

# Uniwersalny termometr-regulator, cz.2

## kit AVT-104/2

Kontynuujemy opis uniwersalnego termometru-regulatora, zapoczątkowany artykułem w EP 8/93, gdzie przedstawiliśmy przetwornik temperatura-napięcie. W tym artykule omówimy blok wyświetlacza oraz zasilanie układu termometru-regulatora.

Dodatkowo, szczegółowo omówimy układ ICL 7107, znajdujący wiele zastosowań jako uniwersalny moduł wskaźnika cyfrowego. Przykłady stosowania tego układu opublikujemy wkrótce na łamach EP.

W kolejnym, trzecim artykule z tego cyklu przedstawimy moduły regulatora i cyfrowego nastawnika temperatury.

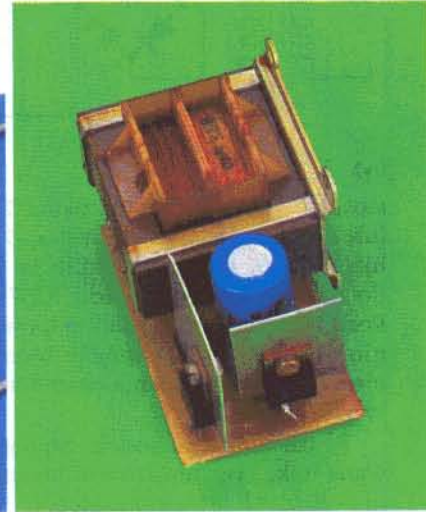


Fot. 1.

### Wybór wyświetlacza

Dwa modele uniwersalnego termometru-regulatora przedstawione na fotografiach zostały wyposażone w wyświetlacze LED o wysokości cyfry 25mm. Ponieważ Czytelnicy mogą mieć trudności ze zdobyciem identycznych wyświetlaczy, przedstawiamy rozwiązanie uniwersalne, umożliwiające użycie dowolnych wskaźników ze wspólną anodą. W artykule przedstawiamy też drugi układ, przeznaczony do sterowania tanich i powszechnie dostępnych wyświetlaczy dwucyfrowych. Wersja ta umożliwi, w zależności od typu wyświetlacza, uzyskanie wysokości cyfr od 12 do 15mm, co zapewni dobry odczyt z odległości nawet 8m, co w zupełności wystarcza do zastosowań domowych.

Dlaczego wybrano wyświetlacze LED? Efekt wizualny świecących wskaźników LED jest dużo lepszy niż „szarych” LCD. Wyświetlacz ciekłokrystaliczny należy polecić tylko tam, gdzie będzie stosowane zasilanie bateryjne (z uwagi na minimalny pobór mocy) oraz w urządzeniach pracujących na otwartej przestrzeni (przy bezpośrednim blasku słońca na typowym



Fot. 2.

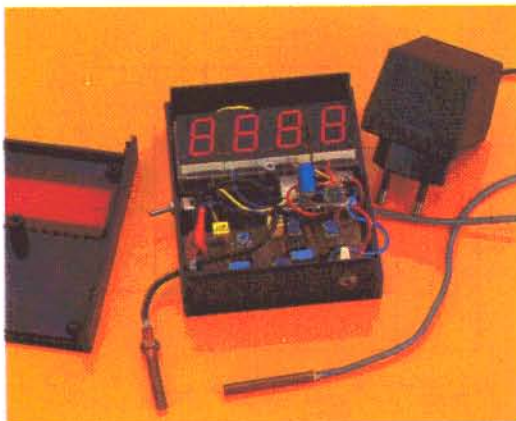
wym wyświetlaczu LED niewiele można odczytać). Obecnie wszędzie, gdzie jest to możliwe, stosuje się wyświetlacze LED ze względu na lepszy odczyt.

