

ВПЛИВ НЕСТАБІЛЬНОСТІ ЧАСТОТИ МЕРЕЖІ НА ЯКІСТЬ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

Воропай В.Г., Фоменко Д.В.

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова вул. Революції, 12, м. Харків, Україна, 61000

Ефективність та надійність роботи електроенергетичних об'єктів багато в чому залежить від своєчасного забезпечення систем керування достовірною інформацією про параметри режиму та стан обладнання. Цю інформацію сьогодні одержують переважно від цифрових засобів вимірювальної техніки як результат обробки послідовностей миттєвих значень вхідних струмів і напруг. У процесі аналого-цифрового перетворення безперервний сигнал замінюється послідовністю відліків цього сигналу в дискретні моменти часу. Зазвичай час квантується рівномірно, і частота дискретизації вибирається кратною частоті вхідного сигналу. Проте, якщо частота дискретизації залишається в процесі роботи незмінною, а частота сигналу змінюється, то виникає додаткова похибка, викликана зсувом моментів дискретизації і невідповідністю періоду інтеграції періоду сигналу. З початком впровадження цифрових технологій у практику вимірювання почався пошук шляхів її зменшення. Було запропоновано збільшення частоти дискретизації за фіксованого періоду виміру, вибір числа відліків, найбільш близького до періоду сигналу, введення корекції в алгоритм визначення параметрів у відповідності з вимірюваною частотою тощо [1]. Це не дало змоги цілком усунути зазначену похибку, особливо при спотворених вхідних сигналах, хоча і допомогло знайти прийнятні технічні рішення при розробці приладів.

Стрімкий розвиток мікропроцесорної техніки та інформаційних технологій забезпечив нові можливості одержання вимірювальної інформації. В той же час створення інтегрованих систем керування електроенергетичними об'єктами, впровадження технології синхронізованих векторних вимірювань параметрів режиму, збільшення кількості різкозмінних та нелінійних навантажень висунули підвищені вимоги до номенклатури та якості вимірювальної інформації. Зокрема, це стосується необхідності визначення параметрів режиму з прив'язкою до моменту часу, зменшення інтервалів усереднення до періоду основної частоти сигналу, вимірювання кутів струмів та напруг, постійного моніторингу параметрів якості електроенергії [2; 3]. Наслідком цього є широке застосування алгоритмів перетворення Фур'є, особливо чутливих до нестабільності частоти мережі. Тому дослідження і оцінка впливу цього фактора на похибку вимірювання параметрів режиму та пошук механізмів її компенсації залишаються актуальними і сьогодні.

У цифрових засобах вимірювання при визначенні гармонічного

складу сигналів, параметрів якості електроенергії, кутів сигналів тощо застосовують перетворення Фур'є. У цьому випадку механізм впливу відхилення частоти на похибку вимірювання має свої особливості порівняно з визначенням середньоквадратичних значень струмів та напруг.

Амплітуди ортогональних складових гармонік фазної напруги $U_{\phi^{(k)x}}$, $U_{\phi^{(k)y}}$, виходячи з розкладу в ряд Фур'є, визначають за наступними виразами:

$$\begin{aligned} U_{\phi^{(k)x}} &= \frac{1}{T} \int_0^T u_{\phi}(t) \cdot \sin(k \cdot t) dt; \\ U_{\phi^{(k)y}} &= \frac{1}{T} \int_0^T u_{\phi}(t) \cdot \cos(k \cdot t) dt, \end{aligned} \quad 1)$$

де $\omega = 2\pi f$ – кругова частота основної гармоніки сигналу;
 k - номер гармоніки.

У разі застосування перетворення (1), ядро якого залежить від частоти сигналу, при зміні цієї частоти змінюються і самі підінтегральні вирази. Слід зазначити, що при розбіжності частоти ядра перетворення ω і частоти сигналу ω_s , підінтегральні вирази не містять постійних складових.

Для задач оперативного управління електроенергетичними об'єктами, контролю якості електроенергії, моніторингу режиму найважливішою є інформація про значення перших гармонік фазних струмів і напруг. За їх ортогональними складовими визначають амплітуди і кути сигналів, активні та реактивні потужності, частоту, симетричні складові струму та напруги шляхом переходу від фазних до симетричних координат, частину параметрів якості електроенергії тощо. Відповідно і похибки визначення цих величин визначаються похибками обчислення ортогональних складових перших гармонік вхідних сигналів.

Список літератури

1. Праховник А.В., Волошко А.В., Гузенфельд З.М. Влияние нестабильности частоты сети на точность измерения количественных и качественных характеристик электропотребления // Изв. вузов СССР: Энергетика. – 1988. – № 4. – С. 3-9.
2. Кучумов Л.А., Кузнецов А.А., Сапунов М.В. Вопросы измерения параметров электрических режимов и гармонических спектров в сетях с резкопеременной и нелинейной нагрузками // Пром. энергетика. – 2005. – №3. – С. 44-48.
3. Стогний Б.С., Ущатовский К.В., Мольков А.Н., Сопель М. Ф., Павловский В.В., Пилипенко Ю.В. Система глобального мониторинга, синхронизации и регистрации системных параметров ОЭС Украины - основа нового качества автоматизированного и оперативного управления // Энергетика та електрифікація. – 2006. – №4. – С. 8-11.