

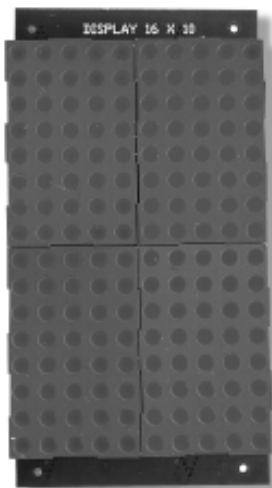
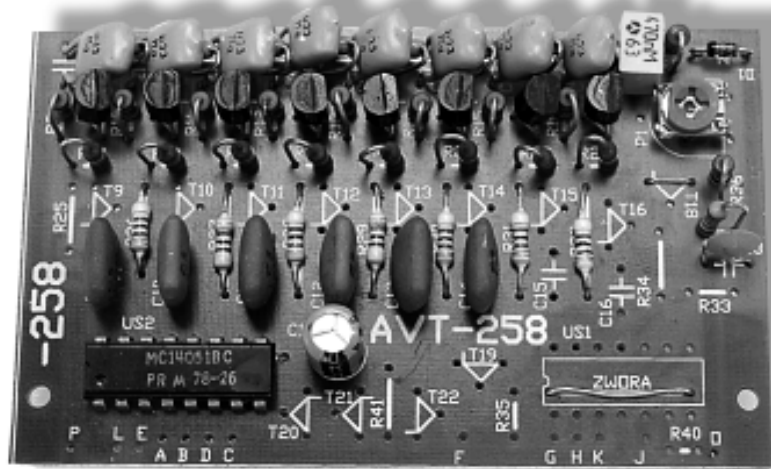
Moduły analizatora audio

kit AVT-258

kit AVT-259

Artykuł ten stanowi pierwszą część uzupełnienia opisu analizatora audio z EP12/95 (przedstawiamy tam ogólny opis 16-kanalowego analizatora). W numerze 6/96 opisaliśmy moduł wyświetlacza z kostkami rodziny LM391X.

Z pewnym opóźnieniem, za które serdecznie przepraszamy, przedstawiamy kolejne moduły tego analizatora.



Tematyka audio cieszy się nie słabnącym zainteresowaniem Czytelników EP. Opis akustycznego zestawu pomiarowego, przedstawiony w EP 12/95 również wywołał znaczny odzew. Zestaw ten wykonano z modułów, z których część była opisana wcześniej na łamach EP (w EP 6/96 przedstawiono wyczerpujący opis wskaźnika - moduł AVT-257).

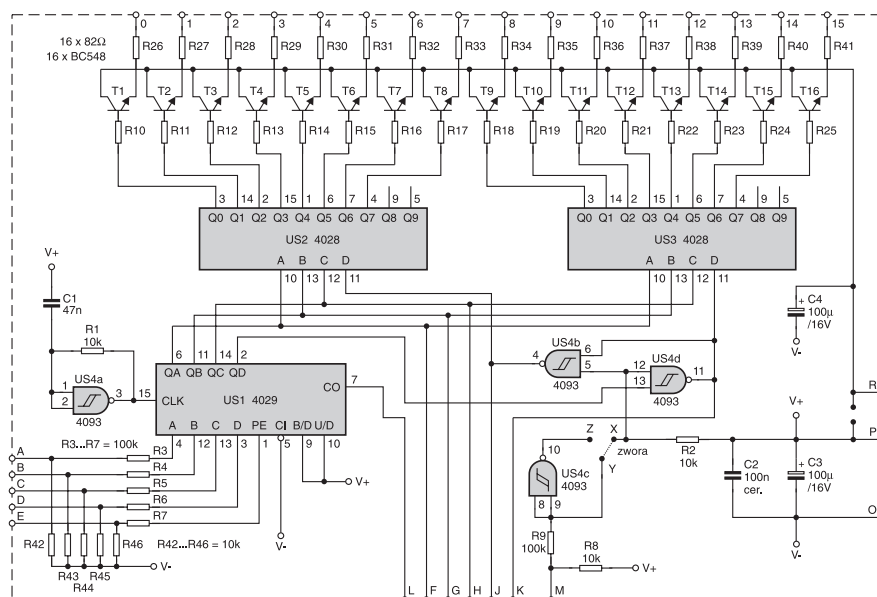
Ponieważ na początku roku 1996 autor konstrukcji przeniósł niemal całą swą aktywność twórczą do siostrzanego pisma EdW, prezentacja kolejnych, potrzebnych modułów uległa opóźnieniu. Niniejszy artykuł zawiera wszystkie brakujące informacje potrzebne do wykonania zaprezentowanego wcześniej analizatora.

