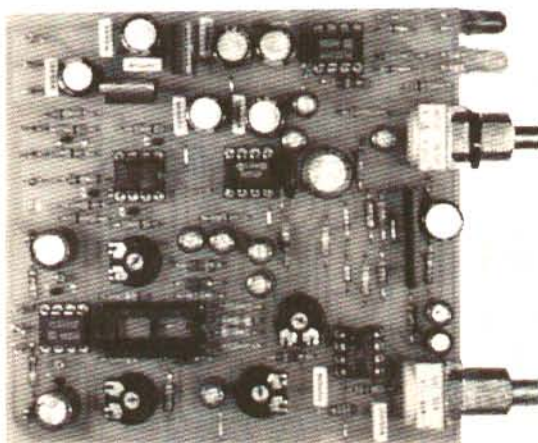


Na łamach pisma *Electronique Radio Plans* od dwóch lat jest publikowana seria artykułów prezentujących moduły, które - jak klocki - można składać w większe, niekiedy bardzo wymyślne, zespoły audio. Oto trzy moduły do kolekcji, która będzie w przyszłości rozszerzana.

## Trzy moduły audio



### L6N2

Płytką o tym symbolu jest najnowszą wersją cieszącego się dużym powodzeniem układu, wykonanego w 1988. Chodzi o moduł w pełni regulowanego kompresora/ogranicznika, bardzo łatwego do wykonania i o bardzo korzystnym stosunku walorów użytkowych do ceny. Schemat elektryczny układu jest pokazany na rysunku 1.

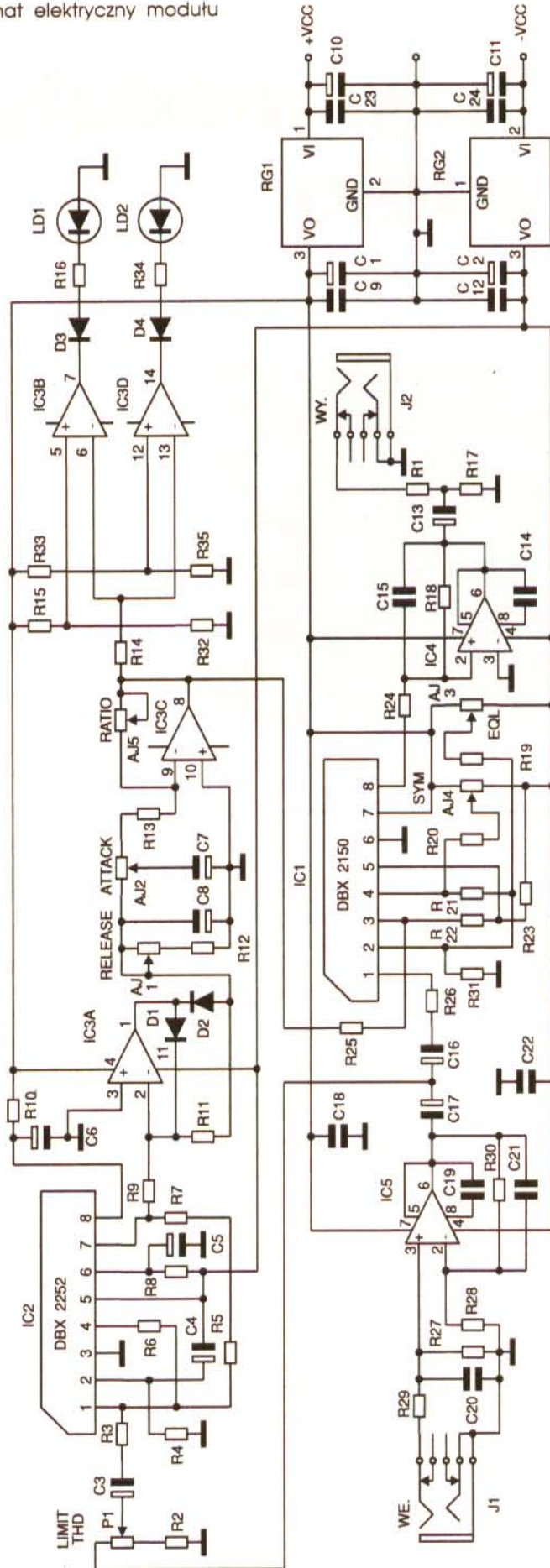
Jego konstrukcja jest oparta na VCA (wzmacniaczach o napięciowo sterowanym wzmacnieniu) i detektorach RMS (wartości średniej kwadratowej) o oznaczeniu DBX (2150 i 2252), które bardzo często stosowaliśmy i nadal będziemy stosować.

Działanie układu jest bardzo proste. Układ scalony IC5 służy jako bufor, IC1 (VCA) pozwala wpływać na amplitudę, a IC4 służy do zamiany prądu wyjściowego na napięcie. Jeśli wyprowadzenie sterujące VCA (końcówka 3) ma potencjał 0V, jego wzmacnienie wynosi 1. Przy napięciu ujemnym zaczyna on wzmacniać, a przy dodatnim tłumić. W naszym zastosowaniu chodzi

o tłumienie i do końcówki 3 doprowadza się tylko napięcie dodatnie (albo zerowe) w stosunku  $+6\text{mV/dB}$ . Sygnał jest pobierany z elektrody wspólnej C17 i C16, w wielkości ustalonej przez P1. Jest on podawany do detektora RMS IC2, który dostarcza napięcia dodatniego lub ujemnego (zawsze w stosunku  $6\text{mV/dB}$ ), wokół progu ustalonego pomiędzy  $-17$  i  $-15\text{dBm}$ . IC3A przenosi i odwraca tylko dodatnie napięcia, zespół kondensatorów pozwala wpływać na stałe czasu, a IC3C odwraca sygnał umożliwiając przejście od wzmacnienia 1 do takiego tłumienia (AJ5), które nie powoduje istotnej zmiany wzmacnienia VCA. Dwa komparatory, IC3B i IC3D, mierzą napięcie i przełączają jeśli zostaną przekroczone napięcia ustalone przez dzielniki R15/R32 i R33/R35. Przyjmuje się, że układ działa, jeżeli dodatni sygnał  $+6\text{mV}$  obniża wzmacnienie o 1dB.

