

## СЪОБРАЖЕНИЯ ПРИ ИЗБОР НА LED ДРАЙВЕРИ

Даниела Марева  
Бургаски свободен университет

## CONSIDERATIONS WHEN CHOOSING LED DRIVERS

Daniela Mareva  
Burgas Free University

**Abstract:** Чрез използване на подходящи драйвери, стратегия за управление и светодиоди, качествените и количествени аспекти на светлината могат да бъдат напълно контролирани. Електронните драйвери са незаменими компоненти за повечето LED системи и инсталации. С развитието на LED технологията, възможностите за нови и по-интелигентни продукти увеличават търсенето на по-специфични характеристики от светодиодните драйвери.

**Keywords:** LED, drivers, проектиране.

Драйверът е предназначен да захранва светодиодните матрици. Обикновените токозахранвания не могат да се използват за такива приложения и това се дължи на специфичните свойства на самите светодиоди. Съвременният драйвер трябва да осигурява оптималната им работа, издръжливост, енергийна ефективност и защита срещу повреда. Това се осъществява от вградена електронна система за управление.



Фиг. 1. Външен вид на LED драйвер

Съществуват два основни типа драйвери за захранване на високояркостни светодиоди с голяма мощност:

- използващи входно захранване с постоянен ток с ниско напрежение (обикновено  $5 \div 45 V_{DC}$ );
- използващи входно захранване с променлив ток с високо напрежение (обикновено  $80 \div 280 V_{AC}$ ).

LED драйверите, които използват променливотоково захранване с високо напрежение се наричат Off-Line драйвери или AC LED драйвери.

В много случаи се препоръчва използването на DC LED драйвер с ниско напрежение. Ако входът е с AC – високо напрежение, използването на допълнително импулсно захранване ще направи възможно използването на DC драйвер. Препоръчват се драйвери за постоянен ток с ниско напрежение, тъй като са изключително ефективни и надеждни. За по-малки приложения те имат повече възможности за регулиране на осветеността и изходни напрежения, в сравнение с драйвери за променлив ток с високо напрежение. [4]

### **AC драйверите се препоръчват при приложения за общо осветление – жилищно или търговско.**

При проектиране на едно такова устройство е необходимо първо да се определи изходният ток на драйвера, преминаващ през светодиода. Драйверите с по-високи токове дават повече светлина на светодиодните матрици, но пък за това ще е необходима повече мощност. Освен това се изисква охлаждащ радиатор, за да не дефектират светодиодите и да разсейват в околното пространство топлина, тъй като напрежението в права посока ( $V_f$ ) на високомощен светодиод се променя с температурата. Тогава с нарастване на температурата на цялото съоръжение, напрежението на светодиодите в началото от матрицата намалява. Това довежда до протичане на по-голям ток. С времето светодиодът ще се нагрива все повече и през него ще преминава още по-голям ток. Това довежда до дефектиране на LED елемента от матрицата. Нарича се термично бягство. LED драйверът с постоянен ток компенсира промените в напрежението в права посока и така осигурява постоянен ток през светодиодите. [4]

При избора на LED драйвер е необходимо да се определят следните показатели:

- цел на приложението;
- тип на използваните светодиоди;
- броят им в матрицата;
- напрежението в права посока ( $V_f$ );
- препоръчителен ток на драйвера;
- видът на избрания LED драйвер:
  - LED драйвер с постоянен ток;
  - LED драйвер с постоянно напрежение;
- мощност на устройството;
- размер;
- цена;
- ефективност;
- специални функции – димиране, пулсиране, микропроцесорно управление.

