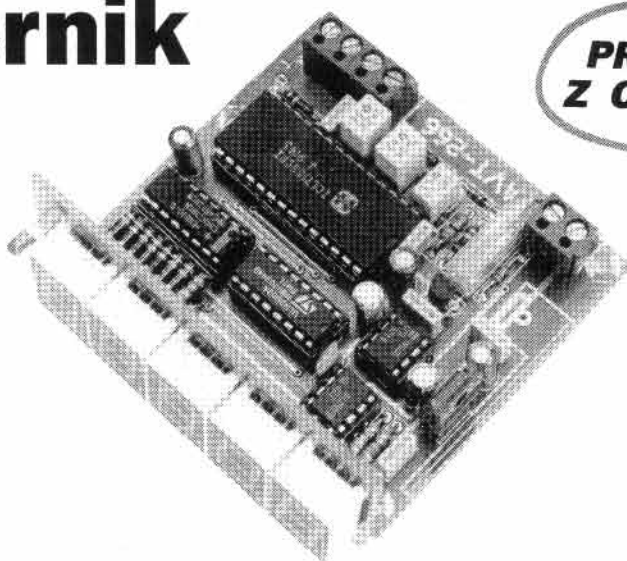


# Cyfrowy miernik uniwersalny

## 4<sup>1</sup>/<sub>2</sub> cyfry

### AVT-266



PROJEKT  
Z OKŁADKI

*Miernik panelowy z możliwością wyświetlania wyniku z rozdzielczością 4.5 cyfry stanowi doskonałą podstawę do zwiększenia dokładności prowadzonych pomiarów. Prostota układowa, łatwość doboru elementów i wyposażenie przyrządu w wyświetlacz LED, stanowią o dużej atrakcyjności rozwiązania.*

*Opisany w artykule miernik może zastąpić stosowane dotąd w wielu aplikacjach przyrządy oparte na układzie ICL7107.*

Układy pozwalające z dużą precyzją zmierzyć napięcie i przedstawić wynik w łatwo czytelnej postaci cyfrowej cieszą się dużym powodzeniem wśród konstruktorów sprzętu pomiarowego. Światowym standardem wśród jednocyfrowych woltomierzy cyfrowych są układy 7106/7 i im pochodne. Ich zaletą są: mała ilość niezbędnych do poprawnej pracy elementów, duża dokładność pomiaru, możliwość mierzenia napięć dodatnich i ujemnych z automatycznym wskazaniem polaryzacji oraz niewielka cena. Wadą tej rodziny woltomierzy jest ograniczone do 3.5

cyfry pole odczytowe, co w pewnych zastosowaniach może zbyt ograniczyć dokładność odczytu. Aby wypełnić tę lukę firma Intersil (obecnie Harris) - "wynalazca" rodziny 7106/7 itp. opracowała dwa układy o zwiększonym do 4.5 cyfry polu odczytowym. Są to: ICL7129 (sterujący bezpośrednio wyświetlacz LCD) oraz ICL7135 (wyposażony w multipleksowane wyjście BCD). Układ ICL7129 wymaga niestety zastosowania trudno dostępnego wyświetlacza LCD z trzema niezależnymi wyprowadzeniami elektrody kontrastowej (podłoże). Zdecydowaliśmy się więc na zastosowanie w opisywanym urządzeniu układu ICL7135.

#### Opis układu

Porównanie budowy wewnętrznej układu ICL7135 z układami 7106/7 wykazuje ogromne podobieństwo pomiędzy nimi - w praktyce sekcja analogowa oraz sterująca jej pracą sekcja cyfrowa są identyczne w obydwu układach. Główna różnica polega na dodaniu kilku prostych modułów cyfrowych (m.in. liczników), umożliwiających rozszerzenie zakresu pomiarowego. Drugą, bardzo istotną różnicą pomiędzy tymi układami jest brak możliwości bezpośredniego sterowania wskaźnikami przez ICL7135. Niezbędne jest więc zastosowanie odpowiedniego, stosunkowo rozbudowanego, dekodera.

