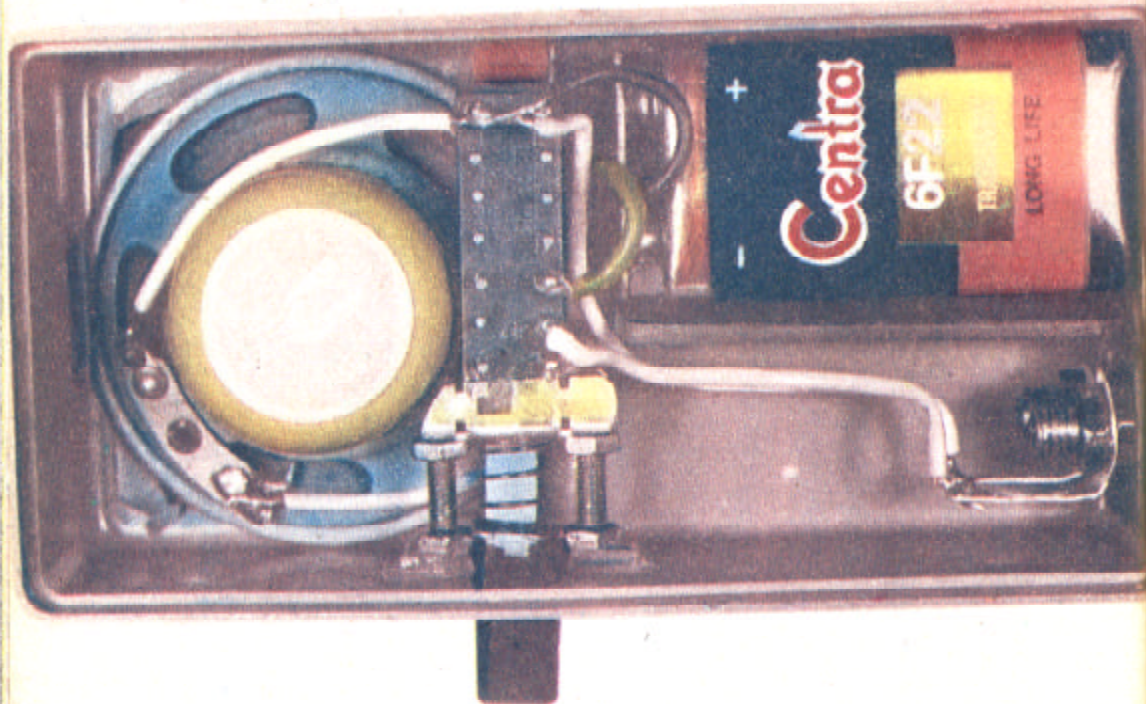


Używając znajdujących się w sprzedaży krajowych układów scalonych, można podjąć budowę maksymalnie zminiaturyzowanych urządzeń. Na fotografii u góry widać wnętrze telefonu głośnomówiącego, zbudowanego na układzie scalonym UL 1493. Fotografia u dołu przedstawia wnętrze drugiej części telefonu, zawierającej jedynie głośnik, przełącznik i baterię. Opis budowy tego telefonu zamieszczony został na str. 70.