W układzie analizatora widma zastosowano wyświetlacz składający się z matrycy diod świecących, ułożonych w prostokąt o 16 kolumnach (szesnaście pasm częstotliwości) i 10 rzędach (dziesięć poziomów napięcia). Do sterowania takiego wskaźnika najlepiej jest zastosować metodę wyświetlania sekwencyjnego (z multipleksowaniem wyświetlanej informacji). To znaczy, że wybiera się na przykład pierwszą kolumnę wyświetlacza i jednocześnie podaje na wskaźnik z układem LM3915 (AVT-257) wyprostowany sygnał z filtru pasmowego o najniższej częstotliwości - w pierwszej kolumnie zaświeci się jedna dioda (lub słupek diod, zależnie od trybu pracy LM3915). Następnie wybiera się drugą kolumnę i podaje na wskaźnik LM3915 sygnał z drugiego filtru pasmowego, itd. Jeśli częstotliwość przemiatania wyświetlacza będzie większa niż kilkadziesiąt Hz, obraz na wyświetlaczu będzie stabilny wskutek bezwładności oka ludzkiego.

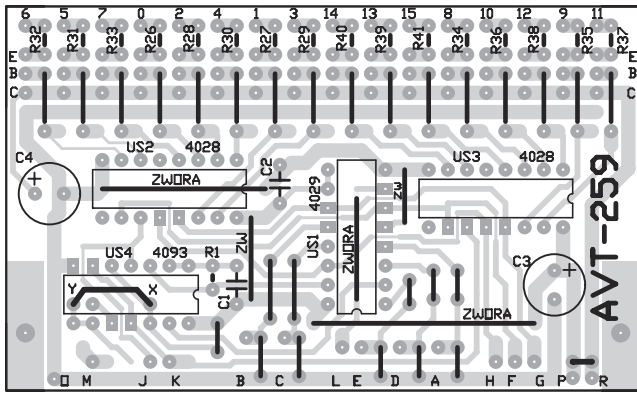
Aby zrealizować taki multipleksowy układ, należy zastosować generator taktujący z szesnastokanałowym rozdzielaczem, szesnastokanałowy multiplekser i szesnaście prostowników.

W przedstawianym rozwiązaniu zrealizowano to na trzech płytach drukowanych.

Na jednej płytce umieszczono układ taktujący i rozdzielacz, a na dwóch pozostałych dwa jednako-



Rys. 1. Schemat ideowy układu sterującego.



Rys. 2. Płytką drukowaną układu sterującego.

we układy zawierające po osiem prostowników aktywnych i ośmiokanałowy multiplekser.

Moduł sterujący: kit AVT-259

Pełny schemat ideowy modułu sterującego pokazano na rys.1. Wykorzystano tu układ taktujący z bramką US4A. Częstotliwość pracy wyznaczona jest wartością elementów R1 i C1. Licznik US1 (CMOS 4029) pracuje w trybie binarnym - liczy do szesnastu. Sygnały z jego wyjść są dekodowane przez dwa dekodery BCD na 1 z 10 typu CMOS 4028. Sygnały z wyjść licznika US1 są ponadto potrzebne do sterowania dwóch

ośmiokanałowych multiplekserów CMOS 4051, umieszczonych w modułach AVT-258. Sygnały te są wyprowadzone na punkty oznaczone F, G, H i J. Ponieważ moduł steruje pracą dwóch jednakowych multiplekserów, potrzebne są sygnały zezwalające na ich przemienną pracę. Dlatego w module występują dwa komplementarne wyjścia J i K.