### Zasilanie

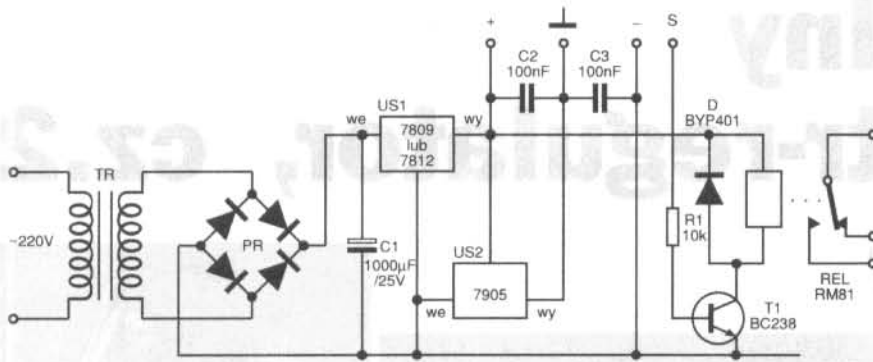
W dalszej części artykułu przedstawimy projekt zasilacza, jednak w typowych zastosowaniach prezentowanego urządzenia (jako termometru domowego) zalecamy stosowanie gotowego zasilacza 9V w obudowie „kalkulatorowej”, takiego jak na fot. 3.

Zasilacz wykonany wg rys. 1 (fot. 2), z miejscem na przekaźnik, zastosujemy raczej do zestawu regulatora temperatury, który szerzej opiszemy dopiero w następnym artykule. Oczywiście, zasilacz ten może być stosowany także do zasilania termometru, zaleca się wówczas odciąć część płytki, przeznaczonej pod przekaźnik (jak na fot. 2). Niemniej jednak zasilacz taki wymaga obudowy większej, niż pokazana na zdjęciach.

Regulator temperatury, ze względu na przekaźnik, trzeba zasilac napięciem 12V. W układzie przedstawionym na rys. 1, jako stabilizator US1 zastosowano układ 7812 lub 78M12. Natomiast sam termometr można zasilac napięciem 12V lub 9V,



Fot. 3.



Rys. 1.

stosując jako stabilizator układ 7809 lub 78M09. Drugi stabilizator, 7905 lub 79M05, dostarcza napięcia +5V do części cyfrowej układu ICL7107. Pozostała część napięcia - odpowiednio -4V lub -7V - napięcie ujemne, niezbędne do działania współpracujących modułów.

Płytką zasilacza została zaprojektowana tak, aby umożliwić stosowanie różnych transformatorów sieciowych.

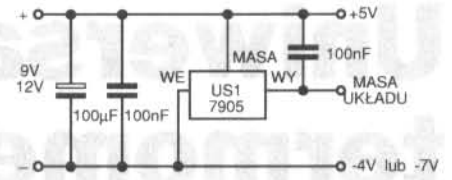
W przypadku stosowania gotowego zasilacza 9V o wydajności prądowej minimum 200mA, wystarczy dołączyć do niego jeden stabilizator 7905, aby uzyskać napięcie 5V (rys. 2). Można to zrobić tak, jak w modelu pokazanym na fot. 3, czyli dołączając radiator z niewielkiego kawałka blachy aluminiowej lub mosiężnej i wykonując montaż przestrzenny.

**Układ wyświetlania**

Układ wyświetlania oparto na układzie scalonym ICL 7107. Nie będziemy szczegółowo omawiać wszystkich parametrów tego układu scalonego (pełny opis katalogowy został zamieszczony w zeszycie USKA 2/92), zwróćmy jednak uwagę na jego

praktyczne cechy. Układy scalone 7107 i 7106 mają zadziwiająco dobre parametry przy stosunkowo niskiej cenie, warto więc, aby każdy elektronik potrafił je zastosować w projektowanych przez siebie układach.

Układ 7107 jest scalonym woltomierzem napięcia stałego, służącym do pomiaru zarówno napięcia dodatniego, jak i ujemnego. Może bezpośrednio sterować wyświetlaczami LED ze wspólną anodą. Do jego działania wystarczy dołączyć tylko kilka zewnętrznych elementów R, C, źródło napięcia dodatniego 5.6V o wydajności min. 200mA oraz źródło napięcia ujemnego 2.9V o wydajności 2mA. Napięcie dodatnie zasilają główną część układów wewnętrznych oraz wyświetlacz. Ponieważ prąd zasilania pojedynczego segmentu LED wynosi 8mA, stąd musi być taka duża wydajność źródła prądu, sam układ 7107 pobiera typowo prąd 0.8mA. Układ może pracować także z pojedynczym napięciem zasilania +5V, ale wówczas zakres napięć wejściowych jest mniejszy (1.5..4V w stosunku do napięcia zasilania) oraz konieczne jest stosowanie zewnętrznego źródła napięcia odniesienia. Stosowanie u-

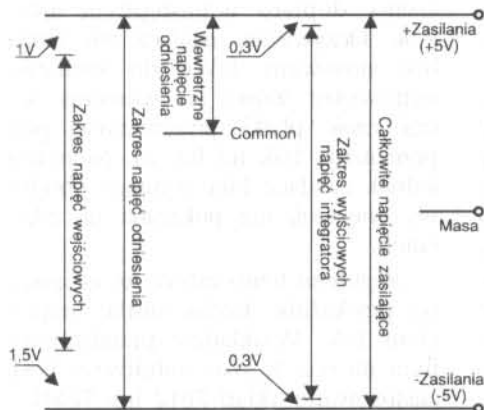


Rys. 2.

