

Sterownik LED RGB o mocy 3 W

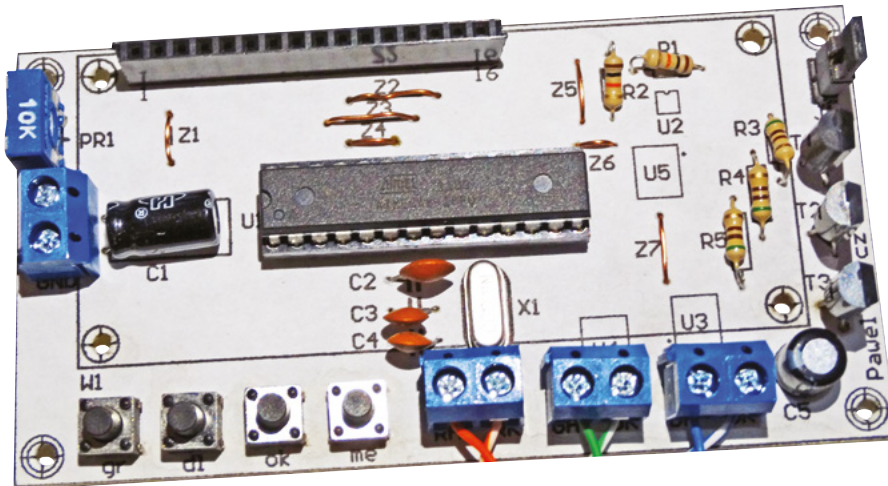
Współcześnie diody LED są stosowane powszechnie, ponieważ mają dużo zalet w porównaniu z żarówkami i świetłówkami. Postanowiłem zbudować własny sterownik diody LED RGB o mocy 3 W, który umożliwiłby wykonanie ciekawego oświetlenia pokoju.

Mój sterownik pozwala na regulowanie jasności poszczególnych kolorów za pomocą PWM. Można też ustawić jasności poszczególnych składowych lub włączyć migotanie. Parametry można zmieniać za pomocą menu użytkownika, w skład którego wchodzi wyświetlacz LCD i przyciski. Układ pamięta ustawienia po wyłączeniu zasilania.

Rekomendacje: sterownik przyda się do wykonania niepowtarzalnej lampki LED lub oświetlenia pokoju, wystawy sklepowej, stoiska na targach.

Do sterowania diody LED zastosowałem dosłownie garść elementów. Schemat ideowy układu pokazano na **rysunku 1**. Całością steruje mikrokontroler U1 (ATmega8). Jest on taktowany przebiegiem zegarowym o częstotliwości 4 MHz uzyskiwanym za pomocą zewnętrznego rezonatora kwarcowego X1. Potencjometr PR1 służy do regulowania kontrastu wyświetlacza, które jest włączane za pomocą zworki J1.

Zastosowana w prototypie dioda LED ma maksymalny prąd jednego koloru ok. 350 mA. Jest on dostarczany za pomocą układów U3...U5 typu AMC7135. Są to specjalizowane do przeznaczone do zasilania diod LED, źródła prądowe *low dropout* o prądzie obciążenia 350 mA. Schemat blokowy układu AMC7135 pokazano na **rysunku 2**. Można go zasilać napięciem 2,7...6 V. Te źródła można włączać i wyłączać na tyle szybko, że da się nimi sterować za pomocą przebiegu PWM, chociaż producent nie informuje o tym w karcie katalogowej. Tranzystory T1...T3 stanowią bufor pomiędzy U2 a źródłami



prądowymi U3...U5. Są one konieczne gdyż wydajność prądowa wyjść U2 wynosi tylko 25 mA.

