

УДК 621.3.05

The Use of a Personal Computer as Analyzer of Power Quality

Andrei S. Meshcheryakov and Vasily I. Pantelev*

*Siberian Federal University
79 Svobodny, Krasnoyarsk, 660041, Russia*

Received 13.01.2016, received in revised form 29.04.2016, accepted 18.07.2016

The possibility of using a personal computer as an analyzer of power quality and the results of tests of the laboratory sample instrument.

Keywords: the quality of electric power, personal computer, sound card, multiplexer, voltage, current, frequency, power, harmonic, power factor.

Citation: Meshcheryakov A.S., V.I. Pantelev. The use of a personal computer as analyzer of power quality, J. Sib. Fed. Univ. Eng. technol., 2016, 9(6), 928-932. DOI: 10.17516/1999-494X-2016-9-6-928-932.

Применение персонального компьютера как анализатора качества электрической энергии

А.С. Мещеряков, В.И. Пантелеев

*Сибирский федеральный университет
Россия, 660041, Красноярск, Свободный, 79*

Обоснована возможность применения персонального компьютера как анализатора качества электрической энергии и представлены результаты испытаний лабораторного образца прибора.

Ключевые слова: качество электрической энергии, персональный компьютер, звуковая карта, мультиплексор, напряжение, ток, частота, мощность, гармонические составляющие, коэффициент мощности.

В условиях функционирования рынка электрической энергии и мощности усиливаются требования к качеству электроэнергии. Более того, анализ мировых тенденций показывает, что такие требования в дальнейшем будут только ужесточаться. Качество электрической энергии (КЭ) определяется совокупностью ее характеристик, при которых электроприёмники могут нормально работать и выполнять заложенные в них функции.

© Siberian Federal University. All rights reserved

* Corresponding author E-mail address: pvi0808@rambler.ru

В настоящее время для контроля КЭ на рынке представлено большое количество специальных приборов российских и зарубежных производителей, однако при всех положительных свойствах они имеют, по крайней мере, один недостаток – высокую цену. В статье предпринята попытка создания простого и доступного для персонала предприятий анализатора КЭ.

Проведенные эксперименты показали, что современный персональный компьютер (ноутбук, нетбук, сенсорная панель), включающий в себя стандартные устройства и порты ввода-вывода, может быть использован для создания трехфазного анализатора качества электрической энергии. Разработанный авторами статьи анализатор качества электрической энергии на данный момент способен анализировать шесть основных показателей качества согласно ГОСТ Р 54149 – 2010 «Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения»:

- установившееся отклонение напряжения δU_y ;
- размах изменения напряжения δU_i ;
- коэффициент n -й гармонической составляющей напряжения $kU(n)$;
- отклонение частоты Δf ;
- длительность провала напряжения t_n ;
- импульсное напряжение $U_{\text{имп}}$.

Прибор измеряет также ток, частоту, коэффициент мощности, мощность (активную, реактивную, полную), осциллографирует с высокой точностью напряжение и ток (длительность зависит от емкости накопителей информации персонального компьютера и может составлять теоретически до нескольких месяцев).

Определение показателей качества электрической энергии – довольно сложная задача. Большинство процессов, протекающих в электрических сетях, быстротекущие, все нормируемые показатели качества электрической энергии не могут быть измерены напрямую: их необходимо рассчитывать, а окончательное заключение о КЭ можно дать только по статистически обработанным результатам. Для определения показателей качества электрической энергии необходимо выполнить большой объем измерений с высокой скоростью и одновременной математической и статистической обработкой измеренных значений, что предполагает применение компьютера с вычислительной архитектурой не ранее Pentium IV.

Для построения анализатора качества необходимо с высокой точностью зафиксировать изменения токов и напряжений на большом временном интервале. Для этих целей подходит современная звуковая карта, встроенная в большинство материнских плат персональных компьютеров.

В рамках статьи рассмотрено только определение высших гармонических в структуре силового сигнала. Данная задача приоритетна при анализе КЭ и сравнительно сложно реализуется алгоритмически.