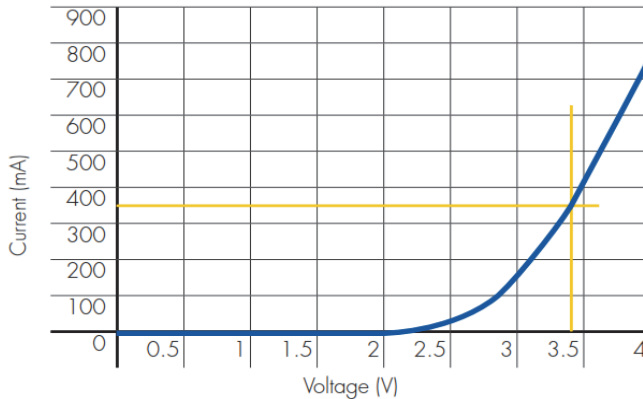
Максималният брой светодиоди, които могат да се захранват от един драйвер, се определя от [4]:

$$U_{in} = \frac{U_0}{U_{f,nLED}} \quad (1)$$

където:

$U_0$  – напрежението върху драйвера. То е със стойност 2,5V, ако се използва DC драйвер или 3,7V при AC драйвер.

- $U_f$  – напрежение на светодиода в права посока;  
 $n_{LED}$  – брой светодиоди във веригата;  
 $U_{in}$  – входно напрежение на LED драйвера.



Фиг. 2. Волт-амперна характеристика на светодиода

Стандартните LED захранвания обикновено са:

- CC- LED драйвер с източник на ток (Constant Current – постоянен ток)

Светодиодите (единични или свързани последователно) се захранват от драйвер, контролиращ и регулиращ големината на тока, което от своя страна оказва влияние върху интензитета. Такива драйвери с източник на ток и с ниски пулсации са от серията HVGC, с изходни токове от 350 mA до 7 A. Поддържат широк диапазон на напрежение, настройваемо в зависимост от броя на светодиодите във веригата. [4]

- CV- LED драйвер с източник на напрежение (Constant Voltage – постоянно напрежение).

В този случай драйверът прецизно контролира и регулира изходното напрежение, захранващо светодиодите. Изходният ток се определя от броя на свързаните светодиоди, като е вградена защита на самия драйвер, предотвратяваща превишаването на предвидената гранична мощност. Серията APV включва устройства с изходно напрежение от 5 V до 48 V, регулируеми или постоянни и токове от 0,3 A до 40 A. [4]

LED драйвери с повишаващи Buck драйвери – изходното напрежение е по-високо от входното. Това позволява да се захранват повече последователно свързани светодиоди с един LED драйвер. Това е полезно в приложения, където входното напрежение е ограничено, но трябва да се получи по-голяма изходна мощност. Максималният брой светодиоди, които могат да се захранят с един последователен драйвер, се определя от [4]:

$$n_{LEDmax} = \frac{U_0}{U_f} \quad (2)$$

Този LED драйвер може да бъде свързан в две различни конфигурации и варира, в зависимост от стойността на входното напрежение. В режим Buck-Boost може да обработва LED матрици, които са над, под или равни на напрежението на захранва-

нето. Максималното изходно напрежение на драйвера в този режим се определя с формулата [4]:

$$\begin{aligned} U_o &= U_{DC} - U_{in} \text{ [V]} \\ U_o &= 48 - U_{in} \text{ [V]} \end{aligned} \quad (3)$$

Buck Puck LED драйвер се захранва с друг стандарт – входно напрежение от  $7\div 32V_{DC}$ .

Претоварването на захранването може да причини мигане на светодиодите или преждевременна повреда на захранването. Когато се изчислява подходящата мощност на захранването се добавя 20% повече от стойността на мощността, което ще предотврати претоварване на захранването.

Различните модели драйвери се различават значително в зависимост от целевите приложения[4]:

- Домашно осветление – драйвери от серия LDC с мощност от 35 до 80 W, които позволяват CP управление на светодиоди, при постоянна мощност. Има и вградени системи за домашна автоматизация:

- Наличие на разширени интерфейси, като DALI или KNX

DALI – цифров адресируем интерфейс за осветление. Това е независим от производителя протокол, дефиниран в стандарта IEC62386, който гарантира оперативната съвместимост на контролните устройства, използвани в осветителните инсталации. Цифровото управление определено е по-универсално от аналоговия стандарт  $0\div 10V$  и позволява индивидуално управление и адресиране на до 64 устройства, които допълнително могат да бъдат разделени на 16 групи и 16 отделни насоки за управление. Нещо повече, неговата линейна (BUS), както и звездообразна топология позволява значително намаляване на сложността на окабеляването.