Układ PCA9633

Przebieg PWM jest generowany przez układ U2 typu PCA9633 wyposażony w interfejs I²C. Dzięki temu układowi można generować 4 niezależne przebiegi PWM o parametrach programowanych za pomocą interfejsu szeregowego. W moim urządzeniu wykorzystałem trzy wyjścia tego układu do sterowania trójkolorową diodą LED. Każde wyjście generuje przebieg PWM o częstotliwości 97 kHz i rozdzielczości 8-bitowej. W trybie grupowej regulacji jasności (wszystkich wyjść naraz) układ generuje przebieg PWM o częstotliwości 190 Hz, również z rozdzielczością 256 kroków.

Wyjścia mogą być pracować w trybie otwartego kolektora lub *totem pole*, w którym mogą być obciążone prądem 10 mA lub zwiierać do masy prąd 25 mA. W sterowniku wykorzystałem tryb domyślny, to jest *totem pole*, który doskonale nadaje się do sterowania tranzystorami T1...T3. W projekcie użyto układu o stałym, niezmiennym adresie 0x62 w obudowie 8-nóżkowej. W handlu są dostępne również wersje 10- i 16-nóżkowe. W układach o większej liczbie wyprowadzeń jest możliwość ustalania adresu za pomocą poziomów na „dodatkowych” nóżkach. Schemat blokowy układu PCA9633 pokazano na **rysunku 3**.

Układ konfiguruje się za pomocą stosunkowo niewielkiej grupy rejestrów. Widać je w **tabeli 1**. Za pomocą rejestru *MODE 1* włącza się kostkę oraz wybiera się sposób zapisu dalszych rejestrów. Decydują o tym 3

Podstawowe informacje:

- Jasność składowych regulowana za pomocą PWM.
- Możliwość jednoczesnego ustawienia jasności wszystkich kolorów.
- Migotanie z ustawianym okresem 0,4...10,7 s.
- Parametry ustawiane za pomocą wyświetlacza LCD 16x2 i przycisków.
- Zasilanie 5 V DC/1 A.
- Zapamiętywanie nastaw po wyłączeniu zasilania.

Dodatkowe materiały na FTP:

[ftp://ep.com.pl](http://ep.com.pl), user: 64311, pass: 877yqakt

• wzory płytek PCB

Projekty pokrewne na FTP:

(wymienione artykuły są w całości dostępne na FTP)

