

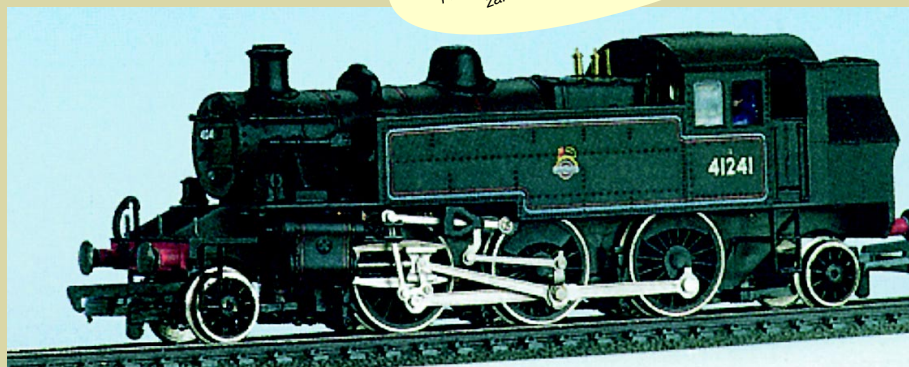
Aplikacje układów LM3914/5/6

część 2

Dotychczas tę rubrykę zdobyli śliczne koniki, symbolizujące fakt, że omawiane układy scalone należą do tych, które pociągnęły elektronikę do przodu - jak konie pociągowe. Ostatnio młoda załoga Redakcji EdW zazyczyła sobie zmian i wybrała demokratycznie przyszłość, czyli postępową lokomotywę zamiast wstecznych koni, z czym ja, stary reakcjonista, musiałem się pogodzić.
Redaktor Naczelny

W drugim numerze *Elektroniki dla Wszystkich* przedstawiliśmy płytkę drukowaną PW-02, na której można zmontować jeden z wielu interesujących układów. Wspólną cechą wszystkich urządzeń montowanych na tej płytce jest obecność kostki sterującej z rodziny LM3914, 3915 lub 3916 oraz linijki świetlnej zbudowanej z dziesięciu diod LED.

Układy budowane na płytkach wielofunkcyjnych mają walor poznawczy, pokazują bowiem rozmaite sposoby wykorzystania tego samego układu scalonego, a oprócz tego niewątpliwie są przydatne w praktyce. Dotychczas opisaliśmy monitor stanu akumulatora samochodowego i wskaźnikysterowania audio; dziś prezentujemy następną pożyteczną urządzenie - monitor napięcia sieci energetycznej.



Monitor napięcia sieci energetycznej

Prosty i tani układ pokazujący wartość napięcia w sieci. Rozszerzona skala obrazuje dokładnie zmiany napięcia w zakresie 200...230V. Przyrząd potrzebny w pracowni każdego elektronika.

Ponieważ płytka PW-02 przeznaczona jest do zmontowania wielu różnych układów, więc przewidziano na niej miejsce dla licznych elementów, z których tylko niektóre są montowane w danym przypadku. Fotografie, rysunki i schematy w artykule przedstawiają tylko te podzespoły, które mają być zamontowane. Z tego powodu numeracja użytych elementów nie jest ciągła, ale za