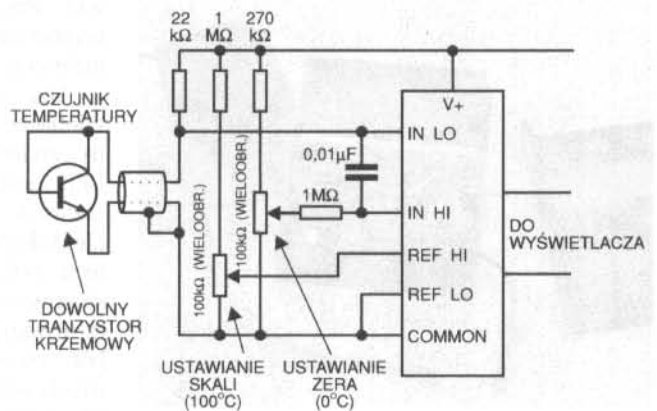
jemnego napięcia zasilającego rozszerza zakres napięć wejściowych oraz umożliwia korzystanie z wbudowanego źródła napięcia odniesienia. Typowo parametry katalogowe układu podaje się przy napięciu zasilania ±5V. Zakres temperatur pracy układu 7107 wynosi 0..70°C.

Układ ma dwa wyprowadzenia wejścia pomiarowego, oznaczane IN LO oraz IN HI. Układy wejściowe pracują poprawnie, gdy napięcia wejściowe są w zakresie od +Uzas-1V do -Uzas+1.5V (rys. 3). Układ wskazuje różnicę napięć między IN HI a IN LO. Oznacza to, że wskazanie będzie takie samo w przypadku, gdy IN HI = +3V a IN LO = +2V, jak w przypadku IN HI = -2.5V a IN LO = -3.5V, bo napięcie różnicowe w obu przypadkach wynosi +1V. Gdy napięcie IN HI jest niższe niż IN LO, na wyświetlaczu zobaczymy wartość tego napięcia ze znakiem „-“. Prądy wejściowe wynoszą typowo 1pA (max 10pA), stąd wynika, że nawet stosowanie na wejściu rezystora 1MΩ nie wpływa na wynik - możemy zatem uznać, że prądu wejściowego nie ma.

Przyjrzyjmy się teraz wyprowadzonom REF HI i REF LO. Są to wejścia napięcia odniesienia. Układ 7107 jest tak zbudowany, że pokazuje na wyświetlaczu 1000, gdy napięcie wejściowe  $U_{IN HI} - U_{IN LO}$  równa się  $U_{REF HI} - U_{REF LO}$ . Oznacza to, że jeśli



Rys. 3.



Rys. 4.

różnica napięć REF HI i REF LO będzie równa np. 100,0mV, to wskazanie przy 100,0mV na wejściu będzie równe 1000. Wystarczy więc „zapalić” odpowiedni punkt dziesiąty na wyświetlaczu (używając rezystora kilkaset  $\Omega$ ) a otrzymamy miliwoltomierz o zakresie  $\pm 199,9mV$ . Można także stosować inne wartości napięcia odniesienia (np. 1V) dla innych aplikacji.

W naszym układzie przetwornika temperatury mamy współczynnik 10mV/K, zatem musimy ustawić napięcie odniesienia 100deg x 10mV/K = 1,000V. Można także zrobić prostszy, ale niezbyt dokładny termometr wg rys. 4. Ponieważ współczynnik cieplny złącza p-n wynosi ok. - 2,2mV/K, należy więc, aby otrzymać wskazanie 100,0, ustawić napięcie różnicowe (REF HI - REF LO) około  $2,2mV \times 100 = 220mV$ . Jak z tego widać, takie rozwiązanie zadawania napięcia odniesienia jest bardzo wygodne w wielu zastosowaniach. Trzeba jeszcze dodać, że napięcie odniesienia może mieścić się w całym zakresie napięcia zasilania, np. REF HI = +5,000V i REF LO = +4,900V, jak również np. REF HI = +0,100V i REF LO = 0,000V (rys. 3).