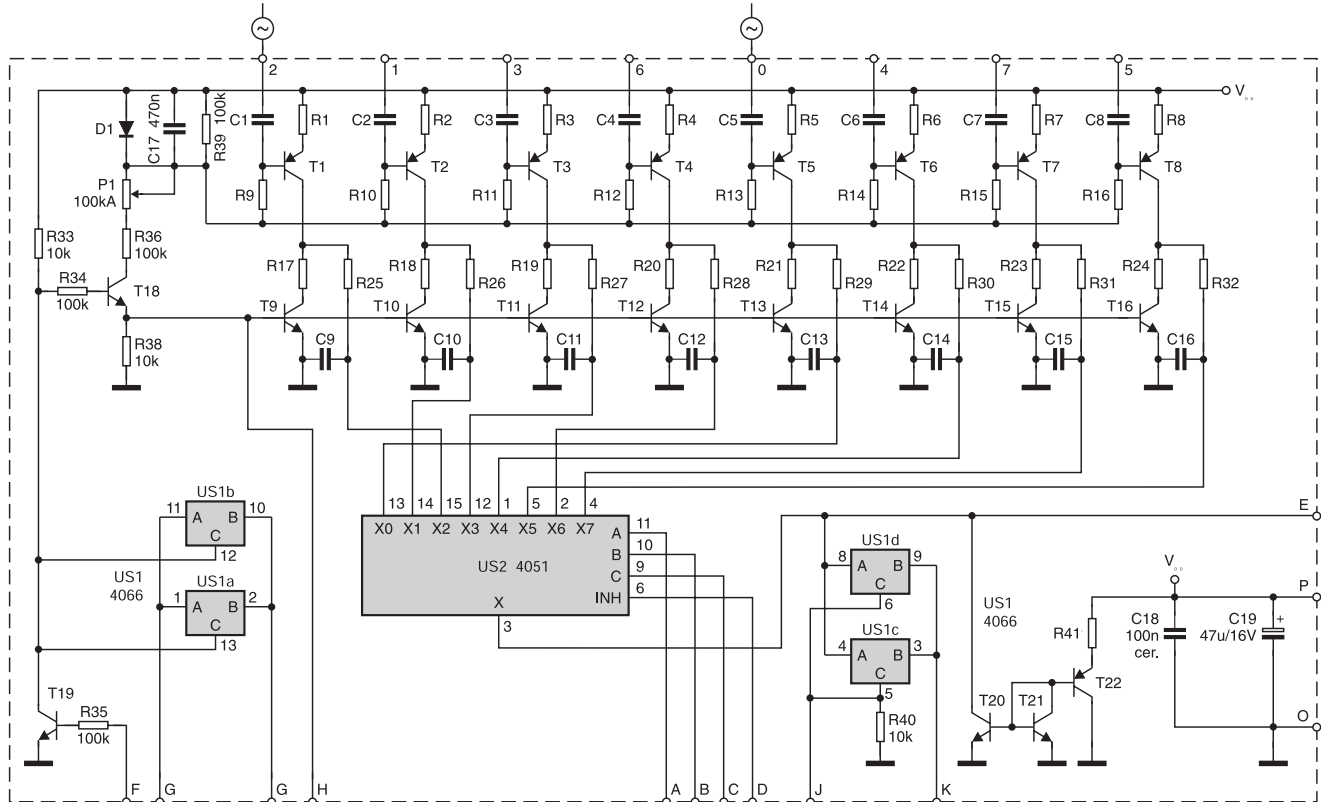
Na aktywnych wyjściach dekodów US2 i US3 pojawia się stan wysoki. Stanem spoczynkowym jest niski.

Przy opisie modułu AVT-257 wspomniano o możliwości współpracy z wyświetlaczami o różnej organizacji - porównaj EP 6/96 str. 61 rys. 3. Przystosowany jest do tego nie tylko moduł wskaźnika AVT-257, ale i opisywany właśnie moduł sterujący AVT-259. Dlatego w górnej części rys.1 pokazano sposób włączenia tranzystorów dla obu rodzajów wyświetlaczy. Po lewej stronie rysunku pokazano

połączenia przy sterowaniu kolumn od strony plusa zasilania. W takim przypadku tranzystory T1..T16 pracują w układzie ze wspólnym kolektorem i nie trzeba stosować rezystorów R10..R25 (można je zastąpić zworami).