Wzór druku i rozmieszczenie elementów są podane na rysunku 2. Uwaga na skośne połączenie pod IC3! Na tym rysunku P1 pokazany jest jako zwykły potencjometr mono. Przy pomocy małej płytki dodatko-

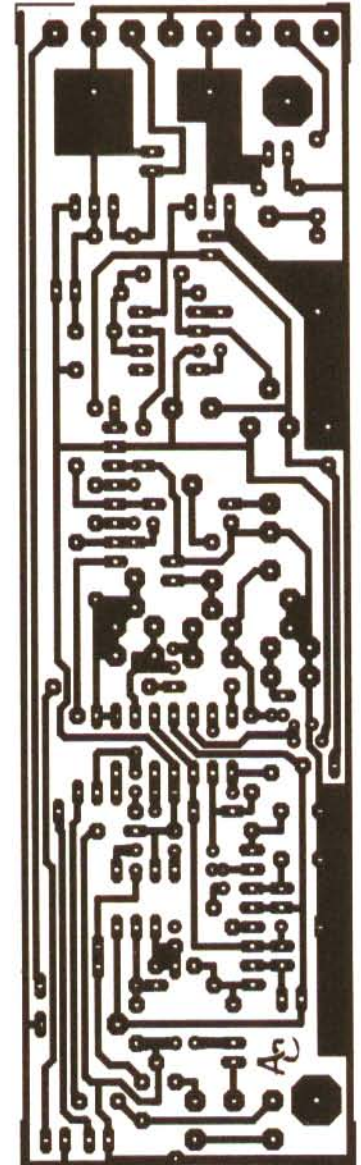
Rys. 1. Schemat elektryczny modułu L6N2

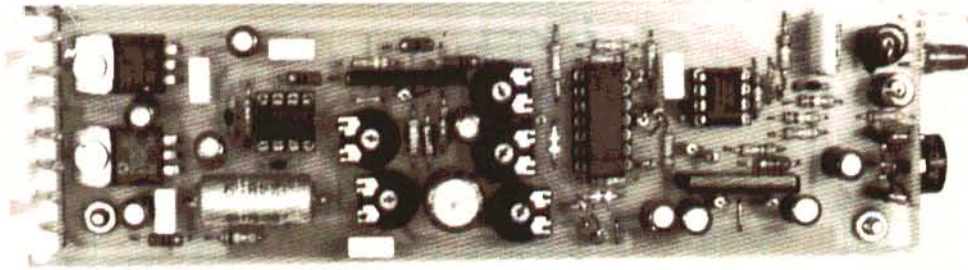


wej, można go zastąpić potencjometrem nastawczym, jak to pokazano na rys. 3 dla bloku 6 potencjometrów. Na fotografii fragmentu zmontowanej płytki jest to wyraźnie widoczne.

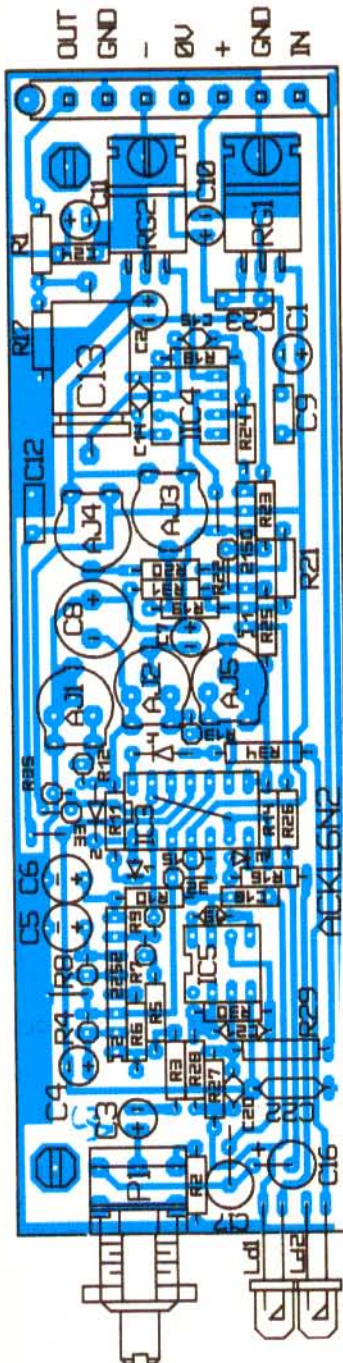
W technice audio często się okazuje, że niektóre nastawy powinny być ustalone raz na zawsze i późniejsze poprawki psują tylko pracownicie dobrane kombinacje. Przypadkowe poruszenie potencjometru na płycie czołowej może niekiedy spowodować zniszczenie kolumny. W studio natomiast, przeciążenie jakiegoś kanału jest znacznie mniej niebezpieczne. Mały otworek w płycie czołowej przy zachowaniu ostroż-

Rys. 2a. Mozaika ścieżek płytki L6N2





Rys. 2b. Rozmieszczenie elementów na płytce L6N2



ności pozwoli wykonywać tę ważną regulację za pomocą śrubokrętu.

### Uruchomienie L6N2

Dwa z potencjometrów nastawczych, AJ3 i AJ4, nie są przeznaczone do regulacji parametrów eksploatacyjnych. AJ4 służy do minimalizacji zniekształceń, a AJ3 do wyrównania poziomów IN i OUT. Wiadomo z doświadczenia, że ustawienie AJ4 w środkowym położeniu jest bliskie idealnemu i jeśli nie dysponuje się miernikiem zniekształceń, można go bez obawy w tym położeniu pozostawić.

