

РОЗРОБЛЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИКИ АВТОНОМНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ «АСИНХРОННИЙ ЕЛЕКТРОДВИГУН – ДВИГУН ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ»

В умовах ведення терористичних атак російської федерації по енергетичних об'єктах України і введенням аварійних відключень постачання електроенергії актуальною інженерною задачею стала розробка автономних джерел живлення та систем керування цими об'єктами.

Однією з типових конфігурацій автономних джерел живлення є комбінація двигуна внутрішнього згорання, як джерела механічної енергії та асинхронного електродвигуна, який виконує роль генератора змінної напруги. При підключенні до генератора пристроїв, які споживають велику кількість електроенергії збільшується навантаження генератора, що призводить до зменшення швидкості обертання і падіння частоти генерованої напруги. Цей ефект може призвести до зниження ефективності електричних пристроїв або їхнього пошкодження.

Для забезпечення постійної частоти генерованої напруги нами було запропоновано конфігурацію системи автоматичного керування, яка б змінювала рівень подачі повітря і палива в двигун внутрішнього згорання, шляхом керування виконавчим механізмом за допомогою серводвигуна. Система керування складається з кількох основних компонентів: плата керування Arduino Nano, датчик струму змінної напруги ZMPT101B-Modul 195-250VAC, серводвигун MG995.

Алгоритм роботи системи складається з кількох кроків:

1. Вимірювання частоти згенерованої змінної напруги.
2. Генерації сигналу керування за допомогою програмної реалізації ПІД-регулятора у вигляді кута повороту серводвигуна.
3. Подачі сигналу керування на серводвигун.

Розглянемо детально реалізацію кожного кроку. Перший крок полягає у забезпеченні вимірювання частоти генерованої змінної напруги із використанням датчику струму змінної напруги ZMPT101B-Modul 195-250VAC. Програмна реалізація можливості вимірювання частоти розглянута в статті «How to measure AC Frequency with Arduino?» [1]. Дана реалізація була протестована і взята за основу вимірювання частоти зі зміною параметру expected Frequency, який за замовчуванням дорівнює 50, що дозволяло отримувати значення частоти генерованої напруги раз в

секунду. Для пришвидшення оцінки частоти значення даного параметру було зменшено до 10, що дозволило отримувати дані про частоту раз в 200 мілісекунд.

Для реалізації генерації сигналу керування за допомогою моделі ПІД-регулятора, нами було використано бібліотеку Arduino-PID-Library[2], що дозволяє розрахувати значення кута повороту серводвигуна у відповідності до значень частоти згенерованої напруги. Дана бібліотека використовує об'єктно-орієнтовану парадигму і для генерації значення сигналу керування спершу необхідно створити об'єкт класу PID, ініціалізація якого відбувається із вказанням коефіцієнтів ПІД-регулятора, а також посилення на змінні, які характеризують вхідний сигнал, сигнал керування, а також бажане значення. У програмній реалізації також відбувається масштабування даних між значеннями частоти генерованої напруги та кутом повороту серводвигуна. Також кути повороту серводвигуна обмежують мінімальним та максимальним можливим кутом повороту, що дозволяє обмежити перерегулювання і надмірну зміну подачі палива та повітря до двигуна внутрішнього згорання. Значення бажаної частоти напруги має відповідати значенню кута повороту серводвигуна між мінімальним та максимальним кутом повороту. Мінімальний та максимальний, а також кут повороту, який відповідає бажаній частоті генерованої напруги встановлюється відповідно до механічної конструкції регулятора подачі палива та повітря до двигуна внутрішнього згорання.

Забезпечення здійснення повороту серводвигуна програмно реалізовується із використанням бібліотеки Servo[3]. При ініціалізації об'єкту Servo рекомендується вказувати мінімальну та максимальну тривалість імпульсів широтно-імпульсної модуляції, що відповідають крайнім значенням кутів поворотів.

Визначення параметрів ПІД-регулятора відбувається в процесі відлагодження системи, з урахуванням чуттєвості механізму подачі пального та повітря до двигуна внутрішнього згорання. Протягом процесу підбору параметрів також використовувалась можливість відслідковування зміни параметрів Input, Output за допомогою передачі даних за допомогою протоколу послідовного порту та відображення їх у вигляді часових характеристик. У лабораторних умовах для моделювання зміни частоти генерованої напруги було використано потенціометр, дані з якого було масштабовано до діапазону від 10 до 70 Гц.

Література

1. How to measure AC Frequency with Arduino? [Електронний ресурс] // Solarduino. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://solarduino.com/how-to-measure-ac-voltage-with-arduino/>.
2. Arduino-PID-Library [Електронний ресурс]. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://github.com/br3ttb/Arduino-PID-Library>.
3. Servo [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.arduino.cc/reference/en/libraries/servo/>.