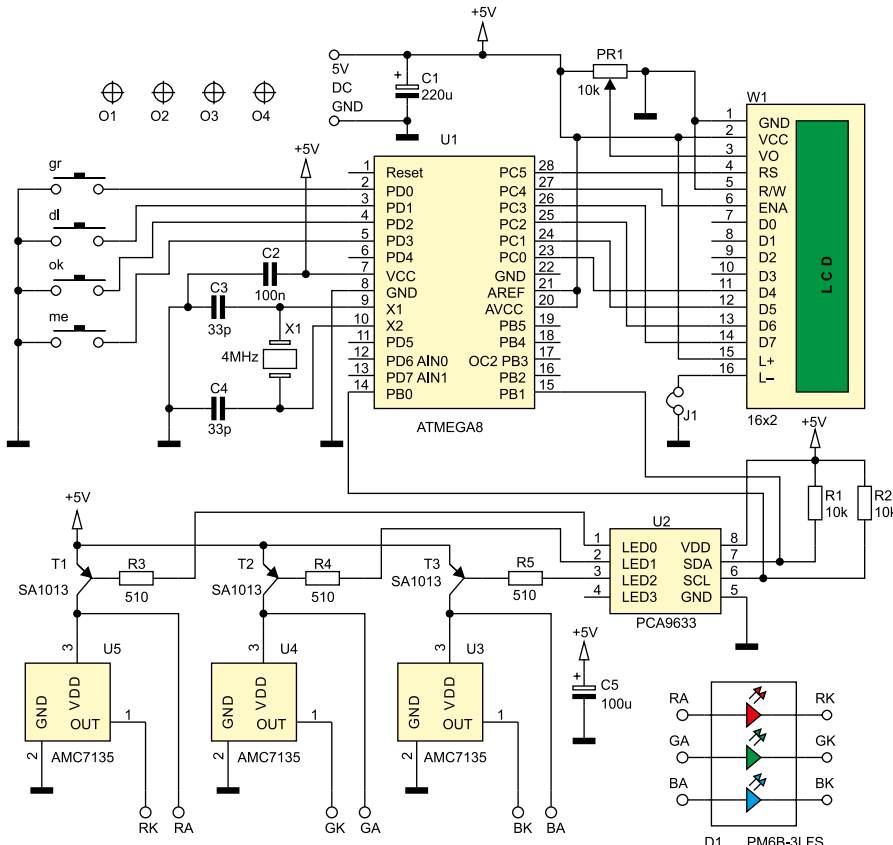
- AVT-1847 Miniaturowy sterownik taśmy LED (EP 2/2015)
- AVT-5487 PWMLEDz: 10-kanałowy sterownik taśm LED z interfejsem Modbus lub SPoB (EP 1/2015)
- AVT-1800 LED Dimmer – regulator oświetlenia LED (EP 5/2014)
- AVT-5400 DMX Dimmer & Relay – regulator oświetlenia i wyłącznik z interfejsem DMX (EP 6/2013)
- AVT-5376 RadioDimmer – regulator oświetlenia w mieszkaniu (EP 1/2013)
- AVT-5361 4dimmer – 4-kanałowy regulator oświetlenia (EP 9/2012)
- AVT-1669 Sterownik oświetlenia LED wewnątrz szafy (EP 3/2012)
- AVT-5336 Sterownik oświetlenia sufitu (EP 3/2012)
- AVT-1545 Programowany sterownik światła (EP 10/2009)
- AVT-1509 Sterownik RGB (EP 2/2009)
- AVT-5164 RGB Driver (EP 12/2008)
- AVT-2794 Automatyczny sterownik oświetlenia (EdW 8/2006)

* Uwaga:

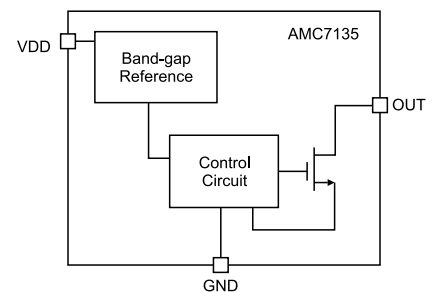
Zestawy AVT mogą występować w następujących wersjach:
 AVT xxxx UK to zaprogramowany układ. Tylko i wyłącznie. Bez elementów dodatkowych.
 AVT xxxx A płytka drukowana PCB (lub płytki drukowane, jeśli w opisie wyraźnie zaznaczono), bez elementów dodatkowych.
 AVT xxxx A+ płytka drukowana i zaprogramowany układ (czyli połączenie wersji A i wersji UK) bez elementów dodatkowych.
 AVT xxxx B płytka drukowana (lub płytki) oraz komplet elementów wymienionych w załączniku pdf.
 AVT xxxx C to nie innego jak zmontowany zestaw B, czyli elementy wlotowane w PCB. Należy mieć na uwadze, że o ile nie zaznaczono wyraźnie w opisie, zestaw ten nie ma obudowy ani elementów dodatkowych, które nie zostały wymienione w załączniku pdf.
 AVT xxxx CD oprogramowanie (nieczęsto spotykana wersja, lecz jeśli występuje, to niezbędne oprogramowanie można ściągnąć, klikając w link umieszczony w opisie kitu)
 Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik pdf! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz! (UK, A, A+, B lub C). <http://sklep.avt.pl>

Wykaz elementów

- Rezystory:**
 PR1: 10 kΩ (pot. nastawny)
 R1, R2: 10 kΩ
 R3...R5: 510 Ω
- Kondensatory:**
 C1: 220 μF
 C2: 100 nF
 C3, C4: 33 pF
 C5: 100 μF
- Półprzewodniki:**
 U1: ATmega8
 U2: PCA9633
 U3...U5: AMC7135
 T1...T3: SA1013
 D1: PM6B-3LFS
- Inne:**
 Wyświetlacz LCD 16×2
 X1: rezonator kwarcowy 4 MHz
 Podstawka 28-pin
 Gniazdo goldpin 16
 Przyciski – 4 szt.



