

# ICL7106, ICL7107

część 2

## Część cyfrowa

Jak wynika z wcześniejszych rozważań, część analogowa zasilana jest pełnym napięciem. Natomiast część cyfrowa nie musi, a nawet nie powinna być zasilana tak dużym napięciem.

Układ 7106 przeznaczony jest do współpracy z wyświetlaczem LCD (cieklotwornym). Wyświetlacze tego typu nie powinny być sterowane napięciami większymi niż 6...9V. Z kolei wyświetlacze LED pobierają znaczny prąd, i przy większych napięciach zasilania w układzie scalonym wydzielałyby się nadmierna moc strat.

Dlatego choć część analogowa jest identyczna w obu kostkach, część cyfrowa różni się zasadniczo. Jednakowe są tylko liczniki, natomiast układy sterujące wyświetlaczem i obwody zasilania są zupełnie inne.

Na rysunku 12a (w poprzednim numerze EdW) pokazano w uproszczeniu budowę części cyfrowej kostki 7106. Zastosowano tu wewnętrzny stabilizator, który na rysunku jest przedstawiony w postaci diody Zenera. Choć w rzeczywistości nie jest to zwykła dioda Zenera, tylko scalony stabilizator, w efekcie uzyskuje się napięcie rzędu 5...6V do zasilania części cyfrowej. Na rysunku pokazano, że na wyjściach występują przebiegi prostokątne. Zupełnie początkującym trzeba tu wyjaśnić zasadę pracy najprostszego wyświetlacza LCD. Wyświetlacz taki ma elektrodę wspólną – jest to jakby tylna płytką wyświetlacza – stąd angielska nazwa BACKPLANE (w skrócie BP). Na tę wspólną elektrodę przez cały czas podawany jest przebieg prostokątny. W układach 710X przy częstotliwości oscylatora równej 40kHz ma on częstotliwość 50Hz (40kHz : 800).

Na poszczególne segmenty wyświetlacza również podawane są przebiegi prostokątne o tej częstotliwości. Jeśli dany przebieg ma taką samą fazę, jak przebieg podawany na elektrodę BP, wtedy odpowiedni segment wyświetlacza jest wygaszony. Jeśli natomiast przebieg na danym segmencie jest w przeciwfazie (czyli jest niejako odwrócony), wtedy dany segment jest widoczny (staje się ciemny).

W kostce 7106 końcówka 21 pełni rolę wyjścia sygnału dla elektrody wspólnej.

Końcówka TEST (nóżka 37) pełni dwie role: po jej zwarceniu do plusa zasilania na wyświetlaczu powinny się wyświetlić wszystkie podłączone segmenty. W praktyce tej funkcji testowej się nie wykorzystuje, bowiem powoduje ona podanie na



wyświetlacz napięć stałych, co w ciągu kilku minut doprowadziłoby do jego nieodwracalnego zniszczenia. Końcówka TEST jest natomiast wykorzystywana do zasilania zewnętrznych układów (przykład pokazano na rysunku 17c).

Układ 7107 przeznaczony jest do sterowania wyświetlaczy LED (ze wspólną anodą), które z natury pobierają znaczną ilość prądu. Wyjścia kostki połączone są wprost z segmentami wyświetlacza, bez jakichkolwiek rezystorów ograniczających prąd. Dla zmniejszenia mocy strat, część cyfrowa zasilana jest napięciem około 5V, i końcówka nr 21 pełni tym razem rolę masy. Układy 7107 są bowiem w większości zastosowań zasilane napięciem podwójnym. Na końcówkach wyjściowych nie występują przebiegi prostokątne, zastosowano tam tranzystory MOSFET, zwierające poszczególne wyjścia do masy. Tranzystory są tak wykonane, że w typowych warunkach zapewniają prąd jednego segmentu równy 8mA (wyjątkiem jest końcówka nr 19, mająca podwójną wydajność).

Źródło napięcia dodatniego (z zasady jest to napięcie 5V) z konieczności musi mieć dużą wydajność prądową. Przy zapaleniu wszystkich segmentów (wskazanie -1888, oraz jeden punkt dziesiętny), potrzebny prąd wynosi 200mA. Natomiast wystarczy, gdy źródło napięcia ujemnego ma wydajność rzędu 2mA.

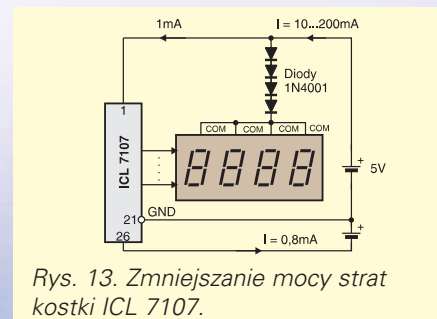
Należy więc zapamiętać, że przy wykorzystaniu kostki 7107 należy zastosować

podwójne źródło zasilania. Dodatkowo napięcie zasilające powinno wynosić 5V, natomiast ujemne nie musi wynosić 5V – może mieć wartość -9V...0V (przy ujemnym napięciu zasilania mniejszym od 5V należy uwzględnić niezbędne marginesy bezpieczeństwa, pokazane na rysunku 7).

