

Оборудование для заземления нейтрали в сетях 6-35 кВ и организации селективной релейной защиты от однофазных замыканий на землю

Титенков Сергей Станиславич
генеральный директор ООО «Энерган»
Санкт-Петербург, наб. Обводного канала, 138
бизнес-центр «Треугольник», офис 212
(812) 373-90-30
(812) 373-90-17
www.energan.ru
info@energan.ru

Способ заземления нейтрали сети

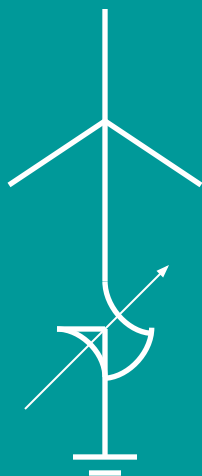
определяет:

- ток в месте повреждения и перенапряжения на неповрежденных фазах при однофазном замыкании;
- схему построения релейной защиты от замыканий на землю;
- уровень изоляции электрооборудования;
- выбор ОПН для защиты от перенапряжений;
- бесперебойность электроснабжения;
- допустимое сопротивление контура заземления подстанции;
- безопасность персонала и электрооборудования при однофазных замыканиях

Существующие режимы заземления нейтрали в сетях 6-35 кВ

- изолированная (незаземленная);
- заземленная через дугогасящий реактор;
- заземленная через резистор (низкоомный или высокоомный);
- глухозаземленная (в России не применяется)

Существующие режимы заземления нейтрали в сетях 6-35 кВ



изолированная
нейтраль

заземление через
дугогасящий реактор

заземление через
резистор

глухое
заземление

«Правила устройства электроустановок» о режиме заземления нейтрали в сетях 6-35 кВ

п.1.2.16 ПУЭ, введенных в действие с 1 января 2003 г.:

«...работа электрических сетей напряжением 3–35 кВ может предусматриваться как с изолированной нейтралью, так и с нейтралью, заземленной через дугогасящий реактор или резистор».

«Правила устройства электроустановок» о компенсации емкостного тока (применении дугогасящих реакторов)

Компенсация емкостного тока замыкания на землю должна применяться при значениях этого тока в нормальных режимах:

в сетях напряжением 3-20 кВ, имеющих железобетонные и металлические опоры на воздушных линиях электропередачи, и во всех сетях напряжением 35 кВ - более 10 А;

в сетях, не имеющих железобетонных и металлических опор на воздушных линиях электропередачи:

более 30 А при напряжении 3-6 кВ;

более 20 А при напряжении 10 кВ;

более 15 А при напряжении 15-20 кВ;

в схемах генераторного напряжения 6-20 кВ блоков генератор-трансформатор – более 5А.

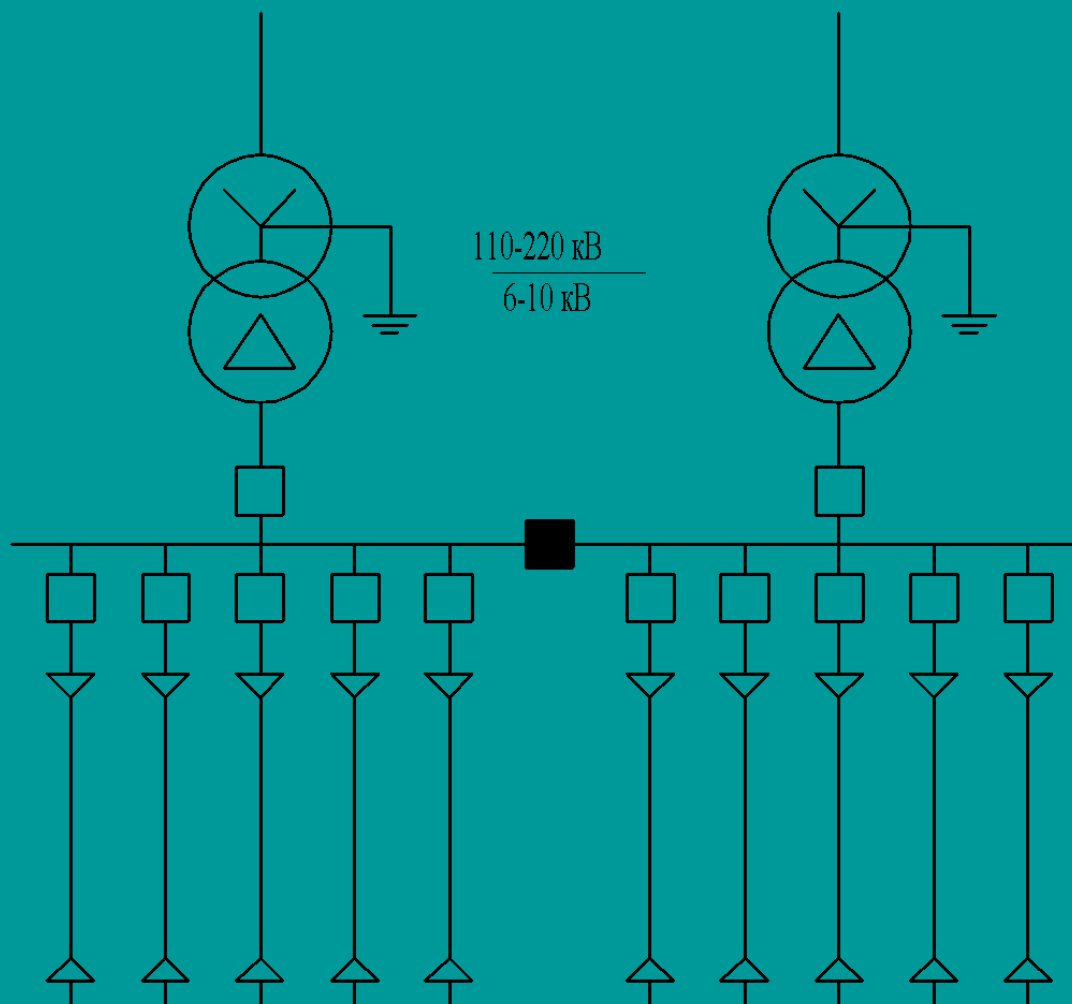
Основной документ по компенсации емкостного тока (применению дугогасящих реакторов) в сетях 6-35 кВ

ТИ 34-70-070-87 «Типовая инструкция по компенсации емкостного тока замыкания на землю в электрических сетях 6-35 кВ»

«Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей» о режиме заземления нейтрали

п.5.11.8 ПТЭЭСС, введенных в действие с 30 июня 2003 г.:
«...В сетях собственных нужд 6 кВ блочных электростанций допускается режим работы с заземлением нейтрали сети через резистор»

Сеть с изолированной нейтралью



Расчет емкостного тока сети 6-35 кВ

Оценочные формулы:

$$I_C = \frac{U \cdot L}{10} \quad \text{для КЛ, } U \text{ в кВ, } L \text{ в км}$$

$$I_C = \frac{U \cdot L}{350} \quad \text{для ВЛ, } U \text{ в кВ, } L \text{ в км}$$

Точная формула:

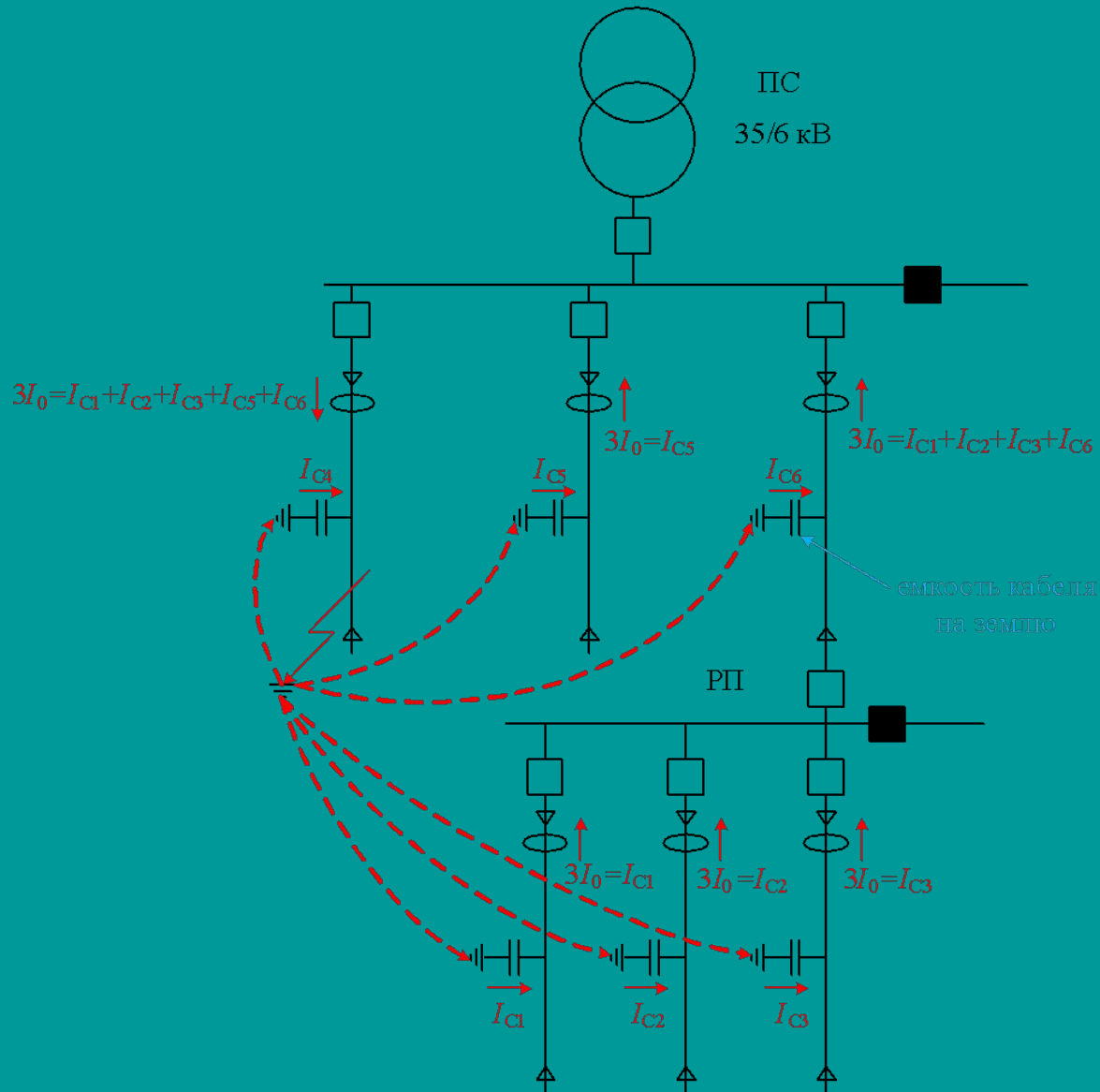
$$I_C = \sqrt{3} \cdot \omega \cdot C_{\phi\Sigma} \cdot U_{\text{ном}}$$