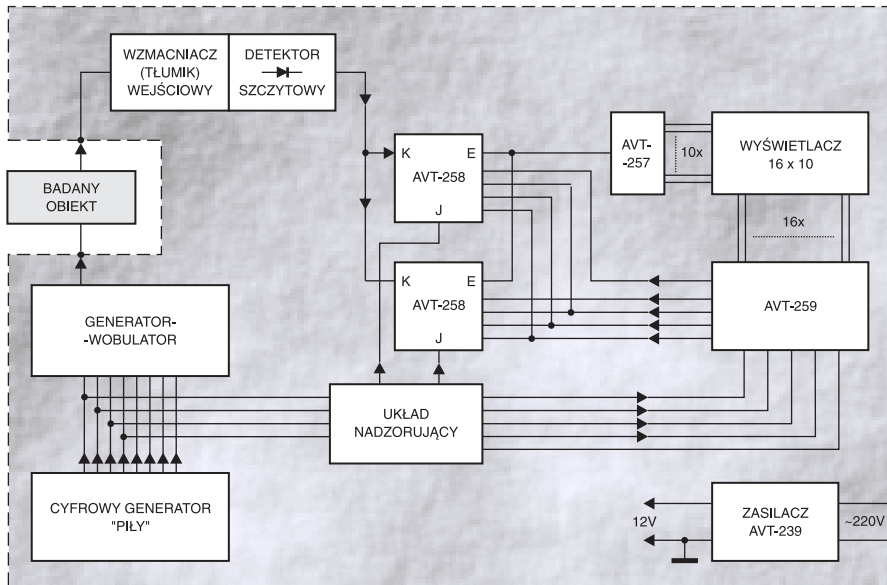
W niektórych przypadkach, dla zmniejszenia mocy strat i mocy potrzebnej z zasilacza, można zasilać wskaźnik obniżonym napięciem (np. 5V), a pozostałe układy wyższym napięciem rzędu 12V. W tym celu przewidziano oddzielną linię zasilającą - na płytce jest to punkt R. Przy zasilaniu wyświetlacza niższym napięciem, trzeba zastosować rezystory R10..R25, aby zmniejszyć prąd płynący z wyjść kostek US2 i US3. Jeśli wyświetlacz ma być zasilany tym samym napięciem, co reszta układu, należy wykonać zworę między punktami P, R.

W wersji podstawowej wystarczyłby jeden inwerter do odwrócenia sygnału z wyjścia QD licznika US2. Autor, przewidując różne sposoby wykorzystania modułu, wprowadził dwie bramki (US4b i US4d) sterowane dodatkowo sygnałem z punktu X. Umożliwia to wykorzystanie modułu do współpracy z innymi układami. Podanie na punkt X stanu niskiego wprowadza



Rys. 3. Schemat ideowy prostownika.

UWAGA! R37 i T17 nie występują na schemacie.



Rys. 4. Uproszczony schemat blokowy wobulatora.

obie bramki w stan wysoki, co blokuje oba dekodery (US2, US3) oraz współpracujące multipleksery. Możliwe jest wtedy zwiększenie liczby kolumn wyświetlacza do 32, 48 czy 64, przez zastosowanie dwóch lub więcej modułów AVT-259. Bramka US4c i odpowiednie zwory między punktem X, a Y lub Z umożliwią sterowanie wysokim lub niskim poziomem napięcia podanym na punkt M.

W układzie zastosowano też programowany licznik CMOS 4029. Wejścia A..D oraz wejście wpisujące E umożliwiają sterowanie zewnętrzne, niezależne od generatora taktującego. Rezystory R3..R7 potrzebne są na wypadek, gdyby podawane sygnały sterujące miały napięcie większe niż napięcie zasilania modułu AVT-259.

W podstawowym zastosowaniu nie wszystkie opisane możliwości są wykorzystywane i układ ulega znacznemu uproszczeniu. Zostanie to omówione w dalszej części artykułu.

Układ z rys. 1 jest zmontowany na płycie drukowanej, której widok przedstawiono na wkładce wewnątrz numeru. Rozmieszczenie elementów pokazano na rys.2.

Moduł prostownika aktywnego z multiplekserem: kit AVT-258

Schemat ideowy układu pokazano na rys.3. Moduł ma osiem wejść sygnału zmiennego, oznaczonych 0..7 i zawiera osiem prostowników

aktywnych. W roli elementu prostującego nie występują tu diody, tylko tranzystory T1..T8. W stanie spoczynku tranzystory te praktycznie nie przewodzą - są ustawione na granicy przewodzenia. Napięcie na ich bazach (w stosunku do plusa zasilania) ustalone jest spadkiem napięcia na diodzie D1. Potencjometrem P1 należy ustawić taki prąd przewodzenia diody, aby na kondensatorach C9..C16 napięcie nie było wyższe od kilku..kilkunastu miliwoltów.