AJ3 jest to luksus pozwalający dokładnie dobrać przenoszenie poziomu sygnału w wybranych warunkach pracy. Daje to poczucie komfortu laborantowi, nie ma jednak wielkiego znaczenia w praktyce.

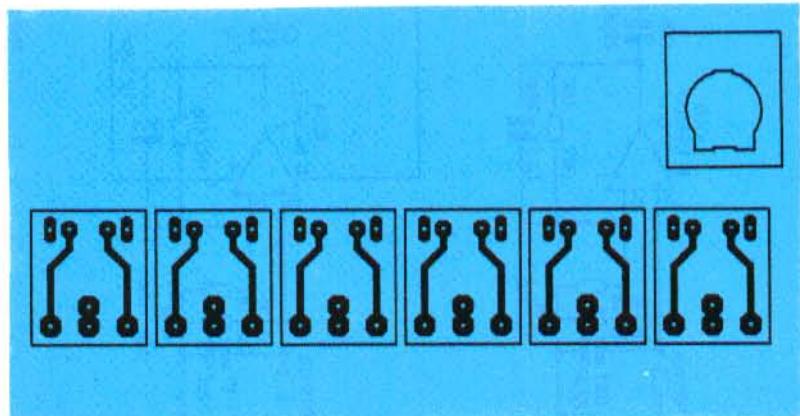
Nie powinno się ustawiać AJ2 w skrajnym (po stronie AJ1) położeniu; do poprawnego przenoszenia małych częstotliwości potrzebna jest minimalna oporność pomiędzy C8 i C7. Należy wykonać następującą próbę: podać na wejście 50Hz, ustawić pełne ograniczenie. Obserwować zniekształcenia zmniejszające się w miarę pokręcania ATTACK i zaznaczyć położenie graniczne (w przybliżeniu 1/10 całego zakresu potencjometru), przy którym zanikają. Pozostała część zakresu potencjometru

może być używana swobodnie.

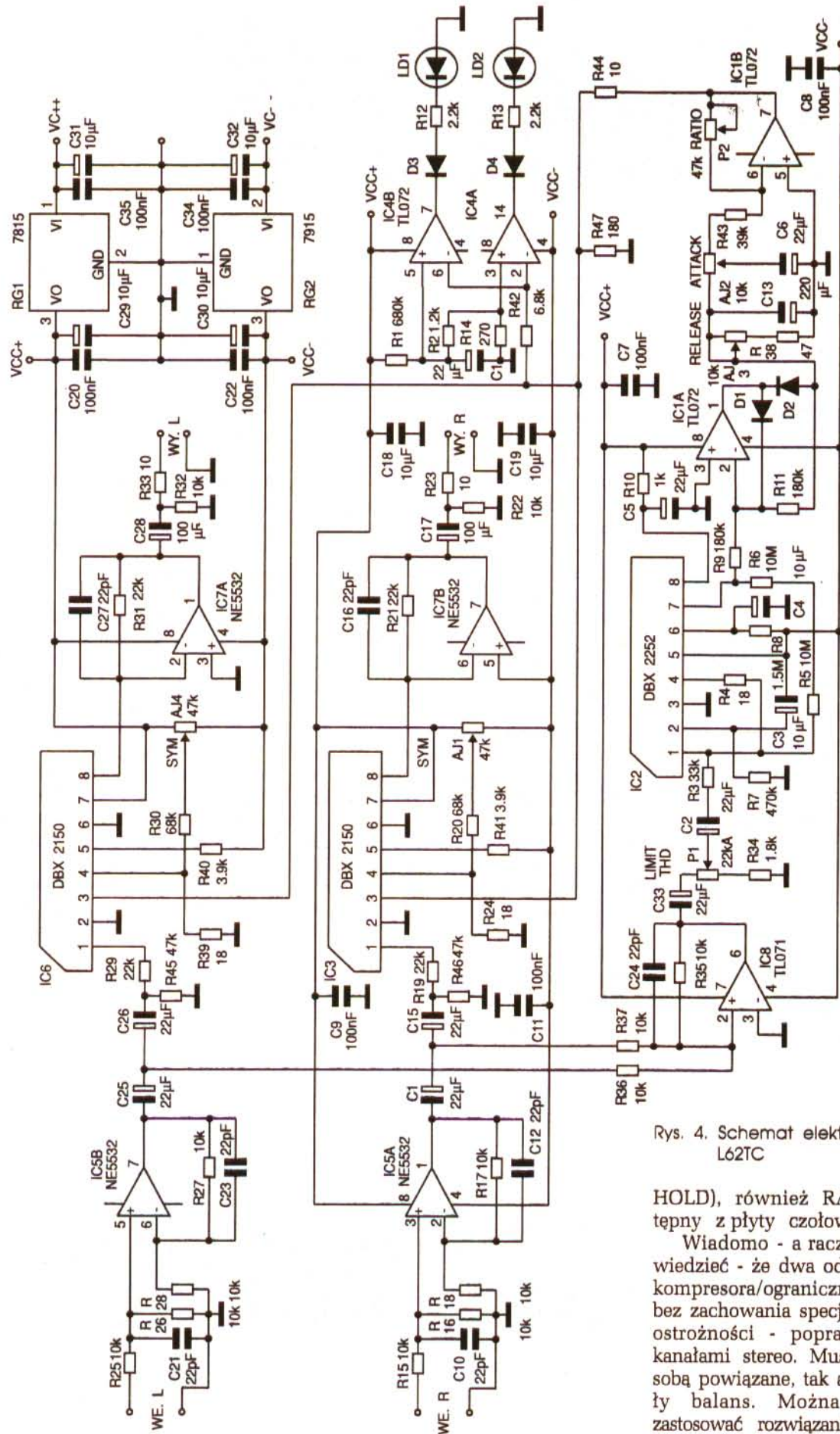
Uruchomienie należy zacząć od dobrania wzmacnienia. Po zmontowaniu układu i wstawieniu IC5, IC1 i IC4, oraz zwarcia do masy końcówki 8 w podstawie IC3, wzmacnienie powinno wynosić 1. Dobiera się je za pomocą AJ3. Potem można wstawić IC2 i IC3, a następnie ustawić najmniejszą wartość RELEASE i ATTACK, a największą RATIO (wzmacnienie IC3C równe 1) i sprawdzić czy zależnie od pozycji P1, -17 lub -15dBm, tor sterujący wchodzi do akcji i reguluje VCA. Pomimo swojej prostoty (a może dzięki niej) układ ten jest niezawodny i skuteczny. Zakres regulacji progu mieści się mniej więcej w granicach -15 i +10dBm. Aby go podwyższyć wystarczy zmienić R2, ale czy ma to sens? W celu obniżenia go poniżej -15, IC5 musiałby wzmacniać, a IC4 o tyle samo tłumić. Inna możliwość, to wprowadzenie wzmacniacza pomiędzy wspólny punkt C17/C16 a P1. Powrócimy do tego przy następnym układzie.

