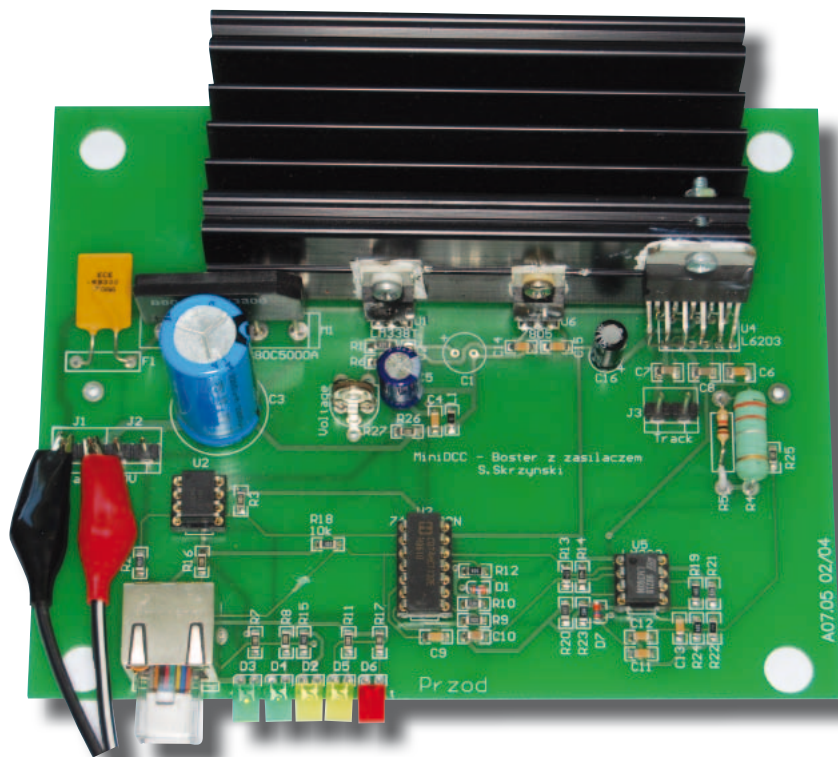


# MiniDCC

## Manipulator i booster do makiety kolejowej



Do sterowania lokomotywami wyposażonymi w dekodery DCC potrzebne są odpowiednie urządzenia. Głównym elementem jest booster. Nim steruje centralka. Do centralki podłączone są manipulatory. Taki system jest dość drogi (koszt rzędu 2000 zł). Przedstawione niżej urządzenie umożliwia jednocześnie sterowanie czterema lokomotywami.

**Rekomendacje:** modelarze kolejowi

## AVT-5211

W ofercie AVT:  
AVT-5211A – płytka drukowana

### PODSTAWOWE PARAMETRY

**Booster:**

- dwustronna płytka drukowana o wym. 119×149 mm
- zasilanie: 20 VAC
- maksymalny prąd obciążenia: 4 A
- pośredniczy pomiędzy koderem DCC a źródłem zasilania
- zasila płytkę koderów

**Koder:**

- dwustronna płytka drukowana o wym. 98×82 mm
- zasilanie 5 VDC (z płytki Boostera)
- mikrokontroler PIC16F628
- umożliwia sterowanie lokomotywami, zwrotnicami, sygnalizacją, przejazdami, syntezerami dźwięku itp.

