

«

. .»

_____/ . .

.02.

.02.01.

13.02.07 ()

«__» _____20 , _____/ _____

, 2018

13.02.07

()

.02.

.

.

:

..

..

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

- 5.

- 6.

- 7.
- 8.

1.

.02.01.

13.02.07

(

)
.02.

.

«

».

:

-

;

-

;

-

.

:

-

;

-

;

-

;

-

;

-

;

-

;

-

;

:

-

;

-

;

-

,

,

;

- ;
- ;
- ;
- ;

1. ;
2. , ;
3. ;
4. ;

5. ; -
6. ; ,
7. ; ,

(), ;
8. ; ,
9. ;

.02.01.

.02.

2.1. ;
.

2.2.

2.3.

2.5.

«
».

2.

,
,
,
·
«
»
:

1.

3.

2.

·
 $S_{K1} S_{K2}$.

3.

4.

5.

6.

(\cos),

3.

1 -

1

1.1

1.2

1.3

2

3

3.1

3.2

3.3

4

4.1

4.2

4.3

4.4

4.5

4.6

4.7

4.8

5

5.1

5.2

,

.

.

—

,

.

,

,

.

4.

1.

2.

:

.

.

.

.

,

,

,

.

.

.

10	35
35	10

,

.

,

—

.

.

.

.

,

.

.

,

—

.

()

220/35

10

35

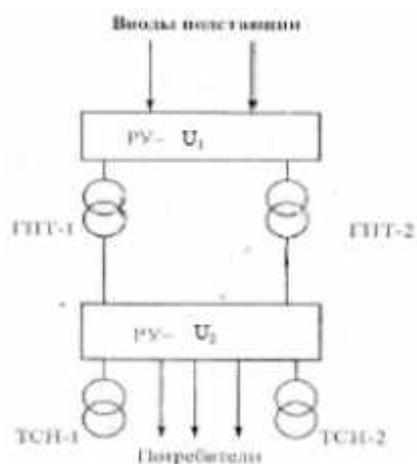
10

-220/35/10

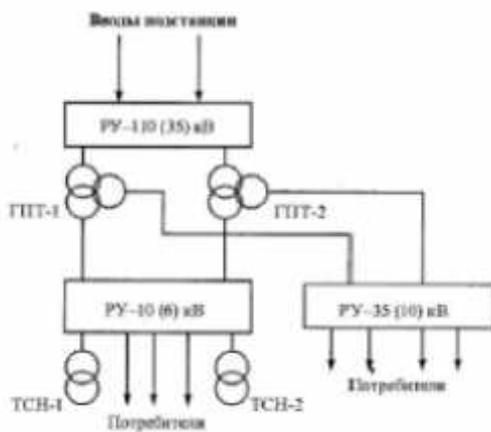
-110/35

-110/35/10

-110/10



1 -



2 -

4,5,6.

5.

5.1.

(1-5).

5.1.1.

5.1.1.1.

$$\begin{aligned}
 & \text{---} = \text{---}, \quad (1) \\
 & \text{: ---} \text{---}; \\
 & \text{---} \\
 & \begin{aligned}
 1 &= 1 & 1 \\
 2 &= 2 & 2 \\
 3 &= 3 & 3 \\
 4 &= 4 & 4 \\
 5 &= 5 & 5 \\
 6 &= 6 & 6
 \end{aligned} \\
 & \quad = 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6
 \end{aligned}$$

5.1.1.2.

$$Q = \text{tg} \quad , (2)$$

: --- , ;

$$\text{tg} \text{---} ,$$

:

$$\text{tg} = \frac{\sqrt{c^2 - 1}}{c \varphi}$$

$$Q = \text{tg} 1 \quad 1$$

$$Q \quad 2 = \text{tg} 2 \quad 2$$

$$Q \quad 3 = \text{tg} 3 \quad 3$$

$$Q \quad 4 = \text{tg} 4 \quad 4$$

$$Q \quad 5 = \text{tg} 5 \quad 5$$

$$Q \quad 6 = \text{tg} 6 \quad 6$$

$$Q = Q \quad 1 + Q \quad 2 + Q \quad 3 + Q \quad 4 + Q \quad 5 + Q \quad 6$$

5.1.1.3.

$$S = \left(1 + \frac{P_{\text{пост}} + P_{\text{пер}}}{1}\right) \sqrt{\Sigma P^2_{\text{макс}} + \Sigma^2_{\text{макс}}} \quad (3)$$

: — , = 1 - 2%,
 (= 2%); — ,
 = 6 - 10%, (= 8%); — ; Q — ; —
 = 0,95.

5.1.1.4.

0,5 - 0,8 %

$$S = \frac{0,5 \dots 0,8}{1} \times S \quad (4)$$

5.1.1.5.

$$S_{\text{с}} = S_{\text{н}} + S_{\text{п}} \quad (5)$$

5.1.2.

5.1.2.1.

$$S_{\text{с}} = \frac{S_{\text{п.ст}}}{K_{\text{ав}} \times (n-1)} \quad (6)$$

, = 1,4; n — , n = 2.

....().

1-

	S . . .	U 1,	U 2,	u , %	

$$S_{\text{с}} = > S_{\text{н}} . / = .$$

3 4.

5.1.2.2.

S_1, S_2, \dots, S_n (7)
 S_1, S_2, \dots, S_n
 ()

2-

	S . . ,	U 1,	U 2,	u , %	

5 6.

3-

35

	S . . ,	U 1,	U 2,	u , %	
-1000/35	1000	35	10,5	6,5	Y/ -11
-1000/35	1000	35	10,5	6,5	Y/ -11
-1600/35	1600	35	10,5	6,5	Y/ -11
-1600/35	1600	35	10,5	6,5	Y/ -11
-2500/35	2500	35	10,5	6,5	Y/ -11
-2500/35	2500	35	10,5	6,5	Y/ -11
-4000/35	4000	35	10,5	7,5	Y/ -11
-4000/35	4000	35	10,5	7,5	Y/ -11
-6300/35	6300	35	10,5	7,5	Y/ -11
-6300/35	6300	35	10,5	7,5	Y/ -11
-10000/35	10000	35	10,5	7,5	Y/ -11
-16000/35	16000	35	10,5	8,0	Y/ -11

4-

110

	S . . ,	U 1,	U 2,	u , %	
-6300/110	6300	115	11	10,5	Y*/ -11
-6300/110	6300	115	38,5	10,5	Y*/ -11
-10000	10000	115	11	10,5	Y*/ -11
-10000	10000	115	11	10,5	Y*/ -11

-10000	10000	115	38,5	10,5	Y*/ -11
-16000	16000	115	11	10,5	Y*/ -11
-16000	16000	115	38,5	10,5	Y*/ -11
-25000	25000	115	38,5	10,5	Y*/ -11
-31500	31500	115	11	10,5	Y*/ -11
-40000	40000	115	38,5	10,5	Y*/ -11
-63000	63000	115	38,5	10,5	Y*/ -11

5 -

35, 10

	S . . ,	U 1,	U 2,	u , %	
-63/10	63	10	0,4	4	Y/Y*-0
-63/35	63	35	0,4	4,5	Y/Y*-0
-100/10	100	10	0,4	4	Y/Y*-0
-100/35	100	35	0,4	4,5	Y/Y*-0
-160/10	160	10	0,4	4	Y/Y*-0
-160/35	160	35	0,4	4,5	Y/Y*-0
-250/10	250	10	0,4	4	Y/Y*-0
-250/35	250	35	0,4	4,5	Y/Y*-0
-400/10	400	10	0,4	4	Y/Y*-0
-400/35	400	35	0,4	4,5	Y/Y*-0

6 -

10

	S . . ,	U 1,	U 2,	u , %	
-63/10	63	10	0,4	4	Y/Y*-0
-63/10	63	10	0,4	4	Y/Y*-0
-100/10	100	10	0,4	4	Y/Y*-0
-100/10	100	10	0,4	4	Y/Y*-0
-160/10	160	10	0,4	4	Y/Y*-0
-160/10	160	10	0,4	4	Y/Y*-0
-250/10	250	10	0,4	4	Y/Y*-0
-250/10	250	10	0,4	4	Y/Y*-0
-400/10	400	10	0,4	4	Y/Y*-0
-400/10	400	10	0,4	4	Y/Y*-0

(8-12).

5.1.2.

5.1.2.1.

= ,

(8)

$$\begin{aligned}
 2 &= 2 & 2 \\
 3 &= 3 & 3 \\
 4 &= 4 & 4 \\
 5 &= 5 & 5 \\
 6 &= 6 & 6 \\
 35 &= 1 + 2 + 3 \\
 10 &= 4 + 5 + 6.
 \end{aligned}$$

5.1.2.2

$$Q = \operatorname{tg} \quad , \quad (9)$$

$\operatorname{tg} -$

$$\operatorname{tg} = \frac{\sqrt{c^2 - 1}}{c \varphi}.$$

$$\begin{aligned}
 Q_1 &= \operatorname{tg} 1 & 1 \\
 Q_2 &= \operatorname{tg} 2 & 2 \\
 Q_3 &= \operatorname{tg} 3 & 3 \\
 Q_4 &= \operatorname{tg} 4 & 4 \\
 Q_5 &= \operatorname{tg} 5 & 5 \\
 Q_6 &= \operatorname{tg} 6 & 6 \\
 Q_{35} &= Q_1 + Q_2 + Q_3 \\
 Q_{10} &= Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7.
 \end{aligned}$$

5.1.2.3

$$S = \left(1 + \frac{P_{\text{пост}} + P_{\text{пер}}}{1}\right) \sqrt{\Sigma P^2_{\text{макс}10} + \Sigma^2_{\text{макс}10}} S = \left(1 + \frac{P_{\text{пост}} + P_{\text{пер}}}{1}\right) \sqrt{\Sigma P^2_{\text{макс}35} + \Sigma^2_{\text{макс}35}} \quad (10)$$

$\quad = 1 - 2\%$,
 $(\quad = 2\%)$; $\quad = 8\%$; $35, \quad 10 -$
 $= 6 - 10\%$, $(\quad = 8\%)$; $35, \quad 10 -$
 $35 \quad 10$
 $;$ $Q_{35}, \quad Q_{10} -$
 $35 \quad 10$,
 $;$ $\quad = 0,95$.

5.1.2.4

0,5 – 0,8 %

:

$$S = \frac{0,5 \dots 0,8}{1} \times (S_{35} + S_{10}), \quad (11)$$

5.1.2.5

$$S / = S_{35} + S_{10} + S, \quad (12)$$

(6).

7 - - .

	S . .,	U 1,	U 2,	u , %			
				uk1-2	uk1-3	uk2-3	

8.

10 .

(7).

6.

2.

8 - - .

3-

	S . .,	U 1,	U 2,	U 2,	u , %			
					uk1-2	uk1-3	uk2-3	
-6300/110	6300	110	38,5	11	10,5	17	6	Y*-Y*- - 0-11
H-6300/110	6300	115	38,5	11	10,5	17	6	Y*-Y*- - 0-11
H-10000/110	10000	115	38,5	11	17	10,5	6	Y*-Y*- - 0-11
H-10000/110	10000	110	38,5	10,5	17	10,5	6	Y*-Y*- - 0-11
H-10000/110	10000	115	38,5	11	17	10,5	6	Y*-Y*- - 0-11
H-16000/110	16000	115	38,5	11	17	10,5	6	Y*-Y*- - 0-11
H-20000/110	20000	115	38,5	11	17	10,5	6	Y*-Y*- - 0-11
H-25000/110	25000	115	38,5	11	10,5	17	6	Y*-Y*- - 0-11
H-31500/110	31500	115	38,5	11	10,5	17	6	Y*-Y*- - 0-11

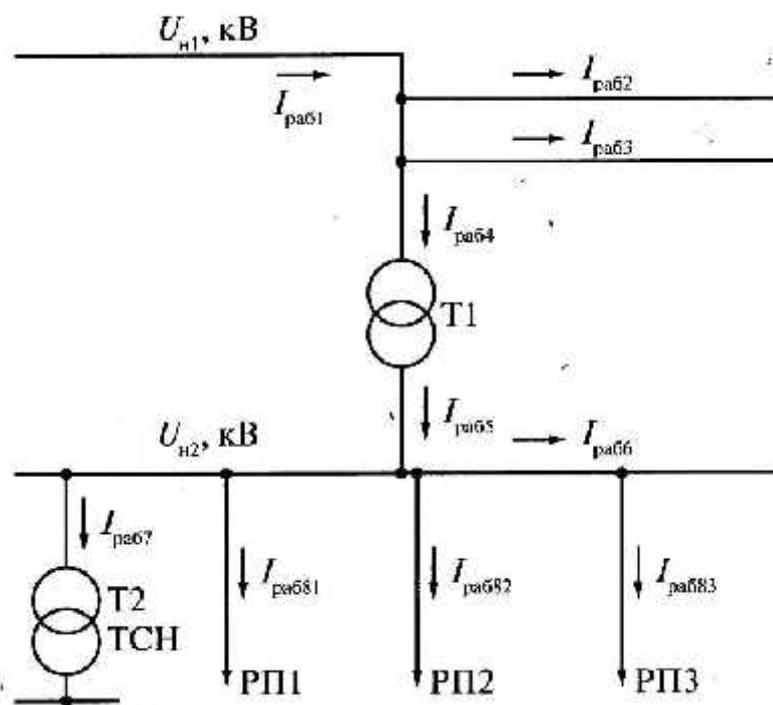
H-40000/110	40000	115	38,5	11	17	10,5	6	Y*-Y*-0-11
H-10000/220	10000	230	38,5	11	12,5	20	6,5	Y*-Y*-0-11
H-25000/220	25000	230	38,5	11	12,5	20	6,5	Y*-Y*-0-11

5.2.

