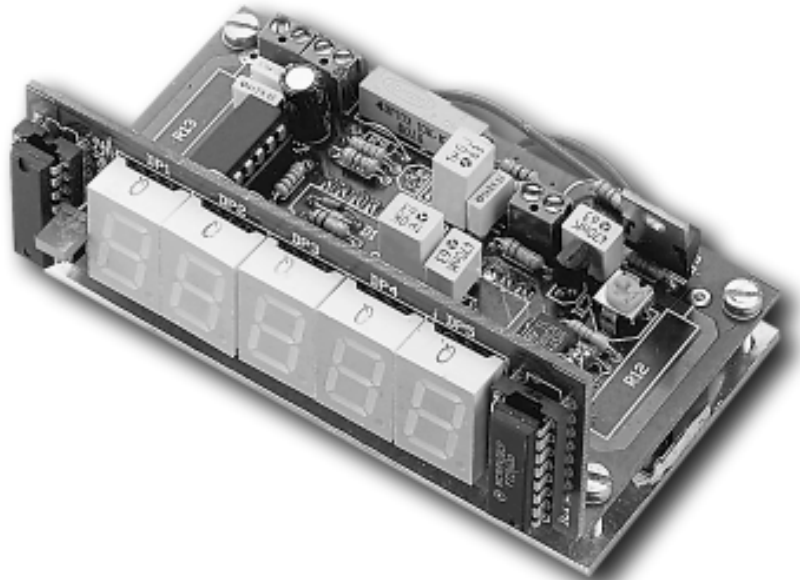


Uniwersalny miliwoltomierz 4,5 cyfry

kit AVT-424



Poza podstawową funkcją, jaką jest pomiar małych napięć stałych, miliwoltomierz cyfrowy może być użyty w konstruowaniu, nawet bardzo rozbudowanych, przyrządów pomiarowych mierzących wartości elektryczne i nieelektryczne.

Po dodaniu zaledwie kilku elementów możemy na bazie tego miliwoltomierza zbudować prosty, lecz bardzo dokładny miernik temperatury, ciśnienia czy wilgotności. Taki miliwoltomierz stanowi także wyposażenie wszelkiego rodzaju zasilaczy laboratoryjnych, w których służy do pomiaru napięcia na wyjściu zasilacza i pobieranego z niego prądu.

Pora, aby autor wytłumaczył się, dlaczego „podpuszcza” Czytelników do budowy kolejnego miliwoltomierza, jeżeli w ofercie AVT znajduje się już kilka podobnych urządzeń. Ośmielam się jednak twierdzić, że proponowany przeze mnie układ odznacza się jednak wyjątkową dokładnością i może służyć jako przyrząd pomiarowy w nawet bardzo zaawansowanych konstrukcjach.

Opisywane w EP miliwoltomierze w większości były zbudowane z wykorzystaniem, wielokrotnie już opisywanego w pismach AVT, układu scalonego ICL-7107. Prostota jego aplikacji jest niedościgniona: kostka ICL7107 z kilkoma elementami dyskretnymi daje nam gotowy miliwoltomierz, który można zbudować dosłownie w ciągu kilkunastu minut. Prostotę konstrukcji psuje jedynie konieczność dobudowania przetwornicy wytwarzającej napięcie ujemne względem masy układu, czyli do-

kanie jeszcze jednego układu scalonego (sześć inwerterów), na szczęście wyjątkowo taniego i łatwego do zdobycia. Proponowany układ został zbudowany z wykorzystaniem układu scalonego ICL7135, „młodszego brata” układu ICL-7107, produkowanego przez tę samą firmę (HARRIS). Zanim jednak przejdziemy do szczegółowego opisu tej kostki, podajmy podstawowe różnice między ich aplikacjami. Porównanie przeprowadzimy z uwzględnieniem opłacalności zastosowania nowej konstrukcji, metodą „wady i zalety”.

Zalety modułu AVT-424

- Dziesięciokrotnie większa rozdzielczość pomiaru, w porównaniu z konstrukcjami opartymi na ICL7107.
- Dodatkowe wejścia i wyjścia układu 7135: RUN/HOLD, OVERANGE, UNDERANGE i BUSY. Możliwości wykorzystania tych wejść/wyjść omówimy w dalszej części artykułu, ale już teraz warto wspomnieć, że umożliwiają one budowę zautomatyzowanych przyrządów pomiarowych, wyposażonych np. w automatyczną zmianę zakresów, a nawet możliwość współpracy układu z systemami mikroprocesorowymi.

Tab. 1. Podstawowe dane techniczne układu ICL7135.

	Min.	Typ.	Max.
Dodatnie napięcie zasilania	+4V	+5V	+6V
Ujemne napięcie zasilania	-3V	-5V	-8V
Prąd zasilania +5V		1,1mA	3mA
Prąd zasilania -5V		0,8mA	3,0mA

Wady modułu AVT-424

Są to właściwie dodatkowe komplikacje, na jakie napotkamy przy budowie omawianego układu.

