

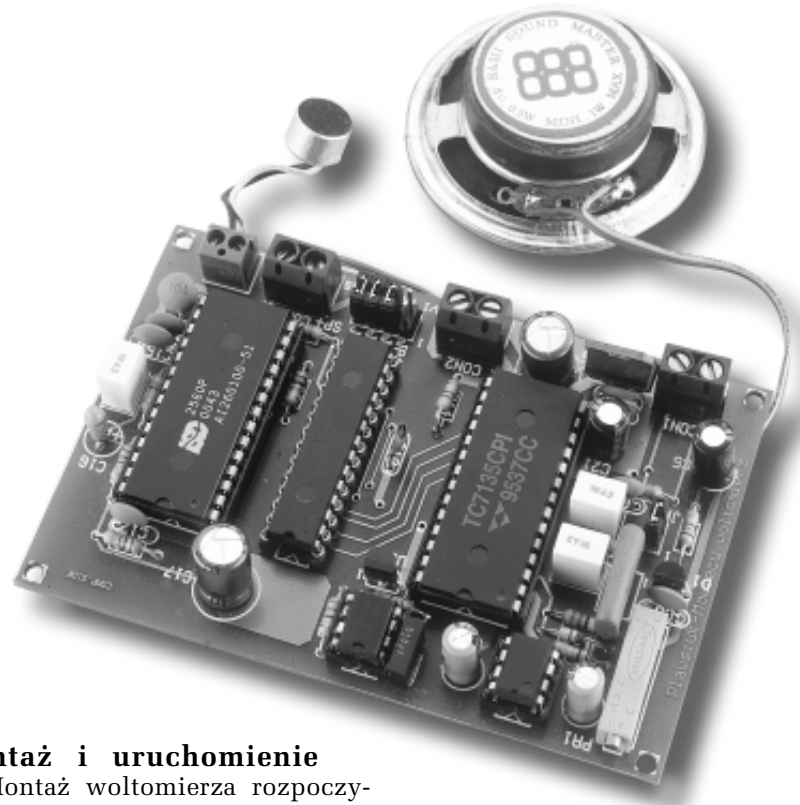
# „Mówiący” woltomierz, część 2

## AVT-5097

*W drugiej części artykułu przedstawiamy sposób montażu, uruchomienia i programowania woltomierza.*

*Wymagana jest od użytkownika odrobina cierpliwości i znajomość działania woltomierza.*

**Rekomendacje:**  
*o mówiących przyrządach pomiarowych marzyli do niedawna przede wszystkim niepełnosprawni, ale mogą je szybko polubić wszyscy elektrycy.*



### Montaż i uruchomienie

Montaż woltomierza rozpoczynamy od wlutowania w płytkę drukowaną (jej schemat montażowy pokazano na **rys. 4**) rezystorów. Następnie montujemy podstawki pod układy scalone. W kolejnym etapie montujemy kondensatory, potencjometr PR1 i złącza CON1...CON4 oraz zworki JP1...JP5.

