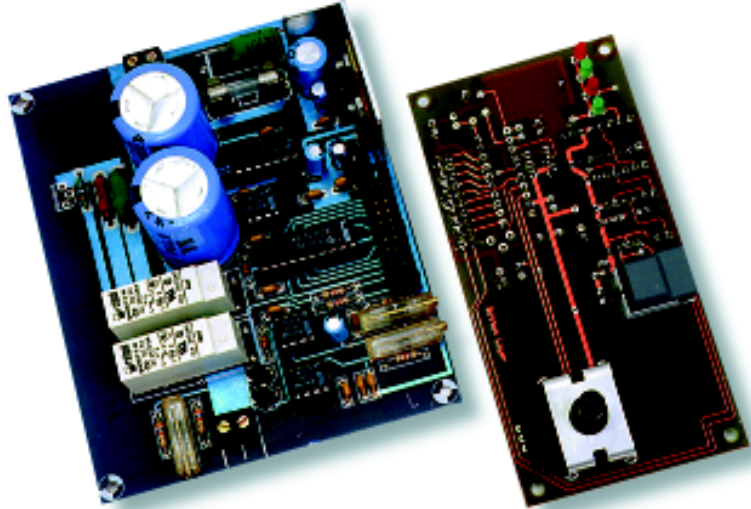


Programowany zasilacz laboratoryjny, część 1

kit AVT-366

Prezentowany w artykule zasilacz ma nieco odmienną konstrukcję niż wszystkie dotychczas przez nas prezentowane. Najważniejszą innowacją jest sposób regulacji napięcia wyjściowego, która odbywa się na drodze niemal całkowicie cyfrowej. Pierwszą część artykułu poświęcimy omówieniu konstrukcji zasilacza, ze szczególnym uwzględnieniem sposobu programowania stabilizatora.



Kolejny zasilacz, opracowany w laboratorium AVT, jest konstrukcją interesującą przede wszystkim z powodu zastosowania bardzo nietypowego sposobu regulowania napięcia wyjściowego. W standardowych konstrukcjach są stosowane zazwyczaj wieloobrotowe potencjometry, których ogromną wadą jest fakt, że ich parametry zmieniają się wraz z upływem czasu i warunków klimatycznych. Znacznie bardziej odporne na warunki zewnętrzne są konstrukcje wykorzystujące potencjometry cyfrowe - przykład takiej konstrukcji przedstawiliśmy w EP8/97 (kit AVT-349).

Chcąc zlikwidować problemy wynikające z niedoskonałości potencjometrów tradycyjnych i cyfrowych (stosunkowo duża ziarnistość) opracowaliśmy zasilacz, w którym napięcie wyjściowe ustalone jest przy pomocy 8-bitowego przetwornika C/A. Rola elementu regulacyjnego spełnia nastawnik impulsowy firmy Bourns - element rzadko spotykany (całkiem niesłusznie!) w konstrukcjach opracowywanych w naszym kraju.

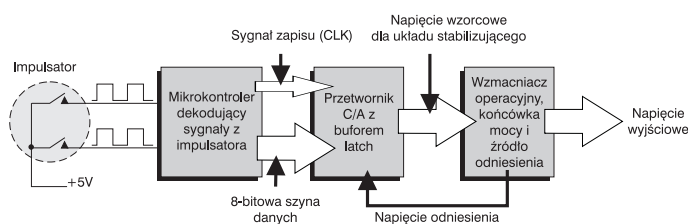
Rozpoczniemy od omówienia poszczególnych bloków zasilacza.

Opis układu

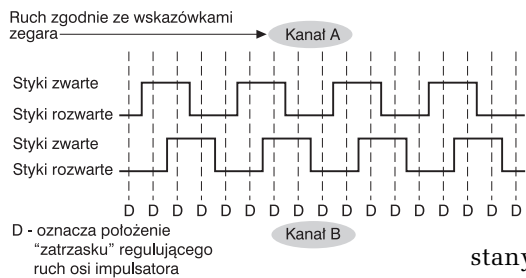
Schemat blokowy proponowanego rozwiązania przedstawiono na rys.1. Jest on nieco uproszczony, ale jego zadaniem jest wyjaśnić budowę zasilacza i wskazać na najważniejsze szczegóły zastosowanych w nim rozwiązań.

Sygnały wyjściowe z impulsatora są dekodowane przez prosty mikrokontroler, który na swoim wyjściu posiada 8-bitowy rejestr spełniający rolę licznika. Po wykryciu przez ten układ odpowiedniej kombinacji sygnałów przychodzących z impulsatora, stan licznika jest zwiększany lub zmniejszany (w zależności od kierunku obracania osi impulsatora), a każda zmiana jest potwierdzana impulsem zegarowym *CLK*. W takt impulsów zegarowych jest zapisywany rejestr wejściowy przetwornika C/A, a na jego wyjściu pojawia się napięcie o wartości zależnej od liczby wpisanej do rejestru. Napięcie to stanowi wzorzec dla wzmacniacza operacyjnego, który odpowiada za stabilizację napięcia.

Na schemacie z rys.1 pominięto ogranicznik prądowy, który zapobiega możliwości uszkodzenia stopnia wyjściowego zasilacza, przy zbyt małej rezystancji obciążenia dołączonego do zasilacza.



Rys. 1. Schemat blokowy zasilacza.



Rys. 2. Przebiegi obrazujące pracę impulsatora.

Teraz omówimy szczegółowo zastosowane w zasilaczu układy. Rozpocznijemy od impulsatora i mikrokontrolera, które go obsługują.

Impulsator i dekodery

Impulsator spełniający (ale tylko z punktu widzenia użytkownika) rolę potencjometru jest bardzo ciekawym i mało znanym elementem. Jego działanie polega na generowaniu dwóch przebiegów prostokątnych o fazach zależnych od kierunku obrotu osi i częstotliwości zależnej od szybkości obracania. W przeciwieństwie do standardowych potencjometrów, prezentowany impulsator nie jest wyposażony w ograniczniki wyznaczające jego skrajne położenia. Z punktu widzenia elektrycznego impulsator jest tylko podwójnym przełącznikiem, w związku z czym nie wymaga zasilania.

