

Wykorzystanie modułu PMLCDL

część 1

Przed kilkunastu laty absolutnymi hitami były projekty modułów cyfrowych woltomierzy i amperomierzy, wykorzystujących układy scalone ICL7106 oraz ICL7107. Obecnie budowanie we własnym zakresie takich mierników jest nieopłacalne, ponieważ na rynku można kupić niedrogo,

fabryczne moduły woltomierzy. Także w ofercie AVT dostępny jest tani i bardzo przydatny moduł woltomierza o oznaczeniu PMLCDL, pokazany na fotografii tytułowej. Możliwości jego wykorzystania są ogromne, jednak trzeba uwzględnić jego specyfikę i pewne dodatkowe wymagania.

Niniejszy artykuł opisuje nie tylko możliwości i propozycje wykorzystania, ale też specyficzne cechy i ograniczenia. Podane informacje pozwolą uniknąć stresów i porażek przy próbach wykorzystania tego przydatnego modułu.

Moduł PMLCDL to kompletny 3,5-cyfrowy woltomierz napięcia stałego z wyświetlaczem LCD o zakresie pomiarowym 200mV (-199,9mV...+199,9mV), zasilany napięciem stałym w zakresie 8...12V, pobierającym prąd około 1mA. Wykorzystanie modułu jest niezmiernie proste, o ile tylko zasilany jest on z baterii lub niezależnego zasilacza – pokazuje to **rysunek 1a**.

Co bardzo ważne, MODUŁ NIE MOŻE MIERZYĆ NAPIĘĆ „WŁASNYCH”. Innymi słowy obwody dołączane do zacisków wejściowych powinny być zupełnie niezależne od napięcia zasilającego moduł. Wejście pomiarowe, a w szczególności końcówka oznaczona IN- jest w pewnym sensie „pływająca” - w czasie normalnej pracy wewnętrzne obwody powodują, że na końcówce IN- występuje napięcie U_x – jej potencjał jest o około 3V niższy od dodatniego napięcia

zasilania modułu, co jest zaznaczone czerwonym kolorem na rysunku 1a. Można powiedzieć, że mierzone napięcia muszą niejako dostosować się to tego dziwnego napięcia (między końcówką IN- a plusem zasilania modułu), które zresztą w każdym egzemplarzu jest nieco inne i może wynosić $U_x=2,4V...3,2V$.

Wejście pomiarowe (IN+, IN-) na pewno nie jest więc typowym wejściem różnicowym i nie może na przykład mierzyć napięć „w pobliżu” ujemnego napięcia zasilania. Jak wskazuje przekreślony **rysunek 1b**, wejścia pomiarowego IN- nie można łączyć ani z ujemnym, ani z dodatnim biegunem zasilania modułu, a także nie wolno wymuszać jakichkolwiek zmian napięcia U_x . Właśnie tego rodzaju uświadczanie uniemożliwiają prawidłowy pomiar, a nawet mogą spowodować uszkodzenie modułu, o czym przekonali się

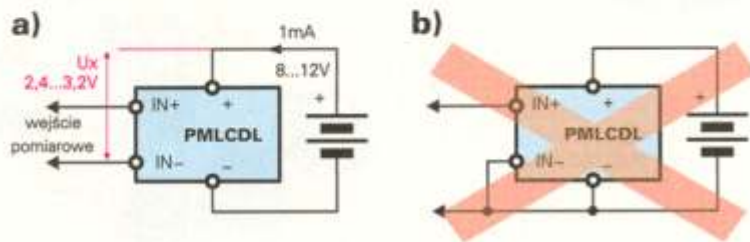
niektórzy użytkownicy nieświadomi problemu. Najprostszym sposobem ominięcia problemu jest **zasilanie modułu z niezależnego źródła, niepołączonego galwanicznie z obwodami napięć mierzonych, na przykład z baterii lub zasilacza wtyczkowego**, czyli według rysunku 1a. Przyczyny takiej sytuacji i bardziej złożone sposoby ominięcia tego ograniczenia podane zostaną w trzeciej części artykułu.

Zmiana zakresu

Zakres pomiarowy można dowolnie zmieniać przez wymianę (włutowanie) dwóch rezystorów RA, RB. Pokazane są one na **fotografii 2a**. Schemat dzielnika pokazany jest na **rysunku 2b**. Oryginalnie miernik ma zakres pomiarowy 200mV, a sygnał wejściowy nie jest tłumiony. Element zastosowany jako RB to zwora (wartość wynosi 0). Natomiast RA ma wartość 10M Ω .

W ulotce zawartej w pudełku wyszczególniono konkretne wartości RA, RB dla różnych zakresów pomiarowych, zapewniające rezystancję wejściową równą dokładnie 10M Ω (brakujące wartości dla zakresu 2V to RB=9,0M Ω , RA=1,0M Ω). W płytkę można włutować zarówno rezystory SMD, jak też klasyczne rezystory przewlekane. Przy takiej zmianie z modułu trzeba wylutować istniejące dwa rezystory SMD (10M Ω i zworę 0).

Rys. 1



Warto jednak wiedzieć, że dla uzyskania potrzebnych zakresów można zastosować zupełnie inne wartości rezystorów niż podane w ulotce. Chodzi przecież tylko o to, by stłumić napięcie wejściowe mniej więcej 10-, 100-, 1000- albo 10000-krotnie, co uzyskuje się przy stosunku RB/RA równym odpowiednio 9, 99, 999, 9999. A do tego można wykorzystać rezystory o rozmaitych wartościach, byle ich stosunek był prawidłowy.

I tak aby uzyskać zakres pomiarowy 200V, sygnał wejściowy trzeba stłumić 1000-krotnie (RB/RA=999). Nie trzeba jednak obowiązkowo stosować proponowanych rezystorów RB=9,99MΩ, RA=10kΩ. Można zastosować rezystory RB=1MΩ, RB = 1,01kΩ albo RB=19,8kΩ, RA=200Ω. Tłumienie będzie prawidłowe, tylko rezystancja wejściowa będzie niezbyt duża, odpowiednio wyniesie około 1MΩ i 20kΩ. Co bardzo istotne, wcale nie muszą to być rezystory o ściśle określonych wartościach. W module zastosowany jest potencjometr montażowy pozwalający skorygować zakres pomiarowy na dowolnym zakresie (potencjometr ten nie jest włączony w obwód dzielnika, tylko w obwód napięcia wzorcowego). Dlatego stosunek RB/RA nie musi być dokładnie równy 999. Różnica może wynieść nawet kilka procent! Odchyłka zоста-

Zakres	Stosunek podziału (około)	Przykład 1		Przykład 2		Przykład 3	
		RB	RA	RB	RA	RB	RA
±2V	9	10MΩ	1,1MΩ	1MΩ	110kΩ	909kΩ	100kΩ
±20V	99	10MΩ	100kΩ	1MΩ	10kΩ	316kΩ	3,16kΩ
±200	999	10MΩ	10kΩ	1MΩ	1kΩ	187kΩ	187Ω
±2kV (300Vmax)	9999	10MΩ	1kΩ	1MΩ	100Ω	2MΩ (2x1MΩ)	150Ω

Tabela 1

nie skorygowana potencjometrem. Dlatego w praktyce śmiało można stosować „okrągłe” wartości, byle były to stabilne rezystory metalizowane. Przykładowe wartości RB, RA podane są w tabeli 1.