W układzie 7107 końcówka nr 37 również pozwala zaświecić wszystkie segmenty wyświetlacza.

Typowy układ zasilania kostki ICL7107 pokazany jest na rysunku 12b.

Ponieważ w układzie 7107 mimo wszystko wydziela się znaczna ilość ciepła, wynikające stąd zmiany temperatury (związane choćby z różną liczbą zapalonych segmentów wyświetlacza) mają zauważalny wpływ na wartość wewnętrznego napięcia odniesienia (końcówka COM), a tym samym dokładność wskazań. Właśnie dlatego do współpracy z kostką 7107 często stosuje się zewnętrzne napięcie odniesienia. Jeśli jednak miałoby



Rys. 13. Zmniejszanie mocy strat kostki ICL 7107.

być wykorzystywane wewnętrzne źródło związane z końcówką COM, warto dodatkowo zmniejszyć straty ciepłone, stosując w obwodzie zasilania wyświetlacza kilka szeregowo połączonych diod świecących, jak pokazano na **rysunku 13**. Ilość diod (1...4) należy dobrać eksperymentalnie, w zależności od koloru oraz wymaganej jasności użytego wyświetlacza.

## Układ pracy

Kostki 7106 i 7107 mają niemal identyczny układ wyprowadzeń, różnią się tylko opisaną wcześniej rolą końcówki nr 21. W kostce 7106 jest to wyjście do elektrody wspólnej BACKPLANE, w kostce 7107 jest to końcówka masy zasilania.

Na **rysunku 14a** pokazano układ wyprowadzeń kostek. Końcówki wyjściowe układu scalonego należy połączyć z odpowiednimi punktami wyświetlacza. **Rysunek 14b** pokazuje typowy rozkład wyprowadzeń 3,5-cyfrowego klasycznego wyświetlacza LCD (widok od strony wyświetlacza). W nawiasach podano wyprowadzenia wyświetlacza 4-cyfrowego – jak widać układ wyprowadzeń jest bardzo podobny. Z kolei **rysunki 14c** i **14d** pokazują rozkład wyprowadzeń popularnych wyświetlaczy LED o wysokości cyfry 12mm, podwójnych i pojedynczych.

Na **rysunku 15a** pokazano typowy układ pracy kostki 7106, a na **rysunku 15b** – kostki 7107. Pokazane wartości elementów dotyczą zakresu  $\pm 199,9\text{mV}$ . Dla zakresu 2V trzeba zmienić wartość rezystora  $R_{INT}$  na 470k $\Omega$ .

Dla uzyskania zakresów 19,99V; 199,9V lub innych, trzeba na wejściu dodać dzielnik rezystorowy. Wartości rezystorów tego dzielnika wejściowego mogą być dowolne. Zazwyczaj, by układ pomiarowy nie obciążał badanego obwodu stosuje się rezystory o wartościach 1...10M $\Omega$ . Powinny to być dobrej jakości rezystory metalizowane o tolerancji 1%. Z takim dzielnikiem oporność wejściowa miernika bę-

dzie równa sumie rezystancji dzielnika. Natomiast bez dzielnika układ ma niewyobrażalnie wielką rezystancję wejściową, rzędu dziesiątek i setek gigaomów (wynika to z bardzo małej wartości prądu polaryzacji wejść, rzędu pikoamperów).

W niektórych przypadkach użyte będą zewnętrzne źródła napięcia odniesienia – przykłady dołączenia takich źródeł pokazano na **rysunku 16**.

W praktycznych układach pracy trzeba jeszcze zaświecić odpowiedni punkt dziesiętny (przecinek) na wyświetlaczu. W przypadku kostki 7107 i wyświetlaczy LED sprawa jest bardzo prosta – wystarczy rezystor (np. 680 $\Omega$ ) włączony między wyprowadzenie wyświetlacza a masę (minus).

W przypadku wyświetlacza ciekłokrystalicznego sprawa jest trudniejsza, bo do danego segmentu wyświetlacza trzeba doprowadzić napięcie zmienne, o fazie przeciwnej niż sygnał elektrody wspólnej (BACKPLANE). W zasadzie należy wykorzystać inwerter CMOS, np. 4049, 4069 czy 40106, jak pokazano na **rysunku 17a**. Jednak dla jednego inwertera szkoda „marnować” całego układu – pięć pozostałych inwerterów będzie niewykorzystanych. Dlatego w najprostszymi zastosowaniach stosuje się trochę niecodzienny sposób, pokazany na **rysunku 17b**. Co prawda na segment wyświetlacza podaje się napięcie o kształcie bardziej podobnym do trójkątnego, niż prostokątnego, jednak sposób ten jest skuteczny i nie zagraża trwałości wyświetlacza.