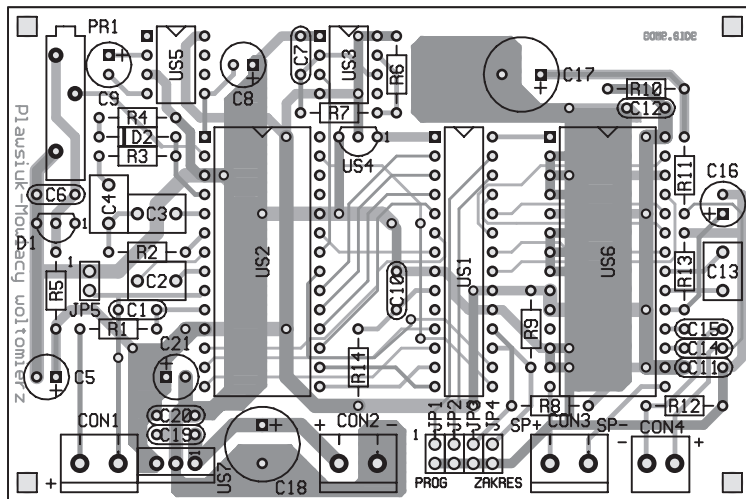
Po wlutowaniu wszystkich elementów należy wyskalować woltomierz. W tym celu trzeba włożyć w podstawki wszystkie układy scalone i usunąć zworki JP1...JP4. W zależności od tego czy chcemy, aby masa woltomierza była jednocześnie masą źródła mierzonego napięcia, czy nie, zwieramy lub rozwieramy zworkę JP5. Jeśli masa woltomierza ma być masą źródła mierzonego napięcia, to zworkę JP5 należy zerwać. Zwarcie tej zworki powoduje dołączenie do masy ujemnego wejścia przetwornika A/C. Następnie należy ustawić napięcie odniesienia przetwornika na wartość równą 1 V. Do tego celu służy potencjometr PR1, który jest dzielnikiem napięcia otrzymanego w wyniku stabilizacji poprzez diodę D1. Napięcie to ma wartość 1,23 V, więc na wejście odnie-

sienia należy podać część tego napięcia. W celu precyzyjnego ustawienia napięcia odniesienia należy pomiędzy masę a suwak potencjometru PR1 (lub wyprowadzenie 2 US2) włączyć inny woltomierz i potencjometrem ustawić wskazanie równe 1 V. Do pomiaru napięcia odniesienia należy zastosować woltomierz jak najwyższej klasy, gdyż od tego zależy dokładność wykonywania pomiarów przez zbudowany woltomierz. Po tej czynności woltomierz jest przygotowany do pracy - układ przetwornika pracuje poprawnie. Należy więc zaprogramować parametry „wyświetlania” (odtworzenia komunikatów) mierzonego napięcia.

Do zasilania woltomierza można zastosować dowolny zasilacz niestabilizowany o napięciu wyjściowym wynoszącym około 9 V i maksymalnym prądzie około 200 mA.

### Programowanie

Ponieważ prezentowany woltomierz nie posiada wyświetlacza, a wyniki pomiarów przedstawiane są w postaci komunikatów głoso-



Rys. 4. Schemat montażowy płytki drukowanej woltomierza

wych, komunikaty te należy zapisać w pamięci układu ISD2560. Spis niezbędnych komunikatów zamieszczono w **tab.2**.

Aby wprowadzić procesor w tryb nagrywania komunikatów, należy odpowiednio ustawić zworki JP1...JP4. Spis wszystkich trybów pracy woltomierza w zależności od ustawienia zworek konfiguracyjnych przedstawiono w **tab. 3**. Stan „0” oznacza zwarcie zworki, stan „1” rozwarcie, a stan „X” oznacza stan dowolny.

Nagrywanie komunikatów przeprowadza się tylko raz, podczas

uruchamiania woltomierza. Aby przejść do trybu nagrywania komunikatów, należy, przy wyłączonym zasilaniu, zgodnie z tabelą zewrzeć zworki JP1 i JP3. Dodatkowo jako zworkę JP4, na czas programowania można zastosować przycisk monostabilny (przedstawiony na schemacie elektrycznym jako opcjonalny). Przycisk ten znacznie ułatwia programowanie, gdyż wielokrotne zwieranie i rozwieranie zworki jest dość kłopotliwe.

