МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА
ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЇ
КАФЕДРА РАДІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Голояд Олександр Ігорович

УДК 621.311.6

МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ІМПУЛЬСНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

172 – Телекомунікації та радіотехніка

Автореферат

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль – 2019

Роботу виконано на кафедрі Радіотехнічних систем Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

Керівник роботи: кандидат технічних наук,
доцент кафедри радіотехнічних систем
Дедів Ірина Юріївна,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,

Рецензент: кандидат технічних наук,
доцент кафедри біотехнічних систем
Дозорський Василь Григорович,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,

Захист відбудеться 24 грудня 2019 р. о $10^{.00}$ годині на засіданні екзаменаційної комісії №26 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Текстильна, 28, навчальний корпус №9, ауд. 9-612.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Каталізатором розвитку різних галузей приладобудування є розвиток електроніки і мікроелектроніки. Особлива роль в розвитку радіоелектроніки належить джерелам живлення – пристроям, які забезпечують електронні пристрої електричною енергією для їх живлення. Особлива увага приділяється вторинним джерелам електроживлення.

В зв'язку з надзвичайно широкою областю використання джерел живлення існує надзвичайно велика різноманітність їх типів. По принципу роботи джерела живлення можуть бути гальванічними, електричними, термоелектричними, механічними, п'єзоелектричними, комбінованими.

Класичним вторинним джерелом живлення є трансформаторний. У загальному випадку він складається з понижуючого трансформатора або автотрансформатора, у якого первинна обмотка розрахована на мережеву напругу. Потім встановлюється випрямляч, що перетворює змінну напругу в постійну. Після випрямляча встановлюється фільтр, що згладжує коливання (пульсації). Зазвичай він являє собою просто конденсатор великої ємності.

Особливу роль відіграють вторинні джерела живлення з перетворенням напруги – імпульсні перетворювачі постійного струму. Це дає можливість споживачу значно зменшити габаритні розміри джерела живлення, знизити рівень пульсації вихідної напруги із-за підвищення частоти, яка поступає на вхід випрямляча. Однак існує застаріла класифікація та рекомендації щодо вибору структури та схемо-технічних рішень побудови імпульсних перетворювачів постійного струму, зокрема і потужних, внаслідок чого зменшується їх ефективність, що визначається оптимальним співвідношенням показників якості роботи джерела живлення із економічними показниками його собівартості.

Тому обґрунтування принципів побудови імпульсних перетворювачів постійного струму, зокрема потужних, для підвищення їх ефективності із паралельним забезпеченням оптимальної складності та собівартості є актуальною задачею.

Метою роботи є обґрунтування способів підвищення ефективності імпульсних перетворювачів постійного струму.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати наступні задачі:

- провести аналіз літературних та інтернет-джерел за тематикою дослідження;
- провести аналіз типів імпульсних перетворювачів постійного струму, їх основних переваг та недоліків;
- провести аналіз принципу роботи імпульсних перетворювачів постійного струму, їх основних типів та областей застосування;
- обґрунтувати методи підвищення якісних показників імпульсних перетворювачів постійного струму та способи зниження собівартості для підвищення їх економічної ефективності;
- розробити імпульсний перетворювачів постійного струму із використанням обґрунтованих методів підвищення ефективності.

Об'єкт дослідження: процес підвищення ефективності імпульсних перетворювачів постійного струму.

Предмет дослідження: Методи покращення якісних показників та зниження собівартості імпульсних перетворювачів постійного струму для підвищення їх ефективності.

Наукова новизна. Запропоновані способи врахування впливів зовнішніх та внутрішніх факторів а також критерії вибору топології імпульсних перетворювачів постійного струму в процесі їхнього проектування дають можливість підвищення ефективності імпульсних джерел живлення.

Практичне значення одержаних результатів. Одержані результати можуть бути використані для розроблення високоефективних імпульсних перетворювачів постійного струму.

Апробація результатів. За матеріалами кваліфікаційної роботи магістра опубліковано тези доповідей на VII науково-технічній конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя «Інформаційні моделі, системи та технології».

Структура та обсяг. Дипломна робота складається із вступу, восьми розділів, висновку, викладених на 97 сторінках, списку використаних джерел з 24 назв на 2 сторінках, додатків на 1 сторінках. Загальний обсяг роботи становить 99 сторінок.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми роботи, сформульовано мету і задачі дослідження, визначено об'єкт, предмет і методи дослідження, показано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, розкрито питання апробації результатів роботи на конференціях і семінарах.