Na rys.1 przedstawiono schemat elektryczny proponowanego rozwiązania. Wyjścia danych B1, B2, B4 i B8 sterują wejścia dekodera BCD->kod wskaźnika 7-mio segmentowego US4. W prototypie, jako dekodery, zastosowany został układ CMOS 4511, przystosowany do sterowania wskaźnika ze wspólną katodą. Wyjścia tego układu sterują anodami

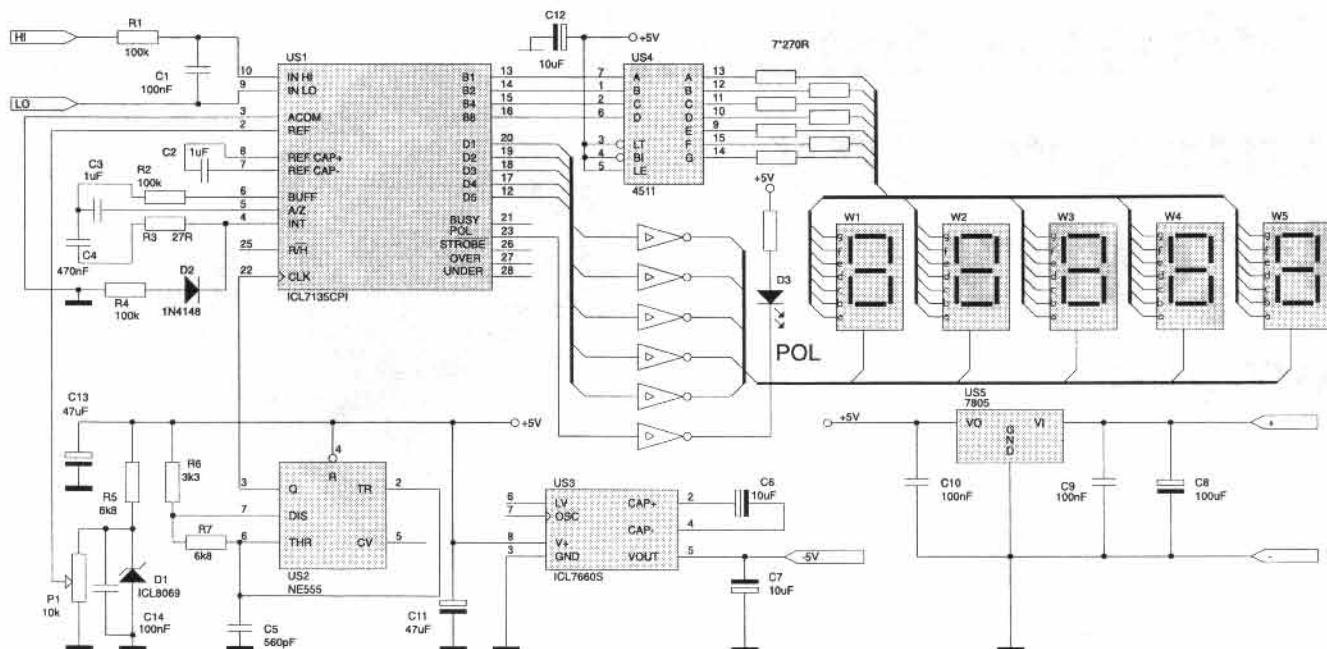
wszystkich wskaźników jednocześnie (są one połączone równolegle).

Rezystory włączone w szereg z wyjściami segmentowymi ustalają wartość prądu płynącego przez każdy z segmentów, decydując o natężeniu świecenia. Stosunkowo mała wartość rezystancji tych rezystorów wynika z zastosowania jako sterowników wspólnych elektrod wyświetlaczy układu ULN2003 (US6). Jest to siedmiokrotny driver w układzie Darlingtona z wbudowanymi rezystorami ograniczającymi prądy baz tranzystorów wejściowych. Napięcie nasycenia C-E włączonego drivera wynosi ok. 0.9..1.1V, co znacznie ogranicza maksymalne napięcie zasilające segment wyświetlacza. W połączeniu ze stosunkowo niską wydajnością prądową stopnia wyjściowego US4, takie sterowanie wymusiło konieczność stosowania wyświetlaczy o podwyższonej jasności świecenia. W egzemplarzu modelowym zastosowano wyświetlacze firmy Telefunken HDA1167, przeprowadzono także próby z popularnymi w Polsce wyświetlaczami firmy Kingbright - SC52-11EWA, SC52-11SRWA (czerwone) oraz SC52-11YWA (żółte). Trzeba przyznać, że zastosowanie wyświetlaczy o podwyższonej jasności świecenia zdecydowanie zwiększa łatwość odczytania wyniku w jasno oświetlonym pomieszczeniu.

