

Статья подготовлена в рамках реализации проекта «Разработка методов и средств создания высоконадежных компонентов и систем бортовой радиоэлектронной аппаратуры ракетно-космической и транспортной техники нового поколения» (Соглашение № 15-19-10037 от 20 мая 2015 г.) при финансовой поддержке Российского научного фонда.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Володин, П.Н. Установка для экспонирования фоторезиста на печатных платах в условиях учебной лаборатории / Володин П.Н., Затылкин А.В. // Современные наукоемкие технологии. 2014. № 5-1. С. 34-35.
2. Затылкин, А.В. Модели и методики управления интеллектуальными компьютерными обучающими системами / Затылкин А.В. // диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Пензенский государственный университет. Пенза, 2009
3. Затылкин, А.В. Алгоритм и программа расчета статически неопределимых систем амортизации бортовых РЭС с кинематическим возбуждением / Затылкин А.В., Лысенко А.В., Таньков Г.В. // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. 2013. Т. 1. С. 223-225.
4. Затылкин, А.В. Теоретические исследования влияния параметров внешнего вибрационные воздействия на динамические характеристики конструктивных элементов РЭС / А.В. Затылкин, П.Е. Бушмелев, А.В. Пивкин // Молодой ученый. 2015. №21 (101), часть II. С. 159-163.
5. Голушко, Д.А. Исследование процесса образования стоячих волн в классических элементах конструкций РЭС / Голушко Д.А., Затылкин А.В., Таньков Г.В. // Вопросы радиоэлектроники. 2015. № 12. С. 88-98.
6. Калаев, М.П. Моделирование низших собственных форм изгибных колебаний пластинчатых конструкций РЭС / Калаев М.П., Калашников В.С., Таньков Г.В. // Научный альманах. 2015. №9, выпуск 11. С. 727 – 730.
7. Григорьев, А.В. Измерение амплитуды и направления виброперемещения путем наложения виртуального шаблона с концентрическими кольцами на след вибрационного размытия изображения круглой метки / Григорьев А.В., Затылкин А.В., Кочегаров И.И. // Современные информационные технологии. 2015. № 21. С. 33-38.

АНАЛИЗАТОР ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ДЛЯ ЦИФРОВОЙ ПОДСТАНЦИИ

Ковцова И.О.

Международный университет природы, общества и человека «Дубна»
Филиал «Протвино»

В данной статье рассматривается анализатор показателей качества электроэнергии для Цифровой подстанции "SysteLLLogic ПКЭ.13".

THE ANALYZER OF INDICATORS OF QUALITY OF THE ELECTRIC POWER FOR DIGITAL SUBSTATION Kovtsova I.

In this article the analyzer of indicators of quality of the electric power for Digital substation of "SysteLLLogic PKE.13" is considered.

В некоторых видах производства электроэнергия является существенной статьей расходов, а технологический процесс выпуска продукции зависит от ее качества. Несоответствие качества электроэнергии нормам может приводить: — к потерям активной и реактивной мощности; — нарушению условий нормального функционирования

электроприемников и потребителей в целом; — сокращению срока службы электрооборудования и т. д. Так, например, провалы напряжения более чем на 70% могут приводить к остановке процесса производства продукции, таким образом предприятие может понести существенные убытки, плюс затраты на запуск оборудования после его остановки. В случае установившегося повышенного отклонения напряжения оборудование будет потреблять энергии больше, чем тратить на полезную работу: излишки энергии пойдут на нагрев двигателей, трансформаторов и пр., в итоге — переплата и явная неэффективность использования электроэнергии.

В Российской Федерации действует ряд нормативных документов, направленных на обеспечение существующих правовых норм в области качества электроэнергии [1,2,3,4]. Данный вопрос является актуальным и ему уделяется достаточно много внимания среди экспертного сообщества [5].

Организация мониторинга потребления и качества электроэнергии на подстанции (ПС) осуществляется с использованием современных приборов учета и контроля показателей качества электроэнергии (ПКЭ).

