

M&MS 2023, 19-20 October, Kharkiv, UKRAINE



VII International Conference
MANUFACTURING
&
MECHATRONIC
SYSTEMS

УДК: 005:004.896:62-65:338.3

Виробництво & Мехатронні Системи 2023: матеріали VII-ої Міжнародної конференції, Харків, 19-20 жовтня 2023 р.: тези доповідей / [редкол. І.Ш. Невлюдов (відповідальний редактор)].-Харків: [електронний друк], 2023 - 163с.

У збірник включені тези доповідей, які присвячені сучасним тенденціям розвитку технологій та засобів виробництва та мехатронних систем, передовому досвіду та впровадженню їх в галузях систем промислової автоматизації та керування виробництвом; системній інженерії; CAD/CAM/CAE системах; мехатроніці (електро-механічних системах, електронних інструментах систем керування, механічних CAD системах); робототехніці та засобах інтелектуалізації; MEMS (сучасних матеріалів та технологіях виготовлення MEMS) та компонентах і технологіях автоматизації видобутку, переробки та транспортування нафти та газу.

Редакційна колегія: І.Ш. Невлюдов, В.В. Євсєєв.

Manufacturing & Mechatronic Systems 2023: Proceedings of VIIst International Conference, Kharkiv, October 19-20, 2023: Theses of Reports / [Ed. I.Sh. Nevlyudov (chief editor).] .- Kharkiv .: [electronic version], 2023. - 163 p.

The collection includes the theses of reports on modern trends in the development of technologies and means of production and mechatronic systems, top experience and implementation of them in fields of: industrial automation and production management systems; systems engineering; CAD/CAM/CAE systems; mechatronics (electrical and mechanical systems, electronic control tools, mechanical CAD systems); robotics and intellectual tools; MEMS (modern materials and manufacturing technologies MEMS) and components and technologies for the automation of oil, gas and oil extraction, processing and transportation.

Editorial board: Igor.Sh. Nevlyudov, Vladyslav.V. Yevsieiev

© Кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій,
автоматизації та робототехніки (KITAP),
ХНУРЕ,2023

Міністерство освіти і науки України (МОНУ)
Харківський національний університет радіоелектроніки (ХНУРЕ)
Варшавський університет сільського господарства (WULS - SGGW)
Азербайджанський державний університет нафти і промисловості
Національний університет «Львівська політехніка»
Festo Didactic Україна
Jabil Circuit Ukraine Limited
ТОВ «Науково-виробниче підприємство «УКРІНТЕХ»»
Факультет автоматики і комп'ютеризованих технологій (АКТ)
Кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КІТАР),
Державне підприємство «Науково-дослідний технологічний інститут приладобудування»
Державне підприємство «Південний державний проектно-конструкторський та науково-дослідний інститут авіаційної промисловості»

МАТЕРІАЛИ

VII-ої Міжнародної Конференції
ВИРОБНИЦТВО
&
МЕХАТРОННІ СИСТЕМИ 2023
(19-20 жовтня 2023)
Харків, Україна



ОРГАНІЗАТОРИ



Міністерство
освіти і науки
України

Міністерство освіти і науки України (МОНУ)
The Ministry of Education and Science of Ukraine



NURE
Kharkiv National University
of Radioelectronics

Харківський національний університет
радіоелектроніки (ХНУРЕ)

Kharkiv National University of Radioelectronics



**WARSAW UNIVERSITY
OF LIFE SCIENCES
- SGGW**

Варшавський університет сільського
господарства (WULS - SGGW)

Warsaw University of Life Sciences WULS - SGGW



Азербайджанський державний університет
нафти і промисловості

Azerbaijan State Oil and Industry University



Festo Didactic Україна

Festo Didactic Ukraine



ТОВ «Науково-виробниче підприємство
«УКРІНТЕХ»»

Research and Production Enterprise
"UKRINTECH" Ltd



Національний університет «Львівська
політехніка»

National University Lviv Polytechnic

Державне підприємство «Харківський науково-
дослідний інститут технології машинобудуван-
ня», м. Харків, Україна

State Enterprise «Kharkiv Scientific-Research
Institute of Mechanical Engineering Technology»,
Kharkiv, Ukraine



Державне підприємство «Південний державний
проектно-конструкторський та науково-
дослідний інститут авіаційної промисловості»,
м. Харків, Україна

State Enterprise «National Design & Research
Institute of Aerospace Industries», Kharkiv,
Ukraine



Jabil Circuit Ukraine Limited

КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

МІЖНАРОДНИЙ ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

- Ігор Шакирович Невлюдов** голова комітету конференції, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КІТАР), Харківського національного університету радіоелектроніки, Україна
- Олександр Іванович Филипенко** заступник голови комітету конференції, доктор технічних наук, професор, декан факультету Автоматики і комп'ютеризованих технологій (АКТ), Харківського національного університету радіоелектроніки, Україна.
- Мурад Анвер огли Омаров** доктор технічних наук, професор, проректор з міжнародного співробітництва, Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна
- Владислав В'ячеславович Євсєєв** секретар, доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КІТАР), Харківського національного університету радіоелектроніки, Україна.
- Andrzej Chochowski** доктор технічних наук, професор Варшавського університету сільського господарства (WULS - SGGW), Польща
- Pawel Obstawski** доктор технічних наук, професор Варшавського університету сільського господарства (WULS - SGGW), Польща.
- Сергій Богомолів** лектор/доцент, доктор філософії (комп'ютерні науки), Дослідницька школа комп'ютерних наук, Коледж інженерії та комп'ютерних наук, Австралійський національний університет, Австралія.
- Микола Васильович Замірець** доктор технічних наук, професор, директор Державного підприємства Науково-дослідного технологічного інституту приладобудування, Україна
- Михайло Васильович Лобур** доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри систем автоматизованого проектування Національного університету «Львівська політехніка», Україна.
- Євген Сергійович Риженко** керівник відділу дидактики ДП «Фесто», Україна
- Сергій Володимирович Демченко** директор ТОВ «Науково-виробничого підприємства «УКРІНТЕХ»», Україна.