### Budowa i zasada działania

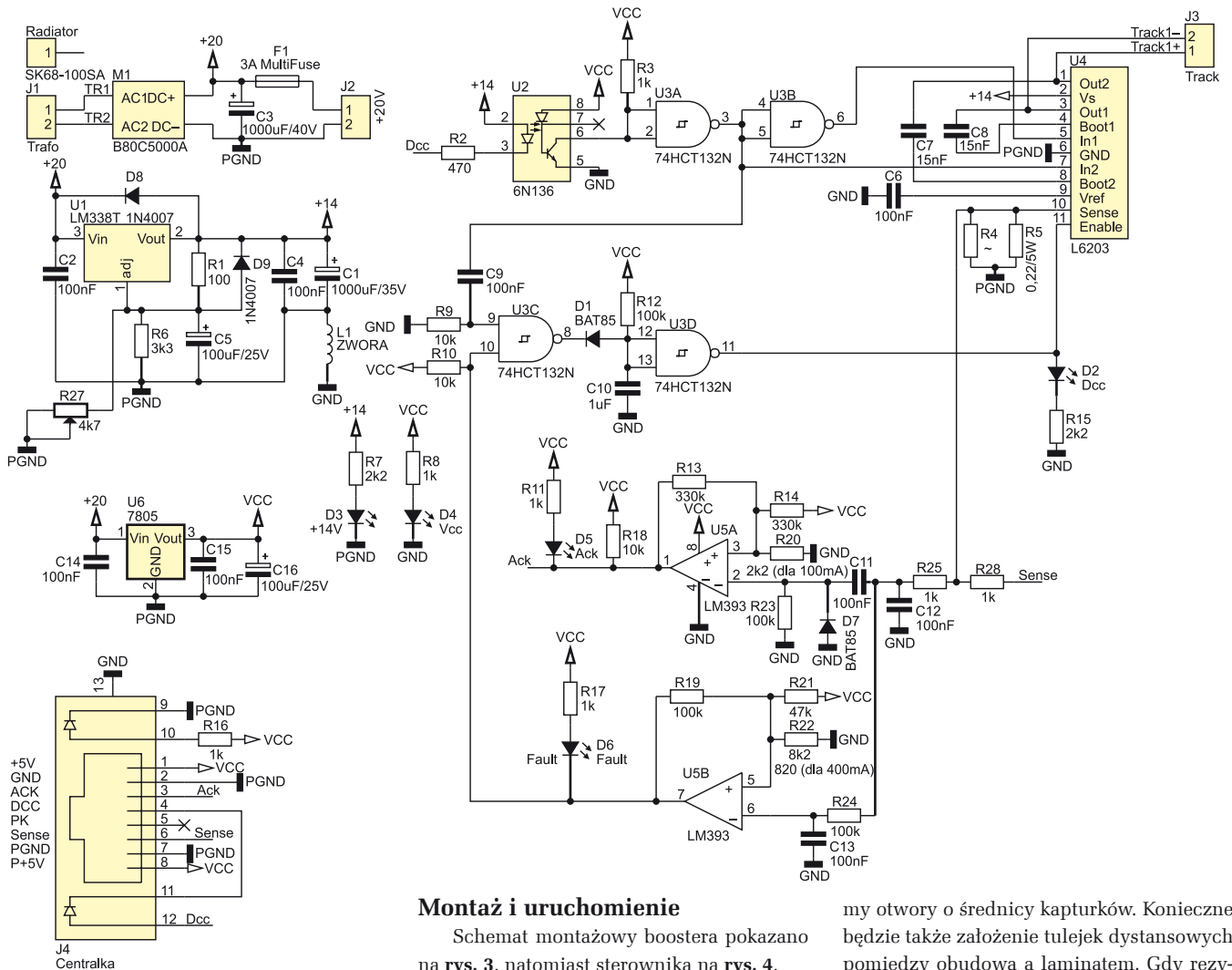
Przedstawione urządzenie jest modyfikacją projektu dostępnego na stronie: <http://www.minidcc.com/>. Różne odmiany MiniDcc można znaleźć także na innych stronach, np. <http://www.fut.es/~fmco>. Tak jak w oryginale urządzenie podzieliłem na dwie części: manipulator-sterownik i booster.

**Booster.** Schemat ideowy układu pokazano na rys. 1. Napięcie zasilające z transformatora jest prostowane w mostku M1 i wygładzane kondensatorem C3. Układ stabilizatora U1, pracującego w typowej aplikacji, zasila końcówkę mocy U4. Bufor ten jest sterowany z bramek U3A i U3B. Bramkami steruje transoptor U2. Na wejście transoptora podany jest sygnał DCC ze sterownika. Każde zboczce opadające sygnału DCC, dostępne na wyjściu bramki U3A, z wykorzystaniem obwodu różniczkującego złożonego z C9 i R9, za pośrednictwem U3C resetuje układ opóźniający zbudowany z U3D, R12 i C10. Brak impulsów resetujących spowoduje pojawienie się po czasie około 100 ms poziomu



**PROJEKTY POKREWNE** wymienione artykuły są w całości dostępne na CD

Tytuł artykułu	Nr EP/EdW	Kit
Samoczynna Blokada Liniowa	EP8/2009	AVT-5198
Dekoder DCC. Sterowanie makieta kolejową	EP9/2009	AVT-5201
TuShuuu. Generator dźwięków do makiety kolejowej	EP10/2009	AVT-5207



Rys. 1. Schemat ideowy boostera

niskiego na wyjściu U3D, w konsekwencji czego końcówka mocy U4 zostanie zablokowana. Podczas gdy U4 pracuje, na rezystorze R5 pojawia się napięcie proporcjonalne do prądu płynącego przez układ. Po przekroczeniu napięcia 900 mV na R5 (co odpowiada prądowi około 4 A), za pośrednictwem U5B, blokowane jest wejście układu U3C. Powoduje to zaświecenie diody D6 oraz wyłączenie U4. Dzięki temu maksymalny prąd jest ograniczony do około 4 A. Układ U5A wykrywa skoki prądu przekraczające 60 mA, co jest potrzebne do przesłania informacji zwrotnej do centralki (MiniDCC nie obsługuje informacji zwrotnej). Stabilizator U6, pracujący w typowej aplikacji, zasila U3, U5 oraz sterownik podłączony do gniazda J4.

**Sterownik.** Schemat ideowy układu pokazano na rys. 2. Sercem sterownika jest mikrokontroler U1. Odczytuje on dane z klawiatury matrycowej zbudowanej z dip-switchy oraz steruje wyświetlaczem LCD. Aby naciśnięcie kilku klawiszy równocześnie nie powodowało zakłóceń w transmisji do LCD, zastosowano rezystory R9, R11...R17. Sygnał DCC jest buforowany przez T1. Wyjście J2 może służyć do synchronizacji oscyloskopu podczas pracy nad oprogramowaniem.