ICL7107 jest układem całkowicie samodzielnym, a do wykorzystania jego wszystkich możliwości było konieczne jedynie dodanie prostej przetwornicy +5VDC/3,3VDC.

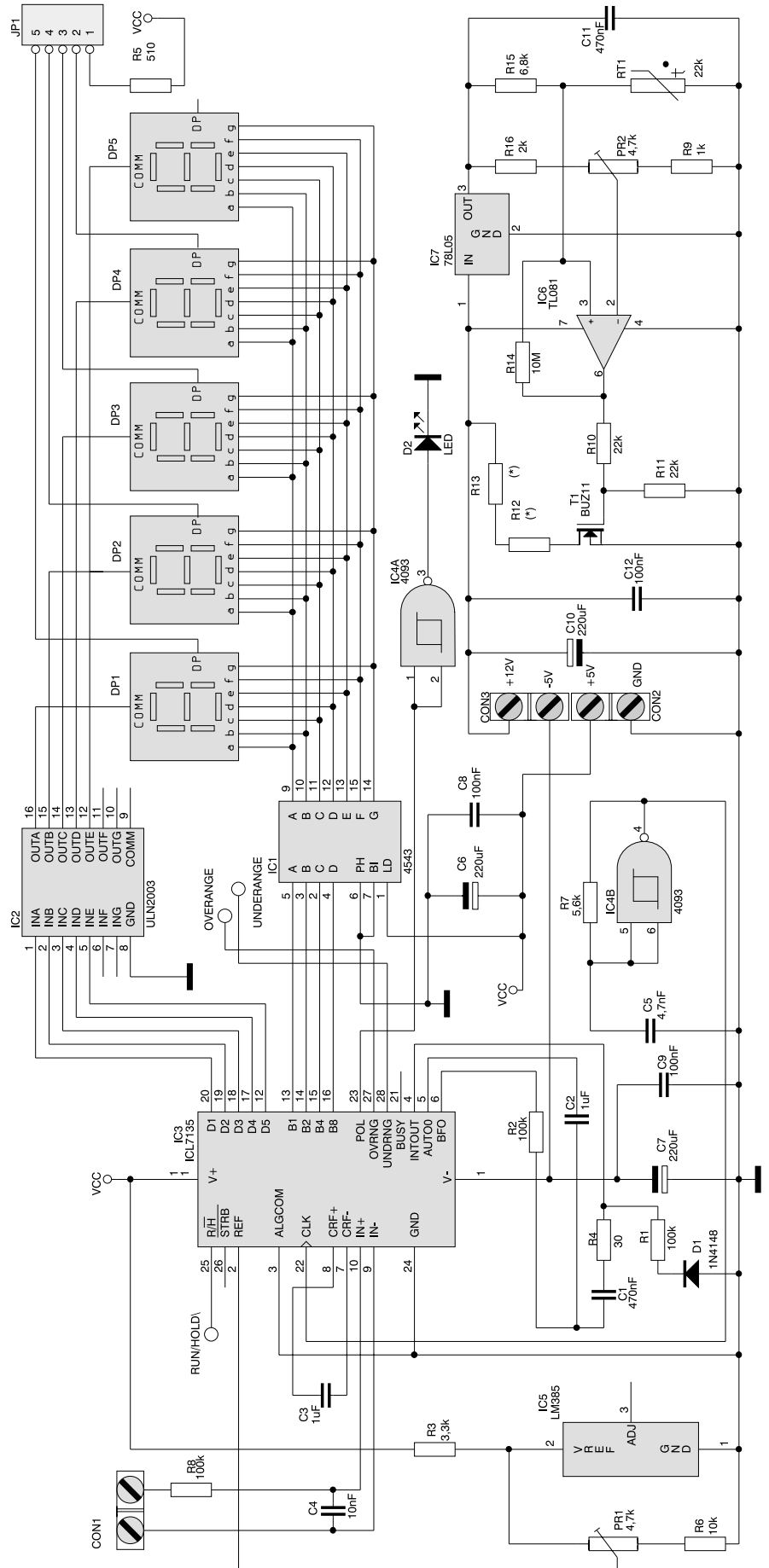
Inaczej jest w przypadku układu realizowanego na ICL7135. Ten układ potrzebuje „do życia” co najmniej trzech, a w naszym przypadku aż czterech dodatkowych układów scalonych.

Konieczność zastosowania dodatkowych układów najczęściej powoduje zwiększenie wymiarów płytki obwodu drukowanego, a tym samym zwiększenie kosztów budowy urządzenia. Ale uważa: w przeciwieństwie do 40-nóżkowej obudowy ICL7107, struktura układu ICL7135 została „upakowana” w obudowę 28-nóżkową.

