

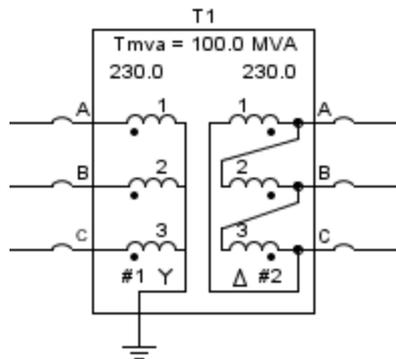
ТЕХНИЧЕСКИЙ

КАИ

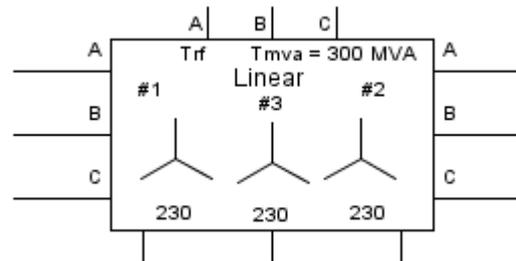
УНИВЕРСИТЕТ

**Применение программно-аппаратного
комплекса RTDS для проведения
испытаний устройств релейной защиты и
автоматики
(на примере устройства защиты дальнего
резервирования фирмы ООО НПЦ «ЭКРА»
ШЭ2607 021/3)**

**Исаков Р.Г., к. т. н., КНИТУ-КАИ,
Учебно-исследовательская лаборатория
«Релейная защита, автоматика и управления системами электроснабжения»**



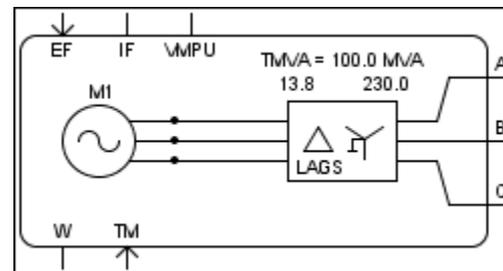
Модель двухобмоточного силового трансформатора.



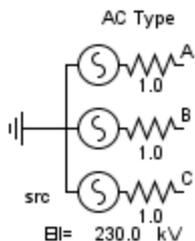
Модель трехобмоточного силового трансформатора.

Модели трансформаторов могут быть трех видов:

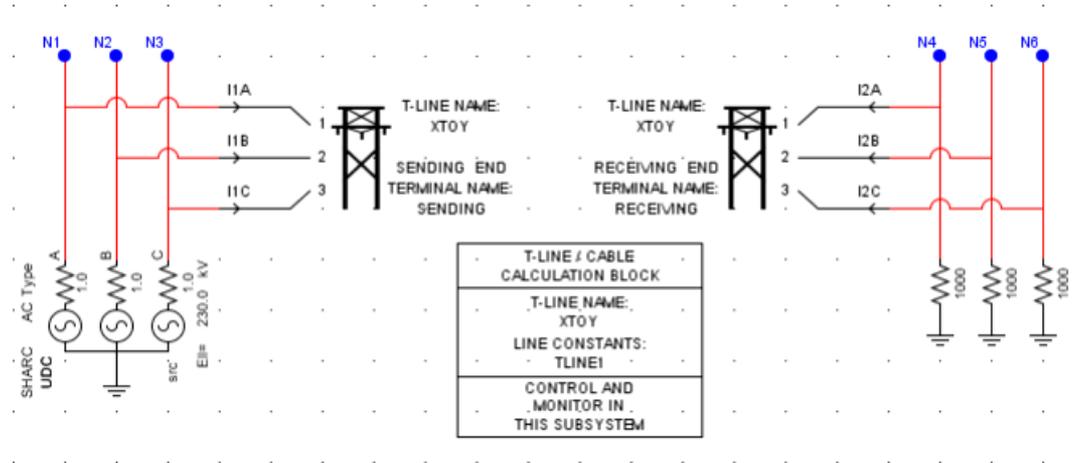
- Идеальные трансформаторы;
- Линейные трансформаторы;
- Насыщающиеся трансформаторы.



Модель генератора.

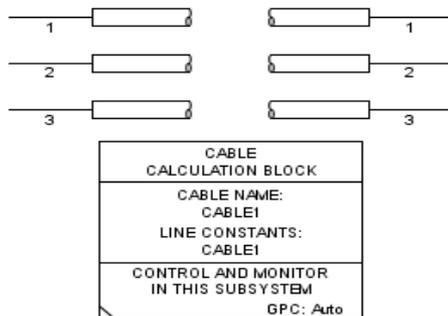


Модель источника питания.



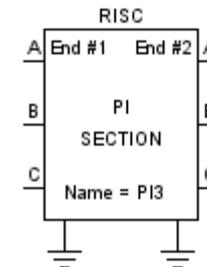
Модель линии T-LINE.

Используется для линий от 15 км и более.



Модель кабельной линии CABLE.

Используется для линий от 15 км и более.



Модель линии PI-секция.

Используется для линий любой длины.



