

Dwukanałowy multimetr panelowy



Multimetr łączy w sobie funkcje woltomierza i amperomierza. Zasada działania opiera się o pomiar spadku napięcia na rezystorze za pomocą przetwornika A/C wbudowanego w mikrokontroler. Ten nieskomplikowany w budowie projekt pozwala na pomiar napięcia w zakresie 0...32 V oraz natężenia prądu w zakresie 0...5 A.

Rekomendacje: nieskomplikowany i tani multimetr, idealnie nadaje się do wbudowania w podwójny zasilacz laboratoryjny lub do użycia jako miernik panelowy.

Schemat ideowy multimetru przedstawiono na rysunku 1. Jest on zasilany przez zewnętrzne źródło napięcia w zakresie 8...15 V i wydajności prądowej rzędu 100 mA (zależnie od zastosowanego wyświetlacza). Cały moduł jest zasilany napięciem 5 V pochodzącym ze stabilizatora LM7805. Na wejściu i wyjściu stabilizatora zastosowano kondensatory w celu filtracji zasilania.

Sercem multimetru jest 8-bitowy mikrokontroler ATmega8, który ma 6-kanałowy przetwornik A/C o rozdzielczości 10 bitów. Mikrokontroler jest taktowany wewnętrznym oscylatorem o częstotliwości 1 MHz. Do wyświetlania wyników pomiarów zastosowano popularny wyświetlacz 2x16 znaków z kontrolerem HD44780. Jest sterowany w trybie 4-bitowym (wysyłane są do niego półbajty). Doprowadzenie R/W jest na stałe połączone do masy (GND), więc nie ma możliwości odczytu flagi zapisu/odczytu z/do LCD (nie jest sprawdzana flaga BUSY).

Wokół mikrokontrolera zastosowano niezbędne elementy zewnętrzne. Wyprowadzenie Reset jest podciągnięte do zasilania (VCC) przez rezystor R13 (10 kΩ). Przy pinie VCC znajduje się kondensator C6 (100 nF) tłumiący zaburzenia wytwarzane przez mikrokontroler. Zasilanie przetwornika A/C odbywa się poprzez dławik L1 (10 μH), który poprawia jakość tego napięcia. Napięcie odniesienia dla przetwornika pobierane jest z wewnętrznego źródła, dlatego wejście AREF jest zwarte do masy poprzez kondensator C5 (100 nF).

**AVT
5399**



Pomiar napięcia odbywa się za pomocą dzielnika rezystorowego R1/R2 (120 kΩ/10 kΩ). Rezystory te powinny mieć jak najmniejszą tolerancję, dlatego najlepiej zastosować rezystory metalizowane o dokładności 1%. Wartości te wybrane są nieprzypadkowo – napięcie jest dzielone przez 13. Współczynnik podziału jest całkowity, co upraszcza oprogramowanie mikrokontrolera. Drugi kanał pomiaru napięcia również wyposażono w taki sam dzielnik.

Pomiar prądu jest bardziej skomplikowany. Wykorzystuje on wzmacniacz operacyjny pracujący w konfiguracji wzmacniacza różnicowego. Zasada działania takiego wzmacniacza polega na tym, że napięcie wyjściowe jest różnicą napięć między wejściami wzmacniacza. Jak widać na schemacie, do jednego wejścia jest doprowadzona masa (GND), a do drugiego wejścia jest dołączony drugi koniec rezystora pomiarowego za pomocą dzielnika napięcia R7/R8. Na rezystorze pomiarowym (RP1) odkłada się napięcie proporcjonalne do przepływającego prądu. Wzmocnienie wzmacniacza ustawione jest na 10, dzięki czemu przetwornikowi A/C łatwiej go odczytać. Drugi kanał działa na tej samej zasadzie.