Z punktu widzenia projektanta płytki obwodu drukowanego zapewnia to dodatkowe miejsce do umieszczenia jednego lub nawet dwóch układów scalonych.

Układ ICL7107 steruje wyświetlaczami w trybie statycznym, co oznacza, że wszystkie aktualnie potrzebne segmenty wyświetlaczy są włączone jednocześnie. Ten tryb pracy nie narzuca szczególnie wysokich wymagań zastosowanym wyświetlaczom: mogą to być elementy o przyzwoitej, lecz niekoniecznie najwyższej jakości. Zupełnie inaczej wygląda sprawa w przypadku opisywanego układu. ICL7135 pracuje w trybie wyświetlania multipleksowego, co oznacza, że w danym momencie jest włączony tylko jeden wyświetlacz, obserwowany przez 1/5 czasu trwania całego cyklu wyświetlania. Tu już nie ma miejsca na wyświetlacze firmy „krzak” lub podobną tandetę. Konieczne jest zastosowanie wyświetlaczy o bardzo dobrej jakości, produkowanych przez renomowaną firmę. Zastosowanie byle jakich wyświetlaczy z pewnością doprowadzi do zmniejszenia czytelności cyfr.

Do czego nasz miliwoltomierz może posłużyć? Zastosowanie go na przykład do monitorowania napięcia wyjściowego lub prądu



Rys. 1. Schemat elektryczny układu.

pobieranego z zasilacza warsztatowego byłoby, oczywiście ekonomicznie i technicznie nieuzasadnione. Nasz układ może znaleźć zastosowanie wszędzie tam, gdzie naprawdę potrzebna będzie duża rozdzielczość pomiaru, większa o rząd wielkości od rozdzielczości zapewnianej przez popularne mierniki uniwersalne. Autorowi, zajmującemu się głównie techniką cyfrową, moduł AVT-424 z pewnością nigdy nie będzie potrzebny, ale może być użyteczny dla kolegów zajmujących się techniką analogową i dokonujących pomiarów wartości elektrycznych.

Należy jeszcze zwrócić uwagę na jeden fakt: dokładność przetwarzania przetwornika dołączanego do naszego modułu musi być równa lub większa od rozdzielczości budowanego obecnie woltomierza. Jeżeli bowiem dołączymy nasz układ np. do modułu pomiaru temperatury o dokładności 1%, to równie dobrze moglibyśmy, nie narażając się na dodatkowe koszty i pracę, zastosować miliwoltomierz z ICL7107, ponieważ i tak pierwsza cyfra (najmniej znacząca) 4,5-cyfrowego woltomierza nie niesłaby żadnej istotnej informacji.

Opis działania układu

Schemat elektryczny proponowanego układu został przedstawiony na rys. 1. Zajmijmy się teraz układem miliwoltomierza 4,5-cyfrowego - ICL7135. Nie obawiajcie się, drodzy Czytelnicy, nie mam zamiaru zbyt szeroko rozwinąć się na temat tego interesującego układu. Został on bowiem bardzo wyczerpująco opisany w biuletynie USKA UA5/1995, dostępnym w AVT (także jako kserokopia wybranych stron). Tam konstruktorzy pragnący wykorzystać tę kostkę we własnych projektach znajdują wyczerpujące informacje na jej temat (ok. 10 stron A4). My natomiast omówimy jedynie w skrócie jej parametry, dostarczając Czytelnikom tylko tyle informacji, ile jest potrzebnych do zrozumienia zasady działania modułu AVT-424.

Układ ICL7135 jest przetwornikiem analogowo-cyfrowym wyposażonym w multipleksowane wyjścia BCD, przeznaczonym do stosowania we wszelkiego typu elek-

tronicznej aparaturze pomiarowej. Wszystkie niezbędne do pracy miliwoltomierza elementy zostały umieszczone w jednym układzie CMOS, który do działania potrzebuje tylko kilku elementów zewnętrznych: źródła napięcia odniesienia, układu generującego sygnał zegarowy i sterownika wyświetlaczy siedmiosegmentowych.

Układ 7135 cechuje duża dokładność przetwarzania, z kompensacją zera lepszą niż $10\mu\text{V}$, dryfem termicznym zera mniejszym od $1\mu\text{V}/^\circ\text{C}$, maksymalnym wejściowym prądem polaryzacji 10pA i błędem symetrii mniejszym niż jedna jednostka. Uniwersalność układu zwiększa kilka dodatkowych wejść i wyjść, umożliwiających pracę w bardziej złożonych systemach, w tym w mikroprocesorowych. Odnosi się to do linii sygnałowych !STROBE, OVERRANGE, UNDERRANGE, RUN/HOLD i BUSY, umożliwiających sprzężenie z układami mikroprocesorowymi lub UART.