У першому розділі «Стан проблеми підвищення ефективності імпульсних перетворювачів постійного струму» проаналізовано основні типи та параметри блоків живлення, та встановлено, що основним питанням оптимальності конструкції блока живлення є співвідношення між показниками якості, складності та собівартості, що визначає ефективність конструкції.

Проаналізовано переваги і недоліки лінійних трансформаторних та імпульсних блоків живлення. Встановлено, що при підвищенні якості блоків живлення збільшується і їх собівартість. Тому актуальною є задача вибору оптимального співвідношення ціни та якості блока живлення, що і буде визначатися як ефективність блока живлення. Також розглянуто блоки живлення як складні системи і проаналізовано такі параметри як складність і якість, оскільки вони будуть визначати в кінцевому випадку ефективність блока живлення.

У другому розділі «Імпульсні перетворювачі постійного струму, як складні радіоелектронні пристрої» проведено аналіз типів імпульсних блоків живлення, зокрема однотактних прямоходових і зворотньоходових, двотактних півмостових і повних мостових, а також квазірезонансних. Встановлено, що рекомендується перший тип використовувати при потужностях до 100-150 Вт, півмостові перетворювачі – при потужностях 200-1000 Вт, мостові та квазірезонансні – на вищих потужностях.

У третьому розділі «Загальні принципи вибору оптимальної топології імпульсного перетворювача постійного струму» встановлено, що існують рекомендації щодо вибору топології імпульсних блоків залежно від потужності, вартості та коефіцієнта корисної дії.

Для потужностей нижче 100-150 Вт рекомендованою є зворотньоходова топологія, завдяки малому числу (а отже, і вартості) елелентів і більш високому ККД. При вихідній потужності від 150 до 500 Вт рекомендованою стає півмостова топологія, в якій вартість елементів вище, проте все ще в розумних межах. При потужностях понад 500 Вт до декількох кіловат використовується повна мостова топологія. Вона вимагає чотири ключі, два з яких мають "плаваючі" схеми управління, і її реалізація є найдорожчою, однак при таких рівнях вихідної потужності додаткові витрати необхідні.

Також проаналізовано методики формування сигналів для збільшення ККД імпульсного джерела живлення і основні втрати всередині імпульсного джерела живлення з ШІМ, зокрема: втрати на ключі, втрати на випрямлячеві, втрати, пов'язані з конденсаторами фільтрів, статичні втрати, гістерезисні втрати, втрати від вихрових струмів, резистивні втрати, основні паразитні елементи в перетворювачах та проаналізовано методики зменшення основних втрат.

У четвертому розділі «Практичне проектування потужних імпульсних перетворювачів постійного струму» проведено проектування імпульсного блока живлення потужністю 1000 Вт. За основу побудови вибираємо структуру півмостового перетворювача. За основу блока живлення використано міросхему IR2153/ IR2155. Враховуючи усі описані раніше методи підвищення ефективності блоків живлення в отриманому варіанті ціна і якість знаходяться на оптимальному рівні.

У п’ятому розділі «Спеціальна частина» розглянуто метрологічне забезпечення наукового дослідженя та програмне забезпечення для розв’язування наукової задачі.

У шостому розділі «Обґрунтування економічної ефективності» на підставі виконаних розрахунків та нормативних даних встановлено, що планова калькуляція вартості проведення досліджень по темі становить 33489,24 грн., а кількісна оцінка науково-технічна ефективність науково-дослідної роботи, яка здійснюються експертним шляхом за десятибальною шкалою і визначається як середньоарифметичне, що складає 0,685 від максимального числа 1, а рекомендації по результатам виконання НДР можуть бути сформульовані після ретельного аналізу отриманих результатів.

У сьомому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» розглянуто заходи електробезпеки при роботі з виробом, надання першої медичної допомоги при електроударах, пожежну безпека, вплив електромагнітних коливань на біооб’єкт, вплив електричного струму на біооб’єкт.

У восьмому розділі «Екологія» розглянуто питання актуальності екологічних проблем, шкідливий вплив на довкілля при виготовленні блоку живлення, заходи охорони довкілля при промислових процессах.

