

ДОДАТОК А
Апробація результатів наукових досліджень

Способи удосконалення модуля автоматичного управління перетворювача напруги блоку живлення електроробочара

Дмитро Лобанов¹, Леонід Іванов¹

1. Кафедра КІТАР, Харківський національний університет радіоелектроніки, УКРАЇНА, Харків, пр. Науки, 14., email: dmytro.lobanov@nure.ua

1. Кафедра КІТАР, Харківський національний університет радіоелектроніки, УКРАЇНА, Харків, пр. Науки, 14., email: Leonid.ivanov@nure.ua

Анотація: у даній роботі розглядається питання удосконалення модуля автоматичного управління перетворювача напруги блоку живлення електроробочара. Технічні аспекти цього удосконалення включають оптимізацію топології інвертора, вибір та оптимізацію напівпровідникових компонентів, розробку системи терморегулювання та алгоритмів управління. Надійність та безпека також є важливими аспектами удосконалення, враховуючи створення систем автоматичного захисту та виявлення несправностей, а також дотримання стандартів електробезпеки та ізоляції небезпечних елементів.

Ключові слова: удосконалення, автоматичне управління, перетворювач напруги, блок живлення, електроробочар.

1. Вступ

Блок живлення — це вторинне джерело живлення, призначене для забезпечення живлення електроприладу електричною енергією, при відповідності вимогам її параметрів: напруги, струму тощо шляхом перетворення енергії інших джерел живлення [1].

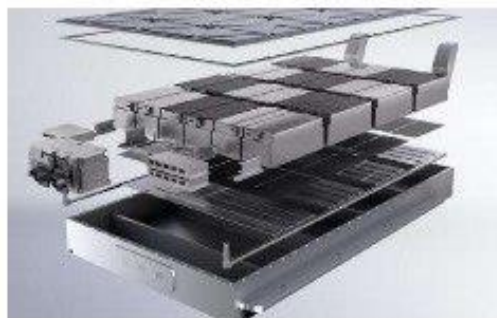


Рисунок 1. Сучасний блок живлення для електроробочарів фірми Aiways (КНР)

На рис.1 представлений зовнішній вигляд сучасної акумуляторної батареї (АКБ), яка використовується у якості блоку живлення для сучасних електроробочарів. Акумуляторна батарея фірми Aiways, ємність якої становить 63 кВтг, має сендвіч-структуру (тобто багатосаровий бутерброд): вона складається з осередків, радіатора системи охолодження та ізолюючої плити. І саме ізолююча плита виконує роль щита: вона розташовується між радіатором і осередками, і в разі деформації блоку не допускає протікання охолоджуючої рідини (холодоагенту).

Перетворювач напруги – це пристрій, за допомогою якого здійснюється перетворення електричної енергії для зарядження джерел живлення.

Принцип перетворення напруги наведено на рис.2.

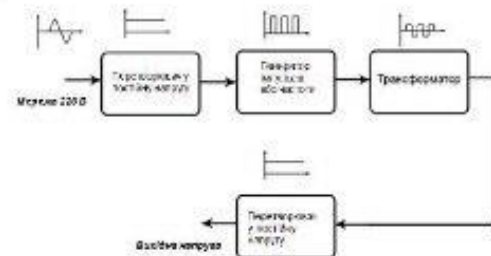


Рисунок 2. Функціональна схема простого перетворювача напруги

Перший блок здійснює перетворення змінної напруги мережі в постійну. Такий перетворювач складається з діодного мосту, що випрямляє змінну напругу, і конденсатора, що згладжує пульсації випрямленої напруги. У цьому блоці також знаходяться додаткові елементи: фільтри мережної напруги від пульсацій генератора імпульсів і термістори для згладжування стрибка струму в момент включення. Однак цих елементів може не бути з метою заощадження на собівартості.

Технічні аспекти удосконалення модуля автоматичного управління перетворювача напруги блоку живлення електроробочара включають в себе наступні пункти:

1. Оптимізація топології інвертора:
 - Розробка оптимальної електричної схеми інвертора для максимізації ефективності роботи та мінімізації втрат енергії.
 - Вибір типу інвертора (наприклад, однофазний або трифазний) відповідно до потреб системи.
2. Вибір та оптимізація напівпровідникових компонентів:
 - Вибір та оптимізація потужних транзисторів (наприклад, IGBT або MOSFET) для забезпечення високої продуктивності та надійності.
 - Розробка систем охолодження для ефективного відведення тепла від напівпровідникових компонентів.