где $C_{\phi\Sigma}$ суммарная емкость одной фазы сети на землю

$U_{\text{ном}}$ номинальное линейное напряжение сети

$$\omega = 314$$

Распределение емкостного тока в сети с изолированной нейтралью при однофазном замыкании на землю



Недостатки сетей с изолированной нейтралью

Многолетний опыт эксплуатации позволяет говорить о существенных недостатках режима изолированной нейтрали в сетях 6-35 кВ, таких как:

- дуговые перенапряжения и пробой изоляции при однофазных замыканиях на землю;
- возможность возникновения многоместных повреждений изоляции (одновременное повреждение изоляции нескольких фидеров);
- повреждения ТН (НТМИ, ЗНОЛ, ЗНОМ) при замыканиях на землю
- сложность обнаружения места повреждения
- неправильная работа релейных защит от однофазных замыканий на землю
- опасность электропоражения персонала и посторонних лиц при длительном существовании замыкания на землю


В связи с наличием такого количества недостатков режим изолированной нейтрали в сетях 6-35 кВ должен быть исключен, как это сделано в подавляющем большинстве стран Европы, Северной и Южной Америки, Австралии и др.

Режим заземления нейтрали сетей среднего напряжения 3-69 кВ в зарубежных странах

В сетях среднего напряжения 3-69 кВ стран Европы, Северной и Южной Америки, Австралии, Азии режим изолированной нейтрали применяется крайне редко (в исключительных случаях).

В основном сети среднего напряжения 3-69 кВ работают с нейтралью заземленной через резистор или дугогасящий реактор.

Рекомендуемые к использованию в сетях 6-35 кВ режимы заземления нейтрали



Через резистор
(высокоомный или
низкоомный)

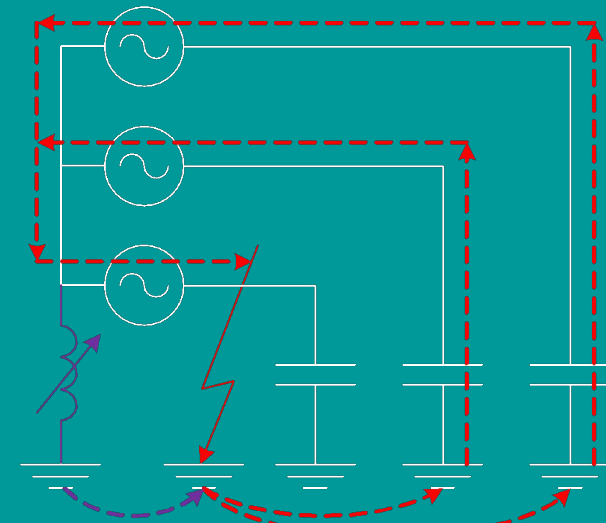
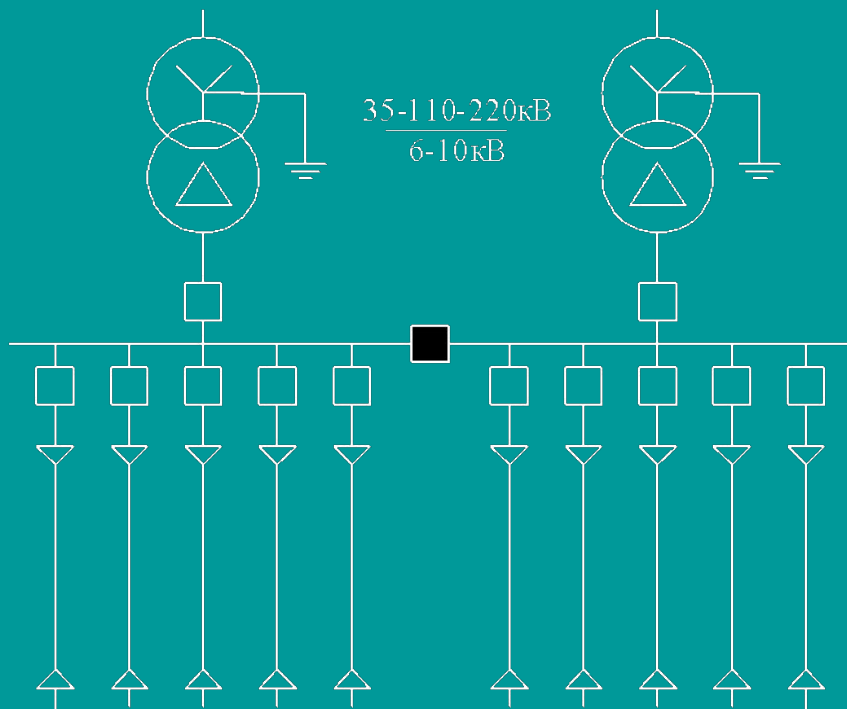
Через дугогасящий реактор с
шунтирующим низковольтным
резистором

**Режим изолированной нейтрали в сетях 6-35 кВ, как
снижающий надежность электроснабжения должен быть
полностью исключен!!!**

Заземление нейтрали в сети 6-35 кВ через дугогасящий реактор

Сеть с нейтралью, заземленной через дугогасящий реактор

Схема замещения сети



Ток в месте повреждения равен нулю, так как индуктивный ток реактора компенсирует емкостный

Трансформатор TEGE с соединением обмоток Z-0

Дугогасящий реактор ZTC (ASR) с шунтирующим резистором SR напряжением 500 В

Трансформатор TEGE с соединением обмоток Z-0

Дугогасящий реактор ZTC (ASR) с шунтирующим резистором SR напряжением 500 В

Преимущества сетей с нейтралью, заземленной через дугогасящий реактор

В сетях среднего напряжения 3-69 кВ европейских стран (Германия, Чехия, Швейцария, Австрия, Франция, Италия, Румыния, Польша, и др.) широко используется заземление нейтрали через дугогасящий реактор с шунтирующим низковольтным резистором (смотри предыдущий слайд).

Такое техническое решение имеет следующие преимущества:

- отсутствие необходимости в немедленном отключении однофазного замыкания на землю и соответственно потребителя;
- малый остаточный ток в месте повреждения (не более 1-2А);
- самоликвидация замыканий (особенно на воздушных линиях);
- возможность организации селективной автоматически действующей релейной защиты от однофазных замыканий на землю!!!
- исключение повреждений измерительных ТН из-за феррорезонансных процессов.

