



**Релейная защита
и автоматика
энергосистем
2017**

Особенности выбора параметров настройки устройств релейной защиты управляемых подмагничиванием шунтирующих реакторов

А.Г. Долгополов, А.И. Расщепляев, Л.А. Кошкарева
ОАО «ЭЛУР», АО «СО ЕЭС», АО «ОЭК»,
Россия



Основные сведения и принцип действия УШР

Назначение УШР: Регулирование напряжения и реактивной мощности.

В эксплуатации уже более 15 лет.

Число устройств: В мире - более ста единиц всех классов напряжения, в том числе более 20 единиц мощностью 180 МВА в РФ, Белоруссии, Литве и Казахстане.

Принцип действия:

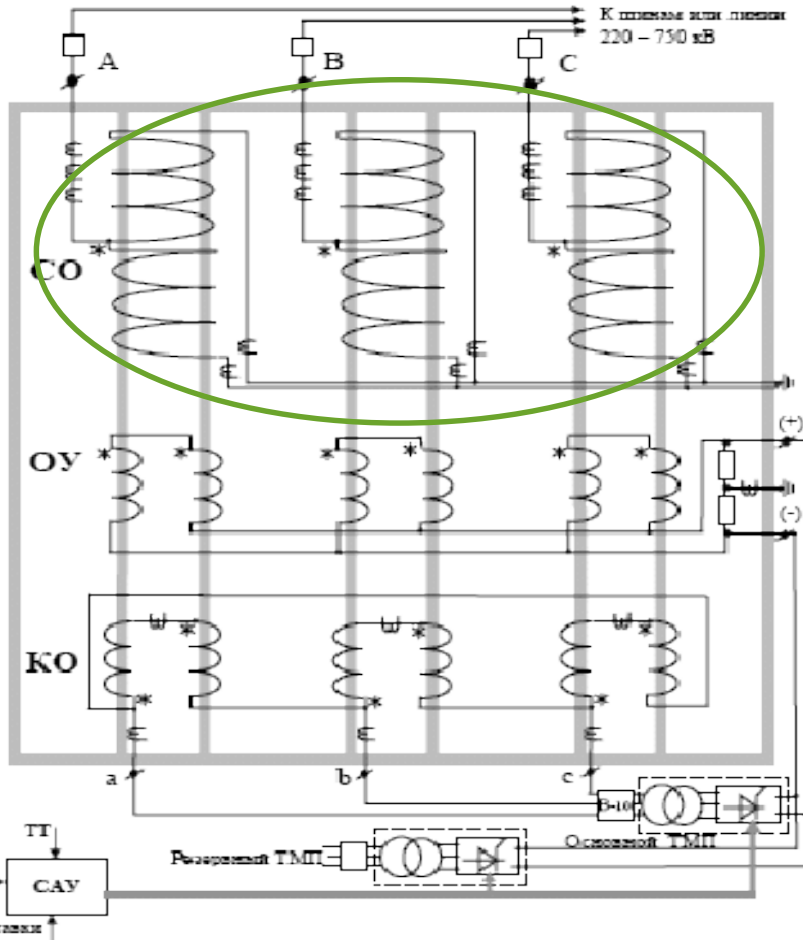
Используется принцип магнитного усилителя.

Потребляемая мощность УШР варьируется в диапазоне от холостого хода (около 1%) до номинальной мощности или допустимой перегрузки (100-120%)





Конструкция УШР



Назначение обмоток:

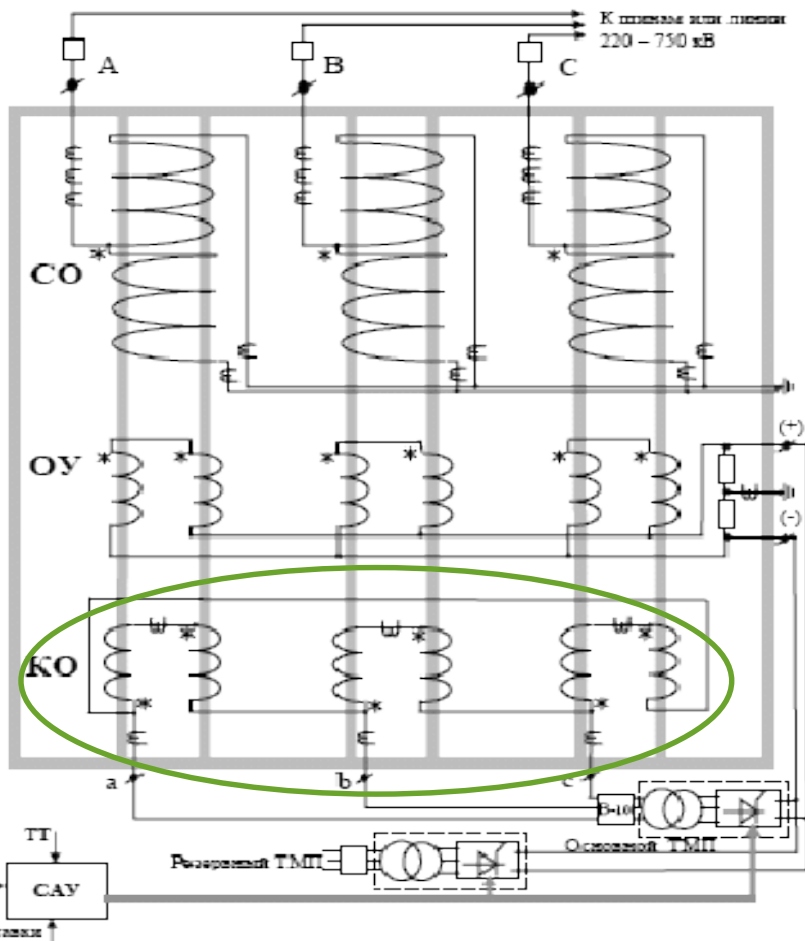
CO:

- Подключается к шинам подстанции или к линии и обеспечивает потребление реактивной мощности в соответствии с заданным законом регулирования.

Электромагнитная схема трехфазного трехобмоточного УШР.



Конструкция УШР



Электromагнитная схема трехфазного трехобмоточного УШР.

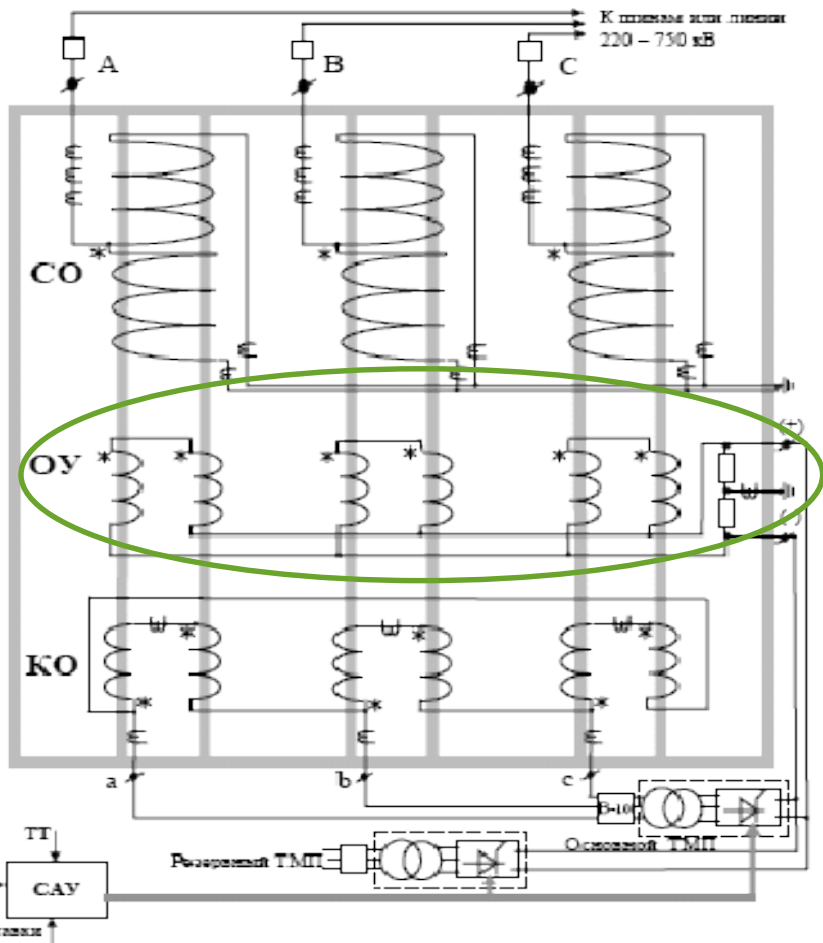
Назначение обмоток:

КО:

- Исключает из потребляемого сетевого тока гармоники, кратные трем.
- Питает основной трансформатор с преобразователем, обеспечивающий требуемый уровень подмагничивания магнитопровода через ОУ.



Конструкция УШР



Назначение обмоток:

ОУ:

- Используется для подмагничивания магнитопровода постоянным током.

Электромагнитная схема трехфазного трехобмоточного УШР.



Состав и особенности релейной защиты УШР

Минимальный состав защит:

1. СО: продольная и поперечная диф. защита;
2. КО: двухступенчатая МТЗ на встроенных ТТ треугольнике КО;
3. ОУ: МТЗ на ТТ заземленного вывода средней точки ОУ;
4. Двухступенчатая токовая защита на ТТ выключателей ТМП;
5. Для защиты от однофазных замыканий со стороны КО с малыми токами повреждения : РЗ по напряжению нулевой последовательности, подключенная к обмотке разомкнутого треугольника ТН 10 кВ с действием на отключение УШР.

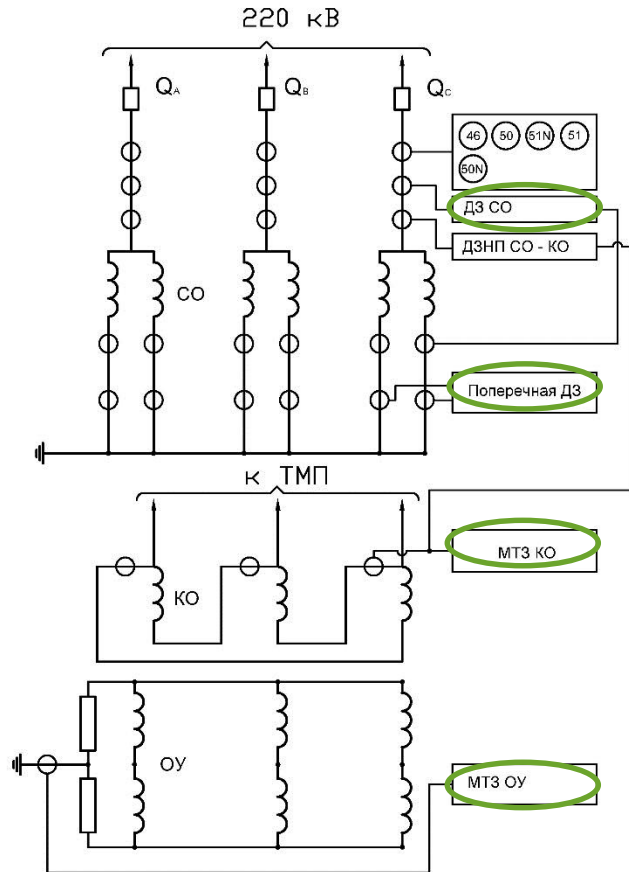


Схема расстановки РЗ для трехобмоточного УШР с учетом предложенной ДЗНП СО-КО.