Dla ułatwienia życia użytkownikom, w układzie 7107 (także 7106) znajduje się wyprowadzenie oznaczone COMMON (wspólny). Końcówka ta ma kilka ciekawych właściwości. Przede wszystkim przy całkowitym napięciu zasilania powyżej 7V, między linią „+” zasilania a końcówką COMMON występuje bardzo dobrze stabilizowane napięcie rzędu 2,4...3,2V (dokładna jego wartość zależy od egzemplarza i producenta układu). Współczynnik temperaturowy tego napięcia jest bardzo mały, np. jeden producent (Intersil) podaje typową wartość 80ppm/K (1ppm - jedna milionowa część), inny (Maxim) - 75ppm/K, a znaleźliśmy także katalog producenta (UMC), podającego jako typową wartość 20ppm/K oraz wartość maksymalną 50ppm/K.

Pozwólmy sobie w tym miejscu na małą dygresję. Co oznacza podanie tylko wartości typowej? Jest to niestety przykry dla użytkownika „chwyt” producenta. Ponieważ w katalogu producent nie podaje gwarantowanej wartości maksymalnej, więc gdy trafi się egzemplarz z kilkukrotnie gorszym (tj. większym)

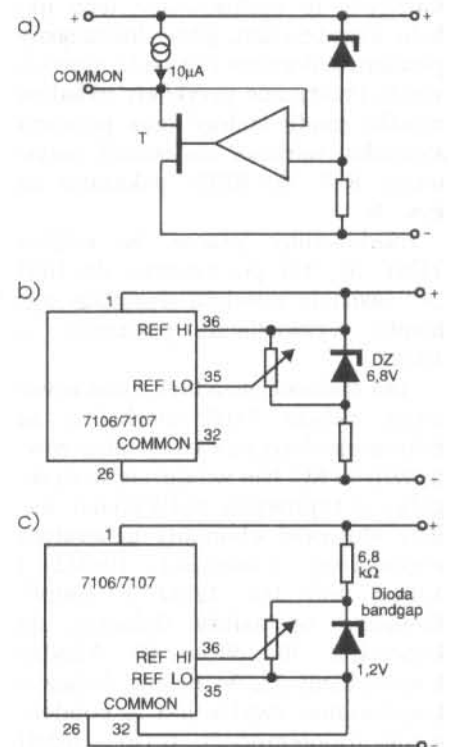
współczynnikiem, nie możemy mieć pretensji. Na uwagę zasługują więc, w tym przypadku, układy trzeciego producenta (UMC), gwarantującego maksymalny współczynnik 50ppm/K.

Wracając do analizy parametrów układu zauważmy, że układ ma maksymalne wskazanie 1999, więc rozdzielczość wynosi  $1/2000 = 0,0005 = 500ppm$ . Przy typowym współczynniku 80ppm/K zmiana temperatury struktury układu scalonego o 7°C daje zmianę napięcia odniesienia  $7^\circ C \times 80ppm/K = 560ppm$ , co spowoduje zmianę wskazania o 1. Zmiany temperatury struktury biorą się ze zmian temperatury otoczenia oraz, co bardziej istotne, z wydzielania ciepła wewnątrz układu wskutek przepływu prądów sterujących wskaźnikami LED. Przy wskazaniu 1000 prąd płynie przez 20 segmentów, a przy wskazaniu 1111 tylko przez 8. Oznacza to dużą różnicę wydzielonego ciepła i spore różnice temperatury struktury, a więc i wartości wewnętrznego napięcia odniesienia. Właśnie, między innymi, ze względu na ten efekt w układzie termometru zastosowano oddzielne źródło napięcia odniesienia umieszczone na płytce przetwornika temperatury. Z drugiej strony, niedokładność wynikająca ze zmian termicznych może być pominięta w wielu typowych zastosowaniach domowych, zwłaszcza przy zastosowaniu układów scalonych o mniejszym współczynnikiem temperaturowym napięcia. W układzie 7106, przeznaczonym do współpracy z wyświetlaczem LCD, efekt ten nie występuje, z uwagi na małe prądy.

