**Задача 3. РАСЧЕТ ТРЕХФАЗНЫХ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ**

3.1. Расчет трехфазных линейных электрических цепей при соединении фаз приемника звездой

Условие задачи.

Для заданной электрической схемы (рис. 3.1) с известными парамет­рами (табл. 3.1) определить токи и напряжения в четырехпроводной цепи. Вычислить активную, реактивную и полную мощности цепи. Построить в масштабе векторную диаграмму линейных и фазных напряжений и токов генератора и приемника.



Рис. 3.1. Соединение фаз приемника звездой

Определить фазные напряжения и токи после обрыва нейтрального провода. Построить векторную диаграмму линейных и фазных напряжений и токов генератора и приемника.

Методические указания.

Задачу решить, используя символический метод расчета.

Для четырехпроводной звезды напряжения фаз генератора (источни­ка) и приемника принять равными (т. е. пренебречь потерями в соедини­тельных проводах).

Вектор напряжения фазы "А" генератора рекомендуется совместить с положительным направлением оси вещественных чисел *(Ů*A= *U).*

Трехфазную систему фазных и линейных напряжений генератора принять симметричной (т. е. напряжения равны по модулю и сдвинуты друг относительно друга на 120°).

Исходные данные для задачи 3.1.

Таблица 3.1

|  |  |
| --- | --- |
| Номер вариа-нта | Значения параметров |
| UA, B | Сопротивление фазы «а», Ом | Сопротивление фазы «b», Ом | Сопротивление фазы «c», Ом |
| R | XL | XC | R | XL | XC | R | XL | XC |
| 12 | 380 | 38 | - | - | 15 | - | 20 | 20 | 20 | - |

Примечание: элементы R , XL , XC в фазах соединены последовательно.

**Пример решения задачи**

Трехфазная нагрузка включена четырехпроводной звездой. Фазное напряжение генератора *Ů*A = 220 В; Za= 22 Ом; Zb = (16 +j12) =20ej37° Ом; *Zc=(12-j16)=20e-j53° Ом.*

Определить токи в фазах и нейтральном проводе, мощность цепи. По­строить векторную диаграмму напряжений и токов. Решение произвести для двух режимов:

а) нейтральный провод исправен; б) нейтральный провод оборван.

*а). Нейтральный провод исправен.*

Ů*a*= ŮA=220В;

Ů*b=* Ů*B=220e-j120°=(-110-j190) B;*

Ů*c=* Ů*C=220ej120(-110+j190) B.*

*İa=* Ů*a/Za=220/22=10 A;*

*İb=* Ů*b/Zb=220e-j120°/20ej37°=11e-j157°=(-10,13-j4,3) A;*

*İc=* Ů*c/Zc=220ej120°/20e-53°=11ej173°=(-10,92+j1,34) A.*

*İN= İa+ İb+ İc=10+(-10,13-j4,3)+(-10,92+j1,34)=(-11,05-j2,96)=11,44e-j165° A.* (3.1)

*S(3)=Sa+ Sb+ Sc=ŮaÏa+ ŮbÏb+ ŮcÏc=220\*10+220e-120°11ej157°+220ej120°11ej173°=2200+2420ej37°+2420e-j53°=2200+(1933+j1456)+(1456-j1933)=(5589-j477)=5610e-j5° BA.*

Векторная диаграмма напряжений и токов представлена на рис. 3.2.



Рис. 3.2. Векторная диаграмма напряжений и токов

*б). Нейтральный провод оборван.*

Четырехпроводная звезда преобразуется в трехпроводную звезду, по­этому между нейтральными точками генератора и несимметричной нагруз­ки появляется напряжение смещения *UnN,* вычисляемое по формуле:

*UnN=(UAYa+ UBYb + UCYc)/(Ya+ Yb + Yc).* (3.2)

Проводимости фаз нагрузки, См

*Ya* =1/Za= 1/22 =0,045;

*Yb = 1/ Zb = 1/ 20ej37° = 0,05e-j37°=(0,04 –j0,03)*;

*Yc = 1/ Zc = 1/20e-j53° = 0,05ej53° = (0,03 +j0,04).*

Вычисления упрощаются, если в числителе формулы (3.2) использо­вать значение *IN* из предыдущего расчета при исправном нейтральном про­воде

*ŮnN* = (-11,05 -j2,96) / [ 0,045 + (0,04 -j0,03) + (0,03 +j0,04)] = 11,44е-j165°/0,1154ej5°=99e-j170°= (-97,5 -j17,2) В.