W prezentowanym urządzeniu kostka ICL7135 została wykorzystana w najbardziej typowej i pozbawionej zbędnych dodatków aplikacji. Opis części analogowej układu na razie pominiemy, ponieważ zajęłoby zbyt wiele miejsca, niewiele wnosząc do zrozumienia zasady działania woltomierza. Przyjmijmy, że producent opracowując aplikację fabryczną wiedział co robi, a wyjątkowo dociekliwych Czytelników odsyłamy do wspomnianego już biuletynu USKA. Zajmijmy się natomiast częścią cyfrową, której opis może zainspirować wielu Czytelników do wykonania interesujących modyfikacji i rozbudowy układu miliwoltomierza.

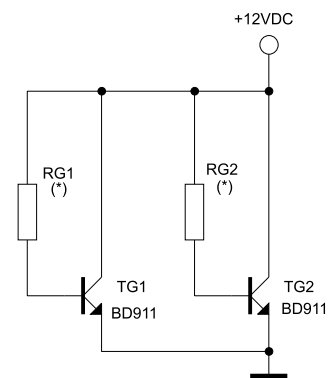
A więc po kolei:

- Wyjścia D1..D5 są wyjściami sterującymi pracą wyświetlaczy LED. Na tych wyjściach pojawia się cyklicznie stan wysoki, uaktywniający kolejne wyświetlacze. Każda z cyfr jest sterowana impulsem o wysokim poziomie napięcia, trwającym 200 okresów zegara. Wybieranie wszystkich cyfr powtarza się, o ile nie nastąpiło przekroczenie zakresu pomiarowego. W takim przypadku układ przechodzi w tryb wyświetlania sygnalizującego przekroczenie zakresu.

- Wyjścia B1..B8 są wyjściami sterującymi dekoderek kodu BCD na kod wyświetlacza siedmiosegmentowego. Kod przeznaczony dla poszczególnych wyświetlaczy pojawia się na tych wyjściach w momencie uaktywnienia odpowiedniego wyświetlacza za pomocą jednego z wyjść D1..D5.

- Wejście R/!H (RUN/!HOLD). Gdy poziom logiczny na tym wejściu jest wysoki (lub „wisi ono w powietrzu“) układ pracuje normalnie, zmieniając stan wyświetlaczy zgodnie ze zmianami napięcia na wejściu pomiarowym. Podanie na to wejście stanu niskiego powoduje zapamiętanie na wyświetlaczach ostatniego wyniku pomiaru. Jest to bardzo użyteczna funkcja, pozwalająca na łatwe odczytanie wyników pomiaru przy szybko zmieniającym się napięciu wejściowym.

- Wyjścia UNDRNG (UNDERANGE) i OVRNG (OVERRANGE). Wyjścia realizujące jedną z najbardziej interesujących cech układu ICL7135: sygnalizację przekroczenia zakresu pomiarowego, oraz sytuację, w której pełny zakres pomiarowy układu jest wykorzystywany tylko częściowo. Wyjścia te umożliwiają łatwą budowę mierników z automatycznym przełączaniem zakresów pomiarowych. Stan wyjścia OVRNG zmienia się na wysoki w momencie przyłożenia na wejście woltomierza napięcia większego niż $1,9999\text{V}$. Natomiast pojawienie się logicznej jedynki na wyjściu UNDRNG sygnalizuje, że napięcie wejściowe stanowi 9% lub mniej zakresu pomiarowego.



Rys. 2. Sposób włączenia tranzystorów mocy jako grzałek.

- Wyjście POL (POLARITY) przyjmuje stan niski w momencie doprowadzenia na wejście pomiarowe IN+ napięcia mniejszego niż występujące na wejściu IN-.
- Wyjścia BUSY i STROBE są wyspecjalizowanymi wyjściami przeznaczonymi do realizacji współpracy układu ICL7135 z systemami mikroprocesorowymi i układami UART.

Wiemy już o układzie ICL7135 wystarczająco dużo, aby móc powrócić do schematu naszego miliwoltomierza.

Jak już wiemy, na wyjścia B1..B4 układu ICL7135 jest wysyłany kod BCD, kolejno dla wszystkich pięciu cyfr wyświetlacza. Do tych wyjść został dołączony scalony dekoder kodu BCD na kod wyświetlacza siedmiosegmentowego (IC1, typu 4543). Jest to układ stosowany już wielokrotnie w naszych konstrukcjach i nie wymagający szerszego opisu. Wystarczy jedynie wspomnieć, że jego wejście PH zostało dołączone do masy zasilania, ustawiając układ w tryb pracy z wyświetlaczami ze wspólną katodą. Na wejściu LD został wymuszony stan wysoki, co spowodowało, że układ stał się „przezroczysty” (wewnętrzne przerzutniki typu LATCH pozostają cały czas otwarte). Wyjścia układu IC1 zostały dołączone do połączonych ze sobą anod segmentów wszystkich pięciu wyświetlaczy LED.