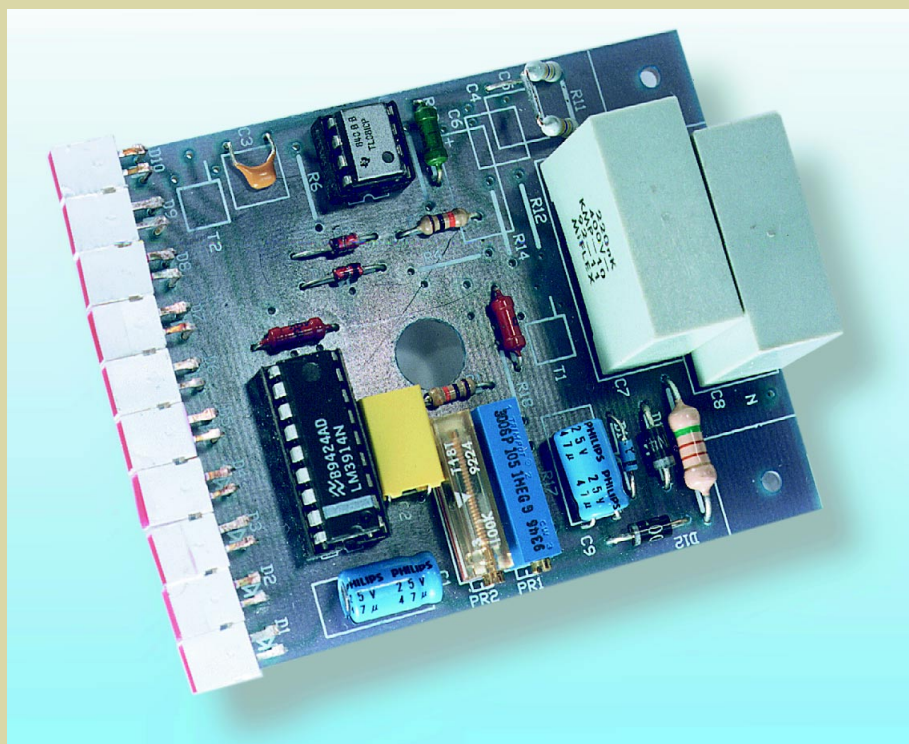
to montaż jest wręcz dziecinnie prosty.

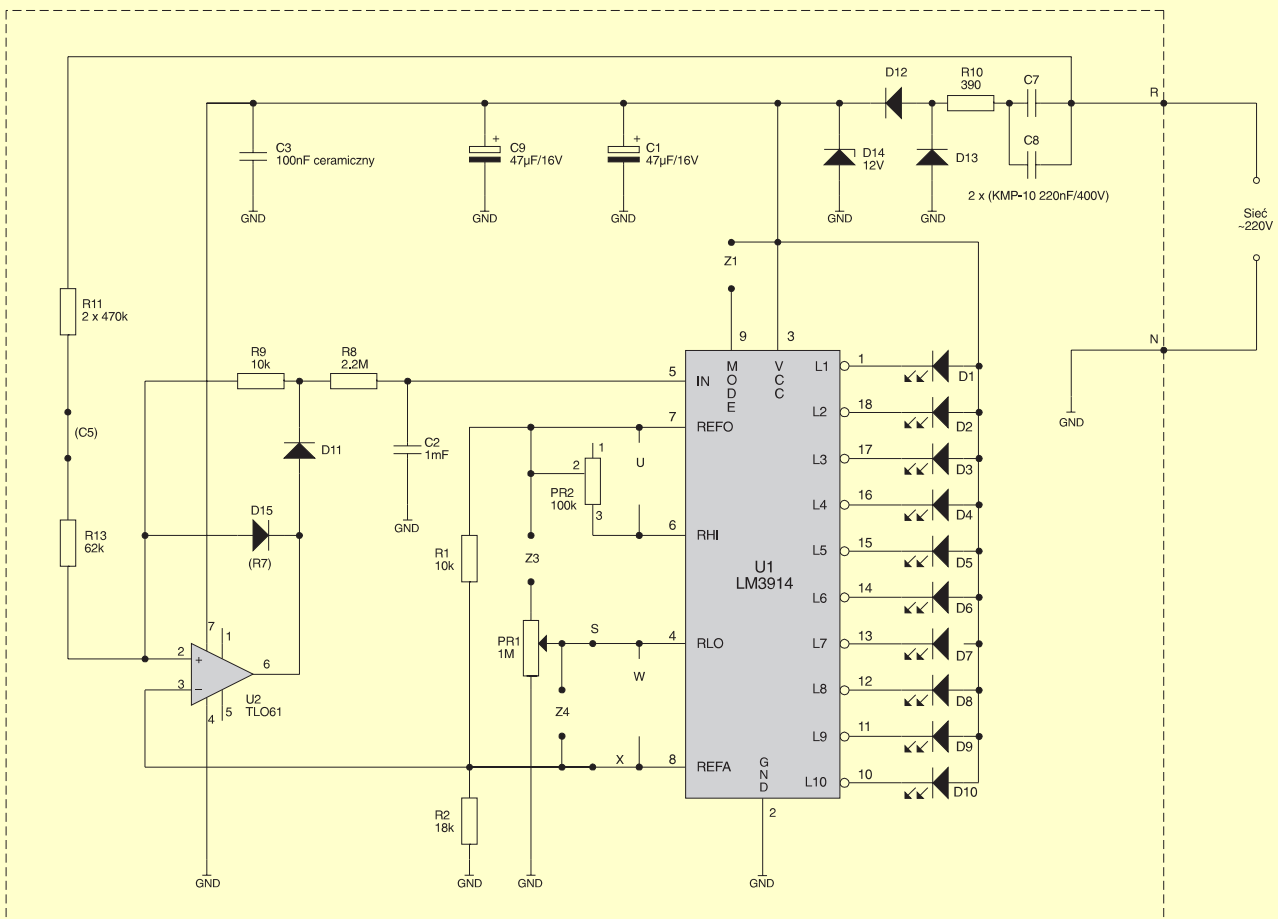
Przed zapoznaniem się z treścią artykułu warto powrócić do materiału w EdW 2/96, gdzie podano opis płytki i zwięźle omówienie podstawowych właściwości kostek LM3914...3916. Podane tam wiadomości mogą się okazać niezbędne do zrozumienia działania przedstawionego dziś układu.