# NA WARSZTACIE

## UKŁADY SCALONE W PRACOWNI RADIOAMATORA

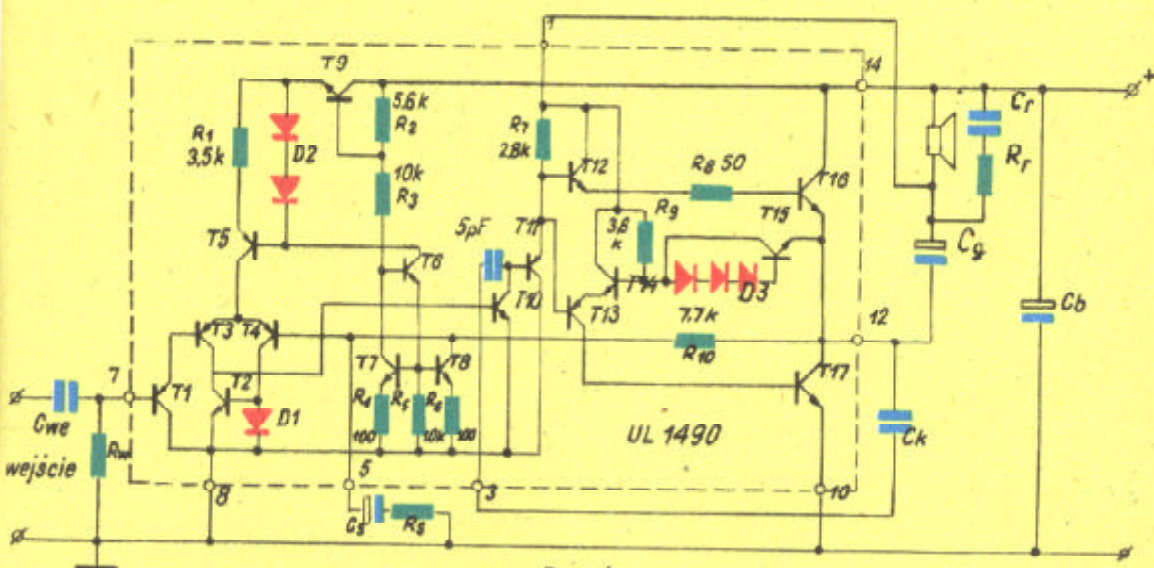
### Układ scalony UL 1490

Układ scalony UL 1490 jest przeznaczony do pracy we wzmacniaczach mocy małej częstotliwości. Przewidziany jest przede wszystkim do urządzeń bateryjnych: radiodbiorników kieszonekowych, magnetofonów kasetowych itp. Parametry układu dla tych zastosowań są bardzo dobre, charakteryzuje się on przede wszystkim bardzo małym poborem prądu przy braku sygnału i wysoką sprawnością przy pełnymysterowaniu, a także poprawną pracą w szerokim zakresie napięć zasilających. Urządzenia z tym układem pracującym jako wzmacniacz mocy bardzo oszczędnie zużywają energię baterii. Parametry jakościowe układu, jeśli brać pod uwagę zniekształcenia, szerokość pasma, szumy, są znacznie lepsze, niż się na ogół oczekuje od przenośnych urządzeń bateryjnych. Przy niewygórowanej cenie (120 zł), układ ten stanowi więc idealny podzespół do

budowy większości amatorskich przenośnych urządzeń elektroakustycznych. Układ UL 1490 jest odpowiednikiem układu TBA 790.SX produkowanego w krajach zachodnich.

Budowę i zasadę działania układu omówimy posługując się rys. 1. Rysunek ten przedstawia układ UL 1490 zastosowany w najprostszym sposobie jako wzmacniacz mocy m. cz. Elementy wewnątrz ramki narysowanej linią przerywaną znajdują się wewnątrz układu scalonego. Pozostałe elementy ( $R_w$ ,  $R_s$ ,  $R_r$ ,  $C_s$ ,  $C_k$ ,  $C_g$ ,  $C_r$ ,  $C_b$ ) dołącza się z zewnątrz. Są one potrzebne dla zapewnienia właściwych warunków pracy układu scalonego.

Omówimy najpierw ogólnie zasadę działania układu. Wzmacniany sygnał doprowadzony jest między końcówki 7 i 8. Tranzystor T1 służy jako wzmacniacz w układzie wspólnego kolektora. Użycie tego tranzystora znacznie zwiększa oporność wejściową wzmacniacza.



Rys. 1.

Następnie sygnał wzmacniany jest przez tranzystor T3. Oporność obciążenia dla tego tranzystora tworzy tranzystor T2. Układ, w jakim pracuje ten tranzystor, powoduje, że dla sygnałów zmiennych oporność między kolektorem i emiterem tego tranzystora jest bardzo duża. Wzmocniony sygnał trafia na bazę tranzystora T10, którego kolektor połączony jest bezpośrednio z bazą tranzystora T11. Te dwa tranzystory działają w sumie jako wzmacniacz w układzie wspólnego emitera o bardzo dużym wzmocnieniu prądowym. Sygnał wzmocniony przez tranzystory T10 i T11 steruje bazy tranzystorów T12 i T13. Tranzystory te wraz z tranzystorami T16 i T17 tworzą wyjściowy wzmacniacz mocy pracujący w klasie AB (tzn. z bliskim zeru prądem spoczynkowym tranzystorów mocy T16 i T17). Jest to układ przeciwsobny, podobny do układów budowanych często z pojedynczych elementów. Tranzystory T12 i T16 wzmacniają „dodatnie” półokresy sygnału (gdy napięcie na bazie T12 wzrasta) tranzystory T13 i T17 zaś wzmacniają „ujemne” półokresy (gdy napięcie na bazie T13 dąży do zera). Głośnik włącza się przez kondensator elektrolityczny o dużej pojemności pomiędzy końcówkę 12 i dodatni biegun źródła zasilania.