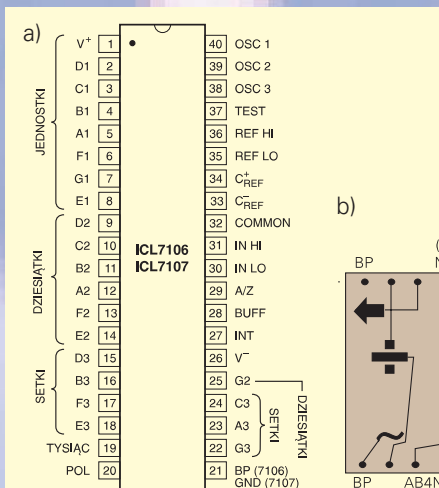
W przyrządzie wielozakresowym, gdy trzeba przełączać zakresy i zapalać na wyświetlaczu jeden z czterech punktów dziesiętnych, warto zastosować sposób z **rysunku 17c**. W zależności, czy bramki będą typu EX-OR (CMOS 4030), czy EX-NOR

(CMOS 4077), punkt będzie zapalany po podaniu na wejście bramki stanu wysokiego (EX-OR) albo niskiego (EX-NOR).

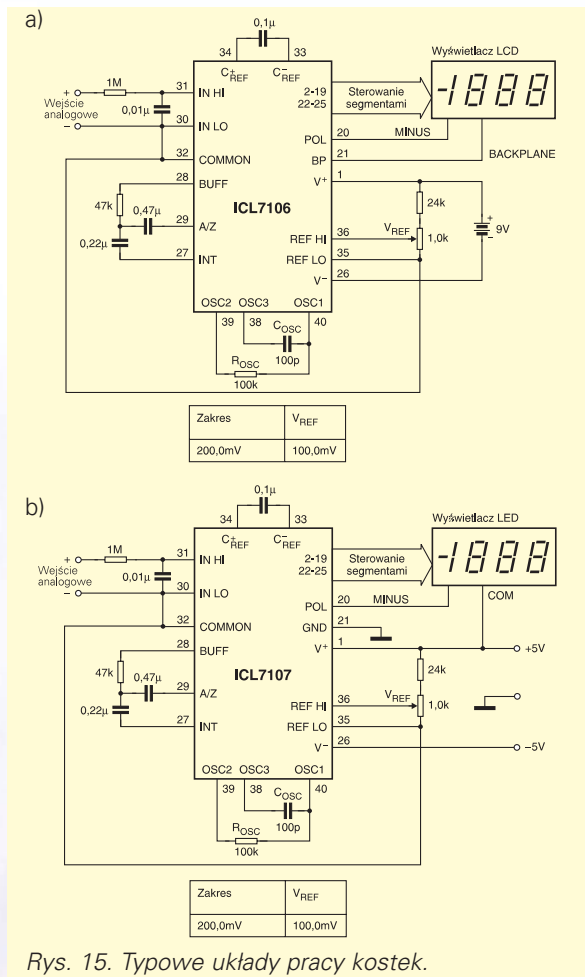
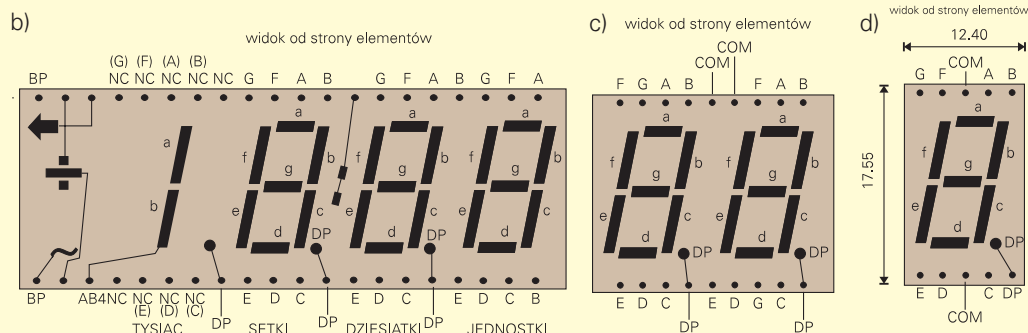
Przy zastosowaniu bramek CMOS, dla uniknięcia uszkodzenia wyświetlacza, konieczne trzeba je zasilac napięciem z końcówki TEST (nóżka 37), a nie pełnym napięciem zasilającym – wyraźnie pokazano to na **rysunkach 17a** i **17c**.

## Dla zaawansowanych i dociekliwych

W praktycznych zastosowaniach kostka 7106 zwykle jest zasilana pojedynczym napięciem około 9V (7...12V). Natomiast kostkę 7107 często zasilają się napięciem +5V, przy czym pojawia się kłopot, skąd wziąć ujemne napięcie zasilające. Zamiast budować specjalny zasilacz, wystarczy wyko-

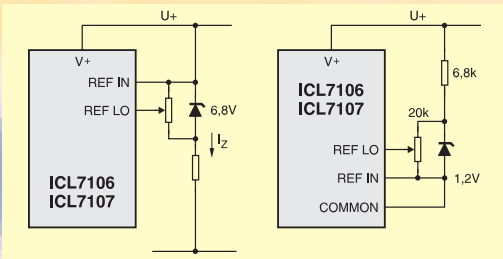


Rys. 14.



Rys. 15. Typowe układy pracy kostek.

