётных и нечётных вариантов *N* заданы в таблице 1.

Таблица 1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Варианты | Диапазон измерений, *А* | Отметки шкалы, *A* | Показания образцового прибора, *A* |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| четные | 0…5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1–0,01∙*N* | 2+0,01∙*N* | 3–0,01∙*N* | 4+0,01∙*N* | 5–0,01∙*N* |
| нечетные | 0...50 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 10+0,1∙*N* | 20–0,1∙*N* | 30+0,1∙*N* | 40–0,1∙*N* | 50–0,1∙*N* |

 *Рассчитать* **абсолютные, относительные** и **приведенные** погрешности амперметра и установить его **класс точности**. Результаты представить в таблице 2.

*Построить* ломаными линиями в *одной* системе координат графики **абсолютных, относительных** и **приведенных** погрешностей. *Нанести* на графике прямую, отображающую *класс точности прибора*.

Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Отметки шкалы, *A*Погрешности | 1(10) | 2(20) | 3(30) | 4(40) | 5(50) | Классточности  |
| абсолютные, *А* |  |  |  |  |  |  |
| относительные, % |  |  |  |  |  |
| приведенные, % |  |  |  |  |  |

Контрольные вопросы

1. Погрешность измерений — это разность между \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ значением измеряемой величины.

2. Абсолютная погрешность измерений — это разность \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ значений измеряемой величины.

3. Относительная погрешность измерений — это отношение \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_к \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ значению измеряемой величины, выраженное в процентах.

4. Абсолютная погрешность прибора — это разность его \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_и \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ значения измеряемой величины.

5. Относительная погрешность прибора — это отношение его \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_к \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ значению измеряемой величины, выраженное в процентах.

6. Чувствительность измерительного прибора – это отношение \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ сигнала на его выходе к соответствующему \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ измеряемой величины.

7. Приведенная погрешность прибора — это отношение \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ к его\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ значению, выраженное в процентах.

8. Класс точности измерительного прибора — это его наибольшая \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ погрешность.

9. Определите абсолютную погрешность амперметра в цепи с током 5 А, если он показывает 4,9 А:

10. Определите относительную погрешность измерений напряжения 220 В вольтметром с верхней границей диапазона измерений 250 В, если он показывает 217,5 В:

##

## **Основная литература**

1. В.А. Воробьев. Электрификация и автоматизация сельскохозяйственного производства- М.: «КолосС», 2005-279с.

2. И.А.Данилов. Общая электротехника-М: Юрайт,2013-676с.

3. Ф.Е. Евдокимов. Теоретические основы электротехники: Учебник для студентов образовательных учреждений среднего проф. образования/
 9-е издание- М.: Издательский центр «Академия», 2004 – 560 с.

4. М.А.Жаворонков, А.В.Кузин. Электротехника и электроника/ 4-е издание - М.: Издательский центр «Академия», 2011-400с.

5. М.М. Кацман. Электрические машины: Учебник для студентов образовательных учреждений среднего проф. образования/ 6-е издание исправленное и дополненное – М.: Издательский центр «Академия», 2006 – 496 с.

6. А.П. Михальцов, В.И. Мрочек и др. Методические указания к выполнению лабораторных работ на стендах. НТП «Центр» : Могилев, 2007.

7. В.А.Панфилов. Электрические измерения: Учебник для среднего проф. образования/ 2-е издание - М.: Издательский центр «Академия», 2008-288 с.

##

## **Дополнительная литература**

1. В.Г.Герасимова Электротехнический справочник тт.1-4/ М.:из-во МЭИ,2003-2004, [DYVU]… … .
2. Рынок Электротехники: Журнал-справочник/ www.marketelektro.ru
3. Новости электротехники: Отраслевое информационно-справочное издание/ info@news.elteh.ru