### L62TC

Na rysunku 4 przedstawiono podwójną wersję poprzedniego układu dla urządzeń stereo. Wszystkie parametry są oczywiście regulowane, tym razem oprócz poziomu (THRES-



Rys. 3. Blok potencjometrów.



Rys. 4. Schemat elektryczny modułu L62TC

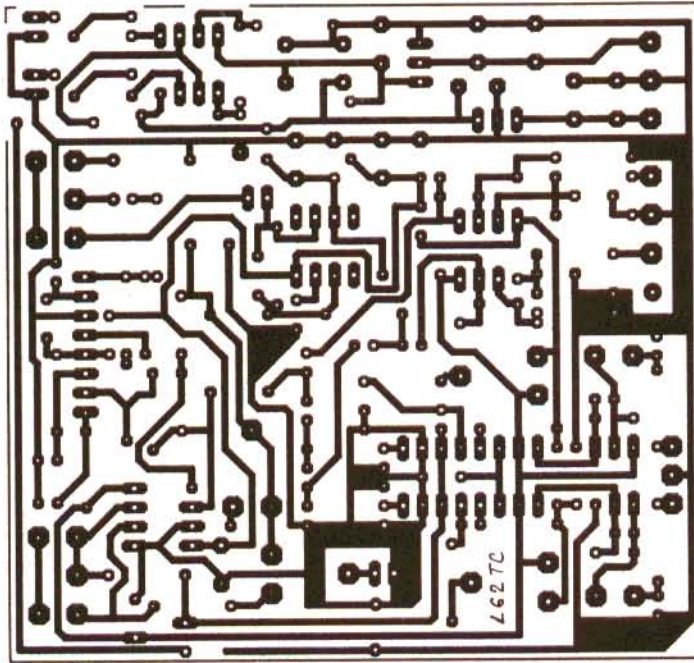
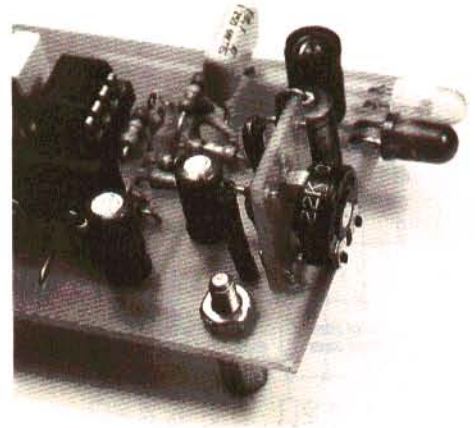
HOLD), również RATIO jest dostępny z płyty czołowej.

Wiadomo - a raczej powinno się wiedzieć - że dwa oddzielne moduły kompresora/ogranicznika nie mogą - bez zachowania specjalnych środków ostrożności - poprawnie sterować kanałami stereo. Muszą one być ze sobą powiązane, tak aby zachowywały balans. Można w tym celu zastosować rozwiązanie ekonomiczne,

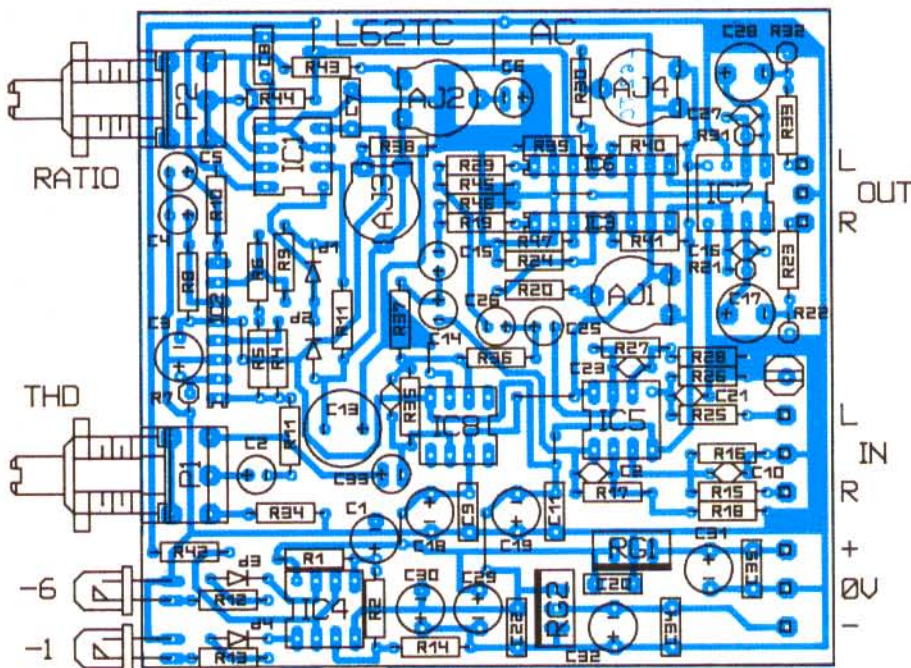
polegające na sterowaniu obu VCA jednym napięciem pochodzącym z monofonicznego odwzorowania obu kanałów. Chociaż niedoskonały, bierze bowiem sterowanie z sumy L + R, zamiast osobno z L i R, system ten działa bardzo dobrze, a jego zaletą jest wyjątkowa prostota budowy.