Monitor napięcia sieci energetycznej

Problem spadku napięcia w sieci energetycznej nie jest tak dotkliwy jak przed kilku laty. Wtedy często ogłaszano dwudziestą stopień zasilania, a w naszych mieszkaniach napięcie spadało poniżej 200V. Niektóre urządzenia nie chciały pracować w takich warunkach i trzeba było jakoś podwyższać napięcie. W ówczesnej literaturze można było znaleźć różne propozycje podwyższania napięcia.

Dziś problem ten stracił na znaczeniu, co wcale nie znaczy, że wszystkie kłopoty się skończyły. Co prawda elektrownie dysponują dziś odpowiednią ilością energii, jednak niektóre lokalne sieci przesyłowe dość często bywają przeciążone i napięcie u odbiorcy wcale nie jest równe nominalnemu. Wymownym tego przykładem jest nasza redakcyjna kserokopiarka, która jest bardzo czuła na obniżenie napięcia i do jej zasilania po licznych perypetiach trzeba było zastosować autotransformator. Z kolei autor ar-





Rys. 1. Schemat elektryczny monitora napięcia

tykułu w swej domowej pracowni ma do dyspozycji napięcie w granicach 210V i to niezależnie od pory dnia (w chwili pisania tego artykułu napięcie poszczególnych faz wynosiło 208V, 210V i 212V).

Podczas prac konstrukcyjnych oraz w przypadku zakłóceń w pracy urządzeń elektrycznych bardzo ważną sprawą jest znajomość aktualnego napięcia w sieci energetycznej. Pozwoli to przełączyć się na mniej obciążoną fazę lub w skrajnym przypadku zastosować autotransformator.

Opisane dalej urządzenie pozwala na bieżąco kontrolować napięcie sieci. Dla zwiększenia dokładności wskazań skala została rozciągnięta i obejmuje zakres 200...230V.

W związku z niebezpieczeństwem porażenia prądem, podczas regulacji i korzystania z urządzenia konieczne jest zachowanie wszelkich środków ostrożności. Osoby niepełnoletnie mogą wykonać i uruchomić urządzenie tylko pod nadzorem wykwalifikowanych osób dorosłych.

Opis układu

Schemat ideowy monitora napięcia sieci jest pokazany na **rysunku 1**.

Na uwagę zasługuje przede wszystkim sposób zasilania - wprost z sieci, bez użycia transformatora.

Zasadniczymi elementami zasilacza są kondensatory C7 i C8. Od ich pojemności zależy wartość uzyskiwanego prądu użytecznego. W układzie zastosowano prostowanie jednopółokwowe. Przy podanych wartościach pojemności (2 x 220nF) uzyskuje się prąd użyteczny w granicach 12...14mA. W układzie należy koniecznie zastosować kondensatory na odpowiednio duże napięcie. Zaleca się użycie krajowych kondensatorów MKP-10 220nF 400V, w ostateczności można użyć kondensatorów MKSE-020, ale na napięcie 630V. W żadnym wypadku nie wolno stosować

kondensatorów o mniejszym napięciu nominalnym. Przykładowo kondensatory typu MKSE-020 220nF 250V mogą pracować przy napięciu zmiennym nie większym niż 160V.