Трехфазный анализатор качества электроэнергии на базе персонального компьютера возможен только при наличии у звуковой карты шести записывающих каналов или внешнего мультиплексора, выполняющего попарно переключение выходных каналов силовой сети к входным каналам звуковой карты (рис. 1). Управление мультиплексором тоже может быть организовано с помощью звуковой карты. Лабораторная модель разработанного анализатора КЭ

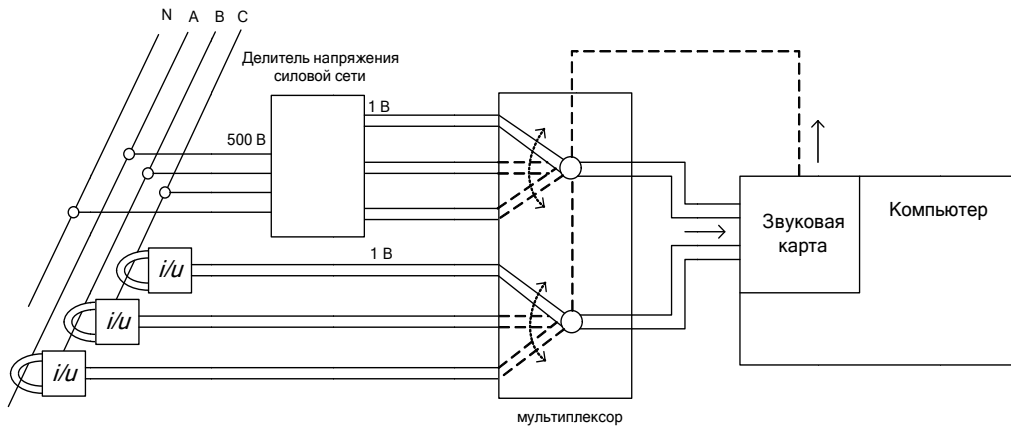


Рис. 1. Структурная схема трехфазного анализатора КЭ

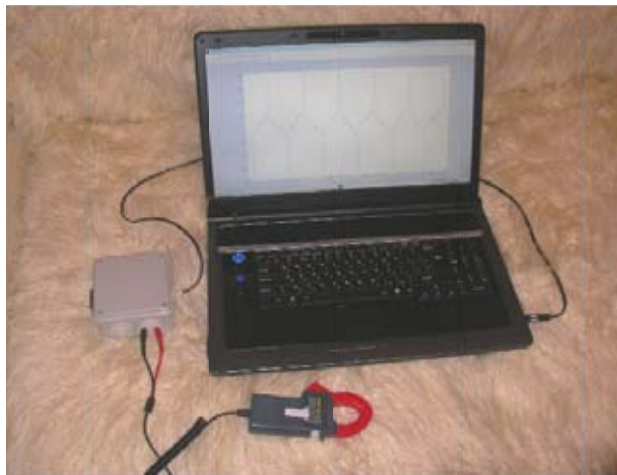


Рис. 1. Структурная схема трехфазного анализатора КЭ

в однофазном варианте представлена на рис. 2. Следует отметить, что силовой сигнал должен быть нормирован к допустимому входному напряжению звуковой карты.

Современные встроенная или внешняя звуковые карты имеют частоту дискретизации до 192 кГц и число уровней квантования – 2^6 , число фиксирующих каналов от 2 до 8. Действующее значение амплитуды входного сигнала не должно превышать 1 В. С учетом динамического диапазона звуковой карты точность оцифровки силового напряжения 500 В составит $500/65535=0,00763$ В (для 24-битной звуковой карты точность составляет около 0,0000298 В).

Уровень собственных шумов звуковой карты уменьшает точность оцифровки на порядок, но, тем не менее, она значительно выше, чем у самых дорогих промышленных анализаторов КЭ. Учитывая частоту дискретизации современной звуковой карты в 192 кГц, возможно получение 3840 мгновенных временных значений силового сигнала за один период частотой 50 Гц. Такого числа независимых измерений силового сигнала достаточно для разложения последнего до 1920 гармоник.

Стабильность и точность современных аналого-цифровых преобразователей звуковых карт гарантируется миллиардными серийными образцами, а стоимость при этом на несколько порядков ниже, чем у АЦП промышленных анализаторов КЭ.

С помощью разработанного анализатора КЭ для определения высших гармонических в структуре силового сигнала была проанализирована осциллограмма напряжения (рис. 3), зафиксированная для реальной силовой сети в административном здании (величина напряжения в относительных единицах).

