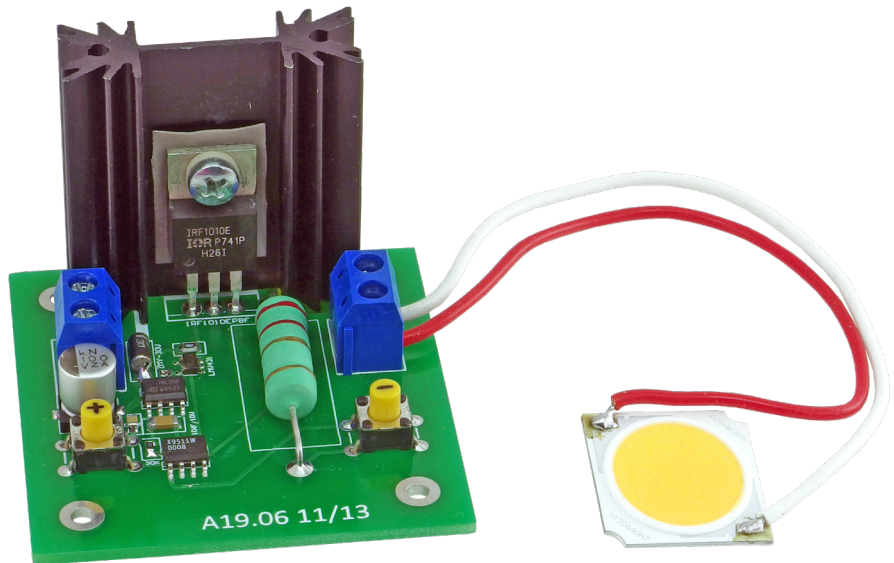


Regulator jasności diod power LED

W ostatnich latach w branży oświetleniowej zachodzą istotne zmiany. Konsekwentnie wypierane żarowe i fluorescencyjne źródła światła zastępowane są przez wydajniejsze i bardziej energooszczędne źródła LED-owe. Niestety tańsze, a zarazem najpopularniejsze oświetlenie LED charakteryzuje niski współczynnik oddawania barw oraz uciążliwy stopień migotania światła (flickering), które męczy wzrok.



Dodatkowe materiały do pobrania ze strony www.media.avt.pl

W ofercie AVT* AVT-5791

Podstawowe parametry:

- regulacja jasności z pamięcią nastaw,
- napięcie zasilania od kilku do ok. 40 V,
- może współpracować z typowymi taśmami LED i popularnymi LED-ami mocy w obudowie COB.

Wykaz elementów:

- R1: 10 kΩ (wg opisu w tekście)
- R2: 30 kΩ
- R3: 1 Ω/5 W (wg opisu w tekście)
- C1: 100 μF/25 V
- C2: 100 nF
- C3: 10 μF/10 V
- D1: dioda Zenera 30 V (wg opisu w tekście)
- T1: MOSFET-N STP60NF06
- U1: LM78L05
- U2: LMV431
- U3: X9511-10 k
- S1, S2: mikroswitch
- CON1, CON2: złącze śrubowe, raster 5 mm

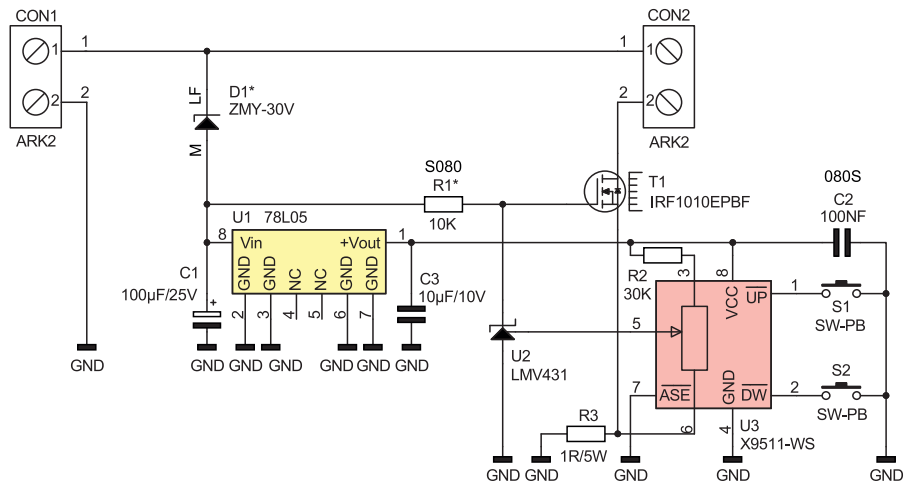
Projekty pokrewne na www.media.avt.pl:

