ФАЖТ МТ

Иркутский Государственный Университет Путей Сообщения

Кафедра: «ЭЖТ»

###### КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

##### по дисциплине: «Электрические сети и энергосистемы железных дорог»

##### На тему: «Расчёт электрических сетей железных дорог»

Выполнил: ст. гр. ЭНС-04-3

Анисимова Е.В.

Проверил: преподаватель

Голуб И.И.

Иркутск 2008

**Часть №1**

**Расчёт сложнозамкнутой сети одного напряжения с одним источником питания**

1. **Алгоритм решения задачи выбора проводов сложнозамкнутой сети:**

- определение на графе сложнозамкнутой сети ветвей покрывающего дерева и хорд.

- ориентация ветвей дерева в направлении от базисного узла А.

- построение с учётом полученной выше ориентации ветвей первой матрицы инциденций.

- построение матрицы, обратной блоку деревьев первой матрицы инциденций.

 - построение второй матрицы инциденций.

- определение из уравнения состояния, записанного для первого и второго законов Кирхгофа, перетоков активной и реактивной мощности ветвей сложнозамкнутой сети по информации об активных и реактивных узловых мощностях нагрузок, пологая удельные полные сопротивления всех ветвей одинаковыми.

- определение полных мощностей перетоков в ветвях сложнозамкнутой сети и токов в ветвях.

- определение сечений проводов по экономической плотности тока.

- проверка проводов по допустимому току нагрева.

- определение потери напряжения на участках сложнозамкнутой сети от источника питания до точек потокоразделов активной и реактивной мощностей и сравнение максимальной потери напряжения с допустимой потерей. составляющей 8% от номинального напряжения сети.

- определить токи ветвей сложнозамкнутой сети в аварийном режиме. возникающей при обрыве смежного источника питания провода, по которому в нормальном режиме протекал максимальный ток.

- сравнить в аварийном режиме допустимую потерю напряжения, равную12% от номинального напряжения, с максимальной потерей напряжения на участке от базисного узла до точек поторазделов активной и реактивной мощностей.

- ввести в программу расчёта стационарных, допустимых, оптимальных режимов СДО-6 информацию о топологии сложнозамкнутой сети, найденные сопротивления ветвей, значения активных и реактивных нагрузок в узлах.

- рассчитать следующие параметры установившего режима: модули и фазы узловых напржений, мощность источника питания, перетоки мощности начал и концов ветвей, токи ветвей.

- убедиться, что мощность источника питания равна сумме мощностей нагрузок плюс потери мощности в ветвях сложнозамкнутой сети, оценить потери напряжения в ветвях.

**2. Исходные данные**

Вариант №5, схема №7

U=20 kB

Sa=0,7+j0,3 мB\*A

Sb=0,5+j0,2 мB\*A

Sc=0,5+j0,3 мB\*A

Sd=0,3+j0,1 мB\*A

Se=0,7+j0,3 мB\*A

Sf=0,6+j0,2 мB\*A

Sq=0,5+j0,2 мB\*A

L1=1 км

L2=2 км

L3=3 км

L4=1,8 км

L5=1,9 км

L6= 2 км

L7=3 км

L8=1,5 км

L9=1,6 км

L10=1,7 км

L11=1 км

1. **Схема сети:**

1) Список ветвей:

8-1 дерево 1

8-7 1

8-6 1

1-5 1

1-2 1

7-5 хорда

6-5 хорда

2-3 1

5-3 хорда

5-4 1

3-4 хорда

2) Ориентация ветвей дерева от базисного узла.

3) Ориентация хорды, задаём направления.

4) Построение первой матрицы инциденции:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 8-1 | 8-7 | 8-6 | 1-5 | 1-2 | 2-3 | 5-4 | 7-5 | 6-5 | 5-3 | 3-4 |
| 1 | -1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 | -1 | 1 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 | -1 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 | 1 | -1 | -1 | 1 | 0 |
| 6 | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 7 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |

М=

5) Найдём обратную матрицу:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 8-1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 8-7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 8-6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1-5 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1-2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2-3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5-4 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |

Мg =

6) Построение второй матрицы инциденции:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 8-1 | 8-7 | 8-6 | 1-5 | 1-2 | 2-3 | 5-4 | 7-5 | 6-5 | 5-3 | 3-4 |
|  I | -1 | 1 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
|  II | -1 | 0 | 1 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
|  III | 0 | 0 | 0 | 1 | -1 | -1 |  0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| IV | 0 | 0 | 0 | -1 | 1 | 1 | -1 | 0 | 0 | 0 | 1 |

N=

7) Матрица N\*Lв:

1. Рассчитаем нормальный режим

a=[-1 0 1 0 0 0 0 -1 0 0;0 0 -1 1 0 0 0 0 0 0;0 0 0 -1 1 0 0 0 0 -1;0 0 0 0 -1 0 0 0 1 0;0 -1 0 0 0 1 0 1 -1 0;0 0 0 0 0 -1 1 0 0 0;0 0 0 0 0 0 -1 0 0 1;-3.4 4.5 0 0 0 0 0 3 0 0;3.4 -4.5 2.7 5 3.5 0 0 0 4 0;-3.4 4.5 -2.7 -5 0 2.5 2 0 0 1]

a =

 -1.0000 0 0 1.0000 1.0000 0 0 0 0 0 0

 0 0 0 0 -1.0000 1.0000 0 0 0 0 0

 0 0 0 0 0 -1.0000 0 0 0 -1.0000 1.0000

 0 0 0 0 0 0 -1.0000 0 0 0 -1.0000

 0 0 0 -1.0000 0 0 1.0000 -1.0000 -1.0000 1.0000 0

 0 0 -1.0000 0 0 0 0 0 1.0000 0 0

 0 -1.0000 0 0 0 0 0 1.0000 0 0 0

 1.4000 1.3000 0 -1.0000 0 0 0 2.0000 0 0 0

 -1.4000 0 1.7000 -1.0000 0 0 0 0 1.5000 0 0

 0 0 0 1.0000 -1.6000 -1.0000 0 0 0 1.0000 0

 0 0 0 -1.0000 1.6000 1.0000 -3.0000 0 0 0 2.0000

 b=[-0.7;-0.7;-0.8;-0.9;-0.7;-1;-0.7;0;0;0]

b =

 -0.7000

 -0.7000

 -0.8000

 -0.9000

 -0.7000

 -1.0000

 -0.7000

 0

 0

 0

 c=[-0.7;-0.5;-0.6;-0.7;-0.3;-0.3;-0.7;0;0;0]

c =

 -0.7000

 -0.5000

 -0.6000

 -0.7000

 -0.3000

 -0.3000

 -0.7000

 0

 0

 0

 a1=inv(a)

