

Мінімальна потужність навантаження ДЕС при експлуатації повинна складати не менше ніж 40% номінальної потужності. Також при розрахунках навантаження укриттів подвійного призначення загальна потужність на фідерах ТП значно перевищує попередні орієнтовні розрахунки електричних навантажень. Відповідно виникає питання щодо точності розрахунку потужності для особливої групи споживачів. А саме, основним питанням є розрахунок загального навантаження укриття подвійного призначення та визначення коефіцієнту попиту споживачів I категорії та I особливої групи.

Коефіцієнт попиту є важливим показником при проектуванні електромереж. Споживачами електроенергії споруд подвійного призначення із захисними властивостями сховищ будуть інженерні мережі життєзабезпечення (система вентиляції, насосні установки), переносне медичне обладнання (рентген апарат, медичні безтіньові лампи тощо), обладнання приміщення кисне підготовки та загальне електричне освітлення.

Для сучасного медичного обладнання є необхідність нормативно прописати коефіцієнт попиту, відповідно до типу та кількості обладнання, для розрахунку електричних навантажень.

В роботі проведено розрахунки коефіцієнтів попиту та отримані значення, які з урахуванням кількості обладнання складають:

- для пересувного рентген апарату (2 од.) коефіцієнт попиту ($K_{п}$) дорівнює 0,6;
- для безтіньових хірургічних ламп (кількістю до 5 од.) коефіцієнт попиту ($K_{п}$) дорівнює 0,8.

Коефіцієнт попиту визначався відношенням розрахункового навантаження до номінальної встановленої потужності.

Список використаних джерел

1. ДБН В.2.2-10: 2022 Заклади охорони здоров'я. Основні положення.
2. ДБН В.2.2-5:2023 Захисні споруди цивільного захисту.
3. ДБН В.2.5-23:2010 Інженерне обладнання будинків і споруд. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення.
4. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення.
5. ДСТУ Б В.2.5-82:2016 Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом.

УДК 621.314

СВІТЛОДІОДНИЙ ДРАЙВЕР ІЗ ЗНИЖУВАЛЬНИМ КОРЕКТОРОМ КОЕФІЦІЄНТА ПОТУЖНОСТІ ТА LLC РЕЗОНАНСНИМ ПЕРЕТВОРЮВАЧЕМ НАПРУГИ

Лупенко Анатолій Миколайович,
доктор технічних наук, професор,
Мовчан Леонід Тимофійович,
кандидат технічних наук, доцент,
Чаплій Дмитро Володимирович,
аспірант

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
E-mail: lupenkoan@gmail.com

В сучасному освітлювальному обладнанні важливу роль відіграють світлодіодні джерела світла (СДС). Невід'ємним вузлом такого обладнання є світлодіодний драйвер – «силовий інтерфейс» мережі живлення та СДС, який виконує функцію вторинного джерела живлення для СДС.

В останньому десятилітті значна увага приділяється дослідженню та створенню двокаскадних структур драйверів, першим каскадом яких є коректор коефіцієнта потужності (ККП), а другим – перетворювач постійної напруги (ППН). Такі структури мають два ступені свободи (з точки зору електроенергетичних перетворень) і дають змогу краще забезпечити вимоги стандартів до якості споживання електроенергії, з одного боку, та регламентований режим роботи СДС, з іншого боку. ККП забезпечує близький до одиниці коефіцієнт

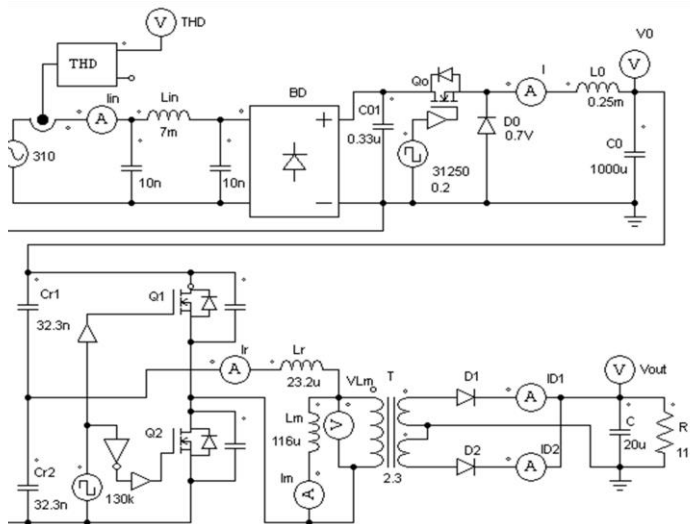


Рисунок 1 – Схема імітаційної моделі драйвера

потужності, низький рівень вищих гармонічних складових струму мережі живлення та постійну вихідну напругу, а ППН перетворює вихідну напругу ККП в напругу, яка використовується для живлення СДС.

В значній частині драйверів СДС як ККП використовується високочастотний підвищувальний ППН (boost-converter) з вихідною напругою 400 В і більше. Проте він має ряд недоліків, які знижують ефективність його застосування у випадку низьковольтних споживачів, якими є СДС. Як показано у роботі [1], при потужностях споживачів, менше 300 Вт, вищу ефективність демонструє знижувальний (buck-converter) ППН (ЗПН), який дає змогу застосувати транзистори з кращими параметрами, має менший рівень завад загального виду, краще узгоджується з низьковольтним навантаженням.

Тому у даній роботі виконано дослідження драйвера СДС, в якому роль ККП виконує ЗПН, а ППН реалізовано на базі резонансного LLC перетворювача напруги [2]. Виконано аналіз схемного рішення драйвера та проведено його імітаційне моделювання в програмі PSIM-9.0.