- AVT-5571 Sterownik taśm LED RGB zgodny z HomeKit (EP 7/2020)
- AVT-5768 Zasilacz diod power LED 3,5 W (EP 5/2020)

Uwaga! Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu. Wymagana umiejętność lutowania!
Podstawową wersją zestawu jest wersja [B] nazywana potocznie KIT-em (z ang. zestaw). Zestaw w wersji [B] zawiera elementy elektroniczne (w tym [UK] - jeśli występuje w projekcie), które należy samodzielnie wzlutować w dołączoną płytkę drukowaną (PCB). Wykaz elementów znajduje się w dokumentacji, która jest podlinkowana w opisie kitu. Mając na uwadze różne potrzeby naszych klientów, oferujemy dodatkowe wersje:
• wersja [C] - zmontowany, uruchomiony i przetestowany zestaw [B] (elementy wzlutowane w płytkę PCB)
• wersja [A] - płytkę drukowaną bez elementów i dokumentacji Kit-y w których występuje układ scalony wymagający zaprogramowania, mają następujące dodatkowe wersje:
• wersja [Aw] - płytkę drukowaną [A] + zaprogramowany układ [UK] i dokumentacja
• wersja [UK] - zaprogramowany układ
Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik pdf! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz! <http://sklep.avt.pl>. W przypadku braku dostępności na <http://sklep.avt.pl>, osoby zainteresowane zakupem płytek drukowanych (PCB) prosimy o kontakt via e-mail: kity@avt.pl.

Doświetlenie fotografowanych obiektów lub oświetlenie stołu roboczego to sytuacje, w których jakość światła ma duże znaczenie. Niestety, właściwego oświetlenia nie zapewni pierwsza lepsza „żarówka” LED. Poszukiwania LED-owego źródła światła, które mogłoby konkurować z halogenowym, zaprowadziły do portalu swiatelka.pl,

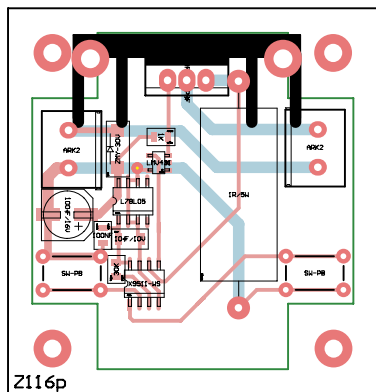
skąd pochodzą porównawcze fotografie z grejprutami (fotografie 1a i b). Dioda LED o współczynniku oddawania barw CRI>97 do prawidłowej pracy wymaga zasilania układem z regulacją prądu, a przydatną funkcjonalnością byłaby regulacja jasności z pamięcią nastaw. Zadania te realizuje opisany moduł, który umożliwia 32-poziomową



Rysunek 1. Schemat elektryczny układu



Fotografia 1. Porównanie jakości oświetlenia: a) oświetlenie diodą o CRI = 80, b) oświetlenie diodą o CRI = 97



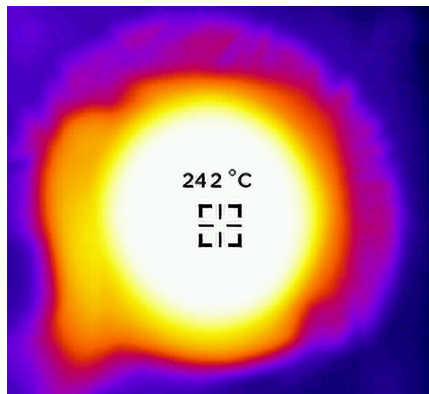
Rysunek 2. Schemat płytki PCB wraz z rozmieszczeniem elementów

regulację jasności oświetlenia – od zupełnego wyłączenia, po pracę z pełną mocą. Urządzenie obsługuje źródła światła, zasilane napięciem od kilku do ok. 40 V. Zatem może współpracować z typowymi taśmami LED i popularnymi LED-ami mocy w obu dowie COB.