Tranzystory T1..T8 powinny mieć jednakowe parametry - w praktyce wystarczy, jeśli będą pochodzić z jednej partii produkcyjnej.

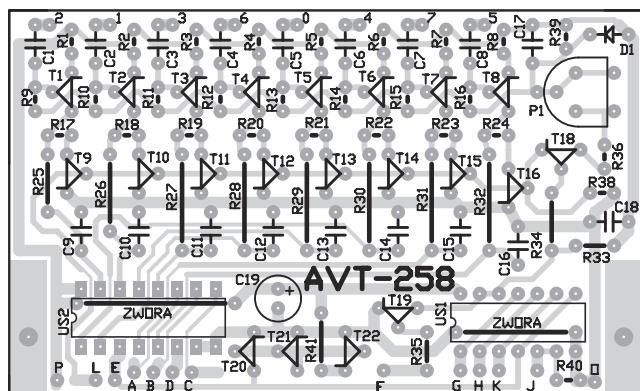
Jeśli na bazie któregoś z tranzystorów T1..T8 pojawi się napięcie zmienne (podawane z zewnątrz przez kondensatory C1..C8), wtedy dany tranzystor będzie się otwierał w ujemnych półoknach przebiegu zmiennego. W obwodzie kolektora pojawi się prąd. Wartość tego prądu zależy będzie od rezystancji R1..R8. Jednocześnie prąd kolektora ograniczony jest wartością rezystorów R17..R24, na których wystąpią napięcia odpowiadające wyprostowanym półoknom przebiegu wejściowego. Ponieważ przebieg ten będzie tętniący, wprowadzono obwody filtra uśredniającego z elementami R25..R32 i C9..C16. Na kondensatorach C9..C16 będą więc występowały napięcia stałe proporcjonalne do amplitudy przebiegów podawanych na wejścia oznaczone 0..7.

Przez dobór elementów R1..R8 oraz R17..R24 można zmieniać wzmocnienie prostownika - dla nikogo chyba nie ulega wątpliwości, że układ wzmacnia sygnał wejściowy - natomiast dobierając rezystory R17..R24 i R25..R32 można zmieniać charakterystykę dynamiczną prostownika. Gdy R25..R32 mają wartości dużo większe niż rezystory R17..R24, wtedy uzyskuje się filtr wartości średniej. Gdy rezystory R25..R32 mają wartości dużo mniejsze niż R17..R24 (lub gdy zastąpi się je zworami), wtedy uzyskuje się wskaźnik wartości szczytowej o krótkim czasie narastania i długim czasie opadania. Dla uzyskania odpowiednich czasów trzeba dobrać wartości kondensatorów C9..C16. W module przewidziano zastosowanie kondensatorów stałych o pojemności 1µF. W razie potrzeby można tu zastosować kondensatory elektrolityczne, ale tylko tantalowe. Zwykle kondensatory elektrolityczne po dłuższym okresie przechowywania bez napięcia mają duży prąd upływu, który może zupełnie uniemożliwić działanie urządzenia, a w najlepszym razie zafałszuje wyniki pomiarów. Natomiast kondensatory tantalowe mają znacznie mniejszy prąd upływu i niewiele zmienia się on z upływem czasu.

Sygnały z ośmiu prostowników są doprowadzone do multipleksera zrealizowanego z użyciem znanej kostki CMOS4051. Wyjściem modułu jest w punkcie E.

Trzy wejścia adresowe A, B i C pozwalają podać na wyjście E sygnał z jednego z ośmiu kanałów. Natomiast wejście D współpracujące z końcówką kostki oznaczoną INH(ibit) pozwala zablokować wszystkie kanały. Stan wysoki na tym wejściu powoduje, że wyjście multipleksera jest w stanie wysokiej impedancji. To wejście jest





Rys. 5. Płytką drukowaną modułu prostownika.

konieczne przy współpracy w systemie więcej niż jednego modułu AVT-258.

Na schemacie pokazano także szereg innych elementów. W podstawowej aplikacji nie są one wykorzystywane. W niektórych zaawansowanych aplikacjach mogą się okazać bardzo przydatne.