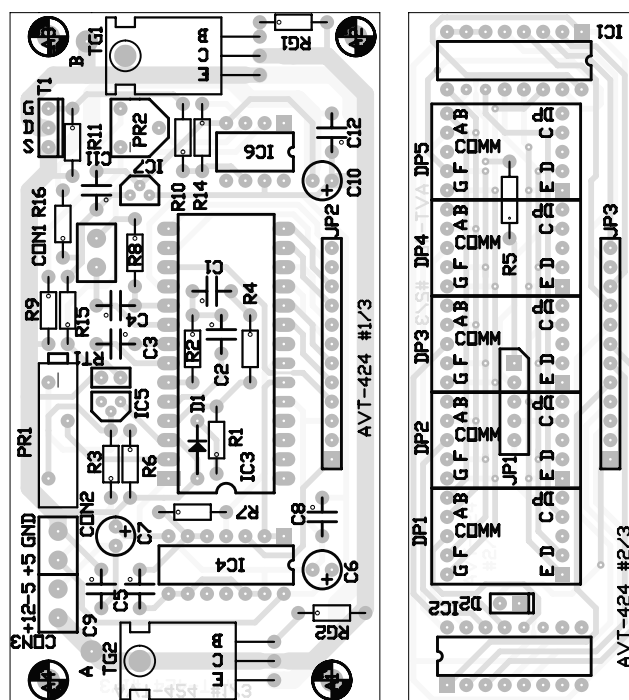
Z opisu układu ICL7135 wiemy, że na wyjściach D1..D5 pojawia się cyklicznie stan wysoki. I tak, jeżeli na wyjściach B1...B8 zostanie ustawiony kod właściwy dla cyfry, która powinna zostać wyświetlona na wyświetlaczu DP1, to stan wysoki pojawi się na wyjściu D1. Podczas wyświetlania drugiej cyfry (DP2) stan wysoki wystąpi na wyjściu D2 i tak dalej.

Do wyjść D1..D5 układu IC3 dołączone zostały wejścia układu IC2 zawierającego w swej strukturze siedem tranzystorów Darlingтона wraz z rezystorami ograniczającymi ich prąd bazy (oraz diodami zabezpieczającymi tranzystory przed przebiegami, które jednak w naszym układzie nie są wykorzystywane). Tak więc, po-

mimo że anody wyświetlaczy połączone są ze sobą równolegle, to włączony może zostać tylko jeden z nich: ten którego katoda została zwarta do masy za pośrednictwem właściwego w danym momencie klucza tranzystorowego z układu IC2. W ten właśnie sposób uzyskujemy multipleksowane wyświetlanie wyniku pomiaru i mimo że w danym momencie czynny jest tylko jeden wyświetlacz, to ze względu na szybkość multipleksowania oko ludzkie nie jest w stanie zauważyć nawet najmniejszego migotania.

A więc sprawę wyświetlania wyników pomiaru przez nasz układ mamy już „z głowy” i możemy zająć się kolejnymi blokami funkcjonalnymi naszego miliwoltomierza. Jak wiemy z opisu kostki ICL7135, wymaga ona dostarczenia z zewnątrz ciągu impulsów zegarowych o częstotliwości ok. 100kHz. Sygnał zegarowy jest wytwarzany przez generator skonstruowany za pomocą bramki IC4B. Częstotliwość pracy tego generatora nie jest krytyczna i z elementami takimi jak na schemacie wynosi ok. 100kHz. Kolejnym elementem potrzebnym ICL7135 „do życia” jest zewnętrzne napięcie odniesienia wynoszące dokładnie 1000mV. Napięcie to uzyskujemy z dzielnika napięcia zrealizowanego na rezystorze R6 i potencjometrze montażowym PR1. Źródłem napięcia wzorcowego dla dzielnika jest układ scalony IC5, który w naszym przypadku możemy traktować jako diodę Zenera o niezłych parametrach. Na wyjściu 2 tego układu występuje napięcie ok. 1,2V i stąd wynika konieczność zastosowania wspomnianego wyżej dzielnika napięcia.

I tu właśnie pojawia się problem: aby konstruowanie woltomie-



Rys. 3. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej.

rza 4,5-cyfrowego miało w ogóle jakikolwiek sens, to napięcie odniesienia musi być wyjątkowo stabilne. Układ IC5 nie spełnia do końca tego warunku, ponieważ cechuje go spora (jak na zastosowanie w naszym układzie) niestabilność termiczna. Jak sobie poradzimy z tym problemem, zobaczymy dalej.