Schemat mało różni się od poprzedniego: dwa kanały audio zamiast jednego, jeden komplet

wskazników i jeden tor sterujący. Przed wejściem sterującym jest umieszczony układ IC8, który wykonuje dodawanie L + R. Na schemacie jego wzmocnienie wynosi 1, próg więc „dolny” jest w pobliżu -15dBm. Ale w razie potrzeby (tak zrobimy w naszym procesorze filtracyjnym) można go z łatwością obniżyć. Dodając więc na przykład 10 dB wzmocnienia, próg obniży się do -25dBm. Należy jednak zrozumieć, że



Rys. 5a. Mozaika ścieżek płytki L62TC



Rys. 5b. Rozmieszczenie elementów na płycie L62TC

użyty IC8 zostanie przesterowany przy około +20dBm i jeśli by dać np. 30dB wzmocnienia aby otrzymać próg -45dB, maksymalny poziom wejściowy spadnie jedynie do około -10dBm.

Inne rozwiązanie mogłoby polegać na zmieszaniu kanałów po VCA. W ten sposób system sam by się regulował, ale nie podobało nam się brzmienie, raczej niemiła „miękość”.

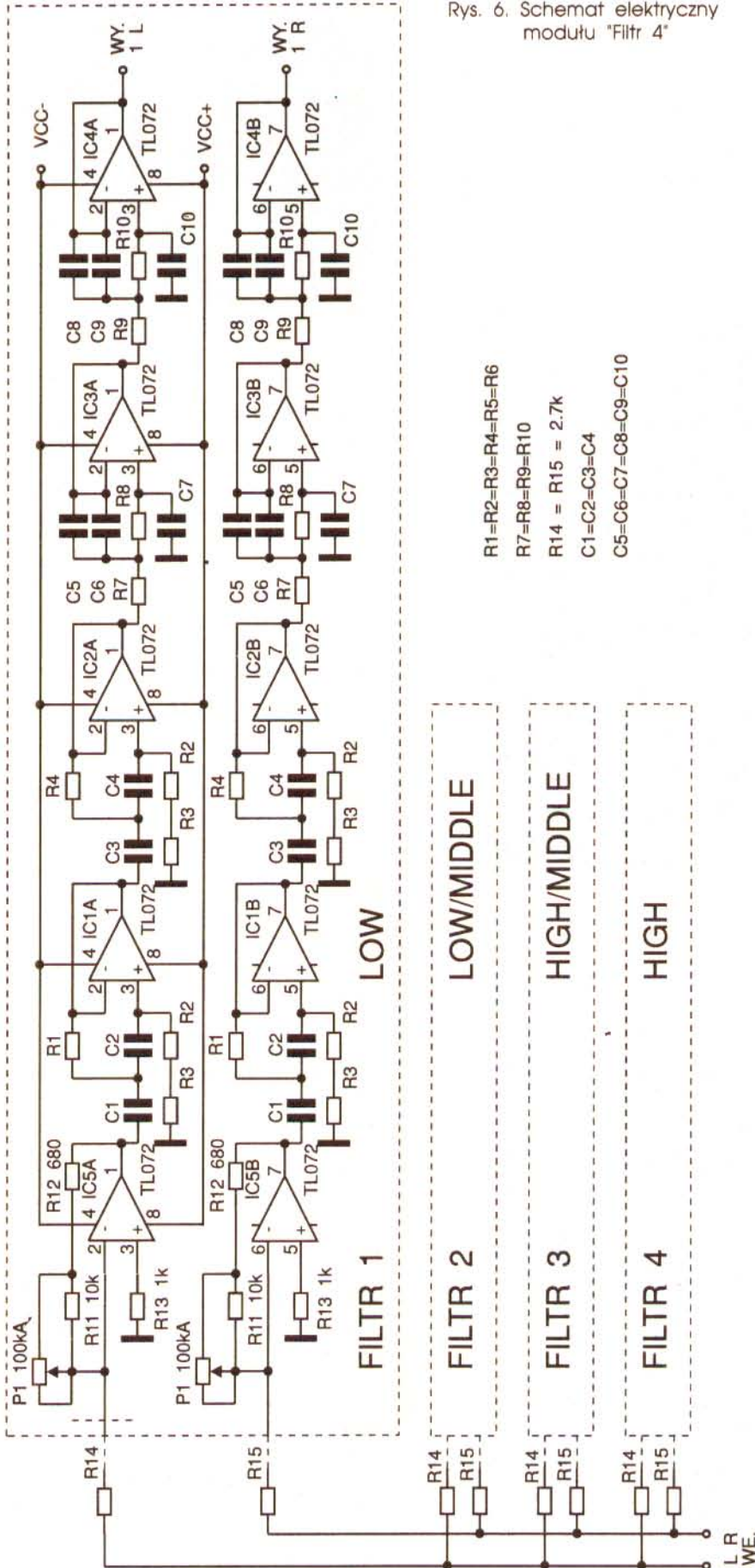
Rozmieszczenie elementów jest pokazane na rysunku 5. Oczywiście, zwykle potencjometry P1 i P2 tak samo jak poprzednio, mogą być zastąpione przez nastawcze przy pomocy płytek dodatkowych z rys. 3.

Uruchomienie modułu przy zastosowaniu opisanej już metody nie powinno nastęrczyć żadnych trudności. Należy sprawdzać kanały jeden po drugim (jeden VCA po drugim), później wprowadzić tę samą modulację do L i do R dla wyskalowania progów.

