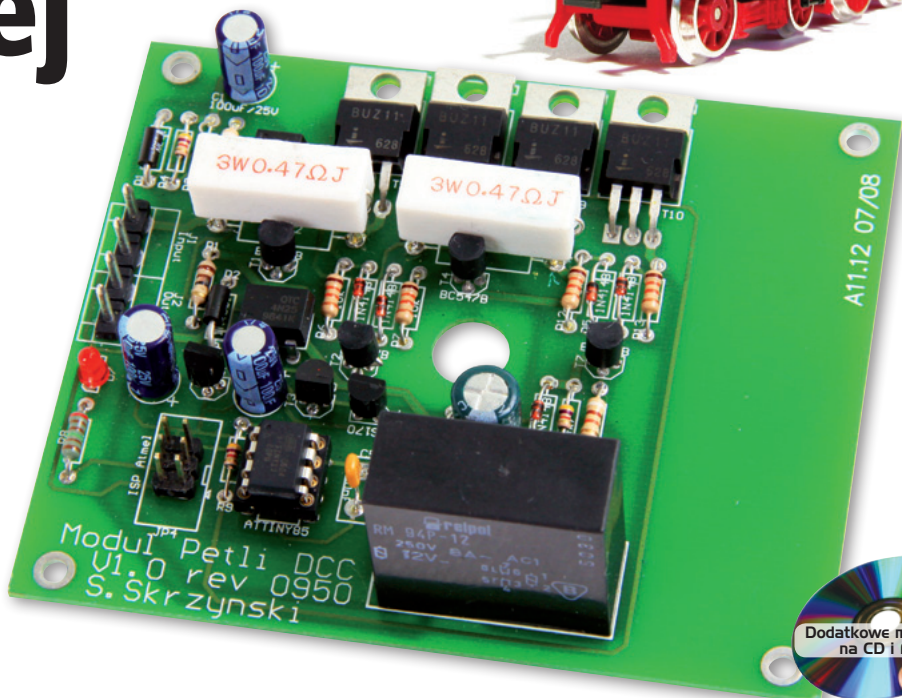


Moduł pętli do makiety kolejowej

**AVT
5259**


Modelarze kolejowi dobrze znają problemy z budową pętli i trójkątów na makietach.

Jest to spowodowane faktem zasilania lokomotyw przez szyny, a w pętli czy trójkącie szyna prawa musi być połączona z lewą, co prowadzi do zwarcia.

Tego problemu nie mają użytkownicy systemów Marklin'a, w których jeden z biegunów zasilania jest dołączony do „trzeciej szyny”. Czy w związku z tym użytkownicy innych systemów muszą zrezygnować z pętli?

W systemach zasilanych napięciem stałym analogowo – rozwiązanie jest stosunkowo proste. Można je znaleźć na wielu forach poświęconych modelarstwu kolejowemu. Jeśli dobrze pamiętam, pomysłodawcą jest jedna z firm produkujących modele. Rozwiązanie pokazano na **rysunku 1**. Bez względu na polaryzację napięcia zasilającego w odseparowanym odcinku torów, dzięki użyciu mostka prostowniczego, polaryzacja napięcia jest zawsze taka sama. Dzięki mostkowi prostowniczemu nie dochodzi więc do zwarcia zasilacza w momencie połączenia przez koła lokomotywy odcinka odizolowanego z pozostałą częścią torów. Bez względu na polaryzację napięcia na torach, na izolowanym odcinku lokomotywa porusza się zawsze w tę samą stronę (przykładowo niech będzie to zawsze kierunek przeciwny do kierunku ruchu wskazówek zegara). Aby przejechać przez pętlę, należy ustawić zwrotnicę do jazdy na wprost, a w momencie gdy lokomotywa znajdzie się na odcinku odizolowanym, zmienić polaryzację napięcia na torach. Zilustrowano to na rysunku 1. Wadą tego rozwiązania jest konieczność wjeżdżania na pętlę z określonej strony. Zaletami są prostota wykonania i niski koszt.