Вычисляем напряжения фаз нагрузки, В

*Ůа = ŮA- ŮnN= 220-(-97,5 -j17,2) = (317,5 +j17,2)=318 еj3°;*

*Ůb = ŮB- ŮnN=(-110 -j190)-(-97,5 -j17,2)=(-12,5 -j172,8)=173,3e-j94°;*

*Ůc=ŮC- ŮnN= (-110+j190) - (-97,5 -j17,2)=(-12,5+j207,2)=207,4ej94°.*

Векторная диаграмма напряжений генератора и нагрузки представле­на на рис. 3.3.



Рис. 3.3. Векторная диаграмма напряжений генератора и нагрузки

**3.2. Расчет трехфазных линейных электрических цепей при соединении фаз приемника треугольником**

Условие задачи.

Для заданной электрической схемы (рис. 3.4) с известными парамет­рами (табл. 3.2) определить линейные и фазные токи.

Вычислить активную, реактивную и полную мощности трехфазной цепи. Построить векторную диаграмму линейных и фазных напряжений и токов генератора и приемника.



Рис. 3.4. Соединение фаз приемника треугольником

Методические указания.

Задачу решить, используя символический метод расчета.

Фазные напряжения приемника принять равными линейным напря­жениям генератора (т. е. сопротивлениями соединенных проводов пренеб­речь).

Вектор линейного напряжения *ŮAB* рекомендуется совместить с по­ложительным направлением оси вещественных чисел, т. е. *Ů*ab= *ŮAB*

Трехфазную систему линейных и фазных напряжений генератора и приемника принять как симметричную трехфазную систему напряжений (т. е. напряжения равны по модулю и сдвинуты друг относительно друга по фазе на 120°).

Последовательность решения.

Начертить схему, конкретизируя нагрузку фаз приемника в соответст­вии с заданием.

Записать комплексы фазных напряжений приемника

*Ůab=ŮAB=U*

*Ůbc=ŮBC=Ue-j120°*

*Ůca=ŮCA=Uej120°*

Исходные данные для задачи 3.2.

Таблица 3.2

|  |  |
| --- | --- |
| Номер варианта | Значения параметров |
| UAB, B | Сопротивление фазы «аb», Ом | Сопротивление фазы «bc», Ом | Сопротивление фазы «ca», Ом |
| R | XL | XC | R | XL | XC | R | XL | XC |
| 12 | 220 | 3 | 4 | - | - | - | 5 | 4 | 3 | - |

Вычислить фазные токи приемника по формулам:

*İab=Ůab/Zab;*

*İbc=Ůbc/Zbc;*

*İca=Ůca/Zca.*

Вычислить линейные токи по формулам:

*İA= İab- İca;*

*İB= İbc- İab;*

*İC= İca- İbc.*

Вычислить активную мощность цепи по формуле

*Р(3)* = *РаЬ + Рbc + Рса* = *Re(ŮabÏab)+Re(ŮbcÏbc)+Re(ŮcaÏca)*

Построить векторную диаграмму напряжений и токов.

Пример решения задачи

Трехфазная нагрузка соединена треугольником. Задано линейное на­пряжение генератора *ŮAB* = 380В, *Zab = 22 Ом, Zbc=*(16 +j12) Ом, *ZCA* = (16 *–j12)* Ом. Определить фазные и линейные токи, активную мощность цепи. Построить векторную диаграмму напряжений и токов.

Записываем комплексы фазных напряжений приемника, В

*Ůab= ŮAB=380;*

*Ůbc= ŮBC=380e-j120°;*

*Ůca= ŮCA=380ej120°.*

Вычисляем фазные токи приемника по формулам, А:

*İab= Ůab/ Zab=380/22=17,3;*

*İbc= Ůbc/ Zbc=380e-j120°/(16+j12)=(-17,5-j7,5)=19e-j157°;*

*İca= Ůca/Zca=380ej120°/(16-j12)=(-17,5+j7,5)=19ej157°.*

Вычисляем линейные токи по формулам, А:

*İA= İab- İca17,3-(-17,5+j7,5)=(34,8-j7,5)=35,6e-j12°;*

*İB= İbc- İab=(-17,5+j7,5)-17,3=(34,8-j7,5)=35,6e-j168°;*

*İC= İca- İbc=(-17,5+j7,5)- (-17,5+j7,5)=j15.*

Вычисляем активную мощность цепи по формуле , Вт:

*Р(3)* = *РаЬ + Рbc + Рса* = *Re(ŮabÏab)+Re(ŮbcÏbc)+Re(ŮcaÏca)=*

*=Re(380·17,3)+ +Re(380e-j120°·19ej157°)+Re(380ej120°·19e-j157°)=*

*=6600+5776+5776=18152 Вт*



Рис. 3.5. Векторная диаграмма напряжений и токов