Для определения высших гармонических в структуре силового сигнала выполним линейную свертку сигналов напряжения из силовой сети и суммарного опорного сигнала от анализируемых гармоник, после операции свертки и дополнительных преобразований получаем приведенные к основной гармонике уровни высших гармонических силового сигнала (рис. 4).

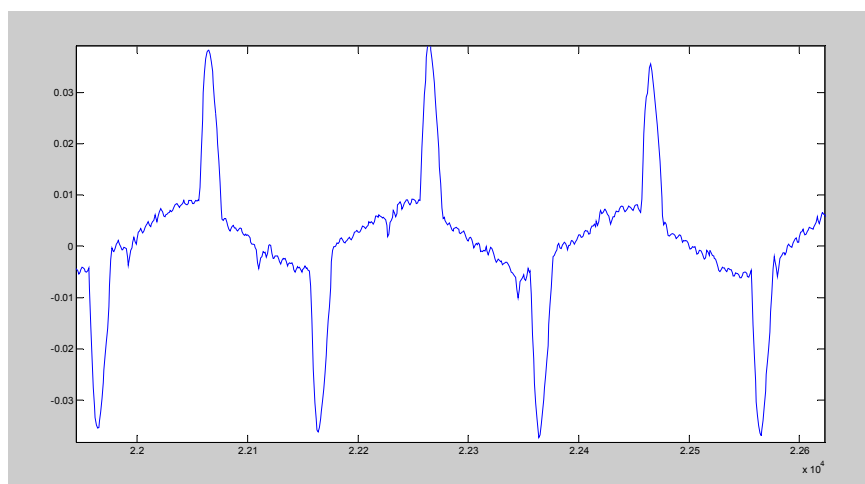


Рис. 3. Осциллограмма напряжения силовой сети

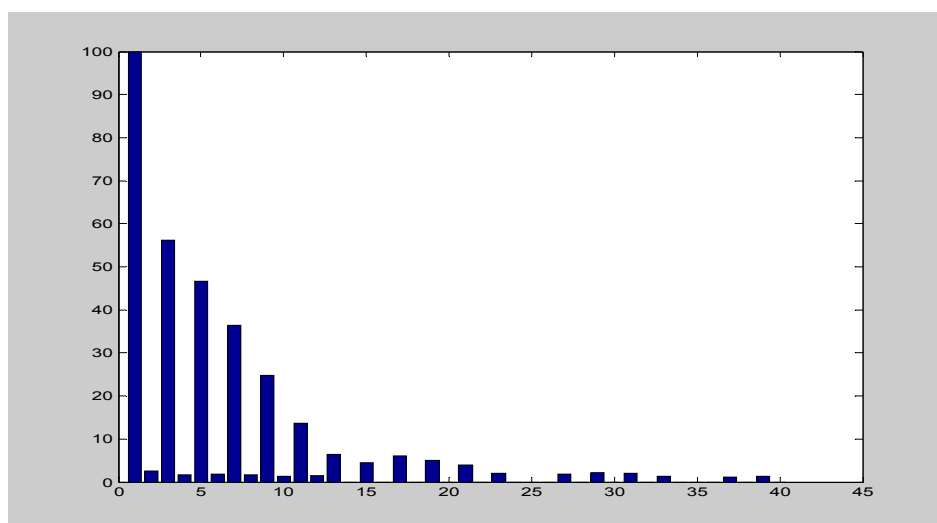


Рис. 4. Анализ высших гармонических напряжения

Такой способ регистрации высших гармонических сложнее преобразований Фурье или полосовой фильтрации, которые используются в существующих приборах КЭ, однако он позволяет минимизировать как вычислительную погрешность, так и погрешность оцифровки АЦП.

Итоговая погрешность рассмотренного алгоритма анализа гармоник с учетом погрешности звуковой карты составляет менее 1 %. Данная погрешность была определена опытным путем в результате анализа эталонного сигнала с известным уровнем высших гармонических. Эталонный сигнал был синтезирован с помощью нескольких высокоточных генераторов и прецизионных сумматоров.

Анализируя возможности и характеристики промышленных приборов, контролирующих качество электрической энергии, можно сделать вывод о том, что на базе персонального компьютера (ноутбука) со встроенной или внешней звуковой картой возможно создание анализатора качества электрической энергии, не уступающего, а по некоторым позициям и превосходящего промышленные образцы.