Co jednak zrobić w sterowanych cyfrowo systemach DCC? Jednym z rozwiązań

jest wydzielenie odcinka szyn zasilanego napięciem stałym. Przy odpowiednim ustawieniu rejestru CV29 w dekodery lokomotywy (ustawiony bit 2), na odcinku zasilanym analogowo lokomotywa będzie poruszać się w kierunku zależnym od polaryzacji napięcia zasilającego. Niestety, pojawiają się problemy ze zmianą prędkości na takim odcinku, choć niektóre dekodery radzą sobie z tym (przy zasilaniu analogowym przyspieszają zgodnie z CV3). Nie będą też odbierane rozkazy z centralki i w konsekwencji lokomotywa nie będzie można sterować – nie będą realizowane funkcje np. sterowania światłami i dźwiękami. Ponadto, podobnie jak w pętli analogowej, trzeba wjeżdżać na pętlę z określonej strony.

Innym rozwiązaniem, najprostszym i bez wymienionych wyżej wad, jest zakupienie gotowego, fabrycznego modułu pętli np. LK100. Jednak tańsze i bardziej kształcące będzie samodzielne zbudowanie podobnego modułu. Jego schemat zamieszczono na **rysunku 2**.

Na odcinku izolowanym sygnał DCC jest w fazie zgodnej lub przeciwnej w stosunku do sygnału na szynach pozostałej części makiety. Zależnie od tego, z której strony wjeżdża lokomotywa, spowoduje ona lub nie spowoduje zwarcia koła-

AVT-5259 w ofercie AVT:
AVT-5259A – płytka drukowana
AVT-5259B – płytka drukowana + elementy

Podstawowe informacje:

- Zasilanie: 8...25 V
- Maksymalny prąd obciążenia: 2,7 A
- Czas reakcji na zwarcie: 100 µs
- Czas zmiany polaryzacji: 7 ms
- Wymiary płytki: 97×82 mm (do obudowy KM-35)
- Działanie modułu pętli sprawdzono z MRC Prodigy Advance2, NanoX