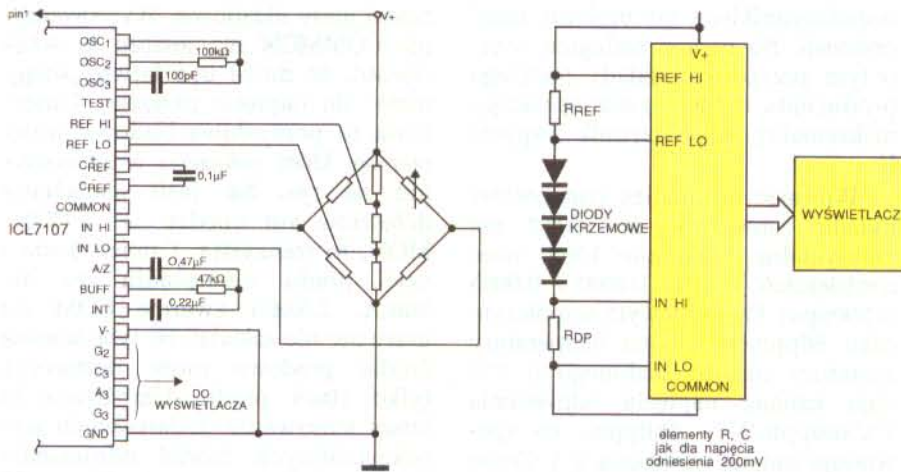
Jak jednak korzystać z końcówki COMMON? Jak podaliśmy, napięcie na niej jest ok. 3V niższe niż napięcie „+” zasilania. W większości układów (woltomierze) mierzymy napięcia „obce”, nie połączone galwanicznie z naszymi napięciami zasilającymi. Wygodnie jest wtedy wykorzystać końcówkę COM i dołączyć do niej końcówki REF LO i IN LO. Wtedy COM faktycznie pełni rolę końcówki wspólnej i dla sygnałów mierzonych stanowi swego rodzaju masę. Szczególnie jest to użyteczne w układzie 7106, zasilanym tylko jednym napięciem rzędu 9V. W naszym układzie zasilanie jest symetryczne i tych własności końcówki COM nie wykorzystujemy, łącząc wszystkie wymienione końcówki do

naszej masy układowej. Wyprowadzenie COMMON ma jeszcze tę właściwość, że może być łatwo „ściągnięte” do napięcia niższego. Umożliwia to pomysłowa budowa wewnętrzna, którą pokazano w uproszczeniu na rys. 5a. Jeśli obciążenie dołączone jest między „+” a COMMON, to tranzystor T może dostarczyć prądu o natężeniu do ok. 30mA. Z kolei zwarcie COM do masy nic nie szkodzi, bo wbudowane źródło prądowe może dostarczyć tylko 10 $\mu A$  prądu. Umożliwia to łatwe stosowanie dodatkowych wysokostabilnych źródeł odniesienia o napięciach większych (rys. 5b) lub mniejszych (rys. 5c) od wewnętrznego napięcia odniesienia ok. 3V. W związku z zasadą pracy wewnętrznych bloków układu scalonego jeśli to jest możliwe, lepiej jest łączyć COM z IN LO i REF LO. Gdy to jest niemożliwe, układ będzie także pracował poprawnie - chodzi tu o eliminację napięć wspólnych w fazie automatycznego zerowania układu. Ogólnie tłumienie wejściowych napięć wspólnych jest bardzo dobre i wynosi typowo 86dB.

Przy omawianiu wejść IN HI, IN LO należy jeszcze wspomnieć, że choć zakres użytecznych napięć do poprawnej pracy jest mniejszy niż napięcie zasilające (rys. 3), to uk-



Rys. 5.



Rys. 6.

ładowi nic się nie stanie, jeśli napięcia te będą w pełnym zakresie napięcia zasilania. Napięcie wejściowe może nawet wyjść poza napięcie zasilania, byleby tylko ograniczyć prąd wejściowy do wartości poniżej  $\pm 0,1\text{mA}$ . Tam, gdzie napięcia wejściowe mogą znacznie przekroczyć napięcie zasilania układu, należy stosować szeregowo rezystory zabezpieczające.

Wiele już wiemy o układzie 7107. Dla pełnej jasności trzeba jeszcze podać, że układ 7107 mierzy właściwie iloraz (stosunek) różnicowego napięcia wejściowego i różnicowego napięcia odniesienia. Umożliwia to zastosowanie tego układu wszędzie tam, gdzie dokonujemy pomiarów ilorazowych bądź mostkowych. Praktyczne przykłady układów mostka prądu stałego oraz pomiaru stosunku wartości rezystancji rezystorów RDP do RREF pokazano na rys. 6.