#### FILTR 4

Schemat tej płytki jest pokazany na rysunku 6. Nie ma w nim niczego nadzwyczajnego, pozwala za to wygodnie pracować z naszym „specjalnym” systemem filtrów aktywnych.

Jak widać, na każdą sekcję składa się wzmacniacz o regulowanym wzmocnieniu od 10 do 12dB, filtr górno przepustowy i filtr dolno przepustowy. Każdy z filtrów składa się z dwóch jednakowych stopni Butterwortha o nachyleniu 12dB/oktawę, co w sumie stanowi filtr środkowo przepustowy o nachyleniu 24dB/oktawę. Takich filtrów jest osiem i tworzą one dwa kanały stereofoniczne, po cztery filtry na



Rys. 6. Schemat elektryczny modułu "Filtr 4"

kanal.

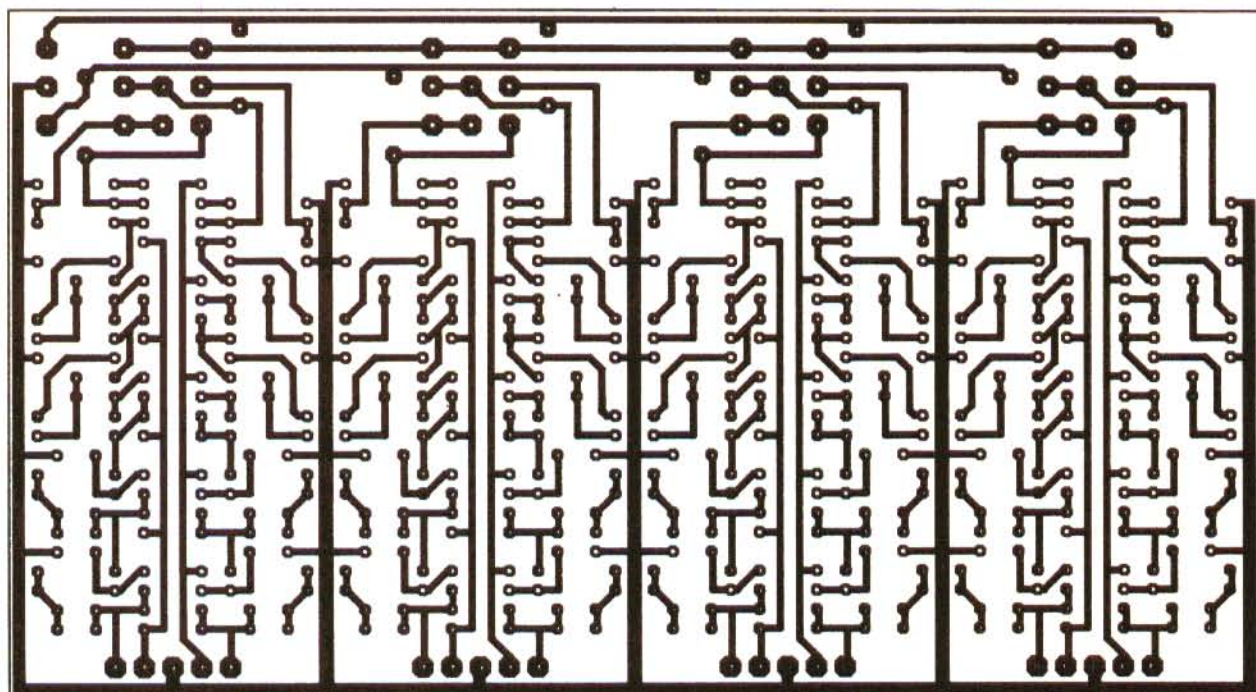
Należy od razu zaznaczyć, że używanie tego układu bez buforów na wejściach i wtórników czy boosteów na wyjściach nie byłoby rozsądne. Układ bowiem ma skłonność do zawieszania się, jeżeli te ostatnie zostaną przeciążone, co powoduje poszerzenie - słuchowo - uprzednio wybranego pasma przeniesienia. Dla filtru LOW na przykład, odnosi się w takim przypadku wrażenie, że pasmo „przesuwa się wyżej” niż przewidziano.

Należy zwrócić uwagę na fakt, że jak to widać na rys. 6, pary R, 2R i C, 2C są tworzone przez zwyczajne łączenie dwóch rezystorów w szereg a dwóch kondensatorów równolegle. Upraszcza to w znacznym stopniu dobieranie elementów o odpowiednich wartościach. Wykonanie praktyczne tej płytki ilustruje rys. 7. Na rysunku oznaczono elementy tylko jednego toru, wszystkie pozostałe są identyczne, z wyjątkiem niektórych wartości.

Trzeba jeszcze zwrócić uwagę na fakt, że zmiana druku jest dziecinnie łatwa. Możliwa jest zarówno redukcja do trzech torów, jak i powiększenie ich liczby. Jako przykład pasm przeniesienia, na rys. 8 można zobaczyć wykresy z jednej z naszych prób.

