

Развитие программно-технических средств измерений для системы мониторинга переходных режимов для электрических станций.

БЕРДИН А.С., МОЛВИНСКИХ М. Ю., МУРЗИН П. В., ЧЕРЕПОВ А. С.
УрФУ, ООО «Прософт-Системы», Россия
cherepov@prosoftsystems.ru

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Система мониторинга переходных режимов, синхронизированные векторные измерения, синхронные генераторы.

ВВЕДЕНИЕ

Современные тенденции развития и усложняющиеся условия функционирования электроэнергетической системы (ЭЭС) инициируют развитие информационных систем и технических средств для мониторинга и анализа переходных режимов работы ЭЭС. Все более актуальными становятся задачи точной и быстрой идентификации свойств и характеристик режима ЭЭС, а так же оценки технического состояния и эффективности работы основного оборудования во время электромеханических переходных процессов.

При этом наблюдается следующие основные направления развития системы мониторинга переходных режимов (СМНР) в части программно-технических средств измерений для электрических станций и сетей:

1. интеграция функций программно-технических средств синхронизированных векторных измерений (СВИ) параметров электрического режима (ПЭР) и регистраторов аварийных событий (РАС);
2. увеличение плотности измерений и регистрации СВИ;
3. расширение состава измеряемых параметров в устройствах, устанавливаемых на генераторах электростанций.

Решение этих задач создает платформу для совершенствования существующих и разработки новых систем управления электрическими режимами и противоаварийной автоматики.

В данном докладе приведены разработки, ведущиеся ООО «Прософт-Системы» в указанных направлениях.

ИНТЕГРАЦИЯ ФУНКЦИЙ ИЗМЕРИТЕЛЕЙ

В мировой практике наблюдается тенденция интеграции функции измерителей ПЭР в нормальных, переходных режимах и аварийных режимах в одном устройстве, которое и станет основным источником информации для систем управления электрическими режимами ЭЭС. Схема потоков информации для управления режимами электроэнергетических систем и интеграция функционала измерителей представлена на рисунке 1. Очевидно, что при расширении функционала обслуживаемых информационной системой технологических задач появляются новые, более сложные задачи обеспечения транспорта и хранения информации, связанные с обеспечением надежности и приоритетности этих данных.

Следование такой тенденции и побудило создание прототипа регистратора нового поколения, интегрирующего в себе функции РАС и РМУ. Этот регистратор обеспечивает синхронизированные по астрономическому времени измерения ПЭР в нормальных, переходных и аварийных режимах.

Регистратор имеет модульную конструкцию (в базовой конфигурации четыре канала напряжения и четыре канала тока) и спроектирован в соответствии с требованиями стандарта

IEEE C37.118. Регистратор позволяет выполнять измерения мгновенных значений сигнала с частотой до 10 кГц на канал и имеет собственный интерфейс IRIG-B для точной синхронизации времени.

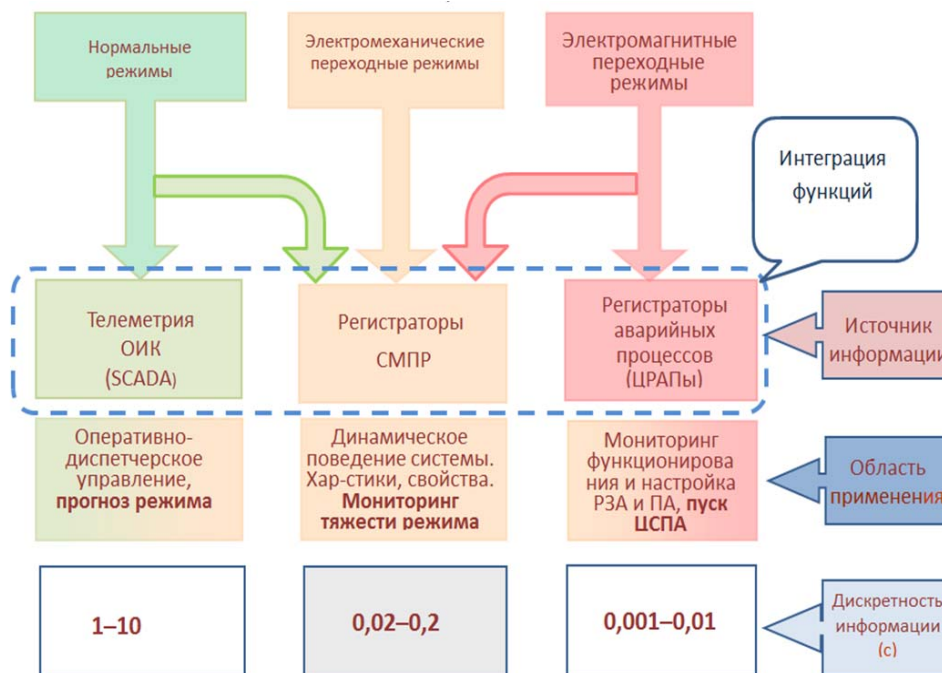


Рис.1.: Схема интеграции в регистраторе СМПР функций первичных датчиков информации телеметрии и регистраторов аварийных процессов

УВЕЛИЧЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ И РЕГИСТРАЦИИ СВИ

Проведенные исследования реальных данных СМПР низкочастотных колебаний (НЧК) ПЭР генератора 800 МВт показали, что НЧК (средняя частота 0.87 Гц) имеют явно нелинейный характер, а методы их анализа высокочувствительны к погрешности измерений ПЭР выполняемых регистраторами с интервалом дискретизации 20 мс. Эти погрешности обусловлены тем, что установленный регистратор СМПР обеспечивает высокую точность измерений в стационарных (установившихся) режимах, а при измерениях переходных процессов она снижается. Существенное влияние на качество анализа оказывает и низкая плотность измерений – 50 измерений в секунду. Так, при средней частоте НЧК 0.87 Гц имеем всего около 57 измерений на цикл НЧК. Совокупность этих факторов и приводит к существенным погрешностям при выполнении анализа свойств исследуемых процессов.

Высокое качество результатов анализа НЧК в первую очередь важно для решения практических задач мониторинга работы системных регуляторов, эффективности их настройки и выявления роли СГ в процессе НЧК (демпфирует, раскачивает или пассивен).

В регистраторе нового поколения измерения производятся как согласно стандарту C37.118 (1 раз в 20 мс), так и с повышенной частотой (1/6 и 1/12 периода промышленной частоты), что и позволяет улучшить качество информации для задач мониторинга переходных режимов и состояния генерирующего оборудования.

Рисунки 3 - 5 иллюстрируют это положение.

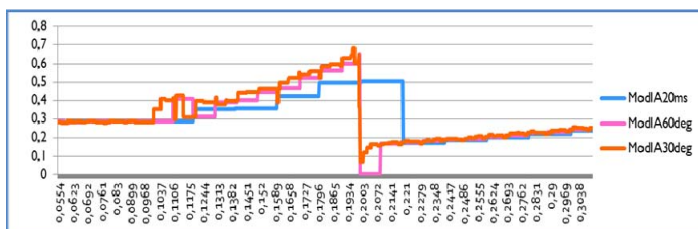
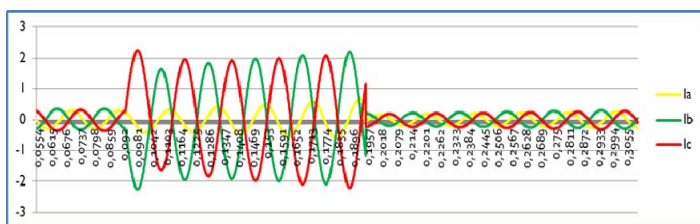


Рис. 2.: Осциллограмма напряжений фаз при кратковременном коротком замыкании фаз A и B.

Рис. 3.: Амплитуды напряжения фазы A, измеренные с интервалом 20 мс, 20/6 мс и 20/12 мс.

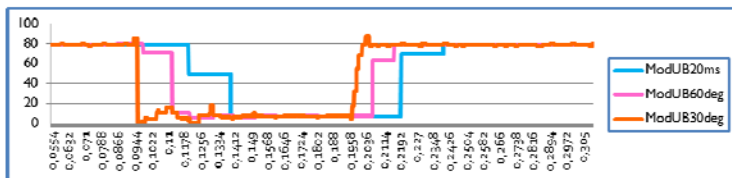
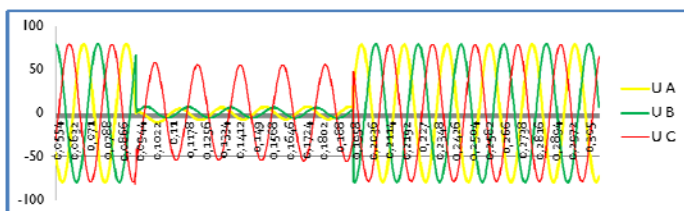


Рис. 4.: Осциллограмма токов фаз при кратковременном коротком замыкании фаз A и B.