Задание параметров для кабельных и воздушных линий

Cable Data

		Cable 1	Cable 2	Cable 3
General	LL Last Layer	Insulator 3	Insulator 3	Insulator 3
	LC Ground Last Metallic Layer	No	No	No
	XI X-Coordinate(m)	0.0	10.0	20.0
	YI Y-Coordinate (-ve in ground)(m)	-1.0	-1.0	-1.0
Conductor	r1 Inner Radius(mm)	0.0	0.0	0.0
	r2 Outer Radius(mm)	22.0	22.0	22.0
	pc Resistivity($\Omega\cdot m$)	1.68E-8	1.68E-8	1.68E-8
	uc Relative Permeability	1.0	1.0	1.0
Insulator 1	r3 Outer Radius(mm)	39.5	39.5	39.5
	c1 Relative Permittivity	4.1	4.1	4.1
Sheath	u1 Relative Permeability	1.0	1.0	1.0
	r4 Outer Radius(mm)	44.0	44.0	44.0
Insulator 2	ps Resistivity($\Omega\cdot m$)	2.2E-7	2.2E-7	2.2E-7
	us Relative Permeability	1.0	1.0	1.0
Insulator 2	r5 Outer Radius(mm)	47.5	47.5	47.5
	c2 Relative Permittivity	2.3	2.3	2.3
Armour	u2 Relative Permeability	1.0	1.0	1.0
	r6 Outer Radius(mm)	58.3	58.3	58.3
Insulator 3	pa Resistivity($\Omega\cdot m$)	1.8E-7	1.8E-7	1.8E-7
	ua Relative Permeability	400.0	400.0	400.0
Insulator 3	r6 Outer Radius(mm)	63.5	63.5	63.5
	c3 Relative Permittivity	1.0	1.0	1.0
Insulator 3	e3 Relative Permittivity	1.0	1.0	1.0
	u3 Relative Permeability	1.0	1.0	1.0

Cable Length(km) 2.0 Ground Resistivity($\Omega\cdot m$) 0.25 Ground Permeability 1.0
 Copy Number of Cables 1 Cable Set 1.3 Units Metric
 Ok Cancel

RLC Data

Data Entry Format ohms

Per Unit Parameters

MVA Base: 100.0

Rated Voltage: (kV): 230.0

Is the shunt capacitance known? No

RLC Data

Number of Phases: 3

Positive Sequence Series Resistance: (Ω/km): 0.249

Positive Sequence Series Ind. Reactance: (Ω/km): 0.403

Positive Sequence Shunt Cap. Reactance: (mega $\Omega\cdot km$): 0.376

Zero Sequence Series Resistance: (Ω/km): 0.3618376

Zero Sequence Series Ind. Reactance: (Ω/km): 1.227747

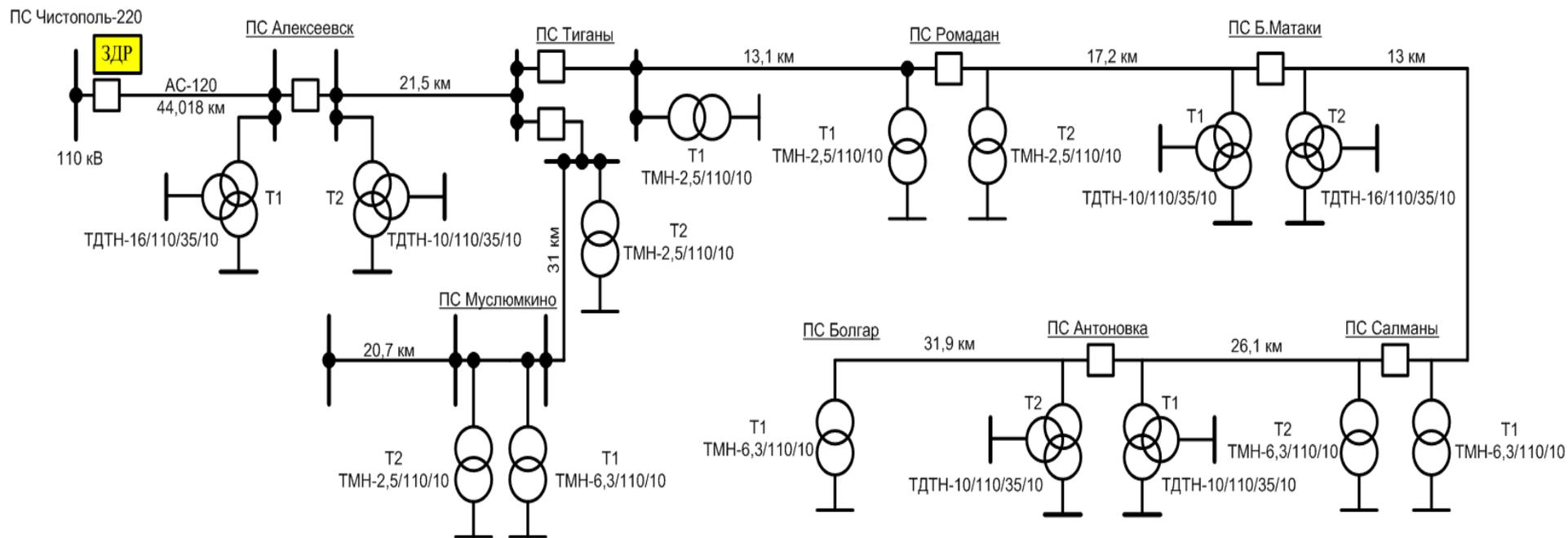
Zero Sequence Shunt Cap. Reactance: (mega $\Omega\cdot km$): 0.376