Nadmienimy jeszcze, że wejście TEST (n. 37) po zwarceniu do linii „+” zasilania zaświeca wszystkie segmenty wyświetlacza pokazując „-1888”.

Dla realizacji urządzeń z zastosowaniem układu 7107 niezbędne są informacje dotyczące elementów zewnętrznych RC. Nie wdając się w szczegóły, w typowych aplikacjach należy stosować elementy generatora zegarowego o wartości  $100\text{k}\Omega$  i  $120\text{pF}$  lub też  $120\Omega$  i  $100\text{pF}$ . Elementy te należy dołączyć do końcówek 38, 39 i 40. Między końcówkami 32, 34 należy dołączyć kondensator, zwykle jest to kondensator o pojemności  $0,1\mu\text{F}$ . Jeżeli jednak końcówka REF LO nie jest połączona z COM i wybraliśmy ma-

ły zakres  $200\text{mV}$ , to wartość pojemności tego kondensatora należy zwiększyć do  $1\mu\text{F}$ . Wartość ta ma pewien, niewielki zresztą wpływ na błąd niesymetrii - różnicy pomiarów takich samych napięć dodatnich i ujemnych.

Nieco większej uwagi wymagają elementy dołączone do końcówek 27, 28, 29. Przy wyprowadzeniu 29 znajduje się kondensator autozerowania. Dla zakresu pomiarowego  $\pm 200\text{mV}$  powinien być to kondensator rzędu  $0,47\mu\text{F}$ , ze względu na szumy układu; dla zakresu  $\pm 2\text{V}$  - kondensator  $47\text{nF}$ . Dobór tego kondensatora nie jest krytyczny.

Elementy przy końcówkach 27 i 28 to rezystor i kondensator integratora. Kondensator ten w poszczególnych fazach ładuje się i rozładowuje przez rezystor. Ponieważ wewnętrzny układ sterujący jest w stanie dostarczyć tylko  $20\mu\text{A}$  przy dobrej liniowości, to w zależności od zakresu napięcia wejściowego należy użyć rezystora  $470\text{k}\Omega$  dla zakresu  $2\text{V}$  oraz  $47\text{k}\Omega$  dla zakresu  $200\text{mV}$ . Dla pośrednich wartości należy proporcjonalnie dobrać ten rezystor.

Poświęćmy nieco więcej uwagi kondensatorowi integratora. Wyprowadzenie 27 jest właśnie wyjściem integratora. Na tym wyprowadzeniu występuje przebieg narastający i opadający, podobny nieco do piły. Warunkiem poprawnej pracy układu jest takie dobranie kondensatora integratora, aby napięcie na tym wyprowadzeniu mieściło się w liniowym zakresie pracy. Liniowy zakres to napięcia od + zasilania -  $0,3\text{V}$  do - zasilania +  $0,3\text{V}$ . Ilustruje to rys. 3. Od rezystora i kondensatora integratora oraz od częstotli-

wości zegarowej zależy amplituda przebiegu na wyjściu integratora. Zaleca się, aby amplituda ta była jak największa, byleby tylko nie wejść w obszar nasycenia ( $0,3\text{V}$  od każdego napięcia zasilającego). Często dobiera się tę amplitudę ok.  $2\text{V}$ . Posiadacze oscyloskopu przy dobieganiu kondensatora integratora mogą sprawdzić przebiegi na n. 27 podając na wejście napięcie  $0\text{V}$  oraz maksymalne i minimalne napięcie zakresu ( $\pm U_{\text{zakr}}$ ). Częstotliwość powtarzania takich przebiegów integratora przy podanej częstotliwości zegarowej wynosi ok.  $2,5$  na sekundę - co także oznacza  $2,5$  pomiaru na sekundę.

