

Dział „Projekty Czytelników” zawiera opisy projektów nadesłanych do redakcji EP przez Czytelników. Redakcja nie bierze odpowiedzialności za prawidłowe działanie opisywanych układów, gdyż nie testujemy ich laboratoryjnie, chociaż sprawdzamy poprawność konstrukcji.

Prosimy o nadsyłanie własnych projektów z modelami (do zwrotu). Do artykułu należy dołączyć podpisane oświadczenie, że artykuł jest własnym opracowaniem autora i nie był dotychczas nigdzie publikowany. Honorarium za publikację w tym dziale wynosi 250,- zł (brutto) za 1 stronę w EP. Przesyłanych tekstów nie zwracamy. Redakcja zastrzega sobie prawo do dokonywania skrótów.

Projekt
227

Regulator obrotów silnika prądu stałego 200 V z układem U2008B

Układ 2008B jako regulator fazowy napięcia był już tematem szczegółowych opisów na łamach czasopisma „Elektronika Praktyczna” (5/1998 i 4/2011). Cechy tego układu – synchronizacja z napięciem sieci, „miękki” start, szeroki zakres regulacji napięcia – pozwalają na jego zastosowanie także do sterowania silnikiem prądu stałego, z możliwością regulacji jego prędkości obrotowej poprzez regulację prądu wirnika.

Opisane urządzenie użyto do regulacji prędkości obrotowej silnika prądu stałego o małej mocy i następujących parametrach:

- Typ silnika: BAUSER NDK 9462.
- Moc znamionowa: 0,2 kW.
- Prędkość obrotowa: 3000 obrotów/minutę.
- Napięcie wzbudzenia: 200 V DC.
- Prąd wzbudzenia: 0,15 A.
- Napięcie wirnika: 180 V DC.
- Prąd wirnika: 1,7 A.

Uzwojenie wzbudzenia silnika jest zasilane prądem stałym z mostka MD2. Wartość średnia napięcia wynosi 205 V DC. W rozwiązaniu układowym zastosowano zestaw do samodzielnego montażu AVT-1613. Schemat ideowy rozwiązania pokazano na **rysunku 1**. Obwód wirnika jest zasilany wyprostowanym napięciem, uzyskanym z regulatora fazowego, sterującego triakiem T1. Specyfika układu polega na zasilaniu odbiornika o dużej indukcyjności (wirnik) przez pełnookresowy mostek prostowniczy MD1. Ten mostek spełnia dodatkowo funkcje diody zwrotnej dla wirnika silnika. Taki układ wymaga wprowadzenia kilku modyfikacji do podstawowego schematu obwodu układu U2008B.

W regulatorze zastosowano triak typu BTA16-800BWRG firmy STMicroelectronics. Jest to triak specjalnie przeznaczony do zasilania odbiorników indukcyjnych z uwagi

na dużą odporność przepięcia występujące podczas komutacji. Według materiałów firmy STM, triaki tego typu nie wymagają zewnętrznych elementów gasikowych (snubber), jednak dla zapewnienia bezawaryjnej pracy w warunkach przemysłowych – w opisanym rozwiązaniu układ taki (Rf, Cf) został zastosowany, by uniknąć niekontrolowanego załączenia triaka w przypadku wystąpienia dużych zakłóceń w sieci zasilającej.

W celu zwiększenia pewności załączenia triaka w niskiej temperaturze zwiększono prąd bramki poprzez zmniejszenie wartości rezystora w obwodzie bramki triaka (R6), czas trwania impulsu wyjściowego i czas trwania „miękkiego startu” (zwiększenie pojemności kondensatorów C4 i C2, zmniejszenie wartości rezystancji potencjometru P2, zgodnie z zaleceniami z karty katalogowej U2008B).