Druga z bramek zawartych w strukturze układu 4093 - IC4 została wykorzystana do sygnalizacji polaryzacji napięcia wejściowego. Wystąpienie na wyjściu POL stanu niskiego wymusza stan wysoki na wyjściu tej bramki i w konsekwencji świecenie diody LED - D2 i wyświetlenie przez nią znaku „-” przed wyświetlaczami.

Przejdźmy teraz do chyba najciekawszego fragmentu schematu. Aby uniknąć przekłamań wnoszonych przez niestabilność termiczną źródła napięcia odniesienia i układu ICL7135 zastosowałem stabilizację temperaturową tych elementów. Zarówno ICL7135 jak i układ LM385 zostaną po zmontowaniu miliwoltomierza dociśnięte do grubej aluminiowej płytki, której temperatura będzie bardzo dokładnie stabilizowana. Rolę grzałek pełnić będą dwa rezystory dużej mocy lub, jak w układzie modelowym, dwa tranzystory. Stabilizacja temperatury jest zrealizo-

wana na bazie wzmacniacza operacyjnego IC5, który porównuje ze sobą napięcie uzyskane z nastawnego dzielnika R16, PR2 i R9 z napięciem zależnym od temperatury termistora RT1. Wzmacniacz steruje tranzystorem T1, który odpowiednio włącza i wyłącza grzałki.

Jak już wspomniałem, jako elementy grzejne mogą pracować rezystory o mocy 5..10W, które należy przykleić do aluminiowej płytki za pomocą kleju silikonowego. Jednak takie rozwiązanie poza prostotą ma same wady. Najważniejszą z nich jest rozpraszanie dużych ilości ciepła, spowodowane tym, że rezystor przylega do płytki jedynie co najwyżej 1/4 swojej powierzchni. Natomiast tranzystor mocy przykręcony solidnie do płytki będzie jej przekazywał prawie całe wytworzone ciepło.

Na rys. 2 pokazano sposób dołączenia tranzystorów do układu. Wartość rezystorów zasilających bazy tranzystorów należy dobrać doświadczalnie, w zależności od typu tranzystora i jego wzmocnienia.

Zapomnieliśmy o jednym fragmencie układu: o złączu oznaczonym JP1! Służy ono do zapalenia odpowiedniego punktu dziesiątego na polu wyświetlaczy. Punkt dziesiąty można włączyć na wyświetlaczach DP1..DP4 zwierając jumperem odpowiednie wyprowadzenie do plusa zasilania (za pośrednictwem rezystora szeregowego R5). Podczas pracy miliwoltomierza na jego podstawowym zakresie powinien być włączony punkt dziesiąty na wyświetlaczu DP1, natomiast wykorzystywanie kropki na wyświetlaczu DP5 nie miałyby chyba większego sensu.

Montaż i uruchomienie

Na wkładce wewnątrz numeru przedstawiono mozaikę ścieżek płytki, a właściwie dwóch płytek drukowanych zrealizowanych na laminacie dwustronnym z metalizacją obwodów. I tu spostrzegawczy Czytelnik z pewnością zauważy pewne niezgodności pomiędzy schematem elektrycznym, a płytką obwodu drukowanego: na płytce widoczne są przecież elementy, których nie zaznaczono w jakikolwiek sposób na schemacie.

Otóż nasz układ został zaprojektowany na dwóch płytkach połączonych za pomocą goldpinów. To właśnie złącze nie zostało pokazane na schemacie.

Zanim przystąpimy do montażu urządzenia musimy wykorzystać większą płytkę jako matrycę do równego wycięcia kawałka blachy duralowej, stanowiącej istotny element termostatu. Na blaszce odrysowujemy zarys płytki i zaznaczamy cztery punkty pod śruby mocujące. Należy zastosować jak najgrubszą blachę, np. 3..5mm.

Niestety, tym razem nie mogę rozpocząć opisu montażu układu od tradycyjnej formułki: „Montaż wykonujemy w typowy sposób, rozpoczynając od...” ponieważ montaż naszego miernika będzie jak najbardziej nietypowy, a pomocą będzie służył rys. 3.