Oprócz elementów bezpośrednio uczestniczących we wzmacnianiu sygnału układ scalony zawiera wiele elementów pomocniczych, tworzących układy zapewniające automatyczne ustalenie się właściwych warunków pracy całego układu scalonego niezależnie od temperatury otoczenia i napięcia zasilania. Tutaj warto zwrócić uwagę na układ zapewniający przepływ prądu spoczynkowego o właściwej wartości przez tranzystory stopnia mocy oraz na układ stabilizujący stałe napięcie na wyjściu (końcówka 12) na poziomie połowy napięcia zasilającego. Pierwszy z wymienionych układów składa się z tranzystorów T14 i T15, zespołu diod D3 oraz opornika  $R_9$ . Układ ten wytwarza różnicę napięć (ok. 1,4 V) pomiędzy emiterami tranzystorów T12 i T13, przy czym napięcie na emiterze T13 jest wyższe. Dzięki temu przez tranzystory T12 i T13, przy braku sygnału, przepływa pewien niewielki prąd spoczynkowy. Prąd ten przepływa przez bazy tranzystorów T16 i T17, wywołując przepływ prądu spoczynkowego o wartości kilku miliamperów przez kolektory tranzystorów mocy T16 i T17. Przepływ tego prądu jest niezbędny dla zapewnienia małych zniekształceń w stopniu mocy. Układ z tranzystorami T14, T15 i z pozostałymi elementami zapewnia właściwą wartość prądu spoczynkowego stopnia mocy bez względu na zmiany parametrów

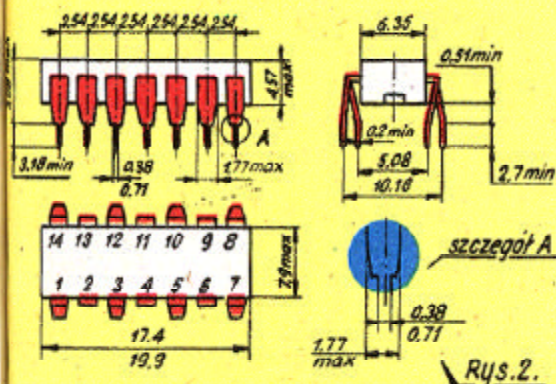
elementów układu zachodzące przy zmianach temperatury. Tu warto dodać, że temperatura płytki półprzewodnikowej w pracującym z pełną mocą wzmacniaczu może przekraczać 100°C.

Drugi z wymienionych układów powoduje, że napięcie stałe na wyjściu układu ma bez względu na wielkość napięcia zasilania i temperaturę układu wartość równą połowie napięcia zasilającego. Przy tej wartości napięcia stałego na wyjściu, stopień mocy może oddać największą moc do obciążenia. Układ stabilizujący napięcie stałe na wyjściu stopnia mocy składa się z tranzystorów T4, T6, T7 i T8 oraz oporników  $R_4$ ,  $R_5$ ,  $R_6$  i  $R_{10}$ . Tranzystory T3 i T4 tworzą tzw. wzmacniacz różnicowy – napięcie wyjściowe (na kolektorze tranzystora T3) zmienia się proporcjonalnie do różnicy napięć na bazach tranzystorów T3 i T4. Do bazy tranzystora T4 dociera napięcie z wyjścia wzmacniacza przez opornik  $R_{10}$ . W rezultacie utworzona jest pętla ujemnego sprzężenia zwrotnego: zmiany napięcia na wyjściu wzmacniacza powodują zmiany napięcia na bazie T4, te ostatnie zaś, wzmocnione przez tranzystory T3, T10 i następnie, zmieniają napięcie wyjściowe w przeciwną stronę. Układ pomocniczy z tranzystorami T6, T7 i T8 polaryzuje bazę tranzystora T4 w taki sposób, że wzmacniacz różnicowy znajduje się w równowadze wtedy, gdy na końcówce opornika  $R_{10}$  połączonej z wyjściem wzmacniacza napięcie jest równe połowie napięcia zasilania. W tym miejscu trzeba dodać, że równowaga wzmacniacza różnicowego może zostać zakłócona, jeśli opornik  $R_w$  włączony z zewnątrz między zaciski 7 i 8 układu scalonego ma zbyt dużą oporność. Nie należy tu stosować oporników o wartości przekraczającej 500 k $\Omega$ .