Современные дугогасящие реакторы ZTC (ASR) 6-35 кВ с шунтирующим резистором

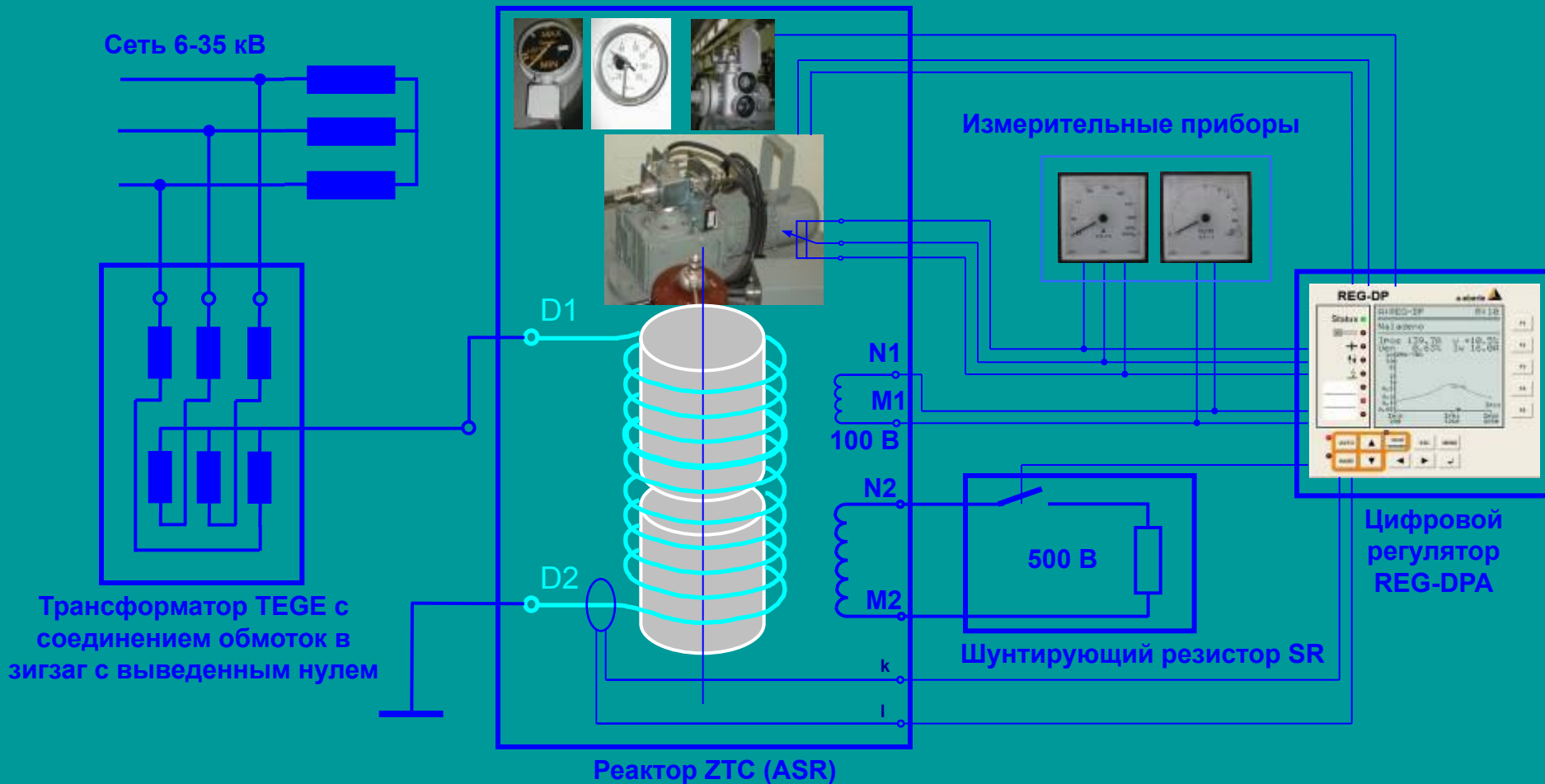


трансформатор
напряжения

шунтирующий низковольтный резистор SR 500В

подключаемый ко вторичной силовой обмотке 500 В реактора

Принципиальная схема дугогасящего реактора ZTC (ASR) с шунтирующим резистором SR

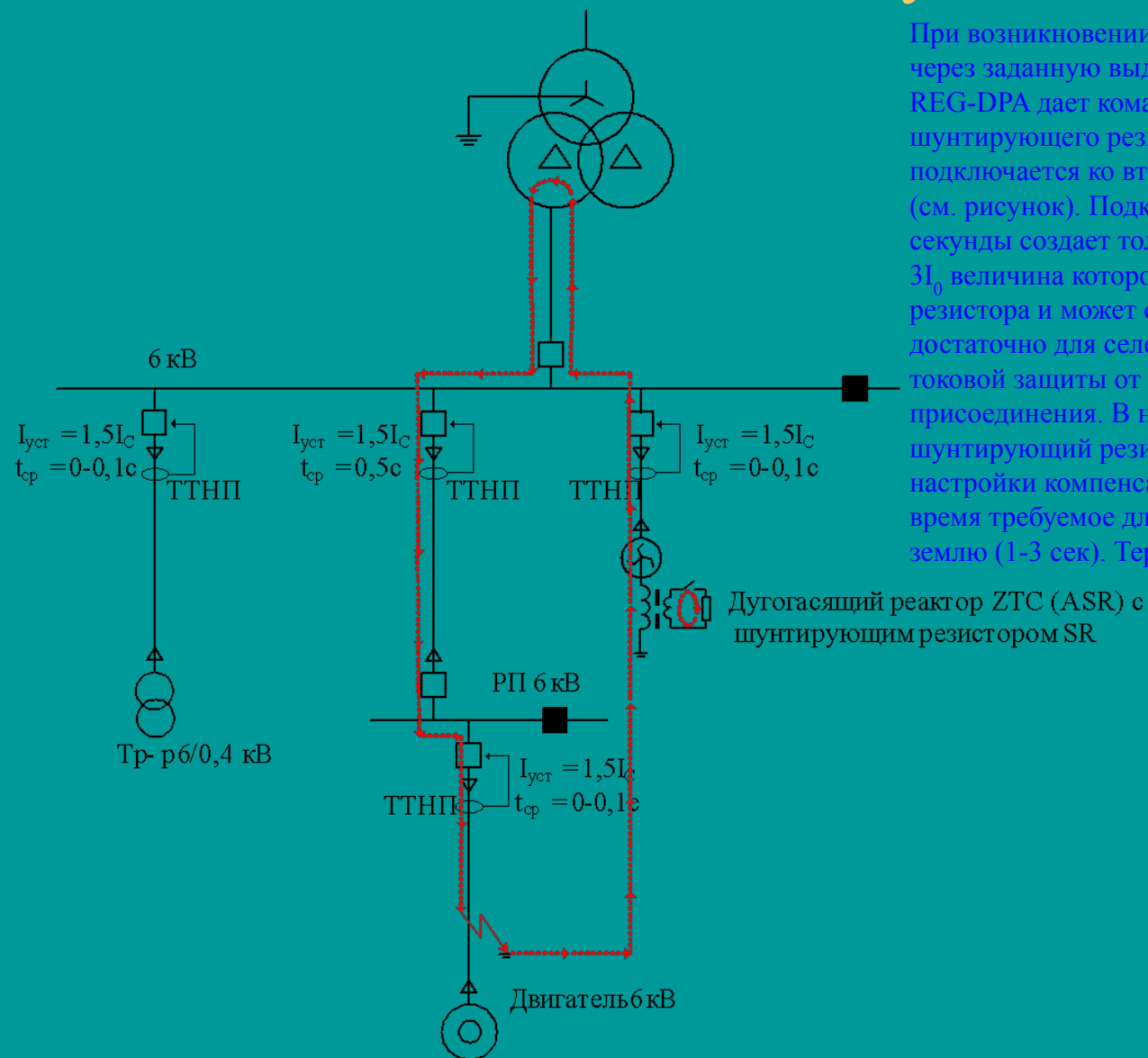


D1-D2 главная обмотка реактора соответствующая напряжению сети 6, 10 или 35 кВ

M1-N1 измерительная обмотка 100 В реактора

M2-N2 вторичная силовая обмотка 500 В реактора

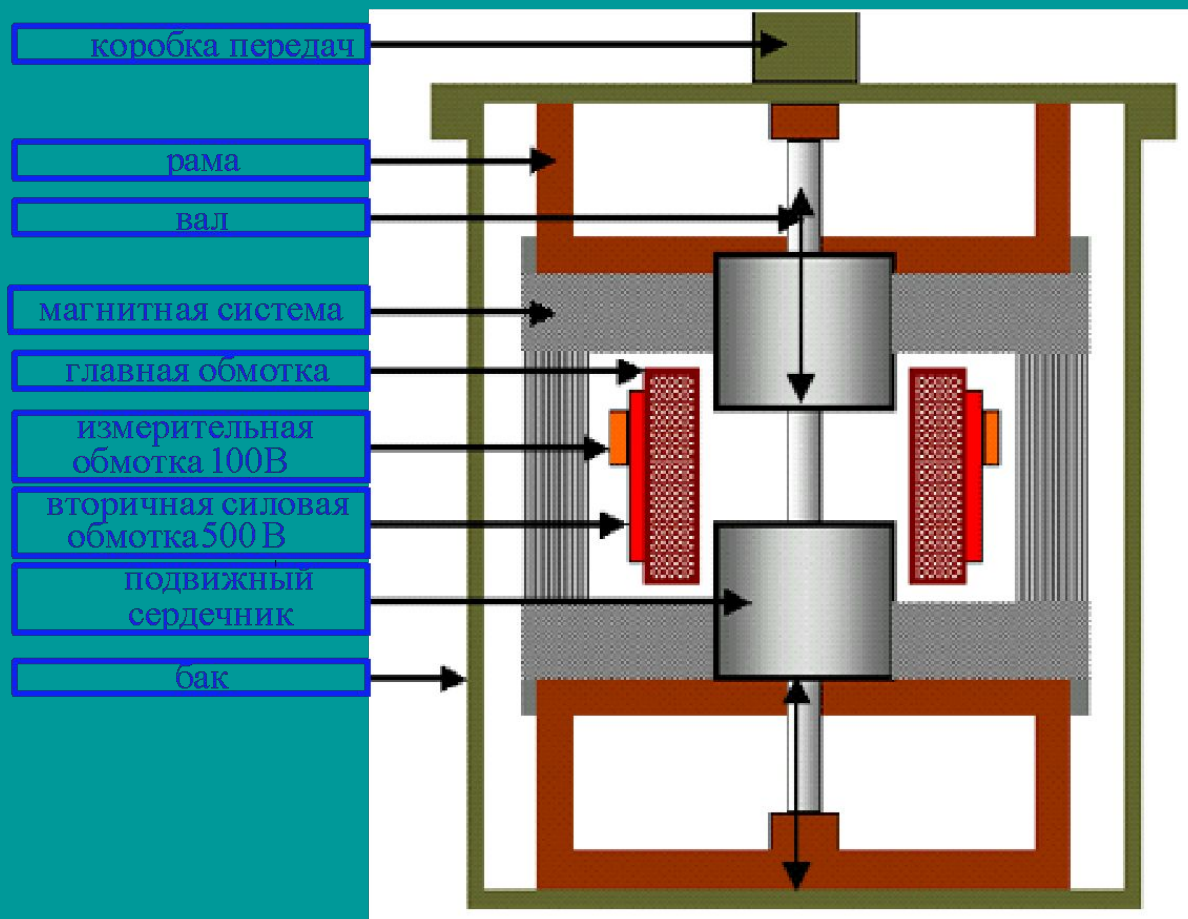
Организация релейной защиты от замыканий на землю в сети 6-35 кВ с дугогасящим реактором



