

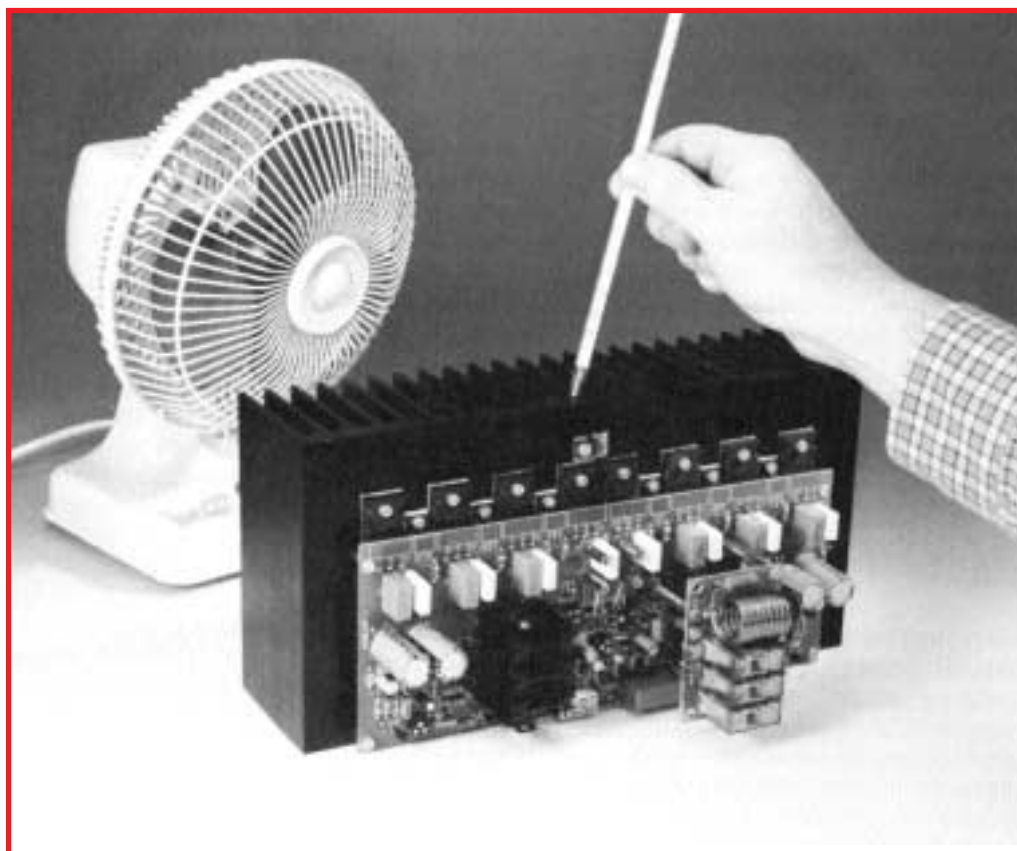
ELEKTOR w EdW

Sterowanie wentylatorami

dla wzmacniacza Gigant 2000 i innych

Czasami w przypadku solidnych stopni mocy, przy pomocy zwykłych środków nie można osiągnąć zadowalających warunków chłodzenia. W takich sytuacjach bardzo często wykorzystuje się wentylatory. Opisany w tym artykule projekt układu elektronicznego oferuje proporcjonalne, uzależnione od temperatury, sterowanie wentylatorami, z ustawianym progiem zadziałania i zasadami regulacji. Poza tym układ ten posiada czujnik temperatury krytycznej, który jest w stanie uaktywnić układ bezpieczeństwa (zabezpieczający) w Gigancie 2000.