Omówiona wyżej pętla ujemnego sprzężenia zwrotnego funkcjonuje oczywiście nie tylko dla stałego napięcia na wyjściu wzmacniacza, lecz i dla wzmacnianych sygnałów zmiennych. Jednak dla sygnałów zmiennych sprzężenie zwrotne jest słabsze, ponieważ dla sygnałów zmiennych opornik  $R_{10}$  wraz z dołączanym z zewnątrz opornikiem  $R_s$  tworzy dzielnik napięcia. Zmieniając wartość opornika  $R_s$  można zmieniać głębokość ujemnego sprzężenia zwrotnego dla sygnałów zmiennych. Od wartości tego opornika zależy wzmocnienie napięciowe wzmacniacza, co umożliwia ustalenie wielkości wzmocnienia najważniejszego w budowanym urządzeniu.

Wielostopniowe wzmacniacze objęte ujemnym sprzężeniem zwrotnym mają tendencję do wzbudzenia się i wytwarzania drgań o wielkich częstotliwościach, znacznie powyżej właściwego pasma





przenoszenia. Zjawisko to jest bardzo niekorzystne, w skrajnym przypadku – powodując powstawanie drgań o dużej amplitudzie – może nawet wywołać uszkodzenie wzmacniacza. Uniknięcie drgań jest możliwe, jeśli obniżona zostanie górna częstotliwość graniczna jednego lub kilku stopni wzmacniacza. W tym celu wprowadza się dodatkowe lokalne ujemne sprzężenia zwrotne dla wielkich częstotliwości. Rolę taką pełni znajdujący się w układzie scalonym kondensator, łączący bazy tranzystorów T11 i T10. W tym też celu dołącza się z zewnątrz między końcówki 12 i 3 kondensator  $C_k$  o niewielkiej pojemności. Przed powstawaniem drgań zabezpiecza także kondensator  $C_r$  i opornik  $R_r$ , które włącza się równolegle do głośnika.

Układ scalony UL 1490 jest typowym przykładem rozwiązań konstrukcyjnych stosowanych w technice układów scalonych. Charakterystyczne jest wprowadzenie licznych układów pomocniczych, które czynią schemat całego układu skomplikowanym i trudnym do analizy, za to jednak ogromnie ułatwiają budowę urządzeń wykorzystujących ten układ. Wskutek zastosowania układów pomocniczych zbędne się staje dokonywanie w zbudowanym urządzeniu jakichkolwiek regulacji. Najwłaściwsze warunki pracy układu scalonego ustalają się bowiem całkowicie samoczynnie.

Omówimy teraz zastosowanie układu UL 1490. Najprostszy wzmacniacz mocy wykorzystujący ten układ przedstawia rys. 1, a obudowę i rozmieszczenie wyprowadzeń – rys. 2. Aby nie uszkodzić układu, w czasie prób i w czasie pracy nie wolno przekraczać następujących wartości napięć i prądów:

maksymalne napięcie zasilania 12 V,  
maksymalne napięcie wejściowe (końc. 7 i 8) 350 mV,  
maksymalny prąd wyjściowy (końc. 12) 0,5 A.  
Nie należy doprowadzać z zewnątrz żadnych napięć stałych do końcówek 7, 3, 12, 5. Końcówkę 7 wolno zwierzyć z masą (końcówki 8 i 10). Końcówkę 3, 5 i 12 zwierać z masą nie wolno. Należy zwłaszcza zwracać uwagę, aby nawet na krótką chwilę nie zwierzyć z masą lub z zasilaniem wyjścia (końcówka 12), i to nie tylko bezpośrednio, ale nawet przez kondensator  $C_r$ . Jakikolwiek sygnał wejściowy spowoduje bowiem wówczas przepływ prądu wyjściowego o wartości przekraczającej dopuszczalną (0,5 A), co powoduje zwykle zniszczenie tranzystorów T16 i T17.

