

ИНФОРМАЦИОННО – ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Темербаев С.А

Научный руководитель - д-р. техн. наук, профессор Довгун В.П.

Сибирский федеральный университет

Введение

В реальных электроэнергетических системах форма токов и напряжений не соответствует форме идеальной синусоиды. Искаженная кривая тока или напряжения может быть разложена на фундаментальную составляющую (50Гц) и высшие гармоники (частоты кратные 50Гц). Источниками высших гармоник является нелинейная нагрузка: выпрямители, системы бесперебойного питания, тиристорные регуляторы, импульсные источники питания, газоразрядные осветительные устройства, электродуговые печи, сварочные аппараты, электродвигатели переменного тока с регулируемой скоростью вращения и т.д.

Высшие гармонические составляющие оказывают сильное влияние на качество электрической энергии. Под качеством электрической энергии понимается степень соответствия параметров электроэнергии их установленным значениям. В России показатели качества электрической энергии (ПКЭ) и методика их расчета определены ГОСТ 13109-97 «Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения». К показателям качества электроэнергии в стандарте относят:

- установившееся отклонение напряжения δU_y ;
- размах изменения напряжения δU_t ;
- доза фликера P_t ;
- коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения K_U ;
- коэффициент n -ой гармонической составляющей напряжения $K_{U(n)}$;
- коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности K_{2U} ;
- коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности K_{0U} ;
- отклонение частоты Δf ;
- длительность провала напряжения Δt_{II} ;
- импульсное напряжение $U_{имп}$;
- коэффициент временного перенапряжения $K_{пер U}$.

Отклонение перечисленных показателей качества электрической энергии от нормы может вызвать массу нежелательных эффектов: повреждение оборудования, перегрев аппаратуры, наводки в управляющих сетях, резонансы.

Для определения параметров качества электроэнергии используются специальные современные приборы – анализаторы электропотребления, или анализаторы качества электроэнергии. Использование этих дорогостоящих приборов не всегда оправдано.

В докладе рассмотрена альтернатива современным приборам, это информационно – измерительная система для определения ПКЭ, реализованная в среде LabVIEW.

Виртуальный прибор LabVIEW для определения показателей качества электроэнергии.

Разработанная система отвечает следующим требованиям:

- открытый код, что позволяет изменять и совершенствовать алгоритмы расчета.
- модульная структура, т.е. расчет каждого показателя качества электроэнергии выполняется в отдельном модуле («подприборе»). Это позволяет интегрировать модули в любой другой виртуальный прибор.

На Рис.1. представлена лицевая панель виртуального прибора LabVIEW.

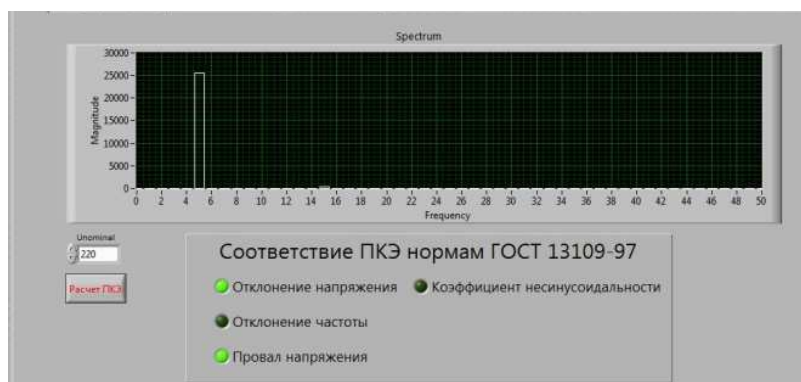


Рис. 1. Лицевая панель прибора для определения ПКЭ

Входными данными для прибора является сигнал, снятый с одной из многофункциональных плат National Instruments или другого АЦП, в нашем случае была использована универсальная образовательная платформа NI ELVIS II.

На лицевой панели прибора отображается спектр входного сигнала и результаты проверки ПКЭ на соответствие нормам ГОСТ 13109-97.

Разработанный виртуальный прибор позволяет определять:

- установившееся отклонение напряжения δU_y

$$\delta U_y = \frac{U_y - U_{ном}}{U_{ном}} \cdot 100$$

где U_y — действующие значения напряжения основной частоты. По результатам измерений строится график отклонения напряжения во времени (Рис. 2.).

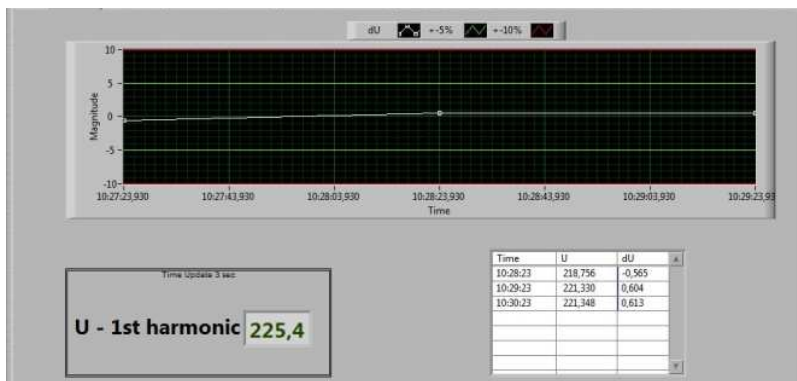


Рис. 2. Отклонение напряжения

- коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения K_U

$$K_U = \sqrt{\frac{\sum_{n=2}^{40} U_{(n)}^2}{U_{(1)}^2}} \cdot 100$$

где $U_{(1)}$ — действующее значение напряжения основной частоты, $U_{(n)}$ — действующее значение напряжения n -ой гармоники. Результаты расчета сводятся в график (Рис. 3.)