Pomimo że radiator nie został dobrany szczególnie oszczędnie, to także i Gigant 2000, podobnie jak i inne podobne wzmacniacze,

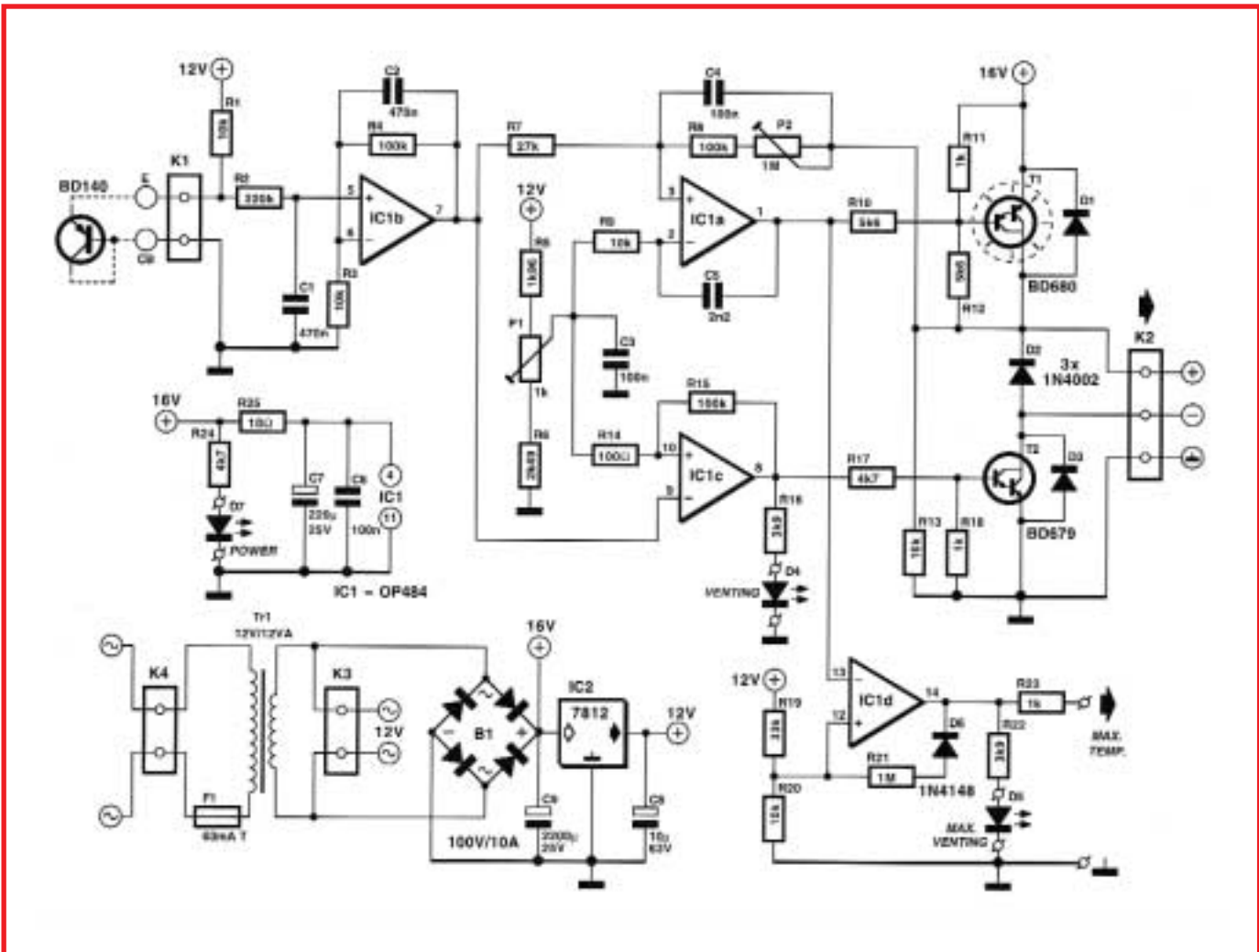


w pewnym momencie dociera do granicy swoich możliwości, jeśli chodzi o moc strat. Przy obciążeniach powyżej 4Ω radiator jest jeszcze w stanie odprowadzać moc strat w formie ciepła, ale przy obciążeniach o niższych impedancjach i dla wyższego poziomu występowania musi zostać zastosowane chłodzenie wymuszone. Opisany poniżej układ elektroniczny ma za zadanie, przy pewnej określonej (i ustawianej) temperaturze radiatora uaktywnić dwa małe wentylatorki, które