Проблемы реализации РЗ УШР

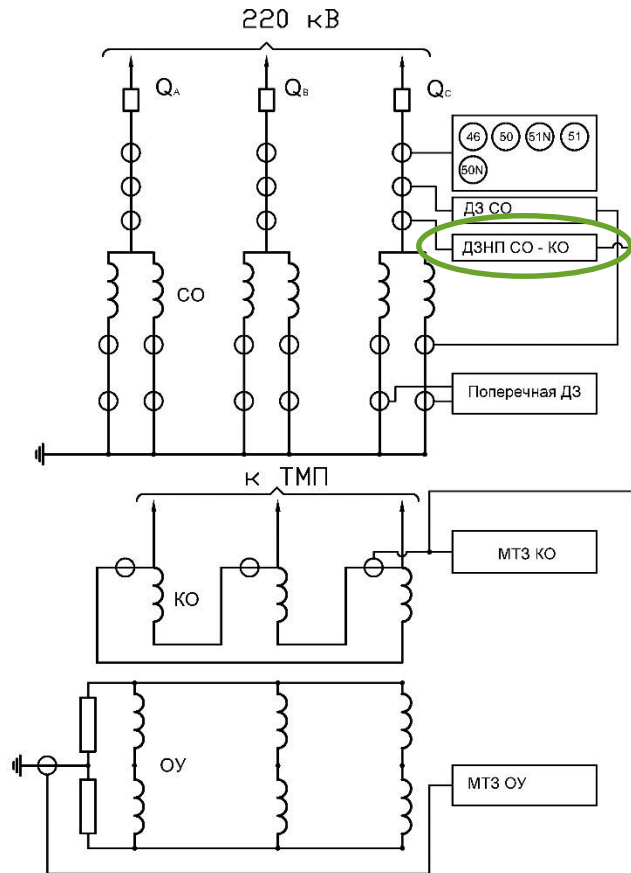


Схема расстановки РЗ для трехобмоточного УШР с учетом предложенной ДЗНП СО-КО.

1. Отстройка защиты от коммутационных режимов и внешних КЗ:

- Отсутствие алгоритмов и каналов торможения в применяемых терминалах защит;
- МТЗ – КО имеет слишком большую выдержку времени;

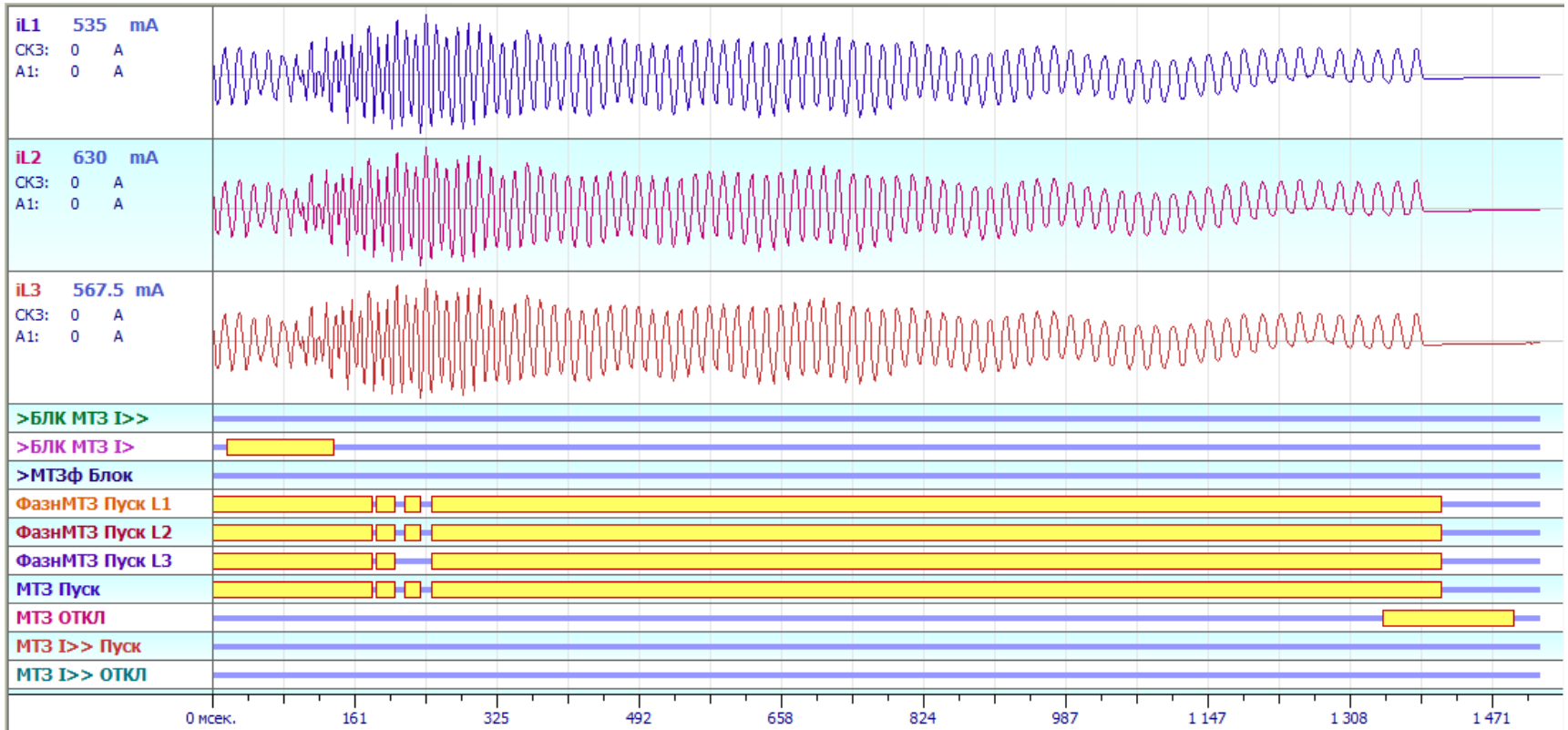
2. Малая эффективность газовой защиты при витковых КЗ.