W niektórych zastosowaniach możliwość zastosowania w dzielniku rezystorów o nominalach znacznie poniżej 10MΩ ma duże znaczenie praktyczne, ponieważ należy wziąć pod uwagę, że ma to być przyrząd pomiarowy i dzielnik wejściowy nie powinien pogorszyć jego *stabilności*. Tymczasem popularne rezystory o nominalie 10MΩ często mają bardzo słabą *stabilność temperaturową*. Należy podkreślić, że w *dzielniku zawsze należy zastosować stabilne rezystory metalizowane*. Choć stosunek wartości może różnić się od teoretycznie wyliczonych nawet o 5%, jednak nie powinny to być zwykłe, popularne rezystory o tolerancji 5%, nawet o wartości indywidualnie dobieranej za pomocą dokładnego miernika. Należy zastosować stabilne rezystory precyzyjne o tolerancji 1% lub 0,5%. Nie chodzi o wartość, tylko właśnie o stabilność cieplną i długoczasową, dlatego dla zakresu 20V można na przykład zastosować wartości RB=316kΩ, RA=3,24kΩ albo nawet RA=3,32kΩ, co daje odpowiednio stosunek 97,5 i 95,2 – znacząco różny od teoretycznego 99.

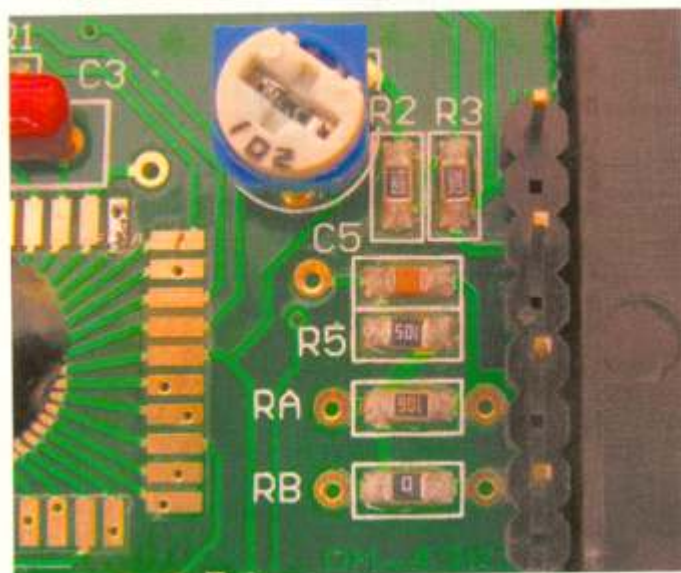
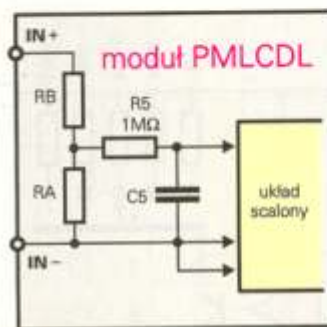
W każdym przypadku po zastosowaniu dzielnika należy przeprowadzić kalibrację,

kłóra skoryguje takie odchyłki dzielnika. Na wejście trzeba podać napięcie stałe o wartości około połowy wartości maksymalnej zakresu, czyli np. dla zakresu 20V może to być napięcie 10...18V. To napięcie wejściowe trzeba zmierzyć dobrej klasy woltomierzem, a następnie za pomocą potencjometru montażowego zawartego w module ustawić takie samo wskazanie na jego wyświetlaczu.

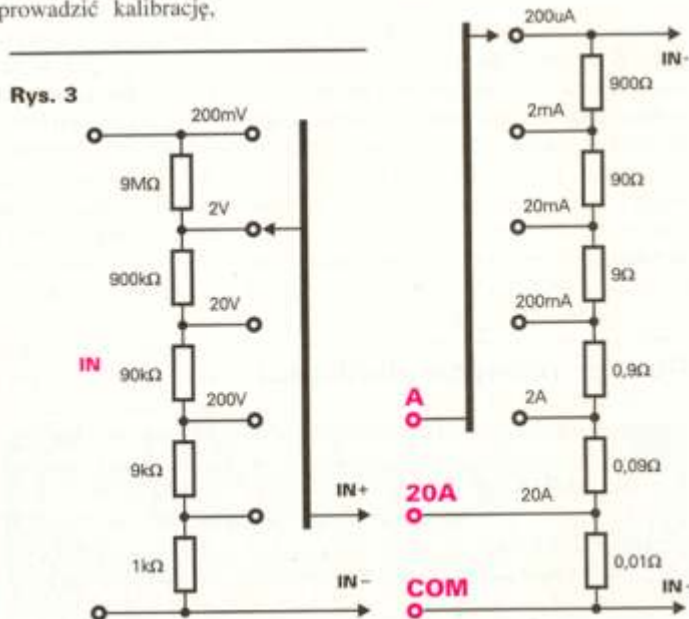
Przyrządy wielozakresowe

Moduł PMLCDL może służyć w przyrządach wielozakresowych. Dzielnik napięcia do wielozakresowego woltomierza można wykonać za pomocą pojedynczych rezystorów, na przykład według rysunku 3, ale lepiej zdobyć gotową drabinkę w postaci fabrycznego elementu. Rysunek 4 przedstawia sposób realizacji wielozakresowego amperomierza. Do przełączania zakresów można wykorzystać przełącznik lub przekaźniki. W obecnej erze elektronizacji w miarę możliwości zastępuje się elementy stykowe kluczami elektronicznymi, choćby z kostek CMOS 4066, 4051...4053. W układzie z rysunku 3 bezpośrednie zastąpienie styków kluczami elektronicznymi (np. 4066) jest niemożliwe. Jednym z problemów przy elektronicznym przełączaniu jest wytrzymałość napięciowa, drugim –

