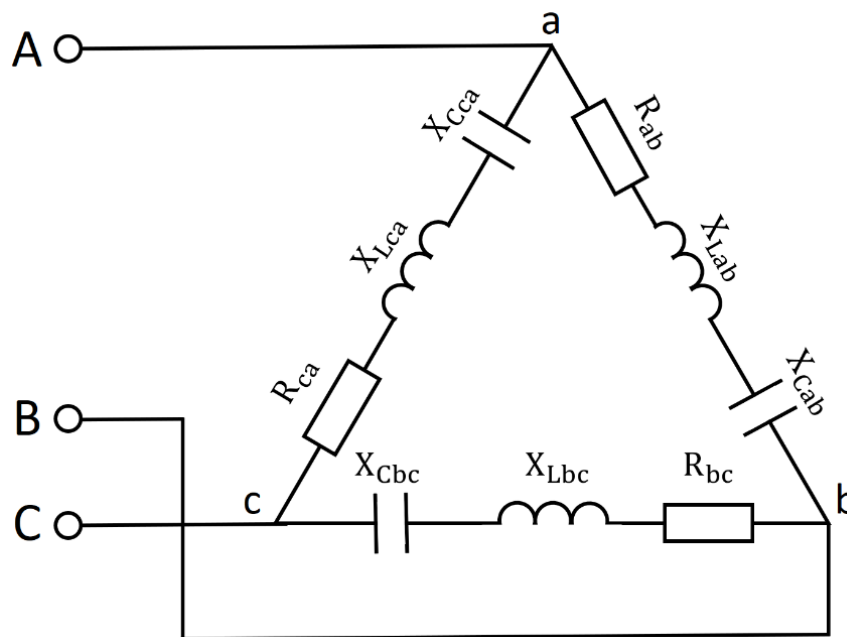


Расчет трехфазной цепи при соединении приемников в треугольник

1. Найти комплексные фазные и линейные токи при соединении фаз приемников с сопротивлениями $\underline{Z}_{ab}, \underline{Z}_{bc}, \underline{Z}_{ca}$ в треугольник.
2. Построить векторную диаграмму.

№ варианта	$U_\phi,$ В	$U_\lambda,$ В	$R_{ab},$ Ом	$X_{Lab},$ Ом	$X_{Cab},$ Ом	$R_{bc},$ Ом	$X_{Lbc},$ Ом	$X_{Cbc},$ Ом	$R_{ca},$ Ом	$X_{Lca},$ Ом	$X_{Cca},$ Ом
0	127	-	36	69	120	146	-	-	39	-	28



Решение

- 1) При соединении приемников в треугольник, между фазными и линейными напряжениями выполняется соотношение

$$\dot{U}_\phi = \dot{U}_\lambda$$

- 2) Комплексные фазные токи $\dot{I}_{ab}, \dot{I}_{bc}, \dot{I}_{ca}$ определяются из закона Ома, записанного в комплексном виде:

$$\dot{I}_{ab} = \frac{\dot{U}_{ab}}{\underline{Z}_{ab}}, \dot{I}_{bc} = \frac{\dot{U}_{bc}}{\underline{Z}_{bc}}, \dot{I}_{ca} = \frac{\dot{U}_{ca}}{\underline{Z}_{ca}}$$

- 3) Линейные токи $\dot{I}_A, \dot{I}_B, \dot{I}_C$ определяются по фазным токам из уравнений, составленных по первому закону Кирхгофа для узлов a, b, c.