При возникновении в сети однофазного замыкания на землю через заданную выдержку времени цифровой регулятор REG-DPA дает команду на включение контактора шунтирующего резистора напряжением 500В, который подключается ко вторичной силовой обмотке реактора 500В (см. рисунок). Подключение шунтирующего резистора на 1-3 секунды создает только в поврежденном фидере активный ток $3I_0$ величина которого определяется сопротивлением резистора и может составлять от 5 до 50А. Этого тока достаточно для селективного срабатывания даже обычной токовой защиты от замыканий на землю поврежденного присоединения. В нормальном режиме низковольтный шунтирующий резистор SR отключен и не влияет на точность настройки компенсации. Резистор подключается только на время требуемое для срабатывания защит от замыканий на землю (1-3 сек). Термическая стойкость резистора 60 секунд

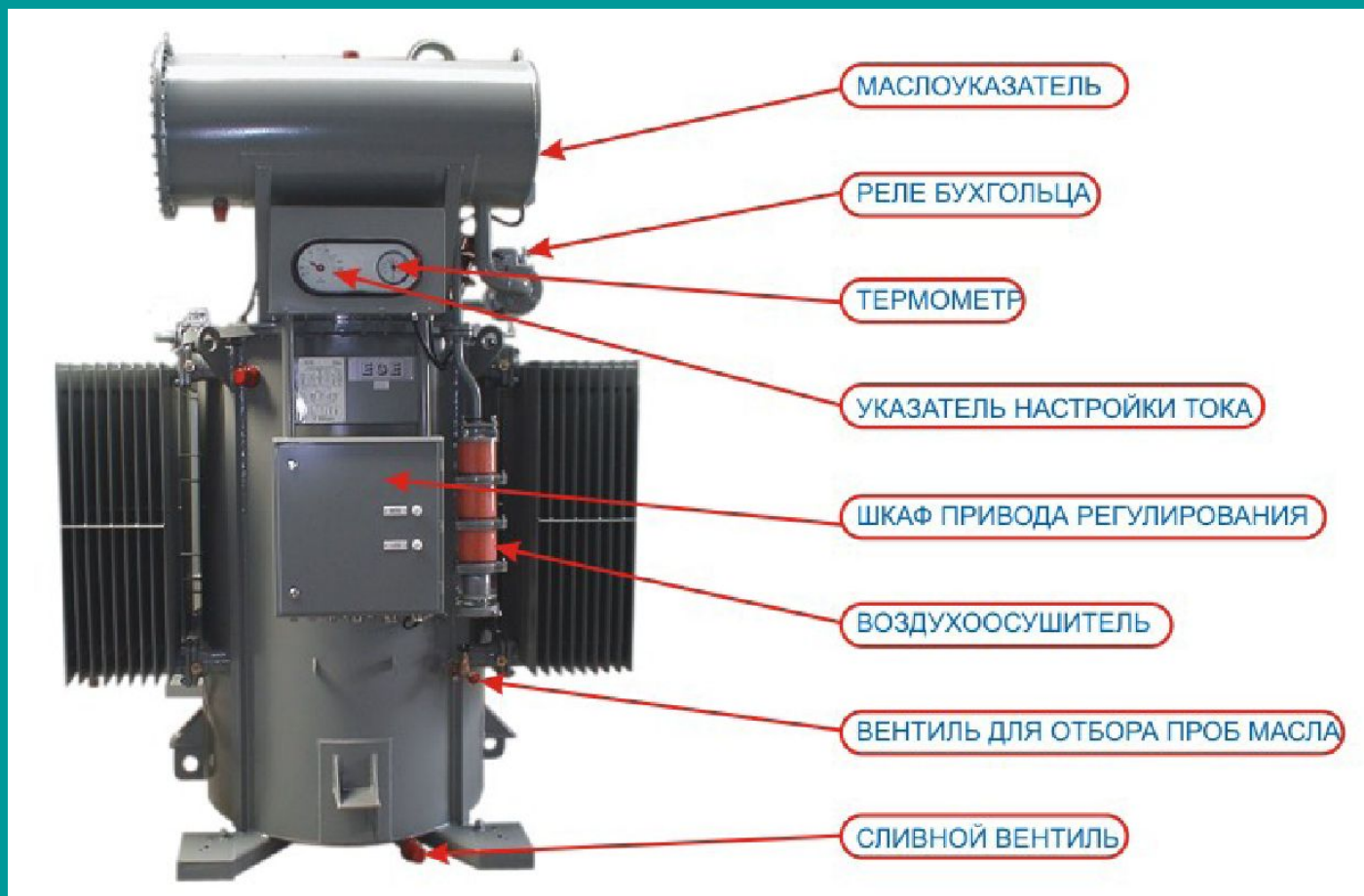
Дугогасящий реактор ZTC (ASR) с шунтирующим резистором SR

Конструкция современных дугогасящих реакторов ZTC (ASR) 6-35 кВ



Индуктивность дугогасящего реактора изменяется за счет перемещения подвижного сердечника (плунжера) и соответственно изменения воздушного зазора в магнитной системе

Конструкция современных дугогасящих реакторов ZTC (ASR) 6-35 кВ



Активные части реакторов на сборке



Цифровой регулятор REG-DPA для управления дугогасящими реакторами ZTC (ASR)



Отличительные особенности

- Высокое удобство эксплуатации (вычисляет емкостной ток сети, активную составляющую в токе замыкания, отображает на дисплее резонансную кривую сети и в виде засечки на ней текущую позицию реактора, автоматически отслеживает изменения емкости сети, управляет включением шунтирующего резистора).
- Высокая чувствительность по напряжению $3U_0$ (в диапазоне 0,2-120 В), не требуется установка высоковольтного конденсатора для создания искусственного смещения нейтрали.
- Устройство инъекции тока в нейтраль сети (опция, применяется для измерения емкости сети при малых напряжениях $3U_0$ и частых изменениях конфигурации сети, обеспечивает точную настройку реактора и малый износ его привода, может использоваться для контроля изоляции присоединений).
- Функция master-slave (обеспечение параллельной работы дугогасящих реакторов и правильной компенсации емкостного тока при объединении секций распределительного устройства 6-35 кВ).
- Восстановление характеристики измерительного потенциометра (гарантирует работоспособность дугогасящего реактора при отказе или сбое в работе измерительного потенциометра вследствие его износа).
- Автоматическое управление шунтирующим резистором (подключение и отключение резистора на вторичную силовую обмотку дугогасящего реактора для поиска однофазных замыканий на землю; в регуляторе реализована тепловая модель резистора).
- Функция записи напряжения $3U_0$ (регистрация изменения напряжения на нейтрали и положений реактора на длительных промежутках времени).

Преимущества дугогасящих реакторов ZTC (ASR) 6-35 кВ

- обеспечивают автоматическое определение емкостного тока сети и его плавную автоматическую компенсацию, что гарантированно снижает повреждаемость оборудования в при однофазных замыканиях на землю;
- комплектуются цифровыми регуляторами REG-DPA немецкой фирмы A. Eberle, которые благодаря высокой чувствительности по напряжению $3U_0$ (в диапазоне 0,2 - 120 В) не требуют установки в сети каких-либо дополнительных высоковольтных конденсаторов для искусственного смещения нейтрали сети. Регулятор REG-DPA обеспечивает высокое удобство эксплуатации (вычисляет емкостной ток сети, активную составляющую в токе замыкания, отображает на дисплее резонансную кривую сети и в виде засечки на ней текущую позицию реактора, обеспечивает автоматическое слежение за изменением емкости сети);
- в качестве опции могут оснащаться устройством инжекции тока в нейтраль CIF с частотами отличными от 50 Гц. Такое устройство позволяет измерять емкость сети при самых малых напряжениях $3U_0$, гарантирует нечувствительность регулирования к помехам промышленной частоты и обеспечивает малый износ привода в сетях с часто меняющейся емкостью;
- защищены от коррозии: баки и радиаторы реакторов оцинкованы, прогрунтованы и окрашены;
- комплектуются шунтирующим низковольтным резистором, который включается во вторичную силовую обмотку реактора напряжением 500 В, что дает возможность организовать автоматический поиск присоединения с однофазным замыканием. Номинальный активный ток, создаваемый шунтирующим резистором только в поврежденном фидере, оговаривается при заказе. В базовом варианте его величина составляет 10% от максимального тока компенсации ДГР. Допустимое время протекания номинального тока в шунтирующем резисторе варьируется в пределах 60 – 90 с;
- оснащены стрелочными механическими указателями тока компенсации, которые дублируют функции регулятора по отображению величины тока компенсации при наладке и эксплуатации реакторов;
- снабжены качественными немецкими приводами MD3 и концевыми выключателями, что обеспечивает надежную работу ДГР, благодаря отсутствию проблем с западанием концевых выключателей и выходом из строя электропривода;
- оснащены устройствами обогрева шкафа управления и привода, что обеспечивает эксплуатацию на открытой части подстанций без дополнительной защиты при зимних температурах до -45°C (при более низких температурах возможно исполнение в контейнере);
- в конструкции ДГР любой мощности (даже менее 1000 кВА) предусмотрены газовые реле Бухгольца для контроля уровня масла в реакторе и защиты от внутренних повреждений, а также электроконтактные термометры для контроля температуры масла при работе в режиме однофазного замыкания.