Na rys.2 znajduje się wykres czasowy, który dokładnie wyjaśnia zależności pomiędzy stanami wyjściowymi impulsatora. Zaznaczone na tym rysunku zwarcie styków oznacza zwarcie styku wybranego kanału z wyprowadzeniem wspólnym dla obydwu kanałów. Jak wynika z rys.2, informacja o kierunku obrotów jest zakodowana w dwubitowym kodzie Graya, dość trudnym do bezpośredniego wykorzystania. Z tego też powodu autor opracował prosty program dla mikrokontrolera 68HC705J1A firmy Motorola (znany naszym Czytelnikom m.in. z projektu odbiornika DTMF z EP6/97). Program przedstawiono na list.1.

Podczas pisania tego bardzo prostego programu okazało się, że jego minimalne wydłużenie pozwala stworzyć niezwykle elastyczny i uniwersalny dekodery impulsatora, o niemal nieograniczonych możliwościach. Schemat elek-

tryczny sterownika w podstawowej aplikacji przedstawiono na rys.3. Układ w tej aplikacji może pracować w dwóch trybach zliczania.

Pierwszy z nich, nazwany umownie „bez ograniczników“, pozwala na to, żeby stany na wyjściach zmieniały się w pętli w zakresie 0..255 lub odwrotnie, w zależności od kierunku zliczania. Każda zmiana stanu na wyjściach DO..7 potwierdzana jest jednym ujemnym impulsem zegarowym na wyjściu CLK. W zależności od kierunku obrotów osi impulsatora stan logiczny na wyjściu DIR zmienia się (jeżeli jest równy „H“ oznacza to, że zliczane są impulsy w górę, dla „L“ w dół).

Tryb drugi, nazwany przez autora „z ogranicznikami“, umożliwia symulację przy pomocy impulsatora pracy standardowego potencjometru. Stany wyjściowe DO..7 zmieniają się w zakresie 0..255, a po uzyskaniu wartości skrajnej kolejne obroty osi impulsatora są ignorowane, aż do momentu zmiany ich kierunku.

Wyboru pomiędzy wymienionymi trybami pracy można dokonać poprzez zmianę stanu logicznego na wejściu portu PB5. Dla stanu wejściowego o poziomie „L“ układ zlicza w trybie „bez ograniczników“, a po podaniu na wejście PB5 stanu logicznego „H“ układ zlicza w trybie „z ogranicznikami“.

Wejście portu PB4 mikrokontrolera spełnia rolę selektora określającego zachowanie się wyjścia CLK po wyzerowaniu procesora. Ma to duże znaczenie, jeżeli w aplikacji użytkownika nie są wykorzystane wyjścia DO..7, wykorzystano natomiast wyjścia CLK oraz DIR (które można wykorzystać do sterowania np. 16-bitowego licznika zewnętrzznego). Jeżeli na wejściu PB4 jest stan logiczny „L“, to po każdym wyzerowaniu procesora na wyjściu CLK generowany jest pojedynczy impuls zegarowy, który umożliwia wpisanie stanu początkowego (domyślnie jest to 00h) do rejestru urządzenia programowanego. W przypadku, gdy

Listing 1.

```

*****
* Program obsługi licznika z nastawnikiem *
* impulsowym Bourns *
*****

*****
* PB4 decyduje o generacji lub nie impulsu CLK
* po włączeniu zasilania
* PB5 decyduje o trybie pracy: 0..255
* lub "w kółko"
*****

        org $300
start:
        nop
        clrA
        sta iscr          ; blokuje przerwania
        sei
*****
* Konfiguracja portów A i B *
*****
        sta porta        ; zeruje porta
        sta portb        ; zeruje portb
        lda #$ff         ; ustawia porta na wyjście
        sta ddra         ; zapisuje do DDRA
        lda #$c          ; ustawia PB2, PB3 - wyjścia
        sta ddrb
        bset 2,portb     ; wyjście CLK jest zanegowane
        bset 4,portb,noclk
        nop
        bclr 2,portb
        bset 2,portb
noclk
        brclr 5,portb,abrac

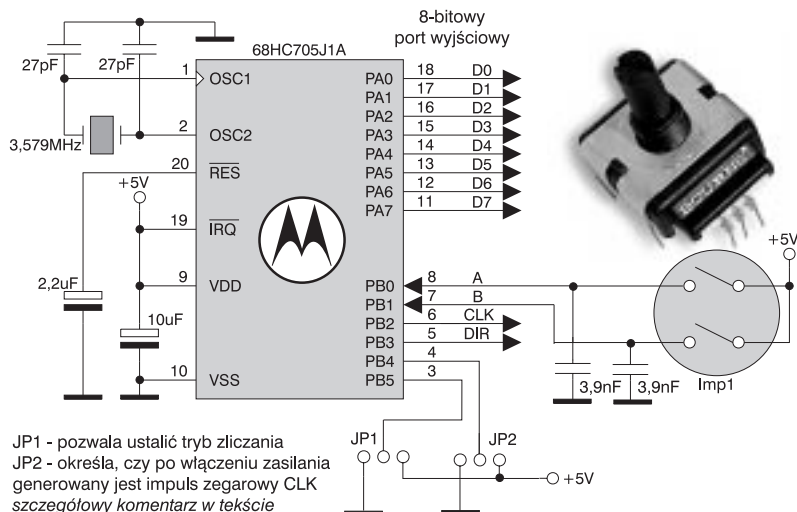
*****
* Początek procedury odczytu styków
* nastawnika w trybie zliczania "na okraglo"
*****
brak brclr 0,portb,brak1
brak2 bset 0,portb,brak2
        jmp czek1
brak1 brclr 1,portb,brak
brak3 bset 1,portb,brak3
        jmp czek2

czek1 bset 1,portb,czek1
        dec porta
        bclr 3,portb     ; "0" oznacza "w dol"
        bclr 2,portb
        jsr del2
        bset 2,portb
        jmp brak

czek2 brset 0,portb,czek2
        inc porta
        bset 3,portb     ; "1" oznacza "w gore"
        bclr 2,portb
        jsr del2
        bset 2,portb
        jmp brak

*****
* Opóźnienie
*****
del12 ldx #$9f          ; ilosc petli
del12 decx
        nop
        nop
        bne del12
        rts

        org $7fe
        dw start
    
```