wraz ze wzrostem temperatury będą obracać się coraz szybciej. Jeżeli osiągnięte zostaną maksymalnie dopuszczalne obroty, to układ regulacji wysyła poprzez swoje specjalne wyjście impuls do układu zabezpieczającego wzmacniacz. Górna granica jest ustawiana w zależności od wartości progowej uruchamiającej układ. Zarówno osiągnięcie wartości progowej, włączającej wentylatory, jak i przekroczenie maksymalnej dopuszczalnej temperatury, są sygnalizowane od-

powiednimi LED-ami. Układ chłodzenia został wyposażony w dwa 12V wentylatory, których obroty są łatwo regulowane za pośrednictwem napięcia roboczego. Zaczynają one pracować mniej więcej od 5V.

Jako czujnik temperatury służy zwykły tranzystor typu BD140, który przykręcony jest do radiatora wzmacniacza. Zgodnie ze znaną zależnością napięcie w kierunku przewodzenia dla złącza w półprzewodniku krzemowym maleje mniej więcej



Rysunek 1. Dwa wzmacniacze, dwa komparatory i dwie diody LED tworzący się o należyte charakterystyki regulacji układu i właściwe sygnały.

o 2mV/K. Z tego względu tranzystor albo dioda doskonale nadają się jako sensor.

Budowa

Jak to widać na **rysunku 1**, układ regulacji temperatury nie należy do specjalnie skomplikowanych. Cztery wzmacniacze operacyjne w jednej obudowie, dwa tranzystory i dwie diody LED – to najważniejsze elementy tego układu. Wszystkie te podzespoły należą do standardowych elementów elektronicznych, a dochodzi do tego jeszcze prosty zasilacz sieciowy. Do zacisków K1 podłączony jest sensor, do K2 wentylatory, a do wyjścia *max. temp.* układ zabezpieczający wzmacniacza.

R1 zasila napięciem tranzystor, pracujący jako dioda i spełniający rolę czujnika. Spadek napięcia na złączu p-n zostaje uwolniony od ewentualnych zakłóceń przez filtr R2/C1 i ostatecznie dociera do 11-krotnego wzmacniacza IC1b. Ażeby osiągnąć napięcie wystarczające do wystawienia wentylatorów, sygnał z czujnika jest ponownie podnoszony przez układ IC1a. Wzmacniacz operacyjny włączony jest jako układ odwracający, tak więc napięcie dla wentylatorów wraz z rosnącą temperaturą będzie stawało się coraz wyższe (skierowane jest przeciwnie do ujemnego współczynnika temperaturowego). T1 jest niezbędny aby uzyskać prąd jakiego wymagają wentylatory. Przy pomo-

cy P2 można ustawić wzmacnienie układu scalonego IC1a i tym samym proporcję pomiędzy przyrostem temperatury i napięciem dla wentylatorów.

Za rzeczywiste włączenie wentylatorów odpowiada właściwie komparator IC1c. Porównuje on napięcie wyjściowe z układu IC1b z napięciem odniesienia pochodzącym z obwodu R5/P1/R6. Po osiągnięciu wartości progowej ustawianej przy pomocy P1 układ scalony IC1c przełącza się i minusowe złącze wentylatorów (K2) zostaje przez tranzystor T2 podane na masę. Fakt ten sygnalizowany jest przez diodę LED D4. Wartość progowa ustawiona za pomocą P1 jest także wykorzystywana jako napięcie referencyjne dla IC1a, tak więc początkowe napięcie sterujące jest równe napięciu progowemu. IC1d od-

powiedzialny jest za sygnał przekroczenia maksymalnej temperatury pracy. Komparator kontroluje napięcie wyjściowe wzmacniacza IC1a i przełącza się, gdy wentylatory otrzymują sygnał maksymalnego wystawienia. Zaczyna wówczas świecić dioda LED D5 i poprzez R23 na wyjściu pojawia się wysoki poziom. Sygnał ten uaktywnia układ zabezpieczający wzmacniacz Gigant 2000. W przypadku innych wzmacniaczy sygnał przełączający może być kierowany za pośrednictwem jakiegoś stopnia buforowego i przełączać będzie przełącznik wyjściowy.