Budowa i zasada działania

Po włączeniu zasilania na ekranie pojawia się ekran powitalny. Po upływie ok. 1,5 sekundy na ekranie wyświetlają się dwie wartości:

- „U1=” napięcie pierwszego kanału,
- „I1=” natężenie prądu na obciążeniu pierwszego kanału.

Po naciśnięciu przycisku na ekranie pojawiają się te same wartości, ale dla drugiego kanału. Kolejne przyciśnięcie spowoduje pojawienie się na ekranie porównania napięć z obydwu kanałów:

W ofercie AVT*
AVT-5399 A
AVT-5399 B

Dodatkowe materiały na CD/FTP:

<ftp://ep.com.pl>, user: 63241, pass: 741obq51

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

Projekty pokrewne na CD/FTP:

(wymienione artykuły są w całości dostępne na CD)

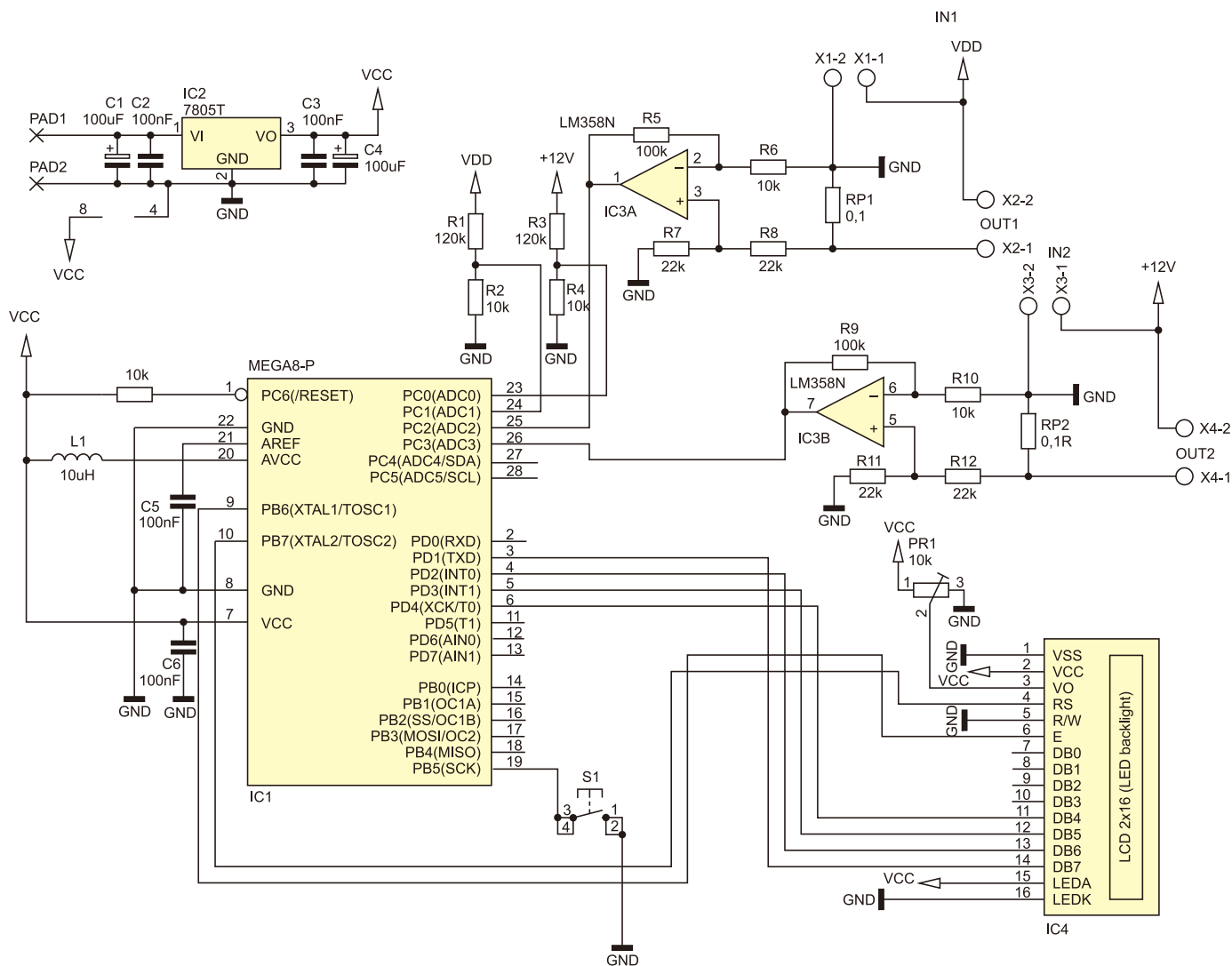
- AVT-5386 Podwójny woltomierz i amperomierz (EP 3/2013)
- AVT-5339 Woltomierz cyfrowy (EP 4/2012)
- AVT-5333 Multimetr panelowy (EP 3/2012)
- AVT-5300 VMOD - Uniwersalny miernik napięcia (EP 7/2011)
- AVT-5233 3-kanałowy woltomierz (EP 5/2010)
- AVT-5182 Wielokanałowy rejestrator napięć (EP 4/2009)
- AVT-2857 Moduł woltomierza/amperomierza (EdW 3/2008)
- AVT-5086 Programowany 4-kanałowy komparator/woltomierz (EP 11/2002)
- AVT-2270 Moduł miliwoltomierza (EdW 3/1998)
- AVT-2126 Moduł woltomierza na LCD (EdW 3/1997)
- AVT-2004 Woltomierz do modułowego zestawu pomiarowego (EdW 1-1996)
- AVT-266 Woltomierz 4,5 cyfry (EP 9/1995)