JP1 - pozwala ustalić tryb zliczania
JP2 - określa, czy po włączeniu zasilania generowany jest impuls zegarowy CLK
szczegółowy komentarz w tekście

Rys. 3. Podstawowa aplikacja mikrokontrolera z programem obsługi impulsatora.

na wejście *PB4* zostanie podany stan logiczny „H”, impuls zegarowy pojawi się na wyjściu *CLK* dopiero po wykonaniu pierwszego fragmentu obrotu osi impulsatora.

Tak więc, mikrokontroler zaprogramowany zgodnie z list.1 można wykorzystać zarówno do sterowania układów 8-bitowych (wykorzystując wbudowany 8-bitowy licznik dwukierunkowy), jak i o większej długości słowa (wykorzystując zewnętrzne liczniki o dowolnej długości, sterowane sygnałami *CLK* i *DIR*).

Płytki sterownika

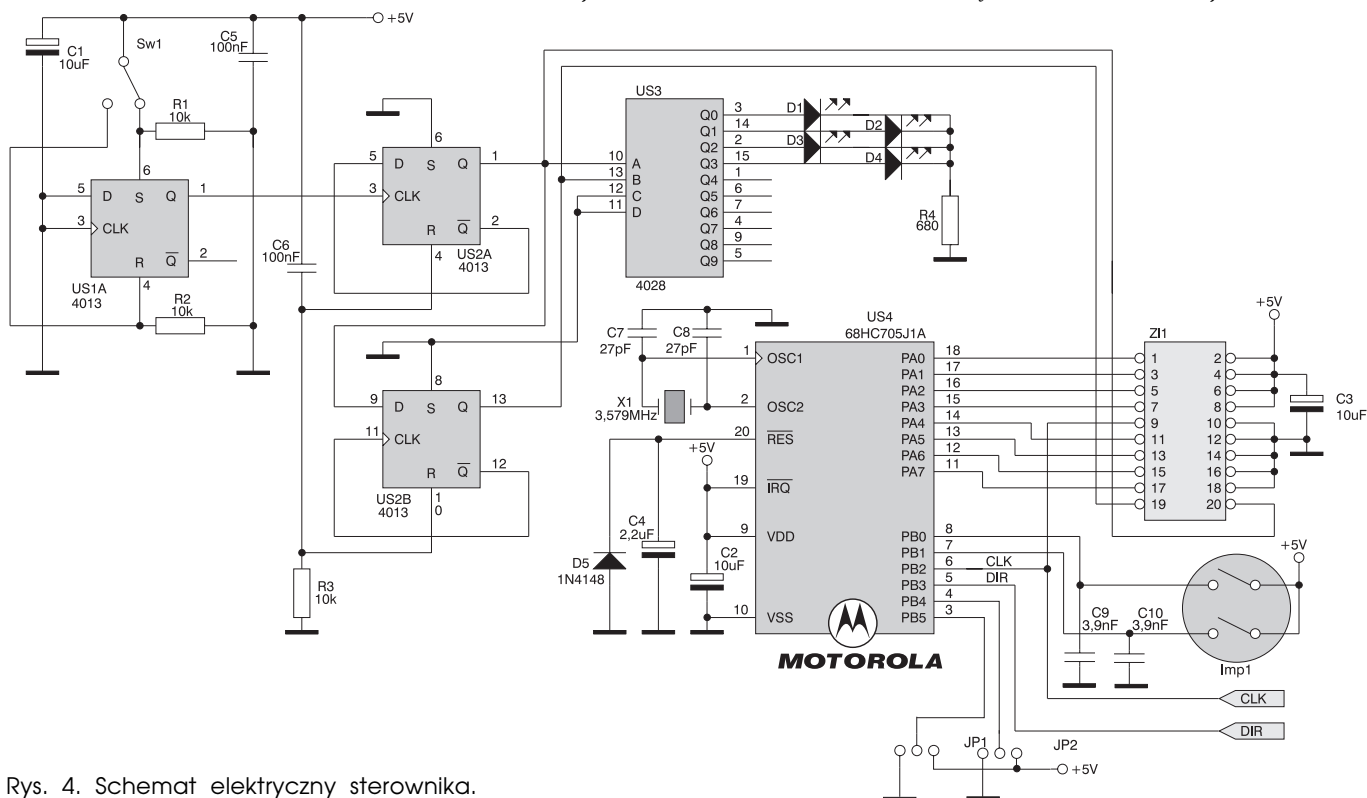
Schemat elektryczny sterownika (programatora) zasilacza przedstawiono na rys.4. Jego najważniejszym elementem jest mikrokontroler US4. Zastosowanie układu 68HC705J1A firmy Motorola było spowodowane jego niską ceną i idealnym wręcz dopasowaniem architektury do wymagań aplikacji.

Sygnały wyjściowe *D0..7* oraz impuls zegarowy *CLK* są podawane na złącze Z11, poprzez które sterowany jest rejestr przetwornika C/A (znajdujący się na płytce zasilacza).

