Официальный сайт ЗАО "ФЕНИКС-88"
fenix88.com

Ильиных М.В.

Система регистрации перенапряжений в сетях 6-35 кВ

Используемая в настоящее время защита от перенапряжений оборудования высоковольтных электрических сетей среднего класса напряжения не обеспечивает эффективного уровня ограничения перенапряжений.

Для разработки конкретных мероприятий по ограничению перенапряжений и повышения надежности работы электрооборудования ПС необходимо иметь конкретную информацию о видах и уровнях перенапряжения, возникающих в конкретной электроустановке.

Анализ результатов регистрации перенапряжений позволяет определить максимальные воздействия на установленное оборудование, оценить необходимость специальных мероприятий и рекомендовать конкретные технические решения по ограничению перенапряжений.

Современные информационные технологии позволяют осуществлять регистрацию аварийного события в высоковольтной электрической сети с записью предаварийного режима. Сегодняшнее состояние средств вычислительной и измерительной техники позволяет реализовать технологию мониторинга на основе аналого-цифровых преобразователей и ПЭВМ.

Технические требования к комплекту оборудования для регистрации внутренних перенапряжений на шинах в аварийных режимах должны разрабатываться на основании анализа возможных перенапряжений.

Основные характеристики перенапряжений – амплитуда, частота переходного процесса, длительность, частота их появления определяются случайными факторами и имеют значительные разбросы.

Требования к датчикам и регистрационной аппаратуре могут быть установлены исходя из параметров переходного процесса.

Анализ показывает, что необходимая верхняя граница ожидаемых частот переходного процесса при дуговом замыкании для напряжения, составляет (10-50) кГц.

Частота переходных процессов перенапряжений при коммутациях выключателями (особенно вакуумными) с многократным зажиганием дуги существенно выше и может составлять (100-500) кГц.

Длительность аварийных процессов при внутренних перенапряжениях может составлять от 0,001 с до нескольких секунд.

Амплитуда аварийных перенапряжений может составлять величину 3-6 Uф.

Система регистрации перенапряжений (СРП) должна обеспечивать одновременную регистрацию 3 фазных напряжений или токов на шинах ЗРУ 6 кВ в аварийных режимах при внутренних перенапряжениях, сохранение и накопление информации об аварийных событиях.

Регистрирующая аппаратура должна быть предназначена для установки внутри ЗРУ и обеспечивать длительный режим работы при температуре окружающей среды от +15 до +30°С.

СРП осуществляет регистрацию процессов и накопление информации в течение 24 часов с последующим снятием информации и контролем состояния регистрирующей аппаратуры. СРП не должна иметь «мертвой зоны» при регистрации перенапряжений.

Точность регистрации перенапряжений частотой 20 Гц - 500 кГц – 5%.

СРПП должна включать в себя следующий комплекс аппаратуры:

- датчики напряжения (тока);
- кабели передачи информации;
- регистратор перенапряжений;
- персональный компьютер с математическим обеспечением, позволяющим осуществлять обработку и анализ записанных параметров процесса.

Регистратор перенапряжений и персональный компьютер могут быть объединены в единый измерительный прибор.

В СРП дополнительно могут входить устройства сопряжения и гальванической развязки.

Конструктивно регистратор может быть выполнен в виде отдельного блока либо интегрирован в ПЭВМ.

Типовые трансформаторы напряжения при требуемых частотах дают значительную погрешность. Поэтому съем сигнала должен осуществляться со специальных делителей напряжения. Для регистрации перенапряжений в сети 6-35 кВ делители напряжения должны удовлетворять следующим требованиям:

- Рабочее длительно выдерживаемое напряжение сети (линейное) – 6-35 кВ (50 Гц).
- Максимальное входное импульсное напряжение – не менее 200 кВ.
- Полоса пропускания частот от 20 Гц до 3 МГц.
- Нестабильность АЧХ коэффициента деления в диапазоне часто от 20 до 1 МГц не более ±5%.
- Активное сопротивление нагрузки - не менее 1 Мом.
- Емкостное сопротивление нагрузки – не более 10^{-10} Ф.