Charakterystyczną cechą układu ICL7135 jest wykorzystywanie ze wnętrznego oscylatora jako generatora wzorcowego. Zadanie to spełnia w przedstawionym układzie timer 555 US2. Częstotliwość generatora powinna mieścić się w zakresie 100..200kHz, przy czym jej wzrost (aż do ok. 1MHz) nie powoduje wprowadzenia do pomiaru zbyt dużego błędu. Timer US2 pracuje w swoim

#### Parametry miernika AVT-266:

- ◆ napięcie zasilania: +7...+15V,
- ◆ przybliżony pobór prądu: 100mA,
- ◆ zakres pomiarowy: -2...+2VDC,
- ◆ impedancja wejściowa: 10MΩ,
- ◆ szybkość pomiaru: 3 razy/sek,
- ◆ rozdzielczość: 4.5 cyfry.



Rys. 1. Schemat elektryczny miernika

standardowym układzie aplikacyjnym. Korekcji generowanej częstotliwości można dokonać poprzez zmianę wartości elementów R6, R7 i C5.

Drugą cechą charakterystyczną przetwornika US1 jest brak wewnętrznego źródła napięcia wzorcowego. Z tego też powodu niezbędne było zastosowanie wysokostabilnej diody referencyjnej D1. Jest to jeden z najbardziej popularnych wzorców napięcia 1.2V, produkowany m.in. przez firmę Harris. Rezystor R5 ogranicza prąd płynący przez diodę D1, a zastosowanie potencjometru P1 umożliwia dokładne ustalenie wartości napięcia wzorcowego (na 1.000V). Napięcie z suwaka potencjometru P1 podawane jest wprost na wejście napięcia referencyjnego układu US1. Zastosowanie zewnętrznego źródła napięcia referencyjnego może wydawać się kłopotliwe, ale jak pokazuje praktyka tylko w takim wypadku możliwe jest osiągnięcie odpowiedniej dokładności i stabilności pomiaru.

Można się także pokusić o zastosowanie źródła napięcia odniesienia o innej wartości, co umożliwia zmianę zakresu napięć mierzonych. Należy jednak pamiętać o zmieniającym się wtedy przeliczniku wskazań wyświetlacza, co w naszej aplikacji może uniemożliwić prawidłowe odczytanie wyniku. Konstrukcja układu ICL7135 wymaga stosowania następującego przelicznika:

$$U_m = 2 \cdot U_{ref}$$

Podczas prowadzenia eksperymentów należy pamiętać jeszcze o dwóch warunkach:

- napięcie odniesienia musi zawierać

- się w zakresie 0...+5V,
- napięcie mierzone nie może przekroczyć zakresu -5V...+5V.

Nie stosowanie się do tych uwag grozi nieodwracalnym uszkodzeniem układu przetwornika.

Zintegrowanie na płytce miernika kompletnego zasilacza DC wymusiło zastosowanie dwóch układów:

- stabilizatora szeregowego US5. Może być to układ serii standardowej 7805 lub o obniżonej do 500mA wydajności prądowej stopnia mocy - 78M05. Układ ten odpowiada za stabilne zasilanie układu pomiarowego, zapobiegając wpływom zmian napięcia zasilającego,
- przetwornicy DC/DC z pompą ładunku - układ US3 typu ICL7660S. Jest to niezwykle prosty konwerter polaryzacji, umożliwiający osiągnięcie w prosty sposób niezbędnego do poprawnej pracy US1 napięcia -5V. Testowano także pracę całego miernika z wykorzystaniem w miejscu US3 starszej wersji układu, oznaczonej ICL7660. Okazało się, że jest możliwe stosowanie tego układu, pomimo jego nieco gorszych parametrów dynamicznych. Kondensatory C6 i C7 spełniają rolę przełączanych (przez klucze MOS wbudowane w układ ICL7660) przełączników ładunku. Kondensator C7 stanowi jednocześnie filtr wyjściowy dla napięcia -5V. Ponieważ moduł przetwornicy ze zmianą polaryzacji napięcia może znaleźć szereg innych zastosowań (np. w miernikach wykorzystujących ICL7107) zaprojektowaliśmy uniwersalny, miniaturowy moduł AVT-

1068, opisany w sierpniowym numerze EP.