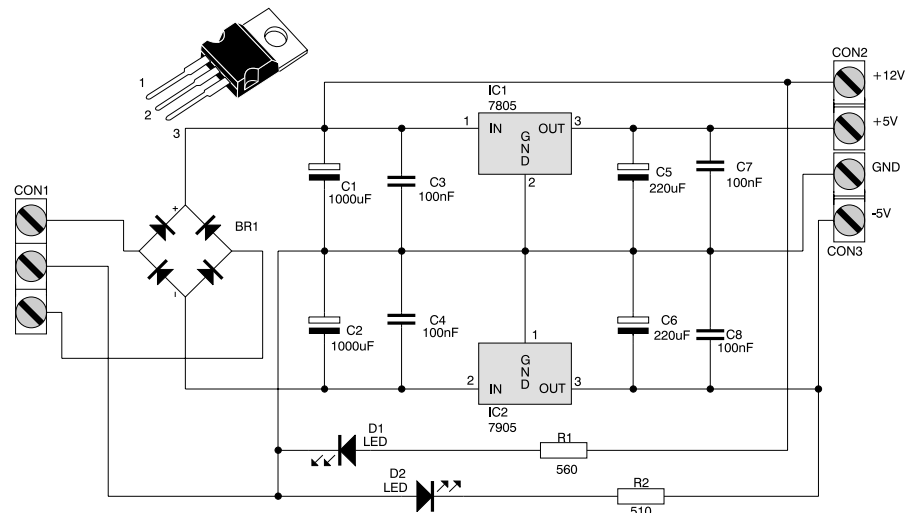
Montaż rozpoczniemy od płytki bazowej (większej). Teraz uważa: podstawkę pod układ scalony IC3 musimy wlutować od strony druku! Po jej wlutowaniu montujemy pozostałe elementy, i jak zwykle rozpoczniemy od wlutowania elementów o najmniejszych gabarytach, czyli od rezystorów. Na razie nie lutujemy układu IC5 i termistora RT1.

Kolejną czynnością będzie włożenie w podstawkę układu IC3. Układ IC5 i termistor RT1 wkładamy od strony lutowania w przewidziane na nie otwory w punktach lutowniczych i całość kładziemy na gładkiej powierzchni. Teraz lutujemy obydwa elementy, zważając aby IC5 był równo dociśnięty do podłoża i stykał się z termistorem.

Płytkę wyświetlaczy montujemy już w typowy sposób i na zakończenie pierwszego etapu montażu łączymy obydwie płytki ze sobą za pomocą kątowych goldpinów.

Zmontowany ze sprawdzonych elementów układ będzie potrzebował teraz wstępnej regulacji. Do jej przeprowadzenia będziemy potrzebować tylko jednego przyrządu pomiarowego, ale za to dobrej klasy: cyfrowego woltomierza pracującego na zakresie 2V. Za jego pomocą ustawiamy na środkowej nóżce potencjometru montażowego PR1 napięcie równe 1000mV (pomiar względem masy układu). Pamiętajmy, że woltomierz, którym się posłużymy, powinien być przynajmniej o klasę lepszy niż budowany przyrząd.

Po wstępnej regulacji możemy przystąpić do końcowego, najcięższego etapu montażu. Nadśledź teraz moment, aby zdecydować, jakie wybieramy elementy grzejne: tranzystory czy rezystory? Jeżeli wybierzemy rezystory, to pamiętajmy, że muszą to być elementy o mocy 5..10W o przekroju kwadratowym, tzw. cegiełki. Musimy je przykleić klejem silikonowym do aluminiowej płytki i przewodami połączyć z punktami „A” i „B” na płytce drukowanej układu. Ich rezystancja powinna wynosić ok. 10..20Ω. Na tranzystory są przewidziane pola lutownicze oznaczone TG1 i TG2. W układzie modelowym zastosowano tranzystory mocy typu BD911, co było raczej sprawą przypadku niż świadomego wyboru. Kolejność postępowania



Rys. 4. Schemat elektryczny zasilacza.

w przypadku zastosowania tranzystorów jest następująca:

- odpowiednio wygięte wyprowadzenie tranzystorów wkładamy w otwory w przeznaczonych dla nich punktach lutowniczych i prowizorycznie składamy razem płytkę grzejnika i zmontowany układ;
- zaznaczamy otwory pod śrubki mocujące tranzystory i całość rozkładamy;
- wiercimy otwory i przykręcamy tranzystory, pamiętając o zastosowaniu pasty silikonowej.

Nadszedł wreszcie decydujący moment: niezależnie od tego, jaki element grzejny wybraliśmy, smarujemy grubą warstwą pasty silikonowej włożoną w podstawkę kostkę IC3. Na układ IC5 i stykający się z nim termistor nakładamy także sporą ilość pasty. Następnie skręcamy płytkę bazową układu z płytką termostatu za pomocą czterech śrub M3. Ostatnią czynnością będzie przyłutowanie wyprowadzeń tranzystorów, o ile są one stosowane. Aha, zapomnieliśmy o rezystorach oznaczonych RG1 i RG2. Na ich miejsce prowizorycznie wlutowujemy potencjometry montażowe i włączamy zasilanie. Regulujemy wartość PR-ków tak, aby po 1..2 minutach płytka termostatu wyraźnie się nagrzała i wymieniamy je na rezystory o potrzebnej wartości.

Kolejnym etapem uruchamiania układu będzie regulacja temperatury termostatu. Ponieważ nasz termostat może jedynie nagrzewać się, to musi ona być o kilka stopni wyższa od maksymalnej przewidywanej temperatu-

ry otoczenia, np. powinna wyno- sić ok. 40°C. Skuteczność stabilizacji jest bardzo dobra. Korzystając ze „sprzyjającej“ aury doskonałym niezbyt sensownej, ale spektakularnej próby działania woltomierza w temperaturze -6°C. Temperatura płytki termostatu nie zmieniła się, a wyniki pomiarów pozostały bezbłędne.