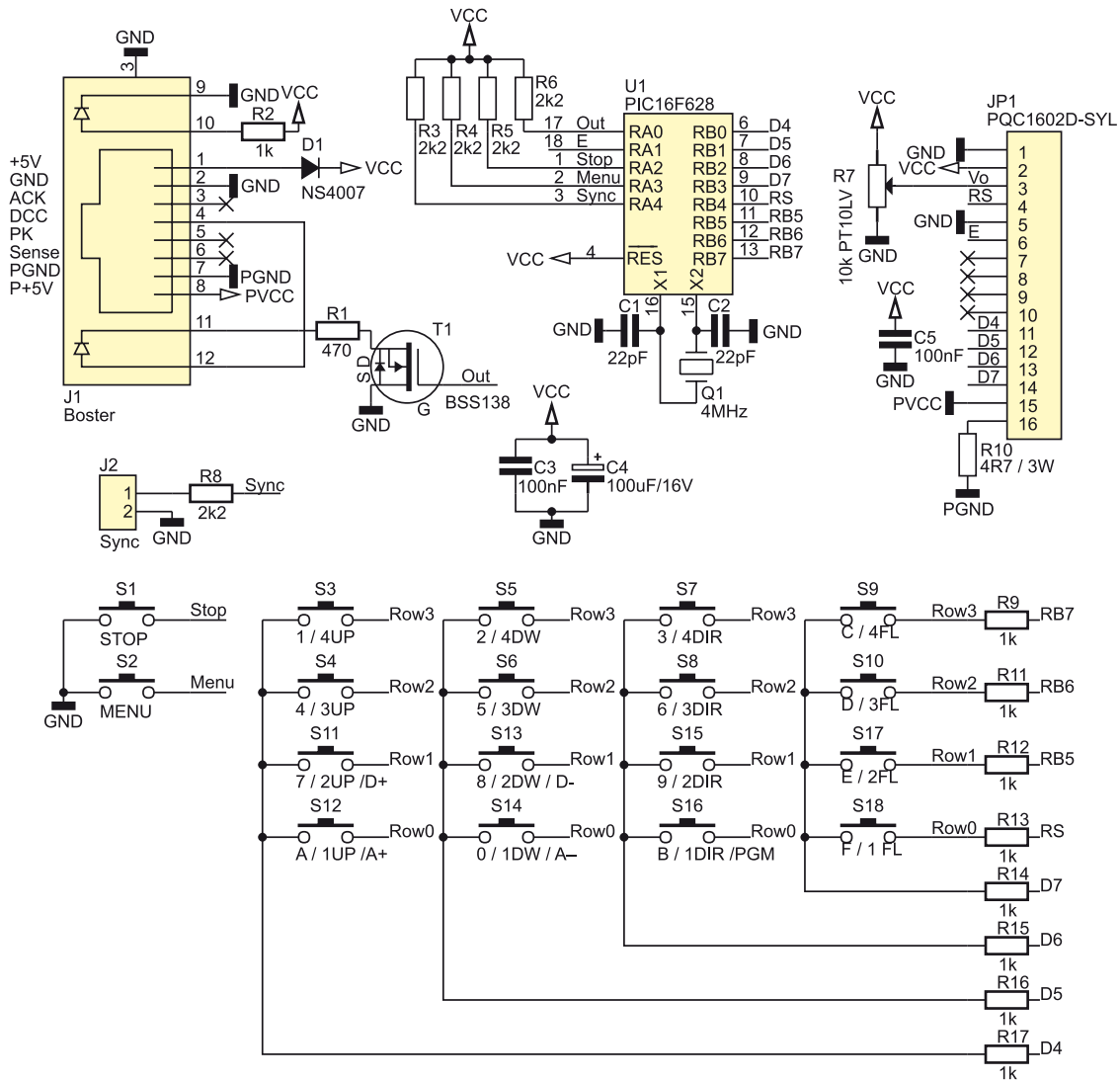
**Montaż i uruchomienie**

Schemat montażowy boostera pokazano na rys. 3, natomiast sterownika na rys. 4.

Montaż boostera rozpoczynamy od elementów najmniejszych i kończymy na największych. Pod układy U3 i U5 stosujemy podstawki. Układy U1, U4 i U6, przed przyłutowaniem przykręcamy do radiatora typu SK68-100SA. Następnie radiator przykręcamy do płytki, po czym lutujemy układy, dzięki czemu na płytce nie będzie napiężeń spowodowanych przez niedokładne przykręcenie układów do radiatora. Przed pierwszym uruchomieniem nie umieszczamy U3 i U5 w podstawkach. Po włączeniu zasilania ustawiamy napięcie na wyjściu U2 na wartość 15 V. Następnie sprawdzamy napięcie na wyjściu stabilizatora U6. Gdy wszystko jest w porządku, można uruchomić booster z układami U3 i U5 umieszczonymi w podstawkach. Płytkę boostera przeznaczoną jest do umieszczenia w obudowie typu KM-60.

