

УДК 621.3.016.3

Волошко А.В., д-р техн. наук, проф., Шершень О. І., магістр.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

КОРЕКЦІЯ ВПЛИВУ ДЕВІАЦІЇ ЧАСТОТИ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ ПРИ ВИМІРЮВАННІ ПОТУЖНОСТІ ЦИФРОВОЮ ТЕХНІКОЮ

Огляд літератури.

Обговорюються помилки в фазах через частотний дрейф та запропоновано нове ефективне корекційне поле для похибок. [1]. Термін корекції обчислюється по принципі циклу за циклом, і він реагує так швидко, як зміна частоти може бути обчислена. Проте з цього посилання не зрозуміло, наскільки рівняння визначають наявність гармонік та відхилення частоти в сусідніх періодах.

Особлива проблема виникає, коли процес відбору зразків не синхронізується з основним компонентом аналізу сигналу. У [2] ця похибка (асинхронний ефект вибірки) мінімізується шляхом регулювання кількості вибірок n так, що різниця між інтервалом підсумовування та часом для завершення інтегральної кількості циклів вхідного сигналу менша, ніж один інтервал вибірки. Показано, що максимальна похибка обернено пропорційна кількості зразків і не залежить від частоти сигналу.

Деякі методи були запропоновані для зменшення впливу нестабільності частоти мережі і наявності гармонік. У [3] розглянуто відповідні вікна та алгоритми інтерполяції для зменшення небажаних ефектів через спектральні витоки, спричинені процесом відбору проб, який не синхронізовано, а в роботі [4] сигнал зважується перед розрахунком дискретного перетворення Фур'є (ДПФ). Частоти і комплексні амплітуди різних компонентів сигналу отримують з ДПФ шляхом інтерполяції.

Виклад основного матеріалу.

Насиченість систем електропостачання з нелінійними та потужними джерелами, як енергетичною системою, так і споживачами електроенергії призвела до того, що сигнали в мережі стають нестационарними, нелінійними та зі значними коливаннями частоти.

У даній роботі запропоновані методи, засновані на визначенні значення відхилення частоти та введення корекційних коефіцієнтів (наприклад, при розрахунку активної потужності та напруги в електричній мережі). Запропоновані методи застосовуються як для синусоїдальної, так і несинусоїдальної форм сигналу.

Погіршення якості електроенергії спричиняє помилки в вимірювальних пристроях. В даному випадку особливе занепокоєння викликає вплив нестабільності частоти в мережі та наявності гармонік. В літературі було запропоновано ряд методів, що зменшують вплив цих факторів на вимірювання.

Фазова похибка не може бути зменшена за допомогою будь-яких кінцевих вікон. Використання методів інтерполяції може фактично зменшити цю похибку, але вимагає багато обчислень, а також залежить від незначних гармонійних перешкод. Тому прості та швидкі методи необхідні для зменшення впливу відхилення частоти на точність вимірювання. У цій роботі запропоновані методи визначення відхилення частоти. Обчислене відхилення частоти потім використовується для виправлення рівнянь, що використовуються в алгоритмах для обчислення споживання енергії. Запропоновані методи є простими, точними та швидкими.

Особлива проблема виникає, коли процес відбору зразків не синхронізується з основним компонентом аналізу сигналу. Ця похибка (асинхронний ефект вибірки) мінімізується шляхом регулювання кількості вибірок n так, що різниця між інтервалом

підсумовування та часом для завершення інтегральної кількості циклів вхідного сигналу менша, ніж один інтервал вибірки. Показано, що максимальна похибка обернено пропорційна кількості дискретних значень сигналу і не залежить від частоти сигналу. Дослідження показали, що зменшенням похибки різними алгоритмами є:

- за допомогою алгоритму FFT - 25 відсотків;
- за допомогою алгоритму ДПФ - 40 відсотків.

Подальші дослідження показали, що при визначенні вхідної частоти (з використанням результатів рівн.[1,7]) з точністю 0,006-0,008% не вплинули на основні результати. Загалом, однак, бажано досягти значення похибки в межах точності $\pm 0,001$ відсотка. Також рівняння, що описує вплив відхилення частоти у формі синусоїдальної хвилі від напруги силової системи $u(t)$ і струму $i(t)$, сигнали можуть бути використані для зменшення відносних похибок при визначенні всіх характеристик енергоспоживання.

Висновки.

В даній статті описані методи зменшення впливу відхилення частоти на визначення характеристик споживання енергії. Основними перевагами запропонованих методів є простота, точність та швидкість.

Запропоновані методи застосовуються як до синусоїдальної, так і до несинусоїдальної форм сигналу. Результати показують, що ці методи мають високу точність навіть з сигналами, що містять гармоніки, і для частоти, яка відхиляється від номінального значення.

Список використаної літератури

1. K. Srinivasan, "Errors in digital measurements of voltage, active and reactive powers and on-line correction for frequency drift", IEEE Trans, on Power Delivery, Vol. PWRD-2, No. 1, January 1987, pp. 72-76.
2. Garg R. Geo-location estimation from electrical network frequency signal/R. Gard, A Hajj-Ahmad// www.ece.umd.edu/~minwu/public_paper/Conf13/1305_ENFLocalize_icassp13.pdf.
3. G.N. Stenbakken, "A wide band sampling watt meter", IEEE Trans, on Power Apparatus and Systems, Vol. PAS-103, No. 10, October 1984, pp. 2919-2925.
4. F Adamo, F Attivissimo, A Di Nisio, M Savino, M Spadavecchia/ A spectral estimation method for nonstationary signals analysis with application to power systems// Measurement. 2015. - V. 73. – P. 247 - 261.
5. G. Andria, M. Savino, A. Trotta, "Windows and Interpolation Algorithms to improve Electrical Measurement Accuracy", IEEE Trans, on Instrum. & Meas., Vol. 38, No. 4, August 1989, pp. 856-863.
6. Ruipeng D. An Interpolation Algorithm for Discrete Fourier Transforms of Weighted Damped Sinusoidal Signals// D. Ruipeng, M. Qingfeng/ IEEE Transaction on Instrumentation and measurement. – 2013. – Volume 63. – Issue 6. – P. 1505 - 1513.
7. Ferrero A. A Calibration procedure for a digital instrument for electric power quality measurement//A. Ferrero, M. Lazzaroni, S. Salicone/ IEEE Transaction on Instrumentation and measurement. – 2002. – Volume 51. – Issue 4. – P. 716 – 722.
8. Ferrero A. On Testing the Electronic Revenue Energy Meters// A. Ferrero, M. Failer, S. Salicone/ IEEE Transaction on Instrumentation and measurement. – 2009. – Volume 58. – Issue 9. – P. 3042 – 3049.
9. J.H.R. Enslin, J.D. Van Wyk, "Digital Signal Processing in Electrical Power Systems: Calculation of Power under nonsinusoidal voltage and current conditions". Transactions, South African Institute of Electrical Engineers, Vol. 79, No. 1. July 1988.
10. Tarasiuk T. Interpolation based on wavelet coefficients for frequency measurement/Proc. XVII IMEKO World Congress , June 22 – 27. – 2003. – P. 895 – 898.
11. Asnin L. Using DSP methods for Accurate Dynamic measurement in power systems//L. Asnin, V. Backmuysky, M. Sedlachek/ Proc. XVII IMEKO World Congress , June 22 – 27. – 2003. – P. 441 - 445.
12. G.S. Hope, O. P. Malik, J. Chang, "Microprocessor-based active and reactive power measurement", Journal of Electric Power and Energy Systems, Vol. 3, No. 2, April 1981, pp. 75-83.