

Uniwersalny wskaźnik poziomu napięcia

kit AVT-202

W aktualnie produkowanym sprzęcie elektronicznym są bardzo popularne analogowe wskaźnikiysterowania lub poziomu wykonane w oparciu o diody LED, wskaźniki fluorescencyjne lub LCD. Także w Polsce były produkowane, doskonale znane amatorom, układy UL1980 (wskaźnik paskowy) i UL1970 (wskaźnik punktowy).

Stosowanie tego typu układów ma jednak pewne wady. Należą do nich:

- z góry określony (z reguły liniowy) typ skali. W wielu przypadkach konieczne było stosowanie układów przetwarzających, z lepszym lub gorszym przybliżeniem odwzorowujących wymaganą skalę wzorcową. Stosowanie tych konwerterów wiąże się ze znaczną rozbudową układu i wzrostem jego ceny, przy czym nie zawsze możemy mieć gwarancję otrzymania oczekiwanego efektu. Kilka lat temu bardzo popularne były w Polsce układy Telefunkena serii U24X, które umożliwiały w stosunkowo prosty sposób zmianę skali, lecz nie rozwiązywały pozostałych problemów;

- jakakolwiek zmiana sposobu wyświetlania (linia<->punkt) pociąga za sobą konieczność przekonstruowania płytki drukowanej, ze względu na konieczność wymiany układu;

- uniwersalność konstrukcji opartych na tego typu układach jest niewielka - zmiana zakresu pomiarowego (np. podczas wykorzystywania jednego wskaźnika do kilku różnych pomiarów, np. temperatury, poziomu sygnału audio czy też ciśnienia) wymaga przeliczania wartości kilku elementów.

Lekarstwo na tego typu problemy znalazła firma National Semiconductor oferując rodzinę trzech ukła-

dów serii LM391X (gdzie X=4 do 6) o następujących właściwościach:

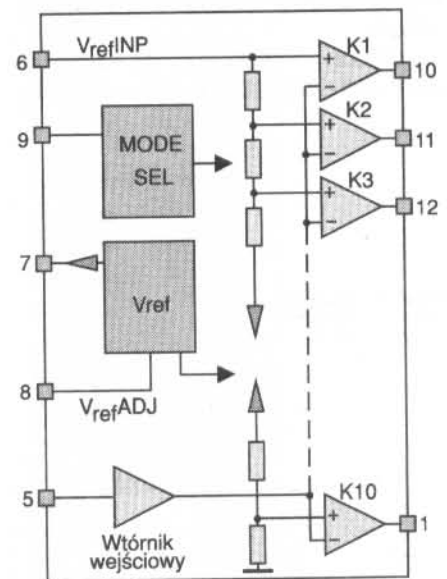
- układ LM3914 jest wskaźnikiem o 10-punktowej skali liniowej, z możliwością zmiany sposobu wyświetlania (linia<->punkt). Układ ten doskonale nadaje się do zastosowania jako np. termometr o liniowej skali, miernik ciśnienia, wskaźnik położenia itp.;

- układ LM3915 jest 10-punktowym wskaźnikiem logarytmicznym o skoku 3dB z możliwością zmiany sposobu wyświetlania (linia<->punkt). Podstawowym zastosowaniem tego układu są różnego typu logarytmiczne wskaźniki poziomuysterowania;

- układ LM3916 jest wskaźnikiem o skali logarytmicznej, wyskalowanym w jednostkach VU (Volume Unit), doskonale nadający się jako wskaźnik poziomu napięcia na wyjściu wzmacniacza mocy lub jako wskaźnikysterowania do dowolnego sprzętu audio.

Wszystkie wymienione układy mają wbudowane źródło napięcia odniesienia z możliwością regulacji jego wartości, co bardzo upraszcza dostosowanie zakresu pomiarowego miernika do przedziału mierzonych napięć. Dzięki przemyślanej konstrukcji obwodów (driverów) wyjściowych układy serii LM391X mogą bezpośrednio sterować wieloma typami wskaźników: LCD, LED,

fluorescencyjnymi, a także niskonapięciowymi wersjami wskaźników Nixie. Dodatkowymi „atrakcjami” oferowanymi przez opisywane układy są: możliwość płynnej regulacji jasności świecenia diod LED, szeroki zakres napięć zasilających (3...25V), łatwość rozszerzenia zakresu pomiarowego lub zwiększenia rozdzielczości poprzez połączenie kilku układów tego samego typu, szeroki „bezpieczny” zakres napięć wejściowych z uwzględnieniem ujemnych polaryzacji sygnału wejściowego.