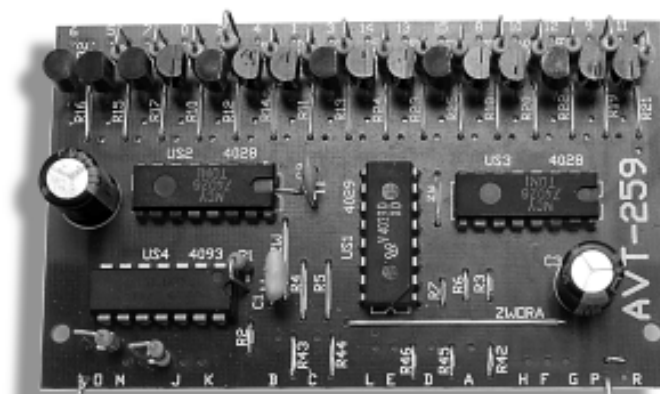
W analizatorze widma moduł pracuje cały czas w ustalonym trybie - na wejścia na bieżąco są podawane przebiegi z wyjść filtrów pasmowych AVT-191 (por. EP 12/95 str. 38 rys.2). Dzięki temu na wskaźniku składającym się z matrycy diod LED pojawiają się słupki o wysokości zmieniającej się wraz z zawartością analizowanego sygnału.

Opisywany moduł może też pracować w trybie pamiętania. To znaczy, że na wyświetlaczu można „zamrozić” obraz. Służy do tego wejście oznaczone F. W normalnym trybie tranzystor T19 nie przewodzi, natomiast T18 jest otwarty - przez diodę D1 płynie niewielki prąd wyznaczający punkty pracy tranzystorów prostownika na granicy przewodzenia. W takim stanie, nawet małe sygnały pojawiające się na wejściach 0..7 będą otwierać tranzystory T1..8 (sygnały te będą prostowane i wzmacniane). Jeśli jednak na punkt F zostanie podane napięcie dodatnie, tranzystor T19 zacznie przewodzić, a tranzystor T18 zostanie zatkany. Przez diodę D1 i rezystor R39 nie będzie płynął prąd. Napięcie na rezystorze R39 spadnie do zera i tranzystory T1..7 zostaną całkowicie zatkane - aby je otworzyć, amplituda sygnału wejściowego musiałaby być większa niż około 0,5V. Można tak dobrać poziomy sygnałów, aby podczas normalnej

pracy amplitudy sygnałów na wyjściach filtrów pasmowych nie były większe od tej wartości (jest to możliwe, bo przecież opiswany prostownik aktywny może wzmacniać sygnał kilkukrotnie, i na wejście wskaźnika AVT-257 zostanie podane napięcie stałe o odpowiedniej wartości). W efekcie, podanie stanu wysokiego na punkt F zablokuje tranzystory prostujące T1..T8 i jednocześnie zablokuje otwarte dotychczas tranzystory T9..T16. Kondensatory C9..C16 będą wówczas pełnić rolę kondensatorów pamiętających - nie będą ani ładowane (przez T1..T8), ani rozładowywane (przez rezystory R17..R24). W układzie z pamięcią kondensatory byłyby jednak ładowane prądem wejściowym współpracującej kostki wskaźnika LM3915. Trzeba pamiętać, że na wejściu tej kostki umieszczono tranzystor PNP, więc z wejścia układu LM3915 wypływa niewielki prąd (rzędu mikroampera lub mniej, ale jednak). Aby wyeliminować wpływ tego niewielkiego prądu, wprowadzono obwód z tranzystorami T20..T22. Jest to źródło prądowe o bardzo małej wydajności. W praktyce trzeba tak dobrać wartość R41, aby prąd płynący przez tranzystor T20 był równy prądowi wejściowemu współpracującej kostki LM3915 (3914, 3916).

Moduł ma jeszcze szersze możliwości. Oprócz możliwości zapamiętywania „obrazu” w trybie analizatora widma z filtrami, może też pracować w roli pamięci analogowej wskaźnika wobulatora.

