

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МІЖНАРОДНИЙ ГУМАНІТАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МІЖНАРОДНА КОНФЕРЕНЦІЯ

ПЕРЕДОВІ ТЕХНОЛОГІЇ В ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІЙ ІНЖЕНЕРІЇ (ATICE'2025)

ОДЕСА, УКРАЇНА, 18 ЛИПНЯ 2025 Р.

МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ

ОДЕСА

2025

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
INTERNATIONAL HUMANITARIAN UNIVERSITY

INTERNATIONAL CONFERENCE

ADVANCED TECHNOLOGY

IN INFORMATION AND COMMUNICATION

ENGINEERING

(ATICE'2025)

ODESA, UKRAINE, JULY 18, 2025

CONFERENCE PROCEEDINGS

ODESA

2025

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МІЖНАРОДНИЙ ГУМАНІТАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**ПЕРЕДОВІ ТЕХНОЛОГІЇ
В ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІЙ
ІНЖЕНЕРІЇ
МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ**

Одеса, Україна, 18 липня 2025 р.



Видавничий дім
«Гельветика»
2025

**MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
INTERNATIONAL HUMANITARIAN UNIVERSITY**

**International Conference “Advanced Technology in
Information and Communication Engineering”
(ATICE’2025)**

Odesa, Ukraine, July 18, 2025

Conference Proceedings



Видавничий дім
«Гельветика»
2025

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МІЖНАРОДНИЙ ГУМАНІТАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Міжнародна конференція «Передові технології
в інформаційно-комунікаційній інженерії»
(ПТІКІ'2025)**

Одеса, Україна, 18 липня 2025 р.

Матеріали конференції



Видавничий дім
«Гельветика»
2025

International Conference “Advanced Technology in Information and Communication Engineering” (ATICE'2025): Conference Proceedings. Odesa : International humanitarian university, 2025, 123 p.

DOI:

Міжнародна конференція «Передові технології в інформаційно-комунікаційній інженерії» (ATICE'2025): Матеріали конференції. Міжнародний гуманітарний університет, 2025. – Одеса: Видавничий дім «Гельветика», 2025. – 123 с.

ISBN 978-617-554-582-9

Збірка містить праці Міжнародної конференції з інформаційних систем, технологій захисту інформації, використання сучасних інформаційних технологій в управлінні системами за різними галузями народного господарства.

Матеріали публікуються в авторській редакції.

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Голова

КІВАЛОВ С.В. – д.т.н., проф., Міжнародний гуманітарний університет, м.Одеса, Україна.

Співголови

СТРЕЛКОВСЬКА І.В. – д.т.н., проф., Міжнародний гуманітарний університет, м.Одеса, Україна.

УРИВСЬКИЙ Л.О. – д.т.н., проф., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м.Київ, Україна.

Члени організаційного комітету

БЕРКМАН Л.Н. – д.т.н., проф., Державний університет телекомунікацій, м.Київ, Україна.

КЛИМАШ М.М. – д.т.н., проф., Національний університет «Львівська політехніка», м.Львів, Україна.

ЛЕМЕШКО А. В. – д.т.н., проф., Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків, Україна.

РОЗЕНВАССЕР Д.М. – к.т.н., доц., Міжнародний гуманітарний університет, м.Одеса, Україна.

РИХЛІК А. – к.т.н., Лодзький технічний університет, м.Лодзь, Польща

СЕМЕНКО А.І. – д.т.н., проф., Національний авіаційний університет, Київ, Україна.

СІМЕНС Е. – д.т.н., проф., Анхальтський університет прикладних наук, м.Кетен, Німеччина.

СОЛОВСЬКА І.М. – к.т.н., доц., Міжнародний гуманітарний університет, м.Одеса, Україна.

СУНДУЧКОВ К.С. – д.т.н., проф., Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна.

РЕДАКЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

СОЛОВСЬКА І.М. – к.т.н., доц., Міжнародний гуманітарний університет, м.Одеса, Україна.

РОЗЕНВАССЕР Д.М. – к.т.н., доц., Міжнародний гуманітарний університет, м.Одеса, Україна.

КОМІТЕТ МІЖНАРОДНИХ ЗВ'ЯЗКІВ

СТРЕЛКОВСЬКА І.В. – д.т.н., проф., Міжнародний гуманітарний університет, м.Одеса, Україна.

ГЛОБА Л. С. – д.т.н., проф., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м.Київ, Україна.

ВЧЕНИЙ СЕКРЕТАР

СОЛОВСЬКА І.М. – к.т.н., доц., Міжнародний гуманітарний університет, м.Одеса, Україна.

