



AVT-735



Regulator impulsowy DC

Sterownik wiertarki modelarskiej Bezstratny ściemniacz żarówek

Opisywany układ jest regulatorem, włączanym między źródła zasilania a odbiornik. Źródłem zasilania dołączonym do zacisków śrubowych Z1 jest albo akumulator, albo zasilacz o odpowiedniej wydajności prądowej (napięcie zasilające nie musi być stabilizowane, ale musi być filtrowane). Obciążenie dołączone jest do zacisków Z2 (oznaczone *wiertarka*). Regulator pozwala płynnie regulować moc dostarczaną do obciążenia. Dzięki pracy impulsowej w regulatorze prawie nie występują straty, czyli sprawność jest bliska 100%. Układ jest przeznaczony do silników prądu stałego oraz do żarówek. Nie nadaje się natomiast jako warsztatowy zasilacz regulowany ani jako ładowarka akumulatorów.

Schemat regulatora pokazany jest na **rysunku 1**, a rysunek i wygląd płytki przedstawiają **rysunek i fotografia 2**. Podzespoły

należy wlutować w płytkę drukowaną, najlepiej według kolejności podanej w wykazie elementów. Na początek w miejsce R4 należy wlutować zworę. Potem kolejno montować coraz większe elementy. Podczas montażu należy zwracać szczególną uwagę na sposób wlotowania elementów biegunowych: kondensatora elektrolitycznego, diod, tranzystora oraz układu scalonego, którego wycięcie w obudowie musi odpowiadać rysunkowi na płycie drukowanej. Liczne wskazówki dotyczące szczegółów montażu podane są na plakatach, które zamieszczone były w numerach 5/2004 ... 7/2004 (numery te dostępne są w Dziale Prenumeraty i sklepie AVT).

Po zmontowaniu układu trzeba bardzo starannie skontrolować, czy elementy nie zostały wlotowane w niewłaściwym kierunku lub w niewłaściwe miejsca oraz czy podczas luto-

wania nie powstały zwarcia punktów lutowniczych. Po skontrolovaniu poprawności montażu można dołączyć zasilacz (najlepiej 9...15V) oraz obciążenie, np. żarówkę. Układ bezbłędnie zmontowany ze sprawnych elementów od razu będzie poprawnie pracował. Sterownik w czasie pracy pobiera znikomy prąd: przy zasilaniu napięciem 12V około 0,5mA, przy 9V ok. 0,3mA, a przy 6V poniżej 0,2mA.

Tylko dla dociekliwych – działanie układu

Bramki U1A, U1B pracują w układzie klasycznego dwubramkowego generatora. Rezystor R1 pełni jedynie rolę ochronną. Częstotliwość wyznacza pojemność C2, ewentualnie C3 oraz rezystancja potencjometru PR1 wraz z R2, R3.

Połączone równolegle bramki U1C, U1D sterują tranzystorem MOSTET T1. Rezystor R4 nie jest potrzebny w układzie, gdy T1, to tranzystor MOSFET w wersji podstawowej jest zastąpiony zworą. Przewidziano go w układzie tylko na okoliczność, gdyby ktoś zamiast MOSFET-a chciał zastosować „darlingtona” NPN, np.: BD649. Wtedy dla ograniczenia prądu bazy rezystor R4 powinien mieć wartość 1...2,2kΩ.

Potencjometr PR1 pozwala zmieniać współczynnik wypełnienia generowanego przebiegu w bardzo szerokich granicach od około 1% do około 99%. Przebieg impulsowy podany na bramkę T1 cyklicznie otwiera i zamyka tranzystor T1, a średnia moc dostarczana

Bardzo prosty układ regulacji impulsowej do urządzeń zasilanych prądem stałym.

Potencjometr zmienia współczynnik wypełnienia przebiegu wyjściowego, pozwalając na bezstratną regulację mocy wyjściowej.

Przeznaczony do regulacji mocy modelarskiej wiertarki na prąd stały.

Znakomicie nadaje się do regulacji jasności żarówek 6...24V o mocy do 100W.

Możliwość optymalizacji parametrów do konkretnego urządzenia współpracującego.

Zakres napięć zasilania 6...25V.

Zakres prądów wyjściowych: do 10A.