Рис. 5.: Амплитуды тока фазы A измеренные с интервалом 20 мс, 20/6 мс и 20/12 мс.

РАСШИРЕНИЕ СОСТАВА ИЗМЕРЯЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ УСТАНОВЛИВАЕМЫХ НА ГЕНЕРАТОРАХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Как отмечалось выше, возрастает актуальность задач мониторинга режима и состояния синхронных генераторов и их системных регуляторов такие как:

- мониторинг динамики колебаний параметров электрического режима (затухают, прогрессируют);
- мониторинг значения внутреннего угла нагрузки синхронного генератора, что позволит выполнить оценку запаса устойчивости, а также тенденций изменения внутреннего угла, в том числе скорости его изменения и ускорения в зависимости от схемно-режимных ситуаций;
- оценка эффективности работы и фактические характеристики систем регулирования.
- выявление в процессе эксплуатации электрической асимметрии фаз обмотки статора, дефектов демпферной обмотки ротора, а так же обмотки возбуждения генераторов;
- обеспечить постоянный косвенный контроль технического состояния, идентифицировать возможность возникновения отказа или неисправности и оценить скорость развития дефекта и другие.

С целью расширения функционала СМНР на электростанциях в части дополнительной диагностики технического состояния и условий работы синхронных генераторов, а так же обеспечения высокой чувствительности измерений во время электромеханических переходных процессов, разработан прототип регистратора. Этот прототип обеспечивает, дополнительно к установленным стандартам (комплексных значений (модулей и фазовых углов) напряжений и токов в каждой фазе), измерения тока и напряжения обмотки возбуждения синхронного генератора, а так же значения внутреннего угла θ (угол между ЭДС и напряжения на шинах генератора) и угловой скорости вращения ротора генератора.

Для измерения тока и напряжения возбуждения генераторов энергоблоков применяется цифровой датчик. Конструкция датчика обеспечивает высокие требования по сопротивлению изоляции и ЭМС, что позволяет устанавливать его в непосредственной близости к действующим цепям. Измеренные значения передаются по цифровому протоколу передачи данных непосредственно в регистратор переходных процессов. Датчик, как и регистратор, оснащен интерфейсом IRIG-B, что обеспечивает необходимую точность синхронизации измерений по времени.

Измерения внутреннего угла θ (угол между ЭДС и напряжения на шинах генератора) и угловой скорости вращения ротора генератора реализуется на базе тахометрического датчика для измерения скорости вращения роторов различных агрегатов. Общий вид тахометрического датчика приведе на рисунке 6.

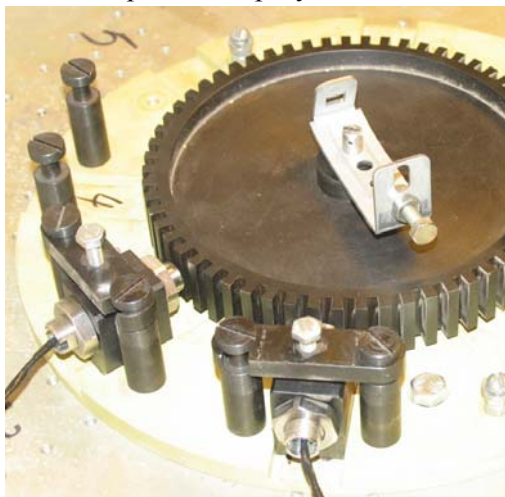


Рис. 6 Датчик тахометрический. Общий вид.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Создан прототип регистратора синхронизированных векторных измерений, объединяющий в себе функции РАС, PMU и ускоренного PMU. При установке регистратора на генераторе, дополнительно могут измеряться ток и напряжение возбуждения. В настоящее время завершается работа по расширению измеряемых параметров для регистраторов, устанавливаемых на генераторах ЭС добавлением датчика положения ротора генератора и угловой скорости.

Таким образом, прототип прибора обеспечивает выполнение обычных (20 мс) и ускоренных синхронизированных измерений (6 и 12 точек за период промышленной частоты) ПЭР статора генератора, тока и напряжения возбуждения генератора, угла нагрузки генератора θ между векторами ЭДС и напряжения U машины и угловой скорости ротора.

ЛИТЕРАТУРА

1. 2012, Development of the information platform for organization of data measurements, collection, processing and transfer between power facilities and control centres, report D2-101, CIGRE, 44th Session, Paris.