Jeśli przygotowaliśmy procesor do nagrywania, to włączamy zasilanie i rozpoczynamy nagrywanie komunikatów. Nagrywanie komunikatu przeprowadza się przy zwarceniu zworki JP4 (dodatkowego przycisku) - trwa ono przez cały czas zwarcia tego przycisku. Zwolnienie przycisku powoduje zakończenie nagrywania danego komunikatu. Dla zapisania komunikatu należy więc wykonać sekwencję czynności: nacisnąć przycisk (JP4), wypo-

wiedzieć odpowiedni komunikat i zwolnić przycisk. Procesor zwiększa zawartość licznika nagranych komunikatów i oczekuje na kolejny zapis. Proces ten należy powtórzyć dla wszystkich komunikatów zawartych w **tab. 2**. Po ostatnim komunikacie procesor przechodzi w stan oczekiwania na ponowne włączenie zasilania. Nie można więc nagrać większej liczby komunikatów, niż zawarto w **tab. 2**. Woltomierz nie ma żadnej sygnalizacji przekroczenia maksymalnego czasu nagrania dla układu ISD2560, nie stanowi to jednak istotnego ograniczenia, gdyż czas niezbędnych komunikatów wynosi zaledwie około 40 sekund.

Po nagraniu wszystkich komunikatów wyłączamy zasilanie i możemy przejść do sprawdzenia poprawności nagranych komunikatów. W tym celu należy zewrzeć zworki JP1 i JP4 (zgodnie z **tab. 3**) i włączyć zasilanie. Następnie rozwieramy zworkę JP4 (dodatkowy przycisk). Po tych czynnościach każdorazowe naciśnięcie przycisku (JP4) będzie powodowało odtworzenie kolejnego komunikatu zawartego w pamięci układu ISD2560. Po odtworzeniu ostatniego komunikatu procesor przestanie reagować na naciskanie przycisku i będzie oczekiwał na wyłączenie zasilania.

Jeśli odtworzone komunikaty są zgodne z zawartymi w **tab. 2**, to procedura zapisu komunikatów została zakończona. W przeciwnym przypadku proces nagrywania należy powtórzyć.

Teraz woltomierz jest gotowy do pracy. Pomimo tego, że układ ICL7135 wykonuje około trzech

Tab. 2. Spis komunikatów zawartych w pamięci układu ISD2560	
L.p. Komunikat	L.p. Komunikat
1 Zero	25 Sześćdziesiąt
2 Jeden	26 Siedemdziesiąt
3 Dwa	27 Osiemdziesiąt
4 Trzy	28 Dziewięćdziesiąt
5 Cztery	29 Sto
6 Pięć	30 Dwieście
7 Sześć	31 Trzysta
8 Siedem	32 Czterysta
9 Osiem	33 Pięćset
10 Dziewięć	34 Sześćset
11 Dziesięć	35 Siedemset
12 Jedenaście	36 Osiemset
13 Dwanaście	37 Dziewięćset
14 Trzydzieści	38 Tysiąc
15 Czternaście	39 Dwa tysiące
16 Piętnaście	40 Tysiąc
17 Szesnaście	41 Wolt
18 Siedemnaście	42 Wolt
19 Osiemnaście	43 Miliwolt
20 Dziewiętnaście	44 Miliwołty
21 Dwadzieścia	45 Minus
22 Trzydzieści	46 Zakres
23 Czerdzieści	47 Zakres przekroczony
24 Pięćdziesiąt	

Tab. 3. Tryby pracy woltomierza w zależności od ustawienia zworek JP1...JP4					
L.p	JP1	JP2	JP3	JP4	Realizowane funkcje
<b>Tryb programowania parametrów</b>					
1	0	1	0	1	Nagrywanie komunikatów
2	0	1	1	0	Odtwarzanie komunikatów
3	0	0	1	1	Ustawianie czasu przerwy pomiędzy kolejnymi pomiarami
<b>Tryb wypowiadania komunikatów</b>					
4	1	X	0	0	Zakres 2V
5	1	X	1	0	Zakres 20V
6	1	X	0	1	Zakres 200V
7	1	X	1	1	Zakres 2000V
8	1	1	X	X	Mierzone napięcie jest wypowiadane przez cały czas włączenia woltomierza
9	1	0	X	X	Jeśli pięć pomiarów napięcia daje taką samą wartość, to wypowiadanie wartości napięcia zostaje wstrzymane do momentu, aż napięcie zmieni wartość