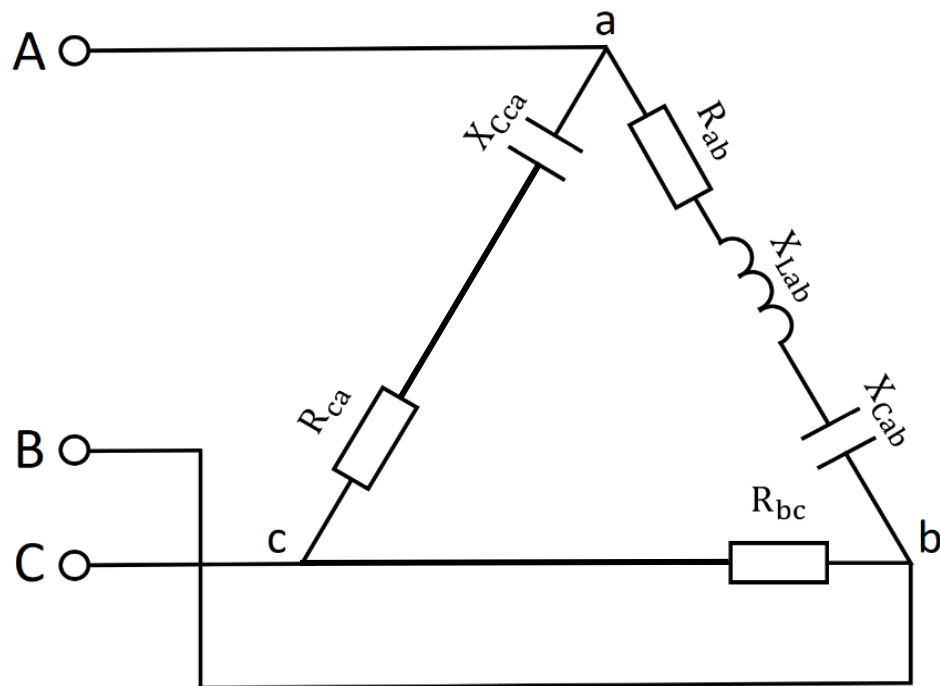
$$\dot{I}_A = \dot{I}_{ab} - \dot{I}_{ca}$$

$$\dot{I}_B = \dot{I}_{bc} - \dot{I}_{ab}$$

$$\dot{I}_C = \dot{I}_{ca} - \dot{I}_{bc}$$

Произведем расчет для варианта № 0.

- 4) Запишем фазные напряжения, заданные генератором, в комплексной форме:



$$\dot{U}_{ab} = 127 \cdot e^{j30^\circ} \text{ (В)}$$

$$\dot{U}_{bc} = 127 \cdot e^{-j90^\circ} \text{ (В)}$$

$$\dot{U}_{ca} = 127 \cdot e^{j150^\circ} \text{ (В)}$$

- 5) Найдем комплексное сопротивление каждой фазы:

$$\underline{Z}_{ab} = R_{ab} + jX_{Lab} - jX_{Cab} = 36 + j69 - j120 = 36 - j51$$

$$= \sqrt{36^2 + (-51)^2} \cdot e^{j \arctg\left(\frac{-51}{36}\right)} = 62,4 \cdot e^{-j54,8^\circ} \text{ (Ом)}$$

$$\underline{Z}_{bc} = R_{bc} = 146 \text{ (Ом)}$$

$$\begin{aligned} \underline{Z}_{ca} &= R_{ca} - jX_{Cca} = 39 - j28 = \sqrt{39^2 + (-28)^2} \cdot e^{j \arctg\left(\frac{-28}{39}\right)} \\ &= 48 \cdot e^{-j35,7^\circ} \text{ (Ом)} \end{aligned}$$

- 6) Тогда фазные токи:

$$\dot{I}_{ab} = \frac{\dot{U}_{ab}}{\underline{Z}_{ab}} = \frac{127 \cdot e^{j30^\circ}}{62,4 \cdot e^{-j54,8^\circ}} = 2,04 \cdot e^{j84,8^\circ} \text{ (А)}$$

$$\dot{I}_{bc} = \frac{\dot{U}_{bc}}{\underline{Z}_{bc}} = \frac{127 \cdot e^{-j90^\circ}}{146} = 0,87 \cdot e^{-j90^\circ} \text{ (А)}$$

$$\dot{I}_{ca} = \frac{\dot{U}_{ca}}{\underline{Z}_{ca}} = \frac{127 \cdot e^{j150^\circ}}{48 \cdot e^{-j35,7^\circ}} = 2,65 \cdot e^{j185,7^\circ} \text{ (А)}$$

7) Найдем линейные токи:

$$\begin{aligned} \dot{I}_A &= \dot{I}_{ab} - \dot{I}_{ca} = 2,04 \cdot e^{j84,8^\circ} - 2,65 \cdot e^{j185,7^\circ} = 2,04 \cdot (\cos(84,8^\circ) + \\ &j\sin(84,8^\circ)) - 2,65 \cdot (\cos(185,7^\circ) + j\sin(185,7^\circ)) = 2,04 \cdot (0,09 + j0,996) - \\ &2,65 \cdot (-0,995 - j0,099) = 0,184 + j2,03 + 2,64 + j0,26 = 2,824 + j2,29 = \\ &\sqrt{2,824^2 + 2,29^2} \cdot e^{j \arctg(\frac{2,29}{2,824})} = 3,6 \cdot e^{j39^\circ} (\text{A}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \dot{I}_B &= \dot{I}_{bc} - \dot{I}_{ab} = 0,87 \cdot e^{-j90^\circ} - 2,04 \cdot e^{j84,8^\circ} = 0,87 \cdot (\cos(-90^\circ) + \\ &j\sin(-90^\circ)) - 2,04 \cdot (\cos(84,8^\circ) + j\sin(84,8^\circ)) = 0,87 \cdot (0 - j1) - 2,04 \cdot \\ &(0,09 + j0,996) = -j0,87 - 0,184 - j2,03 = -0,184 - j2,9 = \\ &\sqrt{(-0,184)^2 + (-2,9)^2} \cdot e^{j \arctg(\frac{-2,9}{-0,184})+180^\circ} = 2,9 \cdot e^{j266,4^\circ} (\text{A}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \dot{I}_C &= \dot{I}_{ca} - \dot{I}_{bc} = 2,65 \cdot e^{j185,7^\circ} - 0,87 \cdot e^{-j90^\circ} = 2,65 \cdot (\cos(185,7^\circ) + \\ &j\sin(185,7^\circ)) - 0,87 \cdot (\cos(-90^\circ) + j\sin(-90^\circ)) = 2,65 \cdot (-0,995 - \\ &j0,099) - 0,87 \cdot (0 - j1) = -2,64 - j0,26 + j0,87 = -2,64 + j0,61 = \\ &\sqrt{(-2,64)^2 + 0,61^2} \cdot e^{j \arctg(\frac{0,61}{-2,64})+180^\circ} = 2,7 \cdot e^{j167^\circ} (\text{A}) \end{aligned}$$

Порядок построения векторной диаграммы

1. Выбираем масштаб тока и напряжения
2. Наносим комплексные оси
3. Строим равносторонний треугольник фазных напряжений
4. Строим фазные токи из начала векторов соответствующих фазных напряжений
5. По уравнениям (*) строим линейные токи
6. Проверяем совпадение линейных токов, полученных графическим путем, с линейными токами, полученными расчетным путем