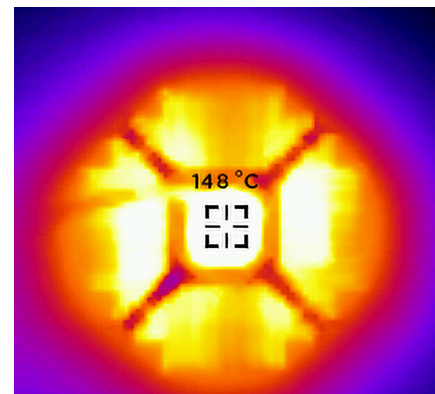
Budowa i działanie

Schemat regulatora został pokazany na **rysunku 1**. Układ U2 typu LMV431 na bieżąco kontroluje napięcie na swoim wejściu i tak ustawia potencjał bramki T1, aby to napięcie wynosiło 1,25 V. Cała idea regulacji polega na tym, że napięcie wejściowe LMV431 jest składową dwóch wartości: napięcia z R3, proporcjonalnego do prądu diody, oraz napięcia z drabinki rezystorowej, zawartej w potencjometrze cyfrowym U3. W skrajnym, dolnym ustawieniu potencjometru na wejście komparatora LMV431 trafia wyłącznie napięcie z rezystora R3, więc prąd diody LED wyniesie $1,25 \text{ V}/R3$. W przeciwnym, górnym położeniu do wejścia komparatora trafia napięcie z dzielnika R2 i sumy rezystancji U3 – 10 k, które przy wartościach podanych na schemacie wyniesie 1,25 V. Zatem komparator blokuje się bez dodatkowego udziału napięcia z R3. Wszystkie pośrednie nastawy potencjometru powodują przepływ prądu przez R3 o takiej wartości, aby suma spadku napięcia na R3 oraz napięcia z dzielnika R2 i potencjometru XR9511 wynosiła 1,25 V.

Nastawę układu U3 – potencjometru cyfrowego, zmienia się poprzez naciśnięcie klawiszy S1 i S2. Natomiast podłączenie do masy wyprowadzenia 7 (/ASE), aktywuje automatyczne zapisywanie ustawienia suwaka do wewnętrznej pamięci oraz przywrócenie tego ustawienia po ponownym włączeniu zasilania. Układ U3 wymaga zasilania napięciem 5 V, dlatego w regulatorze zastosowano stabilizator 78L05. Stabilizowane napięcie 5 V zasilają także dzielnik R2/potencjometr XR9511 i wskazane jest, aby wynosiło dokładnie 5,0 V.



Fotografia 2. Niebezpieczny wzrost temperatury diody przy niewystarczającym odprowadzeniu ciepła



Fotografia 3. Temperatura diody przy właściwym odprowadzeniu ciepła

Zaznaczony gwiazdką na schemacie rezystor mocy R3 umożliwia ustawienie maksymalnego prądu diody. Obowiązuje wzór $I_{\text{max}} = 1,25 \text{ V}/R3$. Wartość 1Ω pokazana na schemacie może być zbyt mała dla wielu diod COB. Koniecznie należy sprawdzić prąd maksymalny w dokumentacji diody, a R3 dobrać według podanego wzoru. Sytuacja wygląda inaczej z 12-woltowymi taśmami LED, ponieważ nie grozi im uszkodzenie przy zasilaniu z 12 V, a nadmierne zwiększenie R3 ograniczy maksymalną jasność.