Na rezystorze R1 (w obwodzie zasilania U2008B) jest tracona moc, która w przypadku rezystora o dopuszczalnej mocy strat 2 W powoduje jego nagrzewanie się do wysokiej temperatury. Z tego powodu w układzie zastosowano rezystor drutowy z radiatorem, o bardzo dużej dopuszczalnej mocy strat (100 W). Koszt nie jest duży, natomiast obniżenie temperatury elementu zwiększa jego niezawodność i okres bezawaryjnej pracy. Z tych samych powodów



Uwaga! Na elementach może wystąpić pełne napięcie sieci zasilającej 230 V AC. Wszystkie regulacje należy przeprowadzać po odłączeniu zasilania sieciowego.

Wykaz elementów Moduł z mikrokontrolerem

Rezystory:

R1: 22 kΩ/100 W
R2: 680 kΩ/2 W
R3: 15 kΩ
R4: 47 kΩ
R5: 220 kΩ
R6: 100 Ω
Rf: 390 Ω/1 W
P1: 47 kΩ (pot. osiowy z osią izolowaną)
P2: 100 kΩ (pot. montażowy)

Kondensatory:

C1: 100 μF/25 V
C2: 10 μF / 25 V
C3: 100 nF
C4: 22 nF
Cf: 10 nF/400 V

Półprzewodniki:

U1: U2008B
T1: BTA16-800BWRG
D1: 1N4007
Dz: dioda Zenera 13 V, 0,5 W
MD1, MD2: KBPC3510 (1000 V 35 A)

Inne:

L1: dławik 4 mH/5 A (np. Ferryser DTS-25/1.0/5.0/V-CAP, 2×1 mH z uzwojeniami połączonymi szeregowo)
Bezpiecznik (dobrany do prądu obciążenia)
Płytką drukowaną AVT1613

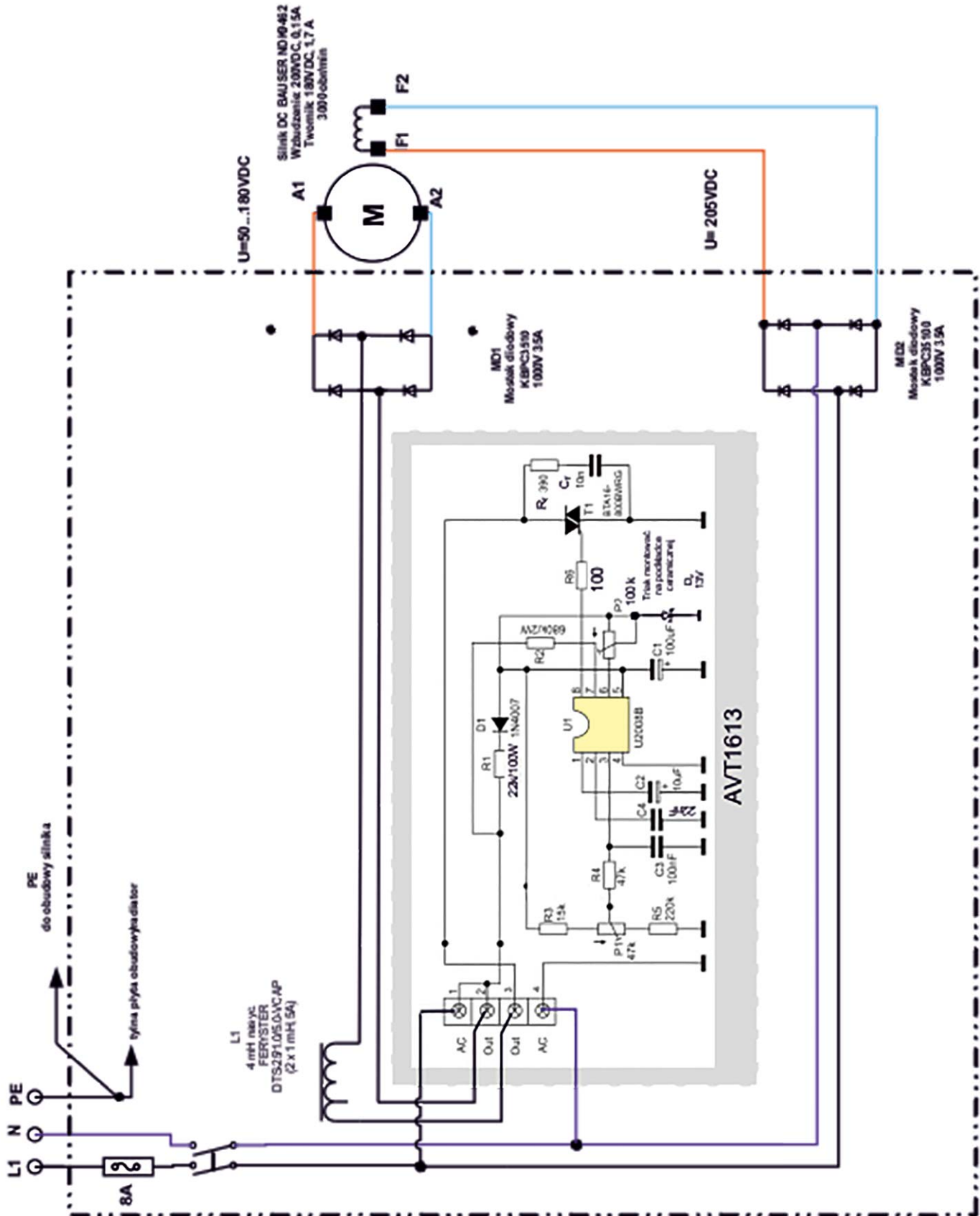
„przewymiarowano” mostki prostownicze MD1 i MD2.