KNX е първият стандарт, който може да се използва в системи за сградна автоматизация и отговаря на изискванията на европейските (EN50090 - EN13321-1) и световните (ISO/IEC 14543) стандарти.

За мощности, които са по-високи от предлаганите от серията LCM, може да се използва входа KNX-DALI KDA-64, като по този начин се контролират други съвместими с DALI драйвери или задвижващи механизми/димери от серията KAA.

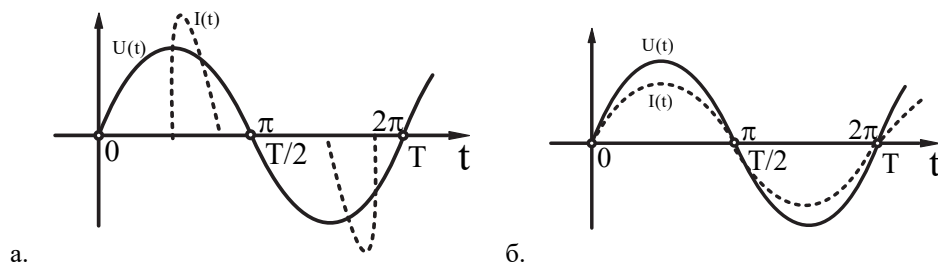
- Възможност за безжично управление – серията LCM-BLE съчетава функциите на Bluetooth и Mesh Networking. Устройството може лесно да се програмира и управлява със специално приложение.

- Пътно осветление Това е едно от най-критичните приложения, тъй като в този случай LED лампите трябва да работят безотказно при тежки условия. Следователно драйверите, които се използват за тяхното захранване, трябва да имат възможно най-добрите характеристики, свързани с контрол, надеждност и издръжливост:
  - широк диапазон от работни температури;
  - висока ефективност и стабилност;
  - работа с постоянна мощност;
  - активна корекция на фактора на мощността (Active PFC);
  - висока степен на IP защита;
  - клас на защита на уреда;

- опция за дистанционно управление за функцията Smart City;
- отлично съотношение цена/производителност.
- LED осветление за отглеждане на бързорастящи аграрни култури в оранжерии. Основното предимство е използване на комбинации от различни по спектър на излъчването във видимата област на светлината LED, в зависимост от вида на отглежданите култури или техните етапи на растеж. Освен тяхната ефективност, надеждност, изолация и защита, драйверите, предназначени за тези приложения, трябва да имат и следните специфични характеристики:
  - висока изходна мощност;
  - широк диапазон на управление;
  - високо работно напрежение.

Специализирани режими на работа, използвани в мощните LED драйвери [4]:

❖ PFC – активна корекция на фактора на мощността е много полезна функция, която елиминира един от често срещаните проблеми на входните състояния на драйвери без тази функция. Фигура 3 показва времедиаграми на напрежението и тока, свързани с AC входа на захранването. Фигура а – показва формата на вълната на тока, консумиран от устройството без активната PFC система – формата на вълната на тока не само е изместена спрямо напрежението, но е значително изкривена. Това намалява ефективността на електрическата инсталация, като се получават по-високи токове спрямо реално предадената активна мощност. Освен това противоречи на закона и се наказва от енергийните компании с прилагане на повишени тарифи за бизнеса и индустриалните клиенти. Активната PFC система, използвана в драйверите, благодарение на непрекъснатата си работа и функцията за автоматично регулиране, позволява значително намаляване на текущото изкривяване на формата на вълната и на изместването между два сигнала. На фигура б факторът на мощността е 0,9 и повече, независимо от товара, като това е най-добрата консумация на енергия.