* 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 nic innego jak zmontowany zestaw B, czyli elementy wmontowane 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 (niezwykle 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>

- „U1=” napięcie pierwszego kanału,
- „U2=” napięcie drugiego kanału.

Następne przyciśnięcie wyświetli porównanie prądów, analogicznie do napięć. Ostatnim trybem wyświetlania jest wyświetlanie wszystkich zmierzonych napięć oraz prądów. Po przyciśnięciu następuje powrót do wyświetlania pierwszego ekranu, wyświetlającego wartości dla pierwszego kanału. Multimetr automatycznie dobiera zakres mierzonych wartości. Jeśli napięcie (lub prąd) jest mniejsze niż 1 V (odpowiednio, 1 A) wartość wyświetlana jest w mV (mA).



Rysunek 1. Schemat ideowy multimetru 2-kanalowego

Listing 1. Konfigurowanie przetwornika A/C

```
//wybór napięcia odniesienia jako wewnętrzne 2,56 V
ADMUX |= (1<<REFS0) | (1<<REFS1);
//włączenie przetwornika ADC i ustawienie preskalera dla ADC na 64
ADCSRA |= (1<<ADEN) | (1<<ADPS1) | (1<<ADPS0);
```

Listing 2. Warunek if – włączenie kalibracji

```
if (KEY_DOWN)
{
    delay_ms(1000);
    if (KEY_DOWN)
    {
        flaga_setup = 1;
    }
}
```

Programowanie

Program został napisany w języku C w darmowym środowisku Eclipse. Po dołączeniu niezbędnych bibliotek oraz zadeklarowaniu wszystkich niezbędnych zmiennych rozpoczyna się funkcja główna *main()*. W niej zostaje zainicjalizowany wyświetlacz LCD, a następnie ustawiane są rejestry odpowiadające za pracę przetwornika A/C (listing 1). Kolejnym ważnym elementem programu jest warunek *if* pokazany na listingu 2. Odpowiada on za ustawienie flagi, która wywołuje kalibrację pomiaru napięcia.