Przy niektórych, nietypowych zastosowaniach, można się tu jednak „naciąć”. Powiedzieliśmy, że zaleca się, aby amplituda na wyjściu integratora była jak największa. Wcześniej powiedzieliśmy, że wejście różnicowe pracuje poprawnie gdy napięcia na nim są o  $1\text{V}$  niższe od dodatniego napięcia zasilającego i  $1,5\text{V}$  wyższe od ujemnego (rys. 3). Wyobraźmy sobie sytuację, gdy  $U_{\text{IN HI}} = 2,001\text{V}$ ,  $U_{\text{IN LO}} = 4,000\text{V}$ , a zasilanie jest równe  $\pm 5\text{V}$ . W fazie ładowania kondensatora integratora napięciem wejściowym (ściśle biorąc, jest to faza całkowania napięcia wejściowego) można przyjąć, że integrator jest dołączony do zacisków wejściowych. Pokazuje to, w dużym uproszczeniu, rys. 7. Ponieważ  $U_{\text{IN LO}} = 4,000$  oraz  $U_{\text{IN HI}} = 2,001\text{V}$ , przez rezystor R płynie prąd w kierunku pokazanym strzałką, a napięcie na wyjściu rośnie. Powiedzieliśmy, że liniowy zakres napięcia wyjściowego integratora sięga  $0,3\text{V}$  poniżej dodatniego napięcia zasilającego. Wynika stąd, że napięcie wyjściowe integratora może liniowo wzrosnąć tylko o  $0,7\text{V}$ , potem się nasyci - wyświetlacz woltomierza zamiast właściwego wyniku pokaże wartość dużo mniejszą. Gdy więc planujemy pracę przy takich skrajnych wartościach wspólnego napięcia wejściowego, należy zwiększyć kondensator integratora, aby napięcie wyjściowe nie weszło w nasycenie. Dla porządku dodajmy, że niektórzy producenci podają zakres napięć wejściowych jeszcze szerszy: od  $+U - 0,5\text{V}$  do  $-U + 1\text{V}$ . Tym bardziej należy wtedy uważać na opisaną pułapkę.

Kłopotów tych unikniemy łącząc IN LO z wyprowadzeniem COM,



POL (znak minus) należy dołączyć do segmentu g, a wyprowadzenie AB (pierwsza cyfra 1) z segmentami (uwaga!) b i c wyświetlacza. Wyprowadzenia A1-G1 to cyfra jednostek, a A3-G3 to setki.

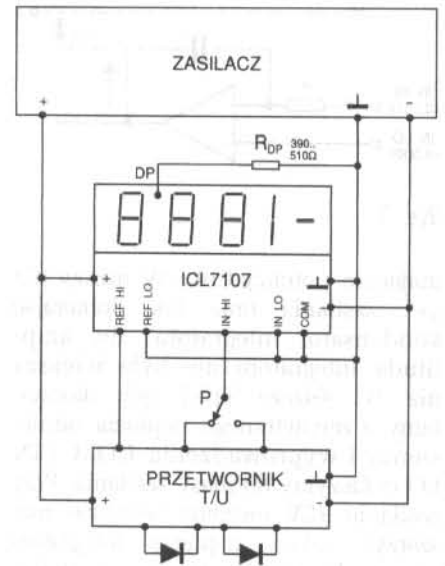
Moduł wyświetlacza, przetwornik temperatury i zasilacz należy połączyć ze sobą wg schematu z rys. 11. Jeżeli przetwornik temperatury był kalibrowany wg opisu z EP 8/93, to termometr od razu będzie wskazywał właściwą temperaturę.

**Montaż**

Montaż płytki z rys. 10 nie sprawi kłopotu. Należy tylko zauważyć, że brak otworu pod n. 37 (TEST). Wyprowadzenie to nie jest wykorzystywane i należy je podciąć pod układ scalony. Jako potencjometr TR, ustawiający napięcie odniesienia w uniwersalnym układzie aplikacyjnym, można zastosować jeden z wielu dostępnych typów wielobrotowych potencjometrów. Można także użyć lepszej klasy (cermetowych) jednoobrotowych PR-ków, lecz wówczas należy zastosować rezystor R2. Konieczne jest wtedy przecięcie ścieżki pod R2 - przy wielobrotowych zwykle R2 nie jest stosowany. Rezystory R1 i R2 powinny być rezystorami metalizowanymi MFR lub, ostatecznie, MŁT, ale uwaga, że względu na stabilność nie mogą to być rezystory węglowe. W przypadku wykorzystywania wewnętrznego napięcia odniesienia jest konieczne także przecięcie ścieżki w punkcie X. Bez tego wyprowadzenia COM, IN LO i REF LO są zwarte do masy. Puste miejsca i otwory od plusa zasilania umożliwiają zastosowanie w liniach zasilania anod wyświetlacza diody o prądzie przewodzenia 1A lub rezystora 5,1Ω. Umożliwia to zmniejszenie mocy strat układu scalonego. Szczegóły zawiera katalog USKA 2/92.