Rys. 1. Budowa wewnętrzna układu z rodziny LM391x

Tab. 1. Podstawowe parametry elektryczne układów z rodziny LM391X.

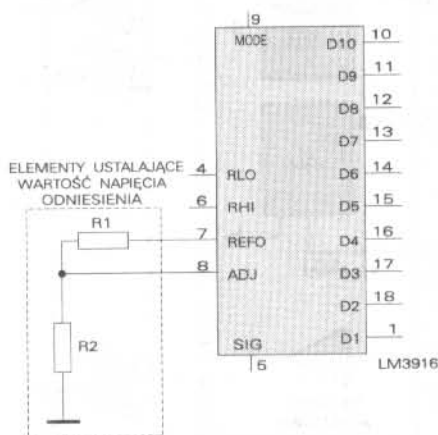
Parametr		Wartość	Jedn.
Napięcie zasilania	max	25	V
Napięcie zasilania wskaźnika	max	25	V
Napięcie wejściowe	max	±35	V
Napięcie odniesienia	typ	1,28	V
Liniość regulacji napięcia odniesienia	typ	0,01%	
Prąd wyjściowy (LED)	$I_{ref}=1mA$	10	mA
Napięcie nasycenia tranzystora wyjściowego	$I_{LED}=10mA$	0,6	V
Rezystancja wejściowa	min	8	kΩ
Prąd pobierany z zasilania (bez obciążenia)	$V_{zas}=5V$	3	mA
	$V_{zas}=20V$	3	mA

Rysunek 1 przedstawia wewnętrzną budowę całej rodziny układów LM391X. Jak widać, przetworzenie sygnału analogowego (wejściowego) na 10 dyskretnych poziomów napięcia jest dokonywane w prostym przetworniku A/C typu Flash, wykonanym na dziesięciu komparatorach (K1..K10) wchodzących w skład układu. Sygnał wejściowy jest podawany na połączone razem wejścia odwracające komparatorów, a jako sygnał odniesienia wykorzystano podzielone w dzielniku rezystancyjnym napięcie odniesienia pobierane z wewnętrznego źródła.

W tabeli 1 zamieszczono podstawowe parametry całej rodziny układów.

Jedyną, rzucającą się w oczy, wadą układów z tej rodziny jest stosunkowo duży i dynamicznie zmieniający się pobór prądu z zasilacza. Wynika to ze sposobu sterowania diod LED (sterowanie równoległe), lecz inne metody, znane chociażby z układów UL1970 (UAA170) i UL1980 (UAA180) wymagają znacznej rozbudowy wewnętrznej struktury układu.

Płytką drukowaną do zestawu AVT-202 została wykonana jako



Rys. 2. Podłączenie obwodu ustalającego napięcie odniesienia

uniwersalna - poprzez wmontowanie odpowiednich elementów jest możliwe uzyskanie trzech wersji wskaźnika różniących się nieco właściwościami użytkowymi. Wszystkie są wyposażone w stabilizator napięcia zasilania i w wejściowy regulator poziomu z prostym układem detekcyjnym.

Jak już wspomniano, wewnętrzne źródło napięcia odniesienia ma możliwość regulacji, co umożliwia dostosowanie jego wartości do indywidualnych potrzeb. Na **rysunku 2** przedstawiono sposób podłączenia elementów służących do regulacji napięcia odniesienia. Wartości rezystancji można policzyć ze wzoru: $R1=12.5/(I_{led}-U_{ref}/1000)$, i $R2=(V_{ref}-1,25V)/(1,25/R1+I_{adj})$ przy czym $I_{adj}=80\mu A$

Ponieważ wartość prądu pobieranego z wyjścia napięcia odniesienia stanowi element regulacji prądu płynącego przez diody LED, możliwe jest niezależne od wartości tego napięcia regulowanie jasności świecenia diod. Konieczne jest jednakże rozbudowanie układu wg **rysunku 3**. Dodatkowe elementy obciążające wyjście REF OUT (k. 7) wpływają na jasność świecenia diod bez zmiany wartości U_{ref} przy czym należy pamiętać o ograniczeniu prądu pobieranego z tego wyjścia za pomocą dodatkowego rezystora (Rd1).