## Najśłynniejsze aplikacje



Rys. 16. Przykłady dołączenia zewnętrznego źródła napięcia odniesienia.

nać prostą przetwornicę według rysunku 18. Można tu zastosować kostki 4069, 40106, albo lepiej 4049 lub 4050. Diody mogą być dowolne krzemowe małej mocy, popularne „szklaczki” np. 1N4148, BAV17...21, BAYP95, itp., ale nie należy ty stosować popularnych 1-ampierowych diod prostowniczych typu 1N4001...7, czy BYP401 ze względu na znaczną częstotliwość pracy przetwornicy – 40kHz.

W zasadzie kostki 7106 i 7107 mogą pracować już przy pojedynczym napięciu równym 5V. Jednak wtedy wewnętrzne źródło napięcia odniesienia nie zapewnia należytej stabilności i trzeba zastosować zewnętrzny wzorec. Ponadto trzeba uwzględnić napięcia nasycenia części analogowej. Napięcie mierzone nie może być większe niż  $\pm 1,5V$ , a końcówka IN LO powinna być „zaczepiona” w połowie napięcia zasilającego (2,5V). Ze względu na podane ograniczenia, naprawdę bardzo rzadko stosuje się pracę przy tak małym, pojedynczym napięciu zasilającym.

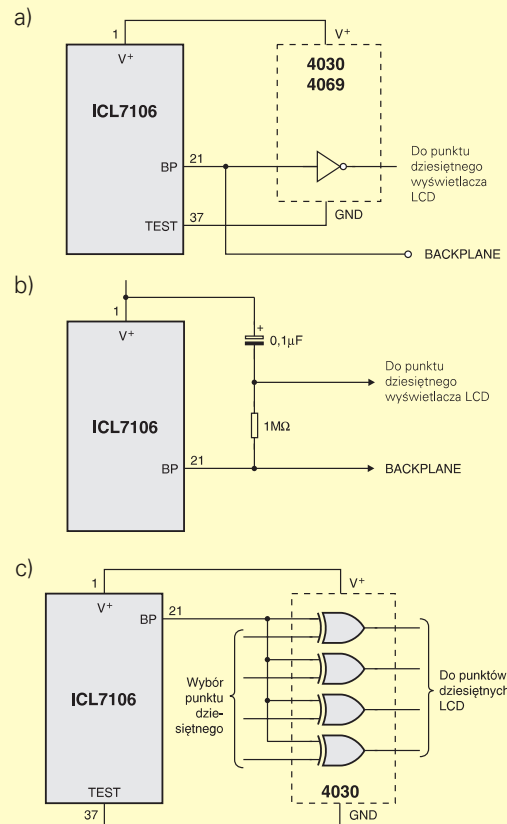
Kostki 7106/07 są naprawdę uniwersalne i można je stosować w wielu różnorodnych, także zupełnie nietypowych aplikacjach. Niekoniecznie muszą pełnić rolę woltomierza o zakresie  $\pm 1,999V$  lub 199,9mV. W wielu zastosowaniach można stosować inne zakresy i inne napięcia odniesienia w zakresie od około 20mV do 2V. Oczywiście stosownie do zakresu mierzonych napięć można skorygować wartość rezystora  $R_{INT}$ , według podanych wcześniej wskazówek. Ponadto wcale niekoniecznie wskazanie wyświetlacza musi być dodatnie, gdy napięcie końcówki IN HI jest wyższe od napięcia końców-

ki IN LO. Czasem potrzebne jest wskazanie odwrotne – nie ma problemu, wystarczy zamienić miejscami końcówki IN LO, IN HI albo REF LO, REF HI.

Ponadto czasem trzeba uwzględnić jakieś stałe napięcie przesunięcia, tak zwany offset. Można to wykonać bez trudu, podając na końcówkę IN LO lub IN HI napięcie stałe o potrzebnej wartości. Dzięki takiej elastyczności układów ICL710X, można w prosty sposób realizować nietypowe zadania.

Na rysunku 19 pokazano dobry przykład takiego wykorzystania. Jest to układ termometru cyfrowego. Pracuje na zasadzie zmiany napięcia na złączu pn pod wpływem temperatury. Wiadomo, że napięcie przewodzenia złącza (diody), wynoszące mniej więcej 600...650mV (zależnie od typu złącza i płynącego prądu), przy wzroście temperatury maleje liniowo o około 2,2mV na każdy stopień Celsjusza. Mamy więc sytuację, że przykładowo w temperaturze 0°C, napięcie wynosi 630mV, a w temperaturze +100°C wyniesie 410mV. Układ z rysunku 19 pozwala uzyskać na wyświetlaczu wskazanie zero. Wystarczy w temperaturze 0°C ustawić z pomocą potencjometru odpowiednie napięcie na końcówce IN HI. Aby w temperaturze +100°C, gdy spadek napięcia na diodzie wynosi 410mV, uzyskać na wyświetlaczu wskazanie 100,0 trzeba z pomocą drugiego potencjometru ustawić napięcie odniesienia równe 220mV. Przy wzroście temperatury napięcie diody maleje – dlatego żeby uzyskać na wyświetlaczu właściwe, dodatnie wskazania, trzeba było niejako zamienić końcówki IN LO, IN HI.