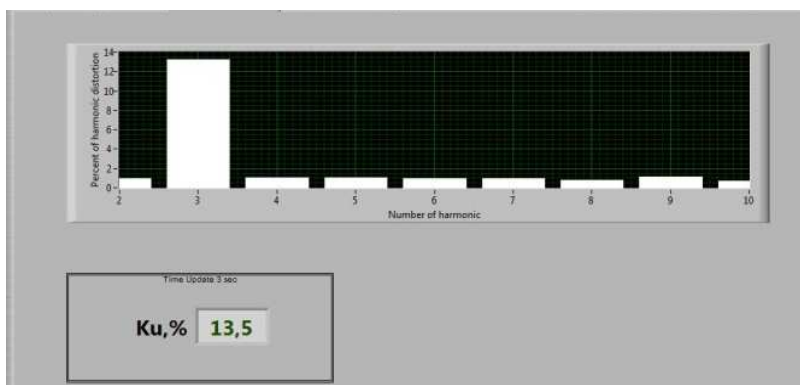


Рис. 3. Коэффициент несинусоидальности и гармонический состав - коэффициент n -ой гармонической составляющей напряжения $K_{U(n)}$

$$K_{U(n)} = \frac{U_{(n)}}{U_{(1)}} \cdot 100.$$

- отклонение частоты Δf

$$\Delta f = f_y - f_{\text{ном}},$$

где $f_{\text{ном}}$ — номинальное значение частоты, f_y — усредненное значение частоты за 20 с. Динамика изменения отклонения частоты отображается на соответствующем графике (Рис. 4.).

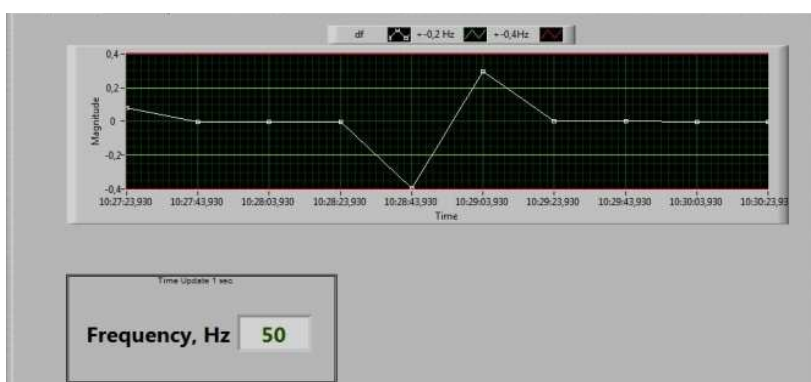


Рис. 4. Отклонение частоты - длительность провала напряжения $\Delta t_{\text{П}}$

$$\Delta t_{II} = t_K - t_H,$$

где t_H , t_K — начальный и конечный моменты времени провала напряжения.
Глубина провала:

$$\delta U_{II} = \frac{U_{ном} - U_{min}}{U_{ном}} \cdot 100$$

- коэффициент временного перенапряжения $K_{пер.U}$

$$K_{пер.U} = \frac{U_{amax}}{\sqrt{2}U_{ном}},$$

где U_{amax} — максимальное значение напряжения при резком его изменении.
Зафиксированные в ходе измерения провалы и перенапряжения можно посмотреть на графике и в соответствующих таблицах (Рис. 5.).

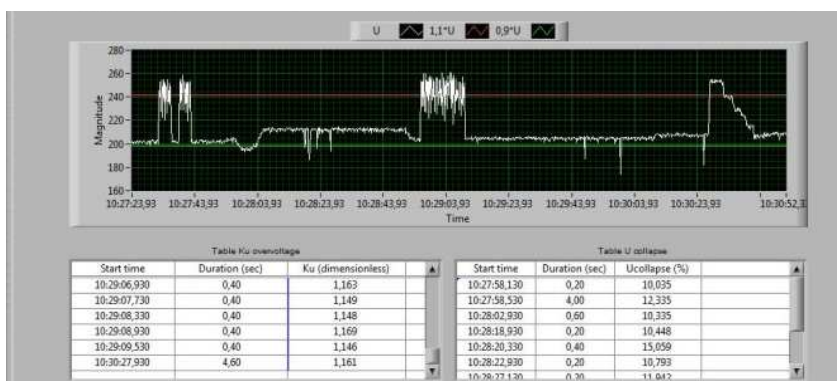


Рис. 5. Провалы и перенапряжения

Методика расчета каждого из показателей соответствует методике, определяемой в ГОСТ 13109-97.

Отдельно нужно отметить такой показатель качества электроэнергии как коэффициент n -ой гармонической составляющей напряжения $K_{U(n)}$, потому как именно этот показатель характеризует уровень высших гармоник (Рис.3). Для расчета этого показателя и определения спектрального состава входного сигнала в приборе используется быстрое преобразование Фурье, но предусмотрено и применение других алгоритмов спектрального оценивания, например алгоритма Берга.

Заключение

Постоянное увеличение числа нелинейных устройств, являющихся источниками высших гармоник, делает проблему качества электрической энергии одной из важнейших в области энергосбережения.

Разработанный виртуальный прибор может использоваться в научных и исследовательских целях как альтернатива современным анализаторам ПКЭ. Благодаря открытому коду и модульной структуре может успешно применяться для обучения, как виртуальный лабораторный стенд.