Решение:

Предложен вариант реализации чувствительной и быстродействующей защиты, по принципу действия отстроенной от внешних КЗ и несимметричных режимов в сети - **ДЗНП СО-КО**



Ложная работа МТЗ КО на ПС 500 кВ Озерная





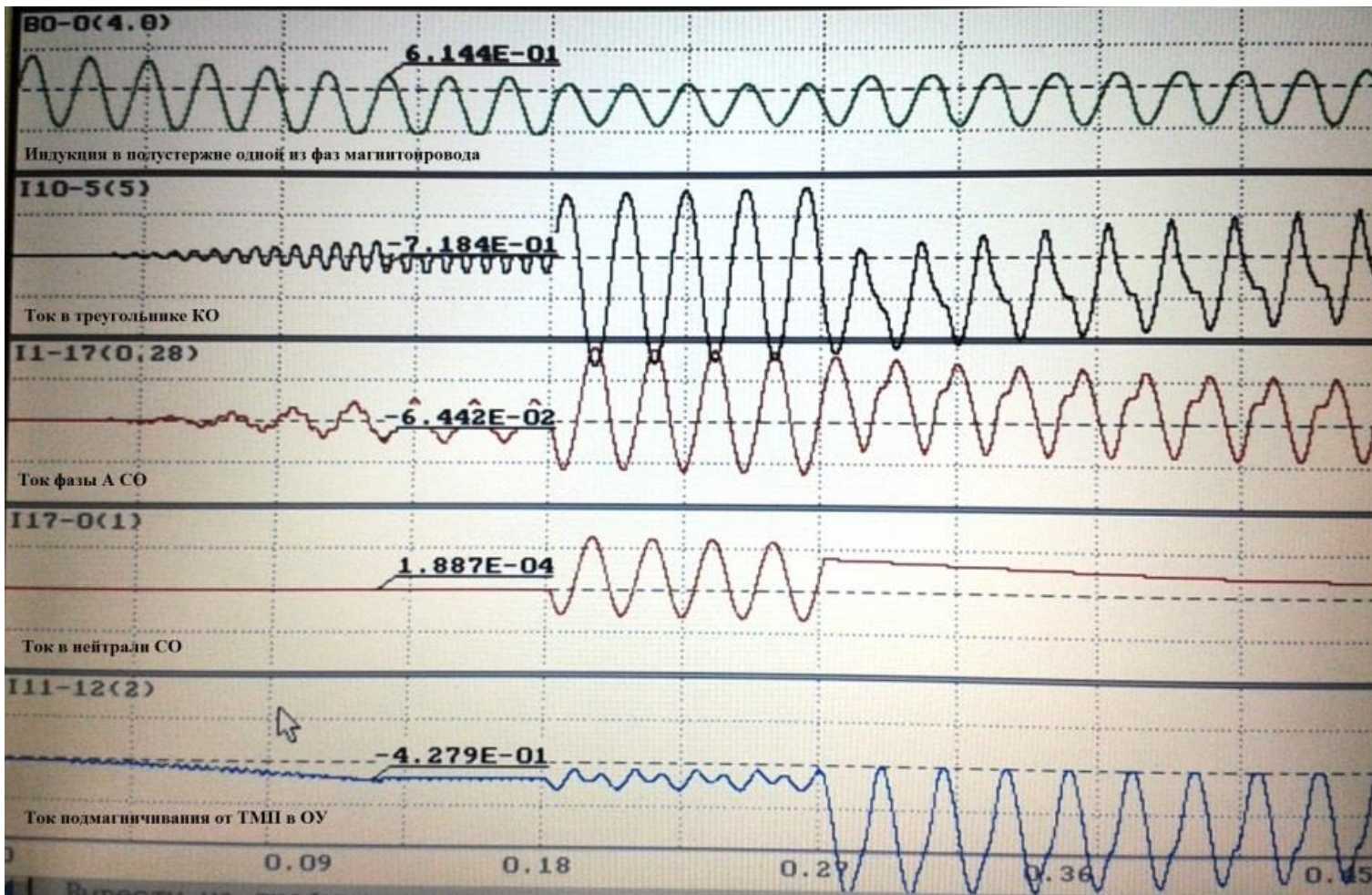
Рекомендации по выбору параметров настройки устройств релейной защиты УШР