W normalnych warunkach pracy rolę elementu ograniczającego prąd wyjściowy do wartości dopuszczalnej pełni głośnik. Wynika z tego, że dla każdej wartości napięcia zasilającego istnieje pewna minimalna wartość oporności głośnika, poniżej której grozi uszkodzenie układu w czasie pracy. Natomiast zwiększając oporność głośnika powyżej minimalnej można bez ograniczeń. Od napięcia zasilania i oporności głośnika zależy bezpośrednio największa moc, jaką może oddać do głośnika wzmacniacz bez zniekształceń. Wielkość tej mocy można w przybliżeniu obliczyć ze wzoru

$$P_{\max} = \frac{1}{2} U_{z\text{asil}}^2 : 8 R_g$$

gdzie  $U_{z\text{asil}}$  – napięcie zasilania w woltach,  $R_g$  – oporność głośnika w omach,  $P_{\max}$  – maksymalna moc oddawana do głośnika w watach.

Zamieszczona tabelka podaje dla kilku typowych wartości napięcia zasilającego wielkości:

Napięcie zasilania $U_{z\text{asil}}$ (V)	4,5	6	9	12
Minimalna dopuszczalna oporność głośnika $R_{g \text{ min}}$ ( $\Omega$ )	7	10	15	22
Maksymalna moc wyjściowa dla oporności głośnika równą $R_{g \text{ min}}$ , około $P_{\text{wy maks}}$ (mW)	200	310	530	700
Pobór prądu bez sygnału $I_{z\text{asil}}$ (mA)	2	3,3	6	8,7

minimalnej dopuszczalnej oporności głośnika, maksymalnej mocy oddawanej do głośnika mającego oporność równą minimalnej dopuszczalnej, oraz typowej wartości prądu spoczynkowego po-

bieranego przez układ scalony. Maksymalny pobór prądu przy pełnymysterowaniu wzmacniacza i oporności głośnika równej minimalnej dopuszczalnej wynosi bez względu na napięcie zasilania około 90 mA. Korzystając z tabelki i podanego wzoru można wybrać odpowiednie do potrzeb napięcie zasilania i oporność głośnika. Napięcie zasilania 4,5 V jest najmniejszym napięciem, przy którym wzmacniacz pracuje poprawnie. Jeżeli napięcie zasilania spadnie poniżej 4 V, to układy pomocnicze nie mogą już zapewnić właściwych wartości napięć i prądów w układzie, i wzmacniacz przestaje działać. Oczywiście, zbyt małe napięcie zasilania nie grozi uszkodzeniem wzmacniacza.

Właściwe wartości pojemności  $C_T$  i oporności  $R_T$  nie są krytyczne. Orientacyjne wartości wynoszą:  $C_T = 0,1 \mu\text{F}$ ;  $R_T = 1 \Omega$ . Opornik taki łatwo można wykonać z odcinka drutu oporowego. Doświadczenie pokazało, że bardzo często opornik  $R_T$  nie jest potrzebny i można kondensator  $C_T$  dołączyć równoległe do głośnika.

Wartość opornika  $R_s$  dobieramy tak, aby otrzymać właściwe wzmocnienie napięciowe wzmacniacza. Potrzebną wartość wzmocnienia napięciowego można określić za pomocą prostego rachunku. Wzmacniacz oddaje do głośnika pełną moc wtedy, gdy amplituda napięcia na wyjściu staje się prawie równa połowie napięcia zasilającego. Zatem potrzebną wartość wzmocnienia napięciowego otrzymamy dzieląc połowę napięcia zasilania przez wartość amplitudy napięcia, jakie może maksymalnie dostarczyć źródło wzmacnianego sygnału. Dla przykładu: jeżeli źródłem sygnału jest stopień detekcyjny radioodbiornika, który może dać sygnał o maksymalnej amplitudzie wynoszącej 30 mV, a napięcie zasilania układu scalonego wynosi 6 V, to potrzebna dla otrzymania maksymalnegoysterowania wielkość wzmocnienia napięciowego wynosi 100. W praktyce należy ustalić wzmocnienie nieco większe, potrzebne przy odbiorze słabych stacji. Wzmocnienie napięciowe wzmacniacza wyznacza (dla niezbyt małych wartości opornika  $R_s$ ) prosty wzór