Celowo jest umieszczony przed pętlą główną *while*, ponieważ można go wywołać tylko wtedy, gdy układ zostanie włączony przy równocześnie przytrzymanym przycisku S1. Uaktywniony zostanie tryb kalibracji. W trybie tym przyciskając przycisk S1 możemy ustawić wartość najbliższą wartości zmierzonej przez woltomierz wzorcowy. Jeśli nie dysponujemy woltomierzem, to nie trzeba wchodzić w to menu. Układ wczyta standardowe ustawienia. Jeśli jednak dokonamy tej korekcji, układ zapisze tą zmianę w pamięci nieulotnej EEPROM wbudowanej w mikrokontroler.

W pętli głównej zastosowano instrukcję *switch*. Operuje ona na zmiennej *flaga_sw*, która inkrementuje się po każdym przyciśnięciu przycisku S1. Decyduje ona, który ekran jest aktualnie wyświetlany.

Pokazana na listingu 3 funkcja *wysw_u1* odpowiada za wywołanie funkcji pomiaru

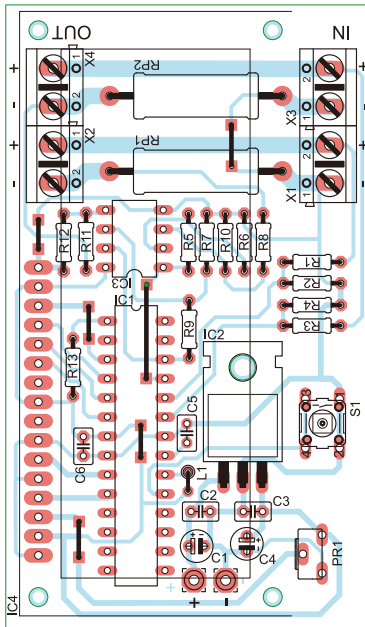
Wykaz elementów

- Rezystory:**
 R1, R3: 120 kΩ/1%
 R2, R4: 10 kΩ/1%
 R6, R10: 10 kΩ
 R5, R9: 100 kΩ
 R7, R8, R11, R12: 22 kΩ
 Rp1, Rp2: 0,1 Ω/5 W
 Pr1: 10 kΩ (potencjometr)
- Kondensatory:**
 C1, C4: 100 µF
 C2, C3, C5, C6: 100 nF
- Półprzewodniki:**
 IC1: ATmega8
 IC2: LM7805
 IC3: LM358
 IC4: LCD 16×2
- Inne:**
 L1: dławik 10 µH
 Gniazdo goldpin 16×1
 Goldpin 16×1
 Złącze ARK2×4
 Switch wysoki
 Podstawka 28-pin
 Podstawka 8-pin

napięcia z kanału, za przeliczenie wartości na napięcie oraz za wyświetlanie wyniku. W programie użyto wyłącznie liczb stało-

Na CD: karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w wykazie elementów kolorem czerwonym





Rysunek 2. Schemat montażowy multimetru 2-kanałowego

przecinkowych. Wynik pobrany z przetwornika A/C jest mnożony przez zmienną *set*, konfigurowalną w procesie kalibracji. Wynik jest mnożony przez 13, a więc współczynnik podziału rezystorów. Zmienna *set* może mieć wartość z zakresu 23...27. Początkowo ta wartość jest ustalona na 25. Wynika to z tego, że napięcie odniesienia (2,56 V) jest podzielone przez rozdzielczość przetwornika (1024) i pomnożony przez 10000. Następnie zmienna *wynik* jest dzielona przez 10000 i część całkowita jest zapamiętywana w zmiennej *cz_d* – część dziesiętna wyniku. W zmiennej *cz_u* jest przechowana reszta z dzielenia zmiennej *wynik* przez 1000. Dalsza część kodu odpowiada za wyświetlanie wartości napięcia. Ta sama metoda jest wykorzystana w reszcie wykonywanych pomiarów. W funkcjach odpowiadających za pomiar prądu np. *wysw_i1* wygląda to nieco inaczej (listing 4). Napięcie jest mnożone przez 2, ponieważ na wejściu wzmacniacza zastosowano dzielnik R7/R8.