ГРИГОР'ЄВА Т.І. – к.т.н., доц., Міжнародний гуманітарний університет, м.Одеса, Україна.

ТЕХНІЧНО-ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

СТРЕЛКОВСЬКА І.В. – д.т.н., проф., Міжнародний гуманітарний університет, м.Одеса, Україна.

УРИВСЬКИЙ Л.О. – д.т.н., проф., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м.Київ, Україна.

ГЛОБА Л.С. – д.т.н., проф., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м.Київ, Україна.

СЕКЦІЇ

СЕКЦІЯ 1. ІНЖЕНЕРІЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

СТРЕЛКОВСЬКА І.В. – д.т.н., проф., Міжнародний гуманітарний університет, м.Одеса, Україна.

ГЛОБА Л.С. – д.т.н., проф., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м.Київ, Україна.

ГРИГОР'ЄВА Т.І. – к.т.н., доц., Міжнародний гуманітарний університет, м.Одеса, Україна.

СЕКЦІЯ 2. КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ ТА КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ

МІРОШНИК М.А. – д.т.н., проф., Міжнародний гуманітарний університет, м.Одеса, Україна.

СОЛОВСЬКА І.М. – к.т.н., доц., Міжнародний гуманітарний університет, м.Одеса, Україна.

РУСУ О.П. – к.т.н., доц., Міжнародний гуманітарний університет, м.Одеса, Україна.

СЕКЦІЯ 3. КІБЕРБЕЗПЕКА ТА ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ

ЛУНТОВСЬКИЙ А.О. – д.т.н., проф., Державна академія Саксонії «Беруфсакадемія», м. Дрезден, Німеччина.

ЙОНА Л.Г. – к.т.н., доц., Міжнародний гуманітарний університет, Одеса, Україна.

МАНЬКО Д.Г. – д.ю.н., проф., Міжнародний гуманітарний університет, м.Одеса, Україна.

СЕКЦІЯ 4. ЕЛЕКТРОННІ КОМУНІКАЦІЇ ТА РАДІОТЕХНІКА

УРИВСЬКИЙ Л.О. – д.т.н., проф., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м.Київ, Україна.

ЛЕМЕСЬКО А.В. – д.т.н., проф., Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків, Україна.

ПЕДЯШ В.В. – к.т.н., доц., Міжнародний гуманітарний університет, м.Одеса, Україна.

СЕКЦІЯ 5. ІНФОРМАТИКА ТА ПРОГРАМУВАННЯ В ОСВІТІ

КУЧАЙ О.В. - д.п.н., проф., Національний університет біоресурсів і природокористування України.

ЖИГУЛІН О.А. – д.е.н., проф., Міжнародний гуманітарний університет, Одеса, Україна

ГОРБАЧОВ В.Е. – к.т.н., доц., Міжнародний гуманітарний університет, м.Одеса, Україна.

УДК 372.862

Русу Олександр Петрович, к.т.н.
Міжнародний гуманітарний університет
shurusu@ukr.net

Крупецький Кирило Андрійович
здобувач 1 курсу другого (магістерського) рівня
зі спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія
Міжнародний гуманітарний університет

Панков Іван Олексійович
здобувач 2 курсу першого (бакалаврського) рівня
зі спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія
Міжнародний гуманітарний університет

ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ КОНТУРІВ КЕРУВАННЯ В ІМПУЛЬСНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧАХ НАПРУГИ КОМП'ЮТЕРНОГО ОБЛАДНАННЯ

Анотація. Розглянуто особливості використання цифрових контурів керування в імпульсних перетворювачах напруги, які застосовуються в сучасному комп'ютерному обладнанні, зокрема у пристроях Інтернету речей та робототехнічних системах. Показано, що цифрове керування на базі мікроконтролерів загального призначення дає змогу зменшити кількість електронних компонентів, знизити габарити пристроїв і забезпечити гнучкість алгоритмів стабілізації. Наведено приклад практичної реалізації підвищувального перетворювача з цифровим керуванням без використання окремої мікросхеми контролера.

Імпульсні перетворювачі напруги є критично важливою складовою сучасного комп'ютерного обладнання, забезпечуючи стабільне живлення його вузлів, блоків та систем. Їхня висока енергоефективність, компактність і здатність до швидкого реагування на коливання енергоспоживання в колах навантаження роблять їх незамінними в системах живлення персональних комп'ютерів, серверів, пристроїв Інтернету речей, елементів робототехнічних систем і вбудованої електроніки.