3. Терморегулювання:
 - Розробка системи терморегулювання, яка контролює температуру перетворювача та компонентів для запобігання перегріву.
 - Використання термічних датчиків та систем охолодження для забезпечення оптимальної роботи.
4. Розробка алгоритмів управління:
 - Розробка високоєфективних алгоритмів керування, які дозволяють регулювати напругу та струм відповідно до вимог та режимів роботи.
 - Застосування алгоритмів модуляції (наприклад, PWM) для керування величиною та частотою напруги на виході.

II. Надійність та безпека

Надійність та безпека є критичними аспектами удосконалення модуля автоматичного управління перетворювача напруги блоку живлення електроробочара. Розглянемо ці аспекти більш детально:

1. Надійність модуля управління:
 - Забезпечення надійної роботи модуля у будь-яких умовах експлуатації та навантаження.
 - Проведення відповідних тестів щодо випадків викиду, перенавантаження та інші негативні впливи.
 2. Система автоматичного захисту:
 - Розробка системи, яка автоматично виявляє потенційно небезпечні ситуації, такі як перенавантаження, короткі замикання чи перегрів, і викликає модуль для запобігання аваріям.
 - Використання захисних реле, аварійних вимикачів та систем миттєвого відключення та використання засобу захисту від помилок та збоїв роботи програми.
 3. Електробезпека:
 - Дотримання стандартів електробезпеки, які забезпечують безпечну роботу модуля для операторів і обслуговуючого персоналу.
 - Захист від короткого замикання та ізоляція небезпечних елементів.
 4. Системи виявлення несправностей:
 - Включення системи виявлення несправностей, яка може вчасно виявляти і сигналізувати про проблеми у роботі модуля.
 - Використання сенсорів для вимірювання температури, струму, напруги та інших параметрів для виявлення аномалій.
- Енергоефективність грає важливу роль в роботі електроробочарів і є ключовим аспектом удосконалення модуля автоматичного управління перетворювача напруги. Забезпечення високої ефективності перетворення енергії має кілька ключових переваг:
1. Збільшення діапазону роботи: Підвищення енергоефективності дозволяє електроробочару працювати на одному заряді більшу кількість годин, що покращує його продуктивність та здатність до виконання завдань.
 2. Зменшення витрат пального:

Зниження споживання електроенергії або збільшення ефективності використання дозволяє зменшити витрати на електроенергію та збільшити відстань, яку можна подолати на одному заряді блоку акумуляторів.

3. Екологічна безпека: Відсутність викидів CO₂ та інших шкідливих речовин при збільшенні ефективності допомагає знизити негативний вплив на довкілля та сприяє створенню більш екологічно чистого транспорту.

Для забезпечення енергоефективності модуля автоматичного управління перетворювача напруги можна вжити такі заходи:

1. Оптимізація перетворювача: Розробка та використання оптимальних топологій та компонентів для мінімізації втрат при перетворенні електроенергії.
 2. Регенерація енергії: Використання систем рекуперативної енергії для збереження енергії під час гальмування та сповільнення і подальше використання її.
 3. Керування струмом та напругою: Використання алгоритмів керування, які дозволяють точно контролювати струм та напругу в системі.
 4. Системи охолодження: Забезпечення ефективного охолодження компонентів, що працюють при високих навантаженнях, для зменшення термічних втрат.
 4. Системи діагностики: Використання систем моніторингу та діагностики, які дозволяють виявляти несправності та оптимізувати роботу.
 5. Інтеграція з іншими системами: Оптиміальна взаємодія модуля управління з іншими системами, такими як система управління двигуном та система рекуперативної енергії.
- Забезпечення високої енергоефективності є важливим завданням для підвищення конкурентоспроможності та сталості електроробочарів у сучасному електричному транспорті.

III. Інтеграція модуля

Діагностика та моніторинг є важливою частиною модуля автоматичного управління перетворювача напруги блоку живлення електроробочара. Ця система надає інформацію про стан модуля та допомагає операторам та обслуговуючому персоналу вчасно виявляти та усувати проблеми. Розглянемо цей аспект більш детально:

1. Система моніторингу:
 - включення сенсорів та датчиків, які надають інформацію про робочі параметри модуля управління, такі як температура, струм, напруга, частота та інші.
 - використання систем збору даних для запису та аналізу параметрів роботи в реальному часі.
2. Діагностика несправностей:
 - розробка алгоритмів діагностики, які автоматично виявляють та сигналізують про можливі несправності в модулі.

- включення системи виявлення коротких замикань, перевантажень, надмірної температури та інших проблем.

3. Система віддаленого моніторингу:

- забезпечення можливості віддаленого моніторингу параметрів роботи модуля управління за допомогою мережі зв'язку.