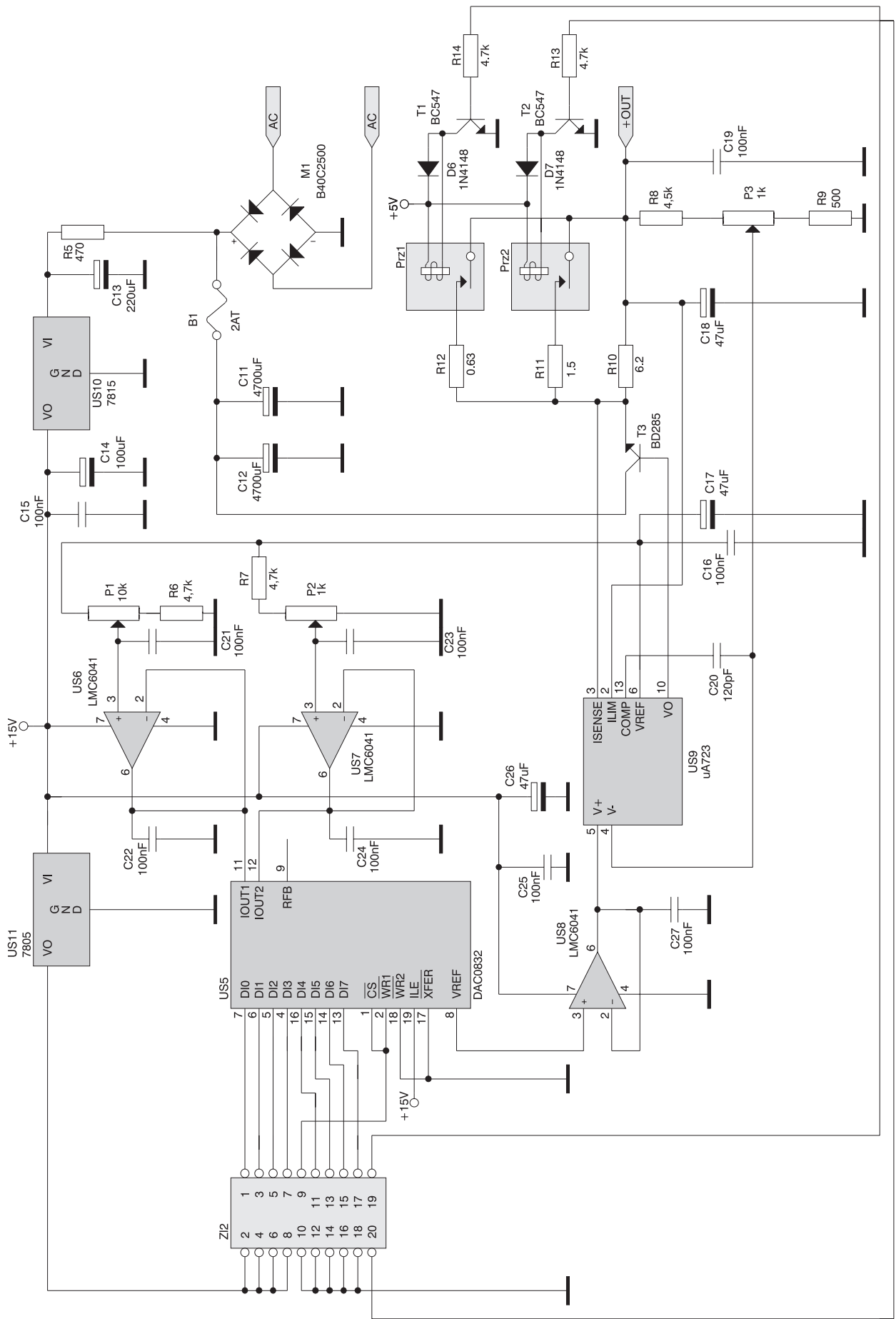
Do wejść *PB0* i *PB1* dołączone są dwa kondensatory (*C9*, *C10*), które minimalizują wpływ zakłóceń powstających podczas obracania osi impulsatora (mogą one trwać nawet do ok. 5..7ms).

Oprócz mikrokontrolera na płytce sterownika znajdują się także trzy układy CMOS. Są one wykorzystane do sterowania pracą układu przełączającego rezystory ogranicznika prądowego. Układ US1A pracuje jako przerzutnik asynchroniczny RS, likwidując zakłócenia generowane przez styki przełącznika Sw1. Sygnał z wyjścia Q tego układu jest zliczany w 2-bitowym liczniku wykonanym na układzie US2. Układ US3 jest dekodernem zasilającym diody LED, wskazujące aktualny zakres ogranicznika prądowego. Sygnały z wyjść Q przerzutników US2A i US2B są wyprowadzone za złącze Z11.

Na płytce sterownika przewidziano miejsce na jumpery JP1 i JP2, lecz ich stosowanie nie jest konieczne, jeżeli nie będzie on wykorzystywany do innych celów. W prezentowanym zasilaczu jest zalecane ustawienie na wejściach *PB4* i *PB5* poziomów „L” (praca w trybie 0..255, generowany pojedynczy impuls zegarowy po włączeniu zasilania).



Rys. 4. Schemat elektryczny sterownika.



Rys. 5. Schemat elektryczny płytki zasilacza.

WYKAZ ELEMENTÓW**Płytką zasilacza****Rezystory**

P1: 10k Ω - potencjometr montażowy wielobrotowy
 P2, P3: 1k Ω - potencjometry montażowe wielobrotowe
 R5: 470 Ω
 R6, R7: 4,7k Ω
 R8: 4,5k Ω
 R9: 500 Ω
 R10: 6,2 Ω /0,25W
 R11: 1,5 Ω /0,5W
 R12: 0,63 Ω /1W
 R13, R14: 4,7k Ω

Kondensatory

C11, C12: 4700 μ F/35V
 C13: 220 μ F/35V
 C14: 100 μ F/25V
 C15, C16, C19, C21, C22, C23, C24, C25, C27: 100nF
 C17, C18, C26: 47 μ F/25V
 C20: 120pF

Półprzewodniki

D6, D7: 1N4148
 M1: B40C2500
 T1, T2: BC547..9
 T3: BD285 lub odpowiednik
 US5: DAC0832
 US6, US7, US8: LMC6041
 US9: μ A723
 US10: 7815
 US11: 7805

Różne

B1: bezpiecznik 2AT
 Prz1, Prz2: RM96P-5V
 Zl2: złącze ZWS-20
 oprawka bezpiecznika

Uwaga! Kondensatory C28, C29, C30 - 100nF oraz C31 - 47 μ F/25V nie muszą być montowane na płytce zasilacza. Nie wchodzi one w skład kitu.