Rysunek 1. Schemat ideowy sterownika/zasilacza diod RGB



Rysunek 2. Schemat blokowy układu AMC7135

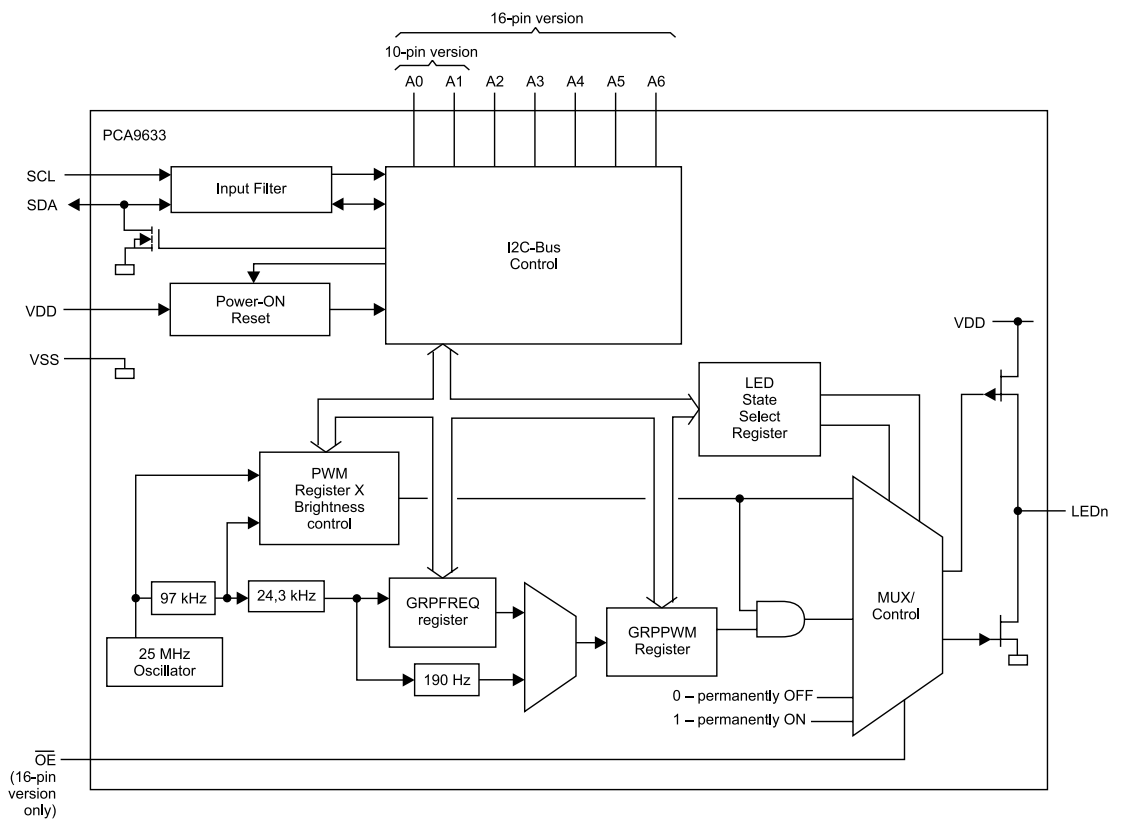
najstarsze bity tego rejestru *Alx*. Rejestry układu można aktualizować w trybie autoinkrementacji lub bez niej, zależnie od ustawienia bitów konfiguracyjnych. Pokazano to w tabeli 2. Rejestr MODE 2 określa rodzaj wyjść oraz sposób sterowania diodami LED. Za pomocą rejestrów PWMx ustala się współczynnik wypełnienia przebiegów. Za pomocą rejestru GRPPWM jednocześnie ustala się jasność wszystkich diod. Może go wykorzystać również wraz z GRPFREQ do migania diodami. Rejestr LEDOUT określa sposób pracy układu. Następne rejestry są mniej istotne. Po dalsze szczegóły odnośnie obsługi układu scalonego odsyłam do karty katalogowej.