Pobór prądu 0,5mA przy 12V.

do odbiornika dołączonego do złącza Z2 jest zależna od współczynnika wypełnienia przebiegu z generatora. W ten sposób potencjometr PR1 umożliwia płynną regulację mocy dostarczanej do odbiornika.

Włączona „odwrotnie” dioda D4 **jest niezbędna** przy współpracy z obciążeniem o charakterze indukcyjnym (w praktyce – z silnikami). Układ reguluje średnią moc dostarczaną przez okresowe otwieranie i zamykanie tranzystora T1, a jak wiadomo, gwałtowne przerywanie prądu w indukcyjności powoduje powstanie napięcia samoindukcji. Bez diody D4 na drenie tranzystora T1 w chwili jego wyłączenia pojawiałyby się impulsy dodatnie o napięciu znacznie większym niż napięcie zasilające. Miałyby one amplitudę kilkudziesięciu woltów, wyznaczoną przez właściwości tranzystora T1. Tranzystory MOSFET mają właściwości zapobiegające uszkodzeniu – nadmierny wzrost napięcia na drenie powyżej napięcia katalogowego powoduje chwilowe otwarcie tranzystora, przepływ prądu, co zapobiega dalszemu narastaniu napięcia. Choć tranzystor nie uległby uszkodzeniu, wydzielałaby się w nim wtedy znaczna moc strat. Można ją ograniczyć, dołączając równolegle do obciążenia

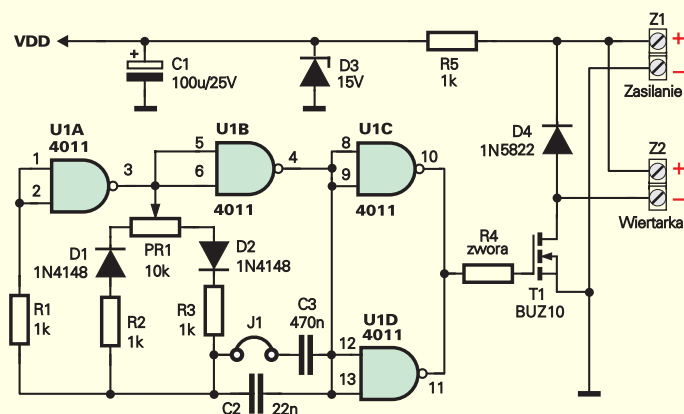
condensator, ale musiałyby to być kondensator o znacznej pojemności i dobrych właściwościach impulsowych. Dużo lepszym rozwiązaniem jest zastosowanie diody D4, która powoduje, że w chwili zatkania tranzystora T1 energia zmagazynowana w indukcyjności obciążenia zostaje przekazana przez tę diodę z powrotem do źródła zasilania. W efekcie dioda D4 zapobiega grzaniu się tranzystora T1 i powoduje wzrost sprawności. W przypadku obciążenia o charakterze rezystancyjnym, na przykład żarówki, dioda D4 jest niepotrzebna, bo żadne przepięcia wtedy nie występują.

Dzięki pracy impulsowej, straty w tranzystorze T1 są niewielkie i nie wymaga on radiatora nawet przy prądach rzędu kilku amperów, czyli mocach obciążenia nawet do 100W. Należy pamiętać, że układ jest regulatorem mocy, a nie stabilizatorem obrotów silnika, więc obroty silnika będą zależne od jego obciążenia.

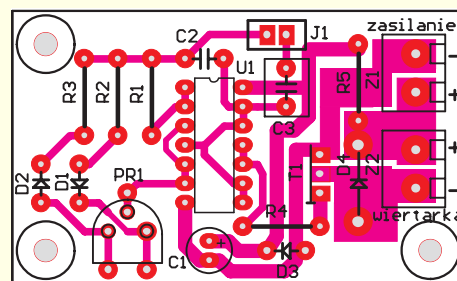
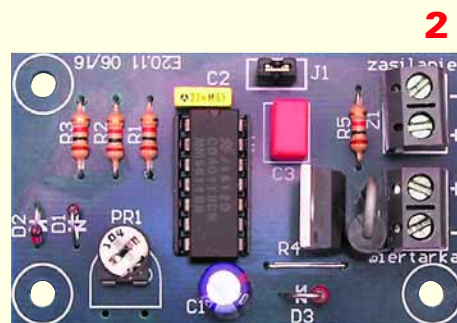
UWAGA! Układ reguluje moc w sposób impulsowy, podając na obciążenie przebieg prostokątny. Przebieg taki może być źródłem zakłóceń elektromagnetycznych. Dla zminimalizowania zakłóceń należy stosować możliwie krótkie połączenia między sterownikiem