Opis układu

Na **rysunku 4** pokazano schemat elektryczny podstawowego układu aplikacyjnego dla układu LM391X. Na wejściu wskaźnika zastosowano najprostszy z możliwych detektor jednopółkwy (dioda D12) z filtrem pojemnościowym C5 o regulowanej (za pomocą R9) stałej czasowej. W zależności od indywidualnych upodobań i potrzeb możliwe jest niemal dowolne eksperymentowanie z wartościami elementów

wykorzystanych w filtrze. Dzięki temu łatwo jest dobrać charakterystykę dynamiczną wskaźnika do charakteru wykonywanego pomiaru. W zależności od poziomu napięcia, na wejściu MODE (k. 9) można uzyskać dwa rodzaje wskaźnika:

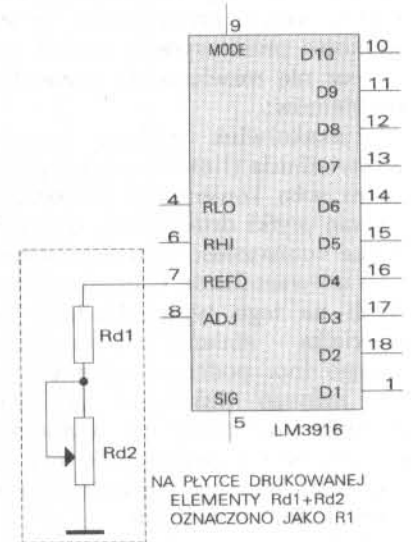
- jeżeli wejście to podłączymy do „+” napięcia zasilania, to wskaźnika będą linijkowe (z ang. BAR GRAPH);

- jeżeli wejście MODE pozostawimy niepodłączone, to wskaźnika będą punktowe (z ang. DOT MODE).

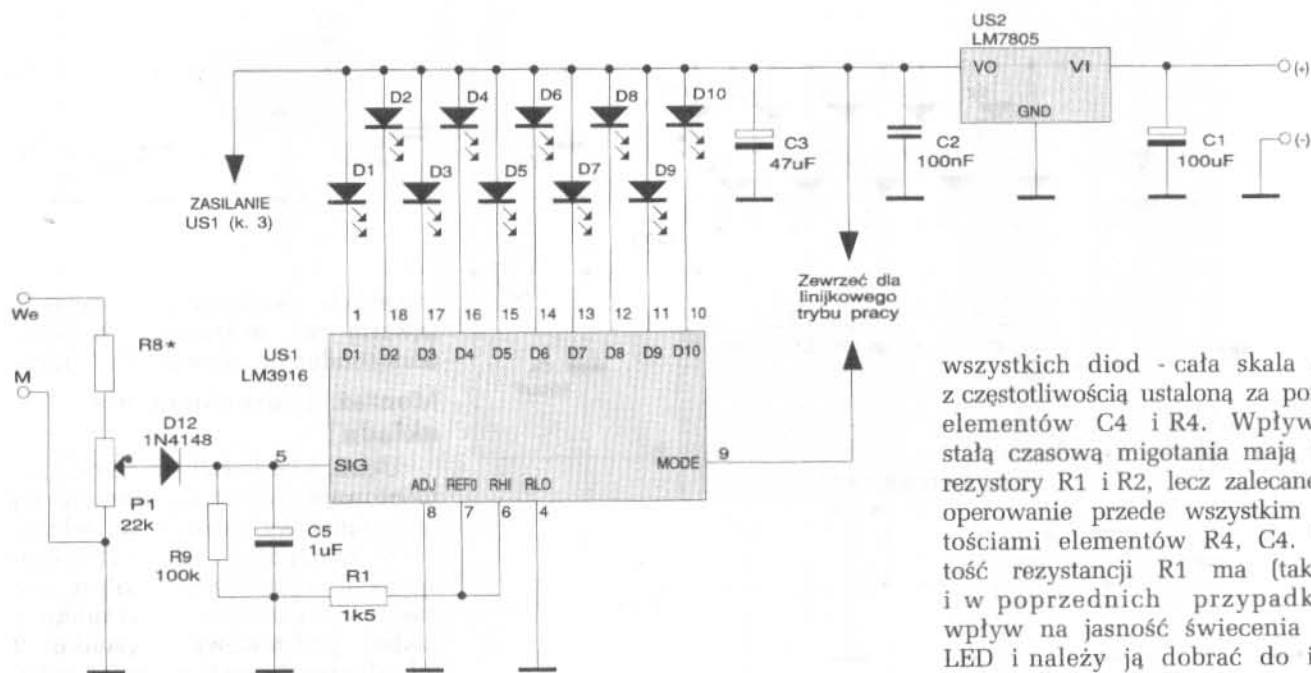
Za pomocą zmian rezystancji opornika R1 można regulować prąd płynący przez diody LED w zakresie 5...30mA. Łatwo więc można wykonać układ automatycznie zmieniający jasność świecenia w zależności od czynników zewnętrznych (oświetlenie, temperatura itp.).

