

При упрощении схемы предложенное решение КМПЧ обеспечивает показатели качества входного тока и выходного напряжения на уровне международных стандартов. Достижимый коэффициент гармоник выходного напряжения ниже, чем у существующих решений КМПЧ.

1.ГОСТ 13109-97. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.

2.Cesar Silva, Samir Kouro, Julio Soto, Pablo Lezana. Control of an Hybrid Multilevel Inverter for Current Waveform Improvement. IEEE Cambridge Symposium on Industrial Electronics, p.2329-2335.June/July 2008.

3.IEEE Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electrical Power Systems, IEEE Standard 519-1992, Jun. 1992.

4.Шавёлкин А.А. Анализ гармонического состава входного тока многоуровневых преобразователей частоты / А.А. Шавёлкин // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: "Електротехніка і енергетика". – Донецьк: ДВНЗ «ДонНТУ». – 2011. – Вип. 10(180). – С. 211-217.

5.Шавёлкин А.А. Гибридный многоуровневый преобразователь частоты с двумя «реактивными» ячейками на фазу/ А.А. Шавёлкин // Электротехника. – Москва: ЗАО "Знак". – 2010. – №7. – С. 28-36.

Получено 25.12.2012

УДК 621.31

В.А.САПРЫКА

Національний технічний університет «Харьковский политехнический институт»

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ ИЗМЕРИТЕЛЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И УСТРОЙСТВА ДИСКРЕТИЗАЦИИ НЕПРЕРЫВНЫХ ПЕРИОДИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ

Рассматриваются вопросы разработки методов и устройств, повышающих точность измерений.

Розглядаються питання розробки методів і пристроїв, що підвищують точність вимірів.

The problems of the development of methods and devices increase the accuracy of measurements.

Ключевые слова: качество электрической энергии, измеритель, аналого - цифровой преобразователь.

Проблема точности измерений сегодня очень актуальна, так как потери, возникающие при переходе от непрерывных сигналов к цифровым, неизбежны. Из теорем Котельникова и Шеннона известно, что непрерывный сигнал $x(t)$ можно представить в виде интерполяционного ряда

$$x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x(k\Delta) \operatorname{sinc} \left[\frac{\pi}{\Delta} (t - k\Delta) \right],$$

где $\operatorname{sinc}(x) = \sin(x)/x$ функция sinc. Интервал дискретизации удовлетворяет ограничениям $0 < \Delta < 1/(2f_c)$. Мгновенные значения данного ряда есть

дискретные отсчёты сигнала $x(k\Delta)$. Частота дискретизации должна быть как минимум вдвое выше максимальной гармонической составляющей входного сигнала. В противном случае результаты будут искажены вследствие наложения частот. Значения отбрасываемых высших гармонических составляющих определяют качество аналого-цифрового преобразования (АЦП) сигнала, т. е. точность определения всех его характеристик. Измерение амплитуд высших гармоник позволяет в зависимости от входного сигнала определять оптимальную частоту дискретизации, при которой высшие гармонические составляющие сигнала стремятся к нулю. Это гарантирует заданную точность измерения всех параметров сигнала.

Анализ последних исследований и публикаций выявил недостаточность информации относительно разработок современных методик и устройств, повышающих точность измерений [1-4].

Целью исследования является разработка современных методов и устройств, повышающих точность измерений цифровых измерительных приборов.

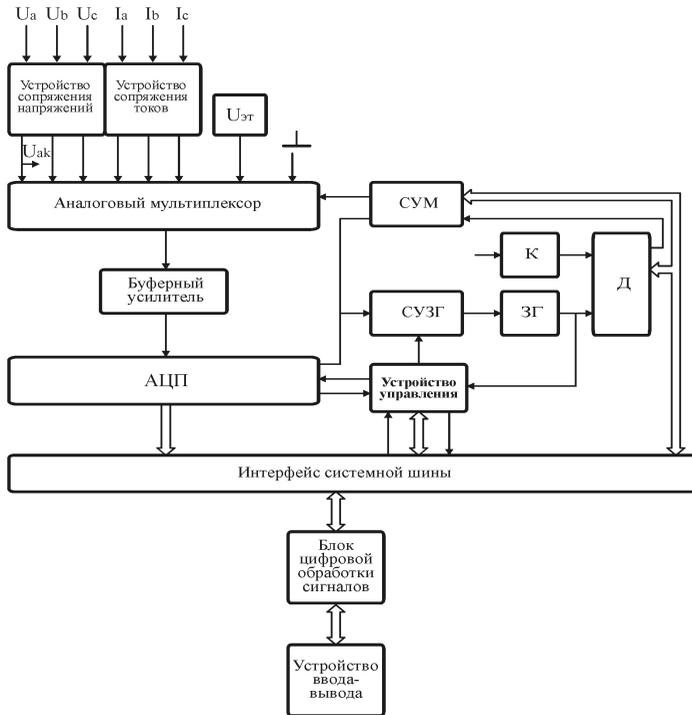
Решение поставленной задачи возможно разработкой технических решений по мониторингу качества электроэнергии (КЭ) на уровне электрических сетей. Общая структурная схема измерителей КЭ представлена на рисунке.