$$k_u = R_{10} : R_s$$

Ponieważ typowa wartość opornika  $R_{10}$  wynosi 7,7 k $\Omega$ , potrzebną wartość opornika  $R_s$  obliczamy ze wzoru

$$R_s = 7700 : k_u$$

(wynik otrzymamy w omach). Zatem dla uzyskania wzmocnienia napięciowego wynoszącego 100 trzeba zastosować opornik  $R_s$  o wartości 77  $\Omega$ . Najbliższa wartość znormalizowana wynosi 75  $\Omega$ .

Zastosowanie opornika o jeszcze mniejszej wartości zapewni układowi pewien zapas wzmocnienia.

Dobierając wartość opornika  $R_s$  należy pamiętać o dwóch zasadach. Po pierwsze, nie należy stosować oporników o wartości większej od 390  $\Omega$  (czyli wartości wzmocnienia mniejszych od 20), ponieważ wówczas dla otrzymania pełnegoysterowania potrzebne jest napięcie wejściowe większe od dopuszczalnego (350 mV), co może w przypadku pełnegoysterowania spowodować uszkodzenie układu scalonego. Po drugie, nie należy stosować bardzo małych wartości opornika  $R_s$ , czyli bardzo dużych wzmocnień, ponieważ wówczas pogarszają się parametry jakościowe wzmacniacza – zwłaszcza rosną zniekształcenia. W większości zastosowań nie ma potrzeby przekraczać wzmocnienia wynoszącego 200, które otrzymujemy przy wartości opornika  $R_s$  wynoszącej 39  $\Omega$ . Przy tej wartości parametry jakościowe wzmacniacza są jeszcze bardzo dobre. W szczególności współczynnik zniekształceń nieliniowych w nieprzesterowanym wzmacniaczu ma wartość typową około 0,3%, co znacznie przewyższa wymagania dla urządzeń kieszonekowych i przenośnych.

Pojemność kondensatora  $C_k$  potrzebna dla utrzymania stabilnej pracy wzmacniacza jest uzależniona od wymaganego wzmocnienia napięciowego, a więc od wartości opornika  $R_s$ . Obliczenie tej pojemności jest dość skomplikowane. Można jednak posłużyć się dla jej określenia prostą regułą: wartość tej pojemności w pikofaradach powinna być około dwukrotnie większa od wartości opornika  $R_s$  w omach (reguła ta słuszna jest tylko dla układu UL 1490 zastosowanego we wzmacniaczu mocy o schemacie podanym na rys. 1). Zatem dla  $R_s$  równego 75  $\Omega$  zastosujemy kondensator  $C_k$  o pojemności 150 pF. Kondensator  $C_k$  jest zarazem elementem ograniczającym od góry pasmo przenoszenia wzmacniacza. Jeśli jest on dobrany w myśl podanej wyżej reguły, to pasmo przenoszenia wzmacniacza będzie sięgać około 10 kHz. Zmniejszając  $C_k$  rozszerzymy pasmo, może to jednak wywołać przy zbyt małej pojemności  $C_k$  powstawanie drgań wielkiej częstotliwości. Zwiększając  $C_k$  spowodujemy obniżenie górnej częstotliwości granicznej pasma przenoszenia. Pojemność  $C_k$  można zwiększać bez ograniczeń. Zatem zmieniając  $C_k$  możemy regulować zawartość wysokich tonów tak, aby z każdorazowo użytego głośnika uzyskać najprzyjemniejsze brzmienie audycji. Należy jednak pamiętać, by w trakcie eks-



perymentów nie odłączać kondensatora  $C_k$  od pracującego wzmacniacza; spowoduje to bowiem wzbudzenie się drgań, co może w pewnych niekorzystnych okolicznościach spowodować uszkodzenie wzmacniacza.