Rezystor R10 ogranicza do bezpiecznej wartości maksymalny prąd udarowy, jaki popłynąłby przez diody w momencie włączenia do sieci.

Diody Zenera D14 ogranicza napięcie do wartości bezpiecznej dla kondensatorów C1 i C9.

W układzie nie zastosowano rezystora rozładowującego kondensatory C7 i C8 po odłączeniu od sieci, bowiem zo-

220V czy 230V?

Przyzwyczajiliśmy się i powszechnie używamy potocznego określenia "sieć 220V". Tymczasem w zasadzie powinniśmy już mówić "sieć 230V"! W ramach jednoczenia się z Europą przechodzimy bowiem na napięcie fazowe 230V (międzyfazowe 400V zamiast 380V). Od początku 1989 roku obowiązuje norma ustalająca takie właśnie napięcie w sieci energetycznej. Nie znaczy to jednak, że we wszystkich gniazdkach w kraju powinno już być napięcie równe 230V. Ogólnie rzecz biorąc niewiele się zmieniło, bowiem wspomniana norma dopuszcza w okresie przejściowym napięcie u odbiorcy w granicach 207V - 244V (jest to "stare" napięcie 220V z tolerancją -6%, +10%). Dopiero po okresie przejściowym, to znaczy po roku 2003 ma obowiązywać "nowe" napięcie 230V ±10%, czyli... 207V (!) - 253V. Później być może zawężony zostanie dopuszczalny zakres tolerancji.

No cóż pożyjemy - zobaczymy.

Płytki wielofunkcyjne

staną one rozładowane przez rezystory R11 i R13.

W układzie zastosowano jednopółkowy prostownik aktywny zbudowany z elementów U2, R9, R11, R13, D11, D15. Jak podano w wykazie elementów rezystancję R11 stanowią dwa połączone szeregowo rezystory 470k Ω . Takie rozwiązanie wynika z faktu, że na rezystorach tych występuje prawie pełne (szczytowe) napięcie sieci, a małe rezystorki mają maksymalne napięcie pracy rzędu 150...250V. Rezystory R11, R13 i zworę C5 należy ze względów bezpieczeństwa zmontować dokładnie tak jak pokazano na fotografiach i schematach.

Elementy R8 i C2 stanowią filtr usuwający tętnienia. Należy zastosować dużą wartość stałej czasowej filtru, żeby tętnienia na wejściu sygnałowym wskaźnika (nóżka 5 U1) były dostatecznie stłumione. Zbyt mała wartość stałej czasowej spowoduje "rozmycie" wskazań - jednocześni e świecić się będzie kilka diod.

Mały prąd polaryzacji wejścia sygnalowego (nóżka 5 układu

U1) - typowo 25nA, umożliwia stosowanie dużej rezystancji R8 i kondensatora stałego C2. Innym rozwiązaniem jest użycie kondensatora elektrolitycznego i rezystora R8 o mniejszej rezystancji, byle tylko stała czasowa R8-C2 była większa niż 2 sekundy. Do takiego za-

stosowania kondensator elektrolityczny powinien być zaformowany, to znaczy przed wlutowaniem w układ należy go dołączyć na przynajmniej kilka godzin do źródła napięcia stałego rzędu 10V. W przeciwnym razie zmieniający się prąd upływu niezafornowanego kondensatora sfalszuje wynik i nie pozwoli prawidłowo wykalibrować przyrządu.