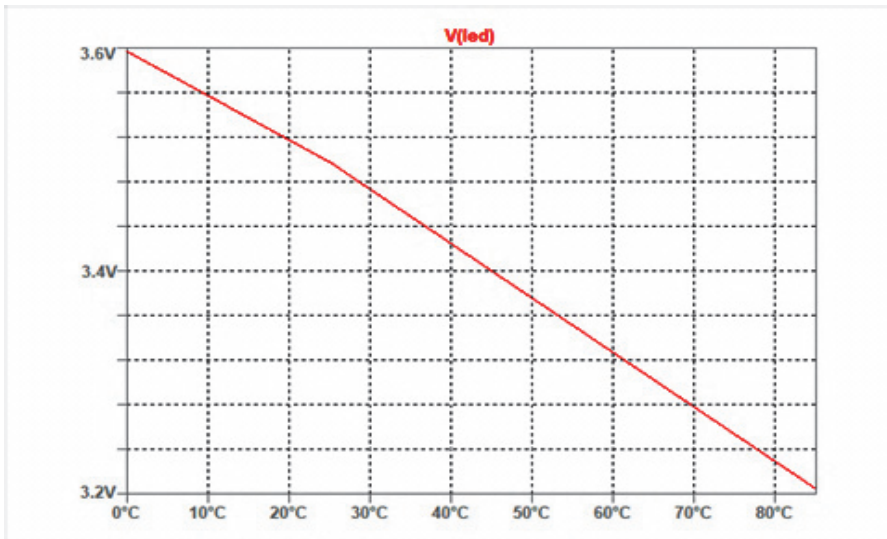
Фиг. 3. Форми на сигнала по напрежение и ток на AC входа на драйвера без и с активна системата за контрол на фактора на мощността

❖ PWM – управляващ сигнал използва регулируем импулсен източник на захранване, като се променя ширината на положителните импулси и паузите между тях – работен цикъл, променящ се от 0 до 100%. Стойностите на мощността, получена на изхода на драйвера, са пропорционални на площта на работния цикъл на входния сигнал. За по-голяма гъвкавост при използване на PWM управление могат да бъдат инсталирани специални цифрови преобразуватели.

Стандартите за безопасност при опасни места (HazLoc) предвиждат използването на източници с ниско напрежение. Освен това рискът от появяване на искри или електрически дъги трябва да е минимален. Проектите за такива инсталации използват паралелно свързване на осветителни устройства, както и по-високи токове. Това не повишава ефективността на работа, но е необходимо за покриване на нивото на експлоатационна безопасност и поддръжка на тези инсталации. Драйверът HLG-е адаптиран към този тип високотокови CV приложения.

Светодиодите, както всички полупроводници, се характеризират с температурен дрейф. В зависимост от промяната на температурата се променя и напрежението при  $V_f$  връзката на компонентите. Това явление винаги трябва да се контролира. При включване на веригата със серийно свързани LED, при изключително ниска температура, ситуацията на изхода на захранването е много различна[4].

На фигура 4 е изобразена графика на промяната на напрежението в права посока върху един светодиод  $V_f$  в температурния обхват от 0 до 80°C.



Фиг. 4. Графика на промяната на  $V_f$  на LED от температурата

Вижда се, че при 0°C работното напрежение на диода е около 3,6 V, което, умножено примерно по 50 броя светодиода, изграждащи една матрица, дава напрежение на двата края на матрицата 180 V. Това примерно е стойността, която захранването трябва да може да осигури, като същевременно поддържа тока постоянен (в приложения с постоянен ток) или пропорционално намаляване (при приложения с постоянна мощност).

Една от най-важните характеристики на подходящия драйвер е неговият широк работен диапазон, осигуряващ стабилна работа на светодиодите в изключително широк температурен диапазон, както и фактът, че позволява включването на LED серията и при ниски температури (с функция „Студен старт“). В драйверите тя позволява да се променят условията на работа на драйвера по време на студено включване на осветителната система[4].

