



УДК 681.5

## ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ СВІТЛОВИМ ПОТОКОМ СВІТЛОДІОДІВ

Студ. М.А. Чуприна, гр. МгАК-16,  
Науковий керівник доц. С.М. Лісовець  
Київський національний університет технологій та дизайну

**Мета і завдання.** Мета полягає у зменшенні до мінімально можливого рівень пульсацій світлового потоку світлодіодів, які застосовуються в джерелах освітлення різного призначення. Завдання полягає у виборі світлодіодного драйвера (мікросхеми для керування світловим потоком світлодіодів), приблизного визначення кількості і номіналів елементів, які визначають режими роботи світлодіодного драйвера, чисельного моделювання і експериментального дослідження світлового потоку від світлодіодів, а також коригування кількості і номіналів елементів, які визначають режими роботи світлодіодного драйвера.

**Об'єкт дослідження.** Процеси перетворення електричної енергії в світлове випромінювання за допомогою груп світлодіодів.

**Методи та засоби дослідження.** Методи дослідження: теорія силових ланцюгів постійного і змінного струму, теорія автоматичного керування, математична статистика, теорія похибок і обробки результатів вимірювань. Засоби дослідження: математичний аналіз, чисельне моделювання.

**Наукова новизна та практичне значення отриманих результатів.** Вперше встановлено, що застосування більш складних ланцюгів керуючих впливів і більш складних ланцюгів зворотних зв'язків дозволяє зменшити рівень пульсацій струму світлодіодів, і внаслідок цього зменшити рівень пульсацій світлового потоку світлодіодів. З практичної точки зору отримані рекомендації відносно вибору оптимальних ланцюгів керуючих впливів і оптимальних ланцюгів зворотних зв'язків.

**Результати дослідження.** В теперішній час питання економії електричної енергії в промисловості і в побуті внаслідок постійного зростання тарифів на неї стоїть дуже гостро. Відповідно до цього, при розробці систем освітлення постійно намагаються збільшити співвідношення "світловий потік - споживаєма електрична потужність" – принциповим розв'язком цієї задачі є застосування світлодіодних джерел живлення.

Світлодіодні джерела отримання світлового потоку (світлодіодні лампи) мають багато переваг перед традиційними джерелами отримання світлового потоку (лампами розжарювання, газорозрядними лампами тощо). Якщо, наприклад, світлодіодні лампи мають питому світловіддачу ( $90 \dots 160$ ) Лм/Вт, то лампи розжарювання мають питому світловіддачу ( $10 \dots 12$ ) Лм/Вт. Зазвичай для керування роботою світлодіодних ламп використовують так звані світлодіодні драйвери (мікросхеми для керування світловим потоком світлодіодів). Їх існує більше сотні різних модифікацій, і переважно всі вони (з метою отримання максимально великого коефіцієнта корисної дії) працюють в так званому релейному режимі.

Тобто спочатку група світлодіодів через ланцюги керуючих впливів підключається до напруги живлення – відповідно струм через них різко збільшується, і світловий потік від них теж збільшується. Після цього група світлодіодів відключається від напруги живлення – відповідно струм через них різко зменшується, і світловий потік від них теж зменшується. За рахунок великої частоти таких перемикань (від  $10$  кГц і більше) і відносно великої інерційності зорового апарату людини такі



пульсації практично непомітні – але вони все ж таки є і при постійному застосуванні світлодіодних ламп можуть привести до зниження гостроти зору. Так як практично всі світлодіодні драйвери працюють в релейному режимі, то повністю позбутися пульсацій світлового потоку неможливо. Але його можна зменшити, застосовуючи більш складні ланцюги керуючих впливів і більш складні ланцюги зворотних зв'язків.

Наприклад, в ланцюгах керуючих впливів замість простого RLC-фільтра можна застосувати аналогічний фільтр, тільки більш високого порядку – при незначному удорожчанні пульсації світлового потоку можуть бути зменшені на (10...20) % або навіть більше. А, наприклад, в ланцюгах зворотних зв'язків замість простого RC-фільтра можна застосувати аналогічний фільтр, тільки теж більш високого порядку – при незначному удорожчанні пульсації світлового потоку можуть бути зменшені ще на (5...10) % або навіть більше.

В якості світлодіодного драйвера, який досліджувався, було обрано мікросхему IRS2541 виробництва International Rectifier. А в якості світлодіодів – світлодіоди типу Cree XLamp CXA1507 і інші аналогічні.

Для проведення математичного аналізу системи керування світловим потоком світлодіодів для кожної складової частини системи керування світловим потоком світлодіодів на основі мікросхеми IRS2541 були визначені свої функції передачі. Далі на основі отриманих функцій передачі була визначена загальна функція передачі системи керування в режимі слідкування і в режимі стабілізації. Це дало можливість визначити оптимальні параметри налагодження ланцюгів керуючих впливів і ланцюгів зворотних зв'язків, які входять до складу цієї системи керування. А також розрахувати перехідні процеси в контурі керування і визначити їх показники якості.

Для проведення чисельного моделювання системи керування світловим потоком світлодіодів застосовувалося графічне середовище імітаційного моделювання Simulink (входить до складу MatLab 2016a) –зокрема, його пакети Simscape і SimElectronics. На основі чисельних розрахунків було здійснено побудову залежності струму через світлодіоди (і відповідно світлового потоку від світлодіодів) для різних параметрів налагодження ланцюгів керуючих впливів і ланцюгів зворотних зв'язків.

Порівняння результатів математичного аналізу і чисельного моделювання системи керування світловим потоком світлодіодів показало, що в межах незначних похибок вони між собою співпадають.

**Висновки.** В результаті розробки і дослідження системи керування світловим потоком світлодіодів було отримано схемотехнічні рішення для ланцюгів керуючих впливів і ланцюгів зворотних зв'язків, які входять до складу цієї системи керування, застосування яких забезпечує зменшення рівня пульсацій струму світлодіодів і, внаслідок цього, зменшення рівня пульсацій світлового потоку світлодіодів.

**Ключові слова.** Питома світловіддача, рівень пульсацій, світловий потік, світлодіодний драйвер, система керування.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Шуберт Ф. Светодиоды / Пер. с англ. под. ред. А.Э Юновича. – 2-е изд. – М.: Физматлит, 2008. – 496 с.
2. Кардона М., Петер Ю. Основы физики полупроводников. – М.: Физматлит, 2002.
3. Лісовець С.М. Застосування мікросхеми IRS2541 для керування надяскравими світлодіодами в джерелах освітлення / С.М. Лісовець, А.С. Зенкін // Вісник інженерної академії України. – 2016. – Вип. 1. – С. 92–96.