Montaż sterownika rozpoczynamy od elementów najmniejszych. Wyświetlacz i klawiaturę montujemy na końcu. Sterownik można zamontować w obudowie KM-35N, po uprzednim wycięciu otworów pod wyświetlacz i klawiaturę. Aby ułatwić wywiercenie otworów pod klawiaturę, na środku każdego klawisza umieszczono otwór. Jeśli do klawiatury zastosujemy kapturki, to montujemy dip-switch o wysokości przycisku 4,3 mm, natomiast w obudowie wieri-

my otwory o średnicy kapturków. Konieczne będzie także założenie tulejek dystansowych pomiędzy obudową a laminatem. Gdy rezygnujemy z kapturków, dip-switchy muszą mieć wysokość 19 mm, wtedy końcówka dip-switcha wystaje około 2 mm nad obudowę. W takim rozwiązaniu w obudowie wiercimy otwory o średnicy 4 mm. Zanim zamkniemy sterownik w obudowie, umieszczamy w podstawce zaprogramowany procesor i łączymy sterownik z boosterem sznurkiem 8-żyłowym z wtyczkami RJ45. Może to być kabel płaski (telefoniczny) lub skrętka UTP bez przeplotu. Przypadkowe podłączenie sterownika z boosterem „obróconym” kablem płaskim nie uszkodzi urządzeń, ale nie będą one działać. Po włączeniu zasila-



Rys. 2. Schemat ideowy sterownika

nia boostera potencjometrem R7 ustawiamy kontrast wyświetlacza. Zielona dioda na gnieździe sterownika informuje o obecności napięcia zasilającego 5 V. Żółta informuje o transmisji DCC (o przepływie prądu przez transformator w boosterze). W boosterze znacznie diod LED na gnieździe RJ jest takie samo

jak w sterowniku. Pojawienie się transmisji DCC zaświeca również diodę D2, co oznacza, że na wyjściu U3 jest dostępny sygnał DCC (złącze J3). Na złączu J2 dostępne jest napięcie około 20 V, które może być przydatne do zasilania akcesoriów na makiecie (zwrotnice, semafony, oświetlenie). Należy pamiętać, że

napięcie to nie jest oddzielone galwanicznie od napięcia na torach. Transformator zasilający powinien dysponować mocą około 80 W (napięcie rzędu 15...17 V przy prądzie około 5 A: 4 A dla lokomotyw, 1 A dla akcesoriów. Jeśli akcesoria wymagają większego prądu, należy zwiększyć moc transformatora

**WYKAZ ELEMENTÓW**

**Booster**

- Rezystory (SMD, 1206)**
- R1: 100 Ω
- R2: 240 Ω
- R3, R8, R11, R16, R17, R25, R28: 1 kΩ
- R4: nie montować!
- R6: 3,3 kΩ
- R7, R15, R20: 2,2 kΩ
- R9, R10, R18: 10 kΩ
- R5: 0,22 Ω/5 W (17,5 mm)
- R12, R19, R23, R24: 100 kΩ
- R13, R14: 330 kΩ
- R22: 8,2 kΩ
- R21: 47 kΩ
- R27: 4,7 kΩ potencjometr montażowy
- Kondensatory**
- C1: 1000 μF/35 V (CE8/35)
- C2, C4, C9, C11...C15: 100 nF (SMD, 1206)
- C3: 1000 μF/40 V (CE18/7.5)
- C5, C16: 100 μF/25 V
- C6: 100 nF (SMD, 1210)

- C7, C8: 15 nF (SMD, 1210)
- C10: 1 μF (SMD, 1210)
- Półprzewodniki**
- D1, D7: BAT85 (SMD, MELF)
- D2: niebieska dioda LED
- D3, D4: zielona dioda LED
- D5: żółta dioda LED
- D6: czerwona dioda LED
- D8, D9: 1N4007
- U1: LM338T (TO-220)
- U2: 6N136 (transoptor, DIP8)
- U3: 74HCT132N (DIL14)
- U4: L6203
- U5: LM393 (DIP-8)
- U6: 7805 (TO-220)
- M1: B80C5000A (mostek prostowniczy)
- Inne**
- J1, J2, J3: Złącze ARK
- J4: Gniazdo RJ45 z diodami LED
- F1: Bezpiecznik polimerowy 3A
- Radiator SK68-100SA
- L1: zwora – rezystor 0 Ω (SMD, 1206)

**Sterownik DCC**

- Rezystory (SMD, 1206)**
- R1: 470 Ω (SMD, 1206)
- R2, R9, R11...R17: 1 kΩ
- R2...R6, R8: 2,2 kΩ
- R7: 10 kΩ potencjometr montażowy
- R10: 4,7 Ω/3 W (10 mm)
- Kondensatory**
- C1, C2: 22 pF (SMD, 1206)
- C3, C5: 100 nF (SMD, 1206)
- C4: 100 μF/16 V (CE6.3/2.5)
- Półprzewodniki**
- D8, D9: 1N4007
- T1: BSS138 (SOT-23)
- U1: PIC16F628 (DIP-18)
- Inne**
- S1...S18: mikroswitch
- Q1: kwarc 4 MHz
- J1: Gniazdo RJ45
- J2: Listwa goldpin
- JP1: Wyświetlacz LCD 2×16

Na CD karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych na Wykazie Elementów kolorem czerwonym

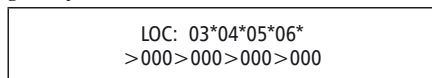


i mostek prostowniczy albo ograniczyć prąd dla lokomotyw, zmieniając wartość rezystora R22.