Варианты решения проблемы	Недостатки решения
Блокировка высшими гармониками	-
Заглубление параметров срабатывания по току и времени минимум в 2 раза	Защита становится нечувствительной к внутренним повреждениям
Отключение реактора при вводе (выводе) ВЛ в работу (в ремонт)	Не эффективен для линейного реактора в режимах ТАПВ и ОАПВ, а также для любого реактора при оперативных включениях самого УШР

Аналогичные токи в КО и условия для излишнего срабатывания МТЗ КО (и ДЗНП СО-КО) возникают и после отключения близких междуфазных КЗ.



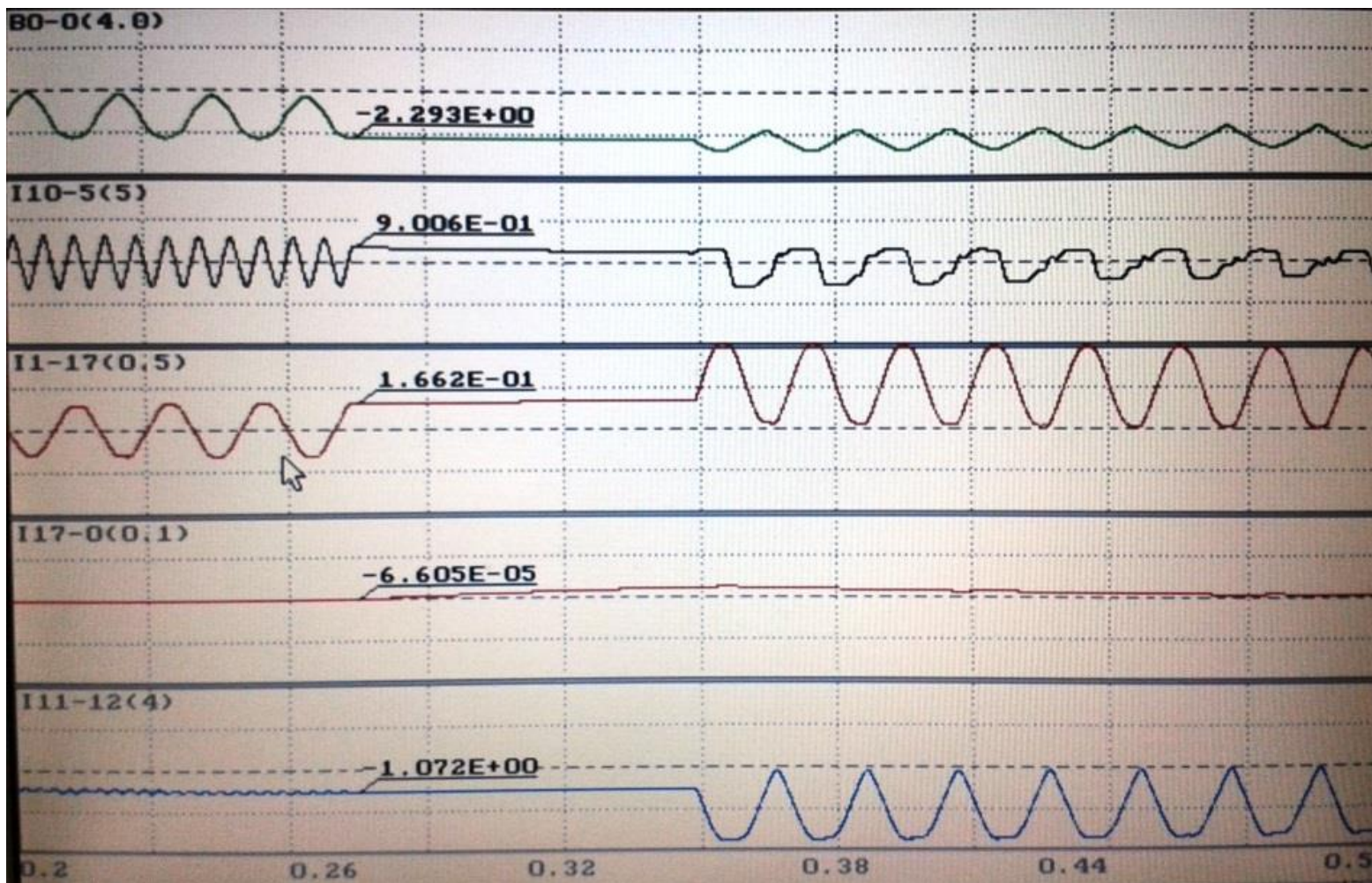
Рекомендации по выбору параметров настройки устройств релейной защиты УШР