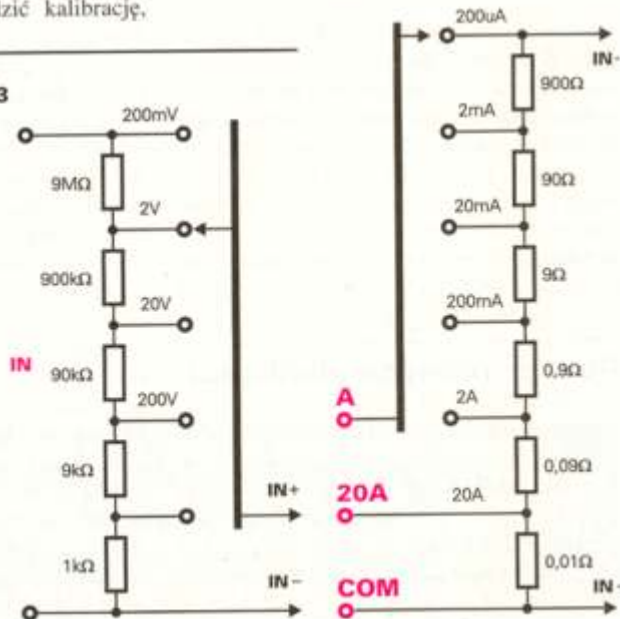
Rys. 2a i 2b

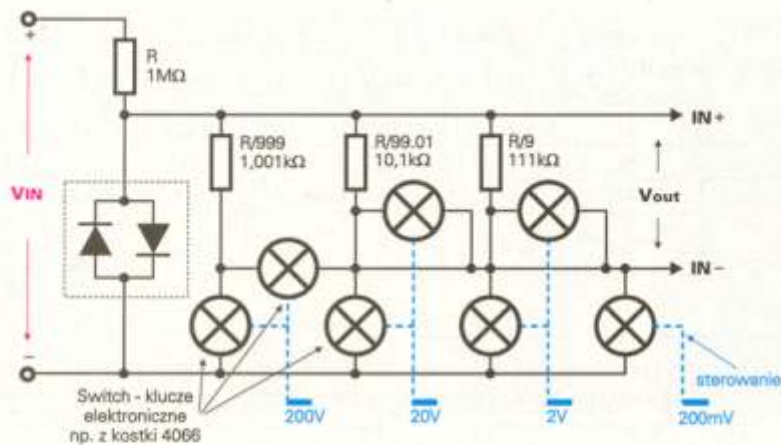


Rys. 4

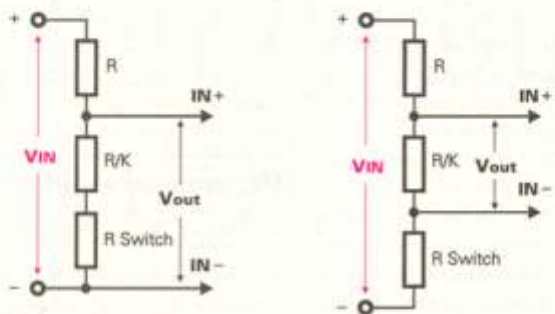


Rys. 3

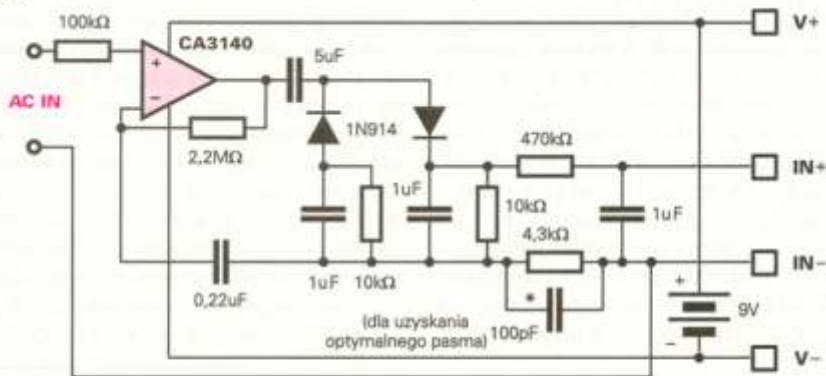




Rys. 5



Rys. 6

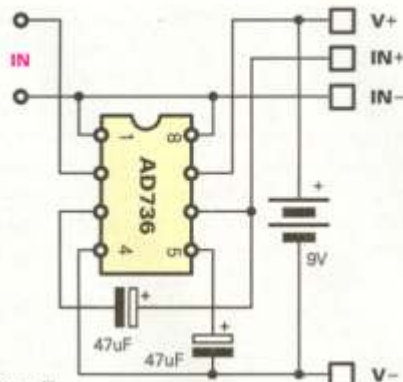


niezerowa rezystancja kluczy elektronicznych. **Rysunek 5** pokazuje i wyjaśnia interesujący sposób realizacji obwodu wejściowego woltomierza, omijający te ograniczenia dzięki sprytnemu włączeniu kluczy (diody zabezpieczające D1, D2 mogą być diodami krzemowymi o małej opływności; można je zastąpić zielonymi diodami LED). W przypadku amperomierza rezystancja i maksymalny prąd kluczy analogowych poważnie ogranicza ich wykorzystanie do przelączania.

Pomiar różnych wielkości

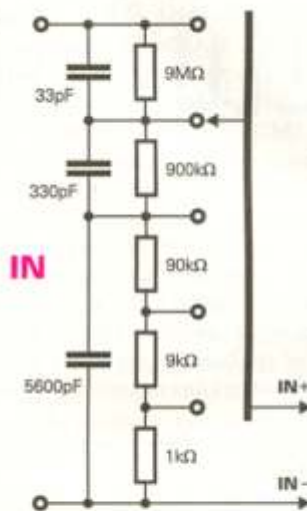
Moduł PMLCDL służy do pomiaru napięć stałych. W celu stłumienia przebiegów zmiennych na wejściu pomiarowym umieszczony jest filtr dolnoprzepustowy (R5C5). Do pomiaru napięć zmiennych potrzebny jest przetwornik AC/DC. **Rysunek 6** pokazuje przykład realizacji prostownika aktywnego, a **rysunek 7** – przetwornika

prawdziwej wartości skutecznej (True RMS) z kostką AD736. Przed takimi przetwornikami występuje oczywiście omówiony wcześniej dzielnik napięcia. Należy zwrócić uwagę, że w związku z dużą rezystancją takiego dzielnika (10MΩ) i obecnością pojemności montażowych, przy pomiarze napięć zmiennych wymagana jest kompensacja częstotliwościowa dzielnika za pomocą kilku kondensatorów – patrz **rysunek 8**. W prostych miernikach kompensacja ta mimo wszystko nie jest zbyt skuteczna i przyrządy takie mierzą poprawnie przebiegi o częstotliwościach do co najwyżej 1kHz. Jeśli ktoś chciałby mierzyć przebiegi w szerszym zakresie częstotliwości, powinien zastosować dzielnik wejściowy o mniejszej rezystancji i we własnym zakresie dobrać kondensatory



Rys. 7

Rys. 8



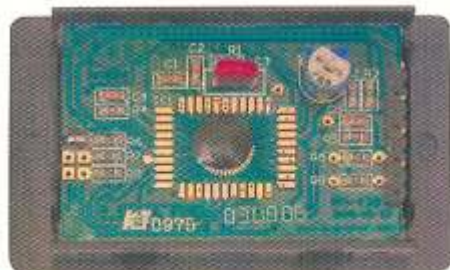
Rys. 9

kompensujące, żeby uzyskać potrzebne pasmo.

Moduł PMLCDL może też służyć do wielu innych celów - na **rysunku 9** pokazany jest przykład realizacji wielozakresowego omiemia. W każdym przypadku należy pamiętać, że moduł powinien być zasilany z niezależnego zasilacza albo z baterii.