W wobulatorze generator przestrajany napięciem (VCO) zmienia częstotliwość pod wpływem sygnału piłokształtnego. W danej chwili, na wyjściu generatora wy-



stępuje sygnał o jednej tylko częstotliwości. Jest to zupełnie inna sytuacja, niż w analizatorze widma z filtrami pasmowymi, w którym w sygnale występują jednocześnie składowe o różnych częstotliwościach. W analizatorze muszą być stosowane filtry pasmowe, które wydzielają z widma poszczególne

WYKAZ ELEMENTÓW

AVT-258

Rezystory

R1..R8: 9..12kΩ 1%
R9..R16: 100kΩ 1%
R17..R24: 30..39kΩ 1%
R25..R32: 1MΩ 1%
R33, R38, R40: 10kΩ
R34..R36, R39: 100kΩ
R41: dobrać
P1: 100kΩ miniaturowy

Kondensatory

C1..C8, C17: 330..470nF
C9..C16: 1μF
C18: 100nF ceramiczny
C19: 47..100μF/16V

Półprzewodniki

D1: 1N4148
T1..T8: BC558
US1: 4066
US2: CMOS 4051

AVT-259

Rezystory

R1: 10kΩ
R2..R7, R10..R25, R42..R46: zwora
R8, R9: nie montować
R26..R41: 82

Kondensatory

C1: 47nF
C2: 100nF ceramiczny
C3, C4: 47..100μF/16V

Półprzewodniki

T1..T16: BC548
US1: CMOS 4029
US2, US3: CMOS 4028
US4: CMOS 4093

gólne składniki. W układzie wobulatora sygnał zmienia swą częstotliwość w ściśle określony sposób - nie trzeba więc stosować filtrów pasmowych. Jest to znaczne ułatwienie, ale za to układ pomiarowy wobulatora musi mierzyć sygnał w poszczególnych chwilach (czyli sygnały o określonych częstotliwościach), zapamiętać wyniki, a następnie po dokonaniu pomiarów zobrazować wyniki na wyświetlaczu w postaci punktów tworzących charakterystykę. W urządzeniach profesjonalnych tego typu stosuje się powszechnie przetworniki analogowo-cyfrowe, cyfrowo-analogowe i pamięć RAM lub EEPROM. Przejście na postać cyfrową otwiera ogromne możliwości przetwarzania mierzonych sygnałów, ale niestety jest dość kosztowne.

W prostszych zastosowaniach można we wskaźniku wobulatora zastosować pamięć analogową. Opisany moduł może pełnić taką rolę. Na **rys.4** pokazano uproszczony schemat blokowy takiego wobulatora. W takim zastosowaniu nie trzeba oczywiście montować w module AVT-258 tranzystorów T1..T19 i współpracujących z nimi elementów. Wystarczy multiplexer US2 i kondensatory C9..C16. Najprawdopodobniej potrzebne będą tranzystory T20..T22 oraz układ scalony US1.

Układ US1 umożliwi dołączenie sygnału z prostownika. W fazie pomiaru starsze bity z cyfrowego generatora piły będą sterować ładowaniem kolejnych kondensatorów. Wraz ze zmianą częstotliwości generatora VCO, kondensatory C9..C16 naładują się do odpowiednich napięć. Napięcie to zostanie na nich niejako zapamiętane.

Potem, w zależności od konstrukcji układu nadzorującego, system może przejść w tryb odczytu i przez jakiś sensowny czas pokazać na wyświetlaczu zmierzona wobulatorem charakterystykę. Bez układu pamiętającego zaobserwowanie kształtu charakterystyki byłoby utrudnione lub wręcz niemożliwe, zwłaszcza przy badaniu układów małej częstotliwości, gdy konieczne trzeba stosować czasy wobulacji (czyli przemiatania) rzędu kilku czy kilkunastu sekund.

Przy odrobinie inwencji można wykonać układ nadzorujący, który mógłby przez ustalony krótki okres czasu wpisywać do kondensatorów pamiętających informacje o wynikach pomiaru przy poszczególnych częstotliwościach, a w pozostałym czasie układ pracowałby w trybie odczytu. Przy takiej pracy, nawet przy bardzo długim okresie wobulacji, obserwator miałby na ekranie cały czas aktualną charakterystykę, bez żadnego migotania.

Właśnie dla umożliwienia pracy w trybie zapisu, przewidziano dodatkowe wejście (oznaczone K) oraz klucz US1d+US1c. Sterowanie kluczem jest możliwe przez punkt J.

Klucze US1a i US1b nie mają konkretnego przeznaczenia i mogą być wykorzystane według potrzeb.

Rys.5 przedstawia rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej układu z **rys.3**.

Podobnie jak w przypadku układu AVT-259, również moduł AVT-258 w typowym zastosowaniu do wobulatora nie będzie zawierał wszystkich elementów pokazanych na schemacie ideowym na **rys.3** i na schemacie montażowym na **rys.5**.

Piotr Górecki, AVT