Na schemacie widzimy jeszcze dwa elementy zaznaczone gwiazdką – diodę D1 oraz rezystor R1. Diodę D1 należy zastosować przy zasilaniu sterownika z napięcia wyższego niż 12 V. Podana wartość 30 V dotyczy pracy sterownika z popularnymi diodami COB, zawierającymi w swojej strukturze łańcuchy 12 szeregowo połączonych diod. Taka „duża dioda” wymaga zasilania co najmniej 36 V, a cały sterownik trzeba zasilic jeszcze wyższym napięciem. Dobrze nadają się do tego zasilacze 48 V PoE. Wtedy dioda D1 obniża napięcie na wejściu stabilizatora 78L05 oraz bramce T1 do bezpiecznej wartości.

Natomiast rezystor R1 ogranicza prąd komparatora LMV431 i jednocześnie umożliwia jego pracę. Przyjmując zalecany prąd $I_z = 1 \text{ mA}$, przy zasilaniu regulatora z 12 V otrzymujemy wartość R1 równą 10 k. Należy jednak rozważyć dwa przypadki: przy zasilaniu regulatora z 5 V (z pominięciem U1) wartość 10 k będzie zbyt duża. Spoczynkowy prąd ok. 100 μA pobierany przez LMV431 wywoła na R1 spadek około 1 V. Jeśli wtedy na R3 odłoży się 1,25 V, to na wysterowanie bramki T1 pozostanie zaledwie 3,75 V. Dla sporej grupy MOSFET-ów mocy będzie to zbyt niskie napięcie do pełnego otwarcia się. Drugi przypadek to zasilanie sterownika z 18 V i więcej. Wtedy R1 należy odpowiednio zwiększyć.

Montaż i uruchomienie

Montaż urządzenia jest bardzo prosty, schemat płytki wraz z rozmieszczeniem

elementów pokazano na **rysunku 2**, ewentualne wątpliwości wyjaśnia fotografia tytułowa. Należy rozpocząć od elementów montowanych powierzchniowo. Wartość R3 dobieramy ze wzoru $R = 1,25 \text{ V}/I_{\text{max}}$. Przy tym należy pamiętać, że praca z maksymalnym prądem wymaga właściwego chłodzenia diody. Chwila pracy ze zbyt małym radiatorem może skończyć się jak na **fotografii 2**. Dla przykładu, 25-watowa dioda CLU036-1208C1 (8 sekcji po 12 diod) wymagała potężnego radiatora, stosowanego kiedyś dla procesorów Duron. Pomimo to, temperatura świecących struktur podnosi się do 150°C (**fotografia 3**).

Sterownik pracuje w dosyć szerokim zakresie napięć. Przy połączeniu z klasycznymi taśmami LED 12 V diodę D1 zastępujemy zworką. Dla diod COB 36 V (np. z serii CLU036) wartość D1 powinna wynosić 30 V. Szukając zasilacza PoE (48 V), warto rozważyć się za wersją z regulowanym napięciem. Jak pokazały pomiary, po zmniejszeniu napięcia na wyjściu zasilacza do ok. 40 V znacznie zmniejsza się nagrzewanie T1. Dzieje się tak dlatego, że na mosfecie odkłada się zaledwie około 2 V i przy mniejszych prądach T1 może pracować bez radiatora.

Uwaga końcowa

Na koniec pewna uwaga z pogranicza elektroniki i optyki. Prawie liniowa zależność strumienia świetlnego od przepływającego prądu pozwala na odmierzenie 32 równych poziomów światła. Wydawać by się mogło, że ta liniowa zależność będzie zaletą np. do ustawiania czasu ekspozycji w aparacie. Niestety, charakterystyka ludzkiego oka sprawia, że kolejne nastawy odbierane są jako coraz mniejsze przyrosty jasności. Jeżeli będzie to uciążliwe, rozwiązaniem może być wymiana potencjometru na wersję z charakterystyką logarytmiczną, stosowaną przy regulacji głośności.

Michał Stach

michal.stach@elportal.pl