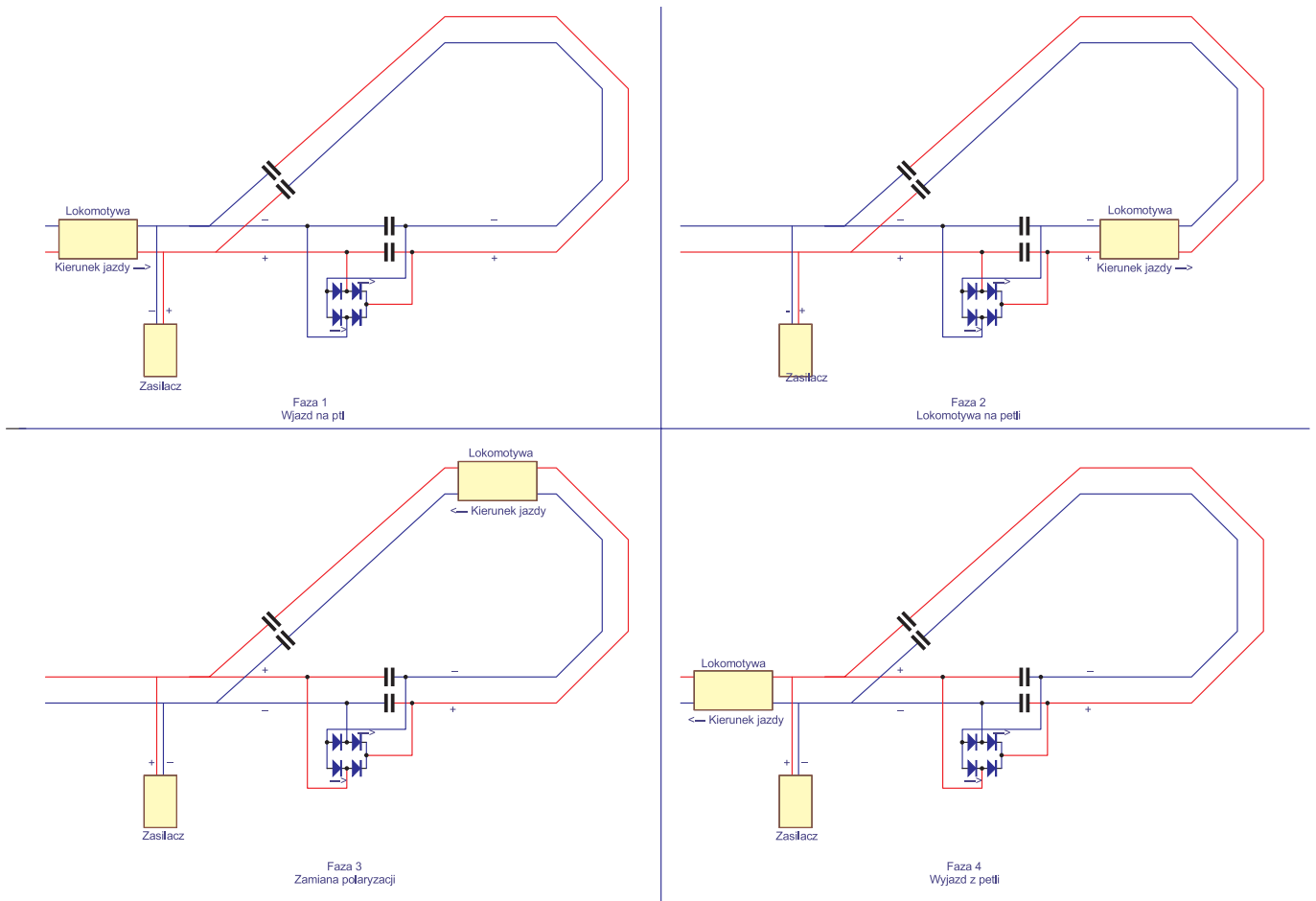
Dodatkowe materiały na CD i FTP:
<ftp://ep.com.pl>, user: 16719, pass: 8b13241g

- wzory płytek PCB
- karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w **wykazie elementów** kolorem czerwonym

Projekty pokrewne na CD i FTP:

(wymienione artykuły są w całości dostępne na CD)

- AVT-5253 Centralka NanoX systemu DCC – Manipulator (EP 8/2010)
- AVT-5247 Kontroler dwóch semaforów 3-komorowych (EP 7/2010)
- AVT-5248 Kontroler czterech semaforów 2-komorowych (EP 7/2010)
- AVT-5249 Kontroler semafora 5-komorowego i tarczy ostrzegawczej (EP 7/2010)
- AVT-5238 Uniwersalny 8-wyjściowy dekodery mocy (EP 6/2010)
- AVT-5239 Kontroler silowników czterech zwrotnic (EP 6/2010)
- AVT-5234 Centrala NanoX (EP 5/2010)
- AVT5212 Przejazd automatyczny (EP 12/2009)
- AVT-5211 MiniDCC (EP 11/2009)
- AVT-5207 Generator dźwięków do makiety kolejowej (EP 10/2009)
- AVT-5201 Dekoder DCC – Sterowanie makietą kolejową (EP 9/2009)
- AVT-5198 Samoczynna Blokada Liniowa SBL (EP 8/2009)



Rysunek 1. Sposób zmiany polaryzacji

mi podczas wjeżdżania lub zjeżdżania z odcinka izolowanego. Jeśli jest zwarcie (lokomotywa wjeżdża od strony torów o przeciwnej polaryzacji zasilania), to moduł wykrywa je i zmienia polaryzację zasilania szyn odcinka izolowanego, dzięki czemu zwarcie ustępuje. Booster nie wyłącza zasilania torowiska, ponieważ czas jego reakcji jest wydłużony do dziesiątek, a nawet setek milisekund, natomiast moduł pętli reaguje w czasie 100 μ s. Ważne jest, aby odcinek izolowany był tak długi, aby zmieścił się tam najdłuższy skład jaki mamy. W przeciwnym wypadku, koła wagonów mogą spowodować zwarcie na drugim końcu odcinka.