Типовая линейка дугогасящих реакторов ZTC (ASR) 6-35 кВ

Плавнорегулируемые автоматические дугогасящие реакторы 6 / 10 кВ

Тип реактора	Номинальная мощность реактора, кВА	Номинальное напряжение сети, кВ	Номинальное напряжение реактора, кВ	Диапазон тока компенсации, А
ZTC 50	100	6 / 10	3,46 / 5,77	3-29 / 2-17
ZTC 50	190	6 / 10	3,46 / 5,77	5-55 / 3-33
ZTC 250	300	6 / 10	3,46 / 5,77	9-87 / 5-52
ZTC 250	480	6 / 10	3,46 / 5,77	14-139 / 8-83
ASR 1.0	840	6 / 10	3,46 / 5,77	24-243 / 15-145
ASR 1.0	1000	6 / 10	3,46 / 5,77	29-289 / 17-173
ASR 1.0	1250	6 / 10	3,46 / 5,77	36-361 / 22-217
ASR 1.6	1520	6 / 10	3,46 / 5,77	44-439 / 26-263

Плавнорегулируемые автоматические дугогасящие реакторы 35 кВ

Тип реактора	Номинальная мощность реактора, кВА	Номинальное напряжение сети, кВ	Номинальное напряжение реактора, кВ	Диапазон тока компенсации, А
ASR 1.0	1000	35	20,2	4-43
ASR 1.0	1250	35	20,2	5-53
ASR 1.6	1620	35	20,2	7-69
ASR 2.0	2000	35	20,2	8-86
ASR 2.6	2500	35	20,2	10-107
ASR 3.2	3200	35	20,2	14-137
ASR 4.0	4000	35	20,2	17-171

Дугогасящий реактор ASR 3.2 мощностью 3200 кВА в сети 35 кВ ТЭЦ-11 Иркутскэнерго



Дугогасящие реакторы ZTC (ASR) в Северо-Западном регионе

№	Объект установки	Тип реактора	Количество
1	Киришская ГРЭС ОГК-6	ASR 1.0 мощностью 840 кВА 6 кВ	1
2	ПС №17 г. Санкт-Петербург, Ленэнерго,	ZTC 250 мощностью 480 кВА 6 кВ	2
3	ПС №145 г. Санкт-Петербург, Ленэнерго	ZTC 250 мощностью 480 кВА 10 кВ	4
4	ПС №69 г. Полярные Зори, Колэнерго	ZTC 50 мощностью 190 кВА 10 кВ	2
5	ПС №62 «Стрельна» Ленэнерго	ZTC 250 мощностью 300 кВА 10 кВ	2
6	ПС №62 «Стрельна» Ленэнерго	ZTC 50 мощностью 190 кВА 6 кВ	2
7	ПС «Чагода» г. Чагода Вологдаэнерго	ZTC 250 мощностью 300 кВА 10 кВ	2
8	ПС «Заягорба» г. Череповец, Вологдаэнерго	ZTC 250 мощностью 480 кВА 10 кВ	4
9	ТЭЦ-1 г. Калининград, Янтарьэнерго	ZTC 250 мощностью 480 кВА 10 кВ	2

Дугогасящие реакторы ZTC (ASR) в Северо-Западном регионе

№	Объект установки	Тип реактора	Количество
10	ПС «Университетская», г. Калининград, Янтарьэнерго	ZTC 250 мощностью 480 кВА 10 кВ	2
11	ПС «Васильковская» г. Калининград, Янтарьэнерго,	ZTC 250 мощностью 480 кВА 10 кВ	2
12	ПС №222 г.Петродворец, Петродворцовая электросеть	ZTC 50 мощностью 190 кВА 6 кВ	4
13	ПС «Петродворец» г.Петродворец, Петродворцовая электросеть	ZTC 50 мощностью 190 кВА 6 кВ	4
14	ПС «Северная» г. Калининград, Янтарьэнерго,	ZTC 250 мощностью 480 кВА 10 кВ	2
15	ПС «Правобережная» г. Калининград, Янтарьэнерго,	ZTC 250 мощностью 480 кВА 10 кВ	2

Выбор мощности дугогасящего реактора и трансформатора для его подключения

Мощность реактора:

$$Q_P = 1,25 \cdot I_C \cdot U_\phi$$

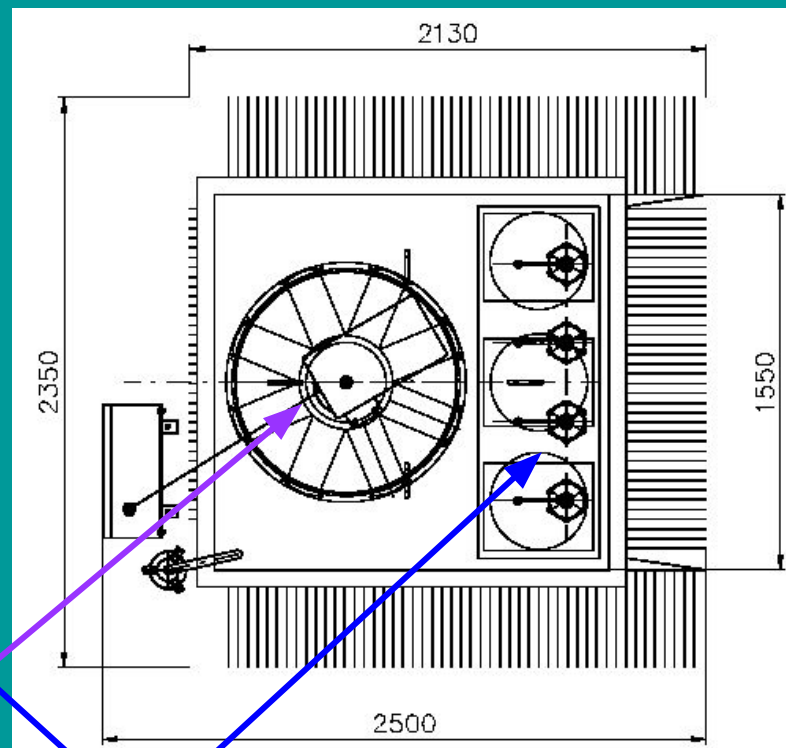
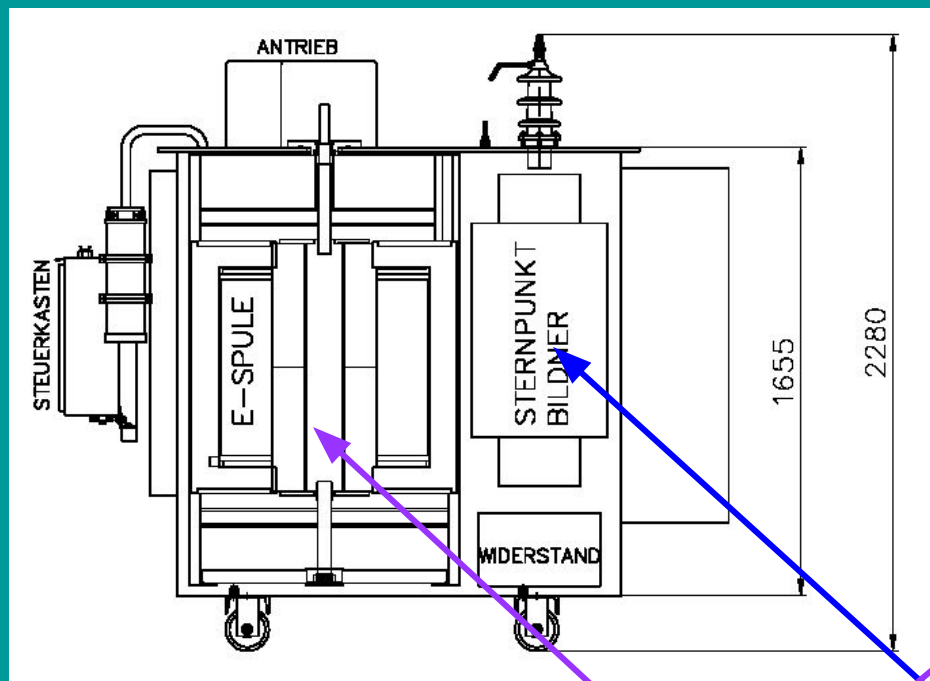
I_C – емкостный ток сети

U_ϕ – фазное напряжение

Мощность трансформатора для подключения реактора:

$$S_T = Q_P$$

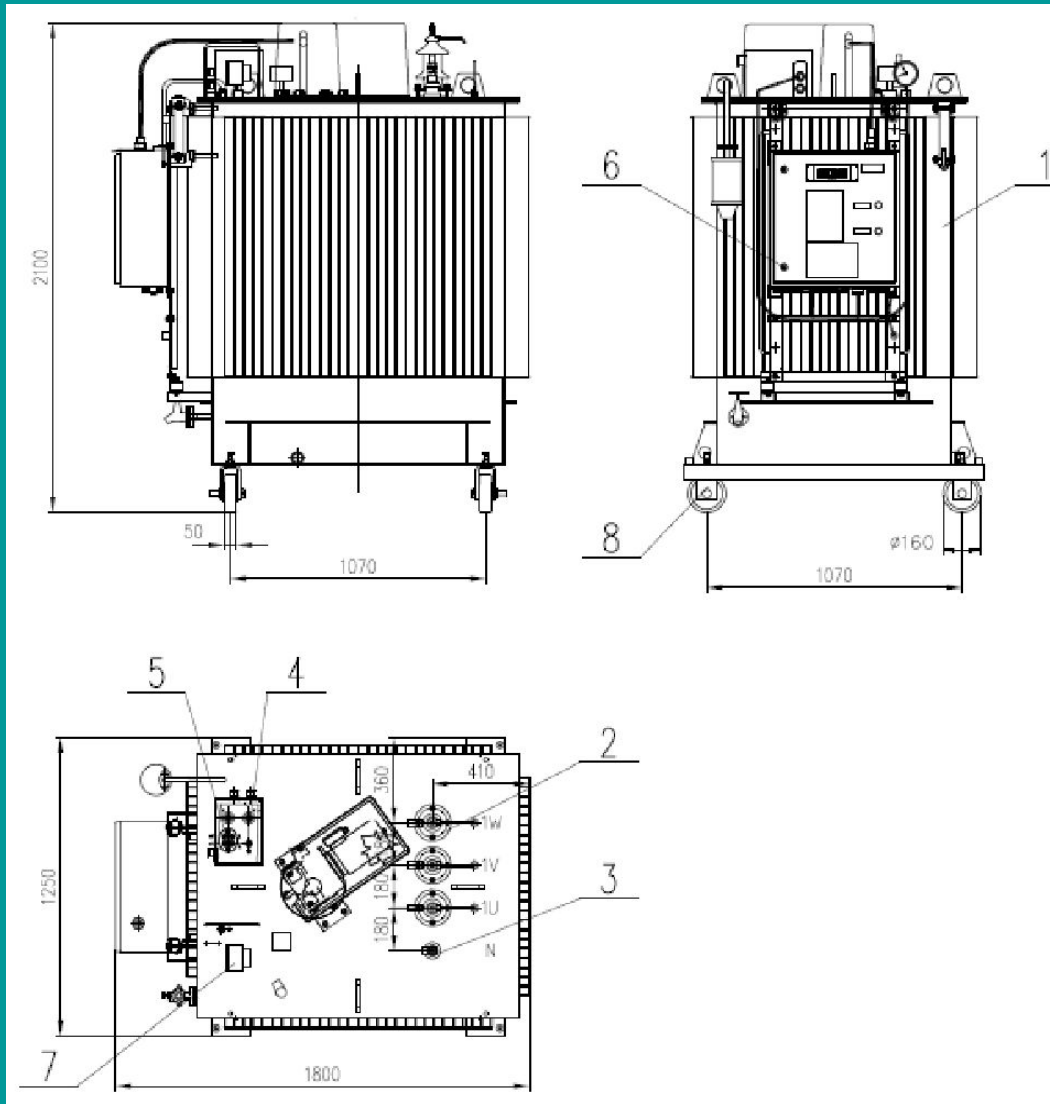
Современные комбинированные дугогасящие реакторы ASRC 6-35 кВ (трансформатор подключения и реактор в едином баке)



дугогасящий
реактор

трансформатор
вывода нейтрали

Современные комбинированные дугогасящие реакторы ASRC 6-35 кВ (трансформатор подключения и реактор в едином баке)



Реактор 480 кВА 10 кВ:

1 – бак

2 – вводы 6-35 кВ

3 – заземляемый вывод реактора

4 – выводы вторичной силовой обмотки 500В реактора

5 – выводы измерительной обмотки 100В и встроенного трансформатора тока

6 – шкаф управления

7 – электроконтактный термометр

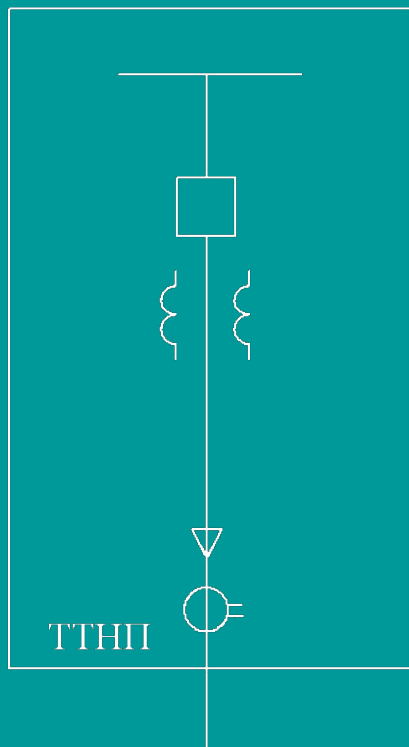
8 – катки для перемещения

Современные комбинированные дугогасящие реакторы ASRC 6-35 кВ (трансформатор подключения и реактор в едином баке)

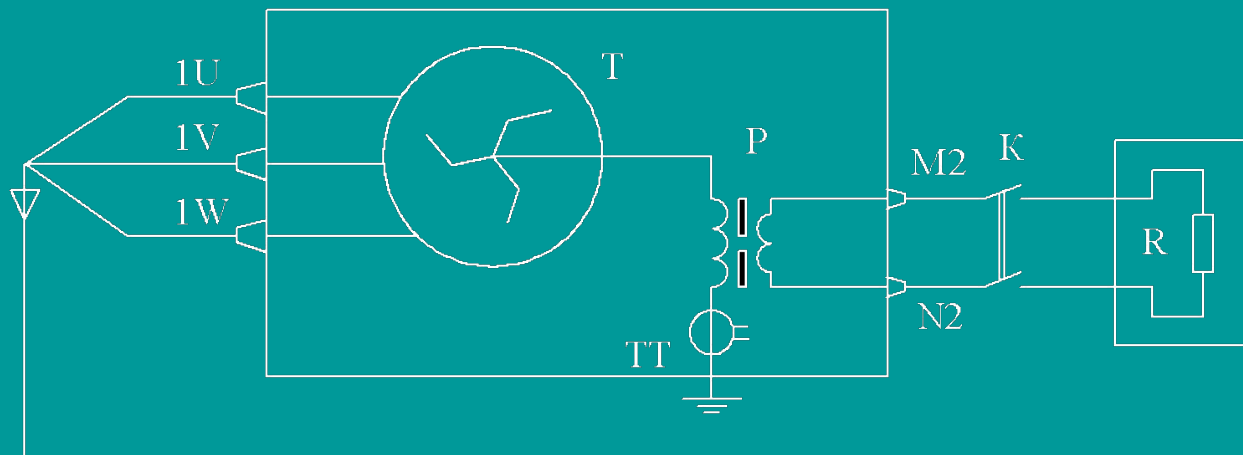


Подключение комбинированного реактора ASRC 6-35 кВ к сети

ячейка КРУ 10 кВ

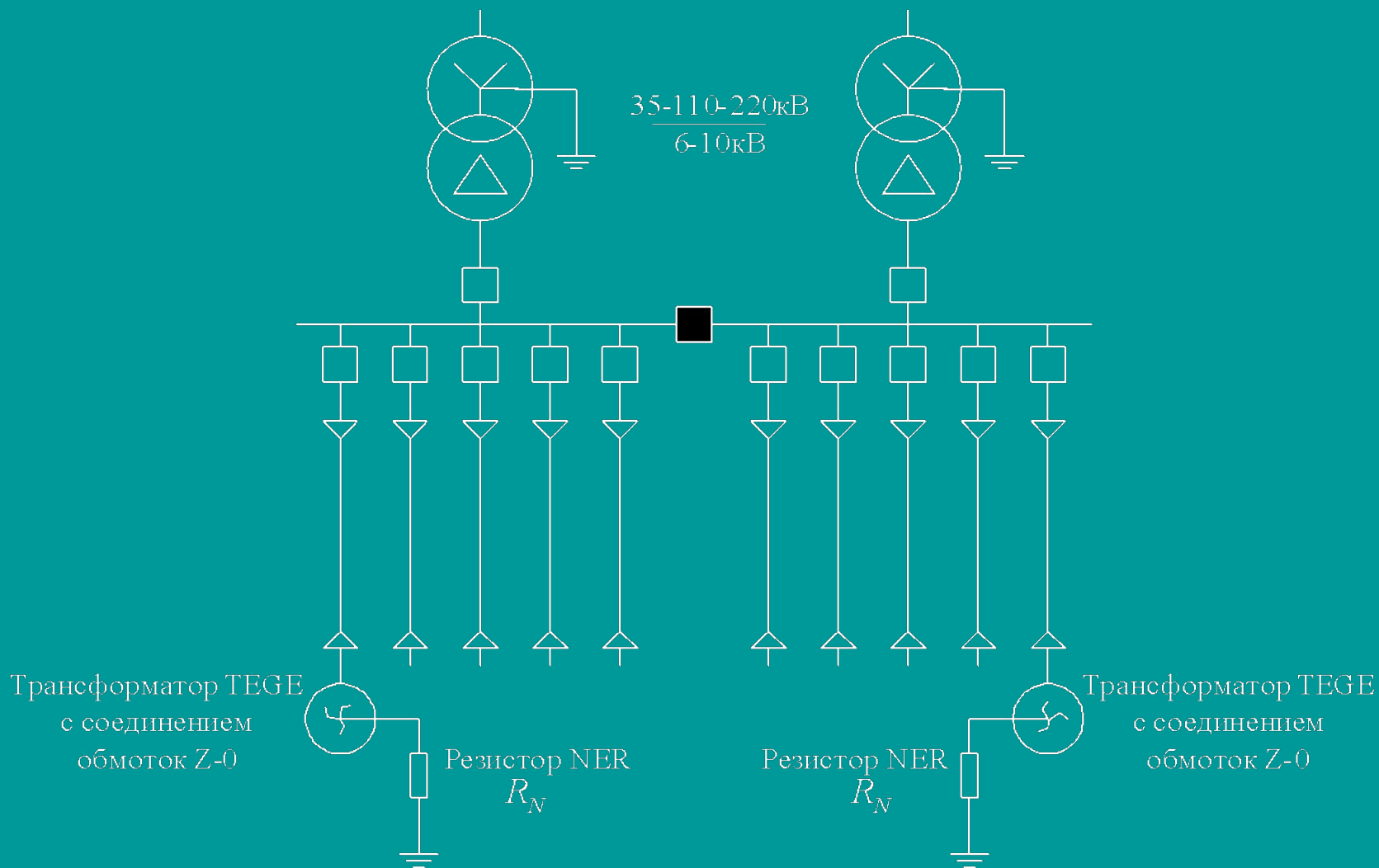


Реактор ASRC 300 кВА 10 кВ



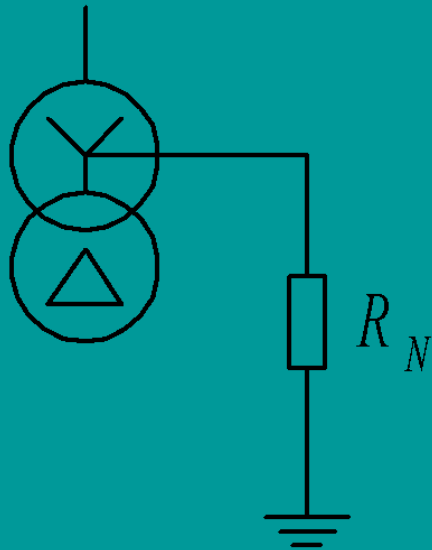
Заземление нейтрали в сети 6-35 кВ
через резистор (резистивное
заземление нейтрали)