ВИСНОВКИ

За результатами виконання кваліфікаційної роботи магістра можна зробити наступні висновки:

1. Проаналізовано лінійні та імпульсні блоки живлення і дано їх порівняння. Встановлено, що при підвищенні якості блоків живлення збільшується і їх собівартість. Тому актуальною є задача вибору оптимального співвідношення ціни та якості блока живлення, що і буде визначатися як ефективність блока живлення. Також розглянуто блоки живлення як складні системи і проаналізовано такі параметри як складність і якість, оскільки вони будуть визначати в кінцевому випадку ефективність блока живлення.

2. Проведено аналіз типів імпульсних перетворювачів постійного струму, зокрема однотактних прямоходових і зворотньоходових, двотактних півмостових і повних мостових, а також квазірезонансних. Встановлено, що рекомендується перший тип використовувати при потужностях до 100-150 Вт, півмостові перетворювачі – при потужностях 200-1000 Вт, мостові та квазірезонансні – на вищих потужностях.

3. Встановлено, що існують рекомендації щодо вибору топології імпульсних перетворювачів постійного струму залежно від потужності, вартості та коефіцієнта корисної дії. Для потужностей нижче 100-150 Вт рекомендованою є зворотньоходова топологія, завдяки малому числу (а отже, і вартості) елелентів і більш високому ККД. При вихідній потужності від 150 до 500 Вт рекомендованою стає півмостова топологія, в якій вартість елементів вище, проте все ще в розумних межах. При потужностях понад 500 Вт до декількох кіловат використовується повна мостова топологія. Вона вимагає чотири ключі, два з яких мають "плаваючі" схеми управління, і її реалізація є найдорожчою, однак при таких рівнях вихідної потужності додаткові витрати необхідні.

4. Проаналізовано методики формування сигналів для збільшення ККД імпульсного перетворювача постійного струму і основні втрати всередині імпульсного джерела живлення з ШІМ, зокрема: втрати на ключі, втрати на випрямлячеві, втрати, пов'язані з конденсаторами фільтрів, статичні втрати, гістерезисні втрати, втрати від вихрових струмів, резистивні втрати, основні паразитні елементи в перетворювачах та проаналізовано методики зменшення основних втрат

5. Проведено проектування імпульсного перетворювача постійного струму потужністю 1000 Вт. За основу побудови вибираємо структуру півмостового перетворювача. За основу блока живлення використано міросхему IR2153/ IR2155. Враховуючи усі описані раніше методи підвищення ефективності блоків живлення в отриманому варіанті ціна і якість знаходяться а оптимальному рівні.

ПЕРЕЛІК ПРАЦЬ

1. Голояд О. Підвищення ефективності імпульсних перетворювачів постійного струму / О.Голояд, А.Шурхай, І.Дедів // Матеріали VII науково-технічної конфції «Інформаційні моделі, системи та технології» Тернопільського

національного технічного університету імені Івана Пулюя, (Тернопіль, 11 – 12 грудня 2019 р.). – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. – с.33.

АНОТАЦІЯ

Голояд О.І. Метод підвищення ефективності імпульсних перетворювачів постійного струму. – Рукопис. Кваліфікаційна робота магістра, Тернопільський національний технічний університети імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2019.

Кваліфікаційну роботу магістра присвячено обґрунтуванню методів підвищення ефективності імпульсних перетворювачів постійного струму. Проаналізовано типи та принцип роботи імпульсних перетворювачів постійного струму, обґрунтовано заходи щодо підвищення їх ефективності. Зокрема пропонується використання коректорів коефіцієнта потужності, вхідних фільтрів та сучасної елементної бази драйверів силових ключів.

Ключові слова: імпульсний перетворювач постійного струму, ефективність, коефіцієнт корисної дії.

ABSTRACT

Holoyad O.I. A method of increasing the efficiency of impulse converters of direct current. - Manuscript. Qualifying Work, Ivan Puluj Ternopil National Technical University, Ternopil, 2019.

The master's qualification work is devoted to the substantiation of methods of increase of efficiency of impulse converters of direct current. The types and the principle of operation of impulse converters of direct current are analyzed, and the measures for increasing their efficiency are substantiated. In particular, it is suggested to use power factor correctors, input filters, and a modern elemental base of power key drivers.

Keywords: impulse converters of direct current, efficiency.