- Самед Імамалі огли Юсіфов** кандидат технічних наук, доцент, декан факультету інформаційних технологій та управління, Азербайджанський державний університет нафти і промисловості, Азербайджан.
- Фарід Гаджі огли Агасв** кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри управління та системної інженерії, Азербайджанський державний університет нафти і промисловості, Азербайджан.
- Віктор Васильович Косенко** доктор технічних наук, доцент, директор Державного підприємства «Харківського науково-дослідного інституту технології машинобудування», Україна.
- Володимир Вікторович Козирський** доктор технічних наук, професор, директор Навчально-наукового інституту енергетики, автоматики та енергозбереження, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна.
- Віталій Пилипович Лисенко** доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автоматики та робототехнічних систем ім. акад. І.І. Мартиненка, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна.
- Юрій Францевич Зіньковський** доктор технічних наук, професор кафедри радіоконструювання і виробництва радіоапаратури, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна.
- Володимир Митрофанович Свищ** доктор технічних наук, професор, радник директора Державного науково-виробничого підприємства «Об'єднання Комунар», Україна.
- Віталій Євгенович Овчаренко** доктор технічних наук, професор, заступник директора з наукової роботи Державного підприємства «Науково-дослідний технологічний інститут приладобудування», Україна.
- Лариса Сергіївна Глоба** доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інформаційно-комунікаційних мереж, Інститут телекомунікаційних систем Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна.
- Анатолій Олександрович Андрусевич** доктор технічних наук, професор, начальник Криворізького коледжу Національного авіаційного університету, Україна.
- Роман Володимирович Артюх** кандидат технічних наук, директор Державного підприємства «Південний державний проектно-конструкторський інститут авіаційної промисловості», Україна.

- Glen Kurtwitz** генеральний менеджер Titan Machinery Limited, Шотландія.
- Liu Shan** генеральний менеджер Titan Machinery Limited, Китай.
- Володимир Андрійович Павлиш** кандидат технічних наук, професор, перший проректор Національного університету «Львівська політехніка», Україна
- Сергій Іванович Осадчий** доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автоматизації виробничих процесів, Центральноукраїнський національний технічний університет, м.Кропивницький, Україна.
- Анатолій Афанасійович Єфіменко** доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри електронних засобів та інформаційно-комп'ютерних технологій, Одеський національний політехнічний університет, Україна
- Анатолій Петрович Ладанюк** доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автоматизації та інтелектуальних систем, Національний університет харчових технологій, Україна.
- Володимир Михайлович Решетюк** кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматики та робототехнічних систем ім. акад. І.І. Мартиненка, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна.

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

- Олександр Михайлович Цимбал** заступник голови конференції з організаційних питань, доктор технічних наук, професор комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (KITAP), Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.
- Сергій Павлович Новоселов** кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (KITAP), Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.
- Євген Анатолійович Разумов-Фризюк** кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (KITAP), Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.
- Наталія Павлівна Демська** кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (KITAP), Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.

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.

I. 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].

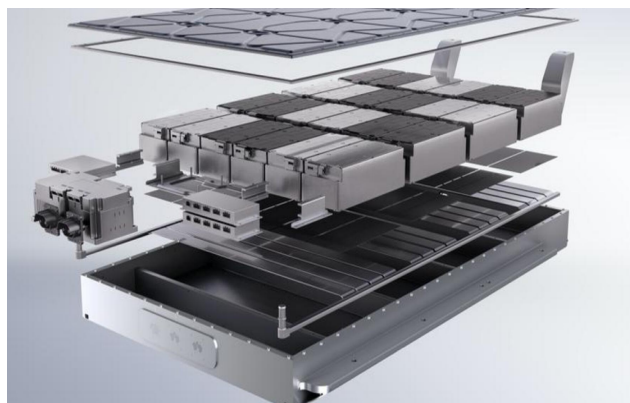


Рисунок 1. Сучасний блок живлення для електроробочарів фірми Aiways (КНР)

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 багаточаровий 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.

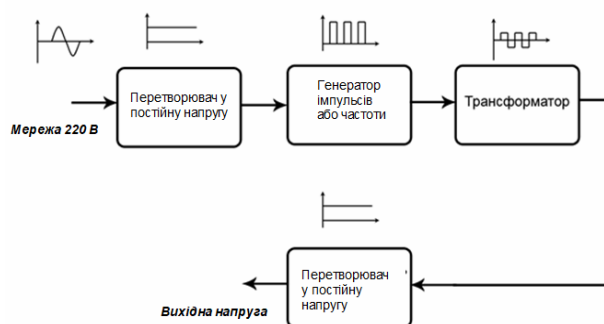


Рисунок 2. Функціональна схема простого перетворювача напруги

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 мережевої 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 високоефективних 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 перевантаження, короткі замикання чи перегрів, і виключає 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 рекуперації 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:

Оптимальна взаємодія модуля управління з іншими системами, такими як система управління двигуном та система рекуперації 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 рекуперації енергії:

– інтеграція з системою рекуперації 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 підвіски, 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 Ріг: 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>.