Zasilacz sieciowy tego układu jest tak prosty, jak tylko było to możliwe. Do sterowania wentylatorów wymagane jest napięcie wyprostowane, lecz nieregulowane o wysokości +16V. Takie samo napięcie, lecz odsprzężo-

Elektor w EdW

ne przez R25/C6/C7 zasila także układ scalony IC1, w którym są cztery wzmacniacze operacyjne. Stabilizowane napięcie 12V, wymagane do różnorodnych ustawień i jako napięcie odniesienia, wytwarzane jest przez regulator napięcia IC2 z buforującym kondensatorem elektrolitycznym C8. Dioda LED D7 służy jako sygnalizator obecności napięcia roboczego układu.

Strojenie

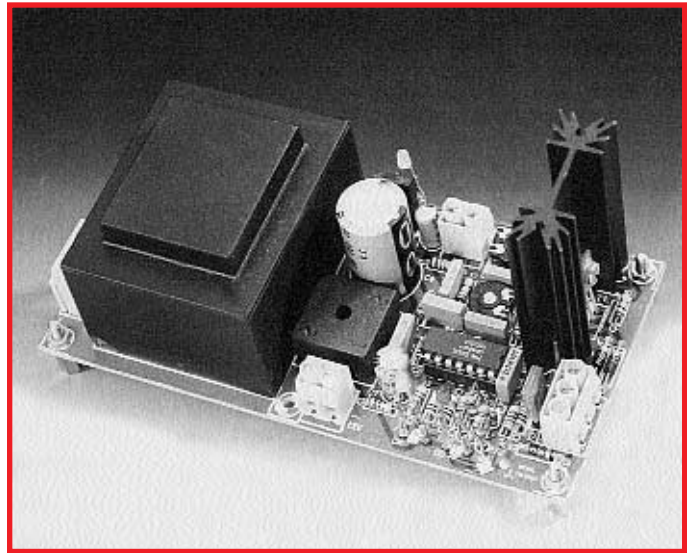
Przy pomocy P1 ustawia się wartość progową włączania, a przy pomocy P2 szerokość zakresu regulacji obrotów wentylatorów, od wartości minimalnej do maksymalnej. Do przeprowadzenia regulacji potrzebny jest precyzyjny termometr kontaktowy.

Są dwa ekstremalne punkty, dla których należy wyregulować potencjometry. Można to zrobić na dwa sposoby. Albo przy pomocy P1 wybiera się bardzo wysoką temperaturę (60...65°C)

i następnie za pomocą P2 ustawia się maksymalne wzmocnienie. Maksymalne obroty byłyby wówczas położone tylko o około 6...7°C powyżej punktu włączania. Druga metoda polega na wybraniu nisko położonego punktu włączania (w przybliżeniu dla 50°C) i ustawieniu minimalnego wzmocnienia. W rezultacie uzyskuje się duży zakres regulacji obrotów. Oczywiście w takiej sytuacji nie osiąga się maksymalnych obrotów. Idealne byłoby więc takie ustawienie, które znalazłoby się pomiędzy tymi dwoma ekstremami. W żadnym jednak przypadku temperatura radiatora nie może przekroczyć 70°C. Najpóźniej po osiągnięciu tej temperatury musi zaświecić się dioda D5.