Mutual Coupling Data

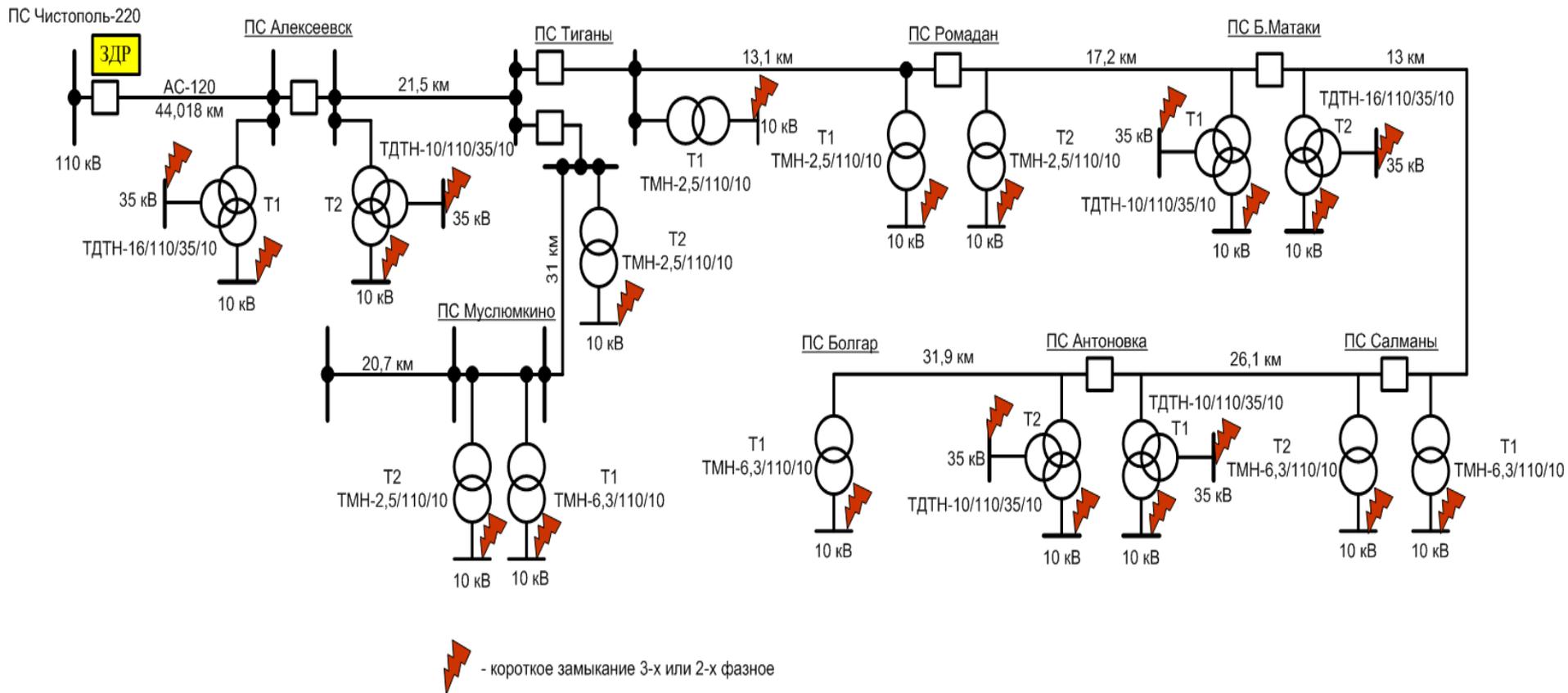
Transposition: Ideally Transposed

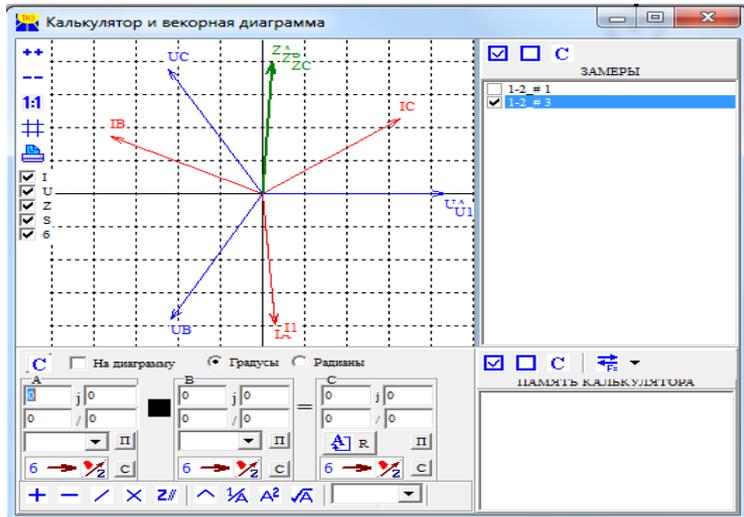
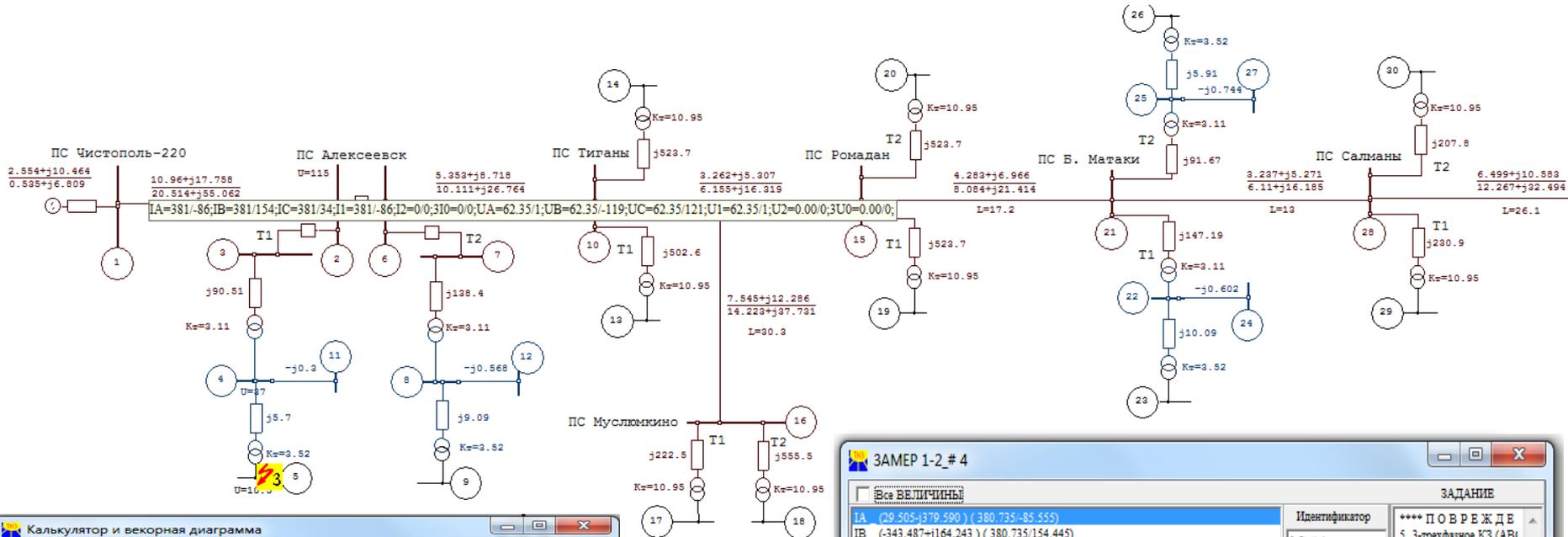