Oprogramowanie i obsługa

Program dla mikrokontrolera napisano w języku C za pomocą środowiska WinAVR. Menu widoczne na ekranie wyświetlacza LCD składa się z trzech części. Pokazuje to rysunek 4. W pierwszej części

reguluje się jasność poszczególnych diod sygnałem PWM 97 kHz, w drugiej jasność wszystkich diod razem (190 Hz), a w trzeciej okres T w zakresie 0,4...10,7 s oraz współczynnik wypełnienia migania LED *kw*. W tabeli 3 opisano funkcje poszczególnych

przycisków. Przyciskami *gr/dl* zwiększa się lub zmniejsza wartość parametru, za pomocą *ok* wybiera się parametr, natomiast *me* służy do przechodzenia pomiędzy poszczególnymi częściami menu.



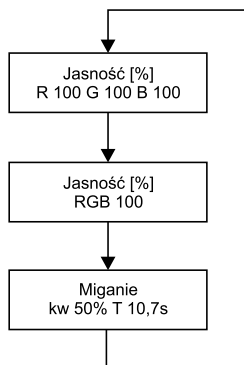
Rysunek 3. Schemat blokowy układu PCA9633

Tabela 1. Rejestry PCA9633

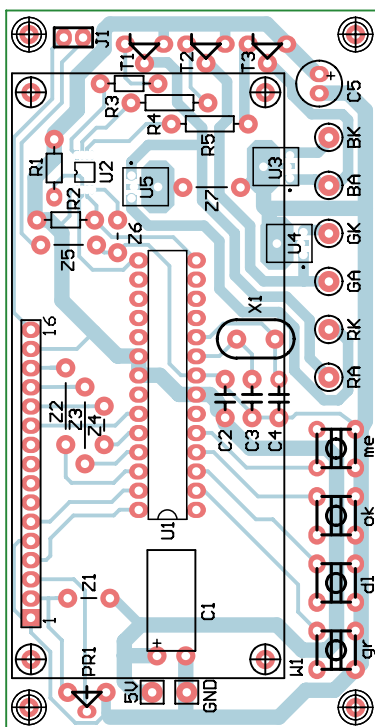
Numer (hex)	D3	D2	D1	D0	Nazwa	Typ	Funkcja
00h	0	0	0	0	MODE1	read/write	Mode register 1
01h	0	0	0	1	MODE2	read/write	Mode register 2
02h	0	0	1	0	PWM0	read/write	Brightness control LED0
03h	0	0	1	1	PWM1	read/write	Brightness control LED1
04h	0	1	0	0	PWM2	read/write	Brightness control LED2
05h	0	1	0	1	PWM3	read/write	Brightness control LED3
06h	0	1	1	0	GRPPWM	read/write	Group duty Cycle control
07h	0	1	1	1	GRPFREQ	read/write	Group frequency
08h	1	0	0	0	LEDOUT	read/write	LED output state
09h	1	0	0	1	SUBADR1	read/write	I2C-bus subaddress 1
0Ah	1	0	1	0	SUBADR2	read/write	I2C-bus subaddress 2
0Bh	1	0	1	1	SUBADR3	read/write	I2C-bus subaddress 3
0Ch	1	1	0	0	ALLCALLADR	read/write	LED All Call I2C-bus address

Tabela 2. Opcje auto-inkrementacji

AI2	AI1	AI0	Funkcja
0	0	0	Bez auto-inkrementacji
1	0	0	Auto-inkrementacja dla wszystkich rejestrów. Powrót do '0000' po ostatnim rejestrze (1100).
1	0	1	Auto-inkrementacja tylko dla rejestrów jasności D3, D2, D1, D0. Powrót do '0010' po ostatnim rejestrze (0101).
1	1	0	Auto-inkrementacja tylko dla global control registers. Powrót do '0110' po ostatnim rejestrze (0111).
1	1	1	Auto-inkrementacja dla individual and global control registers. Powrót do '0010' po ostatnim rejestrze (0111).