Wykonanie

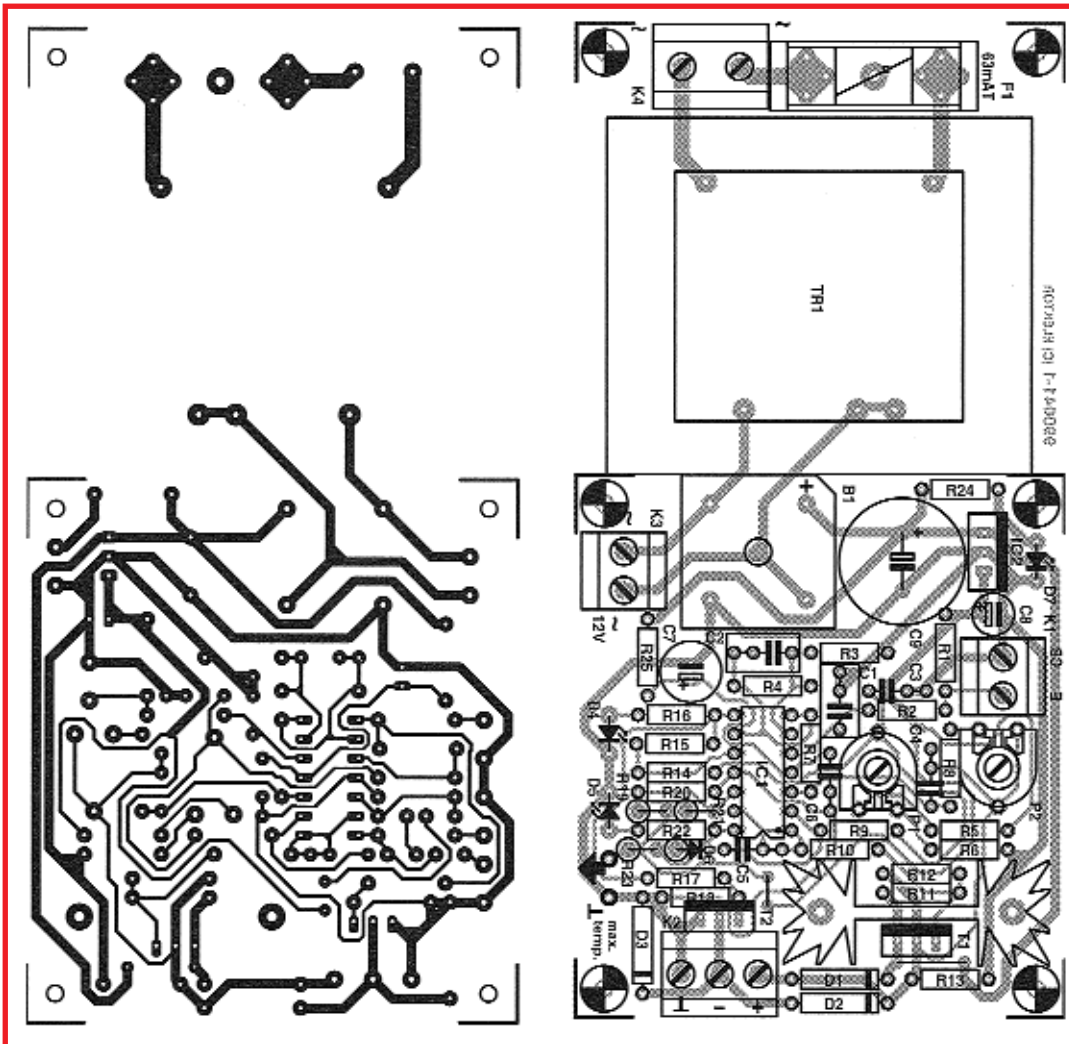
Układ zbudowany jest na płytce drukowanej przedstawionej na **rysunku 2**. Jeśli tylko przestrzega się pokazanego rozmieszczenia elemen-



Rysunek 3. A tak prezentuje się gotowy układ sterowania wentylatorami.

tów na płytce oraz wybrane zostały elementy zgodnie z zamieszczonym wykazem, to nie powinny wystąpić żadne problemy przy rozmieszczaniu i wlutowywaniu elementów.

