

Автоматизация расчета высших гармоник в электрических сетях предприятия

*Научный руководитель: АЛФЁРОВА ТАМАРА
ВИКТОРОВНА*

*Выполнил студент: ДОВГУН АНТОН
АЛЕКСАНДРОВИЧ*

Гомель, 2015



Sigma



Количество ветвей

Количество гармоник

Количество узлов

Базисная мощность МВА

Таблица ветвей

| номер | узел 1 | узел 2 | Элемент |
|-------|--------|--------|---------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Таблица узлов

| номер | Источник ВГ |
|-------|-------------|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Номер гармоник

| номер | v |
|-------|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

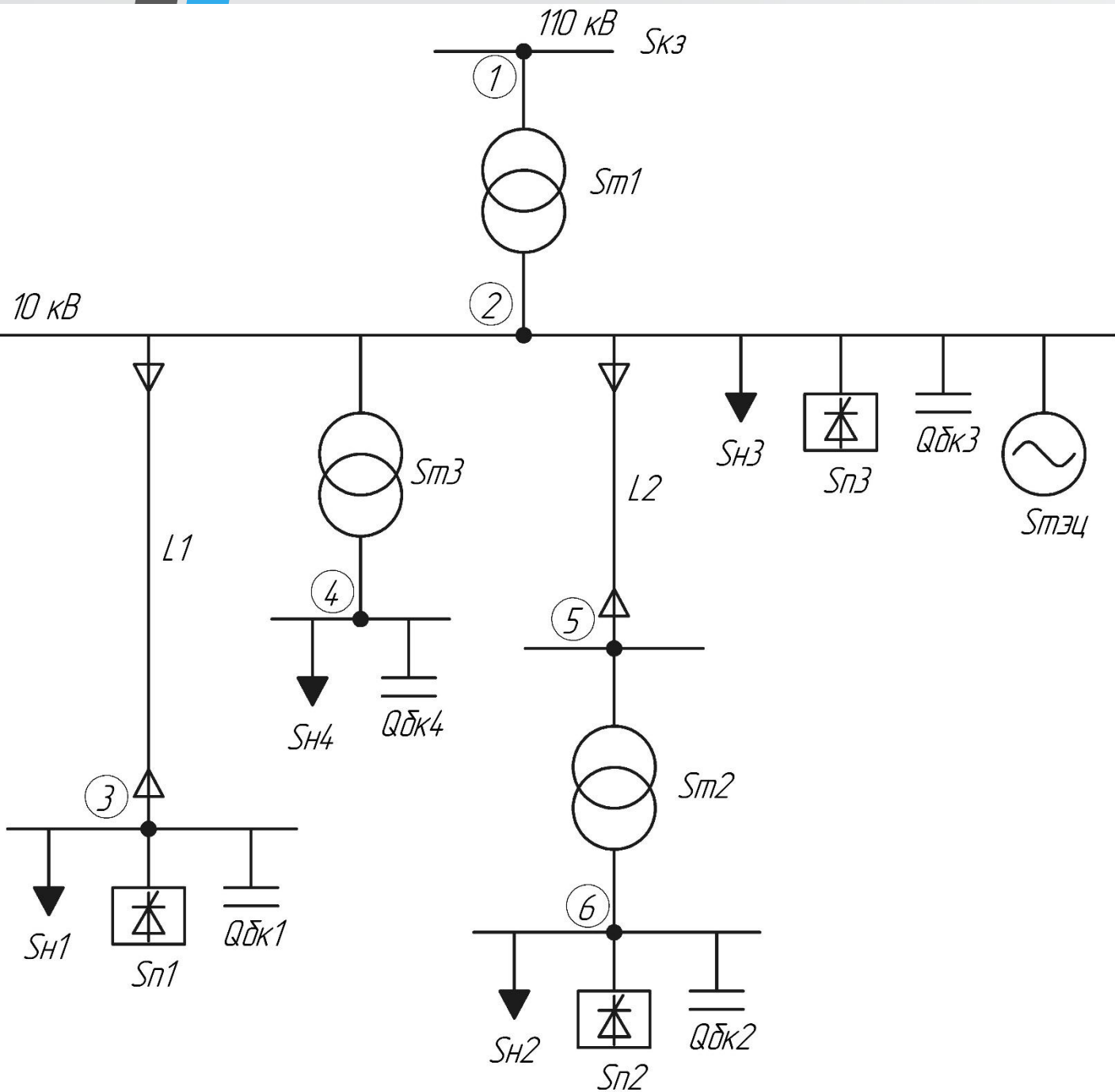
Память

Параметры

Матрицы

Очистить

Расчет



Исходные данные:

Система: $S_{кз}=2000$ МВА;

узел 1: трансформатор $S_{m1}=63$ МВА, $U_k=12\%$, $\Delta P_k=250$ кВт;

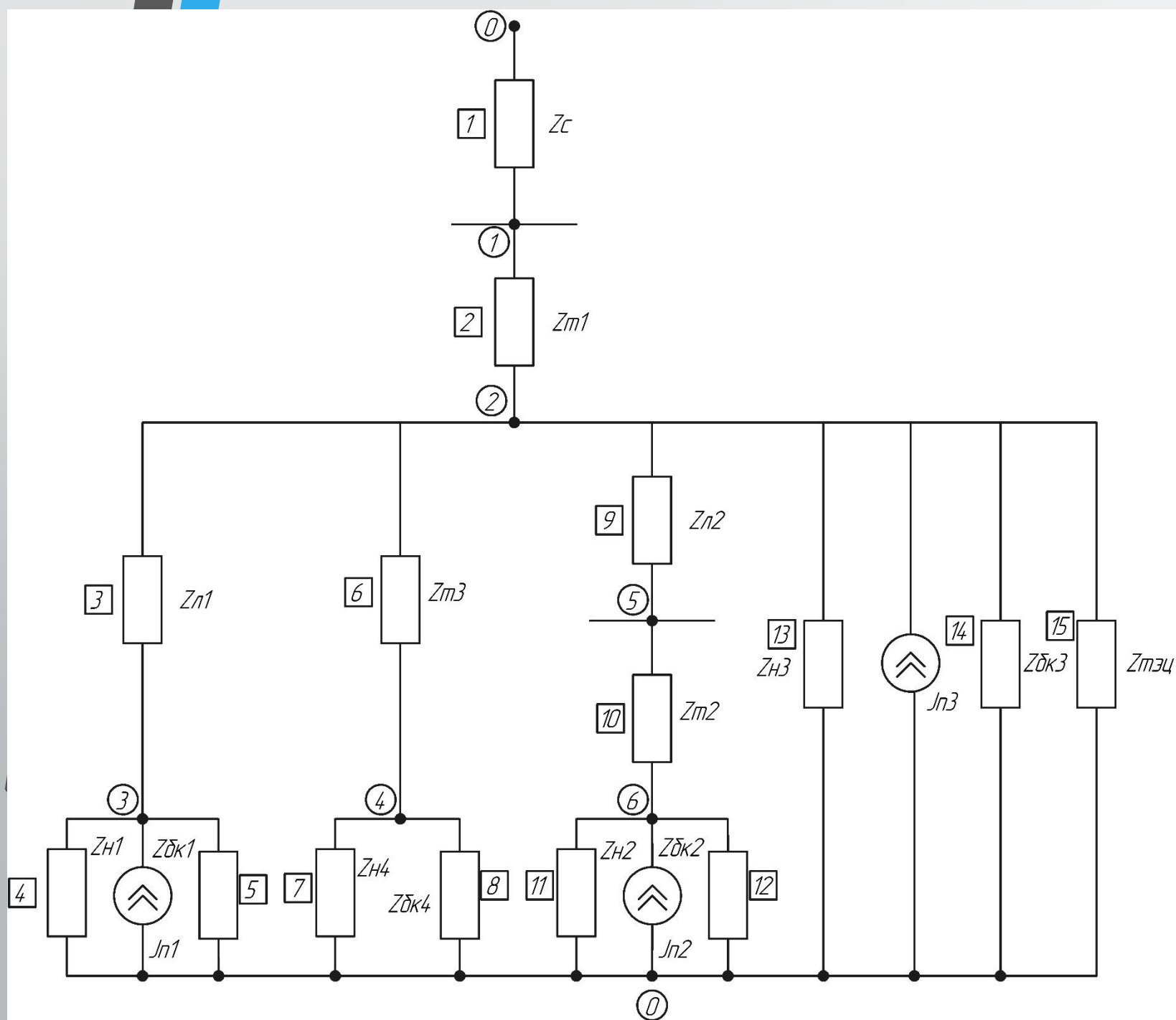
узел 2: кабельная линия $L1=2$ км, 4 кабеля, $r_0=0,028$ Ом/км, $x_0=0,075$ Ом/км, трансформатор $S_{m3}=2500$ кВА, $U_k=10\%$, $\Delta P_k=10$ кВт; кабельная линия $L2=4,8$ км, 4 кабеля, $r_0=0,028$ Ом/км, $x_0=0,075$ Ом/км, нагрузка $S_{H3}=25$ МВА, $\cos(\varphi)=0,8$; 12-фазный преобразователь $S_{n3}=5$ МВА, $\varphi=30^\circ$; БК $Q_{бк3}=15$ Мвар; ТЭЦ $S_{mэц}=15$ МВА, $X_d=0,15$;