30 %
40 %.

3

(13 – 20).



3 –

5.2.1.

$$S = (n \cdot S_{\dots} + S_{\dots}) \quad (13)$$

S_{\dots}

, ; S_{\dots}

(

$n = 2$);
 $= 0,75$.

5.2.2.

$$I_1 = \frac{K_{np} S}{\sqrt{3} U_1}, (14)$$

—

5.2.3.

$$I_2 = I_3 = \frac{K_{np} S}{\sqrt{3} U_1} (15)$$

—

5.2.4.

$$I_4 = \frac{K_{ав} S}{\sqrt{3} U_1}, (16)$$

—

5.2.5.

$$I_5 = \frac{K_{ав} S}{\sqrt{3} U_2}, (17)$$

U_2 —

5.2.6.

$$I_6 = \frac{K_{рн} S}{\sqrt{3} U_2}, (18)$$

S —

$$(S = 2 S);$$

—

$$; = 0,7$$

$$: = 0,5$$

5.2.7.

$$I_7 = \frac{K_{ав} S}{\sqrt{3} U_1}, (19)$$

S . -
; U 1. -

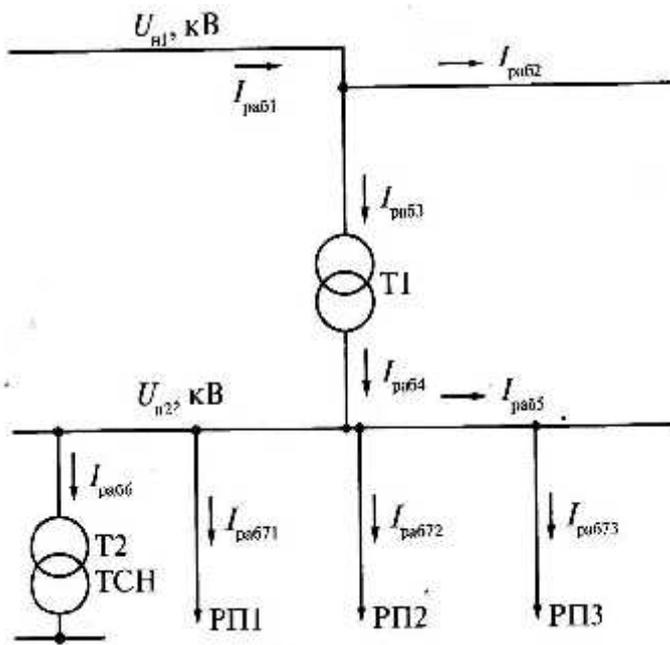
5.2.8.

$$I_8 = \frac{K_{np} m}{\sqrt{3} U_2 C}, (20)$$

max -
cos -

4

(21 - 28).



4 -

5.2.9.

$$I_1 = \frac{K_{ав} S}{\sqrt{3} U_1}, (21)$$

S . -

(S . = 2 S .);

S . -
; U 1 -

, ; -
, = 1,4.

5.2.10.

$$S = n S , (22)$$

n -

, n = 2.

5.2.11.

$$I_2 = I_{\text{нп}} = \frac{K_{\text{нп}} S}{\sqrt{3} U_1}, \quad (23)$$

5.2.12. $\dots = 0,7.$

$$I_3 = \frac{K_{\text{ав}} S}{\sqrt{3} U_1}, \quad (24)$$

5.2.13. $\dots = 1,4.$

$$I_4 = \frac{K_{\text{ав}} S}{\sqrt{3} U_2}, \quad (25)$$

5.2.14.

$$I_5 = \frac{K_{\text{рн}} S}{\sqrt{3} U_2}, \quad (26)$$

($S = 2 S$); $\dots = 0,5$
 $\dots = 0,7$

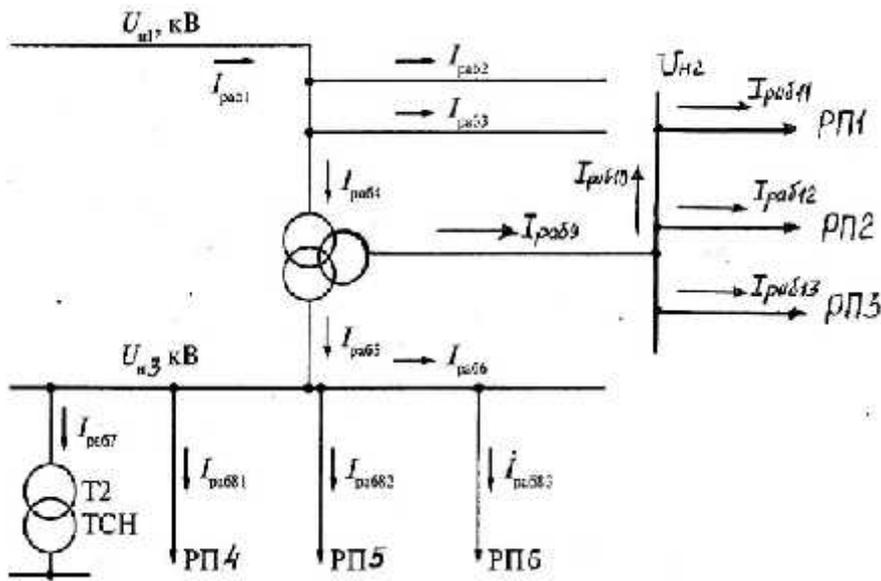
5.2.15.

$$I_6 = \frac{K_{\text{ав}} S_{\text{н.тсн}}}{\sqrt{3} U_{\text{н1.тсн}}}, \quad (27)$$

5.2.16.

$$I_7 = \frac{K_{\text{пр}} P_{\text{м}}}{\sqrt{3} U_{\text{н2}} \cos \varphi}, \quad (28)$$

$\max -$ \dots ;



5 -
5.2.17.

$$S = (n S_{\dots} + S_{\dots}) \quad (29)$$

S_{\dots} -
, ;

S -

, (, ,

S);

n -

(,

$n = 2$);

$= 0,75$.

5.2.18.

$$I_1 = \frac{K_{пр} S_{тп}}{\sqrt{3} U_1} \quad (30)$$

S -

U_1 -

, ;

, $= 1,3$.

5.2.19.

$$I_2 = I_3 = \frac{K_{пр} K_{рн} S_{тп}}{\sqrt{3} U_1} \quad (31)$$

-

, $= 0,7$.

5.2.20.

$$I_4 = \frac{K_{ав} S_1}{\sqrt{3} U_1}, \quad (32)$$

, = 1,4.

5.2.21.

$$I_5 = \frac{S_{пр3}}{\sqrt{3} U_2},$$

$$I_9 = \frac{S_1 + S_{сн}}{\sqrt{3} U_3}, \quad (33)$$

$U_2, U_3 -$

, $U_2 = 35$, $U_3 = 10$;

$S_{35}, S_{10} -$

(

-35

-10

(10)); $S -$

,

(

(11)).

5.2.22.

$$I_{10} = \frac{K_{рн} \Sigma S_{н.тр}}{\sqrt{3} U_{н2}},$$

$$I_6 = \frac{K_{рн} \Sigma S_{н.тр}}{\sqrt{3} U_{н3}}, \quad (34)$$

$S -$

,

($S = 2 S$);

,

: = 0,5

; = 0,7

5.2.23.

$$I_7 = \frac{K_{ав} S_{н.тсн}}{\sqrt{3} U_{н1.тсн}}, \quad (35)$$

$S -$

, ;

$U_1 -$

, .

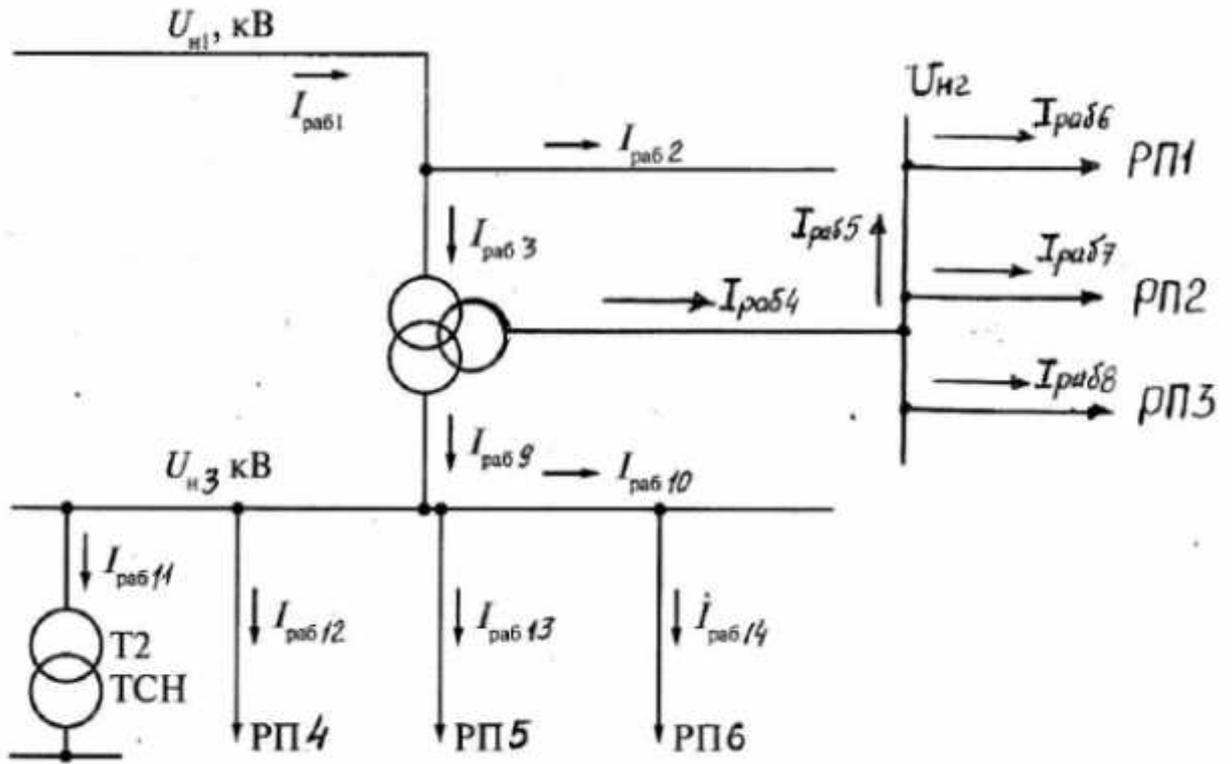
5.2.24.

$$I_{11-13} = \frac{K_{пр} P_m}{\sqrt{3} U_{н2} c \varphi},$$

$$I_{81-83} = \frac{K_{пр} P_m}{\sqrt{3} U_{н3} c \varphi}, \quad (36)$$

(max (8));cos

6 (37 - 44).



6-

5.2.25.

$$I_1 = \frac{K_{ав} \sum S_{н.тр}}{\sqrt{3} U_{H1} S} \quad (37)$$

(S = 2 S);

S

U₁

5.2.26.

$$S = n S \quad (38)$$

n

, n = 2.

5.2.27.

$$I_2 = I = (S) / (3 U_1), (39)$$

5.2.28. $\dots = 0,7.$

$$I_3 = \frac{K_{ав} \cdot S_{н.тр}}{\sqrt{3} \cdot U_{н1}}, \quad (40)$$

5.2.29. $\dots = 1,4.$

$$I_4 = (S_{рп35}) / (\sqrt{3} U_{н2}),$$

$$I_9 = (S_{10+S}) / (\sqrt{3} U_3), \quad (41)$$

$U_2, U_3 -$

$U_2 = 35, U_3 = 10; S_{35}, S_{10} -$
 $-35, -10$
 (10)); $S -$
 (11)).