Płytkę z rys. 9 należy poświęcić więcej uwagi. Jest to konstrukcja maksymalnie zwarta i stąd montaż

dwustronny. Bardzo ważne jest, zaraz na wstępie, wlotowanie zwojów, gdyż po zamontowaniu elementów nie będzie już do nich dostępu. Przede wszystkim trzeba podać na anody wskaźników napięcie „+“ zasilania - a więc wlotować dwie zwory pomiędzy pola (punkty lutownicze) oznaczone literami A, A, A. W przypadku stosowania płytki do termometru, odwrotnie niż jest to w płytce z rys. 10, należy wykonać zworę B, łączącą masę z połączonymi końcówkami COM, IN LO, REF LO. Następnie zamontować od strony elementów Cosc, Cref, Cint, Rint, C<sub>AZ</sub>. Teraz, również od strony elementów, należy wlotować podstawkę DIL 40. Prawdopodobnie nóżki tej podstawki będą za bardzo wystawać, wobec tego od strony druku należy je „przystrzyć“, umożliwi to łatwe zamontowanie układu 7107. **Układ ten należy włożyć od strony druku.** W zależności od typu podstawki użytej pod wyświetlacze może okazać się konieczne skrócenie nóżek 1-20 układu scalonego. Niewłaściwe (odwrotne) włożenie układu scalonego może nas narazić na stratę, bowiem układ wlotowany od strony druku praktycznie biorąc nie daje się wylutować. Dla ułatwienia montażu i wyeliminowania pomyłki oznaczono skrajne końcówki układu scalonego 1 i 40. Rezystor Rosc może być wlotowany od strony elementów, ale gdy jako TR zastosujemy krajowy CT32, to z braku miejsca Rosc trzeba umieścić od strony druku. Rezystory R1 i R2 (jeśli są używane) powinny być lutowane od strony druku. W przypadku stosowania R2 należy przeciąć ścieżkę w punkcie X. Zwory łączące punkty C-C, G-G należy wykonać od-

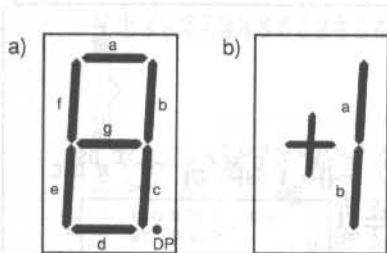


Rys. 11.

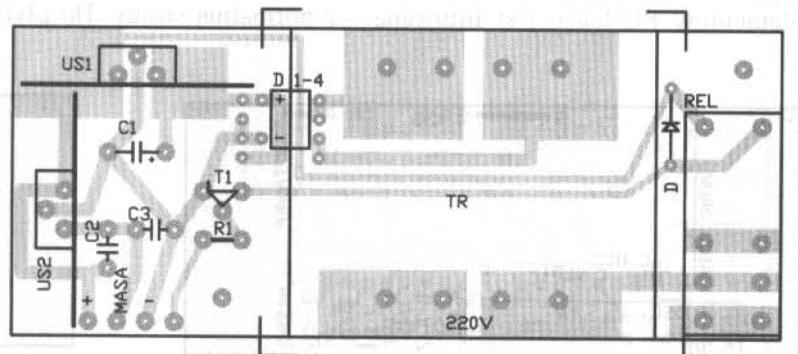
zinkami przewodu, umieszczając je od strony elementów z ominięciem podstawki. Rezystor DP należy lutować od strony druku między masą i jednym z 4 wyprowadzeń punktów dziesiętnych. Wyświetlacze należy umieścić w podstawce zwracając uwagę na to, że nie wszystkie jej kontakty są wykorzystane.

Przy montażu zasilacza z rys. 1, według schematu montażowego przedstawionego na rys. 13, w pierwszej kolejności należy wlotować diodę przy przełączniku i mostek prostowniczy (B40C800 lub 4 diody). Jako radiatorów należy użyć kawałków blachy aluminiowej grubości 0,5 - 1mm. Mocowanie płytki umożliwiają dwa otwory Ø2,4mm. Jeśli użyty transformator ma blaszane obejmy z nóżkami, wystarczy mocować transformator do podstawy obudowy.

Piotr Górecki, AVT



Rys. 12.



Rys. 13.