До недавнього часу контури керування імпульсними перетворювачами напруги будувалися виключно на основі спеціалізованих мікросхем-контролерів. Типовий контролер імпульсного перетворювача містить генератор пилоподібної (лінійно наростаючої) напруги, що задає частоту роботи силовій частини, та широтно-імпульсний модулятор (ШІМ), який порівнює пилоподібний сигнал із напругою помилки (рис. 1) [1]. Остання формується підсилювачем помилки на основі різниці між вихідною напругою перетворювача та заздалегідь відомою – опорною напругою V_{REF} . На виході ШІМ-модулятора формується імпульсний сигнал керування силовим ключем, який має постійну частоту та змінну тривалість імпульсів, що дозволяє корегувати енергетичні процеси та стабілізувати вихідну напругу при зміні навантаження або параметрів живлення.

Використання спеціалізованих мікросхем-контролерів у схемах керування імпульсними перетворювачами має низку переваг, серед яких висока надійність, передбачувана поведінка та швидка інтеграція в комп'ютерне обладнання. Такі мікросхеми

забезпечують стабільну роботу в широкому діапазоні робочих умов. Водночас наявність окремої мікросхеми для керування збільшує габарити друкованої плати, підвищує загальну складність пристрою та спричиняє додаткові витрати на закупівлю і виробництво. У компактних пристроях, таких як модулі IoT або мобільна техніка, критично важливо зменшити розміри, вагу й енергоспоживання системи, що змушує розробників комп'ютерного обладнання шукати шляхи для вирішення цієї проблеми.

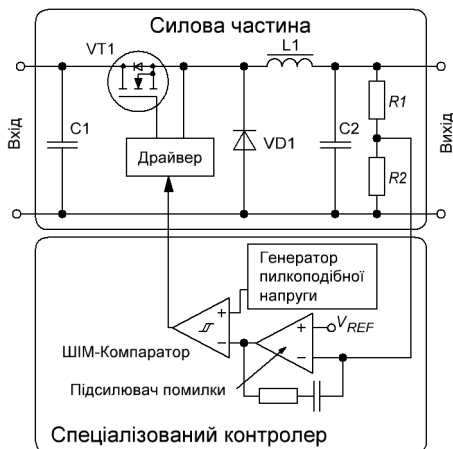


Рисунок 1 – Керування перетворювачем за допомогою спеціалізованих контролерів

Одним із способів зменшення апаратної складності, розмірів та вартості комп'ютерного обладнання є використання цифрових контурів, коли керування силовою частиною імпульсного перетворювача здійснюється за допомогою мікроконтролерів загального призначення [2, 3]. У більшості випадків мікроконтролер вже входить до складу комп'ютерного або вбудованого обладнання як центральний елемент керування, і мікроконтролер зазвичай має вільні ресурси процесорного часу, які можуть бути використані для реалізації функцій стабілізації вихідної напруги без шкоди для основних задач пристрою. Крім того, сучасні мікроконтролери містять апаратні модулі формування широтно-імпульсної модуляції, компаратори та аналого-цифрові перетворювачі (АЦП), що дає змогу реалізувати майже всі функції апаратного контролера програмно. Завдяки цьому для побудови цифрового контуру стабілізації напруги достатньо лише кількох додаткових електронних компонентів, а основна складність реалізації зводиться до розробки спеціалізованого програмного забезпечення, адаптованого до архітектури мікроконтролера.

При використанні цифрових контурів керування сигнал, пропорційний вихідній напрузі, подається на вхід АЦП мікроконтролера, за допомогою якого значення напруги вводиться в програмне середовище (рис. 2). Подальша обробка інформації про вихідну напругу, включно з порівнянням із опорною напругою, фільтрацією та розрахунком сигналу керування, виконується програмним шляхом у реальному часі. Як джерела опорної напруги можуть бути задіяні внутрішні вузли самого мікроконтролера, зокрема вбудовані джерела опорної напруги або компенсаційні стабілізатори. Формування вихідного сигналу здійснюється за допомогою апаратних таймерів загального призначення, більшість з яких дають змогу генерувати ШІМ-сигнал апаратним шляхом з мінімальними витратами процесорного часу. Таким чином, основним завданням програмного забезпечення є визначення необхідної тривалості імпульсу ШІМ-сигналу відповідно до поточного значення вихідної напруги.