$$m_I = 1 \text{ A/см}$$

$$m_U = 15 \text{ В/см}$$

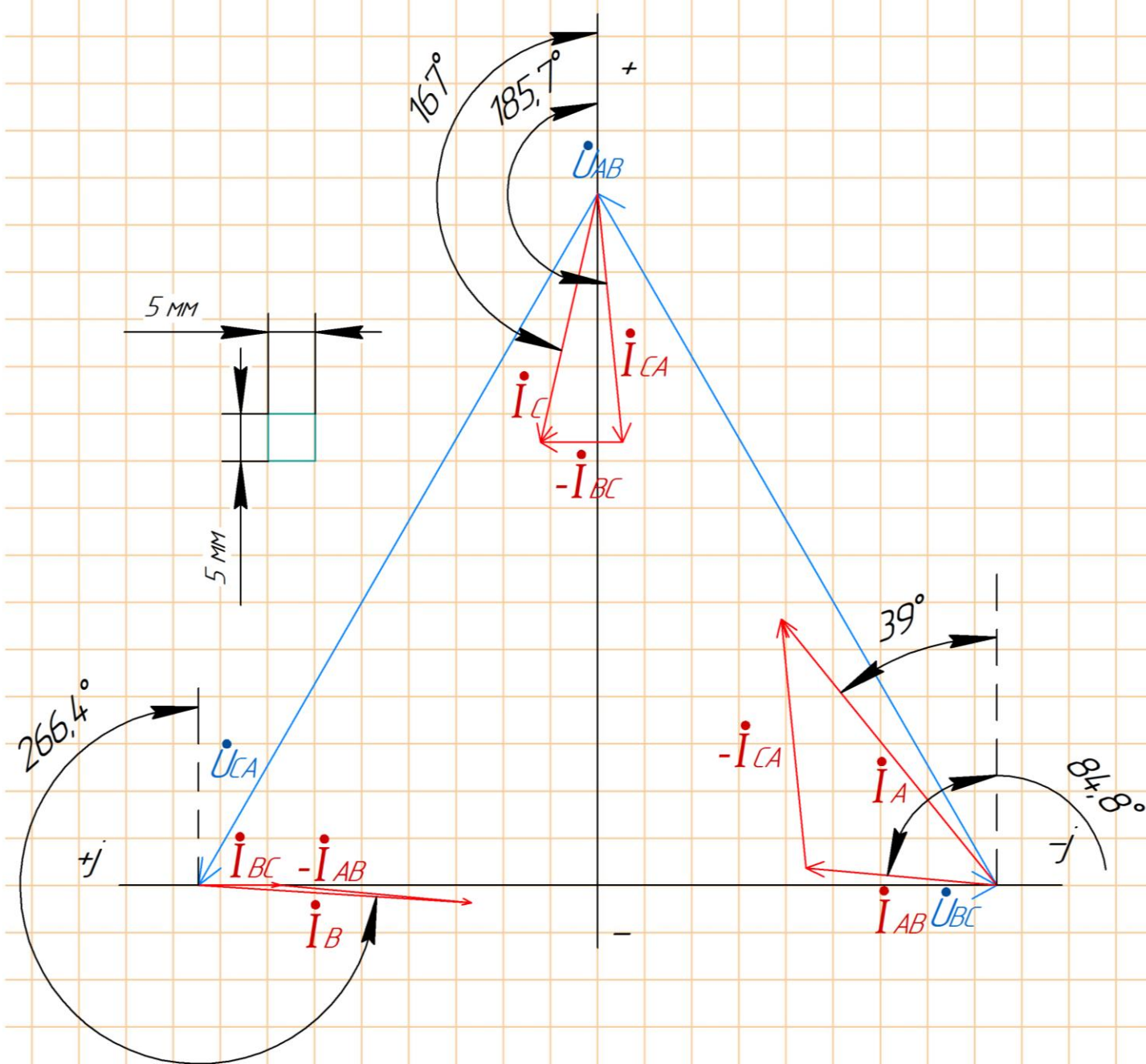


Рис. 1. Векторная диаграмма токов и напряжений

Таблица 1

Вариант	U_{ϕ}, B	U_{λ}, B	$R_{ab}, Ом$	$X_{Lab}, Ом$	$X_{Cab}, Ом$	$R_{bc}, Ом$	$X_{Lbc}, Ом$	$X_{Cbc}, Ом$	$R_{ca}, Ом$	$X_{Lca}, Ом$	$X_{Cca}, Ом$
0	660	-	40	80	-	120	-	90	200	30	-
1	380	-	42	71	-	-	260	170	12	69	110
2	220	-	-	-	58	90	135	169	73	-	99
3	127	-	-	37	94	75	31	-	57	-	93
4	-	127	22	-	53	73	27	-	-	60	-
5	-	220	-	43	59	93	170	100	-	-	121
6	-	380	130	78	197	-	130	76	85	260	197
7	-	660	200	385	450	71	230	-	-	217	360
8	380	-	99	-	128	-	36	197	12	120	79
9	-	220	76	69	120	91	75	-	-	167	197
10	-	127	-	98	75	36	134	78	24	37	25
11	660	-	120	-	215	-	187	134	116	261	189
12	-	380	190	59	-	-	-	187	48	250	138
13	127	-	43	86	13	27	-	53	28	69	85
14	220	-	59	-	112	71	86	146	-	-	58
15	-	660	130	400	384	211	156	-	96	191	-
16	-	220	-	315	186	113	56	91	79	58	28
17	-	127	37	95	-	63	89	27	16	17	68
18	380	-	-	161	265	117	56	89	78	-	36
19	-	380	-	364	417	83	98	34	78	119	45
20	660	-	239	130	-	76	179	208	163	-	70
21	220	-	-	90	150	35	81	-	47	-	133
22	-	127	34	-	125	76	98	27	-	39	-
23	-	220	89	111	76	-	120	33	92	145	186
24	127	-	16	39	-	42	71	58	-	126	159
25	380	-	134	15	97	89	176	35	132	-	-
26	220	-	57	92	116	-	105	-	79	167	79
27	-	660	257	13	98	178	-	56	-	-	125