узел 3: нагрузка $S_{H1}=15$ МВА, $\cos(\varphi)=0,8$; 6-фазный преобразователь $S_{n1}=15$ МВА, $\varphi=10^\circ$; БК $Q_{бк1}=15$ Мвар;

узел 4: нагрузка $S_{H4}=2$ МВА, $\cos(\varphi)=0,8$; БК $Q_{бк4}=1$ Мвар;

узел 5: трансформатор $S_{m2}=2500$ кВА, $U_k=10\%$, $\Delta P_k=10$ кВт;

узел 6: нагрузка $S_{H2}=1,3$ МВА, $\cos(\varphi)=0,8$; 6-фазный преобразователь $S_{n2}=200$ кВА, $\varphi=20^\circ$; БК $Q_{бк2}=800$ квар;



Количество узлов – 6;
 Количество ветвей – 15;
 Количество гармоник – 8;
 v : 5; 7; 11; 13; 17; 19; 23; 25.

Конфигурация схемы:

[ветвь] – узел1, узел2;

[1]-1,0; [11]-6,0;

[2]-1,2; [12]-6,0;

[3]-2,3; [13]-2,0;

[4]-3,0; [14]-2,0;

[5]-3,0; [15]-2,0;

[6]-2,4;

[7]-4,0;

[8]-4,0;

[9]-2,5;

[10]-5,6;

Источники ВГ:

[узел]- Тип источника ВГ;

[1]-нет; [5]-нет;

[2]-12-ти фазный; [6]-6-ти фазный;

[3]-6-ти фазный;

[4]-нет;

Количество ветвей Количество гармоник Количество узлов Базисная мощность МВА

Таблица ветвей

| номер | узел 1 | узел 2 | Элемент |
|----------|--------|--------|---------------|
| ветвь 1 | 1 | 0 | Система |
| ветвь 2 | 1 | 2 | Трансформатор |
| ветвь 3 | 2 | 3 | ЛЭП |
| ветвь 4 | 3 | 0 | Нагрузка |
| ветвь 5 | 3 | 0 | БК |
| ветвь 6 | 2 | 4 | БК |
| ветвь 7 | | | Трансформатор |
| ветвь 8 | | | БК |
| ветвь 9 | | | ЛЭП |
| ветвь 10 | | | Хс ЛЭП |
| ветвь 11 | | | Генератор ТЭЦ |
| | | | Нагрузка |
| | | | Система |

Таблица узлов

| номер | Источник ВГ |
|--------|-------------|
| узел 1 | |
| узел 2 | |
| узел 3 | |
| узел 4 | |
| узел 5 | |
| узел 6 | |