pomiarów na sekundę, to ze względu na czas potrzebny na wypowiedzenie („wyświetlanie”) wyniku pomiaru, powtarzane jest ono co kilka sekund. Oprogramowanie sterujące odtwarzaniem komunikatów umożliwia indywidualne ustalenie czasu przerwy pomiędzy kolejnymi komunikatami. Czas ten można zmieniać zależnie od potrzeb w zakresie 0...60 s. Po wypowiedzeniu wartości napięcia może więc nastąpić wypowiedzenie kolejnego wyniku lub przerwa o określonym czasie trwania.

W zaprogramowanym procesorze czas ten jest ustalony na 1 sekundę. Aby go zmienić, należy, przy wyłączonym napięciu, zewrzeć zworki JP1 i JP2, a następnie włączyć zasilanie. Po tej czynności procesor oczekuje na zwarcie zworki JP4 (dodatkowy przycisk). Naciśnięcie przycisku rozpoczyna odliczanie czasu, czas jest odliczany do momentu zwolnienia przycisku. Jeśli przycisk był naciśnięty dłużej niż 60 sekund, to zostanie zapisana maksymalna wartość, czyli 60 sekund.

Czas, przez który przycisk był naciśnięty, zostaje zapisany w wewnętrznej pamięci EEPROM (dzięki temu zapisana wartość będzie pamiętana również po zaniku napięcia zasilania) i od tej pory kolejne pomiary napięcia będą dokonywane w zaprogramowanych odstępach czasowych. Po ustaleniu wymaganego czasu powtarzania komunikatu można wyłączyć zasilanie i woltomierz jest gotowy do użytkowania.

## Obsługa

Woltomierz umożliwia wypowiedzenie mierzonego napięcia w czterech zakresach. Zakres jest wybierany poprzez odpowiednie ustawienie zworek JP3 i JP4 (patrz tab. 3). Ustawienie danego zakresu powoduje, że mierzone napięcie, pomimo iż przez cały czas zawiera się w zakresie 2 V, to jest wypowiedzane w inny sposób. Zakres ten może być zmieniany w dowolnym czasie, ale jeśli zostanie zmieniony, to zostanie wypowiedziany aktualny zakres pomiarowy. Jeśli stan zworek zmienimy w czasie wypowiedzania komunikatu, to zostanie on dokończony i dopiero wtedy otrzymamy informację o nowym zakresie pomiarowym.

Przykładowe komunikaty wypowiedzane przez woltomierz dla różnych zakresów pomiarowych przedstawiono w tab. 4. Jak widać, woltomierz potrafi „odczytać” napięcie w zakresie od -1999,9 V do 1999,9 V. Oprogramowanie zawarte w mikrokontrolerze nie obsługuje odmiany jednostek przez przypadki (dla uproszczenia oprogramowania). Rozróżnia tylko liczbę pojedynczą i mnogą. Dodatkowo w wypowiedzianym komunikacie pomijane są nieznaczące zera, co wpływa na skrócenie czasu wypowiedzania wartości mierzonego napięcia.

Dodatkową funkcją, dostępną w czasie „odczytywania” mierzo-

nego napięcia, jest możliwość automatycznego wyłączenia woltomierza, jeśli mierzone napięcie nie będzie ulegało zmianie. Jeśli zworka JP2 będzie zwarta, a pięć kolejnych pomiarów będzie miało taką samą wartość, to wypowiedzanie wartości napięcia zostanie wstrzymane. Przez cały czas napięcie będzie jednak nadal mierzone i porównywane z poprzednią wartością. Jeśli ulegnie zmianie, to wypowiedzanie komunikatów zostanie przywrócone. Funkcja ta jest szczególnie przydatna, gdy do wejścia woltomierza nie będzie dołączone napięcie, gdyż przy braku napięcia zbędne jest jego wypowiedzanie. Jeżeli jednak