Płytką programatora**Rezystory**

R1, R2, R3: 10k Ω
 R4: 680 Ω
 C9, C10: 3,9nF

Kondensatory

C1, C2, C3: 10 μ F/16V
 C4: 2,2 μ F/16V
 C5, C6: 100nF
 C7, C8: 27pF

Półprzewodniki

D1, D2, D3, D4: LED
 D5: 1N4148
 US1, US2: 4013
 US3: 4028
 US4: 68HC05J1A - zaprogramowany

Różne

Imp1: ECW1J-B24-BC0024 (Bourns)
 Sw1: mikroprzetłącznik
 X1: 3,579MHz
 Zl1: złącze ZWS-20

Płytką zasilacza

Schemat elektryczny części stabilizacyjnej przedstawiono na rys.5. Sygnały sterujące pracą przetwornika C/A US5 są podawane na złącze Zl2. Układ ten pracuje w nieco nietypowym układzie aplikacyjnym, ponieważ wyjścia prądowe $I_{out1/2}$ konwertera spełniają rolę wejść napięcia odniesienia, a wejście napięcie odniesienia V_{ref} spełnia rolę wyjścia. Takie połączenie miało na celu umożliwienie swobodnego dobrania szerokości zakresu i poziomów napięć na wyjściu przetwornika. Rolę regulatorów górnego i dolnego napięcia odniesienia spełniają potencjometry P1 i P2, które są odseparowane od układu US5 przy pomocy dwóch wtórników LMC6041 (US6 i US7).

Rolę źródła napięcia odniesienia spełnia wewnętrzny stabilizator referencyjny układu US9 (μ A723). Jest to bardzo stabilne i dokładne źródło napięciowe, nie było więc potrzeby stosowania dodatkowego układu specjalizowanego.

Napięcie z wyjścia przetwornika US5 jest podawane na wejście wtórника US8, a z jego wyjścia na wejście nieodwracające wzmacniacza operacyjnego, wchodzącego w skład układu US9. Wzmacniacz pracuje w układzie z ustalonym wzmocnieniem (przy pomocy rezystorów R8, R9 i potencjometru P3), przy czym możliwa jest pewna modyfikacja tego wzmocnienia. Ma ona na celu wyrównanie drobnych błędów przetwarzania, które są trudne do uniknięcia przy szeregowym przetwarzaniu sygnału. Kondensator C20 zapewnia kompensację wzmacniacza, ograniczając moż-

liwość powstania wzbudzeń.

Rolę wzmacniacza mocy, dostarczającego do obciążenia prądu o odpowiedniej wartości, pełni tranzystor T3 (konfiguracja wtórника emiterowego - typowe rozwiązanie stabilizatorów szeregowych), sterowany z wyjścia V_o US9. W emiterze tego tranzystora włączono na stałe rezystor R10 i równolegle do niego dwa kolejne rezystory R11, R12, dołączone przez przełączniki Prz1 i Prz2. Wartości rezystorów R10..12 dobrano tak, aby poprzez kolejne dołączanie rezystorów uzyskać cztery zakresy ograniczania prądu.

Cewki przełączników sterowane są przez tranzystory T1 i T2, których bazy są zasilane bezpośrednio z wyjść przerzutników US2A i US2B (rys.4). Diody D6 i D7 zabezpieczają tranzystory przed uszkodzeniem wywołanym przepięciami powstającymi w cewkach po odłączeniu od nich zasilania.

Mostek prostowniczy M1 oraz kondensatory o dużej pojemności C11, C12 zapewniają odpowiednią polaryzację i filtrację napięcia podawanego z transformatora zasilającego. Wzmacniacze operacyjne i przetwornik C/A są zasilane napięciem +15V, o którego jakość dba stabilizator US10. Rezystor R5 (włączony szeregowo z wejściem stabilizatora) ogranicza moc wydzielaną w stabilizatorze US10. Kondensator C13 poprawia jakość filtracji napięcia zasilającego część cyfrową zasilacza.

Stabilizator US11 zapewnia dobre warunki zasilania układowi sterownika (rys.4) oraz zasilania cewki przełączników Prz1, Prz2.

Piotr Zbysiński, AVT

Programowany zasilacz laboratoryjny, część 2

kit AVT-366

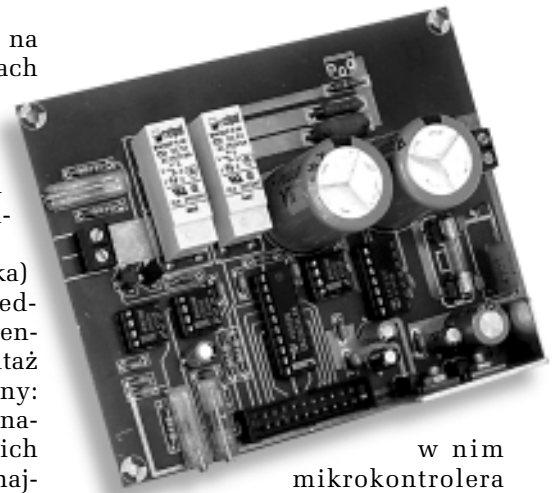
W drugiej części artykułu skupimy się na omówieniu montażu i uruchomienia zasilacza. Najtrudniejsza w procesie uruchomienia jest kalibracja, od której zależy precyzja ustawienia napięcia wyjściowego. Z tego powodu gorąco zachęcamy wszystkich potencjalnych wykonawców zasilacza do wnikliwego przeczytania tej części artykułu.

Montaż i uruchomienie

Zasilacz jest montowany na dwóch dwustronnych płytkach drukowanych, wykonanych w technologii dwuwarstwowej z metalizacją. Widoki ścieżek na poszczególnych warstwach płytek przedstawiono na wkładce wewnątrz numeru.