5.2.30.

$$I_5 = \frac{K_{рн} \cdot \Sigma S_{н.тр}}{\sqrt{3} \cdot U_{н2}},$$

$$I_{10} = \frac{K_{рн} \cdot \Sigma S_{н.тр}}{\sqrt{3} \cdot U_{н3}}, \quad (42)$$

$S -$

$(S = 2 S); -$
 $: = 0,5$
 $; = 0,7$

5.2.31.

$$I_{11} = \frac{K_{ав} S_{н.тсн}}{\sqrt{3} U_{н1.тсн}}, \quad (43)$$

$S -$
 $; U_{1.} -$

5.2.32.

$$I_{6-8} = \frac{K_{пр} P_m}{\sqrt{3} U_{н2} c \varphi},$$

$$I_{12-14} = \frac{K_{пр} P_m}{\sqrt{3} U_{н3} c \varphi}, \quad (44)$$

$\max -$
 (8)); $\cos -$

5.3.

·

， ， ，

·

·

：

-

，

-

；

；

，

-

；

，

， · · ·

；

(

， -)；

-

；

-

，

；

-

，

·

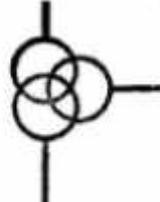
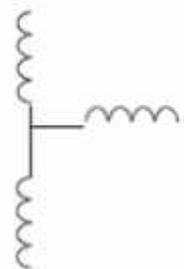
* 1，

， * -

(

， 1-)， -

·

Элемент цепи короткого замыкания	Условное графическое обозначение в расчетной схеме	Условное графическое обозначение в схеме замещения	Расчетная формула
Электрическая система			$X_{\Sigma} = \frac{S_{\Sigma}}{S_{\Sigma}}$
Линия электропередачи			$X_{\Sigma} = X_{0l} \frac{S_{\Sigma}}{U^2_{\text{ср}}}$
Двухобмоточный трансформатор			$X_{\Sigma} = \frac{u_{\Sigma}}{100} \frac{S_{\Sigma}}{S_{\Sigma, \text{нп}}}$
Трехобмоточный трансформатор			$X_{\Sigma 61} = \frac{u_{\Sigma 1}}{100} \frac{S_{\Sigma}}{S_{\Sigma, \text{нп}}}$ $X_{\Sigma 62} = \frac{u_{\Sigma 2}}{100} \frac{S_{\Sigma}}{S_{\Sigma, \text{нп}}}$ $X_{\Sigma 63} = \frac{u_{\Sigma 3}}{100} \frac{S_{\Sigma}}{S_{\Sigma, \text{нп}}}$

9:

$S_{\Sigma} = 100$;
 $S_{\Sigma} = 100$;
 $u_{\Sigma} = 0,08$ / ;
 $u_{\Sigma} = 0,12$ / ;
 $U_{\Sigma} = 5\%$;
 $S_{\Sigma} = 100$;
 $u_{\Sigma} = 0,08$;

$$\begin{aligned}
 & \mathbf{u}_{1-3}, & \mathbf{u}_{1-2}, & \mathbf{u}_{2-3}. \\
 & \mathbf{u}_1, \mathbf{u}_2, \mathbf{u}_3 & & : \\
 & u_1 = 0,5 (u_{1-2} + u_{1-3} - u_{2-3}) \\
 & u_2 = 0,5 (u_{1-2} + u_{2-3} - u_{1-3}) \\
 & u_3 = 0,5 (u_{1-3} + u_{2-3} - u_{1-2}).
 \end{aligned}$$

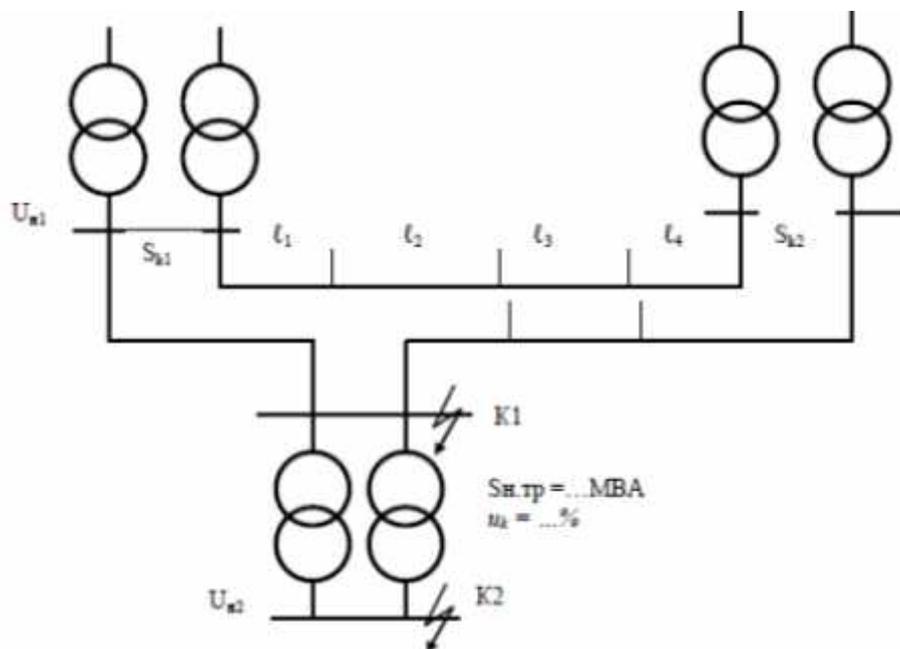
10 -

U ₁	0,22	0,38	3	6	10	35	110	220
U ₂	0,23	0,4	3,15	6,3	10,5	37	115	230

5.3.1.

5.3.1.1.

5.3.1.1.1.



7-

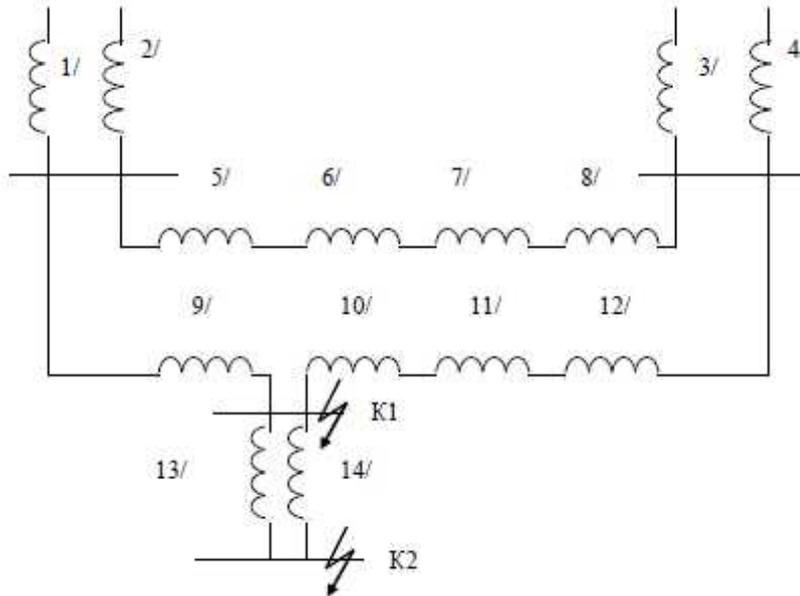
5.3.1.1.2.

5.3.1.1.3.

$$X_* = \frac{S_6}{S_K}, \quad (45)$$

$$X_{*1} = X_{*2} = \frac{S_6}{S_{K1}}$$

$$X_{*3} = X_{*4} = \frac{S_6}{S_{K2}}$$



8 -

$$X_* = 0.1 \frac{S_6}{U_{cp}}, \quad (46)$$

1- ; U - ; U₀ = 0,4 ;

$$X_{*5} = X_{*12} = 0.1 \frac{S_6}{U^2}$$

$$X_{*6} = X_{*10} = 0.1 \frac{S_6}{U^2}$$

$$X_{*7} = X_{*11} = 0.1 \frac{S_6}{U^2}$$

$$X_{*8} = X_{*12} = 0.1 \frac{S_6}{U^2}$$

$$X_* = \frac{u_K}{1} \frac{S_6}{S_{H.тp}}, \quad (47)$$

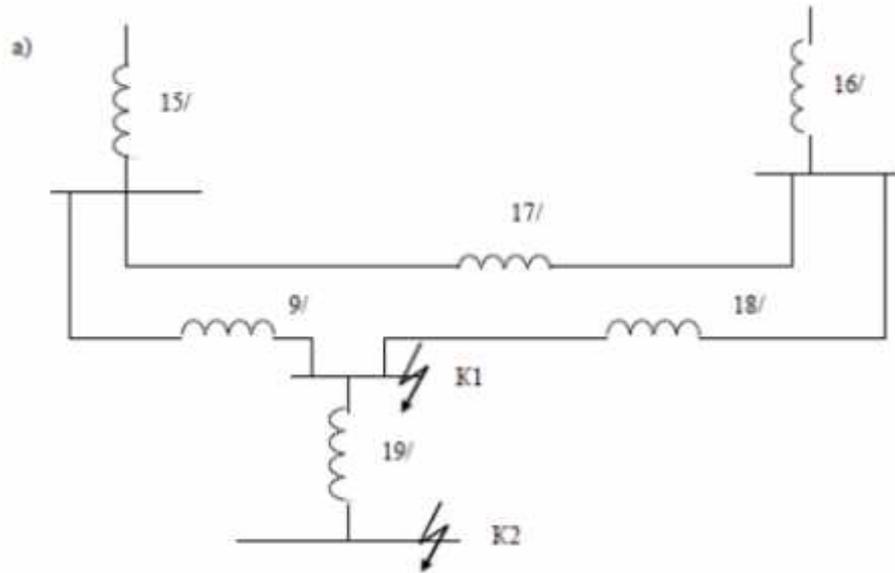
u - ; %;

(47)

* 13

* 14.

5.3.1.1.4.



, . . .

,

(* 9).

, * 5, * 6, * 7, * 8

$$* 17 = * 5 + * 6 + * 7 + * 8.$$

$$* 18 = * 10 + * 11 + * 12.$$

$$* 1-2 = (* 1 * 2) / (* 1 + * 2).$$

$$* 1 = * 2,$$

$$* 15 = * 1/2; * 3 = * 4, * 16 = * 3/2; * 13 = * 14,$$

$$* 19 = * 13/2.$$

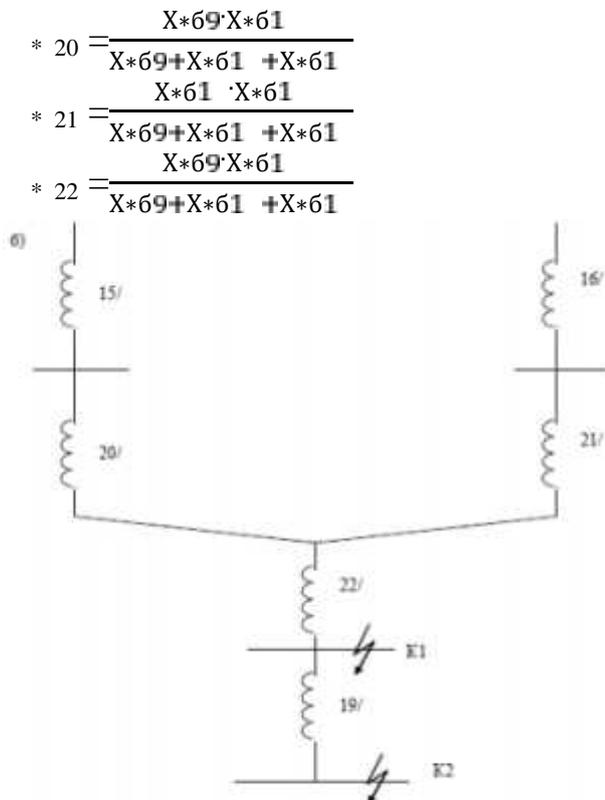
Схемы и формулы для преобразования схемы замещения

Вид соединения	Схема до преобразования	Схема после преобразования	Расчетные формулы
Последовательное			$X_{n+1} = X_1 + X_2 + \dots + X_n$
Параллельное			$X_{n+1} = \frac{1}{\frac{1}{X_1} + \frac{1}{X_2} + \dots + \frac{1}{X_n}}$ при $X_1 = X_2 = \dots = X_n$ $X_{n+1} = \frac{X_1}{n}$
Треугольник (звезда после преобразования)			$X_4 = \frac{X_1 X_2}{X_1 + X_2 + X_3};$ $X_5 = \frac{X_1 X_3}{X_1 + X_2 + X_3};$ $X_6 = \frac{X_2 X_3}{X_1 + X_2 + X_3}$

Примечание. В таблице относительные базисные сопротивления указаны упрощенно, опущены индексы, звездочка (*) и основной индекс б.

9,17 18

20, 21, 22.