**Obsługa**

Dla sterownika dostępne są dwie wersje programu. Pierwsza z nich, napisana dla procesora PIC16F84A, umożliwia sterowanie 4 lokomotywami (prędkość jazdy w 14 lub 28 krokach, kierunek, sterowanie oświetleniem) oraz programowanie rejestrów CV. Druga wersja, dla procesora PIC16F628A, daje dodatkowo możliwość sterowania funkcjami F1...F4 oraz zwrotnicami, a prędkość lokomotywy może być regulowana w 14, 28 lub 126 krokach. Ponadto, obsługiwane jest autopowtarzanie klawiszy, co jest wygodne zwłaszcza podczas programowania rejestrów CV. Wersja dla PIC16F628A nie wymaga stosowania rezonatora kwarcowego. Ze względu na to, że wersja dla PIC16F84A jest prostsza, omówię oprogramowanie dla PIC16F628, zaznaczając, które opcje nie są dostępne dla 16F84A.

Po włączeniu zasilania pojawi się ekran główny:



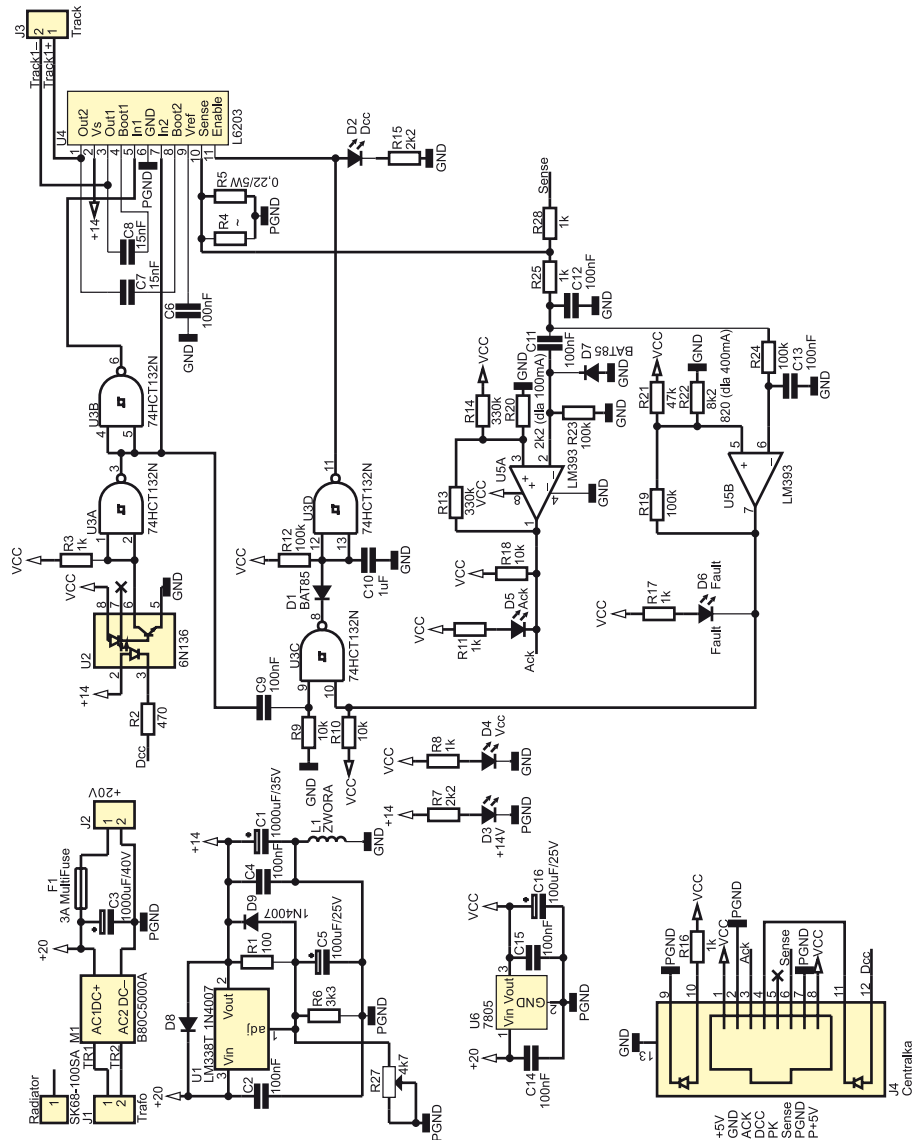
Górny rząd cyfr informuje o nr. obsługiwanych lokomotyw. Symbol gwiazdki informuje o włączonym oświetleniu lokomotywy. Gdy oświetlenie jest wyłączone, w miejscu gwiazdki pojawia się symbol „-”. Dolny rząd cyfr informuje o prędkości lokomotyw. Symbol przed cyframi informuje o kierunku („>” naprzód, „<” wstecz). Funkcje klawiatury w tym trybie są następujące:

