

Electronic Components

tme.eu

Zalety i wady różnych sposobów konfiguracji oświetlenia LED

Nieustannie poszukujemy coraz bardziej wydajnych rozwiązań w zakresie oświetlenia. Diody LED cieszą się ogromnym powodzeniem. Ich jasność jest naprawdę zadowalająca, a ceny już nie odstraszą. Warto wiedzieć, jak je skonfigurować, by jak najlepiej odpowiadały naszym oczekiwaniom.

Światła uliczne, reflektory samochodowe, podświetlenie paneli LCD czy oświetlenie obiektów architektonicznych, to tylko niektóre zastosowania diod LED o wysokiej jasności. Kluczowym kryterium jest ich długa żywotność. Nie ulega wątpliwości, że wzrost wydajności i jasności diod LED oraz spadek ich ceny przekłada się na coraz większą liczbę zastosowań konsumenckich i przemysłowych.

Sterowanie jasnością i kolorem

Do precyzyjnego sterowania jasnością i kolorem oświetlenia LED najczęściej używany jest zasilacz stałoprądowy. Reguluje on prąd dostarczany do diod LED, niezależnie od czynników zewnętrznych, takich jak różnice w napięciu przewodzenia (U_f) poszczególnych diod, wahania napięcia zasilającego itp. **Do diod LED dostarczany jest prąd o wybranej wartości, bez względu na warunki eksploatacji.**

Jak działa zasilacz stałoprądowy?

Zasilacz stałoprądowy zapewnia **wszecstronne źródło zasilania** do szeregu produktów oświetleniowych korzystających z diod LED. Wbudowany układ sprzężenia zwrotnego monitoruje przepływ prądu w danej diodzie lub ciągu diod i stale dostosowuje prąd wyjściowy, aby zapewnić pożądany poziom. Wyjście obsługuje pojedyncze diody lub ciągi modułów LED połączone równolegle bądź szeregowo, dostarczając pożądany prąd do każdego ciągu.

Wykorzystując ten sam zasilacz stałoprądowy, dla superjasnych diod LED można ustawić napięcie przewodzenia na poziomie od 3 do 3,5 V. Wskazana wartość prądu będzie utrzymywana niezależnie od napięcia przewodzenia diody.

Aplikacje oświetleniowe LED zwykle korzystają z wielu diod LED, od 1 W do 3 W, działających razem. Istnieją trzy możliwości ich zasilania, których główne zalety i wady wraz z opisem eksploatacyjnym zostaną omówione w kolejnych akapitach.

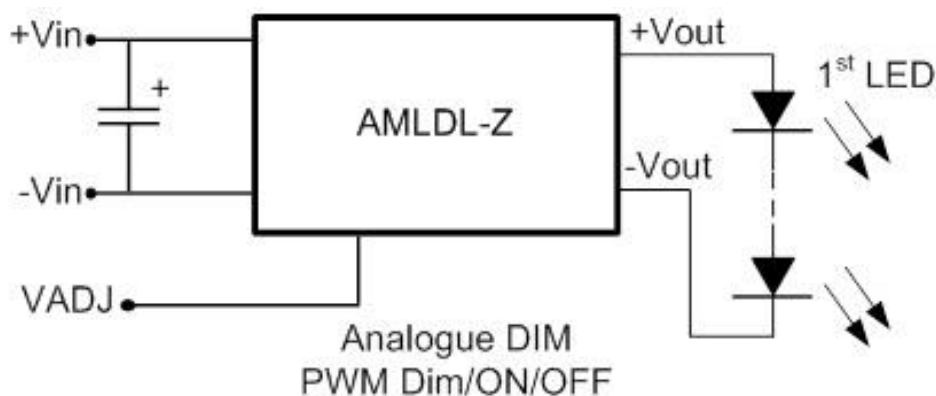
Niezależnie od zastosowanego schematu, najczęściej, gdy dochodzi do awarii oświetlenia, występuje zwarcie pomiędzy anodą i katodą. Możliwe jest też wystąpienie „przerwania”, gdy pomiędzy anodą i katodą powstaje otwarty obwód. Można sobie jednak z tymi problemami poradzić.