Rysunek 4. Struktura menu



Rysunek 5. Schemat montażowy sterownika/zasilacza diod RGB

Tabela 3. Funkcje przycisków

Przycisk	Nazwa	Funkcja
gr	Góra	Zwiększenie parametru
dl	Dół	Zmniejszenie parametru
ok	OK	Wybór/ zatwierdzenie parametru
me	Menu	Przejsięcie do następcnej części menu

Na listingu 1 pokazano procedurę służącą do wstępnego skonfigurowania układu. Powoduje ona zaświecenie diody i ustawienie pełnej jasności. Na listingu 2 pokazano budowę menu. Program wykonuje nieskończoną pętlę *for*, natomiast odpowiednia część menu jest wskazywana przez zmienną *str* za pomocą komendy *switch*.

Układ pamięci ustawienia również po wyłączeniu zasilania. Są one przechowywane w wewnętrznej pamięci EEPROM procesora. Dostęp do niej odbywa się za pomocą dwóch prostych poleceń *eprom_write_byte()* oraz *eprom_read_byte()*. Warto zaznaczyć, że przy ich wykorzystaniu musi być dołączony plik nagłówkowy `<avr/eprom.h>`.

Montaż i uruchomienie

Schemat montażowy pokazano na rysunku 5. Płytkę montujemy zaczynając od najniższych elementów a kończąc na najwyższych. Należy zacząć od zworek Z1...Z8. Układy U3...U5 przylutujemy bez większych problemów, ponieważ mają solidne wyprowadzenia. Więcej uwagi trzeba poświęcić U2 – PCA9633, bo jego wyprowadzenia są rozmieszczone dosyć gęsto – z rastrem 0,65 mm.

Montując kondensatory elektrolityczne należy zwrócić na biegunowość.

Listing 1. Wstępna konfiguracja układu

```

// Wstępna konfiguracja układu
i2c_start(); // start
i2c_send(0b11000100); // slave address
i2c_send(0b10000000); // control register
i2c_send(0); // MODE1
i2c_send(0b00000100); // MODE2
i2c_stop(); // stop
delay(100us)(100); // delay

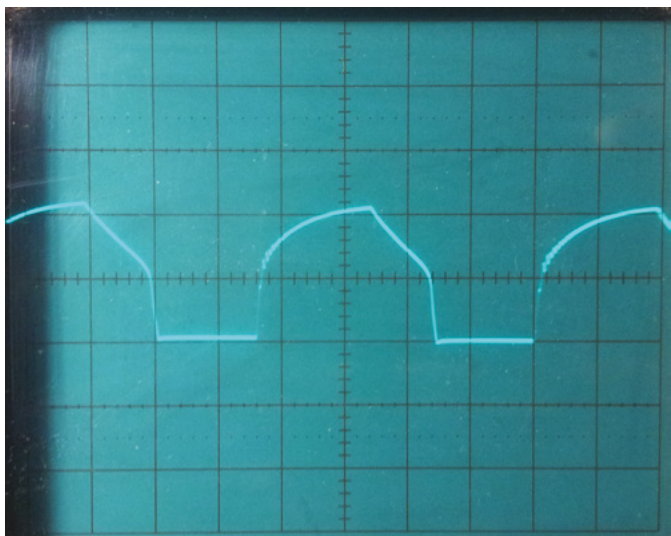
i2c_start(); // start
i2c_send(0b11000100); // slave address
i2c_send(0b00000100); // control register
i2c_send(0b10101010); // PWM LEDOUT
i2c_stop(); // stop
delay(100us)(100); // delay

i2c_start(); // start
i2c_send(0b11000100); // slave address
i2c_send(0b10100010); // control register
i2c_send(255); // PWM LED0
i2c_send(255); // PWM LED1
i2c_send(255); // PWM LED2
i2c_stop(); // stop
delay(100us)(100); // delay
  