Mutual Resistance: (Ω/km): 0.162

Mutual Reactance: (Ω/km): 0.781



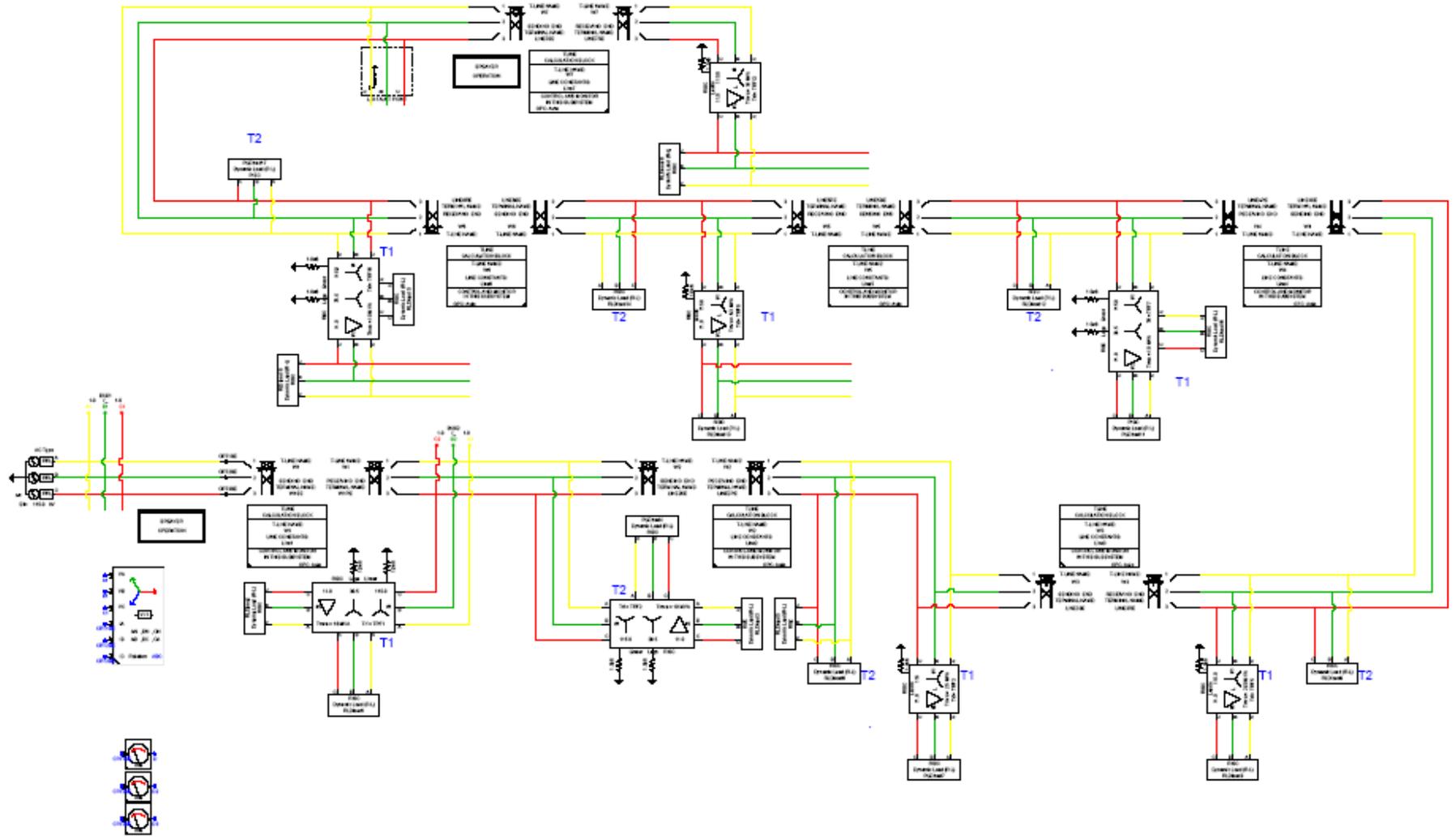
Варианты повреждений при проведении испытаний