a1 =

 -0.6683 -0.6114 -0.5059 -0.4747 -0.4390 -0.4694 -0.4937 -0.0765 0.0089 -0.0122

 -0.3317 -0.3886 -0.4941 -0.5253 -0.5610 -0.5306 -0.5063 0.0765 -0.0089 0.0122

 0.0717 -0.7213 -0.3381 -0.2246 -0.0949 -0.2055 -0.2939 0.0555 0.0324 -0.0442

 0.0717 0.2787 -0.3381 -0.2246 -0.0949 -0.2055 -0.2939 0.0555 0.0324 -0.0442

 0.0303 0.1179 0.2800 -0.4027 -0.0402 0.1054 0.2218 0.0235 0.0906 0.0582

 -0.0414 -0.1608 -0.3819 -0.1781 0.0548 -0.6892 -0.4843 -0.0320 0.0582 0.1024

 -0.0414 -0.1608 -0.3819 -0.1781 0.0548 0.3108 -0.4843 -0.0320 0.0582 0.1024

 -0.2599 -0.1100 0.1678 0.2500 0.3440 0.2639 0.1998 0.1320 0.0235 -0.0320

 0.0303 0.1179 0.2800 0.5973 -0.0402 0.1054 0.2218 0.0235 0.0906 0.0582

 -0.0414 -0.1608 -0.3819 -0.1781 0.0548 0.3108 0.5157 -0.0320 0.0582 0.1024

 b1=a1\*b

b1 =

 2.8500

 2.6500

 1.4050

 0.7050

 -0.1979

 1.5971

 0.5971

 -0.7450

 -1.0979

 -0.1029

 c1=a1\*c

c1 =

 2.0275

 1.7725

 0.9664

 0.4664

 -0.1411

 0.9924

 0.6924

 -0.3610

 -0.8411

 -0.0076

 b1=diag(b1)

b1 =

 2.8500 0 0 0 0 0 0 0 0 0

 0 2.6500 0 0 0 0 0 0 0 0

 0 0 1.4050 0 0 0 0 0 0 0

 0 0 0 0.7050 0 0 0 0 0 0

 0 0 0 0 -0.1979 0 0 0 0 0

 0 0 0 0 0 1.5971 0 0 0 0

 0 0 0 0 0 0 0.5971 0 0 0

 0 0 0 0 0 0 0 -0.7450 0 0

 0 0 0 0 0 0 0 0 -1.0979 0

 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -0.1029

 c1=diag(c1)

c1 =

 2.0275 0 0 0 0 0 0 0 0 0

 0 1.7725 0 0 0 0 0 0 0 0

 0 0 0.9664 0 0 0 0 0 0 0

 0 0 0 0.4664 0 0 0 0 0 0

 0 0 0 0 -0.1411 0 0 0 0 0

 0 0 0 0 0 0.9924 0 0 0 0

 0 0 0 0 0 0 0.6924 0 0 0

 0 0 0 0 0 0 0 -0.3610 0 0

 0 0 0 0 0 0 0 0 -0.8411 0

 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -0.0076

 s=sqrt(b1\*b1+c1\*c1)

s =

 3.4976 0 0 0 0 0 0 0 0 0

 0 3.1882 0 0 0 0 0 0 0 0

 0 0 1.7053 0 0 0 0 0 0 0

 0 0 0 0.8454 0 0 0 0 0 0

 0 0 0 0 0.2430 0 0 0 0 0

 0 0 0 0 0 1.8803 0 0 0 0

 0 0 0 0 0 0 0.9143 0 0 0

 0 0 0 0 0 0 0 0.8278 0 0

 0 0 0 0 0 0 0 0 1.3830 0

 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0.1032

 t=s\*1000/(sqrt(3)\*35)

t =

 57.6953 0 0 0 0 0 0 0 0 0

 0 52.5909 0 0 0 0 0 0 0 0

 0 0 28.1307 0 0 0 0 0 0 0

 0 0 0 13.9450 0 0 0 0 0 0

 0 0 0 0 4.0091 0 0 0 0 0

 0 0 0 0 0 31.0174 0 0 0 0

 0 0 0 0 0 0 15.0825 0 0 0

 0 0 0 0 0 0 0 13.6558 0 0

 0 0 0 0 0 0 0 0 22.8142 0

 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1.7022

принимаем сечения участков 8-1 и 8-5 равными 70 мм2 остальные равные 35 мм2

марка провода АС-35 удельное активное сопротивление 0,85 Ом/км; удельное индуктивное сопротивление 0,403 Ом/км; длительно допустимый ток 170 А.

марка провода АС-70 удельное активное сопротивление 0,46 Ом/км; удельное индуктивное сопротивление 0,382 Ом/км; длительно допустимый ток 265 А.

9) Проверка провода по допустимому току нагрева

Все токи не превышают допустимый ток I= 57,7 A ≤ I= 265 A

 I= 28,13 A ≤ I= 170 A

Несмотря на выбранные сечения проводов и исходя из экономических соображений по Iэкв равному 32,04 А, предлагаю взять все провода марки АС-35 с r=0.85Ом/км и x0=0.403 Ом/км

Расчёт баланса мощности в сложнозамкнутой сети

Р1=Р8-1+Р5-1-Р1-2=2,85-0,745-1,405=0,7

Q1=Q8-1+Q5-1-Q1-2=2,028-0,361-0,966=0,701

S1=0,7+j0,701

Р2=Р1-2-Р2-3=1,405-0,705=0,7

Q2=Q1-2-Q2-3=0,966-0,466=0,5

S2=0,7+j0,5

Р3=Р2-3+Р7-3 –Р3-4=0,705-0,103+0,198=0,8

Q3=Q2-3+Q7-3-Q3-4=0,466-0,008+0,141=0,599

S3=0,8+j0,599

Р4=Р3-4-Р5-4= -0,198+1,098= 0,9

Q4=Q3-4-Q5-4= -0,141+0,841= 0,7

S4= 0,9+j0,7

Р5=Р8-5-Р5-1 – Р5-6 +Р5-4=2,65+0,745-1,597-1,098=0,7

Q5=Q8-5-Q5-1-Q5-6 +Q5-4=1,773+0,361-0,992-0,841=0,301

S5=0,7+j0,301

Р6=Р5-6-Р6-7=1,597-0,597=1

Q6=Q5-6-Q6-7=0,992-0,692=0,3

S6=1+j0,3

Р7=Р6-7-Р7-3=0,597+0,103=0,7

Q7=Q6-7-Q7-3=0,692+0,008=0,7

S7=0,7+j0,7

10) Определение потери напряжения на участках сложнозамкнутой сети от источника питания до точек потокоразделов активной и реактивной мощности.

Распределение потоков активной и реактивной мощности, где видно, что точка потокораздела – точка 4.

Вывод: марка АС-35 подходит для надёжного питания сложнозамкнутои сети как по допустимым токам, так и по допустимой потере напряжения.

1. **Рассчитаем аварийный режим (обрыв провода у источника питания)**

1. Список ветвей:

8-7 1

8-6 1

5-1 1

1-2 1

7-5 хорда

6-5 хорда

2-3 1

5-3 хорда

5-4 1

3-4 хорда

2)Ориентация ветвей от базисного узла.

3)Ориентация хорды, задаём направления.