Кабели передачи информации должны обеспечивать передачу информации в диапазоне частот до 1 МГц, с максимально допустимым уровнем вносимых искажений не более 0,5%. Длина кабеля должна обеспечивать разнос датчиков напряжения (тока) и регистрирующей аппаратуры комплекса на расстояние не более 15 метров.

Запись сигналов с делителей напряжения осуществляется с помощью регистратора, выполненных на основе плат АЦП.

Съем информации, управление режимами регистратора и общение с ним осуществляется через ПЭВМ. В связи с этим регистратор должен иметь подключение к ПЭВМ, и оснащен интерфейсом и программным обеспечением, позволяющим настраивать режимы осциллографирования и позволяющим осуществлять оперативный просмотр и измерение параметров переходных процессов.

Запуск регистрации перенапряжений и запись параметров переходного процесса осуществляется по факту превышения напряжения фаз либо при ручном запуске.

Объем базовой памяти регистратора должен обеспечивать запись перенапряжений без «мертвых зон».

Запись информации должна выполняться в виде файлов на жесткий диск компьютера. Тип записываемых файлов должен позволять осуществлять их дальнейшую обработку.

Программное обеспечение отображения для ПЭВМ обеспечивает все необходимые возможности для просмотра, измерения и печати осциллограмм. Управление программой осуществляется при помощи любого из следующих средств:

- системы меню;
- нажатия "горячих" клавиш на клавиатуре ПЭВМ;
- при помощи манипулятора "мышь".

Программа отображения должна позволять конвертировать осциллограммы из своего формата в формат доступный для обработки в MSOffice: Excel,Winword и наоборот.

Исходя из изложенного выше в ООО"ПНП БОЛИД" была разработана и изготовлена СРП.

Отличительной особенностью данной системы от многочисленных аварийных регистраторов является высокая частота дискретизации до 100 МГц, что позволяет осуществлять запись быстро протекающих переходных процессов, например, при коммутации вакуумных выключателей двигателей с явлениями среза тока и дальнейшей эскалацией перенапряжений.

Измерительная часть системы была реализована с помощью цифрового запоминающих осциллографов (ЦЗО) типа АСК 3107, связанных с ПК.

Данная система позволяет проводить регистрацию напряжений в полуавтоматическом режиме по заданному уровню превышения напряжения.

Из полученных осциллограмм могут быть определены основные характеристики перенапряжений – амплитуда, частота переходного процесса, длительность.

Цифровые запоминающие осциллографы — приставки к компьютеру АСК-3107 предназначены для широкого диапазона осциллографических измерений и используется совместно с персональным компьютером, снабженным параллельным портом LPT или USB - портом.

Виртуальные осциллографы АСК-3107 позволяют пользователю наблюдать форму сигнала, используя 4 независимых канала с разрешением 8 бит и чувствительностью от 2 мВ/дел до 10 В/дел в полосе частот от 0 до 100 МГц с аппаратным буфером на 131071 выборок для каждого канала. Входное сопротивление выбирается программно — 1 МОм или 50 Ом.

Прибор имеет стандартную систему синхронизации, работающую в режимах «ждущий», «одиночный» и «авто» с регулируемым уровнем запуска. Дополнительно запуск может осуществлять по входу внешней синхронизации (порог срабатывания TTL–уровня).

Программное обеспечение (ПО) дает возможность полного управления прибором, а также предоставляет ряд сервисных возможностей (экспорт/импорт данных, математическая обработка сигналов, расширенные измерения, цифровая фильтрация, аварийная сигнализация в режиме самописца и т. д.)

Каждый канал АСК-3107 имеет собственный АЦП. Это означает, что АСК-3107 является «истинным четырехканальным осциллографом», где отсутствуют побочные эффекты, свойственные приборам с мультиплексированием каналов.

АСК-3107 имеет понятный и удобный интерфейс, который может настраиваться пользователем. Например, пользователь может выбрать внешний вид и цветовое оформление панелей прибора, цветовую схему для осциллограмм, язык панелей (русский или английский), включить и записать свой вариант звукового сопровождения событий и др.