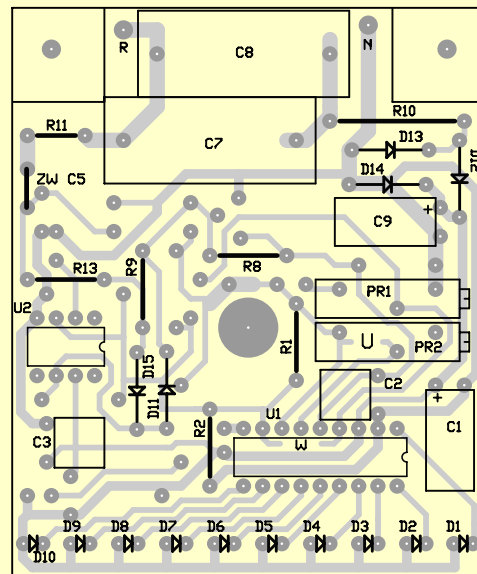
W roli wskaźnika pracuje układ LM3914 mający liniową skalę. Dla zmniejszenia poboru prądu kostka pracuje w trybie punktowym - nóżka 9 jest niepodłączona.

Napięcie między nóżkami 7 i 8 kostki LM3914 wynosi około 1,25V -

wynika to z zasady działania układu. Prąd wypływający z końcówki 7 (czyli w praktyce wartość R1) decyduje o prądzie diod świecących. Z kolei rezystancja R2 ustala napięcie na wejściu nieodwracającym wzmacniacza operacyjnego

U2 i nóżce 8 układu U1. Napięcie to wynosi około 2...2,5V i pełni rolę sztucznej masy dla prostownika aktywnego ze wzmacniaczem U2.

W czasie pracy napięcie na wejściu 5 układu U1 jest o około 1V wyższe od napięcia "sztucznej masy". Aby



Rys. 2. Rozmieszczenie elementów na płytce

W związku z niebezpieczeństwem porażenia prądem, podczas regulacji i korzystania z urządzenia konieczne jest zachowanie wszelkich środków ostrożności. Osoby niepełnoletnie mogą wykonać i uruchomić urządzenie tylko pod nadzorem wykwalifikowanych osób dorosłych.

wskaźnik U1 miał "rozciągniętą" skalę obejmującą tylko zakres napięcia sieci 200...230V, należy ustawić odpowiednie napięcie na obu końcach wewnętrznego dzielnika, czyli na nóżkach 4 i 6. Umożliwiają to helitrimy PR1 i PR2. Dla dokładnego ustawienia potrzebnego zakresu wskazań konieczne jest zastosowanie tych potencjometrów, bowiem w układzie stosowane są rezystory R11, R9 o tolerancji 5%, a ponadto występuje pewien rozrzut wartości napięcia odniesienia układu U1 (napięcia między nóżkami 7 i 8). W układzie zastosowano helitrimy o rezystancji 1M Ω i 100k Ω co umożliwia ustawienie innych zakresów wskazań. W układzie modelowym dla uzyskania zakresu 200...230V potrzebne rezystancje wynoszą 308k Ω i 14,5k Ω .

Jak widać na schemacie, zastosowano stosunkowo duże wartości R1 i R2, bowiem współczesne diody świecące są dostatecznie widoczne przy prądzie rzędu 2mA. Aby zwiększyć prąd tych diod można zastosować rezystory R1 i R2 o mniejszych wartościach (np. 6,8k Ω i 12k Ω). Nie należy jednak zanadto zwiększać poboru prądu, ponieważ przy nadmiernym zapotrzebowaniu zasilacz okaże się zbyt mało wydajny i układ nie będzie pracował. Podczas włączania zaświecą się wtedy wszystkie diody, a napięcie na kondensatorach C1, C9 będzie wynosić około 2V - układ nie "wystartuje".

Montaż i kalibracja

Schemat montażowy zawierający wszystkie użyte elementy jest pokazany na rysunku 2. Przed zmontowaniem elementów należy przeciąć dwie ścieżki w punktach oznaczonych na schematach ideowym i montażowym literkami

Jak podwyższyć lub obniżyć napięcie sieci?

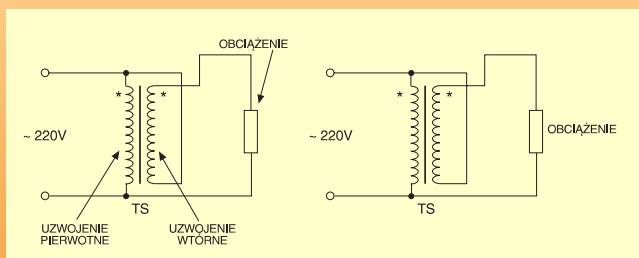
Na rysunku pokazano prosty sposób umożliwiający skokową zmianę napięcia sieci przy użyciu typowego transformatora z napięciem uzwojenia wtórnego rzędu kilku...kilkunastu woltów.