Осциллограммы в режиме двухфазного КЗ ,с предшествующей нагрузкой 20%



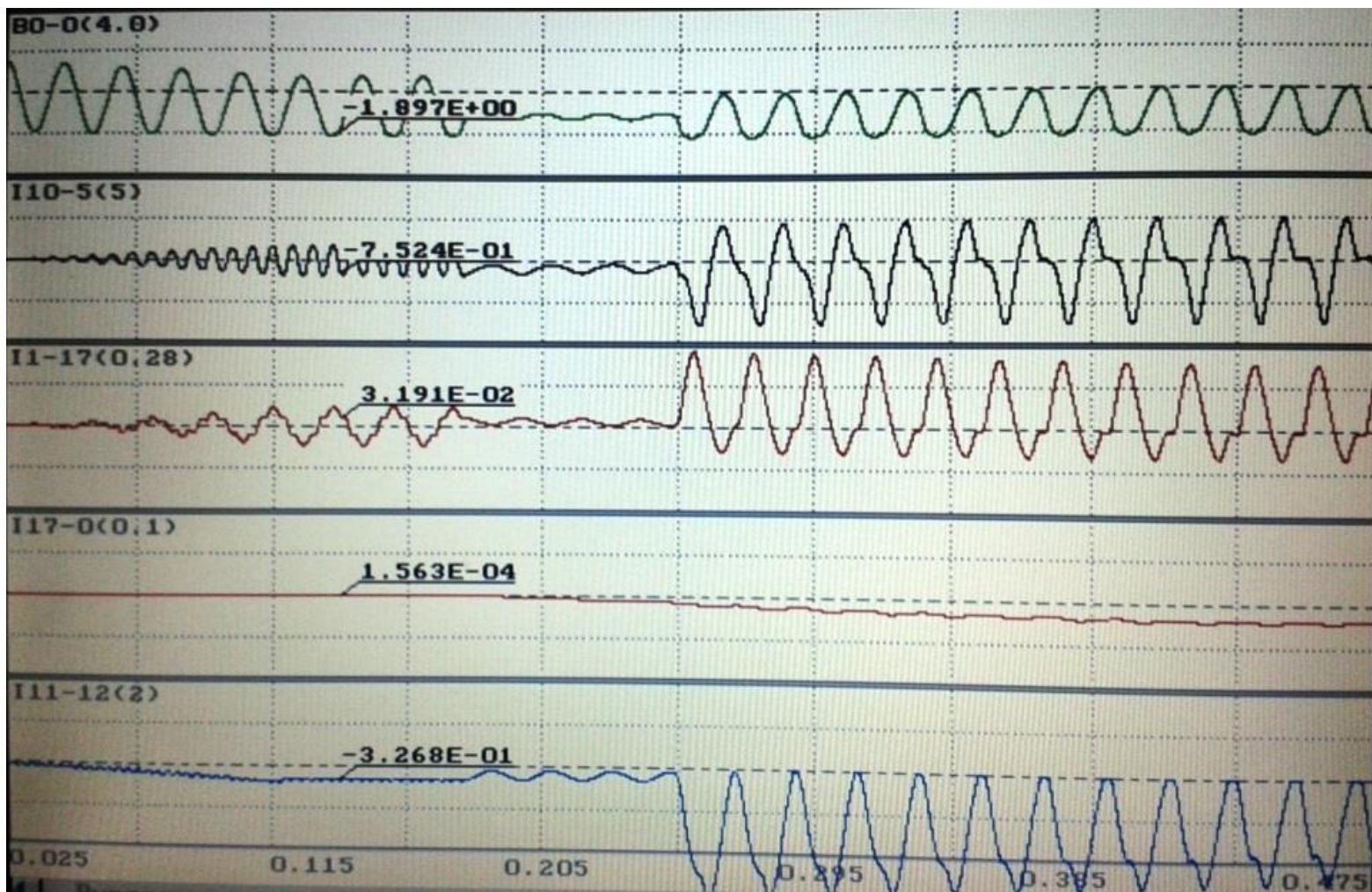
Рекомендации по выбору параметров настройки устройств релейной защиты УШР