Rysunek 5 przedstawia schemat elektryczny punktowego wskaźnikaysterowania zmodyfikowanego w taki sposób, aby po przekroczeniu pewnego poziomu napięcia wejściowego (poziom tego napięcia jest poziomem alarmowym dla danego pomiaru - np. może to być amplituda napięcia wyjściowego, przy której następuje przesterowanie wzmacniacza mocy) wskazanie było przełączane na linijkowe. Tak więc, w zakresie amplitudy przyjętej za bezpieczną wskazania są punktowe, a po jej przekroczeniu zmieniają się na linijkowe, wskazując wyraźnie przekroczenie dopuszczalnej wartości mierzonego sygnału.

Efekt ten otrzymujemy poprzez dodanie do podstawowej aplikacji



Rys. 3. Zmodyfikowany obwód napięcia odniesienia



Rys. 4. Schemat elektryczny podstawowego układu aplikacyjnego LM3916

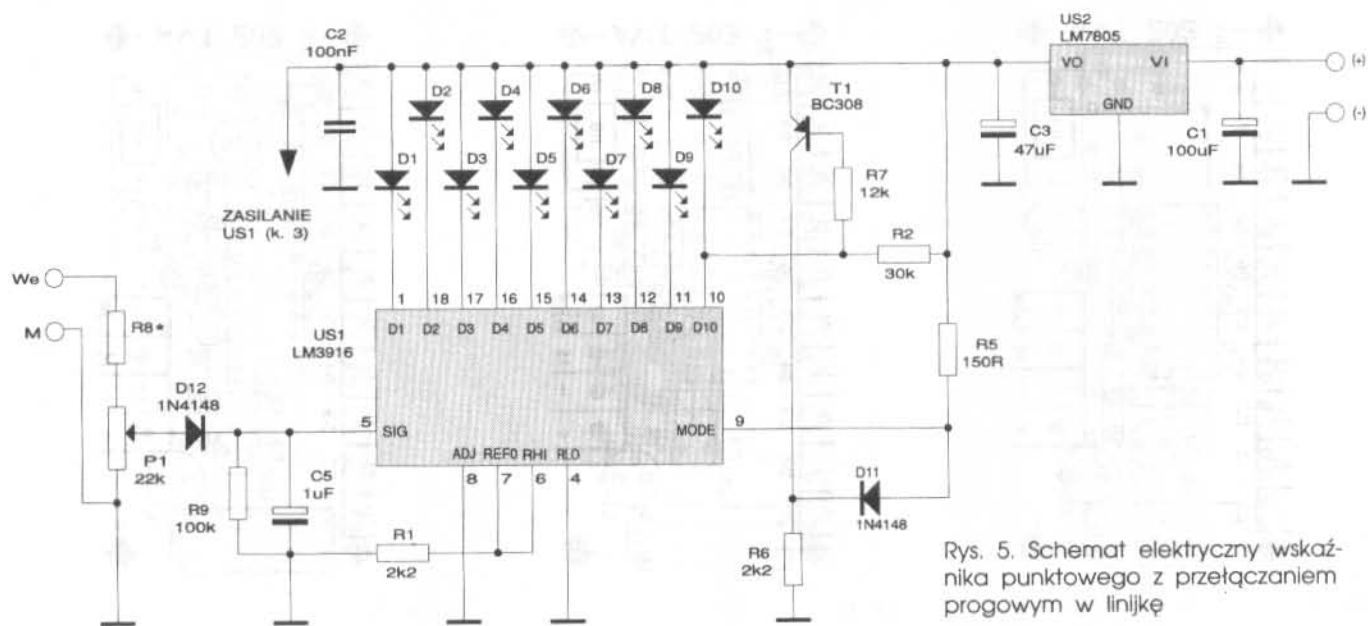
elementów R2, R5, R6, R7, D11 i T1. Działanie tego układu polega na włączeniu tranzystora T1 w chwili zapalenia się diody oznaczającej osiągnięcie przez sygnał wejściowy poziomu przyjętego za krytyczny. Nasylenie tego tranzystora powoduje podanie na wejście MODE (k. 9) wysokiego poziomu napięcia przełączającego układ w tryb pracy BAR GRAPH (czyli linijka). Na schemacie z rys. 5 przyjęto, że zmiana sposobu wskazywania nastąpi po zapaleniu się diody D10 (najwyższy z mierzonych poziomów), lecz - w zależności od potrzeb - możliwe jest przełączenie przez dowolnie wybraną diodę