* 15

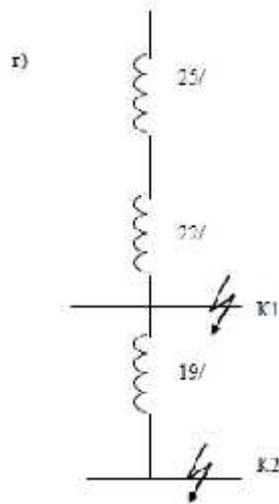
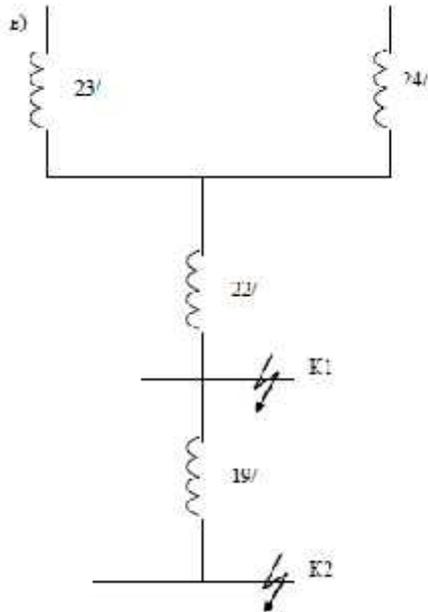
* 20

$$* 23 = * 15 + * 20.$$

* 16

* 21

$$* 24 = * 16 + * 21.$$



* 23 * 24

$$* 25 = \frac{X \cdot 6Z \cdot X \cdot 6Z}{X \cdot 6Z + X \cdot 6Z}$$

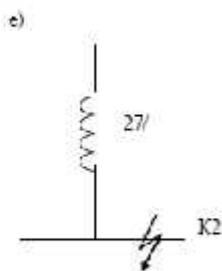
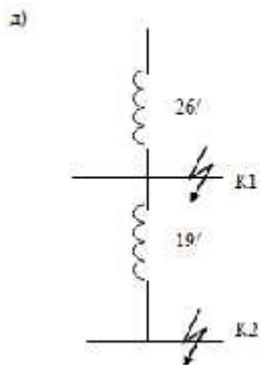
* 25

* 22

$$* 26 = * 25 + * 22.$$

* 26

$$1 \cdot \dots \cdot 1 = * 26.$$



$$* 27 = * 26 + * 24 \cdot * 27$$

$$2, \dots 2 = * 27$$

5.3.1.2.

5.3.1.2.1.

$$I_1 = \frac{S_6}{\sqrt{3} U_{cp1}},$$

$$I_2 = \frac{S_6}{\sqrt{3} U_{cp2}}, \tag{48}$$

$$U_1 \quad U_2 -$$

1

2, .

5.3.1.2.2.

$$I_1 = \frac{I_{61}}{X_{6K1}},$$

$$I_2 = \frac{I_{62}}{X_{6K2}}, \tag{49}$$

$$X_{*1} \quad X_{*2} -$$

$$1 \quad 2.$$

5.3.1.2.3.

$$i_1 = 2,55 I_1,$$

$$i_2 = 2,55 I_2, \tag{50}$$

5.3.1.2.4.

$$S_1 = \frac{S_6}{X_{6K1}},$$

$$S_2 = \frac{S_6}{X_{6K2}}, \tag{51}$$

5.3.2.

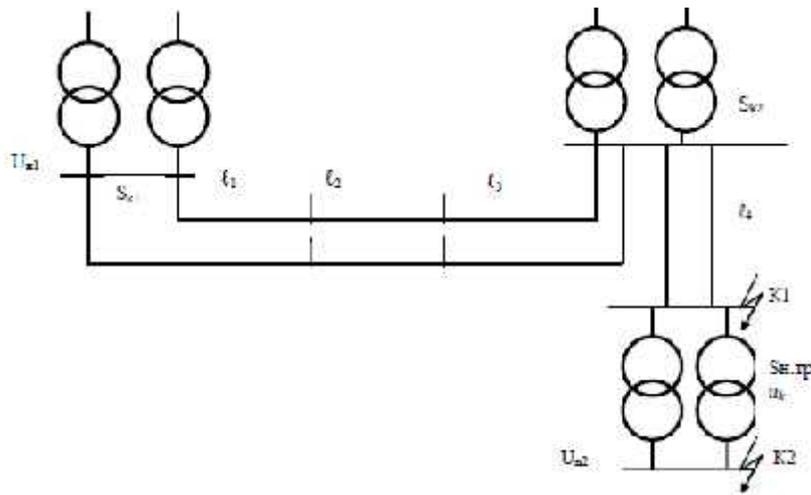
5.3.2.1.

5.3.2.1.1.

,

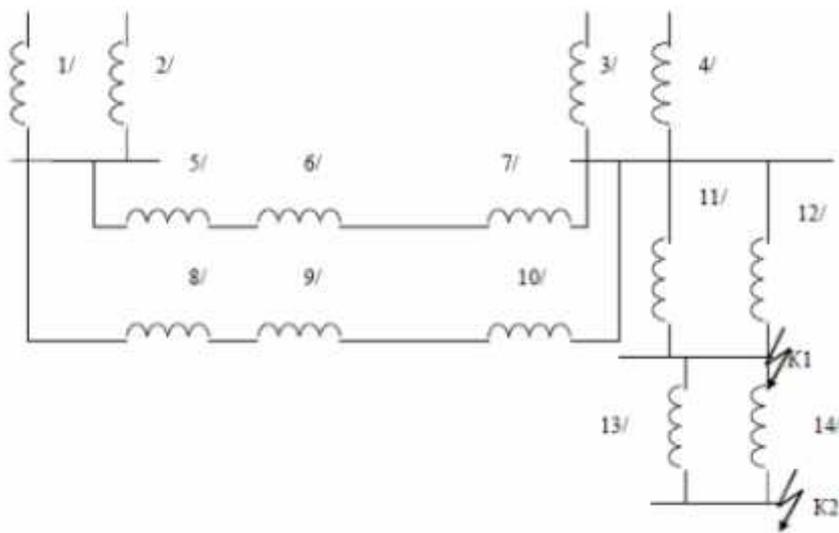
,

.



10 -

5.3.2.1.2.



11-

$$* 1 = * 2 \quad * 3 = * 4$$

(45);

$$* 5 = * 8,$$

$$* 6 = * 9, \quad * 7 = * 10, \quad * 11 = * 12 - \quad (46);$$

$$* 13 = * 14 - \quad (47).$$

5.3.2.1.3.

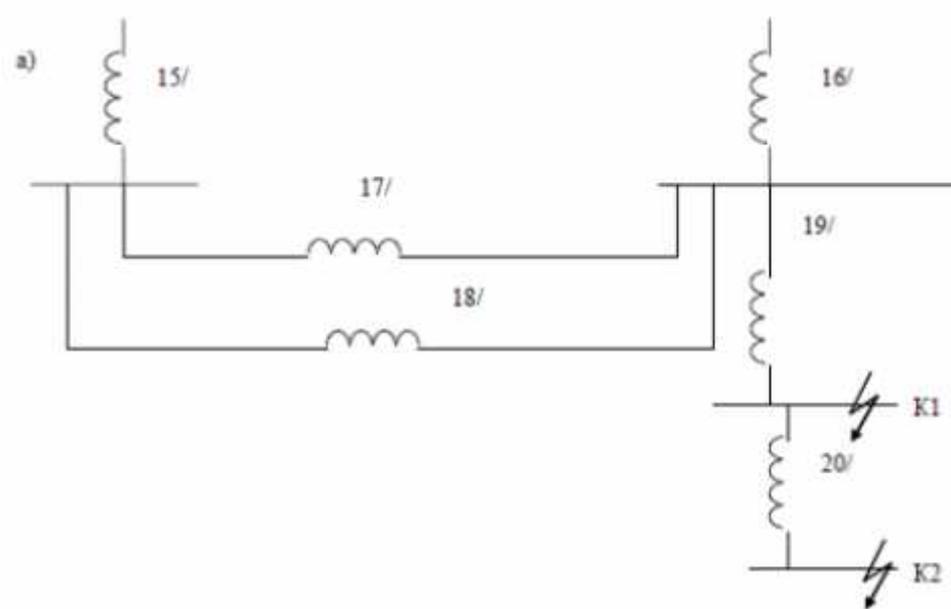
, . . .

,

.

,

.



$$R_{17} = R_{18} = R_5 + R_6 + R_7$$

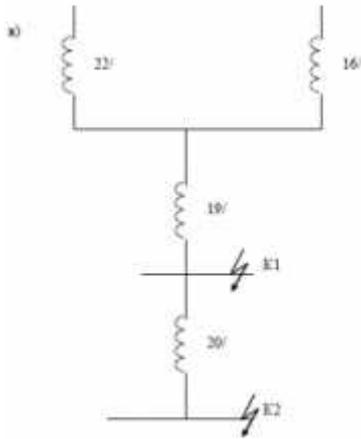
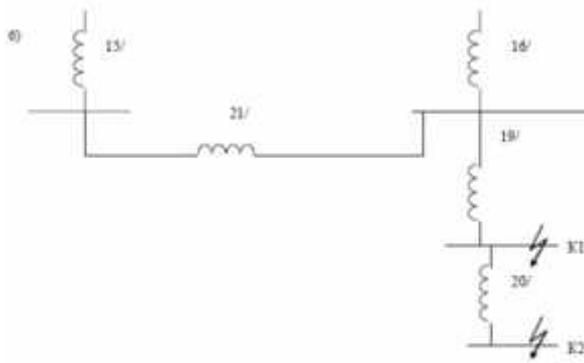
$$R_{1-2} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$R_1 = R_2$$

$$R_{15} = R_1/2; \quad R_3 = R_4, \quad R_{16} = R_3/2; \quad R_{11} = R_{12},$$

$$R_{19} = R_{11}/2; \quad R_{13} = R_{14}, \quad R_{20} = R_{13}/2.$$

$$R_{17} = R_{18} = R_{21} = R_{17}/2$$

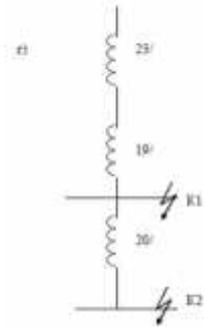


* 15

* 21

,

$$* 22 = * 15 + * 21.$$

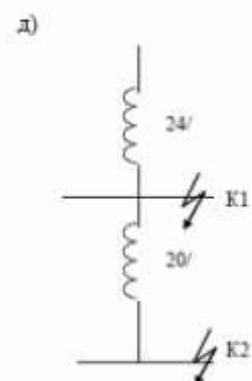


* 22

* 16

,

$$* 23 = \frac{X_{*62} \cdot X_{*61}}{X_{*62} + X_{*61}}$$



* 23

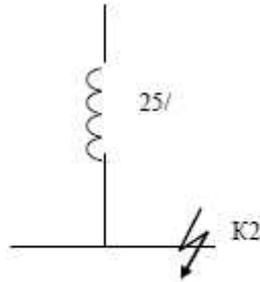
* 19

$$* 24 = * 23 + * 19.$$

* 24

$$1, \dots, 1 = * 24.$$

e)



12 -

* 24

* 20

$$* 25 = * 24 + * 20.$$

* 25

$$2, \dots, 2 = * 25.$$

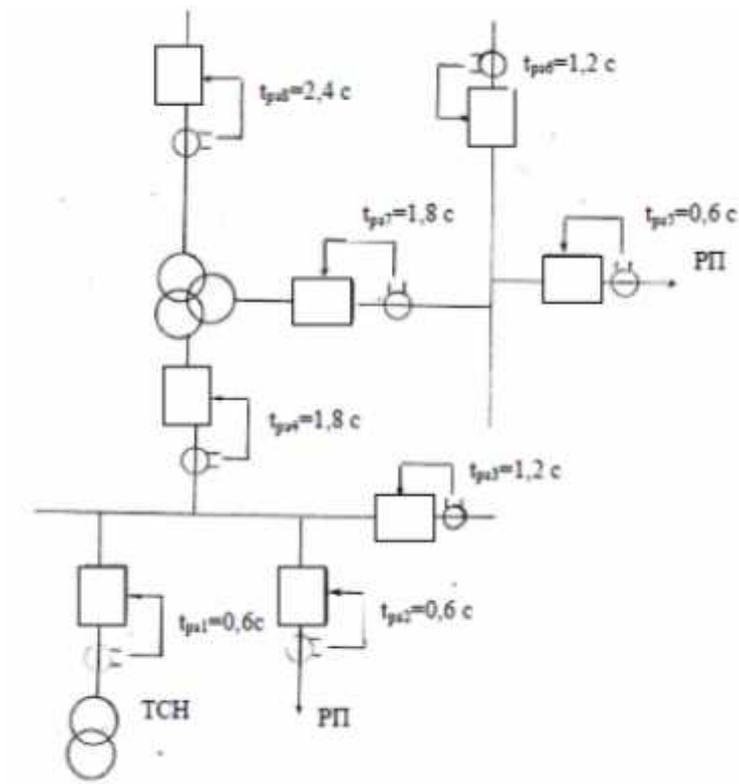
(48,49,50,51).