Układ ICL7135 może mierzyć zarówno napięcia dodatnie jak i ujemne. Polaryzacja mierzonego napięcia sygnalizowana jest przy pomocy wyjścia oznaczonego jako POL. Stan wysoki na tym wyjściu wskazuje dodatnią polaryzację, natomiast niski stan logiczny wskazuje polaryzację ujemną. Sygnał z wyjścia POL, wzmacniony w jednym z driverów US6, powoduje zapalenie i gaszenie diody D3, która spełnia rolę wizualnego wskaźnika polaryzacji (montuje się ją na płytce obok wyświetlaczy). Rezystor włączony w szereg z tą diodą ogranicza prąd przez nią płynący. Jest to jeden z rezystorów wchodzących w skład R-Packa.

### Montaż i uruchomienie

Układ montujemy na płytce drukowanej, której widok zamieszczono we wkładce wewnątrz numeru. Rozmieszczenie elementów przedstawia rys.2. Płytkę zaprojektowano jako dwustronną z metalizacją. Składa się ona z dwóch części - jedna z nich przeznaczona jest dla całej elektroniki miernika, druga stanowi mechaniczną i elektryczną podstawę do montażu panelu wskaźnikowego dla wyświetlaczy W1..5 oraz diody wskazującej polaryzację sygnału wejściowego D3. Płytki połączone są ze sobą, ponieważ wykonano je na jednym kawałku laminatu i wyfrezowano linie cięcia (a w zasadzie łamania).

Podczas montażu należy przestrzegać standardowych zasad obowiązujących w czasie pracy z układa-

mi CMOS. Pod wszystkie układy scalone (z wyjątkiem stabilizatora US5 i diody D1) warto zastosować podstawki.

Montaż rozpoczynamy od rozłamania płytek drukowanych. Miejsca w których płytki były ze sobą połączone należy delikatnie opilość. Następnie montujemy elementy (zgodnie z rys.2), a jako złącze pomiędzy płytką wyświetlaczy i płytką miernika stosujemy standardowe gold-piny kątowe. Możliwe jest oczywiście zastosowanie innych sposobów łączenia płytek między sobą, np. przy pomocy srebrzanki, przewodu w taśmie lub jednorzędowych złącz krańcowych Cannon.

W czasie montażu należy zwrócić uwagę na kondensatory C2, C3 i C4. Muszą to być wysokiej jakości kondensatory unipolarne, ponieważ spełniają one funkcję przekaźników ładunku proporcjonalnego do napięcia wejściowego.

Po zamontowaniu na płytkach wszystkich elementów biernych i półprzewodników do układu US5 należy koniecznie przykręcić kawałek blachy aluminiowej, spełniającej funkcję radiatora. Powierzchnia tej blachy jest zależna od przewidywanego napięcia zasilania miernika.

Jako złącza wejściowe (zasilania i pomiarowe) zastosowane zostały zaciski śrubowe ARK.

Uruchomienie układu można podzielić na trzy zasadnicze etapy:

- kontrola poprawności montażu,
- kontrola poprawności pracy układów zasilających (US5 - +5V, US3 - -5V) oraz generatora wzorcowego (US2). Napięcia zasilające mierzymy przy pomocy standardowego multimetru, a częstotliwość wyjścio-

wą generatora US2 przy pomocy dowolnego miernika częstotliwości lub oscyloskopu. Ten etap uruchomienia najlepiej jest przeprowadzić po zdemontowaniu układu US1,

- wyregulowanie wartości napięcia wzorcowego, po włożeniu układu US1 do podstawki. Regulacji dokonuje się przy pomocy potencjometru P1. Jak wspomniano wcześniej wartość napięcia odniesienia (pin 2 US1) powinna wynosić dokładnie 1.000V. Precyzją ustalenia wartości tego napięcia decyduje o dokładności pomiarów. Warto jest więc zastosować do jego ustawienia wysokiej klasy woltomierz cyfrowy. W przypadku jego braku można się posłużyć, jako wzorcem klasycznym multimetrem cyfrowym, co niestety obniży nieco dokładność wskazań.

Na tym uruchomienie układu można zakończyć.

### Uwagi końcowe

Układ przetwornika ICL7135 ma, wyprowadzone niezależnie od potencjałów zasilających, różnicowe wejście pomiarowe (IN HI, IN LO). W większości typowych aplikacji wykorzystanie tych wejść wiąże się z koniecznością połączenia wejścia IN LO z masą zasilania. Tak więc wejście LO (wyprowadzone na złącze ARK) łączymy z masą (oznaczone GND) przy pomocy srebrzanki lub przewodu izolowanego, traktując masę miernika jako jeden z biegunów napięcia mierzonego. W wyjątkowych sytuacjach możliwe jest oczywiście wykorzystanie możliwości pracy układu w trybie różnicowym.