Zwiększ prędkość lokomotywy 4	Zmniejsz prędkość lokomotywy 4	Zmiana kierunku lokomotywy 4	Sterowanie oświetleniem lokomotywy 4
Zwiększ prędkość lokomotywy 3	Zmniejsz prędkość lokomotywy 3	Zmiana kierunku lokomotywy 3	Sterowanie oświetleniem lokomotywy 3
Zwiększ prędkość lokomotywy 2	Zmniejsz prędkość lokomotywy 2	Zmiana kierunku lokomotywy 2	Sterowanie oświetleniem lokomotywy 2
Zwiększ prędkość lokomotywy 1	Zmniejsz prędkość lokomotywy 1	Zmiana kierunku lokomotywy 1	Sterowanie oświetleniem lokomotywy 1

Naciśnięcie przycisku STOP zatrzymuje wszystkie lokomotywy (zatrzymanie awaryjne). Po chwili wraca ekran główny (w wersji PIC16F84A wymagane jest ponowne naciśnięcie klawisza STOP), a prędkość wszystkich lokomotyw jest ustawiona na 0.

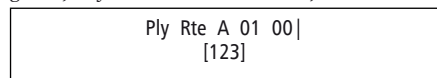
**Sterowanie zwrotnicami**

Naciśnięcie klawisza PROG, podczas wyświetlania ekranu głównego, wywołuje



Rys. 3. Schemat montażowy boostera

ekran sterowania zwrotnicami (w wersji dla PIC16F84A nie ma sterowania zwrotnicami i po naciśnięciu PROG wchodzimy do konfiguracji trybu 14/28/126 kroków):

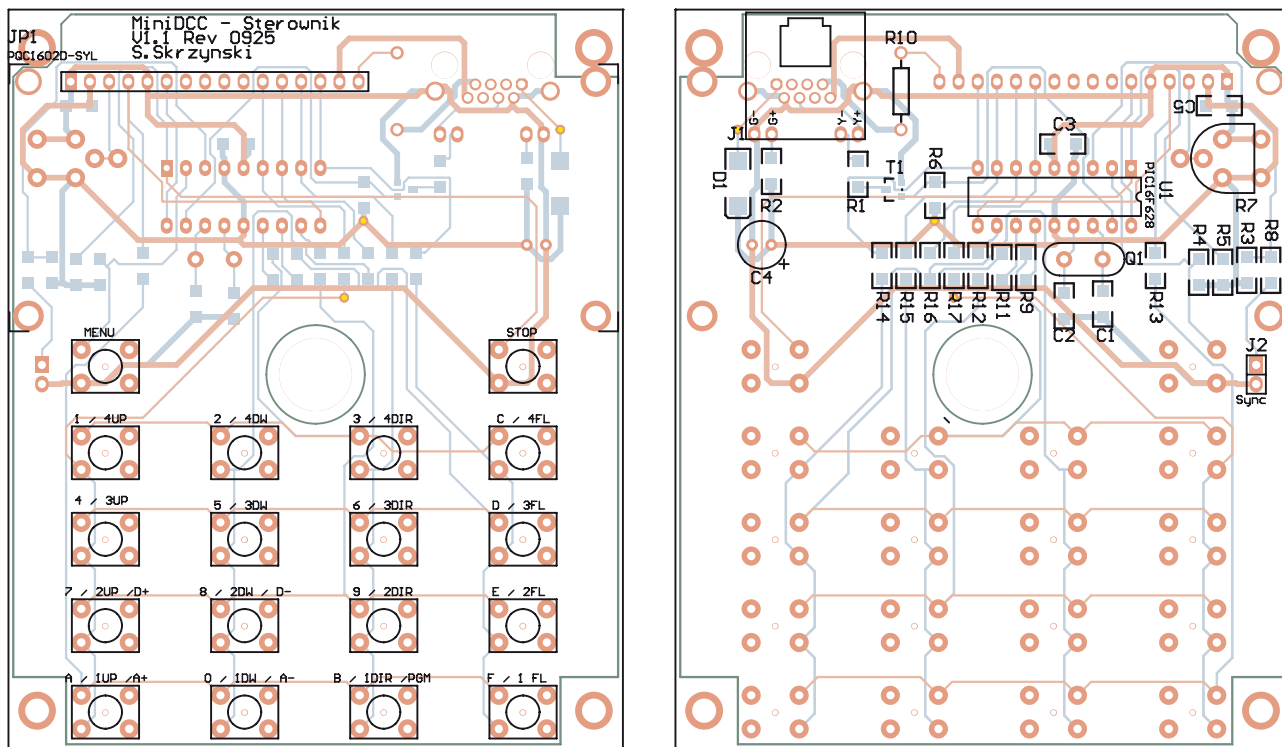


Funkcje klawiatury w tym trybie są następujące:

1	2	3	Przełączanie rozjazdu
4	5	6	Zwiększ nr trasy
7	8	9	Zmniejsz nr trasy
Zwiększ nr kroku trasy	0	Zmniejsz nr kroku trasy	Odtwarzaj

Symbol „Ply Rte” informuje o trybie odtwarzania/przełączania. Naciśnięcie klawisza „Odtwarzaj” spowoduje wysłanie sekwencji przełączającej zwrotnice. Po przejściu

do ekranu głównego sekwencja sterująca zwrotnicami jest wysyłana w tle i nie koliduje ze sterowaniem lokomotywami. Sekwencja jest odtwarzana jednorazowo. Aby przeglądać sekwencję, naciskamy klawisz „Zmniejsz/Zwiększ nr kroku trasy”. Niezapisane trasy pokażą wartość numeru rozjazdu 00 i nie będzie można przejść do kolejnego kroku trasy.



Rys. 4. Schemat montażowy sterownika

Symbol „A” wskazuje nr trasy. Możliwe jest ustawienie jednej z 26 tras (litery A...Z).

Liczba pomiędzy znakami „[,]” informuje o wolnej pamięci na zapamiętanie sekwencji sterującej rozjazdami.

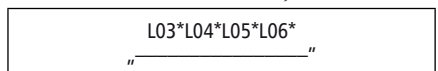
„01” wskazuje nr kolejnego kroku na trasie. Dodanie kolejnego kroku zwiększy ten nr.

„00” wskazuje nr rozjazdu. Każdy rozjazd jest przypisany do dekodera akcesoriów. MiniDCC obsługuje do 99 rozjazdów (od 1 do 99). Wartość 0 jest wykorzystana do usuwania wpisu. Ostatni symbol „|” „/” wskazuje stan rozjazdu (jazda do przodu lub w bok).

W trybie „Ply Rte” możliwe jest indywidualne sterowanie rozjazdami. Aby to zrobić, należy wybrać nr rozjazdu klawiszami 0...9 oraz nacisnąć przycisk „Przełączenie rozjazdu”.

**Sterowanie funkcjami**

Dwa kolejne naciśnięcie klawisza PROG, podczas wyświetlania ekranu głównego, wywoła ekran sterowania funkcjami F1...F4:



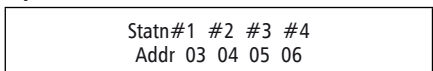
W pierwszym wierszu widzimy nr obsługiwanych lokomotyw. Symbol „\*” lub „-” informuje o włączeniu bądź wyłączeniu świateł lokomotywy. Dolny rząd informuje o włączeniu lub wyłączeniu funkcji F1..F4. Funkcje klawiatury w tym trybie są następujące:

Zmiana funkcji F1 lokomotywy 4	Zmiana funkcji F2 lokomotywy 4	Zmiana funkcji F3 lokomotywy 4	Zmiana funkcji F4 lokomotywy 4
Zmiana funkcji F1 lokomotywy 3	Zmiana funkcji F2 lokomotywy 3	Zmiana funkcji F3 lokomotywy 3	Zmiana funkcji F4 lokomotywy 3

Zmiana funkcji F1 lokomotywy 2	Zmiana funkcji F2 lokomotywy 2	Zmiana funkcji F3 lokomotywy 2	Zmiana funkcji F3 lokomotywy 2
Zmiana funkcji F1 lokomotywy 1	Zmiana funkcji F2 lokomotywy 1	Zmiana funkcji F3 lokomotywy 1	Zmiana funkcji F4 lokomotywy 1

**Nr lokomotywy i tryb sterowania**

Aby wejść w tryb konfigurowania trybu 14/28/128 kroków, naciskamy klawisz STOP i zaraz po nim PROG (w wersji dla PIC-16F84A nie trzeba naciskać klawisza STOP). Wywoła to ekran:



Funkcje klawiatury w tym trybie są następujące:

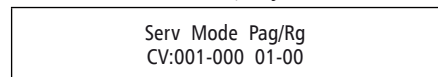
Zwiększ adres lokomotywy 4	Zmniejsz adres lokomotywy 4	Zmiana trybu 14/28/128 lokomotywy 4
Zwiększ adres lokomotywy 3	Zmniejsz adres lokomotywy 3	Zmiana trybu 14/28/128 lokomotywy 3
Zwiększ adres lokomotywy 2	Zmniejsz adres lokomotywy 2	Zmiana trybu 14/28/128 lokomotywy 2
Zwiększ adres lokomotywy 1	Zmniejsz adres lokomotywy 1	Zmiana trybu 14/28/128 lokomotywy 1

Zmiany są zapamiętywane w EEPROM-ie procesora i odtwarzane po kolejnym włączeniu zasilania.

