

ШИРОКОПОЛОСНЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ АНАЛИЗАТОР КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Бурлака В.В.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Гулаков С.В.

Приазовский государственный технический университет, Украина

E-mail: vburlaka@rambler.ru

Аннотация — Представлена разработка широкополосного малобюджетного анализатора качества электроэнергии, пригодного для проведения лабораторных исследований.

1. Введение

Для анализа влияния различных нагрузок на питающую сеть используются анализаторы качества электроэнергии. Но использование их в лабораторных условиях для учебных целей затруднено из-за высокой цены и неудовлетворительной работы при низких значениях измеряемых напряжений и токов [1, 2]. Кроме того, практически все анализаторы ориентированы на работу в сети с частотой (50 ... 60) Гц.

В этой связи актуальным представляется создание недорогого широкополосного анализатора качества электроэнергии, адаптированного к лабораторным условиям.

2. Основная часть

Устройство выполнено на основе однокристального микроконтроллера ATMEGA168, работающего с тактовой частотой 18432 кГц.

Измеряемое напряжение обрабатывается дифференциальным усилителем на ОУ МСР602, при этом максимальное мгновенное значение входного напряжения составляет 60 В, а устройство сохраняет работоспособность при воздействии на вход напряжения 380 В. Входное сопротивление по входу напряжения более 2 МОм.

Канал измерения тока выполнен с применением трансформатора тока (ТТ), нагруженного на конвертор отрицательного сопротивления [3], позволяющего обеспечить широкий частотный диапазон и значительно уменьшить угловую погрешность ТТ. Максимальная амплитуда измеряемого тока составляет 1,1 А, устройство защищено от токовых перегрузок до 30 А.

Оцифровка сигналов напряжения и тока производится 13-битным АЦП МСР3301, при этом частота дискретизации формируется цифровой петлей ФАПЧ (фазовой автоподстройки частоты) и равна 128-кратной частоте входного сигнала: $f_s = 128f_{in}$, т.е. отсчитывается 128 точек на период, что позволяет проводить спектральный анализ до 64-й гармоники. При этом максимальная частота дискретизации составляет $f_{smax} = 51$ кГц и в случае нарушения условия $f_s < f_{smax}$ частота f_s устанавливается равной $f_s = 128f_{in}/n$, где n — целое число. Полоса частот входного сигнала (полоса захвата ФАПЧ) составляет 18 Гц ... 20 кГц.

Измерение частоты и синхронизация производятся путем отслеживания переходов измеряемого сигнала через нуль. Синхронизация возможна по каналу напряжения или тока, при этом возможно включение дополнительного ФНЧ с частотой среза 72 Гц, позволяющего устойчиво наблюдать ШИМ-сигналы (например, от преобразователя частоты).

Обработка данных оцифровки осуществляется в цифровом виде. После проверки на перегрузку АЦП вычисляется и устраняется постоянная составляющая сигналов, вызванная наличием смещения ОУ в измерительном тракте.

Затем производится вычисление следующих параметров:

- среднеквадратичное напряжение;
- среднеквадратичный ток;
- активная, реактивная и полная мощность;
- коэффициент мощности;
- $\cos \varphi$ по первой гармонике;
- частота;
- активная мощность, переносимая на первой гармонике;
- напряжение и ток первой гармоники;
- коэффициент гармоник напряжения и тока;
- коэффициент амплитуды напряжения и тока.

Устройство имеет возможность подключения к ПК посредством интерфейса RS-232 или USB (через переходник). Программное обеспечение позволяет отображать осциллограммы и спектральный состав напряжения и тока, выполнять построение векторных диаграмм по основной частоте и высшим гармоникам, сохранять данные осциллограмм в файл формата .PRN, который может быть импортирован в пакет MathCad.

Кроме того, при работе с ПК в устройстве реализован режим оцифровки с повышенным количеством отсчетов на период, что, например, позволяет проводить осциллографирование сигналов напряжения и тока частотой 50 Гц с 512 выборками на период (т.е. с частотой 25,6 кГц) и выполнять анализ до 256 гармоники.

3. Заключение

В работе представлен анализатор качества электроэнергии, позволяющий обеспечить измерение 15 параметров электроэнергии при относительно простом устройстве и невысокой цене. Частотный диапазон устройства — 18 Гц ... 20 кГц, что позволяет применять его при проведении лабораторных исследований частотных характеристик цепей в звуковом диапазоне частот.

Разработано программное обеспечение, позволяющее проводить спектральный анализ сигналов, а также экспортировать данные осциллограмм в пакет Mathcad для дальнейшей обработки.

4. Список литературы

- [1] BM157 PowerClamp Multimeter series / Brymen Technology Corporation. — http://www.brymen.com/product-html/cata157/BM157_Catalog.pdf. — 1.02.2013.
- [2] PQ1000-V Power Quality Analyzer / Ecomec Tecnologia. — <http://www.ecomec.com.ar/pdf/PQ1000-V%20Brochure.pdf>. — 1.02.2013.
- [3] Пат. №67375 України на корисну модель. МПК H02H 7/10. Активний перетворювач струму в напругу / Бурлака В.В., Гулаков С.В., Дяченко М.Д. — № а 2009 09591; заявл. 18.09.2009; опубл. 27.02.2012. — Бюл. № 4.

LOW-COST WIDEBAND ELECTRIC POWER QUALITY ANALYZER

Burlaka V.V.

Scientific adviser: Gulakov S.V.

Priazovskiy State Technical University, Ukraine

Abstract — The design of a low-cost wideband power quality analyzer is presented. The device is intended to be used for educational purposes in electric power quality labs.