Wykorzystanie modułu PMLCDL

część 2



Przed kilkunastu laty absolutnymi hitami były projekty modułów cyfrowych woltomierzy i amperomierzy, wykorzystujących układy scalone ICL7106 oraz ICL7107. Obecnie budowanie we własnym zakresie takich mierników jest nieopłacalne, ponieważ na rynku można kupić niedrogi,

fabryczne moduły woltomierzy. Także w ofercie AVT dostępny jest tani i bardzo pożyteczny moduł woltomierza o oznaczeniu PMLCDL, pokazany na fotografii tytułowej. Możliwości jego wykorzystania są ogromne, jednak trzeba uwzględnić jego specyfikę i pewne dodatkowe wymagania.

Niniejszy artykuł opisuje nie tylko możliwości i propozycje wykorzystania, ale też specyficzne cechy i ograniczenia. Podane informacje pozwolą uniknąć stresów i porażek przy próbach wykorzystania tego pożytecznego modułu.

Punkt dziesiąty

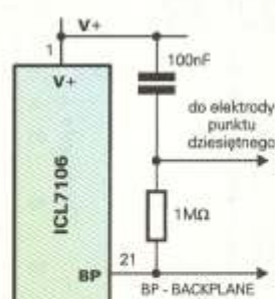
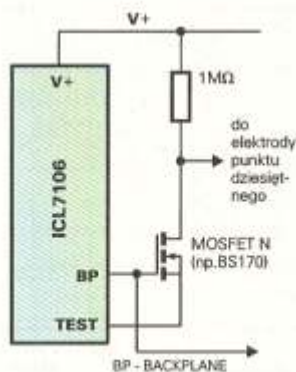
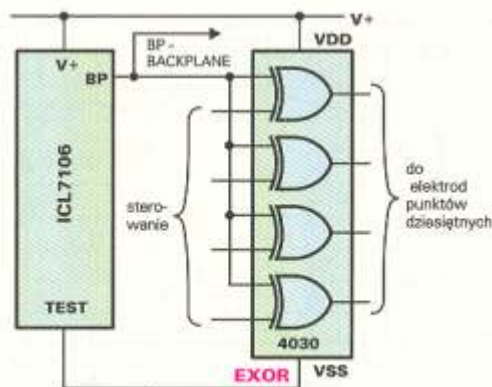
Stosownie do zastosowanego dzielnika i wybranego zakresu pomiarowego należy zaświecić na wyświetlaczu odpowiedni punkt dziesiąty. W module fabrycznie włączony jest punkt dziesiąty przed ostatnią cyfrą, co spowodowane jest zwarciem pary punktów P1. Pozostałe punkty dziesiąte włącza się, zwiernając (kroplą cyny) punkty P2 dla zakresu 20V oraz P3 dla zakresu 2V (fabryczna ulotka zawiera błędne informacje). Widać to na fotografii wstępnej. Dociekliwi Czytelnicy będą się zastanawiać, jak sterować punktami dziesiątymi w przyrządach wielozakresowych. Otóż jak wiadomo, do sterowania wyświetlaczy LCD wykorzystywane są przebiegi prostokątne o współczynniku wypełnienia wynoszącym dokładnie 50%. Chodzi o to, żeby na elektrodach elementów wyświetlacza (ściślej

między daną elektrodą a elektrodą wspólną – BACKPLANE) nie występowały napięcia stałe, które powodują szybkie uszkodzenie wyświetlacza. Sterowanie prostych wyświetlaczy polega na tym, że na elektrodę wspólną cały czas jest podawany przebieg prostokątny o częstotliwości kilkudziesięciu herców. Podanie na dany segment przebiegu o tej samej fazie nie zmienia stanu tego segmentu. Podanie przebiegu o przeciwnej fazie powoduje włączenie danego segmentu (staje się on ciemny). Jak pokazuje rysunek 10, standardowo do sterowania punktami dziesiątymi wykorzystuje się bramki EXOR, a w prostszych przypadkach zwykle inwertery lub nawet zwykły obwód opóźniający RC. Wszystkie te rozwiązania wykorzystują przebieg oryginalnie podawany na elektrodę wspólną BACKPLANE. Należy podkreślić,

że te dodatkowe obwody MUSZĄ BYĆ ZASILANE tym samym „cyfrowym” napięciem zasilania, co pozostałe obwody cyfrowe, a to napięcie w kostkach rodziny ICL7106 dostępne jest między dodatkową szyną zasilania a końcówką oznaczoną TEST (około 5V). Znowu chodzi o to, żeby uniknąć napięć stałych na elektrodach wyświetlacza LCD. Dla dociekliwych pomocny będzie rysunek 11, pokazujący obwody wewnętrzne części cyfrowej układu scalonego, w tym obwody końcówki TEST, która pełni podwójną rolę końcówki testowej (zwarcie jej do plusa zasilania włącza wszystkie segmenty wyświetlacza) oraz pomocniczego wyjścia „cyfrowego” napięcia zasilania do sterowania punktu dziesiątego.

W opisywanym module końcówka TEST nie jest wykorzystana. Zastosowano bowiem prosty, nietypowy sposób sterowania punktów dziesiątych. Mianowicie jeśli żadna z par punktów P1, P2, P3 nie jest zwarta, wtedy na segmenty punktów dziesiątych podawany jest przez rezystory 510kΩ przebieg sterujący elektrodą BACKPLANE. Powoduje to ich wygaszenie. Zwarcie pary punktów P1..P3 powoduje podanie na dany segment przebiegu prostokątnego o znacznie

Rys. 10



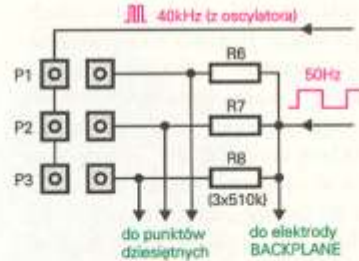
większej częstotliwości. Jest to przebieg wewnętrzny oscylatora taktującego układ woltnierza. Układ połączeń obwodu sterowania punktami dziesiętnymi pokazany jest na rysunku 12a i fotografii 12b. Z jego analizy wynikają dwa ważne wnioski. Jeden mówi, że jednocześnie można włączyć nawet wszystkie punkty dziesiętne (co w praktyce nie ma sensu). Drugi, ważniejszy, wskazuje, iż w miernikach wielozakresowych nie można stosować tranzystorów. Do włączania punktów dziesiętnych można stosować przełącznik, przekaźnik albo też klucz analogowy np. z kostki 4066 lub 4053 według rysunku 13, przy czym klucz CMOS ma być zasilany tym samym napięciem, co moduł.