D1...D10. Wystarczy proste przełączenie połączonych wspólnie końcówek rezystorów R2 i R7 do katody wybranej diody. W czasie normalnej pracy, tzn. dla napięć wejściowych poniżej wartości krytycznej, dzielnik napięcia R5, D11, R6 powoduje przełączenie układu US1 w tryb pracy DOT MODE (wyświetlanie punktowe).

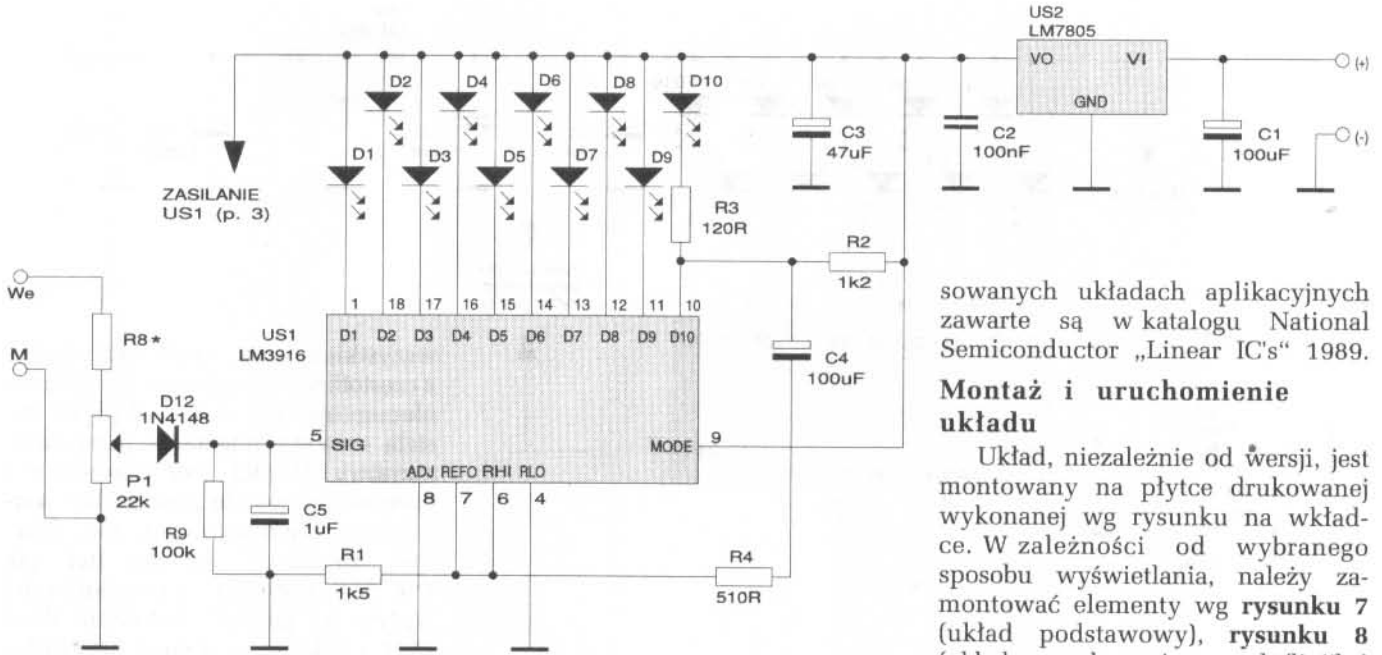
Na rysunku 6 pokazano schemat elektryczny nieco innej wersji wskaźnika - w odróżnieniu od poprzedniego, wskaźnik pracuje cały czas w trybie linijkowym, zaś po przekroczeniu wskazania przyjętego za krytyczne następuje kluczkowanie

