

Sterownik taśmy LED RGB z zabezpieczeniem przeciążeniowym

Źródło – opracowanie własne.

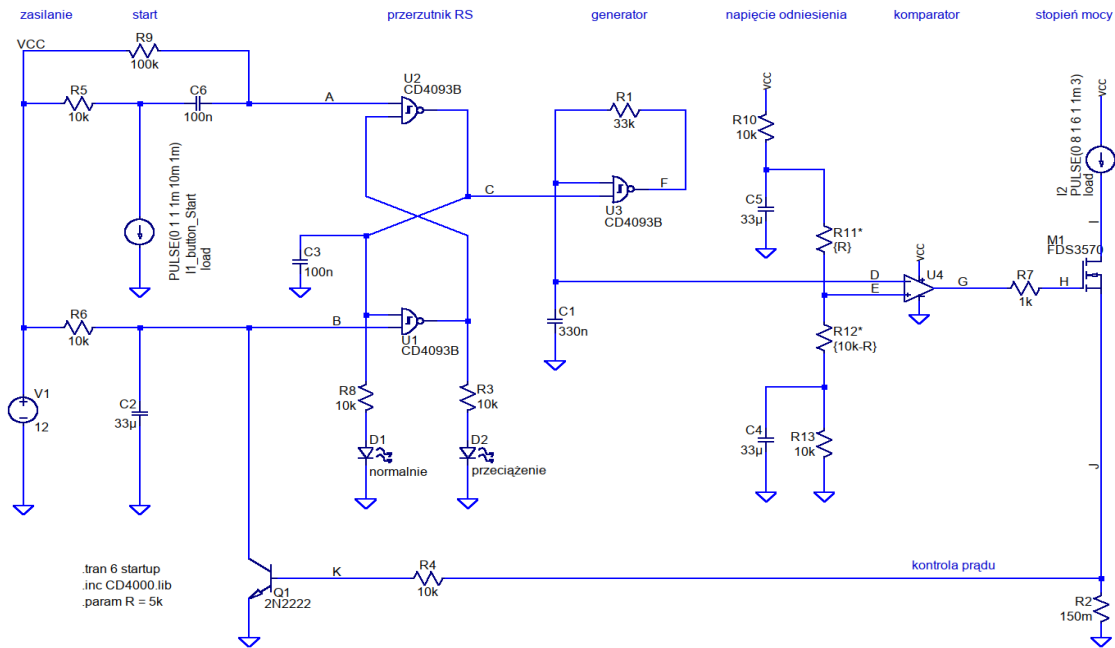
W projekcie zaprezentowano sterownik taśm LED RGB z zachowaniem poniższych założeń:

- nominalne napięcie zasilania 12 VDC;
- niezależne sterowanie kanałów RGB w zakresie od 0 do 100% przy zachowaniu wysokiej sprawności;
- możliwe zasilanie najmocniejszych taśm LED dostępnych na rynku o długości 5 m;
- prąd wyjściowy ograniczony do $I_{MAX} = 5 \text{ A}$;
- odporność na zwarcia;
- wizualny wskaźnik poprawnej/awaryjnej pracy układu;
- automatyczne wyłączenie przy przekroczeniu maksymalnej wartości prądu wyjściowego;
- ręczne kasowanie trybu awaryjnego.

Opis układu

W celu zapewnienia wysokiej sprawności zastosowano metodę regulacji PWM (ang. *Pulse Width Modulation*). Na rys. 1. przedstawiono schemat ideowy układu sterownika. Dla czytelności rysunku pokazano schemat sterownika dla tylko jednego z trzech kanałów. Układ zasilono ze źródła $V1$ o napięciu stałym 12 V.

Elementem wykonawczym, sterującym prądem obciążenia (w omawianym przypadku taśma LED) jest tranzystor unipolarny M1. Jest to tranzystor MOSFET (ang. *Metal-Oxide Semiconductor Field-Effect Transistor*) z kanałem wzbogacanym, typu n . Tranzystor jest sterowany napięciem wyjściowym ze wzmacniacza operacyjnego U4, który pracuje w układzie komparatora.



Rys. 1. Schemat ideowy trójkanałowego sterownika taśmy LED RGB

Wzmacniacz porównuje dwa napięcia wejściowe E i D. W punkcie D występują napięcia piłokształtne o wartościach z zakresu od 5 V do 7 V. Wynika ono ze specyfikacji użytego układu CMOS (ang. *Complementary Metal-Oxide-Semiconductor*) CD4093. Napięcie w punkcie E jest ustawiane przez użytkownika. Regulacja napięcia odbywa się za pomocą potencjometru (na schemacie, na rys. 1. potencjometr zamodelowano rezystorami R11 i R12). W wyniku porównania napięcie wyjściowe (w punkcie G) przyjmuje dwie wartości – potencjał bliski/równy potencjałowi masy lub potencjał bliski/równy potencjałowi zasilania. Zatem zmiana wartości napięcia referencyjnego w punkcie E w zakresie 5-7 V pozwala na regulację prądu wyjściowego w zakresie od 0 do 100%.