Zastosowania

Należy podkreślić, że obwód końcówki IN- jest dziwny. Na pewno może pełnić i pełni rolę obwodu napięcia odniesienia (wzorcowego) o wartości około 3V, ale nie ma cech prawidłowej sztucznej masy. Co bardzo ważne, z końcówki IN- modułu nie można pobrać więcej niż 0,1mA prądu, natomiast może tam wpływać prąd o wartości 20mA, a nawet więcej, jak pokazuje rysunek 14. Dzięki temu można dołączyć rozmaite obwody między dodatnią szyną zasilania a wejściem IN-. Osoby znające kostkę ICL7106 wiedzą, że obecność takiego nietypowego źródła napięcia wzorcowego otwiera drogę do szeregu

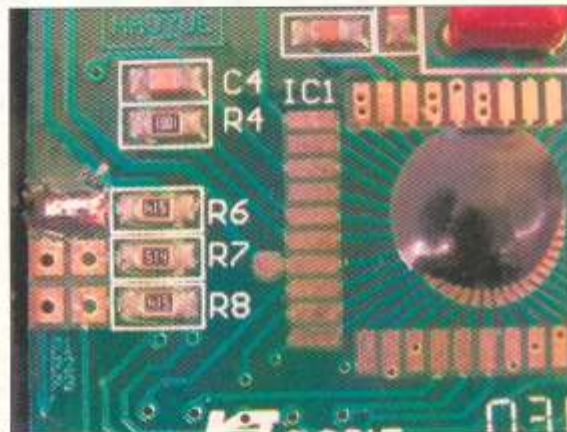
interesujących aplikacji. W karcie katalogowej tego układu scalonego podany jest na przykład schemat prostego termometru z czujnikiem diodowym. Choć tego schematu nie można wprost zrealizować przy użyciu opisanego modułu, można wykorzystać podobne rozwiązanie. Na rysunku 15 pokazany jest przykład realizacji termometru z czujnikiem diodowym (tranzystorowym) z dodatkowym wzmacniaczem operacyjnym. Zgodnie z rysunkiem 14, w naszym przypadku nie przeszkadza fakt, że do wejścia IN- modułu wpływa kilka miliamperów prądu płynącego przez R1, R2, P1, D1. Ogólnie biorąc, żaden w taki sposób dołączony układ nie może „wyciągać” z końcówki IN- więcej niż 0,1mA (rys. 14a), bo zmieni to występujące tam napięcie wzorcowe i spowoduje błędne wskazania.

Tu jeszcze raz należy podkreślić, że problem ingerencji w obwód wejścia IN- nie występuje, jeśli źródło zasilające moduł PMLCDL jest zupełnie niezależne od obwodu mierzonych napięć, co jest spełnione przy zasilaniu bateryjnym lub z oddzielnego zasilacza (np. wtyczkowego). Jednak takie dodatkowe

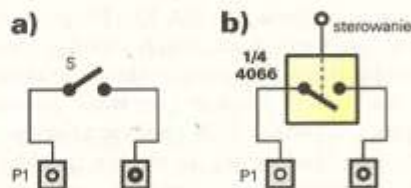
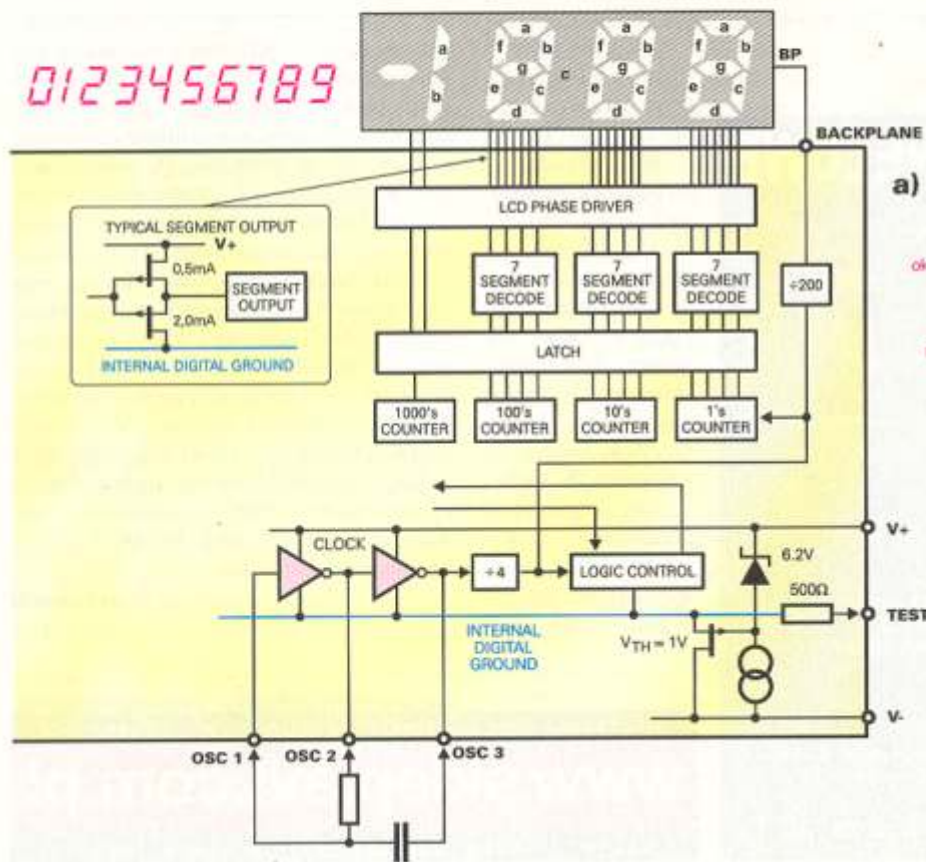


