

УДК 621.311

О.О. Данцев, А.Ю. Костів, А.Ю. Ткачук, Я.О. Філюк к.т.н.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ВИСОКОЕФЕКТИВНИЙ СВІТЛОДІОДНИЙ ДРАЙВЕР НА ОСНОВІ РЕЗОНАНСНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА

O. Dantsev, A. Kostiv, A. Tkachuk, Ya. Filiuk Ph.D,

HIGHLY EFFICIENT LED DRIVER BASED ON A RESONANT CONVERTER

Сучасні тенденції в енергозбереженні та підвищенні ефективності електронних пристроїв сприяють широкому впровадженню світлодіодного освітлення в усіх сферах – від побутового до промислового застосування. У зв'язку з цим зростає потреба у розробці надійних та ефективних джерел живлення для світлодіодів – драйверів, здатних забезпечити стабільний струм та напругу в широкому діапазоні робочих умов.

Традиційні світлодіодні драйвери, засновані на лінійних стабілізаторах або жорсткокерованих імпульсних перетворювачах, мають суттєві недоліки. Серед них – значні втрати енергії, обмежений ККД, високий рівень електромагнітних завад, а також недостатня надійність при змінному навантаженні чи нестабільному вході. Одним із перспективних рішень цих проблем є використання резонансних імпульсних перетворювачів, зокрема LLC-резонансних перетворювачів, у структурі драйвера.

Резонансний перетворювач працює на принципах "м'якого перемикавання" (soft switching), завдяки якому зменшуються комутаційні втрати на ключових елементах. У режимі перемикавання при нульовому струмі (ZCS) або нульовій напрузі (ZVS), транзистори перемикаються в моменти, коли струм або напруга на них мінімальні. Це дозволяє значно знизити теплові втрати, підвищити ефективність пристрою (до 95% і більше), зменшити габарити елементної бази та покращити надійність системи.

Особливо ефективною є LLC-схема резонансного перетворювача, що передбачає наявність двох індуктивностей (L) та одного конденсатора (C) у резонансному контурі. Така структура дозволяє гнучко регулювати вихідні параметри, працювати в широкому діапазоні навантажень, а також легко інтегрується в системи з керуванням яскравістю світлодіодів за допомогою частотної або широтно-імпульсної модуляції.

Проектування драйвера на основі LLC-перетворювача потребує ретельного розрахунку резонансної частоти, добору трансформатора, вибору елементної бази з урахуванням робочих частот, а також забезпечення надійного запуску та захисту від перевантаження. Симуляційні моделі, реалізовані в середовищах LTspice або Matlab/Simulink, дозволяють протестувати поведінку схеми на різних режимах роботи та оптимізувати її характеристики ще на етапі розробки.

Проведені дослідження підтверджують, що драйвер на базі резонансного перетворювача забезпечує:

- високу ефективність перетворення (>90%);
- стабільний вихідний струм навіть при зміні вхідної напруги;
- зменшення температурного навантаження на елементи;
- покращення тривалості служби світлодіодів.

Таким чином, впровадження резонансних перетворювачів у конструкцію світлодіодних драйверів є технічно обґрунтованим і ефективним рішенням. Воно відкриває широкі можливості для створення новітніх систем освітлення з підвищеною енергоефективністю, довговічністю та відповідністю сучасним стандартам якості електроживлення.