Wartość opornika  $R_w$  decyduje o oporności wejściowej całego wzmacniacza, oporność wejściowa bowiem samego układu scalonego jest bardzo duża (dziesiątki  $M\Omega$ ). Opornik  $R_w$  może mieć dowolną wartość – od zera do około  $500\text{ k}\Omega$ , zależnie od potrzebnej wartości oporności wejściowej. Zamiast tego opornika może być użyty potencjometr regulacji siły głosu, musi to być jednak potencjometr bardzo dobrej jakości – nie może przerywać, „trzeszczeć”. Jest on bowiem włączony w obwód prądu stałego płynącego do bazy tranzystora T1. Przerwy w przepływie tego prądu będą powodować zakłócenia w działaniu układu automatycznej stabilizacji napięcia stałego na wyjściu, co będzie objawiać się bardzo głośnymi, dokuczliwymi trzaskami w głośniku.

Od pojemności kondensatorów  $C_p$ ,  $C_s$  i  $C_{we}$  zależy dolna częstotliwość graniczna pasma przenoszenia. Każda z tych pojemności połączona jest szeregowo z pewną opornością:  $C_p$  z opornością głośnika,  $C_s$  z opornikiem  $R_s$ ,  $C_{we}$  z opornością wejściową wzmacniacza (praktycznie z opornością opornika  $R_{we}$ ). Reguła doboru tych trzech pojemności jest taka sama: powinny one być na tyle duże, by w całym pasmie przenoszenia stawiały przepływowi prądu zmiennego opór znacznie mniejszy od oporności, z którymi są szeregowo połączone. Minimalną wartość pojemności obliczymy według wzoru

$$C = 159\,000 : fR$$

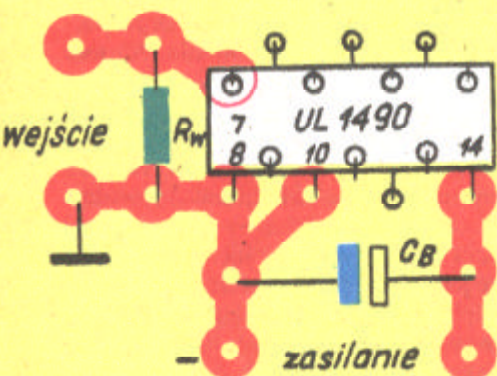
gdzie  $f$  – dolna częstotliwość graniczna pasma przenoszenia w Hz,  $R$  – oporność w omach,  $C$  – pojemność w mikrofaradach. Obliczoną ze wzoru pojemność należy powiększyć ok. 1,5 – 2 razy, ponieważ w układzie istnieją trzy pojemności niezależnie ograniczające pasmo. Na przykład dla oporności głośnika równej  $15\ \Omega$ , oporności  $R_s$  równej  $75\ \Omega$  i oporności  $R_w$  równej  $50\text{ k}\Omega$  i dla dolnej częstotliwości granicznej  $100\text{ Hz}$  zastosujemy pojemności:  $C_p = 220\ \mu\text{F}$ ,  $C_s = 47\ \mu\text{F}$ ,  $C_{we} = 47\ \text{nF}$ . Warto tu dodać, że na ogół nie należy dążyć do otrzymania bardzo niskiej częstotliwości granicznej, np.  $20\text{ Hz}$ , ponieważ małe głośniki urządzeń przenośnych nie przetwarzają prawidłowo zbyt małych częstotliwości i często przy zbyt niskiej dolnej częstotliwości granicznej wzmacniacza jakość dźwięku nie tylko nie poprawia się, lecz ulec może pogorszeniu na skutek wzrostu zniekształceń.

Kondensator  $C_b$  zwiiera źródło zasilania dla napięć zmiennych i zabezpiecza w pewnym stopniu przed wahaniami napięcia zasilającego przy zmianach poboru prądu przez wzmacniacz. Układ UL 1490 pobiera bowiem prąd o wartości proporcjonalnej do chwilowego wysterowania. Wartość pojemności  $C_b$  wynosi  $100\ \mu\text{F}$  lub więcej.