W przypadku gdy wykonawca zdecydował się na zastosowanie transformatora sieciowego innego, niż wymieniony typ, to jest to absolutnie możliwe, jak również zastosowanie zasilacza sieciowego "wtyczkowego" i wtedy trzeba go podłączyć do zacisku K3. W takiej sytuacji należy po prostu odciąć tę część płytki drukowanej, która przeznaczona była dla transformatora. Ponieważ moc strat na tranzystorze T1 może dochodzić nawet do 6W, więc konieczny jest dla niego niewielki radiator. Najlepiej przystosowany jest do tego celu typ SK104 z firmy Fischer. Zakończony jest on specjalnymi szpilkami, które oczywiście powinny zostać przylutowane do płytki. Izolacja nie jest wymagana, pamiętać jednak należy, że obudowa tranzystora przewodzi i jest na niej, a więc i na radiatorze, napięcia kolektora. Z tego względu należy zwrócić uwagę na to, żeby do radiatora nie doty-



Rysunek 2. Część płytki, na której umieszczony jest transformator sieciowy w razie potrzeby może zostać odcięta.

kały żadne inne elementy. **Rysunek 3** pokazuje jak powinien wyglądać zmontowany układ do regulacji pracy wentylatorów.

Sensor podłączony jest przy pomocy skrętki dwużyłowej (twisted pair) do zacisków K1, a wyjście max.temp. należy połączyć krótkimi przewodami montażowymi do odpowiednich zacisków na płycie układu zabezpieczającego. Diody LED powinny zostać rozmieszczone na płycie czołowej wzmacniacza, a podłączenie do nich wykonać można także przewodami montażowymi. Obydwa wentylatory podłącza się równolegle do zacisków K2. Będzie to przedstawione w ostatniej części poświęconej okablowaniu wzmacniacza Gigant 2000.

Na zakończenie

Do zastosowań w charakterze chłodzenia wzmacniaczy zalecane jest podłączenie wentylatorów nie pomiędzy zaciski "+" i "-", a pomiędzy "+" a "⊥". Dzięki temu funkcja wartości progowej zostaje zmostkowana i wentylatory kręcą się przez cały czas, ale ich szybkość obrotów cały czas uzależniona jest od temperatury.

Maksymalny prąd, jaki wentylatorom może zostać udostępniony przez układ,

Wykaz elementów

Rezystory:

R1, R3, R9, R13, R20	.10kΩ
R2	.220kΩ
R4, R8, R15	.100kΩ
R5	.1k96Ω
R6	.2k49Ω
R7	.27kΩ
R10, R12	.5k6Ω
R11, R18, R23	.1kΩ
R14	.100Ω
R16, R22	.3k9Ω
R17, R24	.4k7Ω
R19	.33kΩ
R21	.1MΩ
R25	.10Ω
P1	.1kΩ trymer
P2	.1MΩ trymer

wynosi w przybliżeniu 1A. Spotykane najczęściej w handlu wentylatorki potrzebują mniej więcej 200...250mA, tak więc bez problemów można jednocześnie podłączyć dwa a nawet trzy egzemplarze. Maksymalne napięcie na zaciskach K2 jest równe wyprostowanemu napięciu z transformatora sieciowego, pomniejszonym o napięcia progowe na tranzystorach T1 i T2, tak więc wynosi około 13V.

Kondensatory:

C1, C2	.470n
C3, C4, C6	.100n
C5	.2n2
C7	.220μF / 25V stojący
C8	.10μF / 63V stojący
C9	.2200μF / 25V stojący

Półprzewodniki:

D1...D3	.1N4002
D4, D5, D7	.LED o wysokiej wydajności (high-efficiency) – żółty, czerwony, zielony
D6	.1N4148
T1	.BD680
T2	.BD679
IC1	.OP484FP (Analog Devices)
IC2	.7812

Pozostałe elementy:

K1, K3	.2-biegunowy zacisk do montażu na płycie, RM5
K2	.3-biegunowy zacisk do montażu na płycie, RM5
K4	.2-biegunowy zacisk do montażu na płycie, RM7,5
B1	.100V /10A leżący, 19 x 19mm
Tr1	.12V / 12VA do zamontowania na płycie drukowanej (Monacor VTR12112)
F1	.63mA + gniazdo bezpiecznikowe do montażu na płycie
Radiator SK104/50 Fischer	– przeznaczony dla tranzystora T1
2 sztuki 12-V wentylatorków	
Płytki drukowane EPS 990041-1	