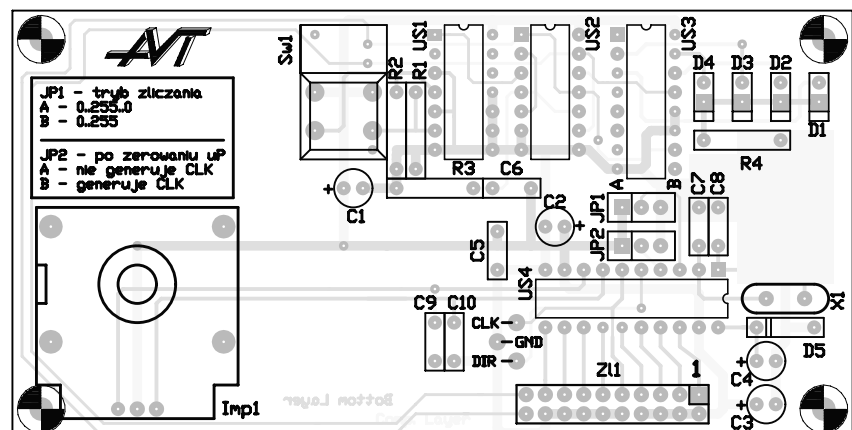
Na rys. 6 (płytki nastawnika) i rys. 7 (płytki zasilacza) przedstawiono rozmieszczenie elementów na obydwu płytkach. Montaż przebiega w sposób tradycyjny: kolejność montażu elementów należy dobierać kierując się ich rozmiarami (począwszy od najmniejszych i leżących najbliżej powierzchni płytki). Należy zwrócić uwagę, że na płytce nastawnika przełącznik Sw1, impulsator Imp1 oraz diody LED D1..4 są montowane od strony lutowania. Pozostałe elementy należy zamontować od strony opisu. Pod układy scalone US1..4 warto zastosować podstawki, które ograniczają ryzyko ich przypadkowego uszkodzenia (wszystkie układy są wykonane w technologii CMOS).

Nastawnik zadający napięcie wyjściowe i prąd zadziałania ogranicznika jest dość uniwersalny (możliwości zastosowanego



w nim mikrokontrolera opisaliśmy w pierwszej części artykułu), a tryby jego pracy ustala się przy pomocy dwóch jumperów JP1 i JP2. Zalecane położenie jumperów podczas sterowania zasilaczem przedstawiono na rys. 8. Jeżeli nastawnik nie będzie wykorzystywany do innych zadań, można w miejsce gold-pinów i jumperów wlutować zwory.

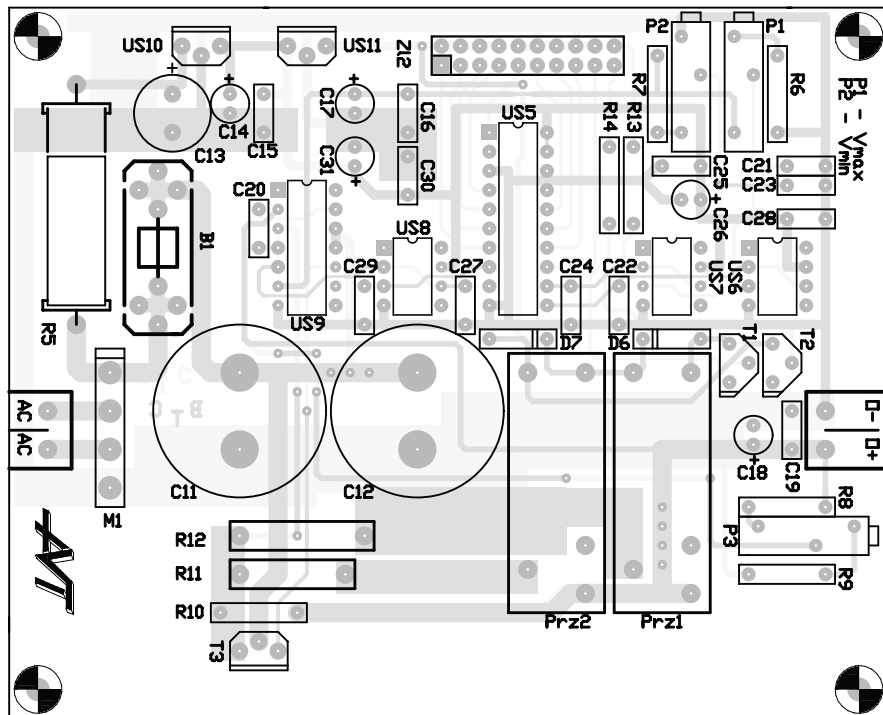
Montaż płytki zasilacza także nie jest zbyt trudny, wymaga jednak od montażysty pewnych umiejętności związanych z mechaniką - niezbędne będzie bowiem samodzielne wykonanie dwóch radiatorów. Jeden radiator należy



Rys. 6. Rozmieszczenie elementów na płytce nastawnika.

Parametry zasilacza AVT-266.

- ✓ zakres napięć wyjściowych: 3,5..24V;
- ✓ rozdzielczość nastawnika napięcia: 80mV;
- ✓ liczba kroków regulacji napięcia: 256;
- ✓ liczba zakresów ograniczania prądowego: 4;
- ✓ maksymalny prąd wyjściowy: 1,43A;
- ✓ pozostałe zakresy prądowe: 100mA, 500mA, 1A.



Rys. 7. Rozmieszczenie elementów na płytce zasilacza.

przymocować, przy pomocy śrub z nakrętkami o średnicy 3mm, do metalowych fragmentów obudów stabilizatorów US10 i US11. Drugi, znacznie większy radiator, stanowi niezbędny element chłodzenia tranzystora mocy T3. W egzemplarzu modelowym wykorzystano fragment aluminiowego profilu walcowanego, do którego został przykręcony tranzystor T3. Powierzchnię styku radiatora tego tranzystora z profilem pokryto warstwą pasty silikonowej, co zmniejsza rezystancję termiczną styku, poprawiając warunki chłodzenia.