W praktyce napotkamy jednak kilka problemów. Pierwszy, to jak zmieniać fazę sygnału zasilania odcinka izolowanego? Najprościej zrobić to przełącznikiem, jednak ten przełącza się stosunkowo wolno i może zadziałać zabezpieczenie w boosterze. Ponadto, gdy nastąpi zwarcie odcinka izolowanego z innego powodu niż przewidzieliśmy, to przełącznik będzie stale przełączał się. Dlatego jego pracę należy wspomóc tranzystorami, które mogą szybko odłączyć zasilanie izolowanego odcinka. Użyłem tranzystorów MOSFET z kanałem N, dzięki czemu nie było konieczne stosowanie radiatorów. Jednak pojawił się problem sterowania tran-

storów T5 i T6, ponieważ MOSFET-N do pełnego włączenia wymaga napięcia na bramce wyższego o co najmniej 6 V od napięcia na źródle. Można oczywiście zastosować tranzystory P-MOS np. IRF9450. Są one jednak droższe i mają większą rezystancję kanału, przez co wydzieli się na nich większa moc.

Ponieważ sygnał DCC jest przebiegiem zmiennym, to można łatwo zbudować obwód podwajający napięcie. Składa się on z elementów C1 i D1. Dzięki niemu uzyskuje się napięcie konieczne do wysterowania tranzystorów. Może dziwić włączenie dwóch tranzystorów szeregowo. Sygnał DCC jest przemienny. Gdyby włączyć jeden tranzystor, to nawet w stanie wyłączenia mógłby on przewodzić dzięki diodzie występującej w jego strukturze. Zastosowanie dwóch tranzystorów połączonych ze sobą drenami powoduje, że gdy przewodzi dioda w jednym tranzystorze, to w drugim nie. To, że jeden z tranzystorów włączony jest odwrotnie nie wpływa negatywnie na pracę układu. Tranzystory mają bowiem takie same parametry przy pracy inwersyjnej i gdyby nie dioda, to zamiana drenu z źródłem nie miałaby żadnego znaczenia.

Za pomocą tranzystorów T1 i T4 jest mierzony prąd płynący przez rezystory R5 i R14. Przepływ zbyt dużego prądu powo-

duje włączenie tranzystora, co wymusza poziom niski na wyprowadzeniu 2 procesora. Po wykryciu przeciążenia mikrokontroler wyłącza tranzystor T3, co powodu-

Wykaz elementów

Rezystory: (SMD, 1206)

RR1: 10 Ω
 R2, R18: 47 k Ω
 R3, R11: 100 k Ω
 R4, R9, R10: 4,7 k Ω
 R5, R14: 0,22 Ω
 R6, R7, R12, R13: 10 k Ω
 R8, R16, R17: 1 k Ω
 R15: 130 Ω

Kondensatory:

C1, C3, C4: 100 μ F/25 V
 C2: 1000 μ F/25 V
 C5: 100 nF

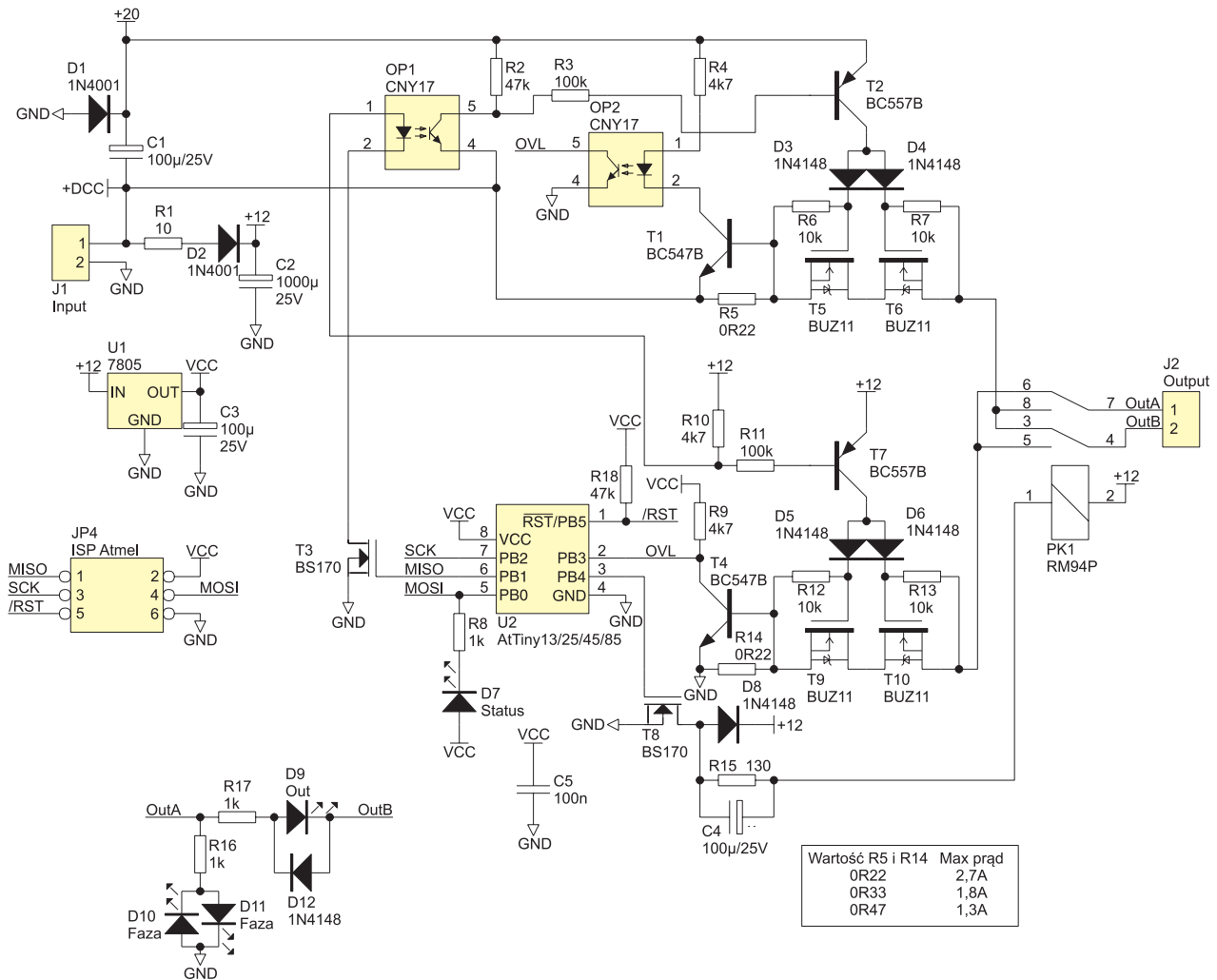
Półprzewodniki:

D1, D2: 1N4001
 D3...D6, D8, D12: 1N4148
 D7: dioda LED czerwona
 D9: dioda LED zielona
 D10, D11: dioda LED żółta
 U1: 78L05
 U2: ATtiny13/25/45/85
 T1, T4: BC547B
 T2, T7: BC557B
 T3, T8: BS170
 T5, T6, T9, T0: BUZ11
 OP1, OP2: CNY17

Inne:

JP4: IDC6MLP
 J1, J2: ARK2
 PK1: RM94P





Rysunek 2. Schemat ideowy modułu pętli

je zablokowanie tranzystorów MOSFET. Prąd, przy którym następuje wykrycie przeciążenia jest obliczany z zależności $I[A]=0,6 [V]/R [\Omega]$.