5.3.3.

(52).

$$B = I^2 (t_1 + t_2 + t_3 + \dots), \quad (52)$$

$I =$, $t = 0,1$; $t =$, 2 ;
 $t =$, $t = 0,1$; $t =$, ; $t =$ -
 $0,035$, 35 $t = 0,04$, 110 220 $t =$
 $= 0,09$, 35 $t = 0,015$, 10 $t = 0,015$; -
 $= 0,05$.



13 -

10.

10 -

		$B_1 = P_1(t + t_8 + t +)$
-35		$B_2 = I_2^2(t + t_7 + t +)$
-35		$B_3 = P_3(t + t_6 + t +)$
35		$B_4 = P_4(t + t_5 + t +)$
-10		$B_5 = P_5(t + t_4 + t +)$
-10		$B_6 = P_6(t + t_3 + t +)$
10		$B_7 = P_7(t + t_2 + t +)$
		$B_8 = P_8(t + t_1 + t +)$

10

11.

11-

		I ,	i ,	S ,	2 ,
	1	I 1	I 1	S 1	1
-35	2	I 2	I 2	S 2	2
-35	2	I 2	I 2	S 2	3
35	2	I 2	I 2	S 2	4
-10	3	I 3	I 3	S 3	5
-10	3	I 3	I 3	S 3	6
10	3	I 3	I 3	S 3	7
	3	I 3	I 3	S 3	8

11

I , i , S ,

5.4.

5.4.1.

220, 110

35

35

10

5.4.1.1.

I I ..max, (53)

I - ;
 I ..max - ,
 , .

12.

13,

14.

-
 12 -

	I ..max,	I ,	, 2	
			-	
-35			-	
-35			-	
35			-	
-10			-	
-10			-	
10			-	
			-	

13 -

2 ,	,	,	,
4	-	-	50
6	-	-	70
10	-	80	95
16	105	105	130
25	135	130	180
35	170	175	220
50	215	210	270
70	265	265	340
95	320	330	415
120	375	380	485
150	440	445	570
185	500	510	640
240	590	610	760
300	680	690	880
400	815	835	1050
500	980	-	-
600	1070	-	-

14-

,	I ,	I ,	I ,	I ,
- 15 3	165	-	-	-
- 20 3	215	-	-	-

- 25 3	265	-	-	-
- 30 4	365	-	-	-
- 40 4	480	-	-	-
- 40 5	540	-	-	-
- 50 5	665	-	-	-
- 50 6	740	-	-	-
- 60 6	870	1350	1720	-
- 80 6	1150	1630	2100	-
- 100 6	1425	1935	2500	-
- 60 8	1025	1680	2180	-
- 80 8	1320	2040	2620	-
- 80 8	1625	2390	3050	-
- 120 8	1900	2650	3380	-
- 60 10	1155	2010	2650	-
- 80 10	1480	2410	3100	-
- 100 10	1820	2860	3650	4150
- 120 10	2070	3200	4100	4650

5.4.1.2.

(), () .

:

$$q_{min} = q, (54)$$

$$q_{min} =$$

, 2; q -

$$, 2 ($$

$$-150 q = 150$$

2,

$$-15 3 q = 15 3 = 45^2).$$

$$q_{min} = \frac{\sqrt{B_k}}{c}, (55)$$

-

$$, 2 ; -$$

,

$$= 0,0171 -$$

$$; = 0,088 -$$

$$; = 0,06 -$$

$$q_{min. /} = \frac{\sqrt{B_{k1}}}{c},$$

$$q_{min. 35} = \frac{\sqrt{B_{k2}}}{c}$$

$$q_{min. . 35} = \frac{\sqrt{B_{k3}}}{c}$$

$$q_{min. 35} = \frac{\sqrt{B_{k4}}}{c}$$

$$q_{min. 10} = \frac{\sqrt{B_{k5}}}{c}$$

$$q_{min. . 10} = \frac{\sqrt{B_{k6}}}{c}$$

$$Q_{\min. 10} = \frac{\sqrt{B_{k7}}}{C}$$

$$Q_{\min.} = \frac{\sqrt{B_{k8}}}{C}$$

(54):

$$\begin{aligned} Q_{\min. 10} &= \dots < q \dots \\ Q_{\min. 35} &= \dots < q \dots \\ Q_{\min. 110} &= \dots < q \dots \\ Q_{\min. 220} &= \dots < q \dots \\ Q_{\min. 350} &= \dots < q \dots \\ Q_{\min. 1100} &= \dots < q \dots \\ Q_{\min. 2200} &= \dots < q \dots \\ Q_{\min. 3500} &= \dots < q \dots \end{aligned}$$

(54)

5.4.1.3.

()
35, 110 220 .

$$r_0 = 1,07, (56)$$

$$\frac{\kappa B}{C_M};$$

$$\frac{\kappa B}{C_M}.$$

$$r_0 = 30,3m [1 + \frac{0,2}{\sqrt{r_{np}}}], (57)$$

$$r = \frac{\sqrt{q}}{1}, (58)$$

$$m = \frac{0,3 \times U}{r_{np} \Pi_{cp}}, m = 0,82. (58)$$

$$U = 35 (110, 220);$$

$$D = 1,26 D,$$

$$\begin{aligned} D &= 150 & 35 &; \\ D &= 300 & 110 &; \end{aligned}$$

$$D = 400$$

$$220 \text{ .}$$

(56):

$$0 = \dots \frac{\kappa B}{\text{CM}} = \dots \frac{\kappa B}{\text{CM}}$$

((56) ,

).

5.4.1.4.

()

35 10 .

:

,(59)

—

, ;

$$= 80$$

$$= 170$$

$$q_{\min} = \frac{\sqrt{B_{\kappa}}}{C}, (55)$$

—

, 2 ; —

$$= 0,0171 -$$

$$; = 0,088 -$$

$$; = 0,06 -$$

$$q_{\min. /} = \frac{\sqrt{B_{\kappa 1}}}{C}$$

$$q_{\min. 35} = \frac{\sqrt{B_{\kappa 2}}}{C}$$

$$q_{\min. . 35} = \frac{\sqrt{B_{\kappa 3}}}{C}$$

$$q_{\min. 35} = \frac{\sqrt{B_{\kappa 4}}}{C}$$

$$q_{\min. 10} = \frac{\sqrt{B_{\kappa 5}}}{C}$$

$$q_{\min. . 10} = \frac{\sqrt{B_{\kappa 6}}}{C}$$

$$q_{\min. 10} = \frac{\sqrt{B_{\kappa 7}}}{C}$$

$$q_{\min.} = \frac{\sqrt{B_{\kappa 8}}}{C}$$

(54):

$$q_{\min. /} = \dots \sqrt[2]{q} \dots / = \dots \sqrt[2]{q}$$

$$q_{\min. 35} = \dots \sqrt[2]{q} \dots 35 = \dots \sqrt[2]{q}$$

$$q_{\min. . 35} = \dots \sqrt[2]{q} \dots 35 = \dots \sqrt[2]{q}$$

$$q_{\min. 35} = \dots \sqrt[2]{q} \dots 35 = \dots \sqrt[2]{q}$$

$$q_{\min. 10} = \dots \sqrt[2]{q} \dots 10 = \dots \sqrt[2]{q}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\min.} \cdot 10 &= \dots \leq q \cdot 10 = \dots^2 \\
 Q_{\min.} \cdot 10 &= \dots \leq q \cdot 10 = \dots^2 \\
 Q_{\min.} &= \dots \leq q \cdot = \dots^2
 \end{aligned}
 \tag{54}$$

).

5.4.1.3.

$$\begin{aligned}
 (\quad) \\
 35, 110 \quad 220 \quad . \\
 : \\
 0 \quad 1,07 \quad , (56) \\
 0 \quad -
 \end{aligned}$$

$\frac{\kappa B}{\text{см}}$;

$$0 = 30,3m \left[1 + \frac{0,2}{\sqrt{\Gamma_{\text{np}}}} \right], (57)$$

$$\begin{aligned}
 r - & \quad , (\\
 r = \frac{\sqrt{-q}}{3,14}, & \quad);
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 m - & \quad , m = 0,82. \\
 = \frac{0,3 \times U}{r_{\text{np}} \ln \frac{U_{\text{cp}}}{r_{\text{np}}}}, & (58)
 \end{aligned}$$

U - , U=35 (110, 220); D - , D = 1,26 D, .

D = 150 35 ;
 D = 300 110 ;
 D = 400 220 .

(56):

$$0 = \dots \frac{\kappa B}{\text{см}} = \dots \frac{\kappa B}{\text{см}}.$$

(56)

).

$\frac{\kappa B}{\text{см}}$

5.4.1.4.

()

35 10 .

:

,(59)

-

, ; = 80 ; = 170
= 190 . -

$$= \frac{M}{W \cdot 1 - \epsilon}, (60)$$

-

W -

, 3 .

$$= (3 i^2 l_2) / 100, (61)$$

i - , (i₂ = 2,55 I₂ , i₃ = 2,55 I₃ ,

11); l -

, ; α -

. -10 : l = 1,25 , α = 0,3 - 0,35 ; -35 : l = 4 , α = 1 .

$$35 = 3 i^2 l_2 / 100$$

$$= (3 i^2 l_3) / 100$$

,

:

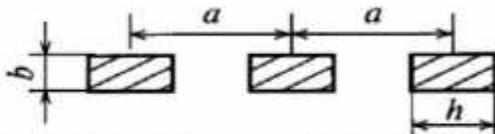
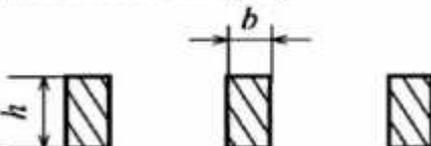
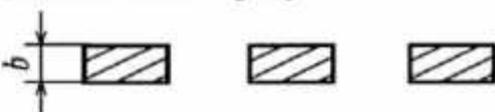
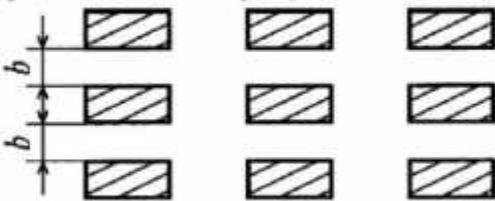
$$W = 0,167 b h^2, (62)$$

b-

, ; h-

(, -50 5 b = 0,5 , h = 5).

W

Эскиз расположения шин и форма их сечения	Формула для определения момента сопротивления шин W , см ³
2	3
<p>Плашмя одна полоса на фазу</p> 	$W = 0,167bh^2$
<p>На ребро одна полоса на фазу</p> 	$W = 0,167b^2h$
<p>Плашмя две полосы на фазу</p> 	$W = 0,333bh^2$
<p>На ребро две полосы на фазу</p> 	$W = 1,44b^2h$
<p>Плашмя три полосы на фазу</p> 	$W = 0,5bh^2$
<p>На ребро три полосы на фазу</p> 	$W = 3,3b^2h$

$$W_{35} = 0,167 b h^2$$

$$W_{35} = 0,167 b h^2$$

$$W_{35} = 0,167 b h^2$$

$$W_{10} = 0,167 b h^2$$

$$W_{10} = 0,167 b h^2$$

$$W_{10} = 0,167 \text{ б } h^2$$

$$W = 0,167 \text{ б } h^2$$

(59):

$$\begin{aligned} 35 &= \frac{M3}{W_{\text{ВВ } 3} \text{ кВ} \cdot 1 - \epsilon} < = 80, \\ 35 &= \frac{M3}{W_{\text{сб.ш } 3} \text{ кВ} \cdot 1 - \epsilon} < = 80, \\ 35 &= \frac{M3}{W_{\text{рп } 3} \text{ кВ} \cdot 1 - \epsilon} < = 80, \\ 10 &= \frac{M1}{W_{\text{ВВ } 10} \text{ кВ} \cdot 1 - \epsilon} < = 80, \\ 10 &= \frac{M1}{W_{\text{сб.ш } 10} \text{ кВ} \cdot 1 - \epsilon} < = 80, \\ 10 &= \frac{M1}{W_{\text{рп } 10} \text{ кВ} \cdot 1 - \epsilon} < = 80, \\ &= \frac{M1}{W_{\text{ТЧН } 10} \text{ кВ} \cdot 1 - \epsilon} < = 80, \end{aligned}$$

6 $\frac{1}{1-n}$ (10

(59)

5.4.2.

5.4.2.1.

16-

Марка изолятора	$U_{\text{н}} = 35 \text{ кВ}$	$U_{\text{н}} = 110 \text{ кВ}$	$U_{\text{н}} = 220 \text{ кВ}$
ПС-70	3	9	16
ПФ-70	3	8	14

17-

17.