The screenshot shows the "ЗАМЕР 1-2_#4" dialog box. It contains the following sections:

- Все ВЕЛИЧИНЫ** (All Values):
 - IA (29.505-j379.590) (380.735/-85.555)
 - IB (-343.487-j164.243) (380.735/154.445)
 - IC (313.982-j215.347) (380.735/34.445)
 - UA (62.348+j0.661) (62.351/0.607)
 - UB (-30.602-j54.325) (62.351/-119.393)
 - UC (-31.746-j53.664) (62.351/120.607)
 - ZA (10.960+j163.399) (163.766/86.163)
 - ZB (10.960+j163.399) (163.766/86.163)
 - ZC (10.960+j163.399) (163.766/86.163)
- Идентификатор** (Identifier): 1-2_#4
- Вектор** (Vector): IA
- Цвет** (Color) and **Толщина** (Thickness) settings for vectors I, U, Z, S.
- Компенсация** (Compensation) settings for Module and Phase.





Условия загрузки трансформаторов в нагрузочном режиме

11

Нагрузка резервируемых подстанций - смешанного типа, значение $\varphi_{\text{нагр}} = 37^\circ$. Трансформаторы загружены на 50% по отношению к своей номинальной мощности.

Рабочий максимально возможный ток нагрузки линии:

$$I_{\text{нагр.макс}} = \frac{S_H}{\sqrt{3}U_{\text{ном}}} = \frac{56,7 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 115} = 285 \text{ A}$$

Расчёт сопротивления нагрузки $Z_{\text{нагр}}$, соответствующего максимальному нагрузочному току выполняется по

$$Z_{\text{нагр.макс}} = \frac{U_{\text{ном}}}{\sqrt{3}I_{\text{ном}}} = \frac{115}{\sqrt{3} \cdot 285} = 233 \text{ Ом}$$