- віддалений доступ до даних моніторингу для операторів, обслуговуючого персоналу та інженерів для вчасної реакції на проблеми.

4. Інформаційні панелі та сигналізація:

- встановлення інформаційних панелей та світлової/звукової сигналізації для операторів та обслуговуючого персоналу, які надають інформацію про стан системи.

5. Запис подій та журналів:

- зберігання даних про події та стан модуля управління для подальшого аналізу та відстеження роботи системи в часі.

Відповідність стандартам електробезпеки та екологічних вимог є ще однією важливою частиною розробки модуля управління. Дотримання цих стандартів забезпечує безпеку роботи та відповідність всім необхідним нормативам та законодавству. Основні аспекти в цьому контексті включають:

1. Електробезпеку:

- дотримання стандартів безпеки електричних пристроїв та перетворювачів напруги.

- відповідність вимогам ізоляції, заземлення та захисту від коротких замикань.

2. Екологічну безпеку:

- забезпечення відповідності вимогам щодо обмеження викидів шкідливих речовин та впливу на довкілля.

- врахування аспектів вторинної обробки та утилізації в разі викидів або відходів.

3. Стандарти якості:

- дотримання стандартів якості виробництва та контролю за процесами.

Дотримання цих стандартів є обов'язковим для забезпечення безпеки та якості роботи модуля управління та електроробочара загалом.

IV. Інтеграція системи

Інтеграція системи управління є важливою частиною розробки та удосконалення модуля автоматичного управління перетворювача напруги блоку живлення електроробочара. Ця інтеграція дозволяє забезпечити взаємодію модуля з іншими компонентами та системами електроробочара. Розглянемо цей аспект детальніше:

1. Система управління двигуном:

- інтеграція модуля управління з системою управління двигуном дозволяє забезпечити точне та координоване керування рухом транспортного засобу.

- взаємодія з системами регулювання швидкості, напрямку та іншими параметрами руху.

2. Система рекуперативної енергії:

- інтеграція з системою рекуперативної енергії для збере-

ження та використання втраченої енергії при гальмуванні та сповільненні.

- оптимальне керування процесами зарядки та розрядки батарей електроробочара.

3. Система енергозбереження:

- взаємодія з системами енергозбереження для оптимального використання енергії та ефективного режиму роботи.

- вимкнення або зниження потужності модуля управління в режимах, коли це необхідно для економії енергії.

4. Системи безпеки та моніторингу:

- інтеграція з системами моніторингу та діагностики, які надають інформацію про стан модуля управління та інших систем електроробочара.

- взаємодія з системами безпеки для виявлення небезпечних ситуацій та аварій.

5. Керування електронікою автомобіля:

- інтеграція модуля з системами електроніки автомобіля, такими як системи керування підвіскою, системи безпеки, аудіосистеми та інші.

- взаємодія з елементами інтерфейсу, такими як кермо, педалі газу та гальма.

6. Система навігації та автономного керування (за наявності):

- інтеграція з системою навігації та автономного керування, яка дозволяє електроробочарові автоматично керувати маршрутом та виконувати завдання без втручання оператора.

- взаємодія з системами GPS та іншими сенсорами для точної локації та навігації.

7. Система комунікації:

- забезпечення можливості обміну даними з іншими елементами системи та віддалений моніторинг та керування через мережу зв'язку.

- взаємодія з системами зв'язку та передачі даних для обміну інформацією.

Інтеграція системи управління дозволяє створити злагоджений та ефективний механізм керування електроробочаром, який враховує всі аспекти його роботи та взаємодіє з іншими системами для досягнення оптимальних результатів.

Перелік посилань

- [1] Невлюдов І.Ш. Автоматизована система керування технологічними процесами в SCADA системі TRACE MODE 6: Навчальний посібник / І.Ш. Невлюдов, А.О. Андрусевич, В.В. Євсєєв, С.С. Максимова, М.Г. Стародубцев, В.В.Невлюдова. Кривий Пир: Криворізький коледж НАУ, 2018. 320 с.
- [2] Моделі та методи кіберфізичних виробничих систем в концепції Industry 4.0 : монографія / І. Ш. Невлюдов, В. В. Євсєєв, А. О. Андрусевич, С. С. Максимова ; – Oktan Print – Prague. 2023. – 321 с.
- [3] Attar, H., & et al. (2022). Control System Development and Implementation of a CNC Laser Engraver for Environmental Use with Remote Imaging. Computational Intelligence and Neuroscience, 2022, Article ID 9140156, <https://doi.org/10.1155/2022/9140156>.

ДОДАТОК Б

Відомість кваліфікаційної роботи