Марка изолятора	Минимальная механическая разрушающая нагрузка $F_{разр}$, кН	Длина пути утечки тока, мм	Выдерживаемое напряжение 50 Гц В сухом состоянии, кВ	Выдерживаемое напряжение 50 Гц под дождем, кВ	Выдерживаемое импульсное напряжение, кВ	Нормированное напряжение при допустимом уровне радиопомех, кВ	Масса, кг
ПС-70Е	70	303	70	40	100	20	3,4
ПФ-70А	70	303	70	40	110	25	4,6

5.4.2.2.

()

$$U = U_0 \cdot F, \quad (63)$$

U –

()

$$F = \frac{\sqrt{3} \cdot i_y^2 \cdot l}{1 \cdot \alpha}, \quad (64)$$

i , l а (61).

$$F_{35} = \frac{\sqrt{3} \cdot i_{y2}^2 \cdot l}{1 \cdot \alpha},$$

$$F_{10} = \frac{\sqrt{3} \cdot i_{y3}^2 \cdot l}{1 \cdot \alpha},$$

..... (

).

18.

19.

18-

		U , кВ	F , кВ	
-35				
-10				

19-

	U , кВ	F , кВ	
-10-375	10	3680	1,5
-10-750	10	7358	2,1
-10-375	10	3680	2,87

-10-750	10	7358	4,47
-35-375	35	3680	7,1
-35-750	35	7358	10,6

(63):

$$F_{35} = \dots < 0,6 F_{10} = \dots$$

$$F_{10} = \dots < 0,6 F_{35} = \dots$$

5.4.2.3.

U U , F 0,6F , I I , (65) U - , ; U - , ; F - , ; F - , ; I - , .10a

$$F = \frac{\sqrt{3} \cdot t^2 \cdot 1}{1 a}, \quad (66)$$

$$i, 1 a \quad (61).$$

20. ()
21.

20-

	U ,	F ,	I ,	

21-

	U ,	F ,	I ,	
-10-630-750 1	10	7358	630	7
-10-1000-750 1	10	7358	1000	7,4
-10-1600-1250 1	10	12263	1600	14,6
-10-2000-1250 1	10	12263	2000	15

(65):

$$F = \dots < 0,6F = \dots$$

$$I = \dots > I = \dots$$

5.4.3.

5.4.3.1.

11.

23,24,25.

$$\begin{aligned} U & U, \\ I & I, \quad (67) \\ U & I - \end{aligned}$$

$$U, I -$$

5.4.3.2.

$$\begin{aligned} i & i, \quad (68) \\ i & - \end{aligned}$$

i -

5.4.3.3.

$$\begin{aligned} I^2 & t B, \quad (69) \\ I & - \end{aligned}$$

5.4.3.4.

$$\begin{aligned} I & I, \\ S & S, \quad (70) \\ I & - \end{aligned}$$

$$(S_1 = \sqrt{3} U_1 I_1, S_2 = \sqrt{3} U_2 I_2);$$

23-

10

Марка выключателя	U _н , кВ	I _н , А	I _{н.откл} , кА	i _{пр.с} , кА	I _т , кА	t _т , с	t _{св} , с	Тип привода
ВВ/TEL-10-630-12,5У2	10	630	12,5	32	12,5	3	0,015	встроенный электро-магнитный
ВВ/TEL-10-1000-20У2	10	1000	20	52	20	3	0,015	встроенный электро-магнитный
ВВ/TEL-10-1600-20У2	10	1600	20	20	81	3	0,015	встроенный электро-магнитный
ВР0-10-630-12,5	10	630	12,5	32	12,5	3	0,042	моторно-пружинный
ВР0-10-1000-16	10	1000	16	41	16	3	0,042	моторно-пружинный
ВР0-10-1250-20	10	1250	20	52	20	3	0,042	моторно-пружинный
ВР1-10-1600-20	10	1600	20	52	20	3	0,05	моторно-пружинный
ВР2-10-2000-31,5	10	2000	31,5	80	31,5	3	0,05	моторно-пружинный
ВР3-10-3150-40	10	3150	40	102	40	3	0,05	моторно-пружинный
ВРС-10-4000-40	10	4000	40	102	40	3	0,05	моторно-пружинный
ВВЭ-10-630-20У3	10	630	20	52	20	3	0,055	встроенный электро-магнитный
ВВЭ-10-1000-20У3	10	1000	20	52	20	3	0,055	встроенный электро-магнитный
ВВЭ-10-1600-20У3	10	1600	20	52	20	3	0,055	встроенный электро-магнитный
ВВЭ-10-630-31,5У3	10	630	31,5	80	31,5	3	0,055	встроенный электро-магнитный
ВВЭ-10-1000-31,5У3	10	1000	31,5	80	31,5	3	0,055	встроенный электро-магнитный
ВВЭ-10-1600-31,5У3	10	1600	31,5	80	31,5	3	0,055	встроенный электро-магнитный
ВВЭ-10-2000-31,5У3	10	2000	31,5	80	31,5	3	0,055	встроенный электро-магнитный
ВВЭ-10-3150-31,5У3	10	3150	31,5	80	31,5	3	0,055	встроенный электро-магнитный
ВБУЭ-10-1000-20У2	10	1000	20	52	20	3	0,03	встроенный электро-магнитный
ВБУЭ-10-1600-20У2	10	1600	20	52	20	3	0,03	встроенный электро-магнитный

Марка выключателя	U _и , кВ	I _и , А	I _{н.откл.} , кА	i _{пр.сб} , кА	I _т , кА	t _т , с	t _{сб} , с	Тип привода
ВВ/TEL-35-630-12,5УХЛ1	35	630	12,5	32	12,5	3	0,015	встроенный электро-магнитный
ВР-35-630-20УХЛ1	35	630	20	52	20	3	0,05	встроенный электро-магнитный
ВР-35-800-20УХЛ1	35	800	20	52	20	3	0,05	встроенный электро-магнитный
ВР-35-1000-20УХЛ1	35	1000	20	52	20	3	0,05	встроенный электро-магнитный
ВР-35-1250-20УХЛ1	35	1250	20	52	20	3	0,05	встроенный электро-магнитный
ВР-35-1600-20УХЛ1	35	1600	20	52	20	3	0,05	встроенный электро-магнитный
ВР-35-2000-20УХЛ1	35	2000	20	52	20	3	0,05	встроенный электро-магнитный
ВБЦ-35-1600-20УХЛ2	35	1600	20	80	20	3	0,06	встроенный электро-магнитный
ВРС-110-2500-31,5	110	2500	31,5	81	31,5	3	0,045	пружинный

25-

35,110, 220

Марка выключателя	U _и , кВ	I _и , А	I _{н.откл.} , кА	i _{пр.сб} , кА	I _т , кА	t _т , с	t _{сб} , с	Тип привода
ВГБЭ-35-630-12,5УХЛ1	35	630	12,5	32	12,5	3	0,04	встроенный электро-магнитный
ВГТ-35-3150-50УХЛ1	35	3150	50	127,5	50	3	0,035	пружинный
ВГТ-110-2500-40УХЛ1	110	2500	40	102	40	3	0,035	пружинный
ВГТ-220-2500-40УХЛ1	110	2500	40	102	40	3	0,035	пружинный

5.4.4.

11.

27.

5.4.4.1.

$$\frac{U}{I} = \frac{U}{I}, \quad (71)$$

$$U = I \cdot R$$

5.4.4.2.

$$i = i, \quad (72)$$

$$i = \dots$$

5.4.4.3.

$$I^2 \cdot t = B, \quad (73)$$

$$t = \dots, \quad B = \dots$$

26.

26-

Наименование присоединения	Марка разъединителя	Тип привода	Соотношение паспортных и расчетных параметров			
			$\frac{U_{нр}}{U_{рвб}}$ кВ	$\frac{I_{нр}}{I_{рвб}}$ А	$\frac{I_{нр}}{I_{рвб}}$ кА	$\frac{I_{нр}^2 \cdot t_{нр}}{I_{рвб}^2 \cdot t_{рвб}}$ кА ² с
ОРУ U _{нл} кВ			_____	_____	_____	_____
Ввод в РУ-35 кВ			_____	_____	_____	_____
Ввод в РУ-10 кВ			_____	_____	_____	_____

27-

Марка разъединителя	Тип привода	U _н , кВ	I _н , А	i _{пр.окв.} , кА	I _т , кА	t _т , с
РВЗ-10-400	ПР-2	10	400	40	16	4
РВЗ-10-630	ПР-2	10	630	50	20	4
РВЗ-10-1000	ПР-2	10	1000	80	31,5	4
РЛН(З)-10-400	ПР-2	10	400	20	8	3
РЛН(З)-10-630	ПР-2	10	630	51	20	3
РВРЗ-10-2000	ПР-2	10	2000	85	31,5	4
РВК-10-3000	ПР-2	10	3000	200	60	4
РДЗ-35-400	ПРГ-2/ПДГ-9	35	400	31,5	12,5	3
РДЗ-35-1000	ПРГ-2/ПДГ-9	35	1000	40	16	3
РДЗ-35-2000	ПРГ-2/ПДГ-9	35	2000	80	31,5	3
РДЗ-110-1000	ПР2Б/ПДГ-5	110	1000	63	25	3
РДЗ-110-2000	ПР2Б/ПДГ-5	110	2000	80	31,5	3
РДЗ-220-1000	ПДГ-5	220	1000	63	25	3
РДЗ-220-2000	ПДГ-5	220	2000	80	31,5	3

5.4.5.

(),

5.4.5.1.

$$\begin{aligned} U_1 &= U, \\ I_1 &= I, \end{aligned} \quad (74)$$

U_1 –

, ; U –

, ; I_1 –

, ; I –

5.4.5.2.

$$I = i,$$

$$I^2 t = B, \quad (75)$$

$I -$; $I -$; $i -$; $t -$; $t = 1$; $B -$; 2 .

28.

29-32.

28-

Наименование присоединения	Марка ТА	Ток термической стойкости I_t , кА	Ток электродинамической стойкости I_d , кА	Номинальная мощность вторичной обмотки в классе точности 0,5S	Номинальная мощность вторичной обмотки в классе точности 10P	$U_{н1}$, кВ	$I_{н1}$, А	$F_t \cdot t_t$, кА ² с	$I_{н2}$, кА
				$S_{н2}$, ВА	$S_{н2}$, ВА	$U_{поб}$, кВ	$I_{поб}$, А	$B_{н2}$, кА ² с	$I_{п2}$, кА
Ввод $U_{н1}$ кВ									
Ввод 35 кВ									
Сборные шины РУ-35 кВ									
Районные потребители РУ-35 кВ									
Ввод 10 кВ									
Сборные шины РУ-10 кВ									
Районные потребители РУ-10 кВ									
ТСН									

29 -

-110 1, -220 1

Наименование параметра	Значение параметра трансформатора ТГОФ-110	Значение параметра трансформатора ТГОФ-220
Номинальное напряжение первичной обмотки $U_{н1}$, кВ	110	220
Номинальный ток первичной обмотки $I_{н1}$, А:	50-100-200	200-400-800
-с возможностью изменения числа	75-150-300	300-600-1200
- без возможности изменения числа витков	100-200-400	400-800-1600
	200-400-800	500-1000-2000
	300-600-1200	750-1500-3000
	400-800-1600	800; 1000; 2000
	500-1000-2000	1500;2000;3000;4000
	750-1500-3000	
	800; 1000; 2000	
	1500;2000;3000;4000	
Номинальный ток вторичной обмотки $I_{н2}$, А	1 или 5	1 или 5
Классы точности вторичных обмоток:		
-для измерений	0,2; 0,2S; 0,5; 0,5S	0,2; 0,2S; 0,5; 0,5S
-для защиты	5P; 10P	5P; 10P
Номинальная вторичная нагрузка		
- для измерений при $\cos\varphi=0,8$	3;5;10;15;20;30;50;60;75;100	3;5;10;15;20;30;50;60;75;100
$S_{н2}$, ВА		
- для защиты	20	20
Ток термической стойкости I_t , кА	до 63	до 63
Время протекания тока термической стойкости t_t , с	1	1
Ток электродинамической стойкости I_d , кА	до 160	160

Наименование параметра	Значение параметра
Номинальное напряжение первичной обмотки $U_{н1}$, кВ	110
Номинальный ток первичной обмотки $I_{н1}$, А:	50, 75, 100, 150, 200, 300, 400, 500, 600, 750, 800, 1000, 1200, 1500, 2000
Номинальный ток вторичной обмотки $I_{н2}$, А	1 или 5
Классы точности вторичных обмоток - для измерения - для защиты	0,2S или 0,5 10P
Номинальная вторичная нагрузка - для измерений при $\cos\varphi=0,8 S_{н2}$, ВА - для защиты	30 20 или 30
Односекундный ток термической стойкости I_T , кА при номинальном первичном токе $I_{н1}$, А:	Ток электродинамической стойкости I_d , кА при номинальном первичном токе $I_{н1}$, А:
$I_{н1}$, А	I_T , кА
50	2
75	3
100	4
150	6
200	8
300	12
400	16
500	20
600	24
750	28
800	28
1000	30
1200	36
1500	45
2000	60
	$I_{н1}$, кА
	I_d , кА
	50
	10
	75
	15
	100
	20
	150
	30
	200
	42
	300
	62
	400
	84
	500
	100
	600
	120
	750
	124
	800
	124
	1000
	130
	1200
	140
	1500
	200
	2000
	153