Rezystor R5 należy zamontować w odległości minimum 5mm nad powierzchnią płytki drukowanej. Dopuszczalny jest montaż tego rezystora bezpośrednio na

płytkę drukowaną, jednak zaleca się zastosowanie, jako elementów pośredniczących, miedzianych kołków lutowniczych pokrytych srebrem.

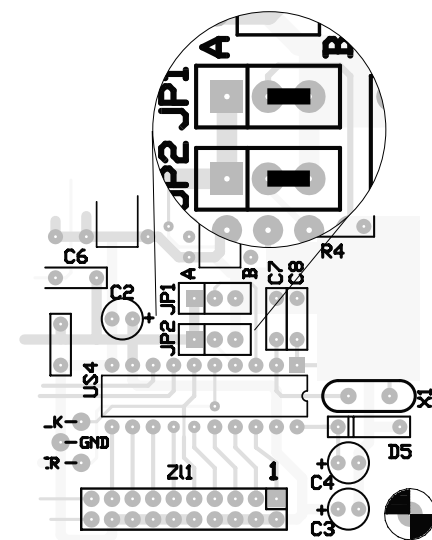
Po zamontowaniu wszystkich elementów na płytkach drukowanych należy wykonać jeszcze przewód, którym zostaną połączone obydwa moduły. Najprostszym wyjściem jest zastosowanie dwóch wtyków zgodnych ze standardem FDC (np. ZWS-20), które należy zacisnąć na 10-cm odcinku płaskiego, 20-żyłowego kabla taśmowego. Kabel powinien być wykonany w taki sposób, aby zostały połączone ze sobą styki o takich samych numerach w obydwu wtykach.

Po wykonaniu kabla i sprawdzeniu jakości montażu można

przystąpić do wykonania niezbędnych połączeń pomiędzy obydwoma modułami i podzespołami zewnętrznymi. Uproszczony schemat tych połączeń przedstawiono na rys. 9.

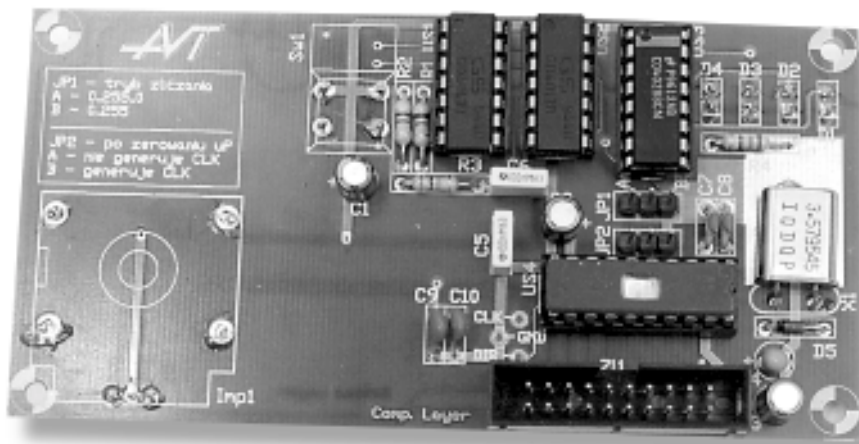
Uruchomienie zasilacza można podzielić na dwa etapy, które przedstawiamy poniżej.

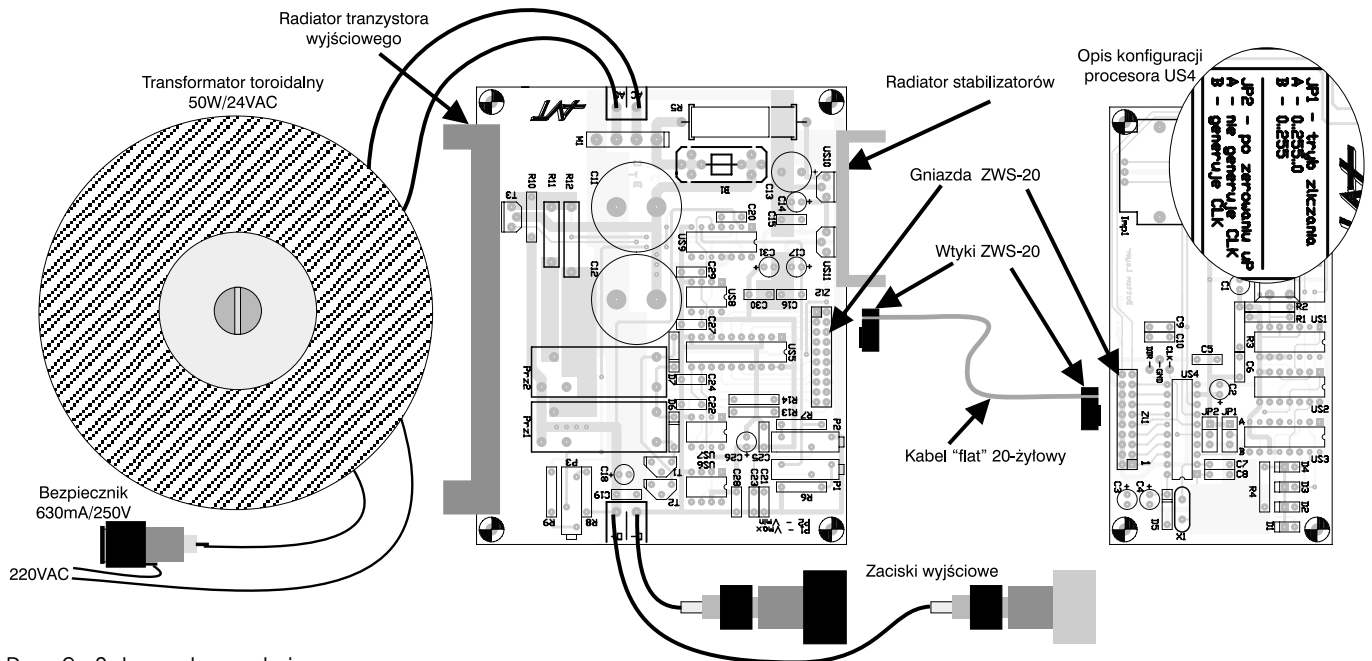
Rozpoczynamy od płytki nastawnika, którą można uruchomić bez konieczności podłączania do płytki mocy. Do sprawdzenia działania nastawnika niezbędny będzie zasilacz o stabilizowanym napięciu wyjściowym 5V i 8 diod LED. Diody dołączamy anodami do wyprowadzeń PA0..7 mikrokontrolera, a ich katody z włączonymi w szereg rezystorami o rezystancji 470Ω dołączamy do masy zasilania (rys. 10). Następnie należy dołączyć do płytki zaciski wyjściowe zasilacza, a zworki na złączach JP1 i JP2 należy ustawić zgodnie z podanym wcześniej opisem. Po włączeniu napięcia powinna zaświecić się tylko dioda D1, a diody dołączone do wyjścia mikrokontrolera (wg rys. 10) nie powinny się świecić.