Opcje konfiguracji

Istnieją dwa główne sposoby łączenia wielu diod LED – szeregowo lub równolegle. Obie architektury mają swoje plusy w kontekście sprawności, dostosowania jasności czy odporności na awarię. Trzecia opcja to rozwiązanie hybrydowe, zwane połączeniem mieszanym, łączące konfigurację szeregową i równoległą.

Jak wygląda połączenie szeregowe?

W szeregowym połączeniu dioda LED katoda pierwszej diody jest połączona z anodą drugiej itd. Schemat ten pokazuje rys. 1.



rys. 1. Połączenie szeregowe

Główną zaletą połączenia szeregowego jest maksymalne dopasowanie jasności, co oznacza, że **różnice w jasności poszczególnych diod LED są niewidoczne**. Dopasowanie jasności wynika z takiej samej wartości prądu przepływającego przez każdą diodę i jest niezależne od wahań napięcia przewodzenia poszczególnych diod. Całkowite napięcie w ciągu jest funkcją liczby diod w ciągu oraz typowego napięcia przewodzenia (U_f) każdej diody LED.

Na przykład: jeśli ciąg obejmuje 20 diod LED o napięciu przewodzenia $U_f = 3,5$ V DC, wówczas łączne napięcie ciągu wynosi 70 V DC. Pojedynczy zasilacz stałoprądowy dostarcza zasilanie każdej z diod LED. **W tej konfiguracji wszystkie diody otrzymują prąd o tej samej wartości.**

Zalety połączenia szeregowego

- prosta konfiguracja, obejmująca tylko jeden obwód;
- brak dysproporcji prądu – wszystkie diody LED w ciągu otrzymują prąd o identycznej wartości;
- duża sprawność systemu – nie jest wymagane korzystanie z rezystorów ograniczających prąd;
- normalne działanie pozostałych diod w sytuacji, gdy jedna ulegnie awarii z powodu zwarcia, a napięcie w ciągu spadnie o U_f niedziałającej diody LED, obniżając zużycie prądu. Ogólna jasność lampy zmniejszy się tylko o tę jedną diodę LED.

Wady połączenia szeregowego

- możliwe jest bardzo wysokie, zagrażające bezpieczeństwu, napięcie wyjściowe w przypadku dużej liczby diod LED;
- cały ciąg przestaje świecić jeśli dioda ulegnie awarii z powodu przerwania obwodu. W takim przypadku można podłączyć równoległe prosty obwód bocznikowy, omijający w razie awarii tę diodę, która uległa awarii i minimalizujący skutki przerwania obwodu.

Jak obliczyć potrzebne parametry dla zasilacza LED?

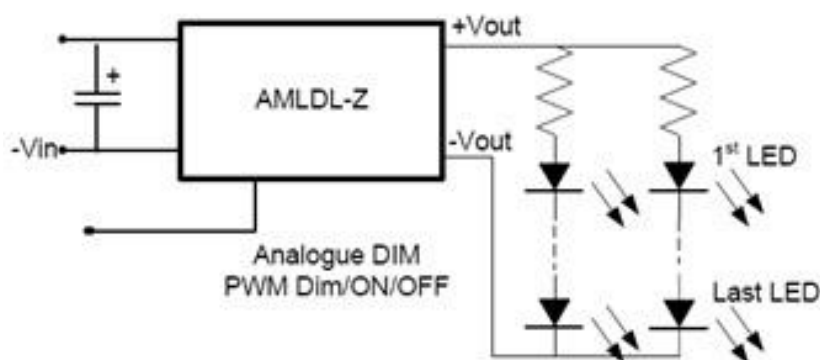
Aby obliczyć maksymalną liczbę diod LED, które można bezpiecznie połączyć szeregowo z zasilaczem stałoprądowym, należy podzielić maksymalne napięcie wyjściowe zasilacza przez napięcie przewodzenia każdej z diod LED.