Номер гармоник

| номер | v |
|-------|---|
| 1 | |
| 2 | |
| 3 | |
| 4 | |
| 5 | |
| 6 | |
| 7 | |
| 8 | |



Sigma



Количество ветвей

Количество гармоник

Количество узлов

Базисная мощность МВА

Таблица ветвей

| номер | узел 1 | узел 2 | Элемент |
|----------|--------|--------|---------------|
| ветвь 1 | 1 | 0 | Система |
| ветвь 2 | 1 | 2 | Трансформатор |
| ветвь 3 | 2 | | |
| ветвь 4 | 3 | | |
| ветвь 5 | 3 | | |
| ветвь 6 | 2 | | |
| ветвь 7 | | | |
| ветвь 8 | | | |
| ветвь 9 | | | |
| ветвь 10 | | | |
| ветвь 11 | | | |

Таблица узлов

| номер | Источник ВГ |
|--------|-------------|
| узел 1 | |
| узел 2 | |

Номер гармоник

| номер | v |
|-------|---|
| 1 | |
| 2 | |
| 3 | |
| 4 | |
| 5 | |
| 6 | |
| 7 | |
| 8 | |



Трансформатор

Мощность МВА

Напряжение КЗ %

Потери КЗ МВт

Ок

Память

Параметры

Матрицы

Очистить

Расчет

Количество ветвей Количество гармоник Количество узлов Базисная мощность МВА

Таблица ветвей

| номер | узел 1 | узел 2 | Элемент |
|----------|--------|--------|---------------|
| ветвь 6 | 2 | 4 | Трансформатор |
| ветвь 7 | 4 | 0 | Нагрузка |
| ветвь 8 | 4 | 0 | БК |
| ветвь 9 | 2 | 5 | ЛЭП |
| ветвь 10 | 5 | 6 | Трансформатор |
| ветвь 11 | 6 | 0 | Нагрузка |
| ветвь 12 | 6 | 0 | БК |
| ветвь 13 | 2 | 0 | Нагрузка |
| ветвь 14 | 2 | 0 | БК |
| ветвь 15 | 2 | 0 | Генератор ТЭЦ |

Таблица узлов

| номер | Источник ВГ |
|--------|-----------------|
| узел 1 | нет |
| узел 2 | 12-ти фазный ВП |
| узел 3 | ти фазный ВП |
| узел 4 | 6-ти фазный ВП |
| узел 5 | 12-ти фазный ВП |
| узел 6 | нет |

Номер гармоник

| номер | v |
|-------|---|
| 1 | |
| 2 | |
| 3 | |
| 4 | |
| 5 | |
| 6 | |
| 7 | |
| 8 | |



Sigma



Количество ветвей

Количество гармоник

Количество узлов

Базисная мощность МВА

Таблица ветвей

| номер | узел 1 | узел 2 | Элемент |
|----------|--------|--------|---------------|
| ветвь 6 | 2 | 4 | Трансформатор |
| ветвь 7 | 4 | 0 | Нагрузка |
| ветвь 8 | 4 | 0 | БК |
| ветвь 9 | 2 | 5 | ЛЭП |
| ветвь 10 | 5 | 6 | |
| ветвь 11 | 6 | 0 | |
| ветвь 12 | 6 | 0 | |
| ветвь 13 | 2 | 0 | |
| ветвь 14 | 2 | 0 | |
| ветвь 15 | 2 | 0 | |

Таблица узлов

| номер | Источник ВГ |
|--------|-----------------|
| узел 1 | нет |
| узел 2 | 12-ти фазный ВП |
| узел 3 | 6-ти фазный ВП |
| узел 4 | |

Номер гармоник

| номер | v |
|-------|---|
| 1 | |
| 2 | |
| 3 | |
| 4 | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |



6-ти фазный ВП

Мощность МВА

Угол α град.