Устройство сопряжения напряжений (УСН) подключает фазные напряжения, поступающие с выходов измерительных трансформаторов на вход аналогового мультиплексора (М). УСН осуществляет гальваническую развязку, нормирование сигнала, а также отключение входных сигналов от измерительного тракта при отключении прибора (защита входных цепей).

Аналогичные функции выполняет устройство сопряжения токов (УСТ). Дополнительно в состав устройства входит преобразователь тока в напряжение. Преобразователь имеет элементы защиты, т.к. во время аварий входной ток может в 40 раз превышать номинальное значение [5,6].

Все каналы УСН и УСТ для снижения уровня шумов содержат фильтры низкой частоты. Особенно важно снижение уровня шумов на входе компаратора (К), управляющего работой дискретизатора.

Для повышения точности и стабильности измерительного тракта на входы аналогового мультиплексора дополнительно подаются напряжение с выхода источника опорного напряжения $U_{оп}$ (для коррекции мультипликативной составляющей погрешности) и нулевой потенциал U_0 (для коррекции аддитивной составляющей погрешности).



Структурная схема измерителя качества электроэнергии

Источник эталонного напряжения должен быть стабильным и точно измеренным. Результат измерения находится в памяти блока цифровой обработки сигнала (БЦОС).

Подключение измеряемых и эталонных сигналов к входу АЦП осуществляется схемой управления мультиплексора (СУМ), реализующей метод измерения эталонных напряжений для выполнения автоматической коррекции.

Буферный усилитель (БУ), включенный между мультиплексором и АЦП, решает две задачи:

- нормирует величину входного сигнала;
- уменьшает погрешность вызванную сопротивлением открытых каналов мультиплексора за счет высокоомного входа усилителя.

Второе не столь существенно, т.к. мультиплексор охвачен цепью калировки и погрешность, вызванная сопротивлением открытых каналов компенсируется. Гораздо большее значение, в этой связи, имеет

идентичность каналов. Смещение и дрейф буферного усилителя также учитываются в цикле калибровки.

Модуль дискретизатора (Д) определяет и задает моменты измерения входных сигналов. Для работы дискретизатора необходим опорный сигнал, отслеживающий период входного сигнала. Этот сигнал формируется компаратором, на вход которого поступает напряжение фазы А.

Устройство управления по сигналам с выхода дискретизатора запускает очередной цикл измерения.

Схема управления задающим генератором (СУЗГ) реализует предложенный метод снижения шумов в цепях питания во время выполнения АЦП.

Интерфейс системной шины обеспечивает взаимодействие измерительного модуля с блоком цифровым обработки сигналов (БЦОС).

Применяя с разработанным специализированным измерителем параметров электрических сетей различные БЦОС, можно получить несколько модификаций устройства.

Таким образом, спроектированное устройство полностью реализует разработанный способ дискретизации, позволяющий задавать моменты измерения мгновенных значений входных сигналов с погрешностью, не зависящей от длины выборки. При этом величина методической погрешности дискретизации не превышает трех периодов измерительного генератора.

Погрешность преобразования непрерывного сигнала в цифровой определяется смещением точек дискретизации и точностью измерения мгновенных значений, т.е. операцией квантования входных сигналов. Для снижения потерь от систематической составляющей погрешности квантования входного сигнала разработан метод измерения эталонных напряжений для калибровки параметров измерительного тракта.

1. Котельников В. А. О пропускной способности «эфира» и проволоки в электросвязи // Успехи физических наук: Журнал. – 2006. – № 7. – С. 762-770.

2. Спектры и анализ / А. А. Харкевич. – 4-е изд. – Москва: URSS: ЛКИ, 2007. – 89с.

3. Джерри А. Дж. Теорема отсчетов Шеннона, её различные обобщения и приложения. Обзор. – ТИИЭР, т. 65, № 11, 1977. – С. 53-89.

4. Басараб М. А., Зелкин Е. Г., Кравченко В. Ф., Яковлев В. П. Цифровая обработка сигналов на основе теоремы Уиттекера-Котельникова-Шеннона. – М.: Радиотехника, 2004. – 359 с.

5. Гриб О. Г. Контроль потребления электроэнергии с учетом её качества / О.Г. Гриб, В.И.Васильченко, В.А.Сапрыка [и др.]. – Харьков, ХНУРЕ, 2010. – 443 с.

6. Автоматизовані системи обліку та якості електричної енергії / під ред. Гриба О.Г. – Харьков: ИП «Ранок – НТ», 2012. – 516 с.

Получено 30.01.2013