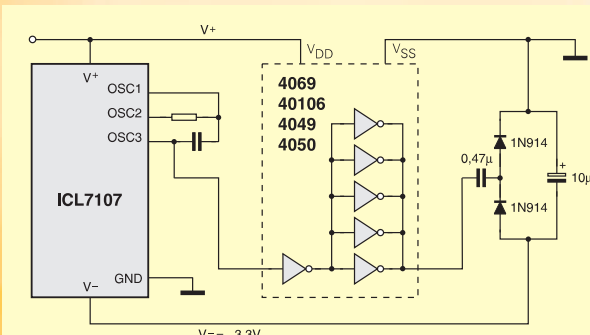
Z kolei rysunek 20 przedstawia inny przykład nietypowego wykorzystania kostki. Pokazano tu układ pomiaru opor-



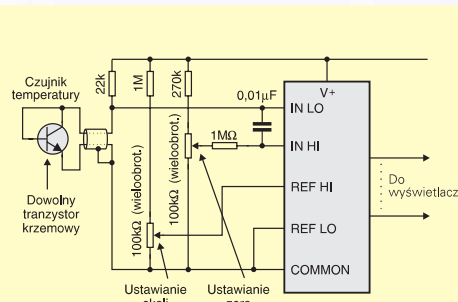
Rys. 17. Sposoby wyświetlania punktu dziesiątego w układzie z kostką ICL7106.

ności. W zasadzie kostka mierzy stosunek napięcia wejściowego do napięcia odniesienia. Można więc wskazanie wyświetlacza rozumieć jako stosunek spadku napięć na dwóch rezystorach. Inaczej mówiąc, procentowy stosunek rezystancji  $R_x$  do  $R_r$ . Warto zwrócić uwagę, że przy zastosowaniu rezystora  $R_{INT}$  o wartości 47kΩ (zakres 199,9mV), trzeba było zastosować szeregowo diody, by końcówki IN LO i IN HI pracowały w dopuszczalnym zakresie napięć wejściowych (porównaj rysunek 7). Przykład z rysunku 20 pokazuje, że kostkę można wykorzystywać także do pomiaru stosunku napięć lub stosunku rezystancji. Wtedy napięcie odniesienia wcale nie będzie stałe – będzie się zmieniać w zależności od warunków. Jest to bardzo cenna zaleta. Na przykład,

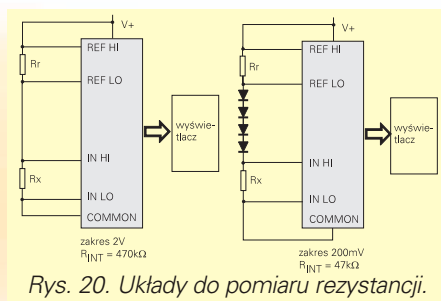
we wszystkich rezystorowych układach mostkowych, napięcie wyjściowe mostka jest proporcjonalne do napięcia stałego zasilającego ten mostek. Właśnie wtedy, zamiast napięcia odniesienia o ustalonej wartości, warto wykorzystać napięcie zasilające mostek (lub część tego napięcia) – niezależnie to wskazania od zmian napięcia zasilania.



Rys. 18. Wytwarzanie ujemnego napięcia zasilającego dla kostki 7107.



Rys. 19. Układ prostego termometru cyfrowego.



Rys. 20. Układy do pomiaru rezystancji.

Ponadto warto zauważyć, że z pomocą kostek ICL710X można wykonać układ realizujący funkcję  $1/x$ . Aby to zrealizować, wystarczy stałe napięcie odniesienia dołączyć do końcówek IN LO i IN HI, natomiast napięcie nieznanne podać na końcówki REF LO i REF HI. Występuje tu jednak istotne ograniczenie. Napięcie podawane na końcówki REF nie może być ani zbyt małe, ani zbyt duże, aby zapewnić właściwą pracę wewnętrznych układów pomiarowych. Pomimo tego istotnego ograniczenia, w pewnych warunkach taki sposób może okazać się pożyteczny.

Warto dokładnie zastanowić się nad „sztuczkami” zastosowanymi w układach z rysunków 19 i 20, bowiem dobrze ilustrują one możliwości kostek ICL710X i pokazują nietypowe, a bardzo pożyteczne sposoby ich wykorzystania.

## Podstawowe parametry

W tabeli 2 podano najważniejsze parametry kostek ICL7106/07.

W podanych wartościach uwagę zwraca bardzo duże tłumienie sygnału wspólnego, wynoszące 86dB. Ale w praktyce ważniejsze są inne parametry. Zwłaszcza bardzo mały prąd zasilania, poniżej 1mA. Kostka 7106 będzie pobierać tyle prądu także przy współpracy z wyświetlaczem (wyświetlacze LCD praktycznie nie pobierają mocy). Cenną zaletą jest niewyobrażalnie mały prąd wejściowy (IN HI, IN LO), a właściwie prąd upływu wejścia, równy 1pA. Tak mały prąd wejściowy umożliwia stosowanie na wejściu rezystora szeregowego o dużej wartości. Często taki rezystor potrzebny jest jako zabezpieczenie (kostka nie ulegnie uszkodzeniu, jeśli przy podaniu zbyt dużego napięcia wejściowego, prąd wejściowy nie przekroczy wartości 1mA). Ponadto rezystor ten ( $1M\Omega$ ), wraz z kondensatorem (10nF) dołączonym do końcówek wejściowych tworzy filtr eliminujący ewentualne zakłócenia, jakie mogłyby indukować się w przewodach i ścieżkach.