Ок

Память

Параметры

Матрицы

Расчет



Sigma

Количество ветвей Количество гармоник Количество узлов Базисная мощность МВА

Таблица ветвей

| номер | узел 1 | узел 2 | Элемент |
|----------|--------|--------|---------------|
| ветвь 6 | 2 | 4 | Трансформатор |
| ветвь 7 | 4 | 0 | Нагрузка |
| ветвь 8 | 4 | 0 | БК |
| ветвь 9 | 2 | 5 | ЛЗП |
| ветвь 10 | 5 | 6 | Трансформатор |
| ветвь 11 | 6 | 0 | Нагрузка |
| ветвь 12 | 6 | 0 | БК |
| ветвь 13 | 2 | 0 | Нагрузка |
| ветвь 14 | 2 | 0 | БК |
| ветвь 15 | 2 | 0 | Генератор ТЭЦ |

Таблица узлов

| номер | Источник ВГ |
|--------|-----------------|
| узел 1 | нет |
| узел 2 | 12-ти фазный ВП |
| узел 3 | 6-ти фазный ВП |
| узел 4 | нет |
| узел 5 | нет |
| узел 6 | 6-ти фазный ВП |

Номер гармоник

| номер | v |
|-------|----|
| 1 | 5 |
| 2 | 7 |
| 3 | 11 |
| 4 | 13 |
| 5 | 17 |
| 6 | 19 |
| 7 | 23 |
| 8 | 25 |

Параметры трансформатора

| № | S | Uк | Pк |
|--------|-----|----|------|
| ветвь1 | 0 | 0 | 0 |
| ветвь2 | 63 | 12 | 0,25 |
| ветвь3 | 0 | 0 | 0 |
| ветвь4 | 0 | 0 | 0 |
| ветвь5 | 0 | 0 | 0 |
| ветвь6 | 2,5 | 10 | 0,01 |
| ветвь7 | 0 | 0 | 0 |
| ветвь8 | 0 | 0 | 0 |
| ветвь9 | 0 | 0 | 0 |

Параметры проводимости ЛЭП

| | L | U | b0 |
|--------|---|---|----|
| ветвь1 | 0 | 0 | 0 |
| ветвь2 | 0 | 0 | 0 |
| ветвь3 | 0 | 0 | 0 |
| ветвь4 | 0 | 0 | 0 |
| ветвь5 | 0 | 0 | 0 |
| ветвь6 | 0 | 0 | 0 |
| ветвь7 | 0 | 0 | 0 |
| ветвь8 | 0 | 0 | 0 |
| ветвь9 | 0 | 0 | 0 |

Параметры БК

| № | Мощнос |
|---------|--------|
| ветвь7 | 0 |
| ветвь8 | 1 |
| ветвь9 | 0 |
| ветвь10 | 0 |
| ветвь11 | 0 |
| ветвь12 | 0,8 |
| ветвь13 | 0 |
| ветвь14 | 15 |
| ветвь15 | 0 |

Система

| № | S |
|---------|------|
| ветвь1 | 2000 |
| ветвь2 | 0 |
| ветвь3 | 0 |
| ветвь4 | 0 |
| ветвь5 | 0 |
| ветвь6 | 0 |
| ветвь7 | 0 |
| ветвь8 | 0 |
| ветвь9 | 0 |
| ветвь10 | 0 |

Параметры источников ВГ

| № | S | fi | Тип |
|-------|-----|----|--------------|
| узел1 | 0 | 0 | нет |
| узел2 | 5 | 30 | 12-ти фазный |
| узел3 | 15 | 10 | 6-ти фазный |
| узел4 | 0 | 0 | нет |
| узел5 | 0 | 0 | нет |
| узел6 | 0,2 | 20 | 6-ти фазный |

Параметры ЛЭП

| № | L | U | N | R0 | X0 |
|--------|-----|----|---|-------|-------|
| ветвь1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ветвь2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ветвь3 | 2 | 10 | 4 | 0,028 | 0,075 |
| ветвь4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ветвь5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ветвь6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ветвь7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ветвь8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ветвь9 | 4,8 | 10 | 1 | 0,028 | 0,075 |

Генераторы ТЭЦ

| № | S | Xd |
|---------|----|------|
| ветвь8 | 0 | 0 |
| ветвь9 | 0 | 0 |
| ветвь10 | 0 | 0 |
| ветвь11 | 0 | 0 |
| ветвь12 | 0 | 0 |
| ветвь13 | 0 | 0 |
| ветвь14 | 0 | 0 |
| ветвь15 | 15 | 0,15 |