Реализованная СРП была использована при проведении экспериментальных исследований на Беловской ГРЭС, Кемеровской ТЭЦ, ТЭЦ КМК. Система позволила осуществить регистрации перенапряжений при коммутации вакуумных выключателей

кабельных присоединений с двигательной нагрузкой, регистрацию перенапряжений при дуговых однофазных замыканиях на землю и т.д.

При выполнении коммутационных операций выключателями (особенно вакуумными) возможно возникновение опасных перенапряжения за счет многократного зажигания дуги между контактами выключателя.

Для регистрации перенапряжений при коммутациях выключателей к зажимам двигателей 6 кВ, а также к секции КРУ подключалась измерительная аппаратура. Внешний вид делителя изображен на рис. 1.

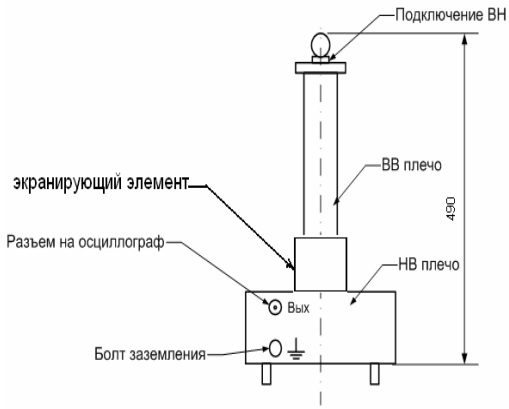


Рис.1. Делитель напряжения

Рис.2. Размещение измерительного оборудования у ПЭН-2А на Беловской ГРЭС

С помощью описанной выше измерительной аппаратуры были осциллографированы переходные процессы при операциях коммутации выключателей.

Исследовались процессы отключения двигателей, как в процессе их нормальной работы, так и отключение во время пуска (отключение неразвернувшегося двигателя с помощью автоматики, например, в случае неисправности в технологическом механизме, связанном с коммутируемым двигателем).

На рис.3 приведена одна из характерных осциллограмм. При коммутации вакуумных выключателей зарегистрированы перенапряжения величиной до 27 кВ, частотой 0,2÷2 МГц.

Возникновение перенапряжений высокой кратности при данных замерах может быть объяснено возникновением множественных повторных пробоев вакуумного контактного промежутка как при размыкании в процессе отключения выключателя, так и при замыкании, размыкании (дребезге) контактов выключателя в процессе включения.

В результате проведенных исследований экспериментально подтверждено, что при выполнении коммутационных операций вакуумными выключателями возникают опасные для изоляции электродвигателей перенапряжения.

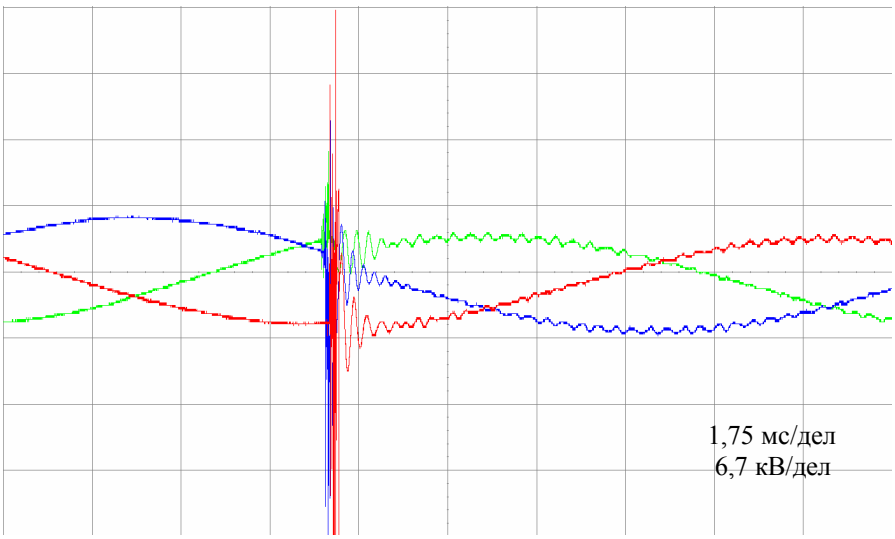


Рис.3. Осциллограмма переходного процесса при отключении двигателя КН-2А (максимальная кратность перенапряжения 5,2Uф).