Listing 3. Funkcja mierząca napięcie w kanale *wysw_u1*

```
void wysw_ul (void)
{
//wywołanie funkcji pomiaru z podaniem numeru kanału i zapisanie
//wartości do zmiennej pom np. 36
pom = pomiar(1);
//brak dzielnika 48 wynika z wynik=pom*(5/1024)*15/1024=
//0,0048*10000=48 * 6 (PRZEKŁADNIA DZIELNIKA)
wynik = pom * set * 13;
cz_d = wynik/10000;
//wartość części ułamkowej wynik/100 i dzielenie modulo 100
//wynikiem jest część ułamkowa pomiaru
cz_u = (wynik/100) % 100;
if(cz_d >= 1)
{
//jeśli część ułamkowa mniejsza od 10 dodaj zero 0 przed wynikiem
if (cz_u < 10)
{
lcd_int(cz_d); //wyświetlanie części dziesiętnej napięcia
lcd_str(",.");
lcd_str("0");
lcd_int(cz_u);
lcd_str("V ");
}
else //jeśli część ułamkowa większa od 10 wyświetl wartość
{
lcd_int(cz_d); //wyświetlanie części dziesiętnej napięcia
lcd_str(",.");
lcd_int(cz_u);
lcd_str("V ");
}
}
else if (cz_d < 1) //jeśli części dziesiętne są mniejsze od jedności
napięcie wyświetlane w miliwoltach
{
mV = wynik / 10;
if (mV <= 5) mV = 0;
lcd_int(mV);
lcd_str("mV ");
}
}
```

Listing 4. Funkcja mierząca prąd w kanale *wysw_i1*

```
//wynika z wynik = pom * 2,56/1024 = 0,0025 * 10000 =
//25 * 2 (wzmocnienie 10 dzielnik 2)
wynik_i = pom_i * 25 * 2;
```

Montaż i kalibracja

Schemat montażowy multimetru pokazano na **rysunku 2**. Zaczynamy od montażu elementów najniższych: zworek, rezystorów, kondensatorów, a na końcu układów scalonych i podstaek. Po przyłutowaniu gniazda goldpin dołączamy wyświetlacz.

W celu wykonania kalibracji doprowadzamy do samo napięcie do obu kanałów. Trzymamy przycisk S1 i podłączamy zasilanie układu. Po ok. 1 sekundzie pojawi się komunikat „Tryb serwisowy”, a po chwili – na-

pięcie mierzone. Podłączamy do tego samego źródła wzorcowy woltomierz i przyciskiem S1 doprowadzamy napięcie na wyświetlacz jak najbliższe wartości wskazywanej przez woltomierz wzorcowy. Następnie wyłączamy zasilanie układu i włączamy je ponownie – multimetr jest gotowy do pracy. Do zacisków złącza X1 doprowadzamy wejście napięcia, zaś do złącza X2 wyjście (obciążenie). Analogicznie w drugim kanale (X3, X4).

Piotr Rosenbaum

REKLAMA

Profesjonalne narzędzia dla elektroników i programistów

- uniwersalne programatory układów scalonych
- analizatory stanów logicznych
- oscyloskopy cyfrowe
- systemy do wyważania i pomiaru drgań
- oprogramowanie CAD, CAM, CAE
- emulatory, symulatory, debugery dla różnych rodzin procesorów
- kompilatory C/C++ dla różnych rodzin procesorów
- szkolenia w zakresie FPGA, VHDL
- narzędzia na procesory sygnałowe DSP
- projektujemy, produkujemy, szkolimy, dystrybuujemy

05-825 Grodzisk Maz., ul. Chelmońskiego 30, tel. (022) 724 30 39, 792 05 18, fax (022) 724 30 37