4) Построение первой матрицы инциденции:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 8-7 | 8-6 | 5-1 | 1-2 | 2-3 | 5-4 | 7-5 | 6-5 | 5-3 | 3-4 |
| 1 | 0 | 0 | -1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | -1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 | -1 | 1 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 | -1 |
| 5 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | -1 | -1 | 1 | 0 |
| 6 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 7 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |

М=

5) Найдём обратную матрицу:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 8-7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 8-6 | 0 |  0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 5-1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1-2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2-3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5-4 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |

Мg =

6) Построим вторую матрицу инциденции:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 8-7 | 8-6 | 5-1 | 1-2 | 2-3 | 5-4 | 7-5 | 6-5 | 5-3 | 3-4 |
| 6-5 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 5-3 | 0 | 0 | -1 | -1 |  -1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 3-4 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | -1 | 0 | 0 | 0 | 1 |

N=

7) Матрица N\*Lв:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | 1.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | -2 | -2 | -3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 2 | 2 | 3 | -1.9 | 0 | 0 | 0 | 1.8 |

Аварийный режим

a=[0 -1 1 0 0 0 0 0 0;0 0 -1 1 0 0 0 0 0;0 0 0 -1 1 0 0 0 -1;0 0 0 0 -1 0 0 1 0;-1 1 0 0 0 1 0 -1 0;0 0 0 0 0 -1 1 0 0;0 0 0 0 0 0 -1 0 1;0 3 2.7 5 3.5 0 0 4 0;0 -3 -2.7 -5 0 2.5 2 0 1]

a =

0 -1.0000 1.0000 0 0 0 0 0 0

0 0 -1.0000 1.0000 0 0 0 0 0

0 0 0 -1.0000 1.0000 0 0 0 -1.0000

0 0 0 0 -1.0000 0 0 1.0000 0

-1.0000 1.0000 0 0 0 1.0000 0 -1.0000 0

0 0 0 0 0 -1.0000 1.0000 0 0

0 0 0 0 0 0 -1.0000 0 1.0000

0 3.0000 2.7000 5.0000 3.5000 0 0 4.0000 0

0 -3.0000 -2.7000 -5.0000 0 2.5000 2.0000 0 1.0000

b= [-0.7;-0.7;-0.8;-0.9;-0.7;-1;-0.7;0;0]

b =

-0.7000

-0.7000

-0.8000

-0.9000

-0.7000

-1.0000

-0.7000

0

0

 c= [-0.7;-0.5;-0.6;-0.7;-0.3;-0.3;-0.7;0;0]

c =

-0.7000

-0.5000

-0.6000

-0.7000

-0.3000

-0.3000

-0.7000

0

0

a1=inv(a)

a1 =

-1.0000 -1.0000 -1.0000 -1.0000 -1.0000 -1.0000 -1.0000 0.0000 0.0000

-0.7838 -0.5891 -0.2287 -0.1220 0 -0.1040 -0.1871 0.0305 -0.0416

0.2162 -0.5891 -0.2287 -0.1220 0 -0.1040 -0.1871 0.0305 -0.0416

0.2162 0.4109 -0.2287 -0.1220 0 -0.1040 -0.1871 0.0305 -0.0416

0.0915 0.1738 0.3263 -0.3593 0 0.1483 0.2670 0.0898 0.0593

-0.1248 -0.2370 -0.4450 -0.2373 0 -0.7477 -0.5459 0.0593 0.1009

-0.1248 -0.2370 -0.4450 -0.2373 0 0.2523 -0.5459 0.0593 0.1009

0.0915 0.1738 0.3263 0.6407 0 0.1483 0.2670 0.0898 0.0593

-0.1248 -0.2370 -0.4450 -0.2373 0 0.2523 0.4541 0.0593 0.1009

b1=a1\*b

b1 =

5.5000

1.4887

0.7887

0.0887

-0.4586

1.9526

0.9526

-1.3586

0.2526

c1=a1\*c

c1 =

3.8000

1.2280

0.5280

0.0280

-0.3266

1.2454

0.9454

-1.0266

0.2454

b1=diag(b1)

b1 =

5.5000 0 0 0 0 0 0 0 0

0 1.4887 0 0 0 0 0 0 0

0 0 0.7887 0 0 0 0 0 0

0 0 0 0.0887 0 0 0 0 0

0 0 0 0 -0.4586 0 0 0 0

0 0 0 0 0 1.9526 0 0 0

0 0 0 0 0 0 0.9526 0 0

0 0 0 0 0 0 0 -1.3586 0

0 0 0 0 0 0 0 0 0.2526

c1=diag(c1)

c1 =

3.8000 0 0 0 0 0 0 0 0

0 1.2280 0 0 0 0 0 0 0

0 0 0.5280 0 0 0 0 0 0

0 0 0 0.0280 0 0 0 0 0

0 0 0 0 -0.3266 0 0 0 0

0 0 0 0 0 1.2454 0 0 0

0 0 0 0 0 0 0.9454 0 0

0 0 0 0 0 0 0 -1.0266 0

0 0 0 0 0 0 0 0 0.2454

s=sqrt(b1\*b1+c1\*c1)

s =

6.6851 0 0 0 0 0 0 0 0

0 1.9299 0 0 0 0 0 0 0

0 0 0.9492 0 0 0 0 0 0

0 0 0 0.0931 0 0 0 0 0

0 0 0 0 0.5630 0 0 0 0

0 0 0 0 0 2.3160 0 0 0

0 0 0 0 0 0 1.3421 0 0

0 0 0 0 0 0 0 1.7029 0

0 0 0 0 0 0 0 0 0.3522

t=s\*1000/(sqrt(3)\*35)

t =

110.2749 0 0 0 0 0 0 0 0

0 31.8344 0 0 0 0 0 0 0

0 0 15.6571 0 0 0 0 0 0

0 0 0 1.5350 0 0 0 0 0

0 0 0 0 9.2875 0 0 0 0

0 0 0 0 0 38.2039 0 0 0

0 0 0 0 0 0 22.1393 0 0

0 0 0 0 0 0 0 28.0900 0

0 0 0 0 0 0 0 0 5.8098

i max= 110.2749А.

Iэкв= 48,57 А, следовательно, сечение проводов принять АС-50 r0=0.65 Ом/км и х0=0,392Ом/км

Расчёт баланса мощности в сложнозамкнутой сети

Р1=Р5-1-Р1-2=1,489-0,789=0,7

Q1=Q5-1-Q1-2=1,228-0,528=0,7

S1=0,7+j0,7

Р2=Р1-2-Р2-3=0,789-0,089=0,7

Q2=Q1-2-Q2-3=0,528-0,028=0,5

S2=0,7+j0,5

Р3=Р2-3+Р7-3 –Р3-4==0,089+0,253+0,459=0,801

Q3=Q2-3+Q7-3-Q3-4=0,028+0,245+0,327=0,6

S3=0,801+j0,6

Р4=Р3-4-Р5-4= -0,459+1,359 = 0,9

Q4=Q3-4-Q5-4= -0,327+1,027= 0,7

S4= 0,9+j0,7

Р5=Р8-5-Р5-1 – Р5-6 +Р5-4=5,5-1,489-1,953-1,359=0,699

Q5=Q8-5-Q5-1-Q5-6 +Q5-4=3,8-1,228-1,245-1,027=0,3

S5=0,699+j0,3

Р6=Р5-6-Р6-7=1,953-0,953=1

Q6=Q5-6-Q6-7=1,245-0,945=0,3

S6=1+j0,3

Р7=Р6-7-Р7-3=0,953-0,253=0,7

Q7=Q6-7-Q7-3=0,945-0,245=0,7

S7=0,7+j0,7

Нормальный режим

 CDO-6.0 / (27.02.04)

 Дата: 2008:04:10

Oбобщенные данные по схеме ANNAA

-----------------------------------

узлов- 8 ветвей- 11

генераторов- 1 трансформаторов- 0

из них синхр. компенсаторов- 1 из них с регулированием- 0

узлов с нагрузкой- 7 тр-ов с поперечным рег.- 0

узлов со с.х.н.- 0 ветвей с фикс. P- 0

узлов с шунтами- 0 параллельных ветвей- 0

из них управляемых- 0 перетоков сальдо- 0

узлов с пределами- 0 ветвей с пределами- 0

контр. параметров по узлам- 0 контр. параметров по ветвям- 0

узлов с стк- 0 отключенных ветвей- 0

Температура: 20 град.