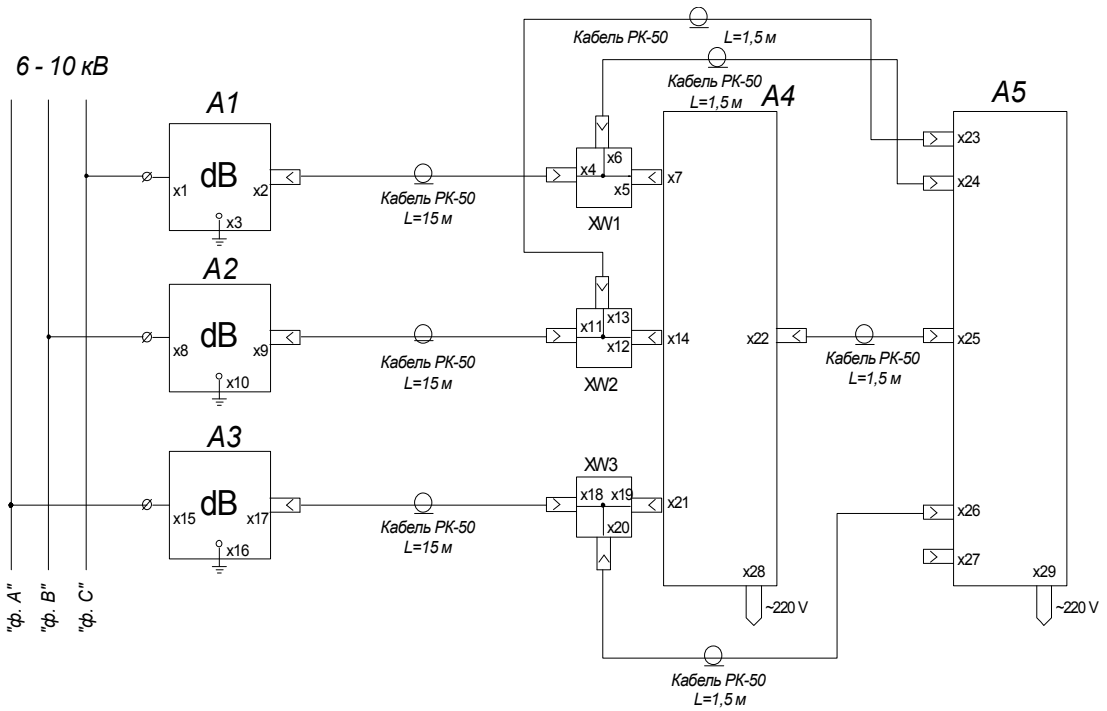
Полученные в результате экспериментов данные подтвердили необходимость в разработке и внедрении мероприятий по ограничению данного вида перенапряжений.

В 2004- 2005 году в соотваетствии с заключенным договором нашим предприятием был изготовлен опытный образец измерительного комплекса для регистрации переходных процессов в сетях 6-10 кВ.

На основании разработанных требований к ИКРПП, а также на основании проведенного анализа существующих систем аварийных регистраторов было принято решение о реализации регистратора на базе цифрового запоминающего осциллографа ЦЗО-04 производства ЗАО «Руднев – Шиляев».

В соответствии с нашими требованиями стандартно используемые в ЦЗО-04 платы сбора информации были заменены более производительными с объёмом ОЗУ 2Мб на канал.

Таким образом, в данном случае регистратор перенапряжений и персональный компьютер объединены в общую измерительно-регистрационную систему.



A1, A2, A3 – высоковольтные делители напряжения с постоянным коэффициентом деления .