Na przykład: jeśli $U_{wyj. maks.} = 30 \text{ V DC}$, a $U_{przewodzenia} = 3,0 \text{ V}$, to maksymalna liczba diod LED $30/3 = 10$. Łącznie można podłączyć szeregowo 10 diod LED do takiego zasilacza stałoprądowego.

Aby ustawić pożądany prąd wyjściowy zasilacza, trzeba zapoznać się ze specyfikacją techniczną użytych diod LED, sprawdzając zalecaną wartość prądu. Następnie wybrać zasilacz LED z taką samą wartością optymalną prądu.

Jak wygląda połączenie równoległe?

Przykładem może być tu lampa z dziesięcioma diodami LED, w której można zastosować dwa ciągi po pięć diod, połączone równoległe. Taka konfiguracja przedstawiona została na rys. 2.



rys. 2. Połączenie równoległe

Równoległe połączenie diod LED pozwala **obniżyć maksymalne napięcie w ciągu oraz zwiększyć odporność na usterki**. Całkowite napięcie w ciągu jest niższe niż w połączeniu szeregowym o współczynnik równy liczbie równoległych ciągów.

Wahania U_f poszczególnych diod LED mogą powodować znaczące dysproporcje wartości prądu w każdym z ciągów, dlatego **w każdym z ciągów stosuje się rezystory** pomagające

równoważyć wartości prądu. Wartość prądu dzielona jest pomiędzy poszczególne ciągi na podstawie tego, jak dobrze został dobrany rezystor ograniczający prąd.

Zalety połączenia równoległego

- tylko jeden zasilacz potrzebny do konfiguracji;
- relatywnie niskie całkowite napięcie wyjściowe;
- możliwość równomiernego rozdzielenia prądu pomiędzy ciągi diod LED przy odpowiednim doborze wartości rezystancji.

Wady połączenia równoległego

- poprawa rozdziału prądu odbywa się kosztem jego wyższego poboru przez rezystory oraz niższej sprawności systemu;
- narażenie na wyższy poziom obciążenia wszystkich diod, w sytuacji, gdy pojedyncza w ciągu ulegnie awarii z powodu zwarcia – diody będą musiały poradzić sobie z wyższym prądem, co prawdopodobnie będzie skutkowało awarią kolejnych w systemie. Za to diody w pozostałych ciągach będą wyraźnie ciemniejsze, ponieważ sumaryczna wartość prądu ograniczona jest wydajnością prądową zasilacza.
- cały ciąg przestaje świecić, jeśli dioda ulegnie awarii z powodu przerwania obwodu, a prąd w pozostałych ciągach, w zależności od ich liczby, wzrośnie. W takim przypadku można podłączyć równolegle prosty obwód bocznikowy pozwalający ominąć diodę, która uległa awarii, minimalizując w ten sposób skutki przerwania obwodu.

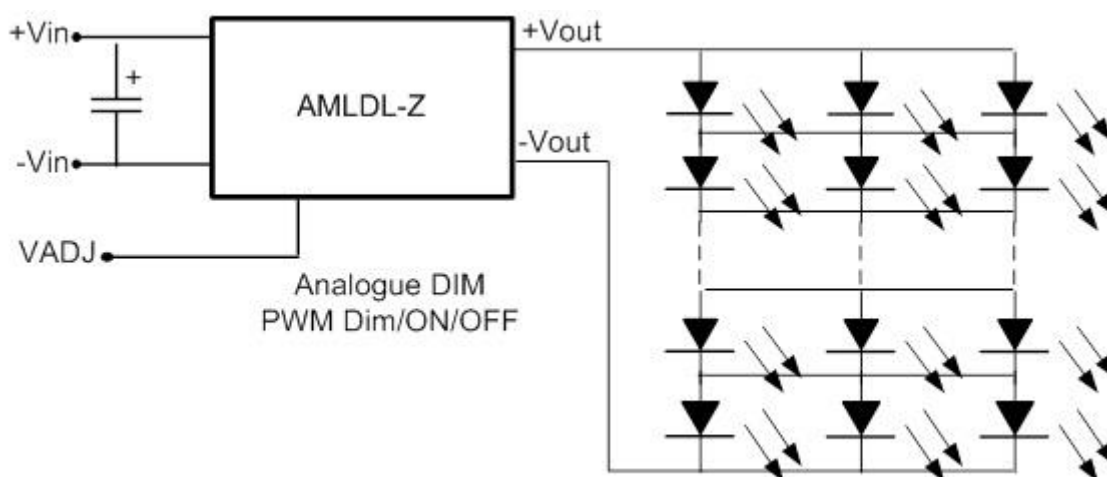
Jak obliczyć maksymalne napięcie wyjściowego zasilacza LED?