wszystkich diod - cała skala miga z częstotliwością ustaloną za pomocą elementów C4 i R4. Wpływ na stałą czasową migotania mają także rezystory R1 i R2, lecz zalecane jest operowanie przede wszystkim wartościami elementów R4, C4. Wartość rezystancji R1 ma (tak jak i w poprzednich przypadkach) wpływ na jasność świecenia diod LED i należy ją dobrać do indywidualnych potrzeb. Jeżeli okaże się konieczne wykorzystanie jako wskaźnika przekroczenia poziomu alarmowego jednej z wcześniejszych diod tworzących skalę (diody D1...D9), należy przełączyć zwarte końcówki elementów R2 i C4 do wyprowadzenia sterującego wybraną diodą i w szereg z nią włączyć rezystor T1. Na płytce drukowanej przewidziano tylko jedno miejsce dla tego rezystora, tak więc w przypadku modyfikacji jego montaż należy przeprowadzić od spodu płytki drukowanej, przecinając połączenie pomiędzy nóżką układu a katodą diody.

Każda z przedstawionych wersji wskaźnika jest wyposażona w stabilizator napięcia zasilającego na układzie US2 (stabilizator +5V) z kon-



Rys. 5. Schemat elektryczny wskaźnika punktowego z przełączaniem progowym w linijkę



Rys. 6. Schemat elektryczny zmodyfikowanej wersji wskaźnika

densatorami filtrującymi C1 i C3. Dopuszczalne napięcie wejściowe nie powinno przekraczać +12V ze względu na brak dodatkowego radiatora na obudowie stabilizatora. W przypadku konieczności zasilania układu napięciem większym od +12V zalecane jest zastosowanie wstępnego ogranicznika napięcia z rezystorem i diodą Zenera (12..15V i ok. 1..3W mocy traconej), co zmniejszy wydzielanie ciepła w układzie US2.

Oprócz przedstawionych w artykule trzech najprostszych aplikacji, możliwe jest wykonanie wielu innych wskaźników o możliwościach odpowiadających wymaganiom pro-

fesjonalnym - połączenie ze sobą kilku układów tego samego typu umożliwia stworzenie wskaźnika o bardzo gęstej podziałce i bardzo dużej dynamice (można połączyć ze sobą do 10 układów, co daje aż 100-punktową skalę!). Ponadto, poprzez dodanie zewnętrznych układów dynamicznej modyfikacji napięcia odniesienia lub kształtujących sygnał wejściowy można osiągnąć dowolnie wybraną charakterystykę wskazań, przy czym wszystkie zastrzeżenia (co do kosztu i jakości rozbudowy) podane na początku artykułu są aktualne.

Dokładne informacje o zaawan-

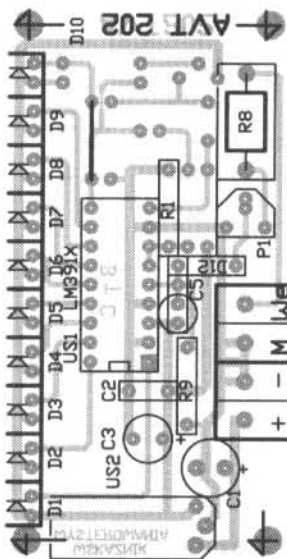
sowanych układach aplikacyjnych zawarte są w katalogu National Semiconductor „Linear IC's“ 1989.

Montaż i uruchomienie układu

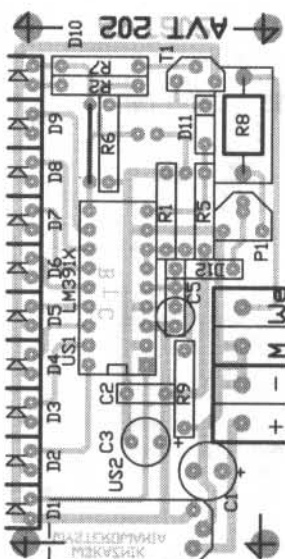
Układ, niezależnie od wersji, jest montowany na płytce drukowanej wykonanej wg rysunku na wkładce. W zależności od wybranego sposobu wyświetlania, należy zamontować elementy wg **rysunku 7** (układ podstawowy), **rysunku 8** (układ z przełączaniem punkt/linijka) lub **rysunku 9** (migotanie po przekroczeniu zakresu). W zestawie AVT-202 znajduje się komplet części umożliwiający zbudowanie dowolnej wersji wskaźnika.

