

**ДОСЛІДЖЕННЯ СИГНАЛУ НА ВИХОДІ АКТИВНОГО МОДУЛЯ
ТРАНСФОРМАТОРА ЗМІННОГО СТРУМУ**

Для аналізу несиметрії величин фазних або лінійних напруг трифазної силової мережі на кафедрі електромеханіки Криворізького національного університету розроблено відповідний лабораторний стенд. Для вимірювання напруги та передачі її в мікроконтролер пропонується використання активного модуля трансформатора змінного струму. Такий модуль забезпечує безпосереднє вимірювання напруги, гальванічне розв'язання кіл силової мережі та мікроконтролера, а також перетворення виміряної напруги в однополярну та узгоджену за рівнем для можливості опрацювання її аналого-цифровим перетворювачем мікроконтролера.

Планується використати в стенді активний модуль трансформатора змінного струму на базі мікросхеми LM358 з наступними характеристиками: номінальний вхідний струм 2 мА, лінійний діапазон вхідної напруги від 0 до 1000 В, напруга ізоляції 4000 В, напруга живлення від 5 до 30 В, вихідна напруга $1/2 V_{CC}$. При попередньому аналізі компонентів стенду було виявлено спотворення вихідного сигналу активного модуля, що скоріше за все обумовлено наявністю операційного підсилювача. Таке зашумлення спотворює потрібні виміри. На жаль, альтернативи такому модулю на ринку немає. Використання окремих елементів промислового рівня значно ускладнить схему пристрою та підвищить його вартість. Більш привабливим виглядає фільтрація вихідного сигналу датчика. Оскільки пристрій оснований на використанні мікроконтролера, має сенс прийняти цифрову, а не аналогову фільтрацію.

Для аналізу сигналу був використаний цифровий реєстратор «Визир-3», який дозволяє реєструвати та переглядати до 14-ти універсальних аналогових та до 8 релейних електричних сигналів. Максимальна частота знімання становить 40 кГц, мінімальна 1 Гц. Дванадцятибітний високошвидкісний АЦП дозволяє отримати високу точність оцифрування сигналу. Для вибору конкретного фільтра існуючого датчика було прийняте рішення створити програму, яка приймає виміряну напругу, обробляє сигнал та фільтрує її. Для створення цієї програми застосована платформа для програмування технічних обчислень Matlab. У програмі передбачено використання наступних фільтрів: ковзне середнє, експоненціальне ковзне середнє, медіанний фільтр (3 точки), фільтр одноразового диференціювання, фільтр Баттерворта (IIR), фільтр Калмана, фільтр Савіцького-Голая, рекурсивний медіанний фільтр, фільтр Гауса.

Програма дозволяє обрати конкретний фільтр для обробки вхідного сигналу. Сигнал з датчика подається на вхід АЦП мікроконтролера, а потім у цифровому вигляді передається до персонального комп'ютера для подальшої передачі її в Matlab. Для зв'язку мікроконтролера з комп'ютером через стандартний послідовний інтерфейс UART використовується модуль перетворювача UART-USB з відповідним драйвером. Matlab дозволяє вводити дані через віртуальний СОМ-порт, який створюється при підключенні до відповідного перетворювача. Програма при запуску в діалоговому вікні запитує, який використовувати СОМ-порт. Після вибору відповідного порту з мікроконтролера зчитуються дані вимірювання за період напруги силової мережі (50 Гц, 0,02 с) та оброблюються. В програмі передбачена візуалізація отриманих результатів, яка дозволяє побачити результати фільтрації та порівняти їх з необробленим сигналом. На екрані відображаються результати фільтрації для виміряних значень та для двополярного сигналу зі збіраною постійною складовою.

Також в програмі реалізовано розрахунки середньоквадратичного значення сигналу та його амплітуди для необробленого та фільтрованого сигналів. Для можливості візуального порівняння ефективності різних фільтрів передбачено зберігання в файлі отриманих результатів. Розроблену програму планується використовувати при проведенні лабораторних та практичних занять з дисципліни «Мікропроцесорні системи обробки та відображення інформації».

Список літератури

1. Oppenheim A.V., Schaffer R.W. Discrete-Time Signal Processing. 3rd ed. Pearson, 2010. 1132 p.
2. Олійник В.В. Цифрова обробка сигналів: навч. посіб. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2018. 300 с.