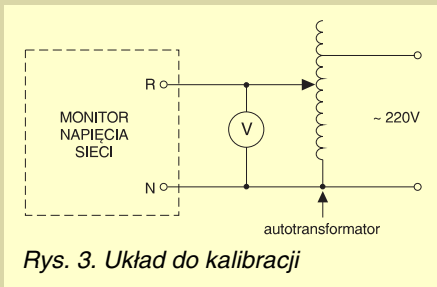
Ponieważ zastosowany transformator nie przenosi całej mocy dostarczanej do obciążenia, możliwe jest dołączenie obciążenia znacznej mocy nawet przy użyciu stosunkowo niewielkiego transformatora.

W zależności od kierunku włączenia uzwojenia wtórnego uzyskuje się zwiększenie lub obniżenie napięcia sieciowego.

Z grubsza można ocenić jaki maksymalny prąd może być dostarczony do obciążenia - nie powinien być większy niż nominalny prąd wtórnego uzwojenia transformatora.

Przykładowo jeśli transformator ma uzwojenie wtórne o prądzie 1A, to można go stosować przy obciążeniu do około 200W.





Rys. 3. Układ do kalibracji

U oraz W , czyli pod potencjometrem PR2 i pod układem scalonym U1. Podczas montażu należy najpierw wlutować rezystory, diody prostownicze i jedyną zworę zamiast kondensatora C5, a następnie kondensatory i podstawki pod układy scalone.

Diodę D15 należy wlutować w miejsce rezystora R7 paskiem w kierunku diod świecących. Przygotowanie, sprawdzenie i montaż diod świecących należy przeprowadzić według wskazówek podanych w pierwszym artykule o płytkach wielofunkcyjnych PW-02 zamieszczonym w EdW 2/96.

Po zmontowaniu wszystkich elementów i włożeniu układów w podstawki należy dokładnie sprawdzić poprawność montażu, w szczególności czy podczas lutowania nie powstały jakieś zwarcia.

Układ bezbłędnie zmontowany ze sprawnych elementów od razu powinien pracować poprawnie. Przed umieszczeniem w obudowie należy go jednak wykalibrować.

Sprawa obudowy i proces kalibracji związane są z bezpieczeństwem użytkownika.

Urządzenie powinno być umieszczone w izolacyjnej obudowie zapewniającej właściwy stopień ochrony przed porażeniem prądem.

Podczas kalibracji, która z konieczności musi się odbywać przy włączonym napięciu zasilającym, należy zachować jak najdalej posuniętą ostrożność!

Do regulacji należy koniecznie używać izolowanego wkrętaka i nie wolno dotykać jakichkolwiek części układu przewodzących prąd. Na czas regulacji płytka z układem może być umocowana do blatu biurka, na przykład za pomocą taśmy samoprzylepnej, a regulację należy przeprowadzać zgodnie ze starą zdrową zasadą: tylko jedną ręką. Oczywiście igraniem z ogniem byłoby dotykanie przy tym rur wodociągowych, grzejników itp. Niektórym Czytelnikom takie wskazówki mogą się wydać trochę przesadzone, ale ostrożności nigdy za dużo. Nikomu nie należy życzyć, żeby

go prąd troszeczkę "popieścił" - to można przyplacić życiem. Tym bardziej, że częstą przyczyną wypadków są właśnie nieuwaga i zbytnia pewność siebie.

Do kalibracji potrzebny będzie autotransformator i miernik napięcia zmiennego - układ połączeń pokazuje **rysunek 3**. Przy braku autotransformatora można w ostateczności skorzystać ze sposobu podanego w jednej z ramek.

Podczas kalibracji, za pomocą autotransformatora należy ustawić napięcie zasilające równe 230V i tak wyregulować potencjometr PR2 żeby uzyskać jednocześnie świecenie dwóch ostatnich diod (D9, D10), czyli ustawić wskazanie "na pograniczu". Potem trzeba obniżyć napięcie zasilające do 200V i regulując potencjometr PR1 doprowadzić do sytuacji, gdy dioda D1 będzie się ledwo świecić.