Rys. 8. Sposób konfiguracji procesora US4.

Naciskanie przycisku Sw1 wymusza kolejne zapalenie się diod D2..4. Następnie sprawdzamy, czy procesor reaguje na pokręcanie osią impulsatora Imp1. Każdy wyczuwalny ręką przeskok osi impulsatora powinien spowodować zmianę stanu wyjść sterujących świeceniem diod LED w sposób charakterystyczny dla liczników binarnych.





Rys. 9. Schemat montażowy.

Kierunek tych zmian jest zależny od kierunku obracania osi impulsatora.

Jeżeli obserwujemy opisane efekty, to możemy uznać, że płytki nastawnika pracuje poprawnie. Przechodzimy więc do uruchomienia i regulacji płytki zasilacza. Można ją przeprowadzić po dołączeniu płytki nastawnika lub można ją zastąpić DIP-switchem i jednym mikroprzełącznikiem. Obydwie metody są jednakowo skuteczne, wybór pozostawiamy więc Czytelnikom. Podczas regulacji zasilacza niezbędny będzie woltomierz cyfrowy lub analogowy o dużej dokładności.

Regulację rozpoczynamy od wpisania wartości *00h* do rejestru danych przetwornika. Mikrokontroler programatora robi to automatycznie po włączeniu zasilania, generując pojedynczy impuls zegarowy. Wpisanie takiej wartości do rejestru danych powoduje, że napięcie na wyjściu zasilacza jest minimalne.

Teraz, przy pomocy wkrętaka, należy ustawić następujące napięcia:

- na wyjściu wzmacniacza US6 (rys. 5) napięcie o wartości 4,0V; regulacji dokonujemy przy pomocy potencjometra wieloobrotowego P1;
- na wyjściu wzmacniacza US7 (rys. 5) napięcie o wartości 0,583V; reguluje się je przy pomocy potencjometra P2.

Napięcia te wyznaczają zakres zmian napięcia na wyjściu wtórnika US8. Przy podanych wartościach napięć, najmniejszy skok napięcia wynosi 80mV. Czyli po każdym skoku obrotu impulsatora napięcie zmienia się o 80mV.

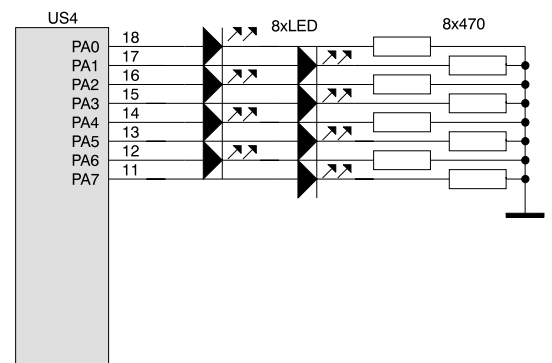
Napięcie z wyjścia wtórnika jest podawane na wejście nieodwracające wzmacniacza operacyjnego, którego wzmocnienie jest zależne od położenia suwaka potencjometra P3. Elementy R8, R9 i P3 dobrano w taki sposób, że dla środkowego położenia suwaka potencjometra wzmocnienie wzmacniacza wynosi 6V/V. Regulację wzmocnienia należy przeprowadzić dwukrotnie: pierwszy raz po wpisaniu wartości *00h* do rejestru danych przetwornika US5, drugi raz po wpisaniu wartości *ffh* do rejestru danych. Wartości napięć wyjściowych (na wyjściowym złączu ARK) w skrajnych przypadkach powinny wynosić odpowiednio: 3,5V i 24V.

Jeżeli wszystkie dotychczas opisane regulacje udało się przeprowadzić, to należy skontrolować działanie ogranicznika prądowego. Jeżeli obydwa przełączniki mają styki rozwarne, wydajność prądowa zasilacza jest najmniejsza i wynosi 100mA. Zwarcie styków przełącznika Prz2 powoduje

zwiększenie wydajności prądowej do 500mA, zwarcie styków przełącznika Prz1 podnosi ją do 1A, a zwarcie obydwu styków powoduje zadziałanie ogranicznika dopiero dla prądu wyjściowego ok. 1,43A. Sterowanie przełącznikami jest możliwe przy pomocy płytki programatora lub przez bezpośrednie podawanie stanów „1” (lub napięcia 0/+5V) na styki 19 i 20 złącza Zl2.

Podczas instalowania zasilacza w obudowie należy pamiętać o konieczności zapewnienia dobrego chłodzenia radiatorom stabilizatorów US10, US11 oraz tranzystora T3. W typowych zastosowaniach nie będzie konieczne stosowanie wymuszonego chłodzenia (np. przy pomocy wentylatora), warto jednak zadbać o to, aby w obudowie urządzenia wykonać otwory wentylacyjne w okolicy radiatorów.

Piotr Zbysiński, AVT



Rys. 10. Układ pomocniczy do testowania płytki sterownika.