Драйвер призначений для живлення світлодіодної матриці EPSX-VF88 з потужністю $P=60$ Вт та номінальним струмом 2,3 А. Мережа живлення: 220 В, 50 Гц.

Схема імітаційної моделі пропонованого драйвера в форматі PSIM-9.0 показана на рис.1. До складу драйвера входять: 1) мережевий фільтр та мостовий випрямляч BD; 2) знижувальний ППН, до складу якого входять транзистор Q0, діод D0, дросель L0 та конденсатор C0; 3) резонансний LLC ППН, до складу якого входять інвертор на транзисторах Q1 і Q2, резонансний контур з конденсаторами Cr1 та Cr2, індуктивністю Lr та індуктивністю Lm намагнічування трансформатора T, випрямляч на діодах D1 і D2, конденсатор C фільтра; 4) еквівалентний опір СДС $R=11$ Ом; 5) блок керування (на схемі не показано).

В результаті аналізу ККП (схеми ЗПН) отримано рівняння, яке зв'язує між собою всі основні параметри його еквівалентної схеми і яке покладено в основу проєктування ККП:

$$\frac{1}{\pi} \frac{R_i}{R_e} \left(\frac{V_m^2}{V_0^2} \arccos \frac{V_0}{V_m} - \sqrt{\frac{V_m^2}{V_0^2} - 1} \right) = 1,$$

де $R_i = \frac{V_0^2}{\eta P}$ - вхідний опір LLC перетворювача, а η – його ККД; R_e – вхідний опір ЗПН;

V_m – амплітуда напруги мережі; V_0 – вихідна напруга ЗПН.

При проєктуванні LLC перетворювача враховано результати, отримані в [3].

Результати моделювання драйвера показано на рис. 2 і рис. 3. Для LLC перетворювача на рис. 2 зображено (зверху – вниз): 1) – миттєві струми I_r резонансної індуктивності та I_m індуктивності намагнічування; 2) і 3) – струми ID1 та ID2 випрямних діодів; 4) напруга VLm

первинної обмотки трансформатора. На рис. 3 показано (зверху – вниз): 1) – миттєвий струм I_{in} мережі; 2) – коефіцієнт гармонік струму мережі $THD=27\%$; 3) – вихідна напруга ККП $V_0=123\text{ В}$ та напруга на СДС $V_{out}=26,3\text{ В}$.

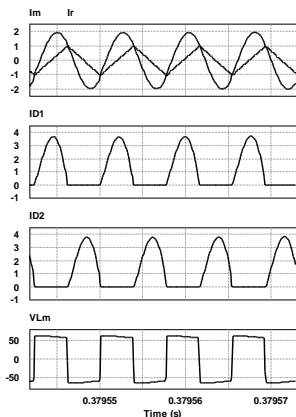


Рисунок 2 – Результати моделювання 1

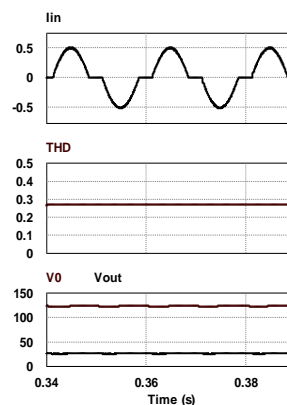


Рисунок 3 – Результати моделювання 2

Отже, результати аналізу і моделювання дають підстави вважати, що драйвер з ККП на базі ЗПН має значно нижчу напругу на виході ККП (120-130 В проти 400 В в підвищувальному ККП), що дає змогу застосувати низьковольтні транзистори, забезпечує вимоги стандарту EN61000-2-3 щодо гармонічного складу струму мережі і може бути рекомендованим для живлення сучасних СДС.

Список використаних джерел

1. L. Huber, L. Jang and M. Jovanovich, "Design-Oriented Analysis and Performance Evaluation of Buck PFC Front End," *IEEE Trans. Power Electron.*, vol. 25, no 1, pp.85-94, Jan. 2010.
2. Hang-Seok Choi Design Consideration of Half-Bridge LLC Resonant Converter /*Journal of Power Electronics*, Vol. 7, No. 1, January 2007/ pp. 13-20

УДК 628.974:628.938

СВІТЛОДІОДНА ЕРА ДОРОЖНЬОГО ОСВІТЛЕННЯ

Назаренко Леонід Андрійович,

доктор технічних наук, професор

Діденко Олена Михайлівна,

кандидат технічних наук,

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова

E-mail: leonnaz@ukr.net

Публікація Міжнародною комісією з освітлення (МКО) системи для мезопічної (присмеркової) фотометрії викликало велику кількість робіт, присвячених дослідженню впливу спектрального розподілу енергії випромінювання на зір в умовах освітлення, що відповідає саме мезопічному діапазону $0,005\text{ кд/м}^2 \div 5\text{ кд/м}^2$. В той же час, як візуальні умови за дорожнього освітлення очевидно попадають в мезопічну області, де обидва фоторецептори як палички та і колбочки забезпечують суттєві відклики, рекомендації для дорожнього освітлення до недавнього часу давалися з використанням фотопічної функції світлової ефективності. Проте фотопічне наближення не може бути адекватним, враховуючи вимоги для спектрального розподілу потужності (CRD) джерел світла для дорожнього освітлення. Широке впровадження світлодіодних джерел світла суттєво підвищило можливість, в порівнянні з натрієвими лампами, зміни в CRD і можливість їх тюнінг. Для кількісного