Частота системы 1 = 50.00 гц

Суммарная нагрузка по Р: 3800. Мвт по Q: 1600. Мвар

Суммарная генерация по Р: 0. Мвт по Q: 0. Мвар

Номера балансирующих узлов по:

P: 8

Q: 8

Итерация Pнб max( узел) Qнб max ( узел) шаг якобиан ннэ

0 P-D 700.000( 5) 299.998( 3) .100E+01 .144\*E 38 57

1 PQ 698.754( 1) 302.909( 1) .196E-02 .144\*E 38 57

2 PQ 682.938( 5) 295.933( 1) .305E-01 .144\*E 38 59

3 PQ 678.305( 5) 293.804( 1) .107E-01 .576\*E 34 59

4 PQ 677.961( 5) 293.682( 3) .124E-02 .226\*E 31 59

5 PQ 677.876( 5) 293.682( 3) .256E-03 -.273\*E 29 59

(П): Pежим не рассчитан. Деформация уравнений не обеспечивает сходимость

\*ПЧРЖМ \* Просмотр результатов расчета

---------- Bремя:10:08:18.75

\*ПЧРЖМ \* Просмотр результатов расчета

---------- Bремя:10:08:41.11

Информация об узлах схема: ANNAA

У з е л напряжение угол Pн Qн Pг Qг Pш Qш Pнб Qнб

И м я Номер кВ град МВт МВАр МВт МВАр МВт МВАр МВт МВАр

1 12.695 -2.522 700.000 300.000 - - - - - -

2 7.354 -5.514 500.000 200.000 - - - - - -

3 6.148 -5.891 500.000 300.000 - - - - - -

4 6.221 -6.463 300.000 100.000 - - - - - -

5 8.483 -4.934 700.000 300.000 - - - - - -

6 11.432 -4.212 600.000 200.000 - - - - - -

7 12.729 -2.754 500.000 200.000 - - - - - -

8 20.000 - - - 256.553 98.329 - - - -

------- ------- ------- ------- ------- -------

3800.000 1600.000 256.553 98.329 .000 .000

Информация о ветвях схема: ANNAA

Ветвь Pij Qij Pji Qji дP корона дQ Ток Kзагр Qг

I J МВт МВАр МВт МВАр МВт МВт МВАр кА МВАр

1- 2 32.997 13.063 -19.484 -6.560 13.5129 - 6.5040 1.616 - .001

1- 5 27.628 10.531 -18.742 -6.255 8.8862 - 4.2771 1.346 - .001

1- 8 -87.322 -29.751 135.378 52.880 48.0561 - 23.1303 4.201 - .001

2- 3 5.359 2.362 -4.493 -1.945 .8656 - .4166 .460 - .000

3- 4 -.235 -.533 .243 .537 .0082 - .0039 .055 - .000

3- 5 -8.234 -3.365 11.281 4.832 3.0474 - 1.4668 .836 - .000

4- 5 -7.730 -2.811 10.434 4.112 2.7041 - 1.3015 .764 - .000

5- 6 -7.614 -3.217 10.205 4.464 2.5918 - 1.2475 .563 - .001

5- 7 -16.916 -5.885 25.029 9.790 8.1132 - 3.9050 1.220 - .001

6- 8 -31.350 -8.938 53.548 19.620 22.1975 - 10.6841 1.648 - .002

7- 8 -43.783 -14.353 67.628 25.829 23.8450 - 11.4771 2.092 - .001

-------- ------ -------- --------

133.8279 .00 64.414 .007

Tаблица распределения потерь в схеме: ANNAA

Cуммарные мощности : активн. реактивн.

H а г р у з к а 3800.000 1600.000

Г е н е р а ц и я 256.553 98.329

Генерация ЛЭП .007

П о т е р и в:

Ш у н т а х .000 .000

из них в БСК .000

СК .000

Л Э П 133.828 64.414

на корону по g .000

На корону по хар-ке .000

Трансформаторах .000 .000

в шунтах .000 .000

Суммарные потери 133.828 64.414

Потери в линиях электропередач

U ном U ср. активные % реактивные % генер. в ЛЭП % корона %

21.0 10.6 133.83 100.0 64.41 100.0 .01 100.0 .00 .0

-------- ----- -------- ----- -------- -----

Итого: 133.828 100.0 64.414 100.0 .000 .0

**Аварийный режим**

CDO-6.0 / (27.02.04)

Дата: 2008:03:18

Время расчета: 10:21:52

Для задания коэффициентов трансформации используется полярная система координат

\*ЧСЕТЬ \* Основные данные

---------- Bремя:10:22:11.37

(И): Перфорация данных о сети =ANNAA2 = в кодировке C Э И

(И): B файл записано 9 п/к.

\*ПЧСЕТЬ \* Просмотр основных данных

---------- Bремя:10:32:50.21

\*ЧСЕТЬ \* Основные данные

---------- Bремя:10:42:15.01

Считаны данные: ANNAA ( )

\*ПЧСЕТЬ \* Просмотр основных данных

---------- Bремя:10:42:24.12

(И): Перфорация данных о сети =ANNAA = в кодировке C Э И

(И): B файл записано 9 п/к.

Для задания коэффициентов трансформации используется прямоугольная система координат

\*СРЖМ \* Расчет установившегося режима

---------- Bремя:10:43:08.94

(B): В узле 8 задан источник реак.мощности без пределов регулирования

Oбобщенные данные по схеме ANNAA3

-----------------------------------

узлов- 8 ветвей- 10

генераторов- 1 трансформаторов- 0

из них синхр. компенсаторов- 1 из них с регулированием- 0

узлов с нагрузкой- 7 тр-ов с поперечным рег.- 0

узлов со с.х.н.- 0 ветвей с фикс. P- 0

узлов с шунтами- 0 параллельных ветвей- 0

из них управляемых- 0 перетоков сальдо- 0

узлов с пределами- 0 ветвей с пределами- 0

контр. параметров по узлам- 0 контр. параметров по ветвям- 0

узлов с стк- 0 отключенных ветвей- 0

Температура: 20 град.

Частота системы 1 = 50.00 гц

Суммарная нагрузка по Р: 3800. кВт по Q: 1600. кВАр

Суммарная генерация по Р: 0. кВт по Q: 0. кВАр

Номера балансирующих узлов по:

P: 8

Q: 8

Итерация Pнб max( узел) Qнб max ( узел) шаг якобиан ннэ

0 P-D 700.000( 5) 298.083( 1) .100E+01 .659\*E 78 54

1 PQ 682.946( 5) 333.591( 1) .244E-01 .659\*E 78 54

2 PQ 5.134( 7) 1.841( 6) .102E+01 .659\*E 78 54

3 PQ .524( 7) .262( 3) .935E+00 .659\*E 78 54

4 PQ .134( 3) .087( 3) .125E+01 .659\*E 78 54

5 PQ .089( 5) .044( 5) .832E+00 .360\*E 78 59

(П): Pежим не рассчитан. Деформация уравнений не обеспечивает сходимость

\*ПЧРЖМ \* Просмотр результатов расчета

---------- Bремя:10:43:54.92

Информация об узлах схема: ANNAA3

У з е л напряжение угол Pн Qн Pг Qг Pш Qш Pнб Qнб

И м я Номер кВ град кВт кВАр кВт кВАр кВт кВАр кВт кВАр

1 19.480 -.067 700.0 300.0 - - - - - -

2 19.468 -.067 500.0 200.0 - - - - - -

3 19.500 -.059 500.0 300.0 - - - - - -

4 19.513 -.062 300.0 100.0 - - - - - -

5 19.562 -.057 700.0 300.0 - - - - - -

6 19.733 -.047 600.0 200.0 - - - - - -

7 19.754 -.034 500.0 200.0 - - - - - -

8 20.000 - - - 3881.1 1619.5 - - - -

------- ------- ------- ------- ------- -------

3800.0 1600.0 3881.1 1619.5 .0 .0

Информация о ветвях схема: ANNAA3

Ветвь Pij Qij Pji Qji дP корона дQ Iл Kзагр Qг

I J кВт кВАр кВт кВАр кВт кВт кВАр А кВАр

1- 2 110.3 50.9 -110.2 -52.7 .07 - .03 3.6 - 1.9

1- 5 -810.3 -350.9 813.7 350.7 3.36 - 1.62 26.2 - 1.8

2- 3 -389.8 -147.3 390.4 146.1 .62 - .30 12.4 - 1.5

3- 4 -212.8 -127.0 212.9 126.1 .15 - .07 7.3 - 1.0

3- 5 -677.6 -319.1 679.7 318.5 2.15 - 1.03 22.2 - 1.6

4- 5 -512.9 -226.1 514.2 225.0 1.28 - .61 16.6 - 1.7

5- 6 -1003.7 -458.8 1012.3 460.0 8.68 - 4.18 32.6 - 3.0

5- 7 -1704.0 -735.5 1720.4 741.3 16.37 - 7.88 54.8 - 2.0

6- 8 -1612.3 -660.0 1633.6 667.2 21.27 - 10.24 51.0 - 3.1

7- 8 -2220.4 -941.4 2247.5 952.4 27.12 - 13.05 70.6 - 2.0

-------- ------ -------- --------

81.06 .00 39.02 19.5

Tаблица распределения потерь в схеме: ANNAA3

Cуммарные мощности : активн. реактивн.

H а г р у з к а 3800.0 1600.0

Г е н е р а ц и я 3881.1 1619.5

Генерация ЛЭП 19.5

П о т е р и в:

Ш у н т а х .0 .0

из них в БСК .0

СК .0

Л Э П 81.1 39.0

на корону по g .0

На корону по хар-ке .0

Трансформаторах .0 .0

в шунтах .0 .0

Суммарные потери 81.1 39.0

Потери в линиях электропередач

U ном U ср. активные % реактивные % генер. в ЛЭП % корона %

21.0 19.6 81.06 100.0 39.02 100.0 19.48 100.0 .00 .0

-------- ----- -------- ----- -------- -----

Итого: 81.1 100.0 39.0 100.0 .0 .0

**Часть 2**

**Определение токов обмоток тяговых трансформаторов в системе электроснабжения переменного тока 25кВ**

Цель: доказательство, что однофазная тяговая нагрузка порождает несимметрию токов в обмотках тяговых трансформаторов. Обмотка высокого напряжения 110кВ двухобмоточного трансформатора соединена звездой, а обмотка 25кВ соединена треугольником.

По заданным тяговым токам определить:

1. Токи в обмотках низкого напряжения тягового трансформатора.
2. Токи в обмотках низкого напряжения трансформатора, приведённые к высокой стороне.
3. Токи в обмотках высокого напряжения тягового трансформатора.
4. На векторной диаграмме токи на высокой стороне трансформатора, полученные как геометрическая сумма тяговых токов, приведённых к высокой стороне трансформатора.
5. Определить токи прямой и обратной последовательности нагрузки трёхфазной линии высокого напряжения.
6. Построить на векторной диаграмме токи прямой и обратной последовательности.

# Исходные данные для определения токов обмоток тяговых трансформаторов по тяговым токам:

Вариант №14

Модуль тока левого плеча подстанции 142 А

Модуль тока правого плеча подстанции 107 А

Фаза тока левого плеча подстанции 27 град

Фаза тока правого плеча подстанции 28 град

Расчет ведем для всех типов подстанции

Результаты:

тип подстанции 1

токti2= (94.487830,-50.210050)tti2 107.000000

токti1= (7.540856,-141.799600)tti1 142.000000

iba (28.982320,30.529860)icb (36.523180,-111.269800)iac

(-65.505510,80.739910)

ia= (28.331130,-34.920010)ib= (-12.534860,-13.204170)ic=

(-15.796280,48.124180)

i1= (31.869530,-16.518520)mi1= 35.896080

i2 (-3.538402,-18.401500)mi2= 18.738610

kns= (1.483849E-01,-5.004905E-01)mkns= 5.220238E-01

тип подстанции 2

токti1= (126.538300,-64.436420)tti1 142.000000

токti2= (90.757190,56.675670)tti2 107.000000

iab= (-114.611300,24.065730)ibc= (102.684200,16.304970)ica=

(11.927040,-40.370700)

ia= (49.569380,-10.408430)ib= (-44.410930,-7.051899)ic=

(-5.158446,17.460330)

i1= (31.860760,-16.535430)mi1= 35.896080

i2 (17.708620,6.127002)mi2= 18.738610

kns= (3.592451E-01,3.787503E-01)mkns= 5.220238E-01

тип подстанции 3

токti2= (-3.647203,106.937800)tti2 107.000000

токti1= (119.113800,77.303970)tti1 142.000000

iba (78.193460,87.181920)icb (-37.273130,-97.059870)ica

(-40.920330,9.877950)

ia= (17.698040,-4.272213)ib= (-33.818670,-37.706180)ic=

(16.120630,41.978390)

i1= (31.851980,-16.552340)mi1= 35.896080

i2 (-14.153930,12.280130)mi2= 18.738610

kns= (-5.076299E-01,1.217401E-01)mkns= 5.220237E-01

**Часть 3**

**Определение собственных и взаимных сопротивлений и падения напряжения в линии ДПР**

Подключение линии ДПР к тяг. подстанции 1-го типа.

- длина линии ДПР

Исходные данные:

Вариант №14

1. Направление линии ДПР совпадает с правым тяговым током
2. Длина линии ДПР: 26 км
3. Тип тяговой подстанции, от которой получает питание линия ДПР: 2
4. Число путей: 2
5. Тип проводов линии ДПР: АС-50
6. Тип рельсов: Р-65
7. Модуль тягового тока: 163 А
8. Фаза тягового тока: 28 град
9. Модуль тока ДПР: 43 А
10. Фаза тока ДПР: 27 град
11. Глубина возврата тока в земле: 1300 м

Результаты расчёта

тип участка 2

активное сопротивление провода линии дпр Rpr= 6.500000E-01

глубина возврата тока в земле Dek= 1300.000000

радиус провода rp 4.800000E-03

расстояние провода линии дпр от экв.рельса 11.223750

внутреннее индуктивное сопротивление рельса 1.500000E-01

активное сопротивление рельса 2.000000E-01

активное сопротивление рельса 6.746110E-01

расстояние между проводами линии дпр 18.300000

расстояние между контактным проводом и пров дпр 7.100000

расстояние между тяговым проводом и рельсом 6.400000

сопротивление провод линии дпр-земля zfz= (7.000000E-01,8.037418E-01)

сопротивление провод линии дпр-рельс zfr= (5.000000E-02,2.992518E-01)

сопротивление контактный провод рельс ztr= (5.000000E-02,3.346257E-01)

сопротивление рельс-земля zrz= (1.500000E-01,5.513090E-01)