Potem znów należy zwiększyć napięcie do 230V i powtórzyć regulację potencjometrem PR2, aby znów uzyskać jednocześnie świecenie diod D9 i D10. Następnie należy skorygować PR1 aby dioda D1 była prawie wygaszona. Procedurę należy *powtórzyć kilkakrotnie*, regulacje bowiem wpływają na siebie.

We właściwie skalibrowanym wskaźniku wszystkie diody będą wygaszone, jeśli napięcie spadnie poniżej 200V, natomiast powyżej 230V będzie się świecić dioda D10. Rozdzielczość tak uzyskanego wskaźnika wynosi około 3V, co jest zupełnie wystarczające.

Oczywiście, w razie potrzeby można zwiększyć lub zmniejszyć zakres wskazań - wystarczy wybrać inne napięcia podczas kalibracji.

Z uwagi na obecność dużych kondensatorów C7, C8 nie jest możliwe umieszczenie układu w obudowie od cartridge'a, jak to było przy dwóch poprzednio opisanych urządzeniach. W każdym razie obudowa musi zapewniać całkowitą ochronę przed porażeniem.

W niektórych wypadkach zamiast montować diody świecące na płytce, korzystniej będzie dołączyć je przewodami (tasiemką). Na **rysunku 4** przedstawiono skalę do przyrządu. Aby wykonać estetyczną skalę wystarczy wykonać kserokopię rysunku 4 na papierze samoprzylepnym, a następnie polakierować bezbarwnym lakierem w sprayu.

Uwagi końcowe

Tak proste urządzenie od razu po zmontowaniu powinno funkcjonować bez zastrzeżeń. Ale wszystkiego nie da się przewidzieć. Ludzką rzeczą jest błądzić, więc niekiedy zdarzają się pomyłki, poza tym wprowadzie bardzo rzadko, ale jednak spotyka się uszkodze-

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

- R1, R9: 10k Ω
- R2: 18k Ω
- R8: 2,2M Ω
- R10: 390 Ω 0,5W
- R11: 2x470k Ω
- R13: 62k Ω
- PR1: 1M Ω
- PR2: 100k Ω

Kondensatory

- C9, C1: 47 μ F/16V
- C2: 1 μ F stały
- C3: 100n ceram.
- C7, C8: KMP-10 220nF 400V

Półprzewodniki

- D1...D10: LED 3mm
- D12, D13: 1N4001
- D11, D15: 1N4148
- D14: dioda Zenera 12V
- U1: LM3914
- U2: TL061

Różne

- podstawki pod układy scalone
- płytką drukowaną PW-02
- obudowa

nia nawet fabrycznie nowych elementów. W urządzeniu zasilanym prosto z sieci niektóre błędy mogą wiązać się z nieodwracalnym uszkodzeniem układu. Dlatego podczas montażu należy szczególnie uważać, żeby nie spowodować pomyłek czy zwarc.

Gdyby urządzenie nie chciało funkcjonować należy w pierwszej kolejności sprawdzić obwody zasilania. Można w tym celu wyjąć układy scalone z podstawek i zachowując wszelkie podane wcześniej środki ostrożności sprawdzić napięcie zasilania na diodzie D14. Powinno wynosić około 12V. Takie same napięcie winno się utrzymywać po włożeniu układów scalonych. Wydajność zasilacza można sprawdzić w prosty sposób, dołączając *równolegle* do diody D14 miliamperomierz - powinien on wskazywać prąd 13...14mA.

Tymczasem pobór prądu przez układ wynosi około 6mA. Pozostaje więc spora rezerwa. Dzięki niej układ bez problemów rozpoczyna pracę po dołączeniu zasilania. Z jednym kondensatorem C7 o pojemności 220nF układ nie chce pracować, także znaczne zwiększenie prądu diod świecących może spowodować niestabilną pracę układu.

Piotr Górecki

W sieci handlowej AVT (informacja na stronie 60) można nabyć zarówno płytkę PW-02, jak też kompletny zestaw elementów monitora sieci wraz z płytką drukowaną (kit AVT-405).

203	206	209	212	215	218	221	224	227	230
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Rys. 4. Skala monitora napięcia