Trzeba jednak pamiętać, że przy temperaturze otoczenia równej  $+70^{\circ}\text{C}$  prąd ten wzrośnie do kilkudziesięciu pA, a w przypadku kostki 7107, po jej nagraniu może przekroczyć 1nA.

Ważnym parametrem jest współczynnik cieplny wewnętrznego napięcia odnie-

sienia, wynoszący typowo  $0,008\%/^{\circ}\text{C}$ . W ogromnej większości przypadków taka stabilność napięcia odniesienia wystarczy, ale niekiedy, przy spodziewanych dużych zmianach temperatury trzeba obliczyć, czy wynikający stąd błąd nie jest niedopuszczalnie duży. Dotyczy to zwłaszcza kostki 7107, ponieważ temperatura jej struktury może wahać się znacznie w zależności od ilości zapalonych segmentów (czyli traconej mocy).

Tu daje o sobie znać ważna, a często źle rozumiana sprawa: wielu początkujących elektroników jest zafascynowanych precyzją pomiarów cyfrowych. Rozumują w ten sposób: pomiary są bardzo dokładne, ponieważ wynik podawany na wyświetlaczu zawiera aż cztery cyfry znaczące. Rzeczywiście, rozdzielczość przy maksymalnym wskazaniu 1999 (w zaokrągleniu 2000) wynosi  $1/2000=0,0005=0,05\%$ .

Pięć setnych procenta to świetny wynik! Ale trzeba rozróżnić rozdzielczość wskaźnika od ostatecznej dokładności.

Ostateczna dokładność wcale nie jest tak dobra. Wystarczy policzyć, że na przykład przy zmianie temperatury struktury układu scalonego o  $50^{\circ}\text{C}$  (co jest zupełnie realne w praktyce), przy współczynniku temperaturowym równym  $0,008\%/^{\circ}\text{C}$ , zmiana napięcia odniesienia wyniesie  $50^{\circ}\text{C} \times 0,008\%/^{\circ}\text{C} = 0,4\%$ . Uwzględniając inne możliwe źródła błędów, trzeba się liczyć, że gotowy układ będzie miał dokładność niewiele lepszą niż 1%!

Inaczej mówiąc, rozdzielczość wskaźnika nie będzie w pełni wykorzystana.

O tym fakcie trzeba zawsze pamiętać. Wielu amatorów fascynuje się tylko rozdzielczością przyrządów cyfrowych, a zapomina, że dokładność zależy od kilku czynników, przede wszystkim od stabilności napięcia odniesienia i precyzji zastosowanych dzielników, wzmacniaczy i przetworników. Wystarczy zajrzeć do danych katalogowych jakiegokolwiek multimetru cyfrowego, by się przekonać, że dokładność przy pomiarach napięć zmiennych rzadko jest lepsza niż 1%...

Przykładowo popularny układ scalony ICL7135 jest układem woltomierza 4,5-cyfrowego, czyli ma rozdzielczość  $1/20000 = 0,005\%$ . Układ ten ze zrozumiałych względów nie ma wewnętrznego źródła napięcia odniesienia. Do uzyskania naprawdę dużej dokładności, do współpracy z kostką

ICL7135 należy zastosować źródło napięcia odniesienia o odpowiedniej stabilności oraz przetworniki i dzielniki o odpowiedniej precyzji, w przeciwnym wypadku duża rozdzielczość nic nie pomoże, i takie same efekty uzyska się z układem woltomierza 3,5-cyfrowego.

Jest to naprawdę ważny problem. Bardzo często amatorzy popełniają poważny błąd i w obwodach dzielników napięcia, w tym także w obwodzie napięcia odniesienia (zobacz rysunek 10), stosują tanie i mało stabilne rezystory i potencjometry. Właśnie te elementy mogą wprowadzić i często wprowadzają błąd pomiaru większy, niż błąd powstały wskutek zmian cieplnych napięcia odniesienia.

W tabeli 2 podano, że współczynnik cieplny wewnętrznego napięcia odniesienia wynosi typowo 80ppm/ $^{\circ}\text{C}$  (ppm – parts per million = części na milion =  $1/1000000$ ), czyli  $0,008\%/^{\circ}\text{C}$ . Podanie takiej wartości typowej oznacza, że można spotkać kostki o znacznie gorszym współczynniku (kilkakrotnie większym). Dotyczy to większości kostek ICL7106/07 spotykanych na rynku. Ale przykładowo firma UMC produkuje odpowiedniki tych układów o oznaczeniu UM7106/07 i gwarantuje, że współczynnik cieplny napięcia odniesienia jest lepszy niż 50ppm/ $^{\circ}\text{C}$ , a typowo wynosi 20ppm/ $^{\circ}\text{C}$ . Są to rzeczywiście świetne wartości. Ale jeśli w układzie wytwarzania napięcia odniesienia (zobacz rysunek 10) zostaną użyte popularne rezystory i potencjometry węglowe, to ich parametry zepsują oczekiwaną precyzję. Trzeba bowiem wiedzieć, że rezystory węglowe o dużych rezystancjach mogą mieć współczynnik cieplny rzędu 1000ppm/ $^{\circ}\text{C}$ ! To samo można powiedzieć o popularnych węglowych PR-kach, stosowanych w sprzęcie powszechnego użytku. Dla uzyskania niezbędnej dokładności, stabilności wskaźnika w funkcji temperatury i czasu, w obwodach dzielników napięcia, wzmacniaczy i przetworników,