сопротивление вз инд между фазами лин дпр zdd=

(5.000000E-02,2.684664E-01)

сопротивление вз инд между фазой дпр и конт пр ztd

(5.000000E-02,3.280893E-01)

полное сопротивление фазы линии дпр zf (6.894613E-01,6.429745E-01)

полное сопротивление вз инд 2 фаз линии дпр zff

(3.946128E-02,1.076991E-01)

полное сопротивление вз инд фаза дпр-конт пр ztf=

(4.133837E-02,1.486318E-01)

a2= (-5.000000E-01,-8.660254E-01)

a= (-5.000000E-01,8.660254E-01)

длина линии дпр 26.000000

тяговый токti2= (81.500000,140.995000)

ток дпр dpri= (37.195000,-21.500000)

duab= (448.633400,747.024500)

ducb= (-1076.715000,1319.087000)

du1= (770.244600,1124.663000)du2= (-321.611200,-377.638700)

-321.611200 -377.638700du2m= 496.029000

aknc= 1.984116

**Часть 4**

**Расчет заданной электрической сети 110/10/0.38 кВ**

## Задание: необходимо определение цены электроэнергии в нагрузочных узлах, переданной из генераторных узлов

Последовательность выполнения расчетов состоит в следующем:

1.Для заданной преподавателем схемы и параметров электрической сети с помощью программы СДО-6 производятся расчеты потокораспределений активной и реактивной мощности. Такие расчеты выполняются для исходного режима, режима, оптимального по потерям активной мощности или режима оптимального по затратам на производство электрической энергии.

2.Для каждого из режимов с использованием реализованного в СДО-6 метода адресности требуется построить двудольный граф, узлы одного цвета которого соответствуют нагрузочным узлам, а другого цвета – генераторным узлам. Объединить связями нагрузочные узлы с теми генераторными узлами, из которых нагрузочные узлы получают электроэнергию. Над каждой связью подписать значения электроэнергии, переданной из генераторного узла в нагрузочный узел и электроэнергии, полученной нагрузочным узлом из генераторного. Подписать возле каждого нагрузочного узла значения разности между переданной в нагрузочный узел электроэнергии и полученной им электроэнергией, равное потере электроэнергии при ее передаче из генераторных узлов в нагрузочные узлы.

3.Используя заданные преподавателем цены производства электроэнергии в генераторных узлах рассчитать и свести в таблицу цены на электроэнергию в нагрузочных узлах до и после оптимизации.

Схема электроэнергетической системы

Варианты нагрузок узлов расчетной схемы электрической сети

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Номерварианта | (1) (2)  | Номера узлов |
| 4 | 6 | 100 | 202 |
| 1 | 1 | 1150 | 1270 | 2450 | 650 |
| 2 | 70 | 670 | 770 | 350 |

Варианты цены электроэнергии в генераторных узлах для схемы.(у.е..кВт ч)

|  |  |
| --- | --- |
| Номерварианта | Номера генераторных узлов |
| 1 | 3 | 101 | 201 | 203 |
| 1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 |