Montaż elementów nie wymaga specjalnego komentarza, wystarczy przestrzegać ogólnie znanych zasad.

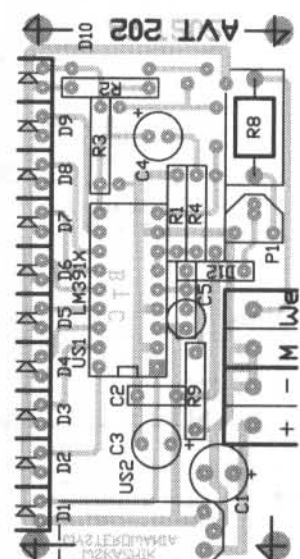
Uruchomienie wskaźnika jest bardzo proste - jedynym elementem regulacyjnym jest potencjometr P1, za pomocą którego ustawiany jest poziom napięcia wejściowego (czułość układu). Należy pamiętać, że wskaźnik nie jest wyposażony we wzmacniacz wejściowy umożliwiający zwiększenie poziomu sygnału do wartości zbliżonej do czułości układu, ale uwaga ta dotyczy tylko



Rys. 7



Rys. 8.



Rys. 9.

sygnałów o bardzo małych amplitudach.

Po podłączeniu zasilania do układu należy sprawdzić napięcie wyjściowe stabilizatora (powinno wynosić z dużą dokładnością +5V względem masy zasilania) i ewentualnie zmierzyć wartość napięcia odniesienia na wyprowadzeniu REFO (ang. Reference Out) - końcówka 7. Ma to szczególne znaczenie w przypadku wykorzystania wyprowadzenia ADJ (k. 8) do korekcji wewnętrznego napięcia odniesienia. Połączenia na płycie drukowanej wykonano w taki sposób, że wyprowadzenie ADJ jest na stałe podłączone do masy zasilania. Dołączenie dodatkowego rezystora (wg rysunku 2) należy poprzedzić przecięciem ścieżki drukowanej łączącej końcówkę 8 z masą. Obliczenia wartości rezystorów ustalających poziom napięcia odniesienia należy wykonać według podanych wcześniej wzorów.

W przypadku konieczności regulowania jaskrawości świecenia diod LED należy dobrać wartość rezystora

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1: 1,5...2,2k Ω
 R2: 30k Ω (wersja 1) lub 1,2k Ω (wersja 2)
 R3: 120 Ω
 R4: 510 Ω
 R5: 150 Ω
 R6: 2,2k Ω
 R7: 12k Ω
 R8: dobierane (w zestawie 100k Ω /1W)
 R9: 100k Ω
 P1: potencjometr miniaturowy 22k Ω

Kondensatory

C1: 100 μ F/35V
 C2: 100nF
 C3: 47 μ F/10V
 C4: 100 μ F/10V
 C5: 1 μ F/63V

Półprzewodniki

T1: BC308, BC558
 U1: LM3914, 15 lub 16
 U2: 7805 lub 78M05
 D1...D10: dowolne LED
 D11, D12: 1N4148

R1 (lub wcale go nie montować). Możliwe jest zastosowanie w jego miejsce termistora, fotorezystora lub dowolnego innego elementu rezystancyjnego, który będzie miał wpływ na poziom intensywności świecenia.

W zależności od przewidywanej maksymalnej amplitudy napięcia wejściowego może się okazać konieczne dobranie wartości rezystora R8. W modelowym egzemplarzu zastoso-

wano rezystor 100k Ω /2W (rozszerza zakres napięć wejściowych niemal pięciokrotnie), lecz możliwe jest dowolne dobranie jego wartości.

Jedną z możliwych aplikacji zestawu AVT-202 jest zastosowanie go jako wskaźnika poziomu sygnału wyjściowego (mocy wyjściowej) we wzmacniaczu AVT-200 (EP 5/94).

Piotr Zbysiński, AVT