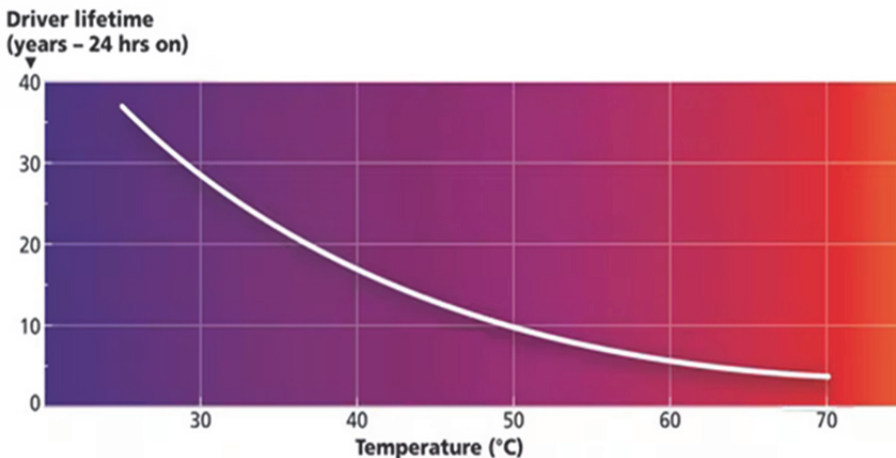
Един драйвер с добри параметри компенсира температурните промени на светодиодите, като не само поддържа определен ток, но и следи дали общото напрежение не надвишава ограниченията на системата и е в състояние, ефективно да регулира напрежението (в режим на постоянен ток) в определен диапазон.

По време на нормална работа, след като системата бъде термично стабилизирана, работното съотношение V-I винаги е в правилната област на работа. Когато устройствата се включат да работят при изключително ниски температури, драйверите автоматично увеличават работното напрежение с 20%, като същевременно намаляват работния ток. Това позволява захранването да работи в определена зона, като по този начин системата стартира нормално за определено време. След термичната стабилизация на светодиодите в матрицата, следва автоматично възстановяване на стандартните параметри, предвидени в спецификацията на устройството.

В светодиодните драйвери със стандартно качество, при работни условия, когато напрежението се приближи до регулираните граници, високото ниво на нискочестотни пулсации на изхода на първата секция на захранването прави работата зависима от PWM контролера и следователно (въпреки относително високата му честота на превключване) се вижда „мигането“ на светлината, произведена от светодиодите. Това явление се свързва с високата стойност на остатъчния компонент от 100 Hz честота. Решенията, осигуряващи ниско ниво на пулсации и широка граница между пиковото напрежение и максималната стойност, регулирана на изхода, гарантират работата на осветителната система без трептене[4].

По принцип драйверите могат да се захранват с широк спектър от AC напрежения, вариращи (в зависимост от модела) от 90 V до над 300 V, а някои версии могат да работят и с DC напрежение от 110 V до 430 V, в зависимост от модела.

Температурата, при която работи светодиодният драйвер, играе ключова роля при определянето на живота му. На седмачтата фигура е показана графика на време на живот на драйвера в зависимост от работната му температура.



Фиг. 5. Графика на време на живот на драйвера в зависимост от работната му температура.

### Заклучение

Ефективната и дългогодишна работа на драйвера зависи от внимателния подбор на елементите и избраното схемно решение, като много от параметрите е необходимо да се съобразят и с конкретното приложение (товар). Така загубите са най-малки и коефициентът на полезно действие е най-висок.

### Литература:

1. Understanding LED Driver Technology | Nanopdf.com
2. Chris Richardson *LED Applications and Driving Techniques*
3. Taylor Scully Understanding LED Drivers and How To Choose the Right One June 10, 2020
4. file:///LED%20driver%20Electronic%20components.%20Distributor,%20Multisort%20Elektronik.htm
5. Fulham-Lumoseries-White-Paper
6. xitanium-indoor-led-drivers