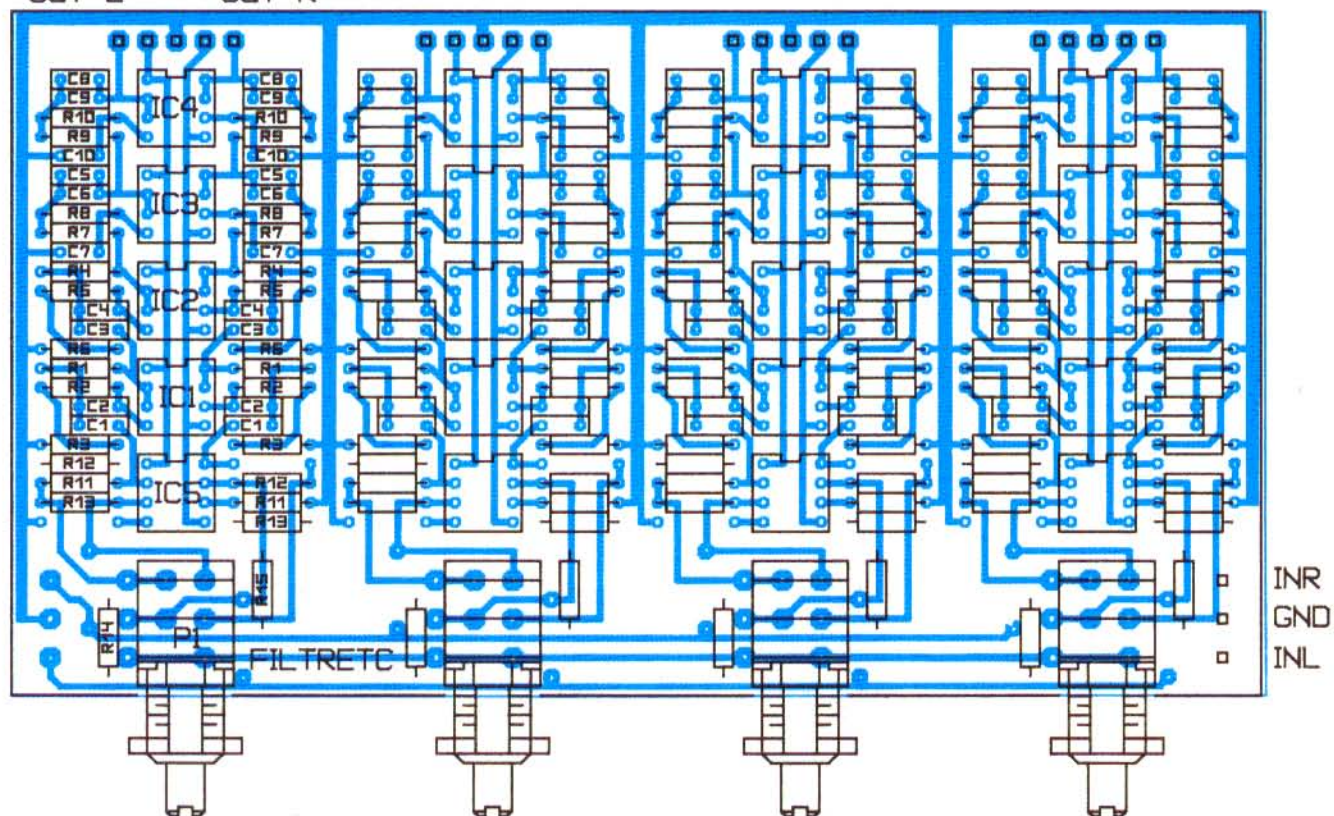
Wartości niektórych elementów, głównie stopni wejściowych, należy wziąć ze schematu. Pozostałe trzeba odczytać z tabeli Filtr 4. Obliczenia zostały wykonane dla 42 częstotliwości i trzech wartości kondensatorów. Zostały użyte  $C = 100nF$  w pierwszych dołnoprzepustowych i  $C = 1nF$  w ostatnich górnoprzepustowych,  $C = 10nF$  we wszystkich pozostałych. Dla ułatwienia obliczeń dla jeszcze innych niż podane częstotliwości, pod każdą kolumną wpisaliśmy iloczyn  $F \times R$ , gdzie  $F$  jest w Hz a  $R$  w  $\Omega$ . Na przykład dla 18kHz należy podzielić 112595540 przez 18000 aby otrzymać  $R = 6255\Omega$ . Na rys. 6 jest zapisane  $R14 = 2.7k\Omega$ . W praktyce można zmieniać tę wartość aby uzyskać jednakowo 0dB dla wszystkich torów. Tym właśnie sposobem podnieśliśmy czułość filtru HIGH/MIDDLE, która była za mała o 3dB w stosunku do sąsiednich z powodu małej szerokości jego pasma. Zmieniliśmy wartość tego rezystora z  $2.7k\Omega$  na  $1.8k\Omega$ .

Jean Alary, ERP

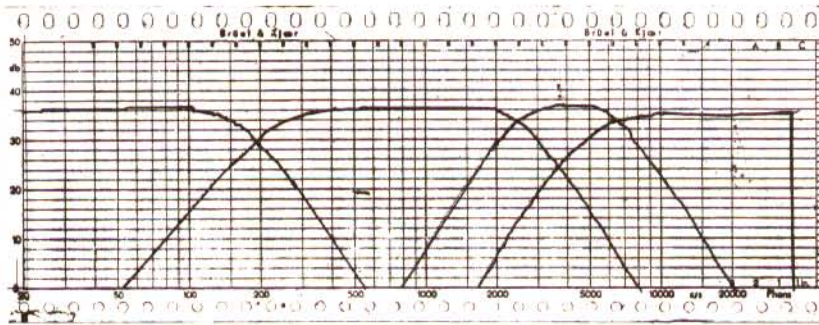


Rys. 7a. Mozaika ścieżek płytki drukowanej "Filtr 4"

OUT L - 0 + OUT R



Rys. 7b. Rozmieszczenie elementów na płytce "Filtr 4"



Rys. 8. Pasma przeniesienia filtrów modułu "Filtr 4"