Rys. 12a

Rys. 12b

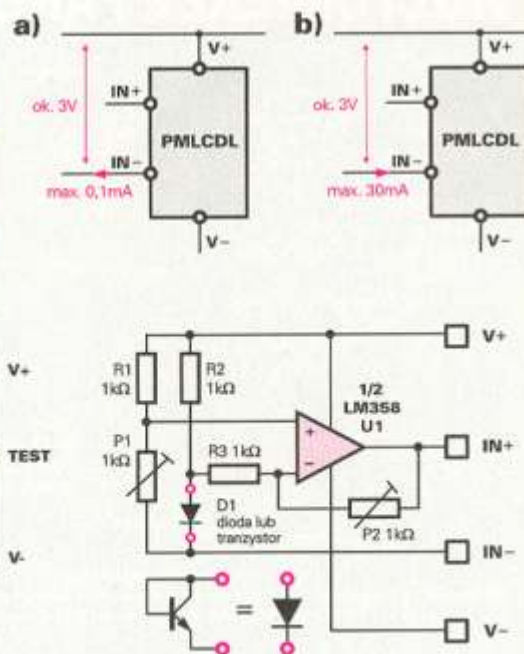


Rys. 11



Rys. 13

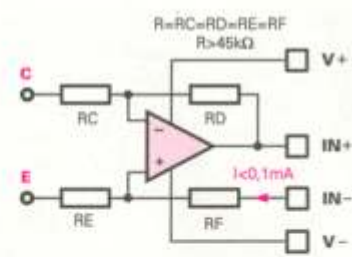
Rys. 14



Rys. 15

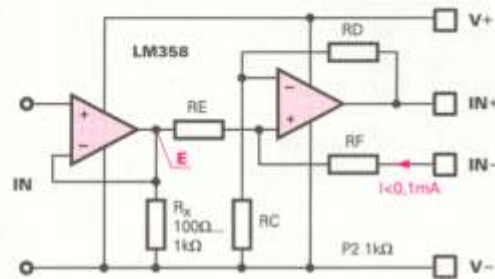
źródło zasilania w niektórych zastosowaniach jest nie do przyjęcia. Ponadto znaczna część użytkowników chciałaby wykorzystać moduł tak, żeby jedno z wejść pomiarowych było dołączone do ujemnej szyny zasilania modułu (znacznie rzadziej do dodatniej). Tymczasem końcówki IN- w żadnym wypadku nie wolno dołączać ani do ujemnej, ani dodatniej szyny zasilania. Musi ona „wisieć” tak, jak chce tego wewnętrzny obwód sterowania wytwarzający napięcie odniesienia około 3V. W niektórych sytuacjach, ale nie zawsze, wystarczającym rozwiązaniem może się okazać zastosowanie wzmacniacza różnicowego według **rysunku 16**. Warto tu zastosować popularny precyzyjny wzmacniacz operacyjny OP-07 (napięcie niezrównoważenia poniżej 0,25mV, dryft poniżej 2,5uV/K) i cztery jednakowe rezystory precyzyjne. Nominalna wartość rezystorów nie jest najważniejsza, ale powinny być identyczne, można je na przykład wybrać z większej ilości za pomocą multimetru cyfrowego. Rzecz też w tym, że aby nie zaburzyć pracy wewnętrznego obwodu napięcia odniesienia, prąd płynący przez rezystor Rf nie może być większy niż prąd płynący przez potencjometr montażowy w module (około 0,1mA) – patrz rysunek 14. Przy zasilaniu modułu napięciem 12V rezystancje rezystorów RC, RD, RE, RF powinny więc być większe niż 45kΩ. Układ według **rysunku 16** po dołączeniu punktu C do minusa zasilania (V-) będzie poprawnie mierzył napięcie w punkcie E. W praktyce należy jednak wziąć pod uwagę, że wejście (punkt E) takiego miernika ma niewielką rezystancję

wejściową i że wypływa zeń pewien (niewielki) prąd przy dołączeniu punktu C (niewielki) prąd przy dołączeniu punktu C do ujemnego bieguna zasilania. Ponadto jeśli źródło napięcia występującego w punkcie E będzie mieć niezerową rezystancję wewnętrzną, a tak jest prawie zawsze, wtedy rezystancja źródła doda się do wartości rezystora RE, co oczywiście spowoduje błąd pomiaru. Właśnie z tego powodu, że rezystancja źródła dodaje się do rezystancji wejściowej, takie rozwiązanie z prostym wzmacniaczem różnicowym w wielu zastosowaniach nie zda egzaminu. Niestety, prosty sposób z **rysunku 16** nie jest godny polecenia. W niektórych przypadkach, gdy koniecznie trzeba mierzyć napięcie w stosunku do ujemnej szyny zasilania, wystarczy dodać jeszcze jeden wzmacniacz operacyjny w roli wtórnika. Pomocny może się okazać układ według **rysunku 17** z tanią kostką LM358. Dodatkowy wzmacniacz operacyjny na wejściu pozwala uniezależnić się od rezystancji wewnętrznej źródła sygnału. Niemniej też nie jest to układ doskonały, ponieważ mimo obecności dodatkowego rezystora ściągającego Rx nie jest możliwe uzyskanie napięcia UE równego zeru – minimalne napięcie na wyjściu będzie rzędu miliwolta, zależnie od właściwości wzmacniacza operacyjnego i stosunku wartości RE/Rx. Ponadto trzeba uwzględnić niedoskonałość wzmacniaczy operacyjnych, zwłaszcza napięcie niezrównoważenia (rzędu kilku mV)

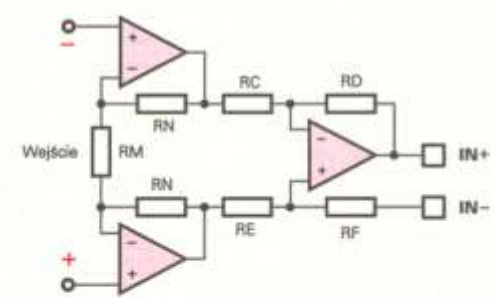


Rys. 16

Rys. 17



Rys. 18



i dryft tego napięcia (rzędu 0,01mV/K), co przy rozdzielczości modułu równej 0,1mV może znacząco pogorszyć dokładność.

Aby pracować w szerszym zakresie napięć wspólnych, można zastosować klasyczny wzmacniacz różnicowy z trzema wzmacniaczami operacyjnymi według idei z **rysunku 18**. Także i tu, żeby nie pogorszyć parametrów, należałoby zastosować wzmacniacze precyzyjne. Należy przy

tym zauważyć, że jeśli dwa wzmacniacze wejściowe miałyby pracować z napięciami na wyjściach bliskimi potencjowi szyny V-, wymagane jest albo zastosowanie trudno osiągalnych i kosztownych, precyzyjnych wzmacniaczy z wyjściem rail-to-rail, albo dodanie obwodu „jeszcze bardziej ujemnego” napięcia zasilania dla wzmacniacza różnicowego. Tak czy inaczej znacząco komplikuje to układ. Nie jest więc łatwe znalezienie prostego sposobu na pomiar napięć bliskich ujemnego napięcia zasilania, ponieważ w wielu zastosowaniach wykorzystanie oddzielnego zasilacza czy baterii nie wchodzi w grę, a dodanie wzmacniacza różnicowego pogarsza parametry i komplikuje układ. Rozwiązanie takie jednak istnieje. Takie zaskakujące rozwiązanie zostanie przedstawione jako oddzielny projekt w dziale E-2000 w jednym z najbliższych numerów.

WOLTOMIERZE PANELOWE

- Wyświetlacz LCD
- Czulość: 200 mV
- Dokładność: +/- 0.5 %
- Automatemczna detekcja polaryzacji
- Impedancja wejściowa: >100 MW
- Napięcie zasilania: 9 VDC

Kod zamówienia: PMLCDL

Kod zamówienia: PMLED

Wykorzystanie modułu PMLCDL

część 3



Przed kilkunastu laty absolutnymi hitami były projekty modułów cyfrowych woltomierzy i amperomierzy, wykorzystujących układy scalone ICL7106 oraz ICL7107. Obecnie budowanie we własnym zakresie takich mierników jest nieopłacalne, ponieważ na rynku można kupić niedrogo,

fabryczne moduły woltomierzy. Także w ofercie AVT dostępny jest tani i bardzo pożyteczny moduł woltomierza o oznaczeniu PMLCDL, pokazany na fotografii tytułowej. Możliwości jego wykorzystania są ogromne, jednak trzeba uwzględnić jego specyfikę i pewne dodatkowe wymagania.

Niniejszy artykuł opisuje nie tylko możliwości i propozycje wykorzystania, ale też specyficzne cechy i ograniczenia. Podane informacje pozwolą uniknąć stresów i porażek przy próbach wykorzystania tego pożytecznego modułu.