Generator zbudowany na bramce U3 jest uruchamiany i zatrzymywany napięciem doprowadzonym z wyjścia przerzutnika RS – punkt C. Częstotliwość generatora wynosi kilkaset herców tak, aby nie był widoczny efekt stroboskopowy. Naciśnięcie przycisku zamodelowanego pasywnym źródłem prądowym I1 włącza generator umożliwiając zasilanie taśmy. Kondensator C3 zapewnia stan nieaktywny sterownika po włączeniu zasilania.

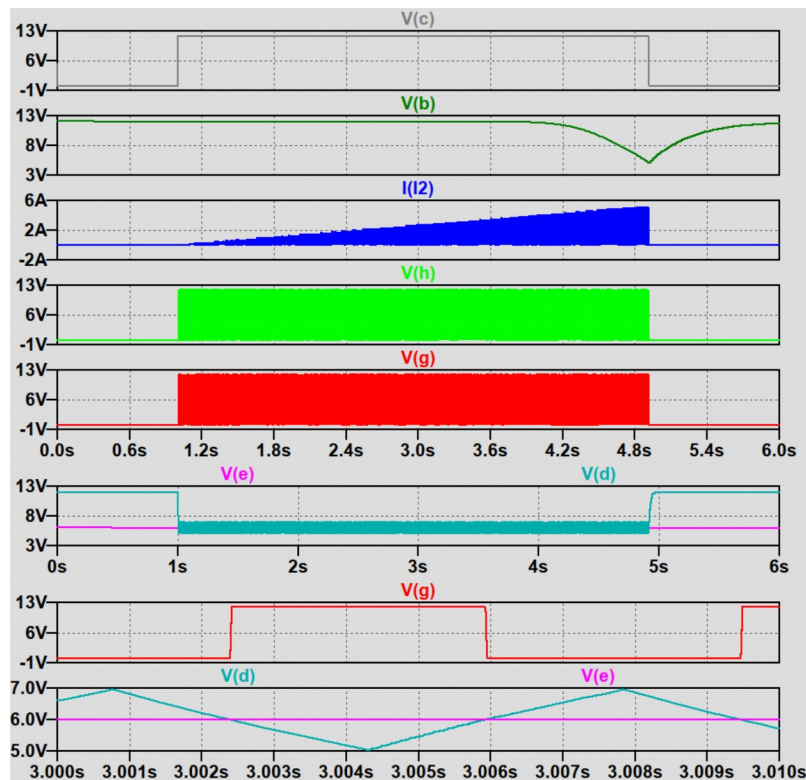
W obwodzie źródła tranzystora M1 umieszczono rezystor R2. Realizuje on funkcję czujnika prądu płynącego przez obciążenia. Po osiągnięciu prądu granicznego spadek napięcia na rezystorze R2 umożliwia wysterowanie tranzystora Q1. Włączenie tranzystora Q1 powoduje przełączenie przerzutnika RS w stan nieaktywny. Stan przerzutnika, a tym samym tryb pracy urządzenia jest wskazywany przez diody elektroluminescencyjne D1 oraz D2.

Zresetowanie przerzutnika powoduje, że napięcie w punkcie C jest napięcie bliskie/równe potencjałowi masy, wobec czego generator zostaje wyłączony – tranzystor M1 również został wyłączony.

Obwód zrealizowany z elementów R5, R9, C6 powoduje, że próba włączenia sterownika w warunkach przeciążenia nie będzie możliwa. Kondensator C2 uniemożliwia przypadkowe zadziałanie obwodu kontroli prądu w wyniku stanów nieustalonych. Stany nieustalone mogą wystąpić na przykład w trakcie podłączania obciążenia.

Analiza działania układu

Na rys. 2. przedstawiono wyniki symulacji otrzymane w programie LTspice. Oznaczenia wykresów są zgodne z oznaczeniami węzłów i elementów z rys. 1. Dołączone obciążenie sterownika jest reprezentowane przez pasywne źródło prądowe I2. Narastający charakter prądu obciążenia wynika z doboru parametrów źródła w celu zilustrowania działania obwodu ograniczenia prądu. Dla pokazanych ustawień graniczny prąd wyjściowy jest zgodny z założeniami i wynosi $I_{MAX} = 5$ A.



Rys. 2. Oscylogramy napięć i prądów występujących w układzie sterownika taśmy LED.

Oznaczenia zgodne z zawartymi na schemacie na rys. 1.