Нагрузка

| № | S | cos(fi) |
|--------|----|---------|
| ветвь1 | 0 | 0 |
| ветвь2 | 0 | 0 |
| ветвь3 | 0 | 0 |
| ветвь4 | 15 | 0,8 |
| ветвь5 | 0 | 0 |
| ветвь6 | 0 | 0 |
| ветвь7 | 2 | 0,8 |
| ветвь8 | 0 | 0 |
| ветвь9 | 0 | 0 |



Напряжение в узлах схемы

| № узла | узел 1 | узел 2 | узел 3 | узел 4 | узел 5 | узел 6 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 5 | 0,000 | 0,000 | 0,006 | 0,009 | 0,003 | 0,041 |
| 7 | 0,000 | 0,000 | 0,007 | 0,007 | 0,001 | 0,014 |
| 11 | 0,000 | 0,000 | 0,009 | 0,012 | 0,004 | 0,002 |
| 13 | 0,000 | 0,002 | 0,014 | 0,030 | 0,016 | 0,002 |
| 17 | 0,001 | 0,005 | 0,006 | 0,049 | 0,046 | 0,007 |
| 19 | 0,001 | 0,006 | 0,022 | 0,050 | 0,060 | 0,006 |
| 23 | 0,000 | 0,002 | 0,012 | 0,009 | 0,017 | 0,001 |
| 25 | 0,000 | 0,001 | 0,008 | 0,005 | 0,010 | 0,001 |
| Цэкв | 0,001 | 0,008 | 0,033 | 0,079 | 0,080 | 0,044 |

Коэффициент Кнс

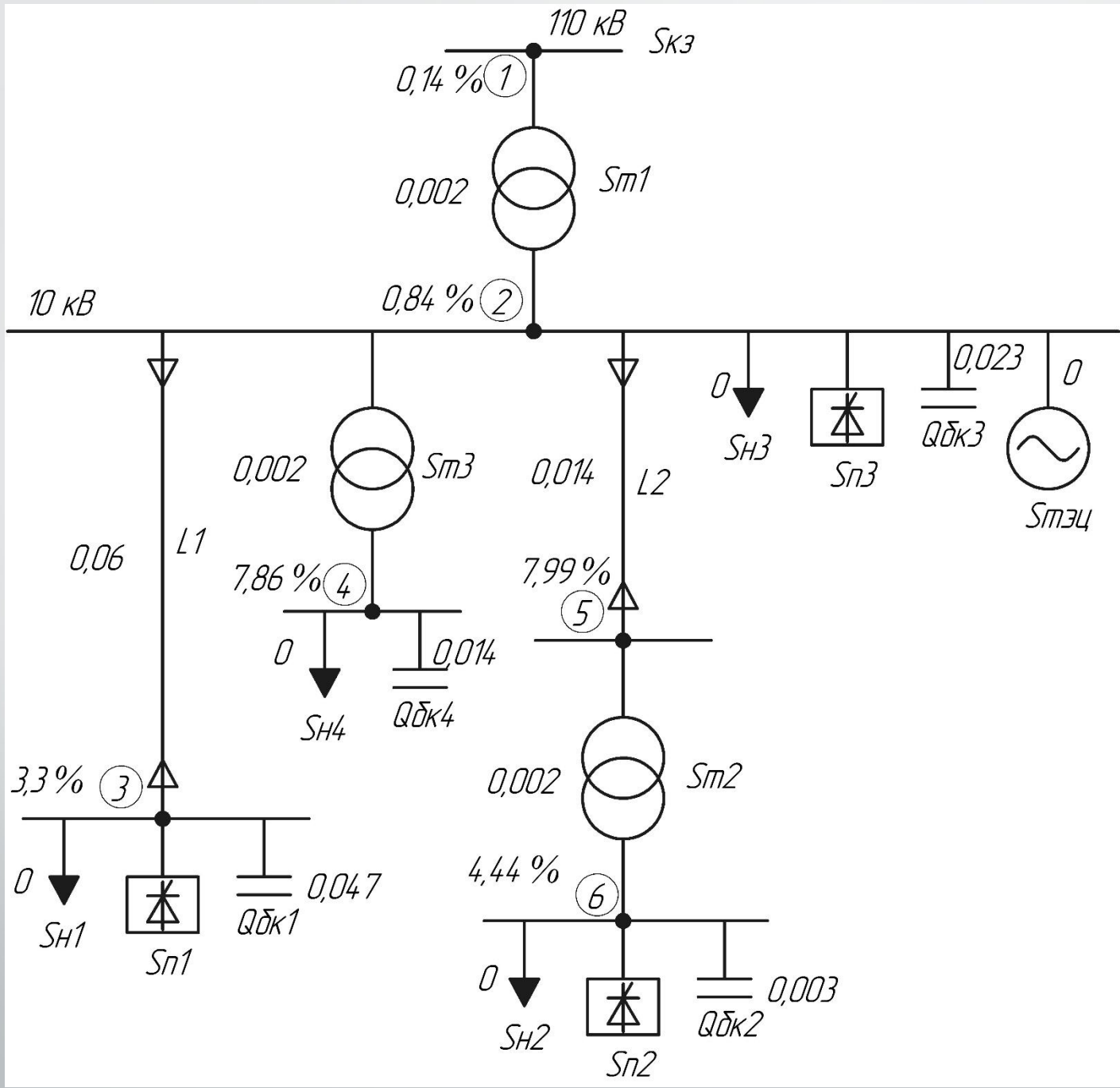
| № | Кнс |
|--------|------|
| узел 1 | 0,14 |
| узел 2 | 0,84 |
| узел 3 | 3,30 |
| узел 4 | 7,86 |
| узел 5 | 7,99 |
| узел 6 | 4,44 |