Сеть с нейтралью, заземленной через резистор

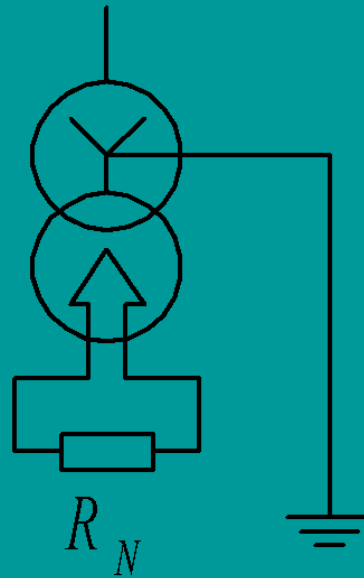


Варианты вывода нейтральной точки сети и подключения резистора

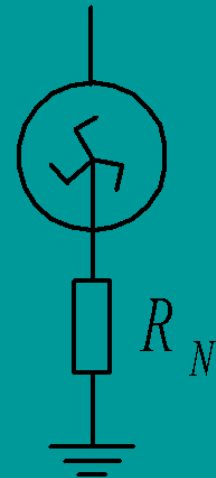
а)



б)



в)



Высокоомное и низкоомное резистивное заземление нейтрали

Высокоомное резистивное заземление нейтрали это заземление нейтрали через резистор, при котором суммарный ток в месте замыкания (активный ток резистора плюс емкостный ток сети) не превышает 10А. Как правило, однофазное замыкание на землю при таком режиме заземления нейтрали можно не отключать и защиты от замыканий на землю действуют на сигнал.

Низкоомное резистивное заземление нейтрали это заземление нейтрали через резистор, при котором суммарный ток в месте замыкания (активный ток резистора плюс емкостный ток сети) превышает 10А. Как правило, суммарный ток однофазного замыкания при этом режиме заземления нейтрали существенно превышает 10А, а именно достигает десятков и сотен ампер, что требует действия защит от замыканий на землю на отключение без выдержки времени (или малой выдержкой).

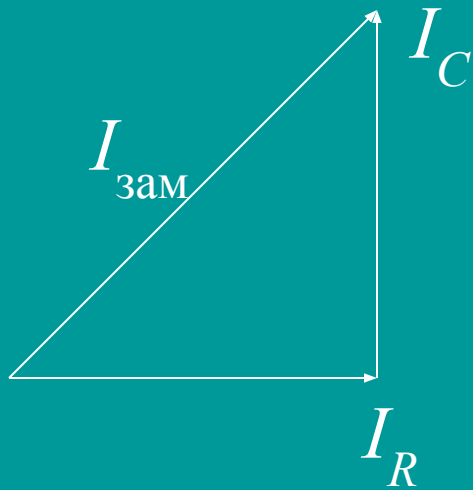
Выбор тока заземляющего резистора

Высокоомное резистивное заземление нейтрали может выполняться только в сетях с емкостным током I_C не более 5-7 А при этом активный ток I_R , создаваемый резистором, должен быть больше емкостного тока сети:

$$I_C \leq 5 \div 7 \text{ А}$$

$$I_R \geq I_C$$

Ток однофазного замыкания при высокоомном заземлении нейтрали сети 6-35 кВ



$$I_{\text{зам}} = \sqrt{I_R^2 + I_C^2}$$

$$I_{\text{зам}} \cong 1,4I_C, \text{ при } I_C = I_R$$

Выбор тока заземляющего резистора

Низкоомное заземление нейтрали может выполняться в сетях с любым емкостным током, при этом активный ток I_R , создаваемый резистором, должен быть больше емкостного тока сети. Как правило, активный ток, создаваемый резистором, превышает емкостный ток сети не менее чем в 2 раза. Обычно, ток, создаваемый резистором, лежит в пределах:

$$I_R = 20 \div 2000 \text{ А}$$

Выбор тока, создаваемого резистором, при низкоомном заземлении нейтрали является разумным компромиссом между двумя противоположными задачами: повышением чувствительности защит от замыканий на землю за счет увеличения тока однофазного замыкания и ограничением тока в месте повреждения (однофазного замыкания) для снижения объема разрушения оборудования.

Преимущества и недостатки сетей с нейтралью, заземленной через резистор

Преимущества	Недостатки
<ul style="list-style-type: none">• отсутствие необходимости в немедленном отключении однофазного замыкания на землю (только для высокоомного заземления нейтрали);• отсутствие дуговых перенапряжений;• простая реализация релейной защиты;• исключение повреждений измерительных ТН из-за феррорезонансных процессов;• уменьшение вероятности поражения персонала и посторонних лиц (при низкоомном заземлении нейтрали и быстром отключении)	<ul style="list-style-type: none">• увеличение тока в месте повреждения;• необходимость отключения однофазных замыканий (только для низкоомного заземления нейтрали);

Оборудование для резистивного заземления нейтрали в сетях 6-10 кВ



Трансформатор вывода нейтрали
TEGE0200 мощностью 200 кВА 6 кВ



Резистор NER для заземления
нейтрали сети 6 кВ, активное
сопротивление 300 Ом, ток 11,5 А
длительно

Резистор NER 4000 Ом для заземления нейтрали в сети 35 кВ (ток 5 А длительно)



Типовая линейка резисторов для заземления нейтрали в сетях 6-35 кВ

Резисторы для заземления нейтрали сетей 6 кВ

Тип резистора	Номинальное сопротивление, Ом	Номинальная мощность, кВт	Номинальное напряжение сети, кВ	Номинальный ток резистора, А	Допустимое время протекания номинального тока, с
NER-3,5-3500-6	3,5	3500	6	1000	5 (10)
NER-9-1440-6	9	1440	6	400	5 (10)
NER-18-727-6	18	727	6	200	5 (10)
NER-36-363-6	36	363	6	100	5 (10)
NER-91-146-6	91	146	6	40	5 (10)
NER-300-40-6	300	40	6	11,5	длительно
NER-500-24-6	500	24	6	7	длительно
NER-700-18-6	700	18	6	5	длительно
NER-1000-12-6	1000	12	6	3,5	длительно
NER-1700-7-6	1700	7	6	2	длительно
NER-2000-7-6	2000	6	6	1,7	длительно

Резисторы для заземления нейтрали сетей 10 кВ

Тип резистора	Номинальное сопротивление, Ом	Номинальная мощность, кВт	Номинальное напряжение сети, кВ	Номинальный ток резистора, А	Допустимое время протекания номинального тока, с
NER-5,8-5800-10	5,8	5800	10	1000	5 (10)
NER-14,4-2310-10	14,4	2310	10	400	5 (10)
NER-29-1160-10	29	1160	10	200	5 (10)
NER-58-580-10	58	580	10	100	5 (10)
NER-150-240-10	150	240	10	40	5 (10)
NER-500-67-10	500	67	10	11,5	длительно
NER-800-42-10	800	42	10	7	длительно
NER-1000-34-10	1000	34	10	5,8	длительно
NER-3000-12-10	3000	12	10	2	длительно

Типовая линейка резисторов для заземления нейтрали в сетях 6-35 кВ

Резисторы для заземления нейтрали сетей 20 кВ

Тип резистора	Номинальное сопротивление, Ом	Номинальная мощность, кВт	Номинальное напряжение сети, кВ	Номинальный ток резистора, А	Допустимое время протекания номинального тока, с
NER-11,5-11500-20	11,5	11500	20	1000	5 (10)
NER-23-5750-20	23	5750	20	500	5 (10)
NER-58-2320-20	58	2320	20	200	5 (10)

Резисторы для заземления нейтрали сетей 35 кВ

Тип резистора	Номинальное сопротивление, Ом	Номинальная мощность, кВт	Номинальное напряжение сети, кВ	Номинальный ток резистора, А	Допустимое время протекания номинального тока, с
NER-20-20000-35	20	20000	35	1000	5 (10)
NER-25-16000-35	25	16000	35	800	5 (10)
NER-50-8000-35	50	8000	35	400	5 (10)
NER-100-4000-35	100	4000	35	200	5 (10)
NER-200-2000-35	200	2000	35	100	5 (10)
NER-1000-408-35	1000	408	35	20	длительно
NER-2000-204-35	2000	204	35	10	длительно
NER-3000-136-35	3000	136	35	6,7	длительно
NER-4000-102-35	4000	102	35	5	длительно
NER-8000-51-35	8000	58	35	2,5	длительно

Примечание: Возможны нестандартные исполнения резисторов по заказу потребителя.