Сегодня особое внимание уделяется модернизации электроэнергетики России, поскольку на многих электрических подстанциях эксплуатируется устаревшее оборудование, введенное в работу в 30-70-е годы. Намечился качественный и инновационный переход к Цифровой подстанции. Построение системы автоматизации на основе новой архитектуры базируется на:

- использование современных измерительных оптических трансформаторов тока и напряжения;
- повсеместное использование современных микроэлектронных устройств (за счет удешевления электроники);
- применение современных цифровых каналов связи;
- построение современных локально вычислительных сетей с использованием современного сетевого оборудования;
- применение высокоточных систем синхронизации времени;
- применение современных протоколов передачи данных;
- международном стандарте IEC 61850 “Communication networks and systems for power utility automation” (Системы автоматизации и сети связи на подстанциях).

Применение измерительных волоконно-оптических трансформаторов тока и напряжения на подстанции вместо аналоговых, снимает ряд технических ограничений связанных с количеством подключаемых устройств ко вторичным цепям трансформатора, также повышается точность измерений, за счёт отсутствия потерь и электромагнитных эффектов, поскольку данные передаются от трансформатора в оцифрованном виде по локальной сети. На подстанции в несколько раз повышается эколого-, пожаро-, взрыво- и электробезопасность.

Оптические трансформаторы осуществляют измерение мгновенных значений тока и напряжения первичной сети, их оцифровку и высокоскоростную передачу данных по оптическим каналам связи, по так называемой шине процесса (Process Bus). Передача данных осуществляется по протоколу IEC 61850-9-2LE. Измеренные мгновенные значения получают различные интеллектуальные электронные устройства. Одним из таких устройств является анализатор показателей качества электрической энергии.

Компания ООО "СИСТЕЛ" разрабатывает линейку устройств "SysteLLogic" для цифровой подстанции на современной программно-аппаратной базе. Особое внимание уделяется разработке архитектуры программного обеспечения для интеллектуальных устройств (IED-счётчик, мультиметр и анализатор показателей качества электроэнергии).

"SysteLLogic ПКЭ.13" — устройство измерения показателей качества электроэнергии и их сопоставление с нормативными значениями (в соответствии с ГОСТ 32144-2013) [1, 6]. Данное устройство принимает мгновенные значения тока и напряжения по трём фазам и нейтрали в соответствии с протоколом IEC 61850-9-2 LE по сетевым интерфейсам и обеспечивает расчет следующих параметров:

- среднеквадратичного значения тока и напряжения по фазе А, В, С;
- частоты по фазам А, В, С;
- коэффициента n-й гармонической составляющей тока и напряжения, $K_I(n)$ и $K_U(n)$;
- коэффициента искажения синусоидальности кривой тока и напряжения, K_I и K_U ;
- коэффициента несимметрии напряжений по обратной и нулевой последовательности, K_{2U} и K_{0U} ;
- отклонение среднеквадратичного значения напряжения, δU .
- длительность провала напряжения, Δt_n ;
- глубину провала напряжения, δU_p ;
- длительность временного перенапряжения, $\Delta t_{пер\ U}$;
- коэффициент временного перенапряжения, $K_{пер\ U}$;
- длительность прерывания напряжения, $\Delta t_{прерыв}$;
- кратковременную дозу фликера, P_{St} ;
- длительную дозу фликера, P_{Lt} .

Частота дискретизации данных согласно IEC 61850-92 LE для расчёта показателей КЭ 256 выборок на период с частотой сети 50/60 Гц ($256 \times 50 = 12\ 800$ или $256 \times 60 = 15360$ срезов мгновенных значений в секунду).

Устройство “SysteLLogic ПКЭ.13” поддерживает информационную модель стандарта IEC 61850, где каждое физическое устройство должно содержать в себе логический сервер, в рамках которого заложена иерархическая модель, включающая в себя одно или несколько логических устройств, в которых содержатся логические узлы. Каждый логический узел в свою очередь включает в себя элементы и атрибуты данных. Логические узлы — это стандартизованное описание коммуникационного интерфейса различных функций устройств.

“SysteLLogic ПКЭ.13” состоит из двух логических узлов МНАІ и MFLK согласно IEC 61850. Логический узел МНАІ используется для передачи гармоник и интергармоник в трехфазной системе, MFLK — для кратковременной и долговременной дозы фликера.

Расчет гармоник осуществляется в соответствии с ГОСТ 30804.4.7—2013 «Совместимость технических средств электромагнитная. Общее руководство по средствам измерений и измерениям гармоник и интергармоник для систем электроснабжения и подключаемых к ним технических средств» [3]. Расчет фликера в соответствии с ГОСТ 30804.3.3—2013 «Совместимость технических средств электромагнитная. Ограничение изменений напряжения, колебаний напряжения и фликера в низковольтных системах электроснабжения общего назначения. Технические средства с номинальным током не более 16 А (в одной фазе), подключаемые к электрической сети при несоблюдении определенных условий подключения. Нормы и методы испытаний» [4].