Продолжение таблицы 1

Вариант	U_{ϕ}, B	U_{λ}, B	$R_{ab}, Ом$	$X_{Lab}, Ом$	$X_{Cab}, Ом$	$R_{bc}, Ом$	$X_{Lbc}, Ом$	$X_{Cbc}, Ом$	$R_{ca}, Ом$	$X_{Lca}, Ом$	$X_{Cca}, Ом$
28	380	-	123	-	86	68	130	-	36	134	78
29	380	-	152	-	-	-	179	306	-	187	134
30	660	-	240	39	-	106	301	168	-	-	187
31	660	-	167	77	103	-	18	137	127	-	153
32	-	127	32	15	45	28	-	51	17	86	46
33	-	127	-	78	45	53	34	11	21	56	-
34	-	220	-	-	37	94	97	26	63	56	91
35	-	220	11	22	-	53	41	-	48	89	27
36	380	-	93	-	43	59	234	145	117	56	89
37	-	220	-	130	78	197	89	179	83	98	34
38	-	127	62	-	11	-	82	34	26	19	38
39	660	-	153	99	-	128	-	180	235	81	-
40	-	380	-	76	69	120	146	91	76	98	27
41	127	-	45	-	18	37	17	29	-	43	33
42	220	-	28	101	-	215	48	97	-	-	69
43	-	660	202	-	37	94	-	124	165	238	165
44	-	220	87	22	-	53	66	103	39	276	383
45	-	127	25	-	43	59	171	134	-	46	90
46	380	-	85	93	-	78	24	37	63	89	27
47	-	380	49	105	27	34	116	61	117	-	89
48	380	-	129	230	352	87	48	95		108	-
49	660	-	200	385	450	153	228	169	200	385	450
50	127	-	12	36	-	62	-	11	73	-	99
51	220	-	-	98	75	-	96	191	76	69	12
52	-	127	120	-	215	91	79	58	-	98	75
53	-	380	190	59	-	27	16	17	154	27	104
54	127	-	31	-	57	29	38	-	12	36	-
55	220	-	-	111	176	34	78	119	54	89	153
56	-	660	-	-	218	208	163	-	265	178	294
57	-	220	102	38	74	-	47	-	54	93	-

Продолжение таблицы 1

Вариант	U_{ϕ}, B	U_{λ}, B	$R_{ab}, Ом$	$X_{Lab}, Ом$	$X_{Cab}, Ом$	$R_{bc}, Ом$	$X_{Lbc}, Ом$	$X_{Cbc}, Ом$	$R_{ca}, Ом$	$X_{Lca}, Ом$	$X_{Cca}, Ом$
58	-	127	21	56	-	43	86	63	34	79	58
59	380	-	63	56	91	59	-	112	77	46	17
60	-	380	48	89	27	130	400	384	29	38	-
61	660	-	117	256	289	-	315	186	167	77	103
62	220	-	83	98	34	37	95	-	32	85	145
63	380	-	26	119	138	-	61	26	-	78	45
64	127	-	25	38	-	-	36	17	-	-	37
65	-	127	24	18	27	23	13	-	11	22	-
66	-	220	71	46	-	-	79	15	93	-	43
67	-	220	73	56	91	34	-	75	-	130	78
68	-	380	-	169	127	89	111	76	162	-	111
69	380	-	36	134	78	69	120	91	53	99	-
70	220	-	-	187	134	78	75	36	-	76	69
71	-	660	-	-	187	-	215	-	205	-	118
72	-	380	97	-	53	159	-	-	28	101	-
73	-	220	17	86	46	86	13	27	20	-	37
74	127	-	21	16	-	-	32	71	16	67	93
75	660	-	121	56	191	240	384	211	85	350	153
76	380	-	48	89	27	31	186	113	69	120	146
77	220	-	49	56	89	95	-	63	98	75	-
78	-	220	63	118	34	61	65	117	-	21	91
79	-	380	66	19	38	64	41	83	93	-	27
80	-	660	165	238	165	130	-	176	275	157	229
81	220	-	39	299	383	69	120	146	52	176	84
82	-	127	-	46	9	22	35	-	24	18	27
83	380	-	63	89	27	-	215	91	71	46	-
84	-	220	17	-	89	59	-	27	73	56	91
85	660	-	25	108	-	275	157	229	-	269	127

Продолжение таблицы 1

Вариант	U_{ϕ}, B	U_{λ}, B	R_{ab}, OM	X_{Lab}, OM	X_{Cab}, OM	R_{bc}, OM	X_{Lbc}, OM	X_{Cbc}, OM	R_{ca}, OM	X_{Lca}, OM	X_{Cca}, OM
86	660	-	123	130	-	130	-	136	258	190	235
87	-	380	-	105	15	79	38	-	94	75	31
88	-	127	14	48	75	30	16	-	53	23	27
89	-	220	39	11	76	58	137	127	59	93	70
90	-	220	49	120	91	-	151	76	97	-	13
91	-	380	58	75	36	34	111	221	45	71	23
92	380	-	47	21	-	97	26	63	128	-	76
93	220	-	59	-	-	41	-	84	60	91	75
94	-	660	186	213	127	234	145	117	175	136	234
95	-	380	-	82	171	89	179	83	25	-	87
96	-	220	40	38	121	82	34	26	-	71	-
97	127	-	31	86	55	-	80	135	13	27	-
98	660	-	95	-	73	146	291	176	112	171	286
99	380	-	61	25	117	17	129	-	84	21	56
100	-	127	23	13	-	13	-	36	38	9	13