Jak wspomnieliśmy na początku artykułu podstawowy zakres pomiarowy miernika wynosi -2..+2V. Przy

rozdzielczości 4.5 cyfry otrzymujemy wskazanie w zakresie -1.9999..+1.9999V. Wskazane jest więc wyświetlenie po pierwszej najbardziej znaczącej cyfrze przecinka dziesiętnego. W przypadku zastosowania na wejściu miernika dzielnika np. 1:10 lub 1:100 niezbędne będzie przesunięcie przecinka o jedno lub dwa miejsca w prawo. Odwrotnej operacji należy dokonać po zastosowaniu na wejściu wzmacniacza napięciowego. Tak więc niezbędne jest każdorazowo dopasowanie położenia przecinka do mierzonego zakresu napięć. Z tego właśnie powodu rezystor ograniczający prąd płynący przez diodę „przecinka” montuje się od spodu płytki wyświetlaczy. Należy włączyć go pomiędzy anodę tej diody (prawe dolne wyprowadzenie wskaźnika, patrząc od strony elementów), a plus zasilania, który jest dostępny na anodzie diody LED D3 wskazującej polaryzację napięcia wejściowego.

Piotr Zbysiński, AVT

### WYKAZ ELEMENTÓW

#### Rezystory

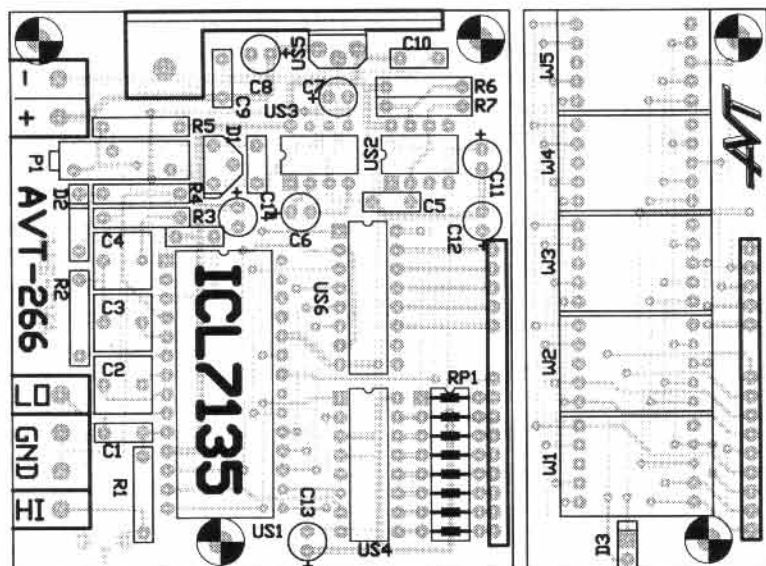
- R1, R2, R4: 100k $\Omega$
- RP1: R-Pack 8\*270 $\Omega$  DIL16
- R5, R7: 68k $\Omega$
- R6: 33k $\Omega$
- R8: 390 $\Omega$
- R9: 270 $\Omega$  (rezystor ograniczający prąd przecinka)
- P1: 10k $\Omega$  wielobrotowy, precyzyjny

#### Kondensatory

- C1, C9, C10, C14: 100nF
- C2, C3: 1 $\mu$ F unipolarny
- C4: 470nF
- C5: 560pF
- C6, C7, C12: 10/ $\mu$ F/16V
- C8: 100 $\mu$ F/25V
- C11, C13: 47 $\mu$ F/16V

#### Półprzewodniki

- D1: ICL8069
- D2: 1N4148
- D3: LED  $\varnothing$ =3mm
- US1: ICL7135CPI itp.
- US2: NE555 itp.
- US3: ICL7660S lub ICL7660
- US4: 4511
- US5: 7805 lub podobny
- US6: ULN2003 (MC1413) lub podobny
- W1, W2, W3, W4, W5: Wyświetlacze LED WK o podwyższonej jasności świecenia (np. SC52-TTEWA, SX52-1ISRWA - Kingbright)



Rys. 2. Rozmieszczenie elementów na płytce miernika