Ostatnią czynnością będzie skalibrowanie wykonanego przyrządu za pomocą porównania jego wskazań z dobrej klasy woltomierzem fabrycznym. Kalibracji dokonujemy także za pomocą potencjometru montażowego PR1. Aby uzyskać absolutną wiarygodność wskazań, warto zbudowany miernik umieścić w ekranującej obudowie metalowej.

Zbudowany przez nas miliwoltomierz wymaga aż trzech źródeł zasilania: +12, +5 i -5VDC. Ze źródła +12V będziemy czerpać prąd o natężeniu ok. 1..1,5A, z +5V ok. 300mA, natomiast prąd pobierany ze źródła napięcia ujemnego nie przekroczy kilku miliamperów.

Dla wygody Czytelników opracowałem zasilacz przeznaczony specjalnie do zasilania miliwoltomierza AVT-424. Schemat tego zasilacza, nie wymagający chyba komentarza, jest przedstawiony na **rys. 4**, natomiast na **rys. 5** jest pokazana mozaika ścieżek płytki drukowanej i rozmieszczenie elementów. Ponieważ wszystkie elementy wchodzące w skład zasilacza są łatwe do skompletowania, w kicie AVT-424 znajdować się będzie jedynie jego płytka drukowana.

Zbigniew Raabe, AVT

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

PR1: potencjometr montażowy HELLTRIM 4,7kΩ
 PR2: potencjometr montażowy miniaturowy 4,7kΩ
 RT1: termistor 22kΩ/20°C
 R1, R2, R8: 100kΩ
 R3: 3,3kΩ
 R4: 30Ω
 R5: 510Ω
 R6: 10kΩ
 R7: 5,6kΩ
 R9: 1kΩ
 R10, R11: 22kΩ
 R12, R13: ok. 10Ω/10W (nie wchodzi w skład kitu)
 R14: 10MΩ
 R15: 6,8kΩ
 R16: 2kΩ

Uwaga: rezystory R2, R4, R1, R6, R3 metalizowane.

Kondensatory

C1, C11: 470nF
 C2, C3: 1μF unipolarny
 C4: 10nF
 C5: 4,7nF
 C6, C7, C10: 220μF/16V
 C8, C9, C12: 100nF

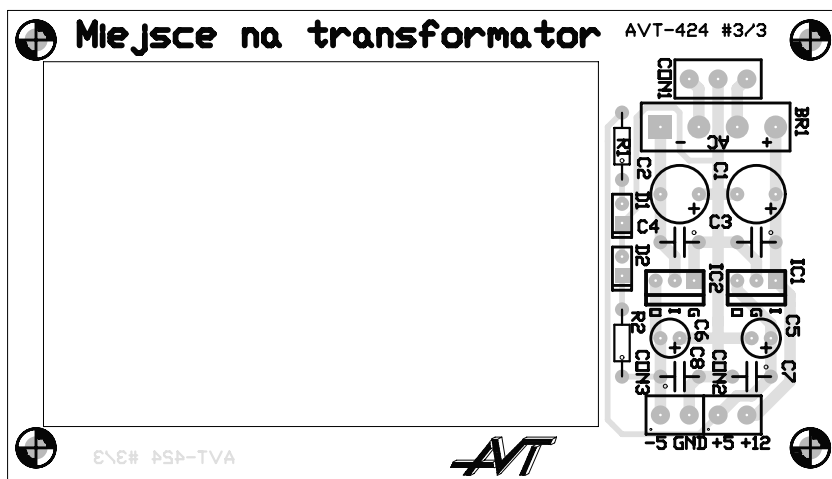
Półprzewodniki

DP1, DP2, DP3, DP4, DP5: wyświetlacz siedmiosegmentowy LED o podwyższonej jasności (SC52-11SRWA, Kingbright)
 D1: 1N4148 lub odpowiednik
 D2: LED prostokątna o kolorze wyświetlaczy
 IC1: 4543
 IC2: ULN2003
 IC3: ICL7135
 IC4: 4093
 IC5: LM385
 IC6: TL081
 IC7: 78L05
 T1: BUZ11, BUZ10
 TG1, TG2: BD911

Różne

CON1, CON2, CON3: ARK2 (3,5 mm) goldpin kątowy 12 pinów

Podczas uruchamiania układu stwierdzono, że w kostkach ICL1735 produkcji firmy Texas Instruments należy ustawiać napięcie referencyjne równe 0,999V. Nie musi to dotyczyć układów innych producentów!



Rys. 5. Rozmieszczenie elementów na płytce zasilacza.