Tranzystor T8 steruje przełącznikiem zamieniającym polaryzację zasilania odcinka

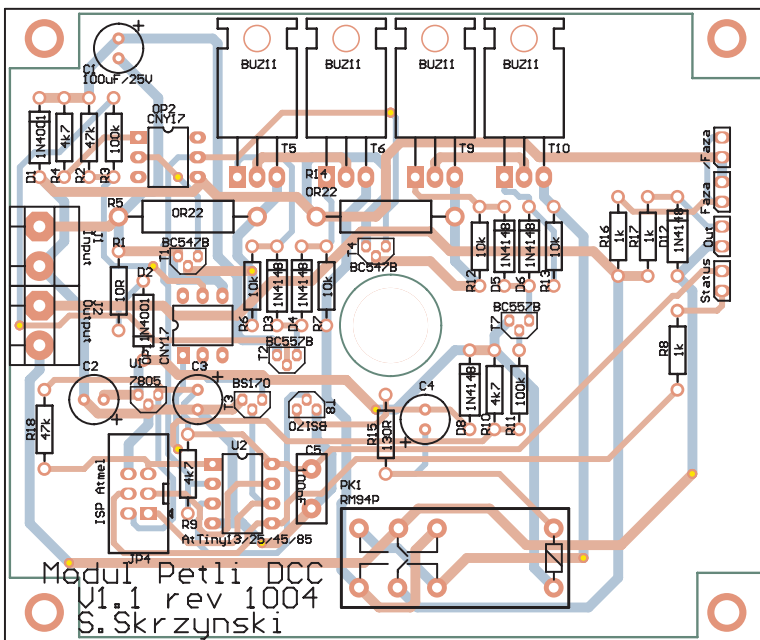
izolowanego. Zamiast przełącznika można zastosować tranzystory MOSFET, ale należałoby użyć aż czterech dodatkowych tranzystorów. Elementy R15 i C4 zmniejszają prąd płynący przez przełącznik. Dioda D8 likwiduje przepięcie, które może wystąpić na cewce przełącznika.

Algorytm programu

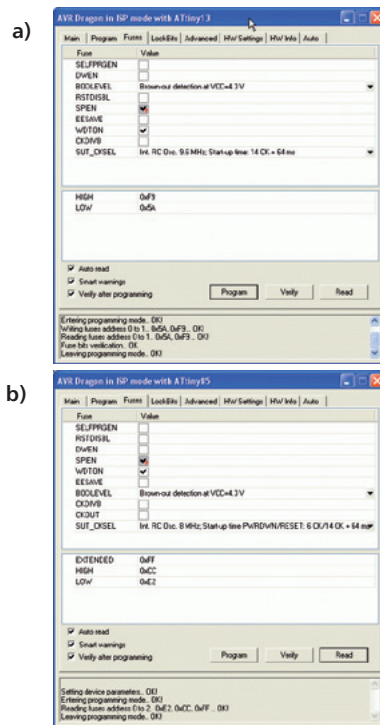
Wszystkie funkcje programu są realizowane sekwencyjnie w pętli głównej. Po pierwsze, jest sprawdzana wartość prądu płynącego przez odizolowany odcinek torów i jeśli jest w normie, to następuje skok na początek pętli głównej. Jeśli prąd jest zbyt duży, wyłączane są tranzystory MOSFET (poziom niski na wyprowadzeniu 6 procesora), a program odczeka 7 ms (czas przełączania styków przełącznika typu RM94).

Następuje załączenie tranzystorów MOSFET (poziom wysoki na wyprowadzeniu 6 procesora). Program odczeka 100 μs na ustalenie się napięcia na wyjściu. Następnie jest sprawdzany prąd płynący przez izolowany odcinek torów i jeśli jest w normie, następuje skok na początek pętli głównej.