Specyfika i ograniczenia - tylko dla dociekliwych

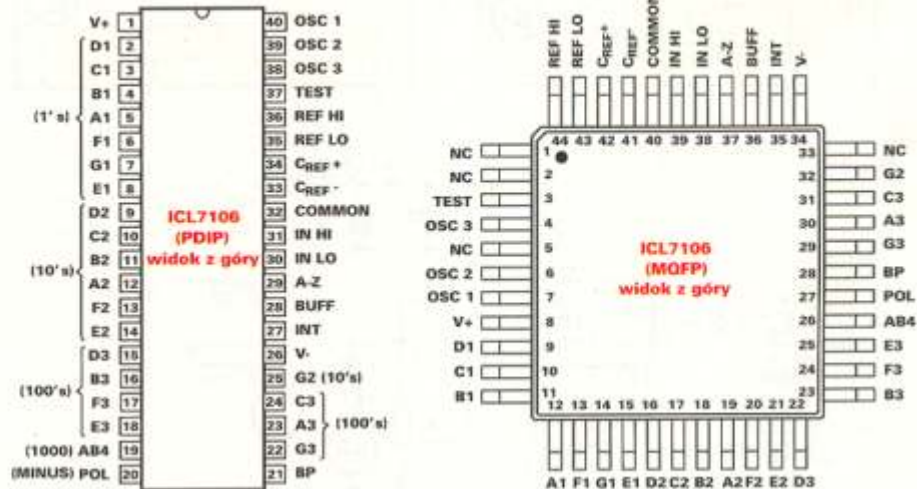
Specyfika i ograniczenia dotyczące wejścia IN- wynikają z faktu, iż w module pracuje układ scalony pochodzący z niezmiernie popularnej rodziny wywodzącej się od ICL7106. Nie jest to wprawdzie ścisły odpowiednik, choćby dlatego, że moduł ma funkcję wskazywania na wyświetlaczu zbyt niskiego napięcia zasilania (LO BAT), niemniej podstawowe funkcje są zgodne z układem ICL7106. Nawet rozkład wyprowadzeń jest podobny jak ICL7106 w wersji SMD (MQFP 44) - **rysunek 19** przyda się dociekliwym, którzy będą chcieli bliżej poznać budowę i działanie modułu PMLCDL. Ważniejsze od rozkładu wyprowadzeń jest zrozumienie zasady działania i układu połączeń woltomierza. Tu pomocą będzie **rysunek 20**, pokazujący podstawowy układ aplikacyjny kostki ICL7106 oraz **rysunek 21**, przedstawiający budowę analogowej części kostki ICL7106. Wszystkie szczegóły nie są istotne. Najważniejsze jest, że kostka zawiera obwód pełniący rolę źródła napięcia odniesienia i jest to obwód związany z wyprowadzeniem oznaczonym COMMON - obwody te zaznaczone są na rysunku 21 kolorem niebieskim. Mianowicie w strukturze zawarta jest dioda Zenera o napięciu 6,2V. Część napięcia z tej diody (około 2,8V) przez wewnętrzny dzielnik ze zwykłą diodą podawana jest na wzmacniacz operacyjny sterujący tranzystorem połowym. Źródło prądowe oznaczone X o wydajności 10uA pełni pomocniczą, mało znaczącą rolę. Układ jest tak zaprojektowany, że utrzymuje

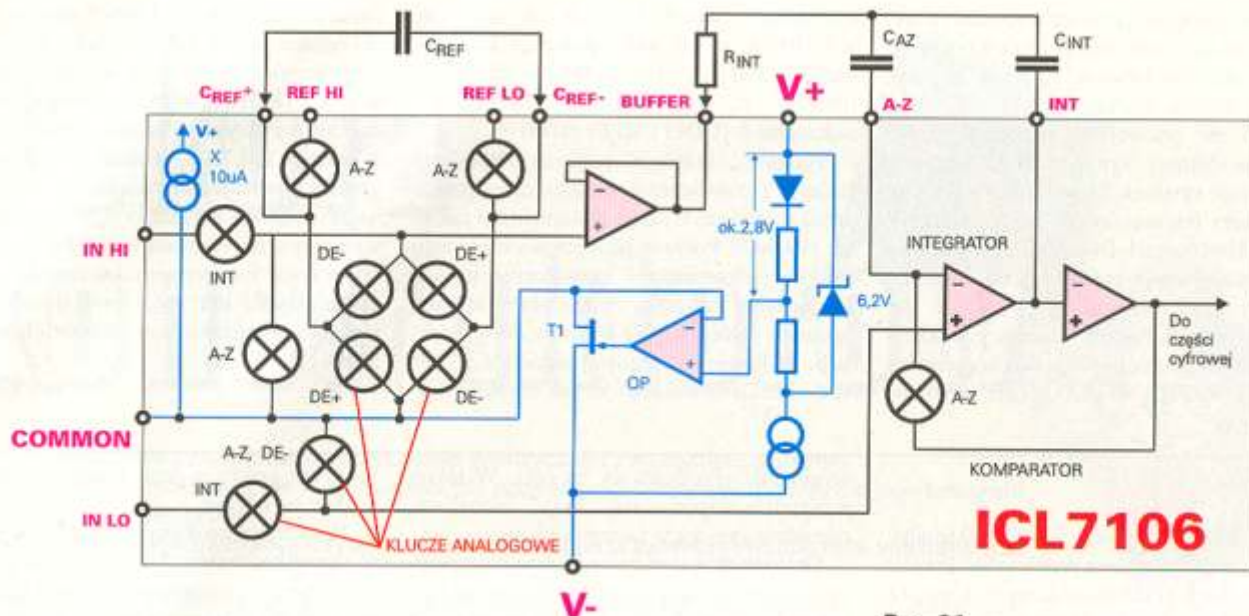
między końcówką COMMON a dodatnim biegunem zasilania bardzo stabilne napięcie o wartości około 2,8...3V (w praktyce 2,4...3,2V). I to napięcie jest wykorzystywane jako napięcie wzorcowe także w omawianym module PMLCDL. Jak pokazuje rysunek 20, wyróżnione niebieskim kolorem rezystory R1 (30,0kΩ), R2 (910Ω) i potencjometr montażowy (200) wytwarzają napięcie wzorcowe o wartości 100mV, występujące między końcówkami REF HI - REF LO, napięcie, które jest niezbędne do pracy w roli woltomierza o zakresie 200mV.