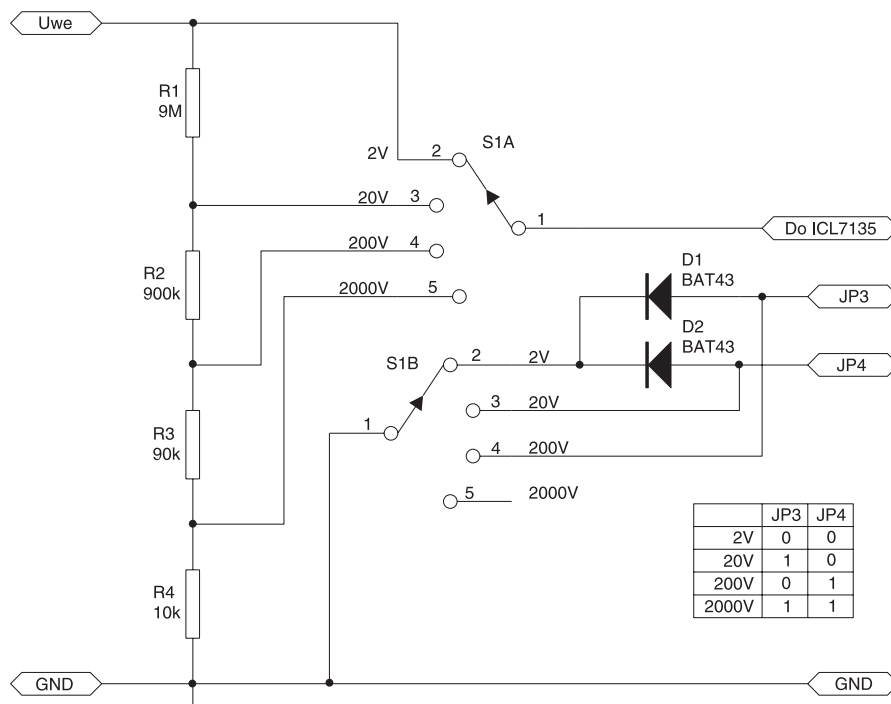
**Tab.4. Przykłady wypowiedzanych komunikatów przez woltomierz dla wszystkich zakresów pomiarowych, dla charakterystycznych napięć wejściowych**

Uwe	Ua/c	Wypowiedzany komunikat
<b>Zakres 2V (JP3=0, JP4=0) - rozdzielczość 1mV (dzielnik wejściowy 1:1)</b>		
-2,700V	-2,700V	Zakres przekroczony
-1,350V	-1,350V	Minus jeden volt i trzysta pięćdziesiąt miliwoltów
0V	0,000V	Zero woltów
0,253V	0,253V	Dwieście pięćdziesiąt trzy miliwoltów
0,500V	0,500V	Pięćset miliwoltów
1,005V	1,005V	Jeden volt i pięć miliwoltów
1,956V	1,956V	Jeden volt i dziewięćset pięćdziesiąt sześć miliwoltów
2,500V	2, 500V	Zakres przekroczony
<b>Zakres 20V (JP3=1, JP4=0) - rozdzielczość 1mV (dzielnik wejściowy 1:10)</b>		
-27,000V	-2,700V	Zakres przekroczony
-13,547V	-1,3547V	Minus trzynaście woltów i pięćset czterdzieści siedem miliwoltów
0V	0,0000V	Zero woltów
0,253V	0,0253V	Dwieście pięćdziesiąt trzy miliwoltów
5,000V	0,0500V	Pięć woltów
10,023V	1,0023V	Dziesięć woltów i dwadzieścia trzy miliwoltów
10,405V	1,0405V	Dziesięć woltów i czterysta pięć miliwoltów
19,568V	1,9568V	Dziewiętnaście woltów i pięćset sześćdziesiąt osiem miliwoltów
25,000V	2,500V	Zakres przekroczony
<b>Zakres 200V (JP3=0, JP4=1) - rozdzielczość 10mV (dzielnik wejściowy 1:100)</b>		
-270,00V	-2,700V	Zakres przekroczony
-13,50V	-1,350V	Trzynaście woltów i pięćset miliwoltów
0V	0,0000V	Zero woltów
25,34V	0,2534V	Dwadzieścia pięć woltów i trzysta czterdzieści miliwoltów
50,04V	0,5004V	Pięćdziesiąt woltów i czterdzieści miliwoltów
100,00V	1,0000V	Sto woltów
104,50V	1,0050V	Sto cztery wolty i pięćset miliwoltów
195,62V	1,9562V	Sto dziewięćdziesiąt pięć woltów i sześćset dwadzieścia miliwoltów
250,00V	2,5000V	Zakres przekroczony
<b>Zakres 2000V (JP3=1, JP4=1) - rozdzielczość 100mV (dzielnik wejściowy 1:1000)</b>		
-2700,0V	-2,7000V	Zakres przekroczony
-1350,0V	-1,3500V	Minus tysiąc trzysta pięćdziesiąt woltów
0V	0,0000V	Zero woltów
0,2V	0,0002V	Dwieście miliwoltów
5,4V	0,0054V	Pięć woltów i czterysta miliwoltów
10,6V	0,0106V	Dziesięć woltów i sześćset miliwoltów
100,5V	0,1005V	Sto woltów i pięćset miliwoltów
1956,9V	1,9569V	Tysiąc dziewięćset pięćdziesiąt sześć woltów i dziewięćset miliwoltów
2, 500V	2,5000V	Zakres przekroczony

