

УДК 621.865

Ткачук А.Г., к.т.н, доцент

А.Р. Кравчук, PhD

Покляченко О.В., аспірант

Скударнов Б.С., здобувач

Державний університет «Житомирська політехніка»

ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ТЕРМОРЕГУЛЯЦІЇ ДЛЯ РОБОТИЗОВАНОЇ ПЛАТФОРМИ

У роботі розглянуто підхід до проєктування інтегрованої системи енергозабезпечення та терморегуляції для мобільної роботизованої платформи, призначеної для роботи в умовах значних коливань температури та нерівномірного навантаження на силові й сенсорні модулі. Актуальність дослідження зумовлена стрімким розширенням сфер застосування наземних роботизованих систем, що виконують завдання підвищеної відповідальності у складних експлуатаційних умовах. У військовій сфері мобільні платформи застосовуються для розвідки, транспортування вантажів, підтримки автономних або дистанційно керованих операцій із підвищеним рівнем ризику для особового складу. В інспекційних роботизованих системах необхідність тривалої автономної роботи та стабільного температурного режиму визначає здатність виконувати моніторинг критичної інфраструктури, технічні огляди або діагностику небезпечних об'єктів. В аварійно-рятувальних сценаріях наявність ефективної енергосистеми є ключовою умовою для забезпечення роботи сенсорних модулів, тепловізорів, систем зв'язку та навігації, що дозволяє роботам виконувати завдання у зонах із обмеженим доступом, токсичним середовищем чи високою ймовірністю повторних руйнувань.

Система енергозабезпечення розглядається як комплекс, що включає акумуляторний блок, модуль керування живленням та силову електроніку. Однією з ключових задач є забезпечення оптимального балансу між енергомісткістю батарейного масиву, масо-габаритними характеристиками платформи та тривалістю автономної роботи. Окрему увагу приділено питанням стабілізації напруги для високочутливих сенсорних модулів, а також захисту силових ліній від перевантаження, коротких замикань і температурних аномалій. Застосування інтелектуальних алгоритмів керування дає змогу прогнозувати споживання енергії залежно від зміни рельєфу, швидкості руху та характеру активних підсистем [1-5].

Система терморегуляції передбачає підтримання робочого діапазону температур для акумуляторів, електроприводів і сенсорних елементів. До її складу входять пасивні та активні компоненти: тепловідвідні елементи, вентиляторні модулі, термоізоляційні матеріали та датчики температури з високою швидкістю. Описано методи оцінювання теплових потоків та моделювання процесів нагрівання під час інтенсивного навантаження. Розроблена концепція враховує можливість роботи в умовах низьких температур, де виникає потреба в попередньому підігріві акумуляторного блоку для запобігання втраті ємності та деградації елементів живлення.

Особлива увага приділяється живленню сенсорного комплексу, до якого входять тепловізор, камера нічного бачення, газоаналізатори, радіаційні датчики та модулі аудіоаналізу. Ці елементи мають низькі допустимі межі коливань напруги та чутливі до імпульсних перешкод.

Для забезпечення стабільності напруги застосовуються такі технічні рішення:

1. Використання багатоступеневих DC/DC-перетворювачів.
2. Ізоляція сенсорних контурів живлення.
3. Алгоритми динамічної компенсації напруги.
4. Терморегуляція в умовах динамічних навантажень.
5. Взаємодія енергетичної та термічної систем з обчислювальним модулем.

Запропонована система енергозабезпечення та терморегуляції забезпечує безперервне й стабільне функціонування роботизованої платформи у широкому діапазоні зовнішніх умов. Особливу увагу приділено стабілізації напруги для високоточних сенсорних модулів.

Список використаних джерел:

1. Chenrui Hu, Optimization Design and Energy Efficiency Management of Robot Power Systems. Academic Journal of Science and Technology, Vol.12, No.1, 2024.
2. Kowalski, G., Glowka, J., Maciaś, M., & Puchalski, S. (2017). Modular robotic system for forensic investigation support. In H. Bouma, F. Carlisle-Davies, R. J. Stokes, & Y. Yitzhaky (Eds.), Counterterrorism, Crime Fighting, Forensics, and Surveillance Technologies. SPIE. <https://doi.org/10.1117/12.2278735>
3. Li J, Murong Li JX, Lai B, et al. Wireless sensor network for indoor air quality monitoring. 2014, 4:6. DOI: 10.1016/j.medengphy.2011.10.011.
4. Lee, M.-F.R. & Nugroho, A., Intelligent Energy Management System for Mobile Robot. Sustainability, 2022.
5. R. Singh, Advanced Power Converters and Learning in Diverse Robotic Systems. Energies, 2023.