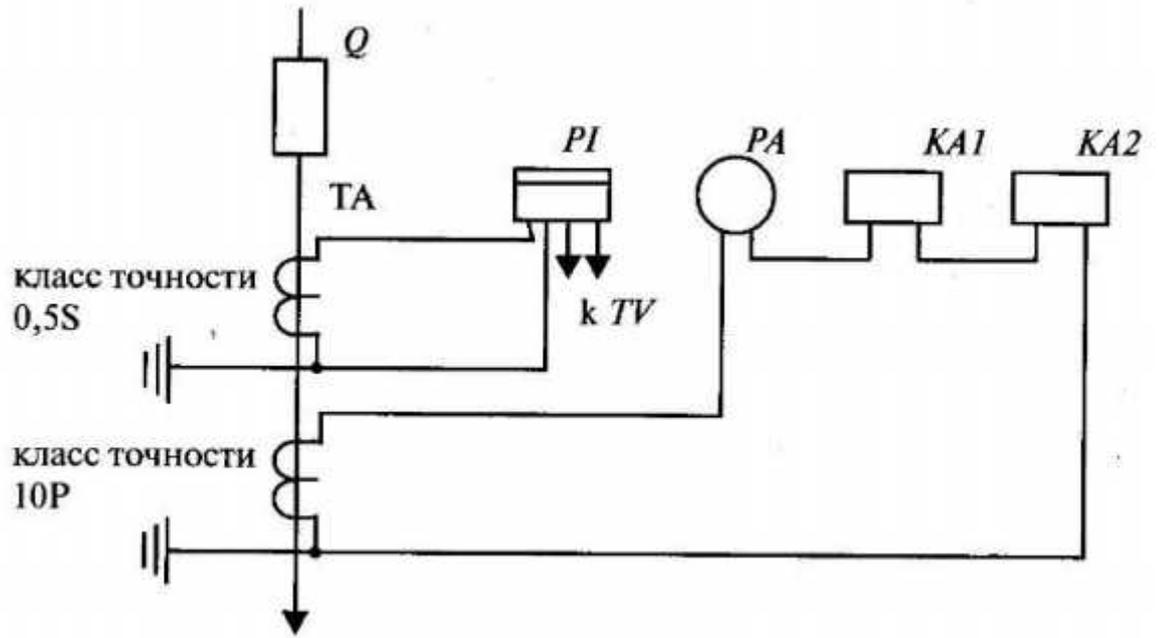
Наименование параметра	ТОЛ-35 III-II	ТОЛ-35 III-III	ТОЛ- 35III-V-4	ТОЛ-35III-V-5
Номинальное напряжение первичной обмотки $U_{н1}$, кВ	35	35	35	35
Номинальный ток первичной обмотки $I_{н1}$, А:	15, 20, 30, 40, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 400, 600, 800, 1000, 1500, 2000	500, 1000, 1500, 2000, 3000	15, 20, 30, 40, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 400, 600, 800, 1000, 1500, 2000, 3000	15, 20, 30, 40, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 400, 600, 800, 1000, 1500, 2000, 3000
Номинальный ток вторичной обмотки $I_{н2}$, А	5 или 1	5 или 1	5 или 1	5 или 1
Классы точности вторичных обмоток - для измерения - для защиты	0,2S, 0,5S 5P, 10P	0,2S, 0,5S 5P, 10P	0,2S, 0,5S 5P, 10P	0,2S, 0,5S 5P, 10P
Номинальная вторичная нагрузка - для измерений при $\cos\varphi=0,8 S_{н2}$, ВА - для защиты	30 30	30 50	30 30	15 20
Трехсекундный ток термической стойкости $I_{т3}$, кА при номинальном первичном токе $I_{н1}$, А:	0,7 1 1,5 2,1 2,3 3,5 4,7 7 10,5 15 21 31 30 37 41 57 -	- - - - - - - - - - - $I_{н1}=500A -49$ - - 49 49 57	0,7 1 1,5 2,1 2,3 3,5 4,7 7 10,5 15 21 31 30 37 41 57 57	0,7 1 1,5 2,1 2,3 3,5 4,7 7 10,5 15 21 31 30 37 41 57 57

Наименование параметра	ТОЛ-35 III-II	ТОЛ-35 III-III	ТОЛ- 35III-V-4	ТОЛ-35III- V-5
Ток электродинамической стойкости $I_{дв}$, кА при номинальном первичном токе $I_{н1}$, А:				
15	3	-	3	3
20	4	-	4	4
30	6	-	6	6
40	8	-	8	8
50	10	-	10	10
75	15	-	15	15
100	21	-	21	21
150	31	-	31	31
200	42	-	42	42
300	63	-	63	63
400	84	-	84	84
600	127	$I_{н1}=500A -125$	127	127
800	107	125	107	107
1000	134	125	134	134
1500	106	125	106	106
2000	220	145	220	220
3000	-	145	220	220

Наименование параметра	ТОЛ-10 УХЛ2
Номинальное напряжение первичной обмотки $U_{н1}$, кВ	10
Номинальный ток первичной обмотки $I_{н1}$, А:	10, 20, 30, 40, 50, 100, 150, 200, 300, 400, 600, 800, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000
Номинальный ток вторичной обмотки $I_{н2}$, А	5 или 1
Классы точности вторичных обмоток - для измерения - для защиты	0,2; 0,2S; 0,5; 0,5S 5P, 10P
Номинальная вторичная нагрузка - для измерений при $\cos\varphi=0,8 S_{н2}$, ВА - для защиты	30 15
Односекундный ток термической стойкости I_t , кА при номинальном первичном токе $I_{н1}$, А:	
10	0,78
20	1,56
30	2,5
40	3
50	4,9
100	9,7
150	12,5
200	17,5
300 - 2000	31,5
2500, 3000	61
Ток электродинамической стойкости I_d , кА при номинальном первичном токе $I_{н1}$, А:	
10	1,97
20	3,93
30	6,25
40	7,56
50	17,5
100 - 200	52
300 - 2000	100
2500, 3000	152,5

5.4.5.3.

0,5S.



14-

$$S_{20,5S} = S_2 \cdot \frac{U_1}{U_2} \quad (76)$$

$$S_2 = S_I + S_{PI} + S_{PA} + S_{KA1} + S_{KA2} \quad (77)$$

$$S_2 = I_2^2 Z_2 \quad (78)$$

$$I_2 = 5 \text{ A}; I_1 = 1 \text{ A}$$

$$I_1 = 3 \text{ A}$$

$$Z_2 = 0,0172 \text{ } \Omega; Z_1 = 0,028 \text{ } \Omega$$

$$S_2 = I_2^2 Z_2 \quad (79)$$

$Z = \dots$, $Z = 0,1$.

$S_2 0,5S = \dots > S_2 = \dots$
 \dots , S_2 , $0,5S$ (\dots)
 \dots).

5.4.5.4.

$0,5S$.

$S_{210} S_2$, (80)
 S_{2-} , 10 ,

$S_2 = S_1 + S_2 + S_3 + S_4$, (81)
 S_{-} , S_{-} ; S_{-} ,
 S_{-} , $S_{-} = S_1 + S_2$, 33.

(78,79).

33 -

Наименование приборов	Марки приборов	Потребляемая мощность прибором S, ВА
Амперметры	Э377	0,5
	Э378	0,5
	Э8021	1,5
	Э140	1,2
Реле тока	РТ-40/2	0,2
	РТ-40/6	0,5
	РТ-40/50	0,8
	РТ-40/100	1,8

$S_{210} = \dots > S_2 = \dots$

S₂ , 10 (,). ,

5.4.6.

(, , .

U₂ , . ,

U₂ . , .

U₂ . , .

U₂ : 0,2; 0,5; 1; 3; 3 . :
 , 1 3 - , 3 - .

5.4.6.1.

U₁ U₂ , (82) :

U₁ - , ;
 U - , .

Марка трансформатора	Номинальное напряжение первичной обмотки U_{1n} , кВ	Номинальное напряжение вторичной основной обмотки U_{2n} , кВ	Номинальное напряжение вторичной дополнительной обмотки U_{3n} , кВ	Номинальная мощность вторичной основной обмотки в классе точности $0,2 S_{2n}$, ВА	Номинальная мощность вторичной основной обмотки в классе точности $0,5 S_{2n}$, ВА	Номинальная мощность вторичной основной обмотки в классе точности $1 S_{2n}$, ВА	Номинальная мощность вторичной основной обмотки в классе точности $3 S_{2n}$, ВА	Номинальная мощность вторичной основной обмотки в классе точности $3P S_{2n}$, ВА
РУ-110 (220) кВ								
РУ-35 кВ								
РУ-10 кВ								

35 –

Марка трансформатора	Номинальное напряжение первичной обмотки U_{1n} , кВ	Номинальное напряжение вторичной основной обмотки U_{2n} , В	Номинальное напряжение вторичной дополнительной обмотки U_{3n} , В	Номинальная мощность вторичной основной обмотки в классе точности 0,2	Номинальная мощность вторичной основной обмотки в классе точности 0,5	Номинальная мощность вторичной основной обмотки в классе точности 1	Номинальная мощность вторичной основной обмотки в классе точности 3	Номинальная мощность вторичной основной обмотки в классе точности 3P
ЗНОГ-М-110-1 УХЛ4	110/√3	100/√3	100	150	400	600	-	1200
ЗНОГ-М-220-1 УХЛ4	220/√3	100/√3	100	150	400	600	-	1200
ЗНОЛ-35П-УХЛ11	35/√3	100/√3	100/3	15	60	120		
ЗНОЛ-10Ш-УХЛ11	10/√3	100/√3	100	50	75	150	300	-

5.4.6.2

$$(35', 10) .$$

$$S_2 = S_{2'} + S_{2''} + S_{2'''} \quad (83)$$

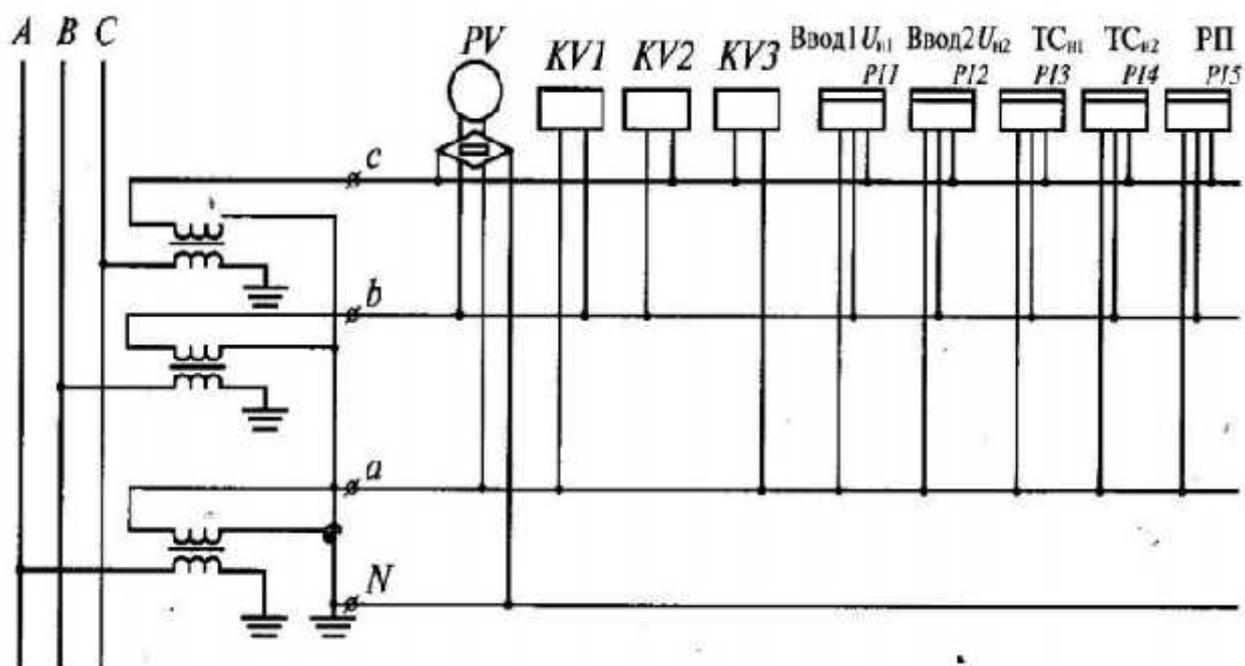
$$S_2 -$$

$$0,5); S_2 - , ($$

$$S = S_1 + S_2 + S_3 \quad (84)$$

$$S - , ; S - , ; S - , S$$

36



15-

36-

Наименование приборов	Марка прибора	Количество приборов	Мощность, потребляемая одним прибором, ВА	Мощность, потребляемая приборами, ВА	$\cos\varphi_{\text{приб}}$	$\sin\varphi_{\text{приб}}$	Активная мощность приборов, $\Sigma P_{\text{приб}}$, Вт	Реактивная мощность приборов, $\Sigma Q_{\text{приб}}$, вар
Счетчик электрической энергии	«Альфа»	0,5	0,87
Вольтметр	ЭЗ78	1	2	2	1	0	2	-
Реле напряжения	РН-54	3	1	3	1	0	3	-
Итого								

$$S = \sqrt{(\Sigma \text{приб})^2 + (\Sigma Q_{\text{приб}})^2}, \quad (85)$$

P — ; Q —

$$S = I_2^2 \frac{r_{\text{расч}}}{q}, \quad (86)$$

(87)); 1 ; - (=0,0172

2/ ; =0,028 2/) ; q - , q = 2,5 2) .

$$I_2 = \frac{S_{\text{Hz}}}{U_{\text{Hz}}}, \quad (87)$$

S 2 - 0,5; U 2 - , U 2 = 100 .

$$S = I_2^2 Z, \quad (88)$$

, Z = 0,1 .