Tabela 2

Maksymalne napięcie zasilające (ICL7106):	15V
Maksymalne napięcie zasilające (ICL7107):	+6V; -9V względem masy
Zakres temperatur pracy:	0...+70 $^{\circ}\text{C}$
Współczynnik tłumienia sygnału wspólnego:	typ 50 $\mu\text{V/V}$ (86dB)
Szumy własne:	typ. 15 $\mu\text{V}$
Prąd zasilania kostki:	typ 0,8mA, max 1,8mA
Prąd wejść IN LO, IN HI (przy +25 $^{\circ}\text{C}$ ):	typ 1pA, max 10pA
Napięcie końcówki COM względem plusa zasilania:	typ. 2,8; (2,4...3,2V)
Współczynnik cieplny napięcia końcówki COM:	typ 80ppm/ $^{\circ}\text{C}$ (=0,008%/ $^{\circ}\text{C}$ )
Napięcie podawane na wyświetlacz (dotyczy 7106):	typ 5Vpp (4...6Vpp)
Prąd wyjściowy segmentu wyświetlacza (dotyczy 7107):	typ 8mA (16mA dla nóżki 19)

## Najśłynniejsze aplikacje

trzeba stosować dobrej jakości rezystory metalizowane. Krótko mówiąc, powinny to być rezystory o tolerancji 1%. W żadnym wypadku nie należy stosować popularnych węglowych potencjometrów montażowych. Powinny być stosowane potencjometry cermetowe, kryte, najlepiej wieloobrotowe. Najlepiej zastosować popularne wieloobrotowe helitrimy.

### Dalszy rozwój

W artykule omówiono kostki ICL7106 i ICL7107. Są one protoplastami całej rodziny. Z czasem opracowano kostki o jeszcze mniejszym poborze mocy, na przykład ICL7126, ICL7136, ICL7137. Mają one identyczny układ wyprowadzeń i taki sam układ aplikacyjny, jak układy 7106 i 7107. Różnią się tylko poborem prądu zasilania (ICL7106: 0,8mA, ICL7126: typ.0,05mA, max 0,1mA, ICL7136/37: typ 0,07mA, max 0,2mA).

Opracowano także kostki z pamięcią pozwalającą zatrzymać ostatni wynik pomiaru (jest to funkcja zwana HOLD). Jedyłą różnicą jest zmiana ról końcówek nr 1 i 35. Końcówka 35 w układach ICL7116/17 jest plusem zasilania. Nie ma wejścia REF LO (które jest połączone wewnętrznie do końcówki COM). Nóżka nr 1 pełni rolę wejścia sterującego. Gdy nie jest podłączona, układ pracuje normalnie, zwarcie nóżki 1 do plusa zasilania zatrzymuje na wyświetlaczu ostatni wynik (choć układy pomiarowe nadal są aktywne).

Trzeba wiedzieć, że na rynku można spotkać kostki ICL7106/07 lub ich odpowiedniki, mające zwierciadlany rozkład

wyprowadzeń. Chodzi o to, że w praktyce stosuje się różne sposoby montażu: niekiedy układ scalony i wyświetlacze umieszczone są na tej samej stronie płytki drukowanej, a czasem po przeciwnych stronach. Aby ułatwić projektowanie przebiegu ścieżek, oferuje się wspomniane „zwierciadlane” kostki. Mają one w oznaczeniu literkę R. Przykładem są kostki tajwańskiej firmy UMC: oprócz układów UM7106 i UM7107, firma produkuje wersje UM7106R oraz UM7107R. W takiej „lustrzanej” wersji plusem zasilania nie jest nóżka nr 1 tylko nr 40, nóżka POL (MINUS) ma numer 21, a końcówki oscylatora to nóżki 1 – 3.

Przy okazji warto wiedzieć, że ścisłym odpowiednikiem układu ICL7107 jest kostka UM7107A (UM7107AR). Firma UMC produkuje też układ UM7107B (oraz UM7107BR), który przeznaczony jest do zasilania pojedynczym napięciem, i pomimo, że współpracuje z wyświetlaczem, ma obwody zasilania zbudowane tak, jak kostka 7106 – zobacz rysunek 12a.