XW1, XW2, XW3 – разветвители Т-образные на 3 штекера CP – 50 (GB - 166).

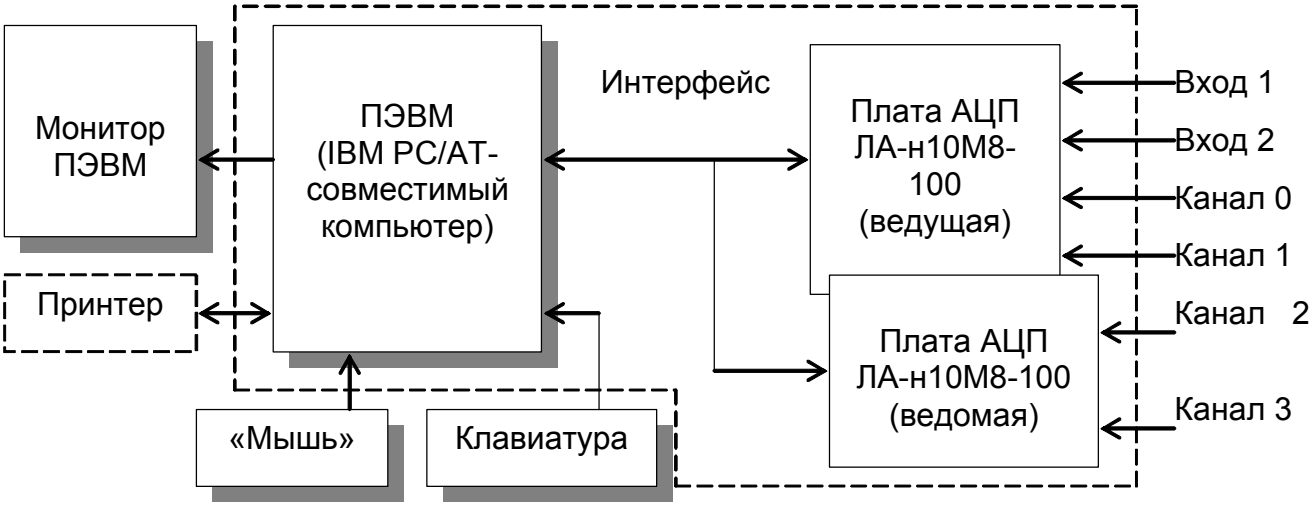
A4 – устройство запуска.

A5 – регистратор переходных процессов, объединенный с ПЭВМ (цифровой запоминающий осциллограф ЦЗО – 04).

Структурная схема ИКРПП и взаимодействие составных частей изображены на рисунке.

ЦЗО-04 представляет собой промышленный компьютер на базе шасси IPC610 с установленными в него двумя платами АЦП.

Структурная схема ЦЗО-04 изображена на рисунке.



Съём информации ИКРПП осуществляется через датчики напряжения, обеспечивающих гальваническую развязку с токоведущими частями ВВ линии. В качестве датчиков напряжения применены делители напряжения емкостного типа. Конструкция делителей напряжения позволяет преобразовывать амплитуду входных сигналов с заданным коэффициентом деления в диапазоне частот 20 -1500000 Гц.

Делители напряжения изображены на фотографии.

В состав ИКРПП входит устройство запуска обеспечивающее надежный запуск регистратора. Запуск осуществляется при возникновении аварийного режима в любой из 3-х контролируемых фаз напряжения.

С целью проверки работоспособности опытного образца измерительного комплекса были проведены предварительные испытания – регистрация перенапряжений при искусственном замыкании фазы сети на землю (ОДЗ) в сети 10 кВ. Проведенные предварительные испытания подтвердили работоспособность измерительного комплекса и соответствие его параметров техническому заданию.

.

Вывод:

Установка на энергообъектах данных системы регистрации перенапряжений, либо им подобной, позволяет получить и накопить данные о различных видах перенапряжений, возникающих в конкретной сети, установить механизм их возникновения, разработать и реализовать комплекс мероприятий по их ограничению.