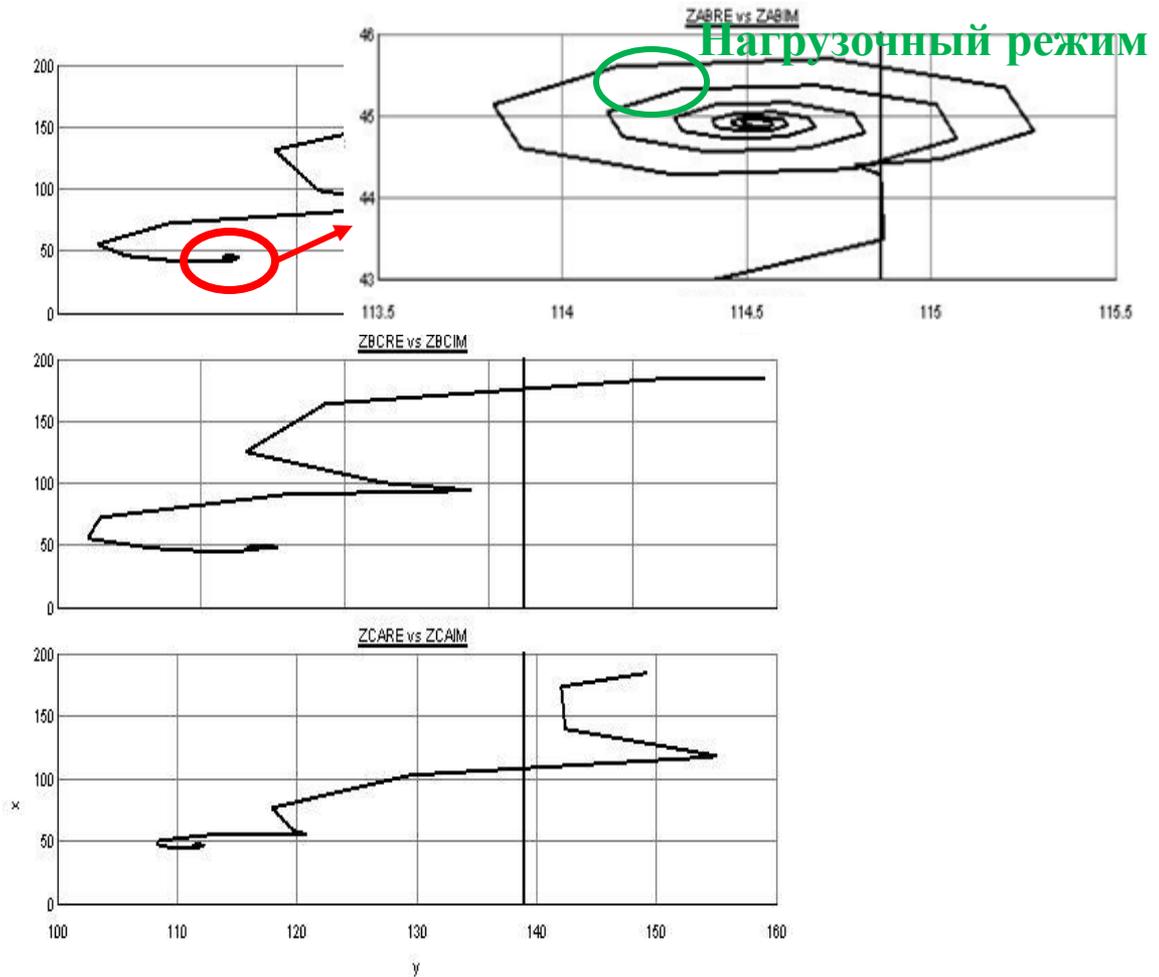
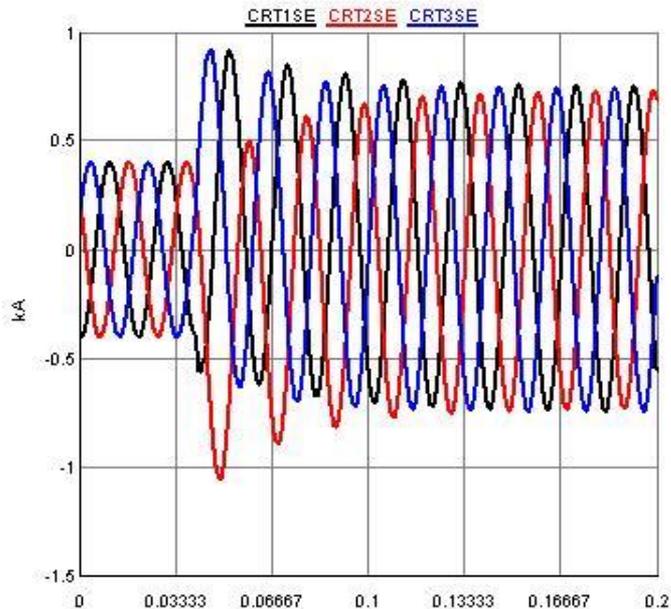


Результаты моделирования нагрузочного режима в RTDS

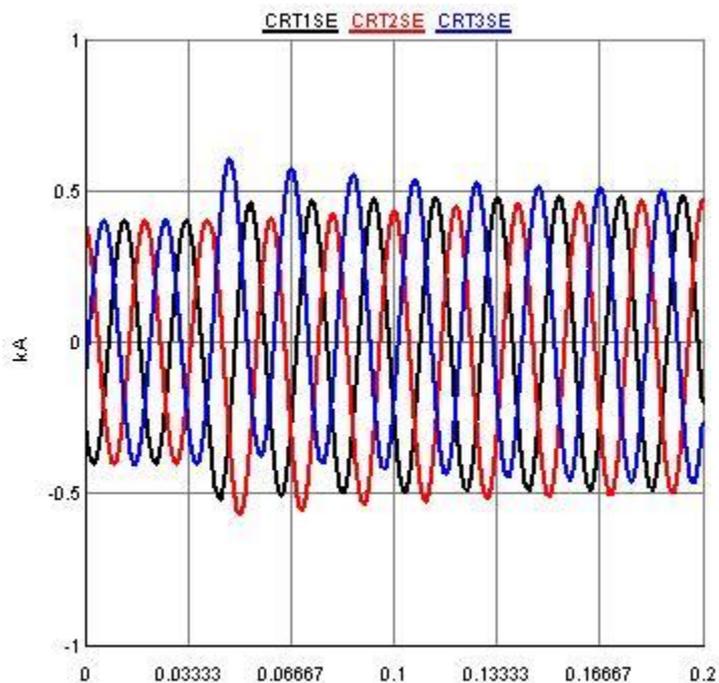
12

Параметры	Величины расчетные	Величины полученные в RTDS
Активная мощность, МВт	45,36	45,3
Реактивная мощность, МВАр	34,12	35,44
Полная мощность, МВА	56,7	57,52
$\varphi_{нагр}$, градусы	37°	39°
Нагрузочный ток, А	285	284,2
Активное сопротивление нагрузки, Ом	186,4	184,58
Реактивное сопротивление нагрузки, Ом	140,22	149,18
Полное сопротивление нагрузки, Ом	233	237,3