На рисунке 2 показан режим представления данных «Гармоники» на устройстве “SysteLLogic ПКЭ.13”.

Устройство “SysteLLogic ПКЭ.13” предназначено для анализа показателей качества электроэнергии. Оно применяется в качестве IED (интеллектуального электронного устройства) в системах автоматизации подстанций на базе протокола IEC 61850.

Устройство “SysteLLogic ПКЭ.13” было установлено на действующей подстанции 110/10 кВ «Сосновая» в г. Снежинске Челябинской области в рамках реализации пилотного проекта «Цифровая подстанция», выполненного совместными усилиями специалистов ООО «СИСТЕЛ» и ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. академика Е.И. Забабахина» в 2011—2013 гг.

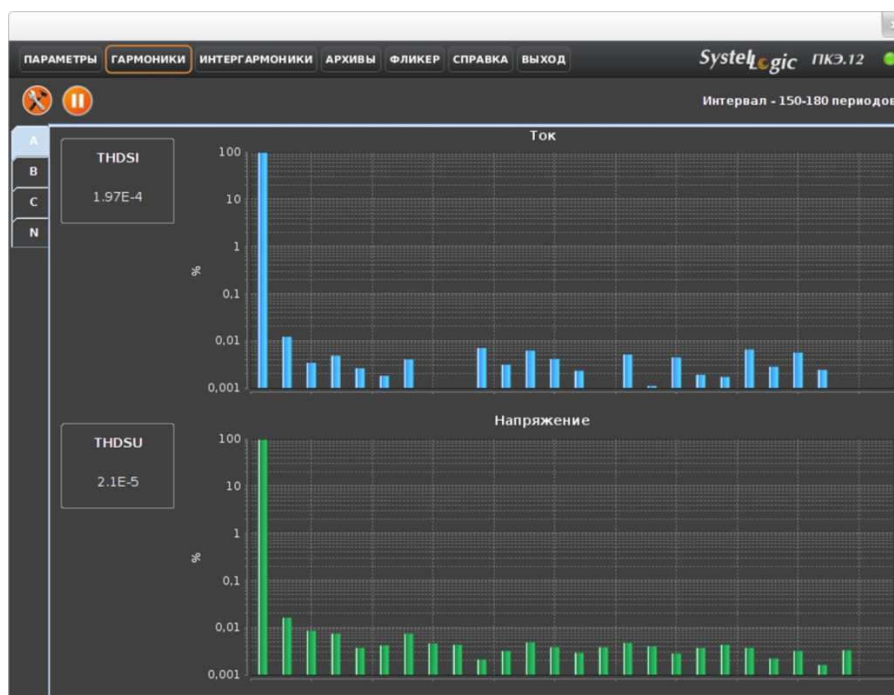


Рисунок 2 — Режим представления данных «Гармоники»

Литература

1. ГОСТ 32144-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.
2. ГОСТ 30804.4.30 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Методы измерений показателей качества электрической энергии».
3. ГОСТ 30804.4.7—2013 «Совместимость технических средств электромагнитная. Общее руководство по средствам измерений и измерениям гармоник и интергармоник для систем электроснабжения и подключаемых к ним технических средств».
4. ГОСТ 30804.3.3—2013 «Совместимость технических средств электромагнитная. Ограничение изменений напряжения, колебаний напряжения и фликера в низковольтных системах электроснабжения общего назначения. Технические средства с номинальным током не более 16 А (в одной фазе), подключаемые к электрической сети при несоблюдении определенных условий подключения. Нормы и методы испытаний»
5. Щигирев, Е.А. Анализ состояния и тенденции развития контроля качества электрической энергии // Е.А. Щигирев, В.В. Киселев, Е/В. Ильяшенко — Журнал ЭнергоЭксперт, — 2014. — №2. — С. 34—42.
6. Ковцова, И.О. Разработка и реализация анализатора качества электроэнергии SystemLogic ПКЭ.13 для цифровой подстанции. / И.О. Ковцова, В.И. Ухов. // Автоматизация и современные технологии, №5 2015 г. — С. 6—13.