Осциллограммы в режиме трехфазного КЗ ,с предшествующей нагрузкой 50%



Рекомендации по выбору параметров настройки устройств релейной защиты УШР



Осциллограммы в режиме трехфазного КЗ, с предшествующей нагрузкой 15%



Рекомендации по выбору параметров настройки устройств релейной защиты УШР

Важно: Для шинных и линейных реакторов в режимах АПВ, отсутствие блокировки по 2 гармонике сравнительно редко может привести к ложной работе МТЗ КО (или ДЗНП) и отключению реактора. От режимов же ОАПВ, продольных несимметрий и внешних КЗ с землей защита отстроена блокировкой по току нулевой последовательности со стороны СО.

Причина: Режимы коммутаций реактора (включая оперативный ввод и ТАПВ) обеспечиваются автоматикой САУ с предварительным подмагничиванием магнитной системы реактора, что обеспечивает в токе треугольника КО отсутствие первой гармоники.

Не было учтено: На УШР ПС 500 кВ Озерная рассматриваемый случай произошел в процессе длительного затухания токов на уже отключенной линии с реактором.

ВЫВОД: Исключить коммутации с недостаточным подмагничиванием УШР или с одновременным включением фаз выключателя нельзя, поэтому блокировка МТЗ КО и ДЗНП КО-СО второй гармоникой (или сочетанием гармоник) по аналогии с блокировкой-торможением дифференциальной защиты трансформатора должна быть применена.



Заключение

МТЗ КО должна подключаться на фазные токи без предварительного соединения ТТ КО в треугольник

МТЗ КО должна блокироваться не только по току нулевой последовательности в нейтрали СО, но и по уровню второй гармоники в токе КО при любых коммутациях, режимах и внешних КЗ

**Для исключения
неправильного
функционирования МТЗ КО**

Использование не менее чувствительной, но более быстродействующей и отстроенной по принципу действия от внешних КЗ и несимметрий сети, ДЗНП СО-КО

Для реакторов, в которых ТТ треугольника КО включены правильно, а для РЗ используются терминалы с «гибкой» логикой, следует ввести рассмотренные в статье блокировки и минимальные параметры срабатывания по току и по времени. По возможности и при наличии в терминале ввести в работу, с действием на сигнал, (ДЗНП СО — КО) с уставками 400 А; 0,1 сек. с той же блокировкой при коммутациях, что и для МТЗ КО.



**Релейная защита
и автоматика
энергосистем
2017**

Спасибо за внимание!