3-х фазное КЗ на НН Т1 ПС Алексеевская



3-х фазное КЗ на НН ПС Б. Тиганы

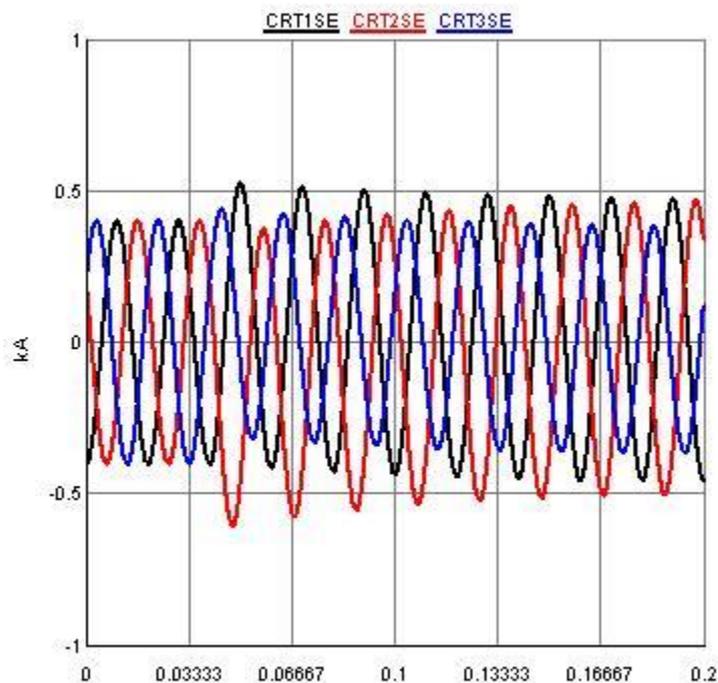


$I_{k3RTDS}=342.5 \text{ A}$

$Z_{k3RTDS}=117,8+j154,1 \text{ Ом}$

$\varphi_{k3} = 52,6^\circ$

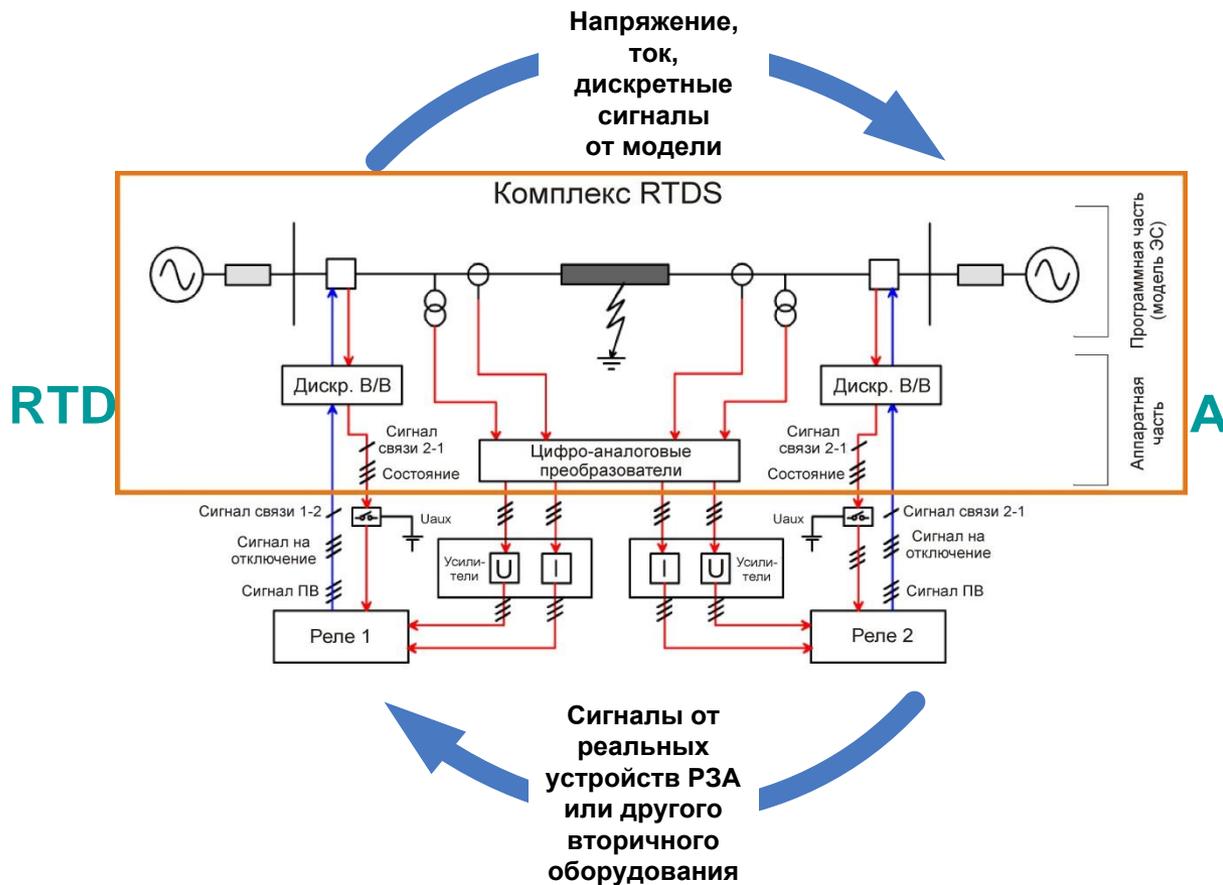
2-х фазное КЗ на НН ПС Б. Тиганы (AB)