W układzie zastosowano dodatkową diodę (Dz) stabilizującą napięcie zasilania układu scalonego. W wielu opisach układu zwracano uwagę na niestabilną pracę wewnętrznego stabilizatora napięcia układu 2008B

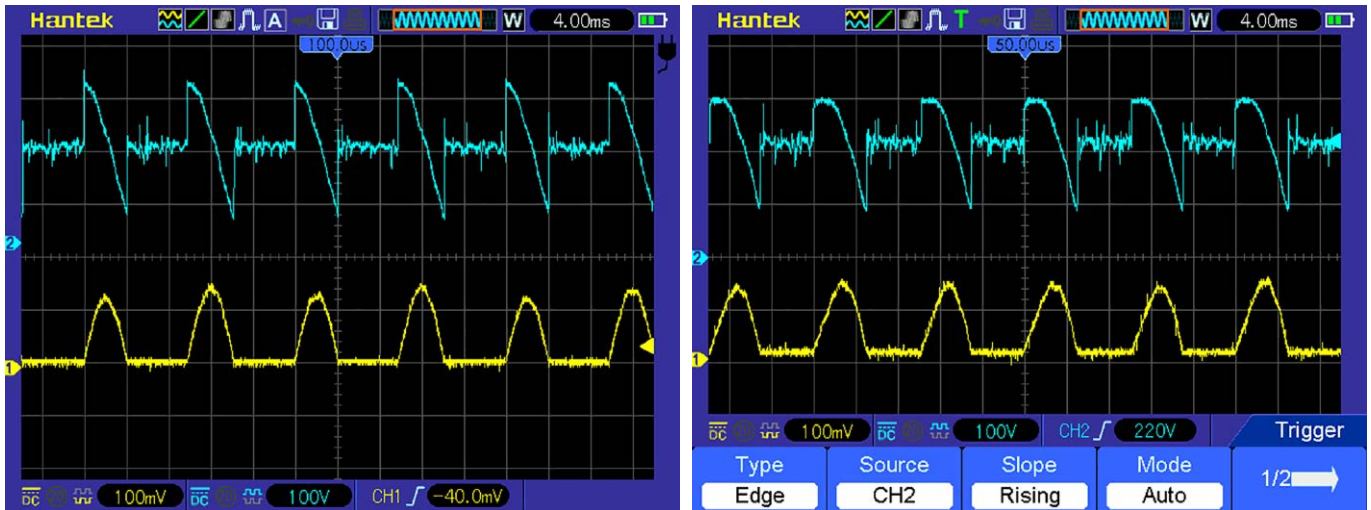
– zastosowanie dodatkowej diody rozwiązuje ten problem.