Jeśli prąd jest zbyt duży (np. zwarcie wywołane jest przez metalowy przedmiot znajdujący się na szynach), program zaczyna próbować stan wyjścia, a wykonuje to następująco: wyłącza tranzystory, odczeka 100 ms, włącza tranzystory, odczeka 100 μs na ustalenie się napięcia na wyjściu. Następnie jest wykonywany pomiar prądu płynącego przez izolowa-



Rysunek 3. Schemat montażowy modułu pętli



Rysunek 4. Ustawienie bitów konfigurujących dla a) ATtiny13, b) ATtiny85.

ny odcinek torów i jeśli jego wartość jest w normie, to wyjście z próbkowania. Jeśli prąd jest za duży, to jest wykonywany skok na początek pętli próbkującej.

Dodatkowo, podczas próbkowania co ok. 5 sekund jest zmieniany stan przekaźnika. Moduł informuje diodami LED o swoim stanie i tak:

- dioda „Status” co około 2 s zaświeca się na 100 ms informując o stanie spoczynkowym układu i wyłączonym przekaźniku,
- dioda „Status” świeci przez około 2 s, po czy jest gaszona na 100 ms, informując o stanie spoczynkowym układu i włączonym przekaźniku,
- dioda „Status” migocze szybko w trakcie próbkowania wyjścia, informując o stałym przeciążeniu na wyjściu,
- dioda „Out” świeceniem informuje o włączonym napięciu na wyjściu,
- dioda „Faza” informuje o zgodnej fazie sygnału wejściowego z sygnałem wyjściowym (przekaźnik wyłączony),
- dioda „Faza” informuje o niezgodnej fazie sygnału wejściowego z sygnałem wyjściowym (przekaźnik załączony).

Montaż i uruchomienie

Schemat montażowy modułu pętli pokazano na **rysunku 3**. Płytkę dopasowano do obudowy KM-35. Zależnie od tego jaki prąd jest wymagany, wlutowujemy R5 i R14 o odpowiedniej wartości. Pod układ U2 należy zamontować podstawkę. Jeśli procesor będzie programowany zewnętrznym programatorem, nie musimy montować złącza JP4, służące-

go do programowanie procesora w systemie (ISP).

Uruchomienie rozpoczynamy od sprawdzenia napięcia zasilającego. Po dołączeniu przebiegu DCC sprawdzamy napięcie na anodzie diody D2. Powinno ono być mniej więcej takie, jak amplituda sygnału DCC. Na anodzie D1 napięcie powinno być w przybliżeniu dwa razy wyższe, niż napięcie na anodzie D2. Na wyprowadzeniu 8. podstawki pod U2 powinno być napięcie $5 V \pm 5\%$. Jeśli napięcia są prawidłowe, mikrokontroler ATtiny13 należy zaprogramować plikiem *ModulPetli_V1.0_AtTiny13.hex*. Jeśli zastosowano ATtiny25, 45 lub 85, to plikiem *ModulPetli_V1.0_AtTiny85.hex*. Ustawienia bitów konfiguracyjnych dla pokazano na **rysunkach 4a i 4b**.

Po włączeniu zasilania, dioda powinna rozbłyskiwać co około 2 s. Zwarcie styku 2. złącza J1 ze stykiem 2. złącza J2 powinno spowodować zmianę stanu przekaźnika. Zwarcie doprowadzeń wyjściowych powinno spowodować szybkie migotanie diody „Status”. Jeśli zwarcie będzie utrzymywać się dłużej (ponad 5 sekund), przekaźnik ponownie zmieni stan. Należy sprawdzić czy zwarcie wyjścia nie powoduje złączenia zabezpieczenia w boosterze. Jeśli tak, to należy zmniejszyć wartość ograniczenia prądowego przez zwiększenie wartości rezystorów R5 i R14.

Sławomir Skrzyński, EP
slawomir.skrzynski@ep.com.pl

R E K L A M A