## „Mówiący” woltomierz

chcemy, aby wartość napięcia była wypowiedziana przez cały czas, to zworka JP2 musi być rozwarta.

Jeżeli woltomierz ma służyć do pomiaru napięcia tylko w jednym zakresie, to należy go wybrać za pomocą zworek JP3 i JP4, a na wejściu przetwornika zastosować odpowiedni dzielnik napięcia. Jeśli zakresy mają być zmieniane, to warto zastosować przełącznik, który będzie dostarczał do wejścia układu ICL7135 napięcie podzielone w odpowiednim stopniu i automatycznie zmieniał zakres pomiarowy woltomierza. Przykład takiego układu wejściowego jest przedstawiony na rys. 5. Mierzone napięcie podawane jest na dzielnik zbudowany z rezystorów R1...R4. Przełącznik S1A pozwala wybrać stopień podziału napięcia wejściowego przed podaniem na wejście przetwornika ICL7135. Dzielnik ten umożliwia podział napięcia w następującym stosunku: 1:1, 1:10, 1:100, 1:1000. Drugi sprzężony styk przełącznika S (S1B) zmienia zakres woltomierza. Styk ten ustawia zero na jednym z czterech wyjść, w zależności od wybranego zakresu. Ponieważ ustawianie zakresu pomiarowego w woltomierzu przeprowadza się za pomocą dwóch wyprowadzeń, konieczne stało się zastosowanie prostego transkodera



Rys. 5. Przykładowy sposób wykonania dzielnika wejściowego wraz z automatyczną zmianą zakresu pomiarowego wypowiedzianych komunikatów

kodu 1-z-czterech na kod binarny. Do tego celu zostały wykorzystane dwie diody D1 i D2. W ten sposób można zbudować w pełni funkcjonalny czterozakresowy woltomierz o dużej dokładności wykonywanych pomiarów.

Podczas użytkowania woltomierza należy pamiętać, aby napięcie podawane na wejście przetwornika

nie przekroczyło wartości  $\pm 5V$ , gdyż przekroczenie tej wartości może spowodować jego uszkodzenie.

**Krzysztof Pławsruk, AVT**

Wzory płytek drukowanych w formacie PDF są dostępne w Internecie pod adresem: <http://www.ep.com.pl/?pdf/luty03.htm> oraz na płycie CD-EP2/2003B w katalogu PCB.