Kilka słów omówienia wymaga zastosowanie dławika L1. Indukcyjność szeregowo połączona z triakiem ma na celu ograniczenie wartości stromości zanikania prądu w obwodzie w czasie jego wyłączenia przez

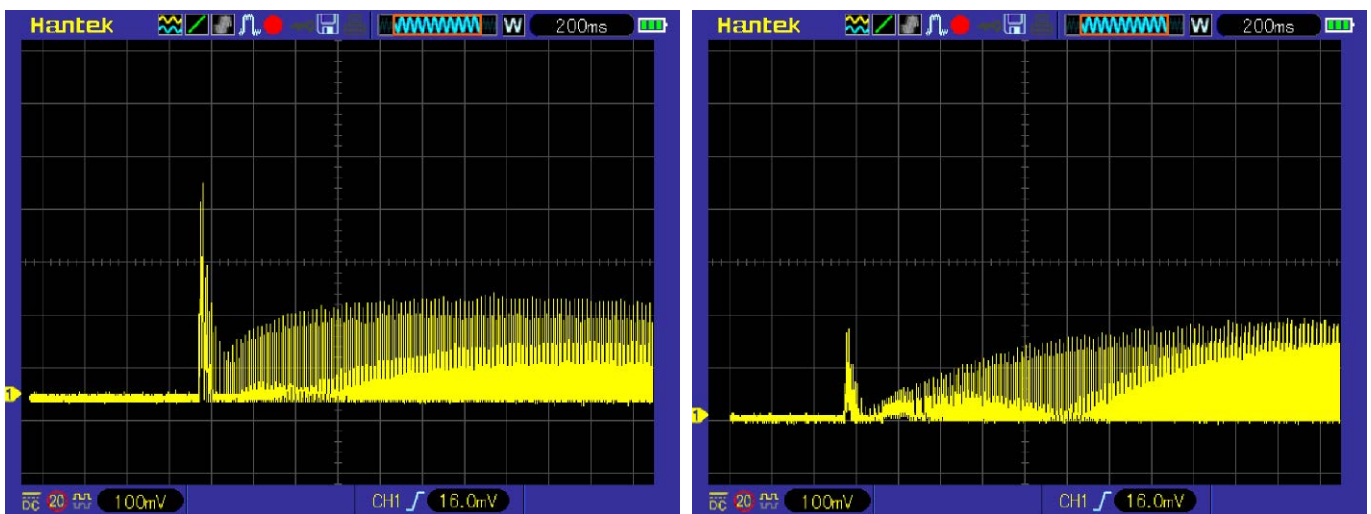
mostek MD1. Dla triaka BTA12-800BW stromość ta nie powinna przekraczać wartości 14 A/ms (bez układu „snubber”), co wymaga zastosowania dławika o indukcyjności co najmniej 3 mH. Większa wartość może być zastosowana do ograniczenia zawartości harmonicznych w prądzie sieciowym,



Rysunek 1. Schemat regulatora obrotów silnika prądu stałego 200 V z układem U2008B



Rysunek 2. Oscylogramy prądu i napięcia na wyjściu układu i prądu dla różnych napięć wyjściowych regulatora (100 mV odpowiada 1 A).



Rysunek 3. Oscylogram prądu silnika w czasie „zimnego” rozruchu układu (100 mV odpowiada 1 A)

Rysunek 4. Oscylogram prądu silnika w czasie „gorącego” rozruchu układu (100 mV odpowiada 1 A).

dławik ten może być częścią filtru odkłócającego. Dławik ten może być dławikiem nasycanym – element należy dobrać z uwzględnieniem prądu obciążenia (odpowiedni przekrój drutu uzwojenia). Zastosowanie dławika „zmiękcza” komutację i eliminuje stany nieustalone. Szersze omówienie tego zagadnienia jest przedstawione w przedstawionej literaturze.