```

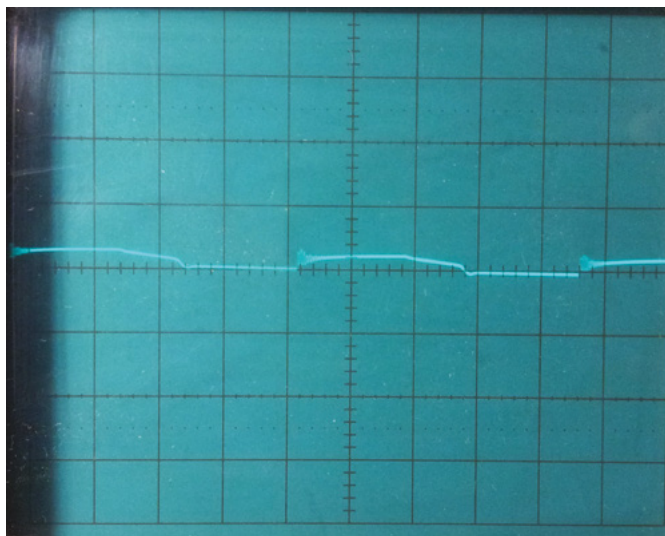
Listing 2. Budowa menu

```

// Budowa menu
int main(void)
{
    (...)
    // pętla główna
    for(;;)
    {
        // menu
        switch (str)
        {
            // część 1
            case 0:
                (...)
                break;
            // część 2
            case 1:
                (...)
                break;
            // część 3
            case 2:
                (...)
                break;
        }
    }
    return 0;
}
  
```



Fotografia 6. Przebieg prądu diody LED bez dodatkowego kondensatora



Fotografia 7. Przebieg prądu diody LED z dodatkowym kondensatorem

Kondensator C1 montujemy na leżąco. Wyświetlacz LCD dołączamy do płytki za pomocą złącza goldpin. Mikrokontroler najlepiej umieścić w podstawce, co umożliwi ewentualne późniejsze wykorzystanie w innym celu. Zastosowana dioda LED powinna mieć oddzielne wyprowadzenia dla każdego koloru oraz mieć radiator.

Po zmontowaniu płytki można przystąpić do uruchomienia. Sterownik należy zasilić ze źródła napięcia +5 V. Niezbędny

będzie dobry i wydajny zasilacz, ponieważ pobierany prąd wynosi ok. 1 A. Trzeba dobrać ustawienie potencjometru PR1, który służy do regulowania kontrastu, bo może się okazać, że wyświetlacz nie będzie pracował przy pierwszym włączeniu.

Na koniec warto zaznaczyć, że w tej konfiguracji dioda jest zasilana prądem impulsowym 97 kHz. Przebieg prądu jednego koloru pokazano na **fotografia 6**. Może się to okazać męczące dla oczu, dlatego lepszy efekt daje

zastosowanie prądu ciągłego. Można to uzyskać przez dodanie równoległe do diody LED kondensatora rzędu kilkuset mikrofaradów. Powoduje to powstanie filtra RC utworzonego przed dodatkowy kondensator oraz rezystancję wewnętrzną źródła AMC7135 i uśrednienie prądu. Efekt pokazano na **fotografii 7**.

Paweł Karcz
dekon@interia.pl

Dobry powód, aby kupić iPada?



Od teraz możesz czytać Elektronika z wykorzystaniem iPada.

www.elektronikaB2B.pl