Токи в ветвях схемы

| № ветви | ветвь 1 | ветвь 2 | ветвь 3 | ветвь 4 | ветвь 5 | ветвь 6 | ветвь 7 | ветвь 8 |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 5 | 0,000 | 0,000 | 0,032 | 0,000 | 0,002 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0,000 | 0,000 | 0,025 | 0,000 | 0,004 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 11 | 0,000 | 0,000 | 0,022 | 0,000 | 0,008 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 13 | 0,001 | 0,001 | 0,025 | 0,000 | 0,014 | 0,001 | 0,000 | 0,000 |
| 17 | 0,001 | 0,001 | 0,008 | 0,000 | 0,008 | 0,001 | 0,000 | 0,000 |
| 19 | 0,001 | 0,001 | 0,022 | 0,000 | 0,033 | 0,001 | 0,000 | 0,000 |
| 23 | 0,000 | 0,000 | 0,016 | 0,000 | 0,023 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 25 | 0,000 | 0,000 | 0,009 | 0,000 | 0,015 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Цэкв | 0,002 | 0,002 | 0,060 | 0,000 | 0,047 | 0,002 | 0,000 | 0,000 |

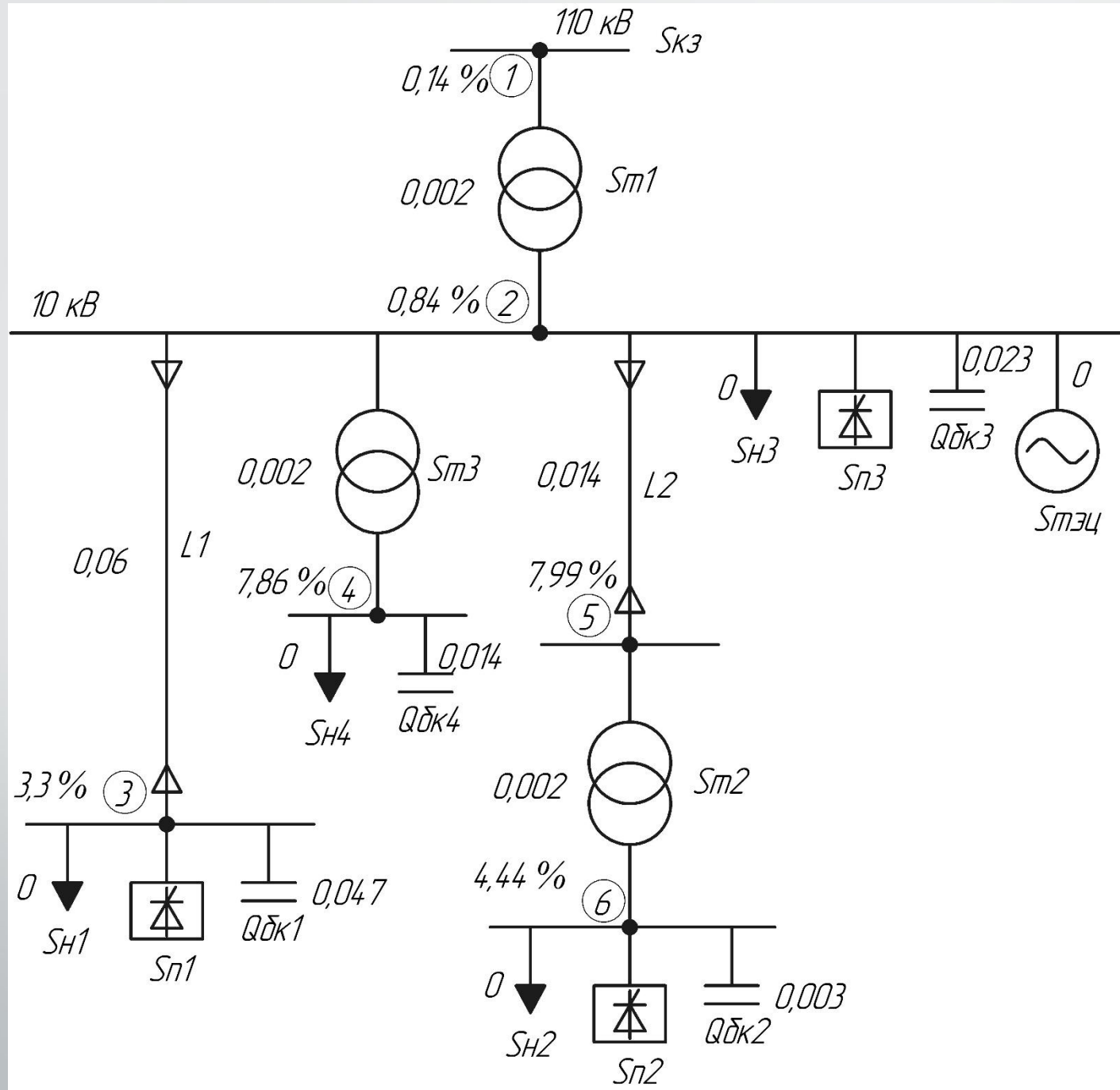


Закреть



Напряжение в узлах схемы

| № узла | узел 4 | узел 5 |
|--------|--------|--------|
| 5 | 0,009 | 0,003 |
| 7 | 0,007 | 0,001 |
| 11 | 0,012 | 0,004 |
| 13 | 0,030 | 0,016 |
| 17 | 0,049 | 0,046 |
| 19 | 0,050 | 0,060 |
| 23 | 0,009 | 0,017 |
| 25 | 0,005 | 0,010 |
| Цэкв | 0,079 | 0,080 |



Токи в ветвях схемы

| № ветви | ветвь 8 | ветвь 9 |
|---------|---------|---------|
| 5 | 0,000 | 0,002 |
| 7 | 0,000 | 0,001 |
| 11 | 0,001 | 0,001 |
| 13 | 0,004 | 0,003 |
| 17 | 0,008 | 0,008 |
| 19 | 0,010 | 0,010 |
| 23 | 0,002 | 0,002 |
| 25 | 0,001 | 0,001 |
| Цэкв | 0,014 | 0,014 |



*СПАСИБО
ЗА ВНИМАНИЕ!*