Sam układ scalony ICL7106 i pokrewne są bardzo elastyczne i można je wykorzystywać na wiele sposobów, ponieważ końcówki wej-

ściowe napięcia odniesienia (REF HI, REF LO), końcówki wejścia pomiarowego (IN HI, IN LO) oraz końcówka COMMON nie są wewnętrznie połączone, a układ ich połączeń może być inny, niż pokazuje rysunek 20. Znowóż szczegóły nie są istotne. Ważne jest, że w prezentowanym module jest inaczej - końcówki REF LO, COMMON i IN HI są na stałe połączone ścieżkami na płytce i to w taki sposób, że bardzo trudno byłoby je rozłączyć bez ryzyka uszkodzenia modułu. A właśnie fakt połączenia końcówki COMMON i IN LO, co zaznaczone jest na rysunku 20 kolorem czerwonym, jest powodem, dla którego moduł nie może mierzyć „własnych” napięć. Po prostu wejście pomiarowe modułu oznaczone

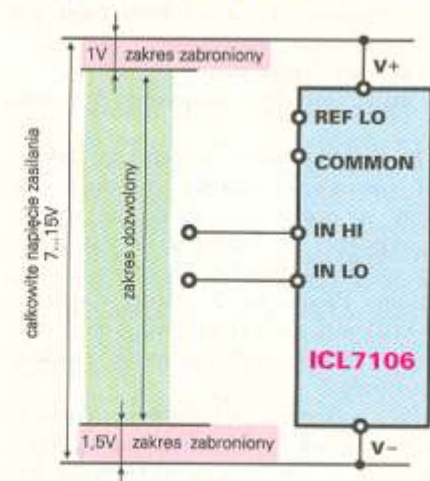
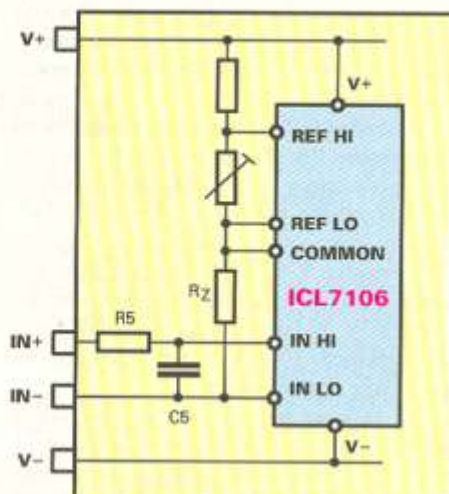
Rys. 19





Rys. 21

Rys. 22



Rys. 23

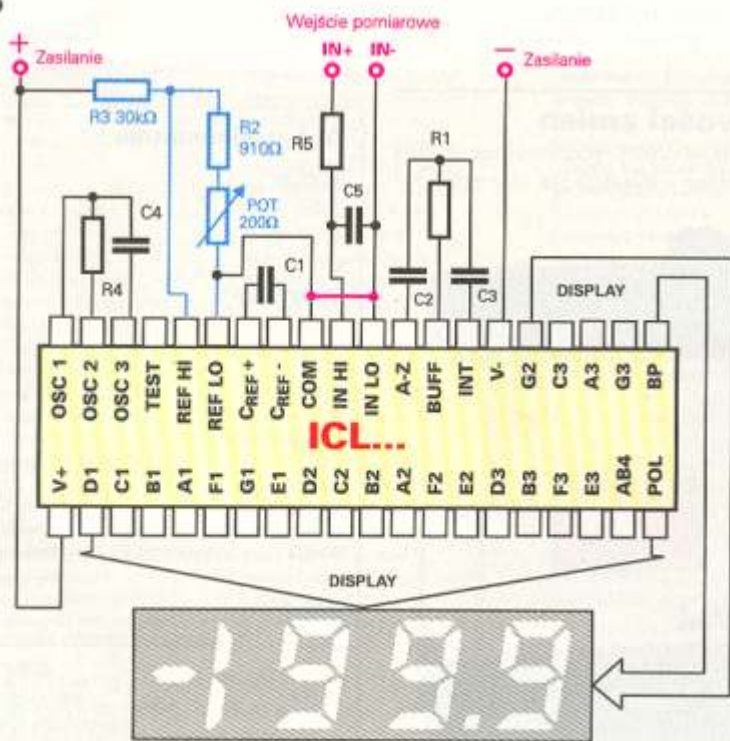
według rysunku 22 pozwoliłoby na dużo elastyczniejsze wykorzystanie wejścia IN-, ale też uniemożliwiłoby skorzystanie z niego w roli źródła napięcia odniesienia. Dodanie

IN- i końcówka IN LO układu scalonego są na stałe „przybite” do końcówki COMMON, której napięcie jest niższe o około 3V od dodatniego napięcia zasilania. Ponieważ wewnętrzne źródło prądowe X ma wydajność tylko 10uA, a wartości rezystorów obwodu napięcia odniesienia (R2, R3, POT) są dość duże, dołączenie końcówki modułu IN- do napięcia niższego niż „normalny” potencjał końcówki COMMON spowoduje „ściągnięcie tego punktu w dół, co oznaczać będzie zwiększanie napięcia odniesienia i zmniejszanie się wskazań na wyświetlaczu. Mówiąc najpro-

ściej, próba zmierzenia „własnego” napięcia, ściślej napięcia w zakresie własnego napięcia zasilania, spowoduje zmianę napięcia odniesienia.

Osoby znające działanie układu ICL7106 (oraz ci, którzy starannie przeanalizują informacje podane w dwuczęściowym artykule o tej kostce w serii Najślynniejsze aplikacje w EdW 5 i 6 z roku 1997) mogą dziwić się, dlaczego konstruktorzy modułu PMLCDL zastosowali takie właśnie, najprostsze rozwiązanie, które poważnie ogranicza możliwości modułu. Już dodanie rezystora lub dzielnika

Rys. 20



takiego rezystora po przecięciu ścieżek (właściwie likwidacji metalizacji dwóch otworów nie jest zadaniem łatwym. Tu warto wspomnieć, że obwód według rysunku 22 mimo wszystko nie pozwoliłby zmierzyć napięć względem ujemnej szyny zasilania, ponieważ jak pokazuje **rysunek 23**, w kostkach rodziny 7106 zakres dopuszczanych napięć wejściowych na końcówkach IN HI, IN LO na pewno nie obejmuje napięć zbliżonych do dodatniej i ujemnej szyny zasilania.

Zmiana skali. Podane informacje wskazują, że napięcie odniesienia podawane między końcówki REFHI, REFLO wcale nie musi

być równe 100mV. Przecież tak naprawdę ICL7106 to układ, który pokazuje stosunek napięcia UIN (UINHI – INLO) do UREF (REFHI – REFLO) pomnożony przez tysiąc: $\text{wskazanie} = (UIN / UREF) \times 1000$

Podanie „okrągłego” napięcia odniesienia 100mV i zaświecenie punktu dziesiątego przed ostatnią cyfrą daje woltomierz o zakresie 199,9mV. Podanie jakiegokolwiek innego napięcia odniesienia i zaświecenie punktu dziesiątego za drugą cyfrą dałoby miernik stosunku dwóch napięć wyrażony w procentach. W karcie katalogowej układu ICL7106 można znaleźć wskazówki, jak uzyskać wol-

tomierz o zakresie 2V. Oprócz zmiany napięcia odniesienia na 1,000V trzeba też zmienić wartości elementów dołączonych do końcówek A/Z i BUFF. Choć taką wersję często stosuje się przy wykorzystaniu układu scalonego z rodziny ICL7106, jednak w opisywanym gotowym module znacząca zmiana wewnętrznego zakresu pomiarowego wymagałaby wymiany kilku elementów SMD w obwodach integratora i napięcia odniesienia. Jest to zadanie tylko dla wyjątkowo dociekliwych i mających wprawę w wymianie elementów SMD.