Firma Maxim poszła jeszcze dalej. Ponieważ w wielu wypadkach dostępne jest tylko jedno napięcie zasilające, równe +5V, a woltomierz ma mierzyć napięcia względem ujemnej szyny zasilającej. Powstały kostki MAX138, MAX139 i MAX140, gdzie niezbędną przetwornicę (porównaj rysunek 18) wbudowano do wnętrza układu scalonego. Układ aplikacyjny jest bardzo podobny do kostek 7106/07, tyle że zastosowano wewnętrzny generator zegarowy, nie wymagający dołączenia elementów zewnętrznych, a końcówki nr 38 – 40 wykorzystano do podłączenia

masy oraz kondensatora niezbędnego do pracy przetwornicy, wytwarzającej ujemne napięcie zasilające. Układ aplikacyjny tych kostek jest niemal identyczny, jak układów 7106/07 – układ MAX138 przeznaczony jest do sterowania wyświetlacza ciekłokrystalicznego, a układy MAX139 i 140 – do wyświetlacza LED (MAX140 współpracuje ze wskaźnikami o podwyższonej jasności – jego prądy wyjściowe wynoszą nie 8...9mA, tylko 2,5mA). W wymienionych układach nie występują tylko elementy wyznaczające częstotliwość oscylatora taktującego (120pF, 100kΩ). Zamiast nich między nóżki 38, 40 należy włączyć kondensator o pojemności 1μF (jeśli będzie to elektrolit, to plusem do końcówki 40), a nóżkę 39 trzeba podłączyć do masy. Ponieważ układ sam wytwarza ujemne napięcie zasilające, trzeba też dołączyć kondensator filt-

rujący (minimum 1μF) między masę,

a końcówkę 26, minusem w stronę końcówki 26. Pojedyncze napięcie zasilające trzeba podać na końcówki nr 1 (plus) i nr 39 (masa). W przypadku kostek MAX139/140 końcówka 21 też powinna być podłączona do masy. Układ MAX138 może być zasilany pojedynczym napięciem 2,5...7V, natomiast MAX139/140 jest zasilany napięciem 5V. Na **rysunku 21** pokazano schemat aplikacyjny kostek MAX138...140.

Dzięki uprzejmości firmy: UNIPROD-COMPONENTS Sp. zo.o. tel/fax (0-32) 38-20-34 ul. Sowińskiego 26 44-100 Gliwice oficjalnego dystrybutora wyrobów firmy Maxim, redakcja EdW otrzymała trochę próbek układów MAX138 do bezpłatnego rozdania wśród Czytelników EdW. Kostki te zostaną udostępnione osobom, które nadeszły do redakcji listy z sensownymi propozycjami ich wykorzystania.

### Podsumowanie

Podany obszerny materiał może wywołać wrażenie, że wykorzystanie kostek ICL7106/07 i pochodnych jest bardzo trudnym zadaniem. Jest wręcz przeciwnie. Kostki te nie sprawiają kłopotów, są odporne na uszkodzenia, nawet przy niezbyt ostrożnym ich traktowaniu. Wystarczy zbudować układ woltomierza cyfrowego napięcia stałego na podstawie rysunków 14 i 15 i będzie on pracował bez żadnych problemów.

Natomiast podane szczegółowe wskazówki pomogą osobom dociekliwym i bardziej zaawansowanym, w pełni wykorzystać walory kostek w wielu nietypowych zastosowaniach. Osoby te powinny pamiętać o trzech zasadniczych zagadnieniach:

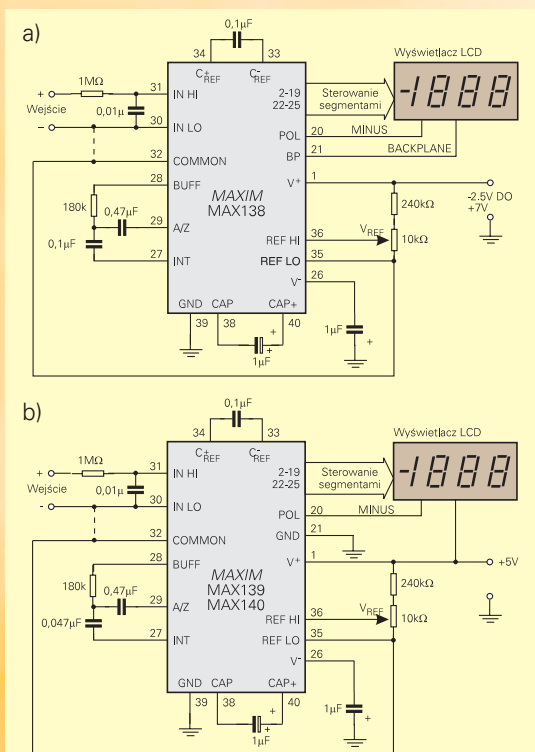
Uwzględnić dopuszczalne zakresy napięć wejściowych i napięć integratora, zgodnie z rysunkiem 7.

Rozróżnić sprawę rozdzielczości i ostatecznej dokładności wskazań

Stosować stabilne rezystory w obwodach napięcia odniesienia i dzielnikach wejściowych.

W wielu zastosowaniach miernik będzie uzupełniony o dodatkowe obwody dzielników, wzmacniaczy, prostowników, itp. Szczegółowe omówienie sposobów dołączania do kostek 7106/07 takich obwodów wykracza poza ramy tego artykułu. Na życzenie Czytelników informacje takie mogą zostać przedstawione w jednym z następnych numerów EdW. Ponieważ temat jest bardzo szeroki, zainteresowani powinni nadesłać do redakcji konkretne pytania i propozycje, jakie ich zdaniem powinny zostać omówione w takim artykule.

(red)



Rys. 21.