**Zapis rejestrów CV**

Podczas wyświetlania ekranu głównego naciskamy klawisz STOP i zaraz po nim dwa

razy PROG (w wersji dla PIC16F84A nie trzeba naciskać klawisza STOP). Wywoła to ekran:



Funkcje klawiatury w tym trybie są następujące:

		Programowanie w trybie Advanced Direct	
		Programowanie w trybie DIRECT	
wartość rejestru CV w dół	wartość rejestru CV w górę		
Nr rejestru CV w górę	Nr rejestru CV w dół	Programowanie w trybie PAGE	

Kolejne naciśnięcie klawisza PROG przywróci ekran główny.

Dla przypomnienia znaczenie najważniejszych rejestrów CV:

- CV1 – adres lokomotywy
- CV2 – minimalne napięcie na silniku
- CV3 – prędkość przyspieszania
- CV4 – prędkość hamowania
- CV5 – maksymalne napięcie na silniku
- CV17 – starszy bajt adresu rozszerzonego
- CV18 – młodszy bajt adresu rozszerzonego
- CV29 – rejestr konfiguracyjny (bit1=0 – tryb 14 kroków prędkości, =1 – tryb 28/126 kroków prędkości; bit2=0 – tylko jazda cyfrowa, =1 – jazda cyfrowa,



a w razie braku sygnału cyfrowego – jazda z alternatywnego zasilania (np. analogowa) wg CV12; bit3=0 – komunikacja dwukierunkowa wyłączona, =1 – komunikacja dwukierunkowa włączona, bit4=0 – dekoderek korzysta z ustawień CV2, CV5 i CV6, =1 – dekoderek korzysta z tablicy prędkości w CV67-94; bit5=0 – jednobajtowy adres dekodera zapisany w CV1; =1 – adres długi zapisany w CV17, CV18; bit7=0 – dekoderek lokomotywy (Multifunction Decoder), =1 – dekoderek akcesoriów, ten bit jest informacyjny i nie może być zmieniany).

### Automatyczne sterowanie zwrotnicami

Podczas wyświetlania ekranu głównego, naciskamy klawisz STOP i zaraz po nim trzy razy PROG (wersja dla PIC16F84A nie obsługuje zwrotnic). Wywoła to ekran:

Rec Rte A 01 00 |  
[123]

Funkcje klawiatury w tym trybie są następujące:

1	2	3	Przełączenie rozjazdu
---	---	---	-----------------------

4	5	6	Zwiększ nr trasy
7	8	9	Zmniejsz nr trasy
Zwiększ nr kroku trasy	0	Zmniejsz nr kroku trasy	Zapisać

Symbol <Rec Rte> wskazuje tryb zapisu.

Symbol „A” wskazuje nr trasy. Możliwe jest ustawienie jednej z 26 tras (litery A...Z).

Liczba pomiędzy znakami „|” informuje o wolnej pamięci na zapamiętanie sekwencji sterującej rozjazdami.

„01” wskazuje nr kolejnego kroku na trasie. Dodanie kolejnego kroku zwiększy ten nr.

„00” wskazuje nr rozjazdu. Każdy rozjazd jest przypisany do dekodera akcesoriów. MiniDCC obsługuje do 99 rozjazdów (od 1 do 99). Wartość 0 jest wykorzystana do usuwania wpisu. Ostatni symbol „|” „/” wskazuje stan rozjazdu (jazda do przodu lub w bok).

Dane tras są zapamiętane także po wyłączeniu zasilania.

### Zapisywanie danych

Wybieramy nr trasy, następnie klawiszami 0...9 nr rozjazdu i jego ustawienie (jazda do przodu lub w bok). Przełączając stan roz-

jazdu, dane są wysyłane do boostera, można więc obserwować zachowanie rozjazdu. Naciskając klawisz „Zapisać”, zapamiętujemy ustawienie rozjazdu. Nr kroku zwiększy się i można wpisać kolejny nr rozjazdu i jego stan. Klawiszami Zmniejsz/Zwiększ nr kroku można przeglądać zapisaną sekwencję sterującą rozjazdami.

### Zmiany/kasowanie

Po wybraniu nr trasy i nr kroku na trasie, wpisujemy nr nr rozjazdu (klawisze 0...|||9) oraz stan i naciskamy klawisz „Zapisać”. Jeśli chcemy skasować wpis, jako nr rozjazdu należy wpisać 0

Jeśli temat elektroniki w modelarstwie kolejowym zaciekał Czytelników, proszę o listy z propozycjami, jakie urządzenia opisać.

Autor jest w trakcie oprogramowywania dekodera na ATmega8. W stosunku do opisanego dekodera ma on cztery wyjścia funkcyjne i generator dźwięków (pamięć na próbki 32 MB). Jeśli taki dekoderek zaciekał Czytelników, opis pojawi się w EP. Szerokich torów życzy

**Sławomir Skrzyński, EP**  
slawomir.skrzynski@ep.com.pl  
<http://kolejki-h0.pl>