(83): S 2 = > S 2 =

0,5 (, S 2 ,) .

5.4.7.

(,) , (,) .

$$U = U, \quad (89)$$

U - , ; U - (,) .

37.

Марка предохранителя	Номинальное напряжение, кВ	Наибольшая мощность отключения (трехфазная), МВА	Предельный ток отключения, кА
Вод трансформатора напряжения на 35 кВ			
Вод трансформатора напряжения на 35 кВ			

38.

38 –

Марка предохранителя	Номинальное напряжение, кВ	Наибольшая мощность отключения (трехфазная), МВА	Предельный ток отключения, кА
ПКТ-35	35	1000	17
ПКТУ-35	35	1000	17
ПКТ-35н	35	1000	17
ПКТ-10	10	не ограничено	не ограничено
ПКТУ-10	10	не ограничено	не ограничено
ПКТ-10н	10	1000	50

5.4.8.

$U \quad U \quad , \quad (90)$

$U \quad -$

U

39.

39 -

Марка ОПН	Номинальное напряжение, кВ	Наибольшее рабочее напряжение, кВ	Номинальный разрядный ток, А	Ток пропускной способности, А	Масса, кг
ОРУ-110 (220) кВ					
ЗРУ-35 кВ					
ЗРУ-10 кВ					

40.

:

Марка ОПН	Номинальное напряжение, кВ	Наибольшее рабочее напряжение, кВ	Номинальный разрядный ток, А	Ток пропускной способности, А	Масса, кг
ОПН-П1-10-10,5-10	10	10,5	10000	550	3
ОПН-П1-10-11,5-10	10	11,5	10000	550	3
ОПН-П1-10-12-10	10	12	10000	550	3
ОПН-П1-35-40,5-10	35	40,5	10000	550	22
ОПН-П1-35-40,5-10	35	40,5	10000	850	22
ОПН-П1-35-44-10	35	44	10000	550	22
ОПН-П1-35-44-10	35	44	10000	850	22
ОПН-П1-110-73-10	110	73	10000	550	45
ОПН-П1-110-77-10	110	77	10000	550	45
ОПН-П1-110-83-10	110	83	10000	550	45
ОПН-П1-110-88-10	110	88	10000	550	45
ОПН-П1-110-73-10	110	73	10000	850	45
ОПН-П1-110-77-10	110	77	10000	850	45
ОПН-П1-110-83-10	110	83	10000	850	45
ОПН-П1-110-88-10	110	88	10000	850	45
ОПН-П1-110-73-20	110	73	20000	1200	95
ОПН-П1-110-77-20	110	77	20000	1200	95
ОПН-П1-110-83-20	110	83	20000	1200	95
ОПН-П1-110-88-20	110	88	20000	1200	95
ОПН-Ф-110-73-10	110	73	10000	550	110
ОПН-Ф-110-77-10	110	77	10000	550	110
ОПН-Ф-110-83-10	110	83	10000	550	110
ОПН-Ф-110-88-10	110	88	10000	550	110
ОПН-П1-220-154-10	220	154	10000	550	100
ОПН-П1-220-163-10	220	163	10000	550	100
ОПН-П1-220-172-10	220	172	10000	550	100
ОПН-П1-220-154-10	220	154	10000	850	100
ОПН-П1-220-163-10	220	163	10000	850	100
ОПН-П1-220-172-10	220	172	10000	850	100
ОПН-П1-220-154-20	220	154	20000	1200	180
ОПН-П1-220-163-20	220	163	20000	1200	180
ОПН-П1-220-172-20	220	172	20000	1200	180
ОПН-П1-220-154-20	220	154	20000	1500	190
ОПН-П1-220-163-20	220	163	20000	1500	190
ОПН-П1-220-172-20	220	172	20000	1500	190
ОПН-Ф-220-154-10	220	154	10000	550	197
ОПН-Ф-220-163-10	220	163	10000	550	197
ОПН-Ф-220-172-10	220	172	10000	550	197
ОПН-Ф-220-154-10	220	154	10000	850	197
ОПН-Ф-220-163-10	220	163	10000	850	197
ОПН-Ф-220-172-10	220	172	10000	850	197

6.1. - ,

6.1.1. .

, : ,

- ;

- ;

- ;

- ;

- ,

- .

.

:

- (,

, ,

);

- ;

-

.

6.1.2. .

,

, 41.

04.08.2014 ,

Техническое мероприятие	Выполнение технического мероприятия
Производство необходимых отключений и принятие мер, препятствующих подаче напряжения на место работы вследствие ошибочного или самопроизвольного включения коммутационных аппаратов	
Вывешивание запрещающих плакатов на приводах ручного и на ключах дистанционного управления коммутационных аппаратов	
Проверка отсутствия напряжения на токоведущих частях, которые должны быть заземлены для защиты людей от поражения электрическим током	
Заземление отключенных токоведущих частей	
Вывешивание указательных плакатов, ограждение при необходимости рабочих мест и оставшихся под напряжением токоведущих частей, вывешивание предупреждающих и предписывающих плакатов	

6.2.

7.

4.

1

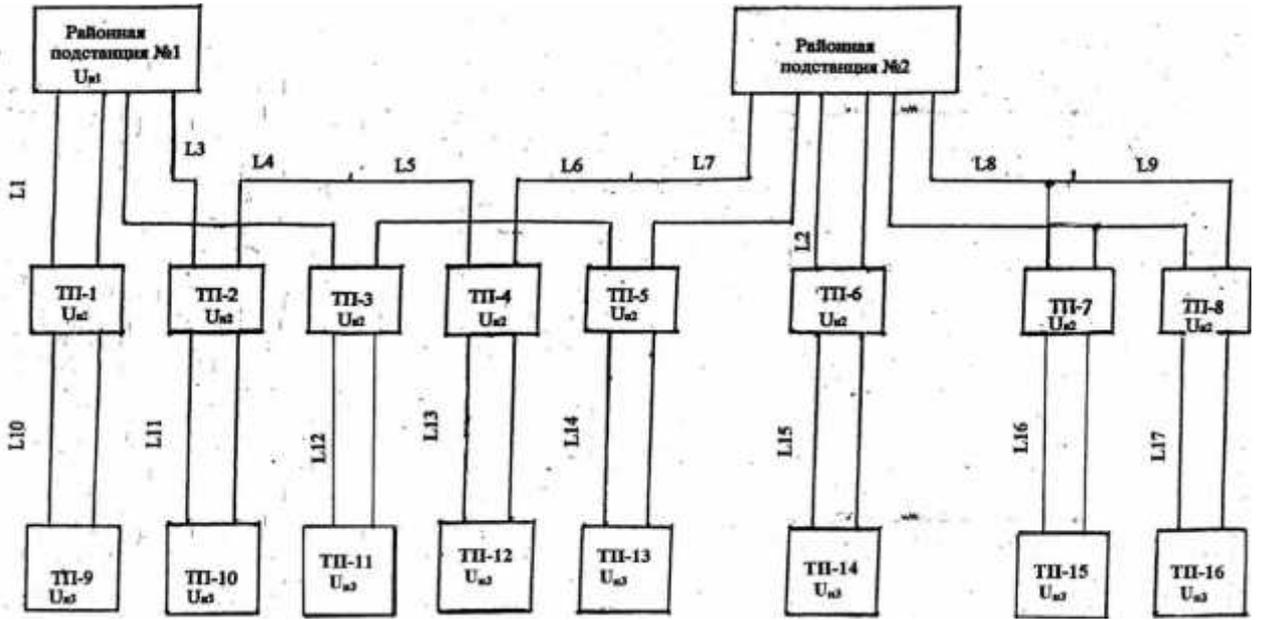
1.

2.

3.

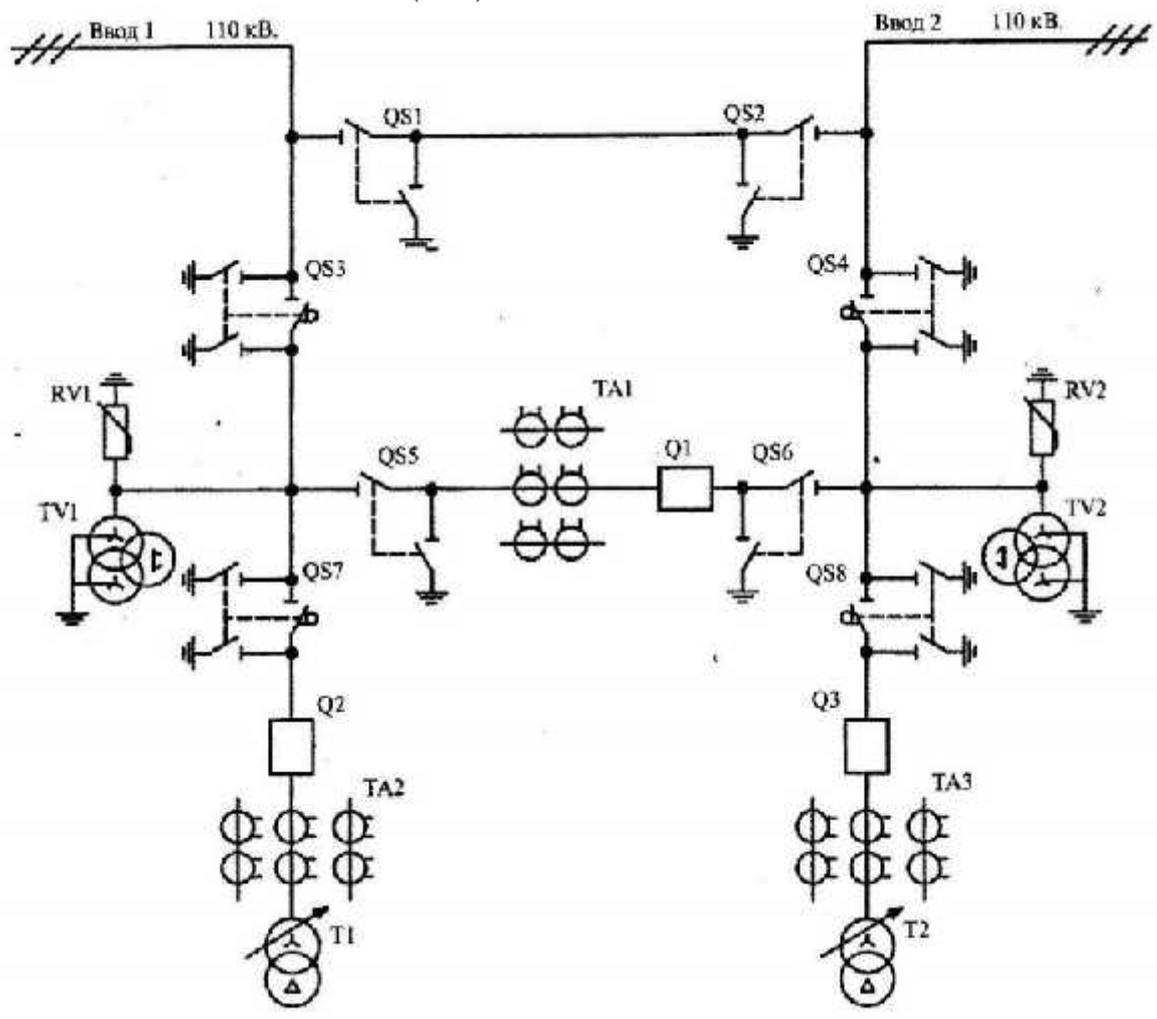
4.

5.



4

-110(220)



5