a obciążeniem. Przewód połączeniowy powinien mieć postać skrętki (zwykle dwie skręcone ze sobą żyły). Zaleca się też dodatkowo dołączenie kondensatora elektrolitycznego (zestawu kondensatorów) o pojemności 1000...10000uF do złącza zasilania Z1.

W układzie przewidziano dodatkowy kondensator C3, dołączany za pomocą zwory J1. Dołączenie tego kondensatora przez nałożenie jumpa na kołki J1 powoduje zmniejszenie częstotliwości pracy generatora z około 700Hz na około 25Hz. Jest to korzystne z uwagi na generowane zakłócenia elektromagnetyczne. W niektórych zastosowaniach tak duże obniżenie częstotliwości może okazać się niedopuszczalne (np. może powodować zauważalne migotanie żarówki). Wtedy można we własnym zakresie dobrać pojemność C3.



1



Wykaz elementów

(w kolejności lutowania)

- | | |
|---|--|
| 1 <input checked="" type="checkbox"/> zwora zamiast R4 | 10 <input type="checkbox"/> D3 - dioda Zenera 12...15V |
| 2 <input type="checkbox"/> R1 - 1kΩ
(brąz-czar.-czerw.-złoty) | 11 <input type="checkbox"/> PR1 - 100kΩ miniaturowy |
| 3 <input type="checkbox"/> R2 - 1kΩ
(brąz-czar.-czerw.-złoty) | 12 <input type="checkbox"/> C2 - 22nF (może być oznaczony 223) |
| 4 <input type="checkbox"/> R3 - 1kΩ
(brąz-czar.-czerw.-złoty) | 13 <input type="checkbox"/> J1 dwie szpilki goldpin |
| 5 <input type="checkbox"/> R4 - zwora | 14 <input type="checkbox"/> C3 - 470nF stały
(może być oznaczony 474) |
| 6 <input type="checkbox"/> R5 - 1kΩ
(brąz-czar.-czerw.-złoty) | 15 <input type="checkbox"/> Z1 złącze ARK-2 duże |
| 7 <input type="checkbox"/> podstawka 14-pin
pod układ scalony U1 | 16 <input type="checkbox"/> Z2 złącze ARK-2 duże |
| 8 <input type="checkbox"/> D1 - 1N4148 lub podobna | 17 <input type="checkbox"/> C1 - 100uF/25V |
| 9 <input type="checkbox"/> D2 - 1N4148 lub podobna | 18 <input type="checkbox"/> D4 - 1N5822 |
| | 19 <input type="checkbox"/> T1 - BUZ10 (BUZ11, IRF540) |
| | 20 <input type="checkbox"/> nałożyć jumper na kołki J1 |
| | 21 <input type="checkbox"/> włożyć do podstawki
układ scalony CMOS 4011 |

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-735.

Możliwości zmian

Zamiast PR1 śmiało można wykorzystać potencjometr obrotowy lub suwakowy.

Jeśli napięcie zasilające podawane na złącze Z1 nie przekroczy 18V, można usunąć diodę D3, a R5 zastąpić zworą. Przy napięciach zasilania poniżej 10V jest to wręcz konieczne.

Choć ten prosty układ nie zapewnia stałości obrotów, spotyka się opinie, że sterowanie impulsowe silnika komutatorowego (np. w małej wiertarce modelarskiej) z częstotliwością kilku... kilkudziesięciu herców jest lepsze niż regulacja napięcia stałego i pozwala uzyskać lepszy moment przy małych prędkościach obrotowych. Dlatego zwłaszcza w przypadku takiej wiertarki warto poeksperymentować z wartością C3 (100nF...2,2uF) i sprawdzić zachowanie silnika przy wierceniu z małą prędkością obrotową.

Piotr Górecki