Triak należy zamontować na radiatorze z zachowaniem odpowiedniej izolacji. Po zmontowaniu układ jest gotowy do pracy.

Na **rysunku 2** przestawiono oscylogramy prądu i napięcia na wyjściu układu i prądu dla różnych napięć wyjściowych regulatora.

W czasie prób układu zwrócono uwagę na specyficzne zachowanie układu w czasie rozruchu – zarówno „zimnego” (*cold start*, gdy wszystkie kondensatory są w pełni rozładowane), jak i „gorącego” (*hot start* – z naładowanymi kondensatorami w obwodzie). Zagadnienie to jest szczególnie istotne dla silników prądu stałego, prąd rozruchowy silnika nie powinien przekraczać pięciu wartości prądu znamionowego. W chwili początkowej wartość prądu wirnika jest

ograniczana jedynie przez bardzo małą rezystancję uzwojenia wirnika (ułamek omów). Jeżeli kondensatory układu są rozładowane, to po włączeniu można zaobserwować krótkotrwały impuls napięcia na obciążeniu. W przypadku zasilania silnika jest to korzystne, gdyż system mechaniczny silnika w chwili włączenia zawsze musi pokonać pewne tarcie statyczne na starcie, a po rozruchu tarcie dynamiczne jest znacznie mniejsze. Z tego względu system potrzebuje „impulsu mocy” w czasie rozruchu i jej ograniczenia w czasie normalnej pracy. Zjawisko to można zaobserwować przy podłączeniu żarówki (rozbłysk po włączeniu). Gdy kondensatory są naładowane, efekt ten jest ograniczony. Na **rysunkach 3 i 4** zamieszczono oscylogramy rozruchowego prądu silnika – dla „zimnego” i „gorącego” startu układu.

Po zakończeniu uruchamiania układu należy dobrać bezpiecznik topikowy, odpowiedni do planowanego obciążenia. W czasie uruchamiania układu należy zawsze używać narzędzi izolowanych i obowiązkowo zwrócić uwagę na wykonanie urządzenia

z zapewnieniem odpowiedniej ochrony przeciwporażeniowej dla obsługi.

Janusz Biliński
jtbili@wp.pl

Bibliografia

- [1] AVT1613 – „Regulator obrotów wentylatora 230 V z silnikiem indukcyjnym”
- [2] A.W.: „Regulator obrotów wentylatora 230 V z silnikiem indukcyjnym”, EP 4/2011
- [3] Górecki P., Orłowski Z.: „Regulator obrotów silnika 220 V”, AVT422, EP 5/1998
- [4] Rabier Ph., Perrier L.: „Microcontrollers and Triacs on the 110/240V Mains”, AN 392 Application Note, SGS-Thomson Microelectronics
- [5] Rault P.: „Improvement in Triac Commutation”, SGS-Thomson Microelectronics
- [6] Castagnet T.: „New Triacs: is a snubber necessary?”, SGS-Thomson Microelectronics
- [7] Bourgeois JM., Charreton JM., Rault P.: „AN422: Improved Universal Motor Drive. AN422”, SGS-Thomson Microelectronics
- [8] „AN 437: RC snubber circuit design for TRIACs”, SGS-Thomson Microelectronics
- [9] „AN441: Inductive load control with AC switches”, SGS-Thomson Microelectronics
- [10] „AN439: Snubberless and logic level TRIAC behavior at turn-off”, SGS-Thomson Microelectronics
- [11] „AN2236: Universal motor speed control and light dimmer with TRIAC and ST7LITE microcontroller”, SGS-Thomson Microelectronics
- [12] „Power Semiconductor Applications. Thyristors and triacs”, Philips Semiconductors, 1994
- [13] „BTA16, BTB16 and T16 Series. 16A TRIACs”, STMicroelectronics.
- [14] „U2008B Low Cost Current Feedback Phase Control Circuit”, Temic Semiconductors.