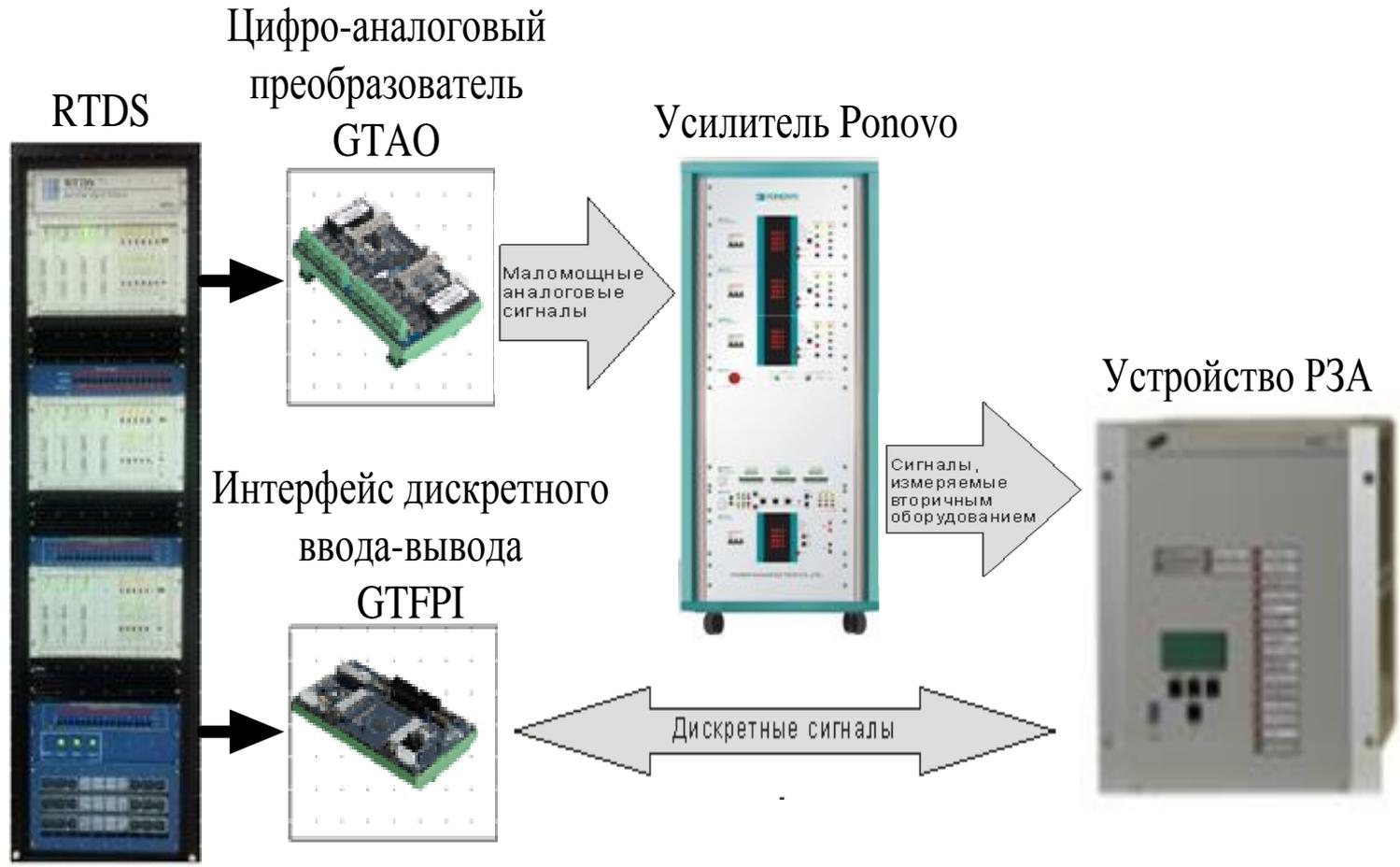


$I_{k3ARTDS}=330,6 \text{ A};$

$I_{k3BRTDS}=341,8 \text{ A};$

$I_{k3CRTDS}=265,1 \text{ A}.$







- 1) Проверка срабатывания ЗДР при КЗ за трансформаторами (3-х и 2-х фазные);
- 2) Проверка срабатывания ЗДР при КЗ через дугу;
- 3) Проверка несрабатывания ЗДР в нагрузочном режиме и самозапусках двигательной нагрузки;
- 4) Проверка несрабатывания ЗДР при обрыве фаз или перекосе нагрузки.



Спасибо за внимание!
Ваши вопросы?

Контакты: Исаков Руслан Геннадьевич
Тел. моб.: +7-917-934-34-50
E-mail: ruslanisakov@yandex.ru