Таким чином, використання цифрових контурів керування в імпульсних перетворювачах напруги має низку переваг порівняно з традиційними аналоговими схемами. Програмна реалізація алгоритмів керування забезпечує гнучкість і можливість швидкої адаптації до змін вимог або умов експлуатації без необхідності втручання в апаратну частину. Крім того, цифрові контури можуть реалізовувати складні методи фільтрації, компенсації або діагностики, які практично неможливо реалізувати в аналогових схемах без суттєвого ускладнення конструкції.

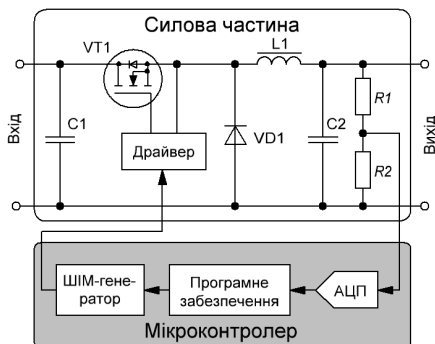


Рисунок 2 – Керування перетворювачем за допомогою цифрового контуру керування

Один із прикладів практичного використання цифрових контурів керування імпульсними перетворювачами напруги наведено на рис. 3. У цьому прикладі імпульсний підвищувальний перетворювач використовується для живлення двигунів комп'ютеризованої машинки, яка рухається по лінії. Силова частина імпульсного перетворювача, що збільшує напругу з 3,6 В до 6 В, утворена дроселем L1, транзистором VT1, діодом VD1 та конденсаторами C1–C4. Сигнал зворотного зв'язку, пропорційний вихідній напрузі, подається на вивід 13 мікроконтролера DD1 (STM8S003F3P6), з'єднаний з одним із входів АЦП. Після програмної обробки оцифрованого значення вихідного сигналу відбувається налаштування таймера, що має функцію генерації ШІМ-сигналів, вихід якого підключений до виводу 13 мікроконтролера DD1. Таким чином, керування силовою частиною імпульсного перетворювача фактично зводиться до розрахунку тривалості імпульсу керування транзистором VT1 на основі фактичної величини вихідної напруги.

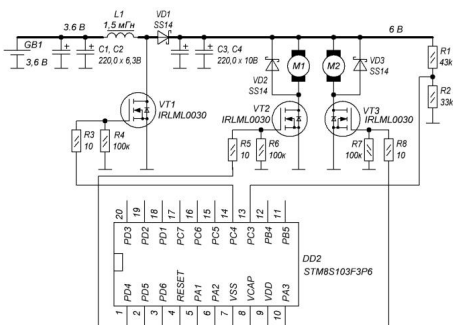


Рисунок 3 – Приклад використання цифрового контуру керування імпульсним підвищувальним перетворювачем

У наведеному прикладі для реалізації керування імпульсним перетворювачем не використовується окрема мікросхема контролера, оскільки всі необхідні функції виконує вже наявний у системі мікроконтролер. Це дозволяє суттєво зменшити кількість електронних компонентів, знизити складність друкованої плати та мінімізувати габарити пристрою, що є особливо важливим для компактних мобільних платформ, таких як роботизовані машинки.

Висновки. Цифрові контури керування в імпульсних перетворювачах напруги відкривають нові можливості для проєктування енергоефективного, компактного й функціонально гнучкого комп'ютерного обладнання. Завдяки використанню ресурсів уже наявного в системі мікроконтролера цифрове керування дає змогу відмовитися від додаткових спеціалізованих мікросхем, що позитивно впливає на зменшення апаратної складності, вартості та розмірів кінцевого пристрою. Програмна реалізація алгоритмів стабілізації вихідної напруги забезпечує високу адаптивність до змін умов навантаження і живлення, а також спрощує модернізацію пристрою за рахунок оновлення програмного забезпечення. Сучасні мікроконтролери містять усі необхідні апаратні засоби — аналогово-цифрові перетворювачі, таймери з підтримкою ШІМ, внутрішні джерела опорної напруги, — що робить цифровий контур повноцінною заміною традиційному аналоговому керуванню без втрати стабільності або швидкодії. Наведений приклад із роботизованою платформою демонструє ефективність такого підходу для мініатюрних пристроїв, де критично важливими є габарити, маса й енергоспоживання.

Література

1. TL5002 – Pulse-Width-Modulation Control Circuit. Texas Instruments. 2000. 21p.
2. Cem Unsalan, Duygun E. Barkana, H. Deniz Gurhan Embedded Digital Control with Microcontrollers: Implementation with C and Python. John Wiley & Sons. 2021. 368p.
3. Raymond G. Jacquot Modern Digital Control Systems. Routledge, 2019. 432p.