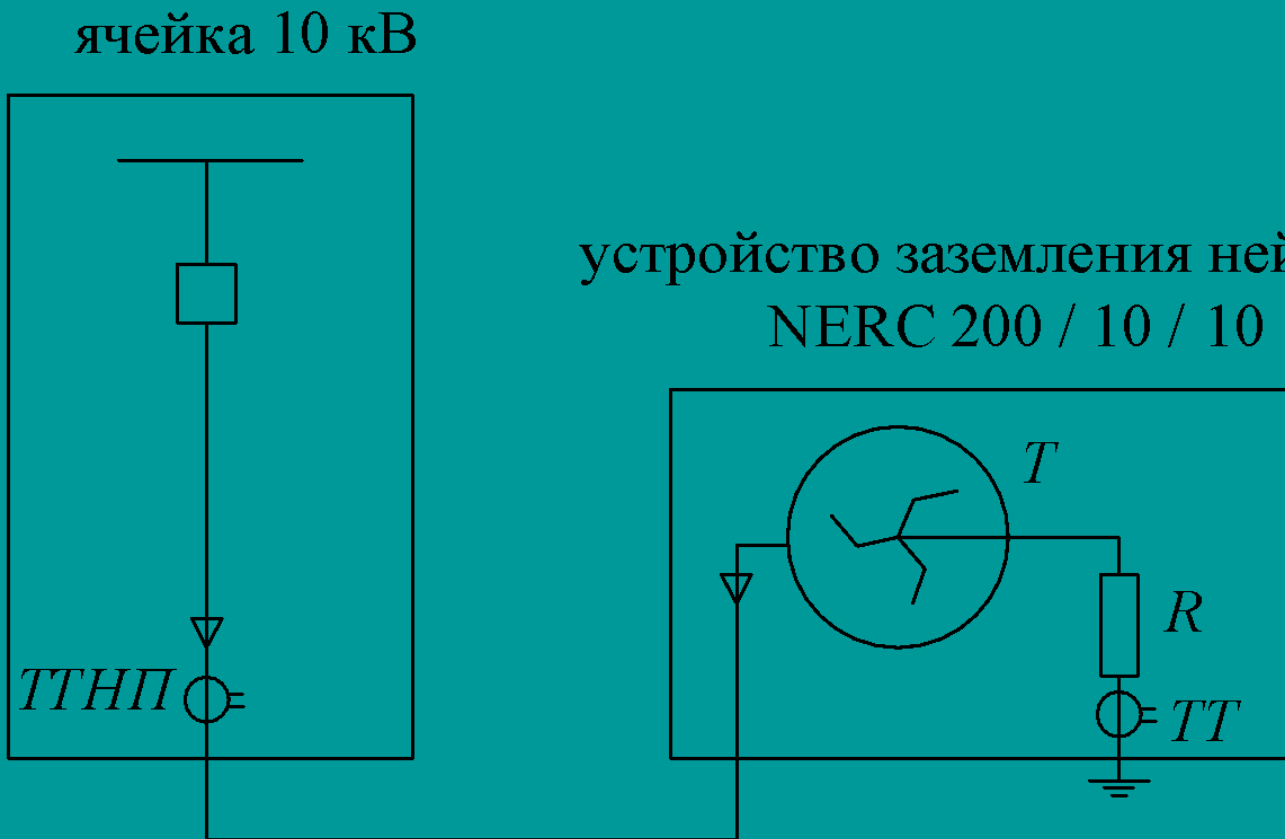
Комплектное устройство NERC для резистивного заземления нейтрали в сетях 6-10 кВ



Комплектное устройство резистивного заземления нейтрали внутренней установки состоит из:

- трансформатора вывода нейтрали с сухой изоляцией и соединением обмоток в зигзаг с выведенным нулем;
- резистора 6 или 10 кВ
- трансформатора тока

Подключение комплектного устройства NERC для резистивного заземления нейтрали к сети 6-10 кВ

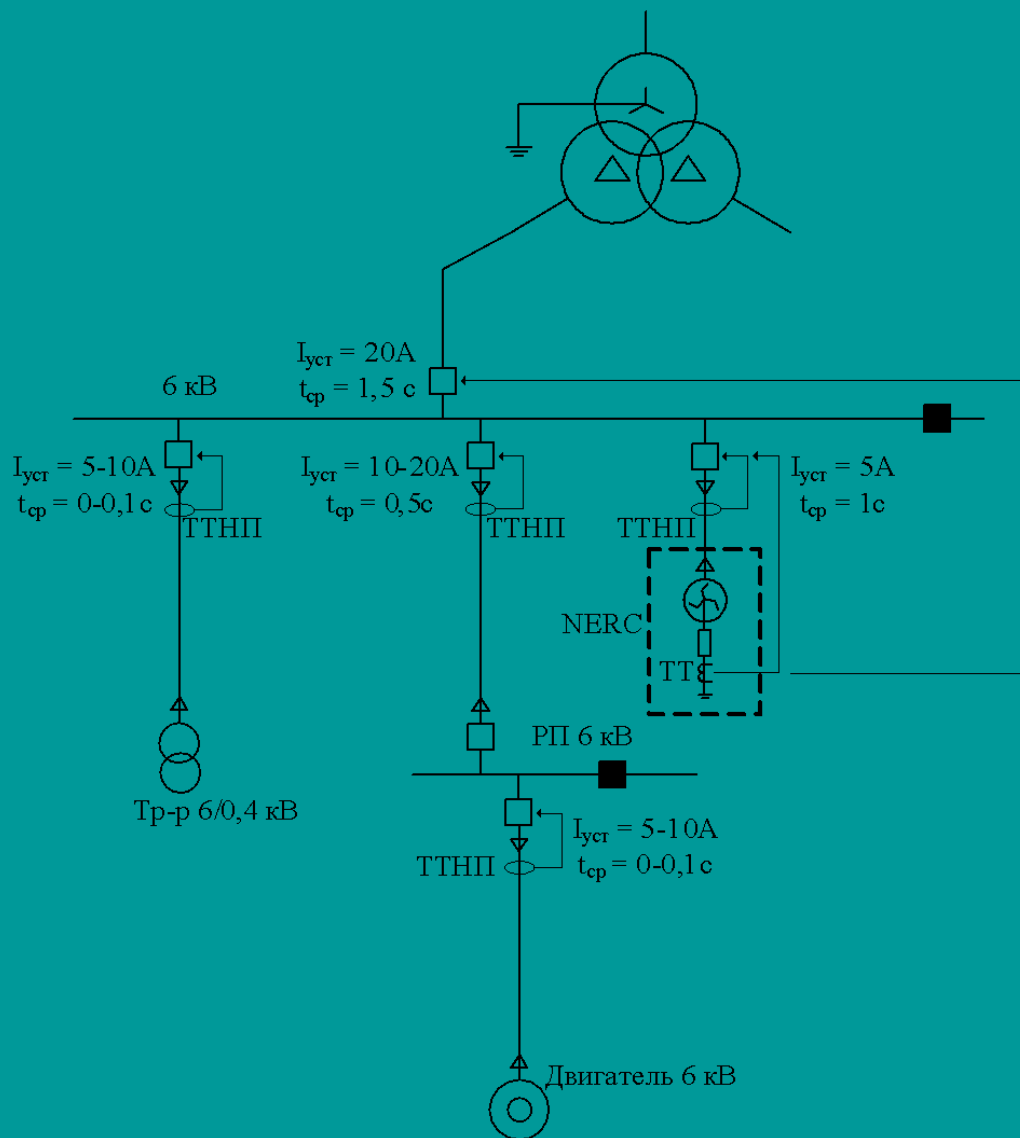


Типовая линейка комплектных устройств резистивного заземления нейтрали в сетях 6-10 кВ

Устройства резистивного заземления нейтрали в сетях 6 и 10 кВ:

Тип устройства резистивного заземления	Номинальное сопротивление, Ом	Номинальное напряжение сети, кВ	Номинальный ток резистора, А	Допустимое время протекания номинального тока, с
NERC-40-6	87	6	40	10
NERC-100-6	35	6	100	10
NERC-200-6	17,3	6	200	10
NERC-400-6	8,7	6	400	10
NERC-40-10	144	10	40	10
NERC-100-10	58	10	100	10
NERC-200-10	29	10	200	10
NERC-400-10	14,4	10	400	10

Пример организации релейной защиты от замыканий на землю в сети 6-10 кВ с резистором в нейтрали



Объекты реализации резистивного заземления нейтрали в Северо-Западном регионе

№	Объект установки	Тип резистора	Количество
1	ПС «Петродворец» г.Петродворец, Петродворцовая электросеть	NER-30-1109-10 номинальное сопротивление 30 Ом, номинальное напряжение 10 кВ, кратковременный ток 200 А (5 сек)	4
2	ПС №185 г. Санкт-Петербург, Ленэнерго	NER-500-67-10 номинальное сопротивление 500 Ом, номинальное напряжение 10 кВ, номинальный ток 11,5А (длительно)	4
3	ПС «Погорелово» Тотемских электрических сетей Вологдаэнерго, МРСК Северо-Запада	NER-4000-102-35 номинальное сопротивление 4000 Ом, номинальное напряжение 35 кВ, номинальный ток 5А (длительно)	1
4	ПС №21 «Шуя» г. Петрозаводск, Карелэнерго, МРСК Северо-Запада	NER-3000-182-40,5 номинальное сопротивление 3000 Ом, номинальное напряжение 35 кВ, номинальный ток 7,8А (длительно)	2

Режим заземления нейтрали - важный вопрос эксплуатации и проектирования

Выбор режима заземления нейтрали в сетях 6-35 кВ является исключительно важным вопросом при эксплуатации и проектировании сети.

От выбора режима заземления нейтрали зависит уровень аварийности в сети, правильная работа защит от замыканий на землю, автоматизация поиска поврежденного фидера и последствия от возникновения однофазных замыканий на землю.

Применение в сетях 6-35 кВ современного оборудования заземления нейтрали (дугогасящих реакторов с шунтирующими низковольтными резисторами и высоковольтных резисторов заземления нейтрали) позволяет существенно повысить надежность работы сетей и снизить аварийность при однофазных замыканиях на землю