Результаты расчёта

1. Обычный режим

Результаты анализа адресности перетоков и адресности потерь

Суммарные потери по исходным данным 157.538200

генераторные узлы

1 399.999800

3 400.000100

7 0.000000E+00

201 1279.999000

203 1280.000000

101 2317.529000

2 1.495361E-03

5 1.989746E-02

нагрузочные узлы

4 1149.999000

6 1269.993000

8 1.196289E-02

100 2449.980000

200 1.354980E-02

202 650.012700

1генераторный узел 1

ветвь коэффициент переток коэффициент переток коэффициент потери

i j Ai-j Pi-j Aj-i Pi-j dAi-j dPij

2 4 .10000E+01 .40000E+03 .10000E+01 .40000E+03 .00000E+00 .00000E+00

1 2 .10000E+01 .40000E+03 .10000E+01 .40000E+03 .00000E+00 .00000E+00

узел коэффициент переток коэффициент переток коэффициент потери

i Ai-j Pi-j Aj-i Pi-j dAi-j dPij

4 .10000E+01 .40000E+03 .10000E+01 .40000E+03 .00000E+00 .00000E+00

суммарные потери 0.000000E+00

2генераторный узел 3

ветвь коэффициент переток коэффициент переток коэффициент потери

i j Ai-j Pi-j Aj-i Pi-j dAi-j dPij

3 4 .10000E+01 .40000E+03 .10000E+01 .40000E+03 .00000E+00 .00000E+00

узел коэффициент переток коэффициент переток коэффициент потери

i Ai-j Pi-j Aj-i Pi-j dAi-j dPij

4 .10000E+01 .40000E+03 .10000E+01 .40000E+03 .00000E+00 .00000E+00

суммарные потери 0.000000E+00

4генераторный узел 201

ветвь коэффициент переток коэффициент переток коэффициент потери

i j Ai-j Pi-j Aj-i Pi-j dAi-j dPij

2 4 .12633E+00 .16171E+03 .12633E+00 .16171E+03 .00000E+00 .00000E+00

5 6 .69813E+00 .89360E+03 .69813E+00 .89360E+03 .00000E+00 .00000E+00

201 200 .10000E+01 .12800E+04 .10000E+01 .12800E+04 .00000E+00 .00000E+00

200 202 .12444E+00 .15928E+03 .12444E+00 .15928E+03 .00000E+00 .00000E+00

5 2 .12701E+00 .16257E+03 .12633E+00 .16171E+03 .67724E-03 .86687E+00

100 4 .39405E-02 .50438E+01 .38206E-02 .48903E+01 .11992E-03 .15350E+00

8 5 .85002E+00 .10880E+04 .82514E+00 .10562E+04 .24881E-01 .31847E+02

100 6 .77922E-02 .99740E+01 .76369E-02 .97752E+01 .15530E-03 .19878E+00

200 8 .87555E+00 .11207E+04 .85003E+00 .10880E+04 .25520E-01 .32666E+02

202 100 .68240E-01 .87347E+02 .61445E-01 .78649E+02 .67953E-02 .86979E+01

узел коэффициент переток коэффициент переток коэффициент потери

i Ai-j Pi-j Aj-i Pi-j dAi-j dPij

4 .13914E+00 .17810E+03 .13015E+00 .16660E+03 .89909E-02 .11508E+02

6 .74943E+00 .95926E+03 .70577E+00 .90338E+03 .43660E-01 .55884E+02

8 .96436E-05 .12344E-01 .93174E-05 .11926E-01 .32624E-06 .41758E-03

100 .55210E-01 .70669E+02 .49712E-01 .63632E+02 .54977E-02 .70371E+01

200 .10574E-04 .13535E-01 .10574E-04 .13535E-01 .00000E+00 .00000E+00

202 .56200E-01 .71936E+02 .56200E-01 .71936E+02 .00000E+00 .00000E+00

суммарные потери 74.430300

5генераторный узел 203

ветвь коэффициент переток коэффициент переток коэффициент потери

i j Ai-j Pi-j Aj-i Pi-j dAi-j dPij

203 202 .10000E+01 .12800E+04 .10000E+01 .12800E+04 .00000E+00 .00000E+00

100 4 .31666E-01 .40532E+02 .30702E-01 .39299E+02 .96368E-03 .12335E+01

100 6 .62618E-01 .80151E+02 .61370E-01 .78554E+02 .12480E-02 .15974E+01

202 100 .54838E+00 .70192E+03 .49377E+00 .63203E+03 .54607E-01 .69897E+02

узел коэффициент переток коэффициент переток коэффициент потери

i Ai-j Pi-j Aj-i Pi-j dAi-j dPij

4 .35168E-01 .45015E+02 .30702E-01 .39299E+02 .44656E-02 .57160E+01

6 .69543E-01 .89015E+02 .61370E-01 .78554E+02 .81730E-02 .10461E+02

100 .44367E+00 .56789E+03 .39949E+00 .51134E+03 .44180E-01 .56550E+02

202 .45162E+00 .57808E+03 .45162E+00 .57808E+03 .00000E+00 .00000E+00

суммарные потери 72.727510

6генераторный узел 101

ветвь коэффициент переток коэффициент переток коэффициент потери

i j Ai-j Pi-j Aj-i Pi-j dAi-j dPij

100 4 .64130E-01 .14862E+03 .62179E-01 .14410E+03 .19517E-02 .45231E+01

100 6 .12682E+00 .29390E+03 .12429E+00 .28804E+03 .25274E-02 .58574E+01

101 100 .10000E+01 .23175E+04 .10000E+01 .23175E+04 .00000E+00 .00000E+00

узел коэффициент переток коэффициент переток коэффициент потери

i Ai-j Pi-j Aj-i Pi-j dAi-j dPij

4 .64130E-01 .14862E+03 .62179E-01 .14410E+03 .19517E-02 .45231E+01

6 .12682E+00 .29390E+03 .12429E+00 .28804E+03 .25274E-02 .58574E+01

100 .80905E+00 .18750E+04 .80905E+00 .18750E+04 .00000E+00 .00000E+00

суммарные потери 10.380450

7генераторный узел 2

ветвь коэффициент переток коэффициент переток коэффициент потери

i j Ai-j Pi-j Aj-i Pi-j dAi-j dPij

2 4 .10000E+01 .14954E-02 .10000E+01 .14954E-02 .00000E+00 .00000E+00

узел коэффициент переток коэффициент переток коэффициент потери

i Ai-j Pi-j Aj-i Pi-j dAi-j dPij

4 .10000E+01 .14954E-02 .10000E+01 .14954E-02 .00000E+00 .00000E+00

суммарные потери 0.000000E+00

8генераторный узел 5

ветвь коэффициент переток коэффициент переток коэффициент потери

i j Ai-j Pi-j Aj-i Pi-j dAi-j dPij

2 4 .15310E+00 .30464E-02 .15310E+00 .30464E-02 .00000E+00 .00000E+00

5 6 .84607E+00 .16835E-01 .84607E+00 .16835E-01 .00000E+00 .00000E+00

5 2 .15393E+00 .30627E-02 .15310E+00 .30464E-02 .82077E-03 .16331E-04

узел коэффициент переток коэффициент переток коэффициент потери

i Ai-j Pi-j Aj-i Pi-j dAi-j dPij

2 .18284E-09 .36380E-11 -.22855E-08 -.45475E-10 .24683E-08 .49113E-10

4 .15393E+00 .30627E-02 .15310E+00 .30464E-02 .82077E-03 .16331E-04

6 .84607E+00 .16835E-01 .84607E+00 .16835E-01 .00000E+00 .00000E+00

суммарные потери 1.633126E-05

суммарные результаты

2 4 561.709800 561.709800 0.000000E+00

5 6 893.621500 893.621500 0.000000E+00

201 200 1279.999000 1279.999000 0.000000E+00

200 202 159.283400 159.283400 0.000000E+00

203 202 1280.000000 1280.000000 0.000000E+00

1 2 399.999800 399.999800 0.000000E+00

5 2 162.575400 161.708500 8.668823E-01

3 4 400.000100 400.000100 0.000000E+00

100 4 194.199600 188.289500 5.910095

8 5 1088.024000 1056.177000 31.847050

6 7 0.000000E+00 0.000000E+00 0.000000E+00

100 6 384.025400 376.371900 7.653534

200 8 1120.702000 1088.036000 32.666020

101 100 2317.529000 2317.529000 0.000000E+00

202 100 789.270600 710.676100 78.594540

потери по перетокам 157.538300

потери по нагрузкам 157.538300

1. Режим оптимизации потерь

Adr.dat оптимизированная, генераторн

Результаты анализа адресности перетоков и адресности потерь

Суммарные потери по исходным данным 106.468700

генераторные узлы

1 599.969100

3 999.970000

7 0.000000E+00

201 1731.232000

203 500.560800

101 1794.737000

5 3.662109E-04

8 0.000000E+00

200 3.662109E-04

нагрузочные узлы

2 1.220703E-04

4 1150.000000

6 1270.000000

100 2450.000000

202 650.001000

1генераторный узел 1

ветвь коэффициент переток коэффициент переток коэффициент потери

i j Ai-j Pi-j Aj-i Pi-j dAi-j dPij

2 4 .36650E+00 .21989E+03 .36650E+00 .21989E+03 .00000E+00 .00000E+00

5 6 .62900E+00 .37738E+03 .62900E+00 .37738E+03 .00000E+00 .00000E+00

1 2 .10000E+01 .59997E+03 .10000E+01 .59997E+03 .00000E+00 .00000E+00