Tablica. Wartości rezystorów modułu "Filtr 4"

$$FR = (0,707/C)/6,28$$

F	100nF	10nF	1nF
10Hz	112,60k		
12Hz	93,80k		
16Hz	70,37k		
22Hz	51,18k		
25Hz	45,04k		
32Hz	35,18k		
40Hz	28,15k		
50Hz	22,52k		
63Hz	17,87k		
80Hz	14,07k		
100Hz	11,26k	112,60k	
125Hz		90,07k	
160Hz		70,37k	
220Hz		51,18k	
250Hz		45,03k	
315Hz		35,74k	
400Hz		28,15k	
500Hz		22,52k	
630Hz		17,87k	
800Hz		14,07k	
1kHz		11,26k	
1,25kHz		9,00k	
1,6kHz		7,03k	
2kHz		5,62k	
2,2kHz		5,12k	
2,5kHz		4,50k	
3,15kHz		3,57k	
4kHz		2,81k	
5kHz		2,25k	
6kHz		1,87k	
6,3kHz		1,78k	
8kHz		1,40k	
10kHz		1,12k	11,26k
12kHz			9,38k
12,5kHz			9,00k
15kHz			7,50k
16kHz			7,03k
20kHz			5,63k
25kHz			4,50k
31,5kHz			3,57k
40kHz			2,81k
50kHz			2,25k
FR=	1125955	11259554	112595540

**WYKAZ ELEMENTÓW L6N2**

**Rezystory**

- R1, R24, R25: 10Ω
- R2, R35: 1,8kΩ
- R3: 33kΩ
- R4: 470kΩ
- R5, R7: 10MΩ
- R6, R21, R31: 18Ω
- R8: 1,5MΩ
- R9, R11: 180kΩ
- R10: 1kΩ
- R12: 47Ω
- R13: 39kΩ
- R14: 6,8kΩ
- R15, R33: 680kΩ
- R16, R34: 2,2kΩ
- R17, R19, R22, R27, R28, R29, R30: 10kΩ
- R18, R26: 22kΩ
- R20: 68kΩ
- R23: 3,9kΩ
- R32: 270Ω

**Potencjometry**

- AJ1, AJ2: 10kΩ
- AJ3, AJ4, AJ5: 47kΩ
- P1: 22kΩ A lub nastawczy z płytką

**Kondensatory**

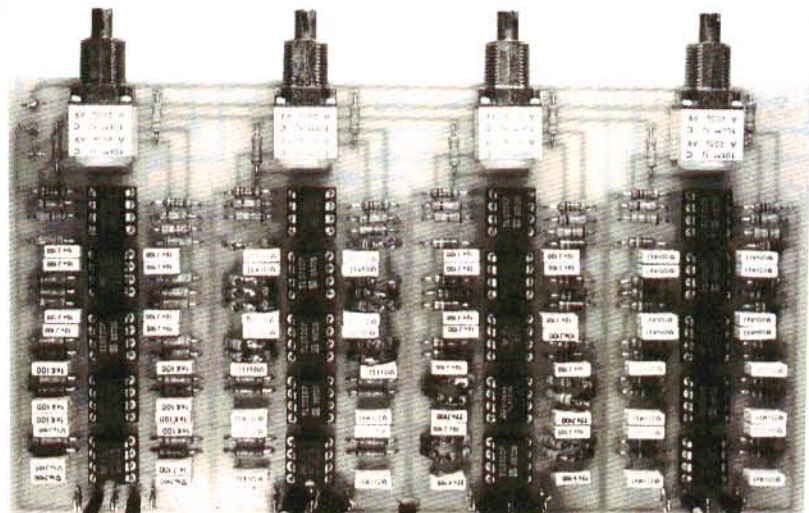
- C1, C2, C3, C6, C7, C10, C11: 22μF
- C4, C5: 10μF
- C8: 220μF
- C9, C12, C18, C23, C24: 0,1μF, followy
- C13: 100μF, osłowy
- C14, C15, C19, C20, C21: 22pF
- C16, C17: 10μF, osłowy
- C22: 0,1μF, płytkowy

**Półprzewodniki**

- RG1: 7815
- RG2: 7915
- IC1: DBX2150
- IC2: DBX2252
- IC3: LM348
- IC4, IC5: NE5534
- D1, D2, D3, D4: 1N4148
- LD1: dioda LED, zielona
- LD2: dioda LED, czerwona

**Podstawki**

- 2 szt 8 kontaktowe
- 2 szt. 8 kontaktowe szeregowo
- 1 szt. 14 kontaktowa





**WYKAZ ELEMENTÓW L62TC**

**Rezystory**

R1: 680kΩ  
 R2: 1,5kΩ  
 R3: 33kΩ  
 R4, R24, R39: 18Ω  
 R5, R6: 10MΩ  
 R7: 470kΩ  
 R8: 1,5MΩ  
 R9, R11: 180kΩ  
 R10: 1kΩ  
 R12, R13: 2,2kΩ  
 R14: 270kΩ  
 R15, R16, R17, R18, R22, R25, R26,  
 R27, R28, R32, R35, R36, R37: 10kΩ  
 R19, R21, R29, R31: 22kΩ  
 R20, R30: 68kΩ  
 R23, R33, R44: 10Ω

R34: 1,8kΩ  
 R38: 47Ω  
 R40, R41: 3,9kΩ  
 R42: 6,8kΩ  
 R43: 39kΩ  
 R45, R46: 47kΩ  
 R47: 180Ω

**Kondensatory**

C1, C2, C5, C6, C14, C15, C25, C26,  
 C33: 22μF  
 C3, C4, C18, C19, C29, C30, C31,  
 C32: 10μF  
 C7, C8, C9, C11, C20, C22, C34,  
 C35: 0,1μF  
 C10, C12, C16, C21, C23, C24, C27:  
 22pF  
 C13: 220μF  
 C17, C28: 100μF

**Potencjometry nastawcze**

AJ1, AJ4: 47kΩ  
 AJ2, AJ3: 10kΩ

**Potencjometry**

P1: 22kΩ  
 P2: 47kΩ

**Układy scalone**

IC1, IC4: TL072  
 IC2: DBX2252  
 IC3, IC6: DBX2150  
 IC5, IC7: NE5532  
 IC8: TL071

RG1: 7815  
 RG2: 7915

**Diody**

D1, D2, D3, D4: 1N4148  
 LD1: dioda LED 5mm zielona  
 LD2: dioda LED 5mm czerwona