Aby określić prąd wyjściowy stałoprądowego zasilacza oświetlenia LED, należy optymalną wartość prądu dla używanych diod LED pomnożyć przez liczbę ciągów. Na przykład: jeśli optymalna wartość prądu dla diod LED wynosi 350 mA, a mamy dwa ciągi diod, wartość prądu zasilacza LED musi wynosić $350 \times 2 = 700$ mA.

W konfiguracji równoległej całkowite napięcie przewodzenia U_f jest mnożone przez liczbę diod LED w każdym z ciągów. Na przykład: jeśli mamy 2 ciągi po 5 diod, a U_f wynosi 3,5 V, całkowite napięcie przewodzenia wyniesie $5 \times 3,5 = 17,5$ V DC.

Jak wygląda połączenie mieszane?

W takiej konfiguracji diody LED ułożone są w schemat macierzy rzędów i kolumn jak na rys. 3.



rys. 3. Połączenie mieszane

Połączenie mieszane stanowi **próbę wyeliminowania części problemów charakterystycznych dla połączenia szeregowego**, przez dodanie większej liczby połączeń między diodami LED.

Schemat tego połączenia jest podobny do wykorzystywanego w równoległym łączeniu ciągów, z tą różnicą, że pomiędzy ciągami występuje połączenie. Pierwsza dioda LED w każdym z ciągów jest połączona równolegle z pierwszymi diodami w pozostałych ciągach. Każda kolejna – z sąsiadującymi diodami LED.

Zalety połączenia mieszanego

- konfiguracja również wymaga tylko jednego zasilacza, gdyż napięcie wyjściowe jest relatywnie niskie w porównaniu z konfiguracją równoległą;

- co do zasady jest odporniejsze na awarię;
- wyższa wydajność – zwykle nie jest potrzebne korzystanie z rezystorów rozdzielających prąd.

Wady połączenia mieszanego

- w przypadku dysproporcji prądu dodanie rezystorów usprawniających rozdział prądu nie jest tak proste jak w konfiguracji równoległej;
- nierównomierny rozdział prądu powoduje niejednorodną dystrybucję światła i ciepła;
- wszystkie diody w tym rzędzie przestają świecić, jeśli pojedyncza dioda LED ulegnie awarii z powodu zwarcia pozostałe rzędy będą świecić normalnie, ale jasność lampy jest mniejsza;
- zwiększone ryzyko awarii kolejnych diod w danym rzędzie, jeśli jedna z nich ulegnie awarii z powodu przerwanego obwodu – co wynika z faktu, że pozostałe diody w tym rzędzie są w takiej sytuacji narażone na działanie wyższego prądu. Inne rzędy diod LED będą świecić normalnie. W takim przypadku **można podłączyć równoległe proste obwód bocznikowy** pozwalający ominąć diodę, która uległa awarii, minimalizując w ten sposób skutki przerywania obwodu diod LED.

Zasilacze stałoprądowe LED firmy Aimtec

W każdym z wymienionych sposobów konfiguracji oświetlenia LED **sprawdzają się zasilacze stałoprądowe LED firmy Aimtec**. Dostępne są one w wersji uniwersalnej na napięcie wejściowe AC, a także jako modele obsługujące napięcie wejściowe DC. Więcej informacji można znaleźć na stronie firmy Transfer Multisort Elektronik (www.tme.eu), która jest oficjalnym dystrybutorem Aimtec.