2 5 .63350E+00 .38008E+03 .62900E+00 .37738E+03 .45024E-02 .27013E+01

4 100 .20988E-01 .12592E+02 .20704E-01 .12422E+02 .28416E-03 .17049E+00

100 6 .58238E-03 .34941E+00 .57930E-03 .34756E+00 .30776E-05 .18464E-02

узел коэффициент переток коэффициент переток коэффициент потери

i Ai-j Pi-j Aj-i Pi-j dAi-j dPij

2 .18013E-06 .10807E-03 .18013E-06 .10807E-03 .00000E+00 .00000E+00

4 .34551E+00 .20730E+03 .34551E+00 .20730E+03 .00000E+00 .00000E+00

6 .63409E+00 .38044E+03 .62958E+00 .37773E+03 .45135E-02 .27079E+01

5 .23332E-07 .13999E-04 -.39977E-08 -.23985E-05 .27330E-07 .16397E-04

100 .20398E-01 .12238E+02 .20122E-01 .12072E+02 .27616E-03 .16569E+00

суммарные потери 2.873654

2генераторный узел 3

ветвь коэффициент переток коэффициент переток коэффициент потери

i j Ai-j Pi-j Aj-i Pi-j dAi-j dPij

3 4 .10000E+01 .99997E+03 .10000E+01 .99997E+03 .00000E+00 .00000E+00

4 100 .57267E-01 .57265E+02 .56492E-01 .56490E+02 .77534E-03 .77531E+00

100 6 .15890E-02 .15890E+01 .15806E-02 .15806E+01 .83973E-05 .83970E-02

узел коэффициент переток коэффициент переток коэффициент потери

i Ai-j Pi-j Aj-i Pi-j dAi-j dPij

4 .94273E+00 .94270E+03 .94273E+00 .94270E+03 .00000E+00 .00000E+00

6 .16108E-02 .16108E+01 .15806E-02 .15806E+01 .30207E-04 .30206E-01

100 .55656E-01 .55655E+02 .54903E-01 .54901E+02 .75353E-03 .75351E+00

суммарные потери 7.837113E-01

4генераторный узел 201

ветвь коэффициент переток коэффициент переток коэффициент потери

i j Ai-j Pi-j Aj-i Pi-j dAi-j dPij

5 6 .47486E+00 .82208E+03 .47486E+00 .82208E+03 .00000E+00 .00000E+00

201 200 .10000E+01 .17312E+04 .10000E+01 .17312E+04 .00000E+00 .00000E+00

200 202 .50377E+00 .87215E+03 .50377E+00 .87215E+03 .00000E+00 .00000E+00

8 5 .48558E+00 .84064E+03 .47486E+00 .82208E+03 .10720E-01 .18559E+02

100 6 .67849E-02 .11746E+02 .67491E-02 .11684E+02 .35855E-04 .62073E-01

200 8 .49623E+00 .85909E+03 .48558E+00 .84064E+03 .10653E-01 .18442E+02

202 100 .26523E+00 .45917E+03 .24121E+00 .41759E+03 .24018E-01 .41580E+02

узел коэффициент переток коэффициент переток коэффициент потери

i Ai-j Pi-j Aj-i Pi-j dAi-j dPij

6 .50369E+00 .87200E+03 .48160E+00 .83377E+03 .22084E-01 .38233E+02

5 .12402E-07 .21470E-04 -.17458E-07 -.30224E-04 .29860E-07 .51694E-04

8 .12402E-07 .21470E-04 .65250E-08 .11296E-04 .58765E-08 .10174E-04

100 .25777E+00 .44625E+03 .23442E+00 .40584E+03 .23342E-01 .40411E+02

202 .23854E+00 .41298E+03 .23854E+00 .41298E+03 .00000E+00 .00000E+00

суммарные потери 78.644130

5генераторный узел 203

ветвь коэффициент переток коэффициент переток коэффициент потери

i j Ai-j Pi-j Aj-i Pi-j dAi-j dPij

203 202 .10000E+01 .50056E+03 .10000E+01 .50056E+03 .00000E+00 .00000E+00

100 6 .13468E-01 .67417E+01 .13397E-01 .67060E+01 .71173E-04 .35626E-01

202 100 .52648E+00 .26354E+03 .47881E+00 .23967E+03 .47676E-01 .23865E+02

узел коэффициент переток коэффициент переток коэффициент потери

i Ai-j Pi-j Aj-i Pi-j dAi-j dPij

6 .14809E-01 .74129E+01 .13397E-01 .67060E+01 .14122E-02 .70691E+00

100 .51167E+00 .25612E+03 .46534E+00 .23293E+03 .46335E-01 .23193E+02

202 .47352E+00 .23702E+03 .47352E+00 .23702E+03 .00000E+00 .00000E+00

суммарные потери 23.900380

6генераторный узел 101

ветвь коэффициент переток коэффициент переток коэффициент потери

i j Ai-j Pi-j Aj-i Pi-j dAi-j dPij

100 6 .28129E-01 .50484E+02 .27980E-01 .50217E+02 .14865E-03 .26678E+00

101 100 .10000E+01 .17947E+04 .10000E+01 .17947E+04 .00000E+00 .00000E+00

узел коэффициент переток коэффициент переток коэффициент потери

i Ai-j Pi-j Aj-i Pi-j dAi-j dPij

6 .28129E-01 .50484E+02 .27980E-01 .50217E+02 .14865E-03 .26678E+00

100 .97187E+00 .17443E+04 .97187E+00 .17443E+04 .00000E+00 .00000E+00

суммарные потери 2.667809E-01

7генераторный узел 5

ветвь коэффициент переток коэффициент переток коэффициент потери

i j Ai-j Pi-j Aj-i Pi-j dAi-j dPij

5 6 .10000E+01 .36621E-03 .10000E+01 .36621E-03 .00000E+00 .00000E+00

узел коэффициент переток коэффициент переток коэффициент потери

i Ai-j Pi-j Aj-i Pi-j dAi-j dPij

6 .10000E+01 .36621E-03 .10000E+01 .36621E-03 .00000E+00 .00000E+00

суммарные потери 0.000000E+00

9генераторный узел 200

ветвь коэффициент переток коэффициент переток коэффициент потери

i j Ai-j Pi-j Aj-i Pi-j dAi-j dPij

5 6 .47486E+00 .17390E-03 .47486E+00 .17390E-03 .00000E+00 .00000E+00

200 202 .50377E+00 .18449E-03 .50377E+00 .18449E-03 .00000E+00 .00000E+00

8 5 .48558E+00 .17782E-03 .47486E+00 .17390E-03 .10720E-01 .39259E-05

100 6 .67849E-02 .24847E-05 .67491E-02 .24716E-05 .35855E-04 .13130E-07

200 8 .49623E+00 .18172E-03 .48558E+00 .17782E-03 .10653E-01 .39011E-05

202 100 .26523E+00 .97129E-04 .24121E+00 .88333E-04 .24018E-01 .87956E-05

узел коэффициент переток коэффициент переток коэффициент потери

i Ai-j Pi-j Aj-i Pi-j dAi-j dPij

6 .50369E+00 .18446E-03 .48160E+00 .17637E-03 .22084E-01 .80876E-05

100 .25777E+00 .94397E-04 .23442E+00 .85849E-04 .23342E-01 .85482E-05

202 .23854E+00 .87358E-04 .23854E+00 .87358E-04 .00000E+00 .00000E+00

суммарные потери 1.663573E-05

суммарные результаты

2 4 219.887500 219.887500 0.000000E+00

5 6 1199.465000 1199.465000 0.000000E+00

201 200 1731.232000 1731.232000 0.000000E+00

200 202 872.146400 872.146400 0.000000E+00

203 202 500.560800 500.560800 0.000000E+00

1 2 599.969100 599.969100 0.000000E+00

2 5 380.081500 377.380200 2.701294

3 4 999.970000 999.970000 0.000000E+00

4 100 69.857620 68.911820 9.458008E-01

8 5 840.643700 822.084500 18.559200

6 7 0.000000E+00 0.000000E+00 0.000000E+00

100 6 70.910030 70.535300 3.747253E-01

200 8 859.086000 840.643700 18.442320

101 100 1794.737000 1794.737000 0.000000E+00

202 100 722.706200 657.260900 65.445310

потери по перетокам 106.468700

потери по нагрузкам 106.468700

Построим двудольный граф для обычного режима

PΣ =1149,999 кВт·ч

Рн =1149,999 кВт·ч

PΣ =1269,974 кВт·ч

Рн =1269,993 кВт·ч

PΣ = 2449,972 кВт·ч

Рн = 2449,98 кВт·ч

PΣ = 650,016 кВт·ч

Рн = 650,0127 кВт·ч

Построим двудольный граф для режима оптимизации потерь

PΣ =1150 кВт·ч

Рн =1150 кВт·ч

PΣ =1270,0036 кВт·ч

Рн =1270 кВт·ч

PΣ =2450,043 кВт·ч

Рн =2450 кВт·ч

PΣ =650 кВт·ч

Рн =650,001 кВт·ч

**Список использованной литературы**

1. И.И. Голуб. Методические указания к курсовому проету по дисциплине «Электрические сети предприятий железнодорожного транспорта», г. Иркутск 1999 г.
2. И.И. Голуб. Задания и методические указания к курсовым проектам по дисциплине «Электрические сети предприятий железнодорожного транспорта», г. Иркутск 2001 г.
3. Караев Р.И., Волобринский С.Д., Ковалев И.Н. Электрические сети и энергосистемы / Учебник для вузов ж.-д. транспорта.-М.: Транспорт, 1988. 326 с.
4. Курс лекций по дисциплине «Электрические сети предприятий железнодорожного транспорта».