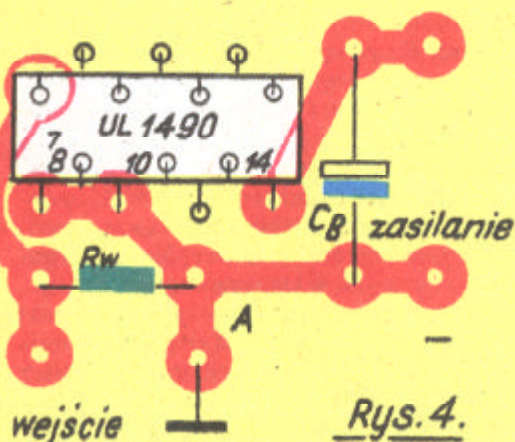
Podane wyżej wskazówki ułatwiają zbudowanie przy użyciu układu UL 1490 wzmacniacza mocy dostosowanego do dowolnych potrzeb. Wzmacniacz można uzupełnić na wejściu dowolnym układem regulacji siły głosu i barwy tonu. Montaż wzmacniacza można wykonać niemal dowolnie, pamiętając jedynie o ogólnie obowiązującej zasadzie krótkich połączeń oraz oddalania od siebie połączeń wejściowych i wyjściowych. Przy projektowaniu połączeń drukowanych dla układu UL 1490 trzeba jeszcze zwrócić uwagę na sposób poprowadzenia połączeń masy (końcówki 8 i 10). Sygnał wejściowy powinien być doprowadzony możliwie krótką i bezpośrednią drogą między końcówki 7 i 8. Należy unikać takiego układu ścieżek przewodzących, w którym przez ten sam odcinek ścieżki przepływałby prąd zasilania stopnia mocy do końcówki 10 i prąd sygnału wejściowego do końcówki 8. Przykład poprawnie zaprojektowanych połączeń pokazuje rys. 3, a przykład połączeń niewłaściwych – rys. 4. W układzie z rys. 4 pomiędzy punktem oznaczonym literą A, a końcówką 10 przepływa zarówno prąd zasilania stopnia mocy, jak i prąd sygnału wejściowego. Prąd zasilania zmienia się w takt sygnału wejściowego, co powoduje powstawanie na odcinku ścieżki między punktem A i końcówką 10 napięcia zmieniającego się w takt zmian poboru prądu przez stopień mocy. Napięcie to jest włączone w szereg z napięciem wejściowym, ponieważ przez wspomniany odcinek ścieżki płynie także prąd do wejścia (końcówka 8). Tym samym powstaje niepożądane sprzężenie zwrotne, które powoduje wzrost zniekształceń, a nawet może doprowadzić do wzbudzenia się wzmacniacza (gwizd, terkot). Pozostałe ścieżki (nie pokazane na rys. 3 i 4) mogą być poprowadzone praktycznie dowolnie.

Przy montażu wzmacniacza należy unikać gnięcia końcówek, ponieważ są one łamliwe, oraz lutować końcówki możliwie krótko, dobrze nagrzaną lutownicą. Podniesienie temperatury końcówek (wewnątrz obudowy wzmacniacza) powyżej  $125^\circ\text{C}$  może spowodować jego uszkodzenie. Końcówki nie wykorzystane (2, 4, 6, 9, 11, 13) pozostawiamy nigdzie nie podłączone.

Przykład praktyczny wykorzystania układu UL 1490 podajemy w tym numerze „MT” w artykule



Rys. 3



Rys. 4.

mgra Jacka Sawickiego pt. „Telefon głośnomówiący”. Przykłady takie będziemy również podawać w przyszłości.

Na zakończenie warto dodać, że w Naukowo-Produkcyjnym Centrum Półprzewodników produkowane są także układy scalone UL 1491, UL 1492 i UL 1493, będące wariantami konstrukcyjnymi układu UL 1490 o podwyższonej mocy wyjściowej. O układach tych napiszemy, gdy będą one dostępne w sprzedaży detalicznej. Ponadto produkowane są także układy scalone UL 1401 – UL 1405 i UL 1463, będące wzmacniaczami mocy do urządzeń zasilanych z sieci. O tych układach napiszemy w jednym z następnych odcinków.

**Dr inż. Wiesław Kuźmierz**